

Politechnika Lubelska

Mieczysław Dziubiński

Laboratorium elektrotechniki i elektroniki samochodowej

Lublin 1996

OPINIODAWCA:

Prof. dr hab. inż. **Jerzy Ocioszyński**



Wydano za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

ISBN 83-86333-39-1

© Copyright by Politechnika Lubelska 1996

Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej

Nakł. 500 egz. F. B5. Ark. wyd. 9,92. Ark. druk. 10:
Zam. 93/96

Zakład Wydawniczo-Poligraficzny Politechniki Lubelskiej
ul. Bernardyńska 13, 20-950 Lublin

D-129, 50-72

W S T Ę P

Skrypt „Laboratorium elektrotechniki i elektroniki samochodowej” jest przeznaczony dla studentów studiów magisterskich i inżynierskich kierunku „Mechanika” specjalności „Samochody i Ciągniki”. Jest on kontynuacją skryptu pt.: „Laboratorium elektrotechniki i elektroniki”, w którym studenci zapoznali się z użytkowaniem aparatury w laboratorium, postępowaniem przy wykonywaniu ćwiczeń oraz zbiorem 24 instrukcji.

Opracowany skrypt składa się z 18 instrukcji. Każda z instrukcji zawiera: cel ćwiczenia, część teoretyczną oraz wykonanie pomiarów. Część teoretyczna pozwala na samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczenia. W części praktycznej zawarte są wskazówki dotyczące wykonania pomiarów wraz ze schematami i tablicami pomiarowymi. Każde ćwiczenie stanowi odrębną całość i kolejność realizacji ćwiczeń może być dowolna.

Ze skryptu korzystać mogą również studenci innych rodzajów studiów, w ramach których jest przedmiot „Elektrotechnika i elektronika samochodowa”.

Pragnę podziękować Prof. dr hab. inż. Jerzemu Ocioszyńskiemu za cenne uwagi zawarte w recenzji oraz Krzysztofowi Kusiakowi i Andrzejowi Sierpińskiemu za skład komputerowy.

Autor

SPIS TREŚCI

1. Badanie akumulatora	7	✓
2. Badanie alternatora	15	✓
3. Badanie prądnicy prądu stałego	25	✓
4. Badanie regulatorów vibracyjnych	33	✓
5. Badanie rozrusznika	41	✓
6. Badanie rozdzielacza zapłonu, cewki zapłonowej i kondensatora	51	✓
7. Badanie iskrownika motocyklowego	61	
8. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej	67	
9. Kontrola ustawienia reflektorów i natężenia światła	79	
10. Badanie prądnic, rozruszników, układów zapłonowych na stanowisku ELKON SUPER 3	85	
11. Badania diagnostyczne układu zapłonowego	93	
12. Badanie instalacji elektrycznej samochodu POLONEZ	105	
13. Badanie urządzeń ogrzewania pojazdów samochodowych	115	
14. Badanie elektronicznych regulatorów prądnic	119	
15. Badanie elektronicznych układów zapłonowych	129	
16. Badanie programatorów pracy i silników wycieraczek	139	
17. Badanie elektronicznego przerywacza kierunkowskazów	145	
18. Badanie elektronicznego przemiennika sygnałów	150	
Bibliografia	157	

1. BADANIE AKUMULATORA

Cel ćwiczenia : Celem ćwiczenia jest zapoznanie z budową, zasadą działania i metodyką badań akumulatorów rozruchowych.

1.1 Część teoretyczna

1.1.1 Budowa akumulatora kwasowo - ołowiowego

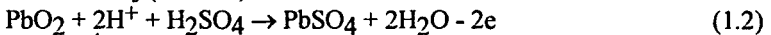
Akumulatory ołowiowe rozruchowe składają się z trzech lub sześciu ogniw połączonych szeregowo. W skład ogniwa wchodzi zespół płyt dodatnich i ujemnych oraz naczynie z elektrolitem. Płyty elektrod mają postać krat ołowianych, wypełnionych porowatą masą czynną. Masę czynną na płycie dodatniej stanowi dwutlenek ołowiu PbO_2 , a na płycie ujemnej ołów gąbczasty Pb.

1.1.2 Zasady działania akumulatorów kwasowo - ołowiowych.

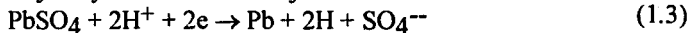
Elektrolit jest wodnym roztworem kwasu siarkowego i bierze udział w reakcjach prądotwórczych. W obecności wody cząsteczki kwasu ulegają dysocjacji SO_4^{--} . Przy wyładowaniu na elektrodzie ujemnej (katodzie) zachodzi reakcja chemiczna:



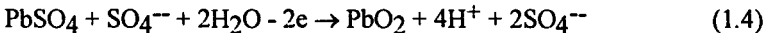
zaś na elektrodzie dodatniej (anodzie):



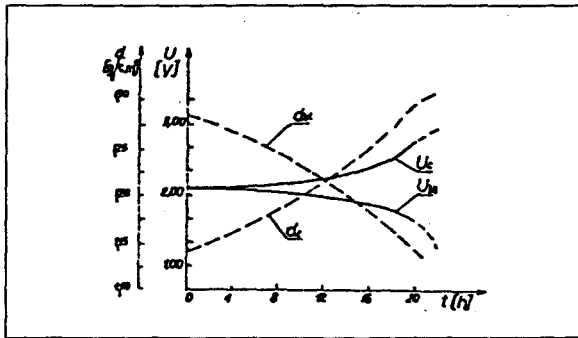
W wyniku tego powstaje siarczan ołowiany i wydzielą się woda. Podczas ładowania akumulatora na płytach ujemnych zachodzi reakcja:



natomiast na płytach dodatnich:



Podczas ładowania i wyładowania ulegają zmianie parametry akumulatora. Zmiany napięcia akumulatora i gęstości elektrolitu przedstawia rysunek 1.1.



Rys. 1.1. Charakterystyka ogniwa akumulatora przy ładowaniu i wyładowaniu prądem dwudziestogodzinnym. d_w -krzywa gęstości przy wyładowaniu, d_l -krzywa gęstości przy ładowaniu, U_w -krzywa napięcia przy wyładowaniu, U_l -krzywa napięcia przy ładowaniu.

1.1.3. Podstawowe parametry akumulatora

Pojemność elektryczna Q akumulatora jest to ilość ładunku elektrycznego wyrażonego w amperogodzinach (Ah), który można pobrać z akumulatora przy wyładowaniu prądem znamionowym aż do napięcia końcowego 1,75V na ogniwo i przy temperaturze elektrolitu 298K oraz początkowej gęstości elektrolitu $1,28 \text{ g/cm}^3$,

$$Q = I_w \cdot t_w \quad (1.5)$$

Zwykle podaje się pojemność dwudziestogodzinną Q_{20} , która nosi nazwę pojemności znamionowej akumulatora.

Pojemność energetyczna A akumulatora jest to ilość energii elektrycznej, wyrażonej w watogodzinach (Wh), jaką można pobrać z akumulatora w ściśle określonych warunkach wyładowania, aż do napięcia końcowego U_k :

$$A = I_w \cdot \int_0^{t_w} U_w dt \quad (1.6)$$

gdzie:

A - pojemność energetyczna (Wh)

I_w - prąd wyładowania (A)

U_w - napięcie wyładowania (V)

t_w - czas wyładowania (h)

Znamionowy prąd I_n akumulatora jest to prąd, który pobierany z akumulatora w ciągu dwudziestu godzin powoduje jego wyładowanie do napięcia końcowego 1,75 V/ogniwo.

Zdolność rozruchowa akumulatora jest to czas nieprzerwanego wyładowania w ściśle określonej temperaturze, w pełni naładowanego akumulatora prądem rozruchowym o wartości $I_w \geq 60 I_n$ aż do zmniejszenia się średniego napięcia do wartości 1 V/ogniwo.

Samowyladowanie polega na zmniejszeniu się pojemności akumulatora w wyniku:

- zanieczyszczenia elektrolitu lub masy czynnej,
- wyładowania przez czynniki uboczne - zanieczyszczenia na powierzchni pokrywy,
- uszkodzenia separacji między płytowej,
- wytworzenia się samorzutnie, bez udziału elektrolizy, $PbSO_4$.

Samowyladowanie określa się wzorem:

$$S = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% \quad (1.7)$$

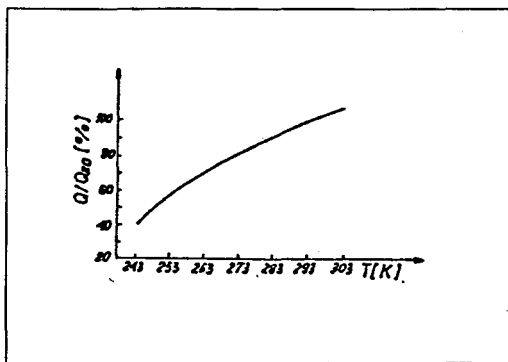
gdzie:

Q_1 - pojemność początkowa,

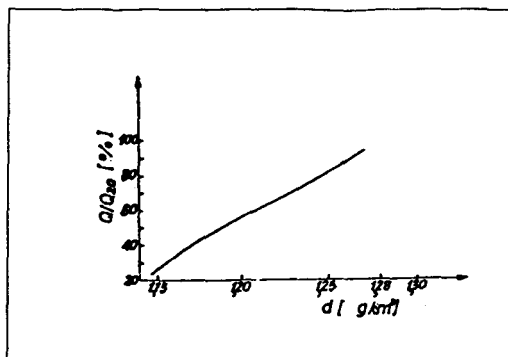
Q_2 - pojemność po n dniach przechowywania.

1.1.4. Wpływ czynników zewnętrznych na pojemność akumulatora.

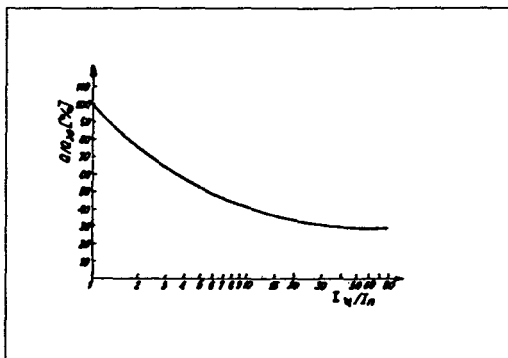
Pojemność elektryczna akumulatora zależy od: wielkości i liczby płyt, gęstości i temperatury elektrolitu oraz wartości prądu wyładowania (Rys. 1.2 a,b,c).



Rys. 1.2.a. Zależność pojemności akumulatora od temperatury elektrolitu



Rys. 1.2.b. Zależność pojemności akumulatora od gęstości elektrolitu



Rys. 1.2.c. Zależność pojemności akumulatora od prądu wyładowania.

1.1.5. Sposoby ładowania akumulatora.

a) Ładowanie jednostopniowe

Ładowanie jednostopniowe polega na ładowaniu akumulatora prądem $I_{t1}=0,1Q_n$ przez 12÷13 h.

b) Ładowanie dwustopniowe

Ładowanie dwustopniowe przeprowadza się w dwóch fazach:

I faza - ładowanie prądem $I_{t1}=0,1Q_n$ do chwili wystąpienia gazowania;

II faza - ładowanie prądem $I_{t2}=0,05Q_n$ przez okres 5÷6 h.

c) Doładowanie

Doładowanie jest ładowaniem częściowym polegającym na uzupełnieniu ładunku w akumulatorze. Przeprowadza się je prądem $I_{t1}=0,1Q_n$ do chwili gazowania.

d) Ładowanie przyspieszone

Ładowanie przyspieszone przeprowadza się w celu szybkiego doprowadzenia 60÷70% ładunku do akumulatora (około 0,5 h). W pierwszej fazie ładuje się akumulator prądem $I_{tm}=0,8Q_n$ do rozpoczęcia gazowania, a następnie zmniejsza się prąd ładowania do $I_{t1}=0,1Q_n$.

e) Ładowanie odsiarczające

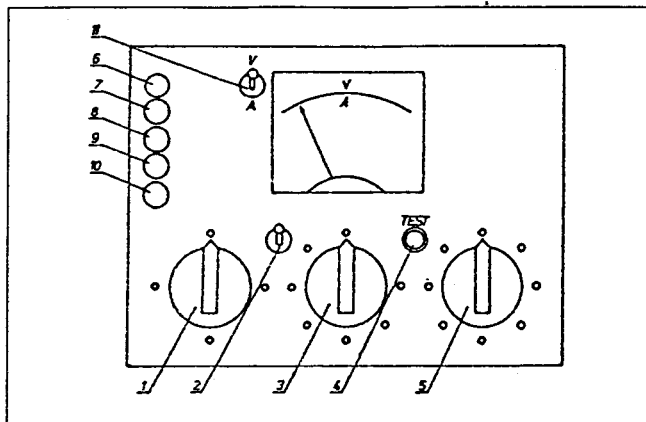
Zasiarczenie polega na wydzielaniu się na powierzchni płyt grubokrystalicznego siarczanu ołowiowego, trudniejszego do rozłożenia niż porowaty siarczan bezpostaciowy. W przypadku małego zasiarczenia ładuje się akumulator prądem równym $0,02\div0,05 Q_n$ do wystąpienia objawów całkowitego naładowania z przerwami co 12 godzin.

W przypadku dużego zasiarczenia należy usunąć elektrolit z akumulatora, napęlić go wodą destylowaną i ładować prądem $0,02\div0,05 Q_n$ do momentu uzyskania przez elektrolit gęstości $1,1\div1,15 \text{ g/cm}^3$. Po czym ponownie usuwa się elektrolit, wlewa wodę destylowaną i kontynuuje ładowanie aż do ustalenia się napięcia na zaciskach akumulatora. Następnie

wylewa się elektrolit z akumulatora, napełnia go świeżym elektrolitem o gęstości $1,28 \pm 1,3 \text{ g/cm}^3$ i ładuje prądem $I_{t2}=0,05 Q_n$ do wystąpienia objawów pełnego naładowania.

1.1.6. Charakterystyka urządzenia ZTR-80.

Urządzenie ZTR-80 służy do ładowania i pomiaru stopnia naładowania akumulatorów o napięciu znamionowym 12V lub 24V (Rys.1.3.).



Rys.1.3. Pulpit pomiarowy urządzenia ZTR-80. 1 - Przełącznik rodzaju pracy, 2 - Przełącznik napięcia ładowania, 3 - Wyłącznik czasowy, 4 - Przycisk TEST, 5 - Przełącznik prądu ładowania, 6 - Lampka sygnalizująca napięcie ładowania 12V, 7 - Lampka sygnalizująca zmianę biegunowości, 8 - Lampka sygnalizująca włączenie ładowania odsiarczającego, 9 - Lampka sygnalizująca przekroczenie napięcia gazowania, 10 - Lampka sygnalizująca napięcie ładowania 24V, 11 - Przełącznik rodzaju pomiaru.

1.2. Wykonanie pomiarów.

1.2.1. Określić dane znamionowe badanych akumulatorów:

- typ akumulatora,
- napięcie znamionowe,
- pojemność znamionową,
- znamionowy prąd ładowania,
- gęstość elektrolitu,
- rodzaj separacji.

1.2.2. Kontrola stanu naładowania urządzeniem ZTR-80.

- przełącznik rys.1.3. napięcia ładowania (2) ustawić w pozycji 12V lub 24V w zależności od napięcia znamionowego akumulatora,
- przełącznik rodzaju pomiaru (11) ustawić w pozycji "V",
- połączyć końcówki przewodów urządzenia do biegunów akumulatora. Niewłaściwe połączenie biegunów akumulatora sygnalizuje lampka o barwie zielonej (7),
- odczytać napięcie akumulatora,
- wcisnąć przycisk TEST (4) na okres od 3 do 5 sekund przy badaniu akumulatora o napięciu znamionowym 12V i pojemności do 80 Ah lub 10sekund przy pojemności akumulatora powyżej 80 Ah. Przy badaniu akumulatora o napięciu znamionowym 24V, czas pomiaru nie powinien być dłuższy niż 4 sekundy.
- położenie wskazówki w końcowej fazie pomiaru pozwala ocenić stan naładowania akumulatora zgodnie z oznaczonymi na skali sektorami,
- zmierzyć gęstość i temperaturę elektrolitu,
- wyniki pomiarów wpisać do tablicy 1.1.

Tablica 1.1

Gęstość elektrolitu (g/cm^3)								Stopień naładowania (%)		Siła elektromotoryczna (V)
d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_{sr}	d_{293}	$X(d)$	X_{ZTR-80}	$E(d)$

Jeżeli temperatura elektrolitu T różni się od temperatury odniesienia 293K, to zmierzona aerometrem wartość gęstości d_t należy przeliczyć wg. wzoru:

$$d_{293} = d_t + 0,007(T - 293) \quad (1.8)$$

Stopień naładowania akumulatora wyznaczamy z zależności :

$$X(d) = \frac{d_{293} - d_w}{d_n - d_w} \cdot 100\% \quad (1.9)$$

gdzie:

$$d_w = 1,14 \text{ g/cm}^3,$$

$$d_n = 1,28 \text{ g/cm}^3$$

Znając gęstość elektrolitu - siłę elektromotoryczną wyznaczamy z zależności:

$$E(d) = d_{293} + 0,84$$

gdzie:

d_{293} - gęstość elektrolitu w temperaturze 293K w (g/cm^3)

1.2.3. Kontrola stanu naładowania widelkowym próbnikiem akumulatorowym.

Widelkowy próbnik akumulatorowy składa się z woltomierza magnetoelektrycznego oraz trzech oporników. Próbnik może być wykorzystany:

- bez opornika - do pomiaru napięcia ogniwa,
- z oporem $0,023\Omega$ obciążającym ogniwo prądem 80A, do badania akumulatorów o pojemności do 100Ah,
- z oporem $0,012\Omega$ obciążającym ogniwo prądem 150A, do badania akumulatorów o pojemności ponad 100Ah.

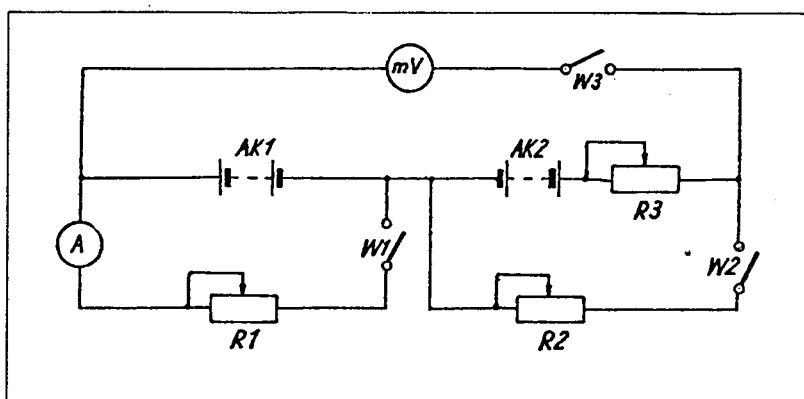
W celu wykonania pomiaru należy odczytać wartość napięcia i stopień naładowania dla poszczególnych ogniw akumulatora. Wyniki pomiarów wpisać do tablicy 1.2.

Tablica 1.2

Stopień naładowania (%)						Napięcie ogniw (V)					
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6

1.2.4. Pomiar rezystancji wewnętrznej metodą kompensacyjną.

- zestawić układ pomiarowy zgodnie z rys. 1.4. Akumulator porównawczy AK2 należy tak dobrać, aby jego siła elektromotoryczna była większa od siły elektromotorycznej badanego akumulatora.



Rys. 1.4. Schemat układu do pomiaru rezystancji wewnętrznej metodą kompensacyjną.

- zamknąć wyłącznik W1,
- rezystorem R1 regulować prąd I_1 do wartości $0,1 Q_n$ badanego akumulatora,
- otworzyć wyłącznik W1 a zamknąć W2 i W3,
- rezystorem R2 i R3 regulować wartość prądu I_2 tak, aby miliwoltomierz wykazywał 0 ($\Delta U=0$),
- po 3 min. ponownie zrównoważyć układ,
- zamknąć wyłącznik W1 i odczytać wskazania mierników,
- w ciągu pierwszej minuty wykonać pomiary co 15 sek. , a przez następne cztery minuty co 30 sek. Przez cały czas pomiaru utrzymywać prąd $I_1=0,1 Q_n$.

Opór wewnętrzny akumulatora obliczyć ze wzoru:

$$R_w = \frac{\Delta U}{I_1} \quad (1.10)$$

Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do tablicy 1.3. Na podstawie otrzymanych wyników wykreślić charakterystykę $R_w=f(t)$.

Tablica 1.3.

L.p.	t (s)	I (A)	U(V)	$R_w (\Omega)$

1.2.5. Ładowanie akumulatora.

Przeprowadzić ładowanie przyspieszone wykonując następujące czynności:

- przełącznik napięcia (2) rys. 1.3 ustawić w położeniu odpowiadającym napięciu znamionowemu ładowanego akumulatora,
- przełącznik rodzaju pracy (1) ustawić w pozycji "WYŁ.",
- przełącznik prądu ładowania (5) ustawić w pozycji 8,
- przełącznik rodzaju pomiaru ustawić w pozycji "A",
- wykręcić korki z akumulatora,
- połączyć końcówki przewodów prądu stałego z biegunami akumulatora,
- włączyć urządzenie do sieci,
- przełącznik rodzaju pracy ustawić w pozycji "sterowanie ręczne",
- akumulator ładować do momentu wystąpienia gazowania,
- następnie zmniejszyć prąd do wartości $I_1=0,1 Q_n$ i ładować przez 10 minut,
- w czasie ładowania odczytać wskazania mierników co 5 minut,
- po zakończeniu ładowania i odczekaniu 15 minut przeprowadzić test akumulatora jak w punkcie 2.2,

Wyniki pomiarów wpisać do tablicy 1.4.

Na podstawie wyników pomiarów wykreślić charakterystyki $I=f(t)$, $U=f(t)$.

Tablica 1.4.

L.p.	t (s)	I (A)	U (V)

1.3. Opracowanie wyników.

W sprawozdaniu należy podać:

- temat ćwiczenia,
- cel ćwiczenia,
- schematy układów pomiarowych,
- wykaz przyrządów,
- wyniki pomiarów,
- wykresy charakterystyk,
- wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

2. BADANIE ALTERNATORA

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest poznanie zasady działania, budowy i własności samochodowej prądnicy prądu przemiennego z wbudowanymi prostownikami, zwanej alternatorem.

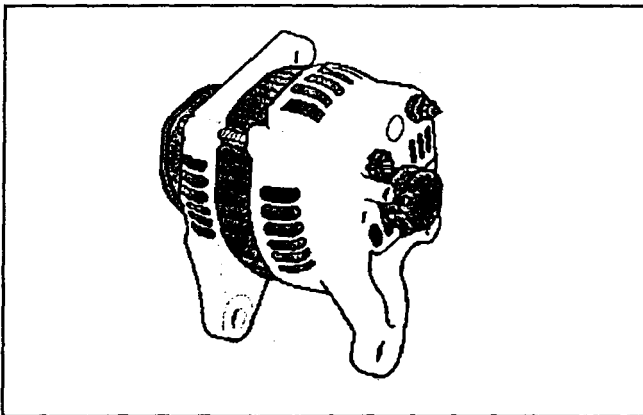
2.1. Część teoretyczna

2.1.1. Budowa i zasada działania

Prądnica prądu przemiennego stosowana w pojazdach samochodowych, jest prądnicą synchroniczną z wirującą magnesnicą i nieruchomym twornikiem. W jej obudowie umieszczone są prostowniki, tak że prąd otrzymywany z alternatora jest prądem stałym i może niezależnie od zasilania odbiorników ładować akumulator. Alternatory z wielu względów posiadają więcej zalet niż prądnice prądu stałego. Decydują o tym: duża trwałość i pewność działania (przede wszystkim ze względu na brak komutatora), większa moc na jednostkę masy, większa maksymalna prędkość kątowa z jaką prądnica może pracować. Dodatkową zaletą alternatorów jest także znacznie mniejsze zużycie miedzi na druty nawojowe (ok. trzykrotne).

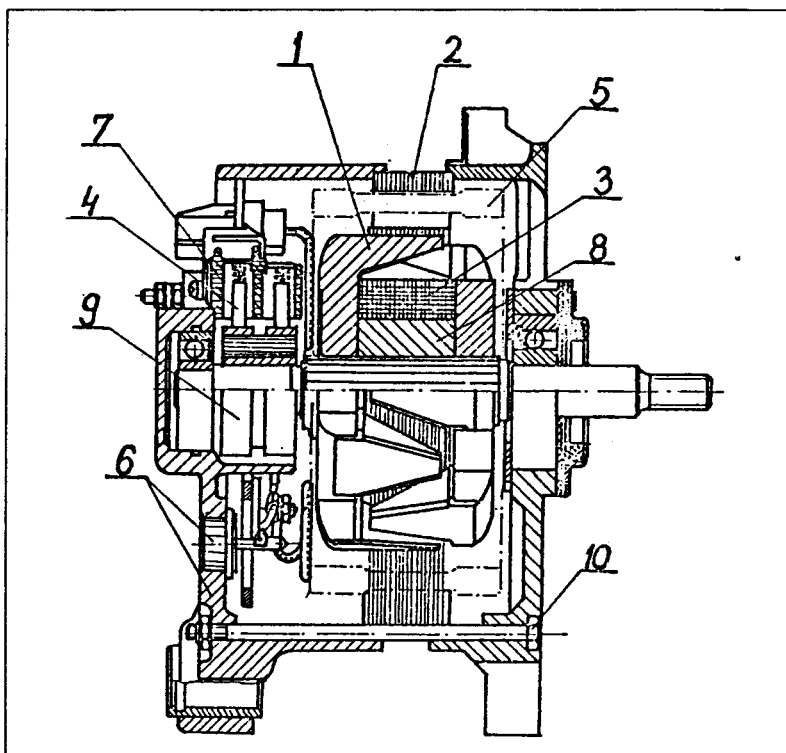
Działanie prądnic oparte jest na znanej zasadzie indukowania siły elektromotorycznej w uzwojeniu twornika wirującego w polu magnetycznym. Pod względem elektrycznym jest zupełnie obojętne, która z dwóch części prądnicy - twornik czy magnesnica - jest nieruchoma, a która wiruje. Nie jest to jednak obojętne ze względu na konstrukcję prądnicy i jej działanie. Odprowadzenie prądu z nieruchomego twornika prądnicy prądu przemiennego jest łatwiejsze niż z wirującego twornika prądnicy prądu stałego. Wirujące elektromagnesy prądnicy prądu przemiennego są zasilane prądem stałym, doprowadzonym poprzez szczotki przylegające do dwóch pierścieni umieszczonych na wałku alternatora. Szczotki ślizgają się po gładkich pierścieniach (a nie po komutatorze, jak to ma miejsce w prądnicach prądu stałego) i dzięki temu prądnica prądu przemiennego może obracać się z większą prędkością kątową.

W niektórych typach alternatorów motocyklowych i traktorowych wirnik tworzą magnesy trwałe. W prądnicach samochodowych stosuje się elektromagnesy. Budowę alternatora przedstawia rys. 2.1.a, 2.1b



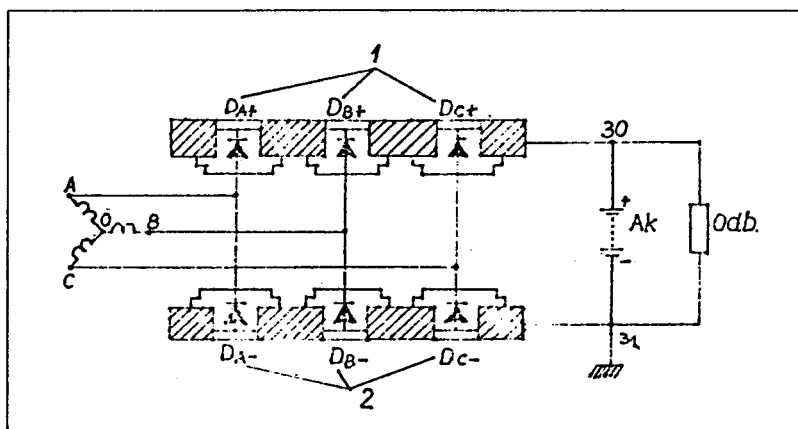
Rys. 2.1a Budowa alternatora





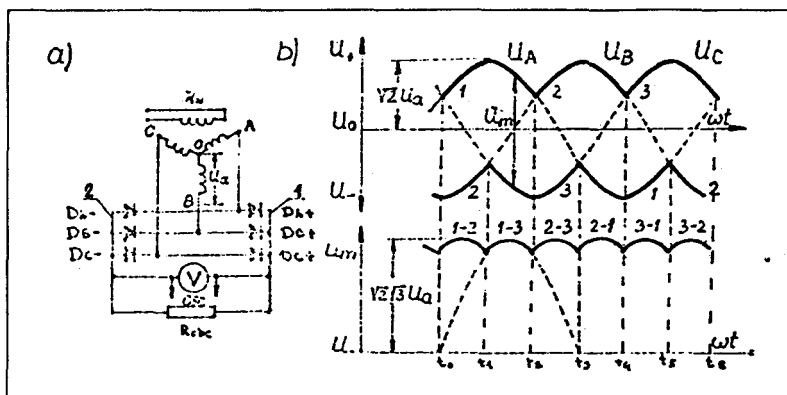
Rys.2.1. Przekrój alternatora: 1-nabiegunki, 2- rdzeń stojana, 3- uzwojenie wzbudzenia, 4-szczotka węglowa, 5- uzwojenie stojana, 6- blok prostownika, 7- szczotkotrzymacz, 8- tuleja stalowa, 9- pierścień ślizgowy, 10- śruba ściągająca.

W alternatorach stosuje się trójfazowe mostki prostownicze zbudowane z sześciu diod (rys.2.2.). Trzy diody, których katody są ze sobą połączone, nazywane są diodami dodatnimi, a pozostałe trzy diody noszą nazwę diod ujemnych.



Rys.2.2. Układ połączeń trójfazowego mostka prostowniczego: 1-diody dodatnie, 2- diody ujemne.

Przebiegi napięć występujących w układzie prostowniczym przedstawia rys.2.3. Przebiegi te zostały narysowane dla prądnicy obciążonej tylko opornikiem (bez akumulatora) oraz przy założeniu, że uzwojenia stojana nie mają indukcyjności.



Rys.2.3. Przebiegi napięć w alternatorze: a- układ połączeń, b- przebieg napięć fazowych oraz napięcia wyprostowanego.

W danej chwili prąd obciążenia płynie przez te uzwojenia stojana, między którymi występuje największa wartość napięcia. W przedziale czasu od t_0 do t_1 prąd płynie w obwodzie: uzwojenie A, dioda D_{A+} , odbiornik, masa, dioda D_{B-} i prąd obciążenia zaczyna płynąć przez diodę D_{C-} oraz uzwojenie C.

Z kolei dioda D_{A+} przewodzi aż do chwili t_2 , kiedy zaczyna przewodzić dioda D_{B+} . Z rys.2.2. i 2.3. wynika, że każda dioda przewodzi w ciągu $1/3$ okresu, a prąd w uzwojeniu stojana płynie przez $2/3$ okresu. Napięcie na diodzie w stanie przewodzenia jest rzędu $1V$, a w stanie nieprzewodzenia osiąga wartość napięcia na zaciskach wyjściowych prądnicy. Analizując przebieg charakterystyki prądu obciążenia w funkcji prędkości kątowej alternatora, przyjęto za punkt wyjścia równanie opisujące siłę elektromotoryczną prądnicy prądu przemiennego, która przy pracy na biegu jałowym równa jest napięciu maszyny,

$$E = U_0 = C \cdot \phi \cdot \omega \quad (2.1)$$

gdzie:

U_0 - napięcie alternatora przy biegu jałowym.

Pomijając dla uproszczenia wpływ reakcji twornika na strumień główny, wartość prądu obciążenia wynosi:

$$I_{obc} = \frac{U_0}{\sqrt{(R_w + R_{obc})^2 + X_L^2}} \quad (2.2)$$

gdzie:

R_w - rezystencja uzwojenia stojana alternatora,

R_{obc} - rezystencja odbiornika,

X_L - reaktancja indukcyjna uzwojenia stojana alternatora przyczym

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot \frac{P \cdot \omega}{2 \cdot \pi} \cdot L = C_1 \quad (2.3)$$

gdzie:

f - częstotliwość

p - ilość par biegunów maszyny,

L - indukcyjność uzwojeń o reaktancji indukcyjnej X_L ,

stąd:

$$I_{obc} = \frac{C \cdot \phi \cdot \omega}{\sqrt{(R_w + R_{obc})^2 + (C_1 \cdot \omega)^2}} \quad (2.4)$$

Przy małej prędkości kątowej wirnika alternatora

$$(C_1 \cdot \omega)^2 \ll (R_w + R_{obc})^2 \quad (2.5)$$

wyrażenie (4) można uprościć

$$I_{obc} = \frac{C \cdot \phi \cdot \omega}{\sqrt{(R_w + R_{obc})^2}} = C_2 \cdot \omega \quad (2.6)$$

gdyż strumień przyjęto za stały.

Wynika stąd, że w początkowej części charakterystyki prąd obciążenia będzie proporcjonalny do prędkości kątowej. Ze wzrostem prędkości kątowej wirnika rośnie reaktancja indukcyjna $X_L = C_1 \omega$

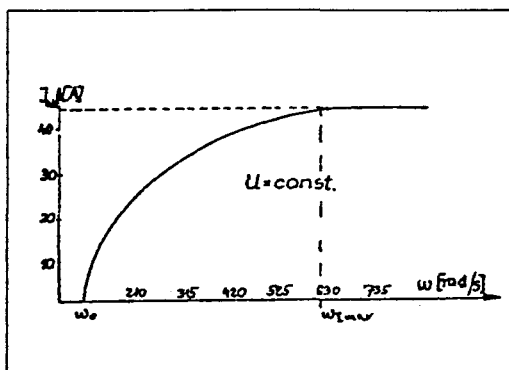
i począwszy od pewnej wartości ω zachodzi nierówność:

$$(R_w + R_{obc})^2 \leq X_L^2 = (C_1 \cdot \omega)^2 \quad (2.7)$$

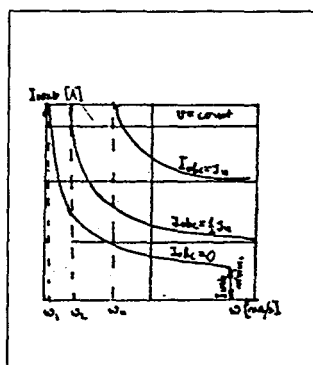
Uwzględniając tę nierówność we wzorze (2.4) otrzymamy:

$$I_{obc} = \frac{C \cdot \phi \cdot \omega}{\sqrt{(C_1 \cdot \omega)^2}} = \frac{C}{C_1} \cdot \phi = const \quad (2.8)$$

Wynika stąd że przy dużych wartościach prędkości kątowej wartość prądu obciążenia będzie prawie stała. Przebieg charakterystyki $I_{obc} = f(\omega)$ przedstawia rys.2.4. Charakterystyka regulacyjna jest to zależność $I_w = f(\omega)$ dla stałych wartości napięcia regulowanego i prądu obciążenia alternatora - rys.2.5.



Rys.2.4. Charakterystyka obciążenia alternatora.



Rys.2.5. Charakterystyki regulacyjne alternatora

2.2.WYKONANIE POMIARÓW

2.2.1. Ogłędziny zewnętrzne

Przy ogłędzinach zewnętrznych należy zwrócić uwagę na:

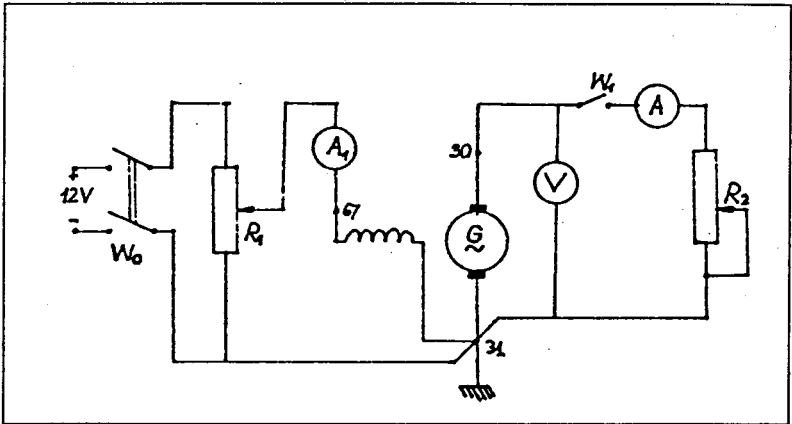
- stopień skorodowania , pęknięcia pokryw, zużycie wałka i nakrętek,
- stan łożysk - czy wirnik daje się lekko obracać,
- stan pierścieni ślizgowych, szczotek i ich docisku,
- stan zacisków,
- porównać dane techniczne badanej prądnicy z tabeli 2.1.

Tabela 2.1.

parametr	oznaczenie	jednostki	typ alternator	
			A12M	PZ10c
napięcie znamionowe	U_n	V	12	24
napięcie pracy	U_p	V	14	28
prąd znamionowy	I_n	A	42	30
prąd maksymalny	I_m	A	53	40
moc znamionowa	P_n	W	588	840
prędkość znamionowa	ω_n	rad/s	525	273
prędkość biegu jałowego	ω_0	rad/s	99,7	120,7
prędkość maksymalna	ω_m	rad/s	1365	840
masa prądnicy	m	kg	4,0	7,4
rezystancja uzwojenia	R_w	Ω	4,5	4,0
wzbudzenia				
biegunowość obudowy	-	-	minus	minus
współpracujący regulator	-	-	RC1/12B RC2/12B	RC/28

2.2.2. Charakterystyka regulacyjna

Połączyć układ pomiarowy zgodnie z rys.2.6. Charakterystykę regulacyjną wyznaczyć dla następujących wartości prądu : $I_{obc} = 0$, $I_{obc}=0.5I_n$, $I_{obc}=I_n$, przy $U=const$ i $I_{obc}=const$. Regulacja prędkości realizowana jest za pomocą amplidyndy. Na stanowisku znajduje się wyłącznie opornik suwakowy. Na podstawie danych tablica 2.2 wykreślić charakterystykę $I_w = f(\omega)$ dla trzech przypadków obciążenia.



Rys. 2.6. Układ połączeń do wyznaczania charakterystyk alternatora

Tablica 2.2.

L.p.	$I_{obc}=0$		$I_{obc}=0,5I_n$		$I_{obc}=I_n$	
	I_w [A]	ω [rad/s]	I_w [A]	ω [rad/s]	I_w [A]	ω [rad/s]
1						
2						
3						
10						

2.2.3. Charakterystyka obciążeniowa

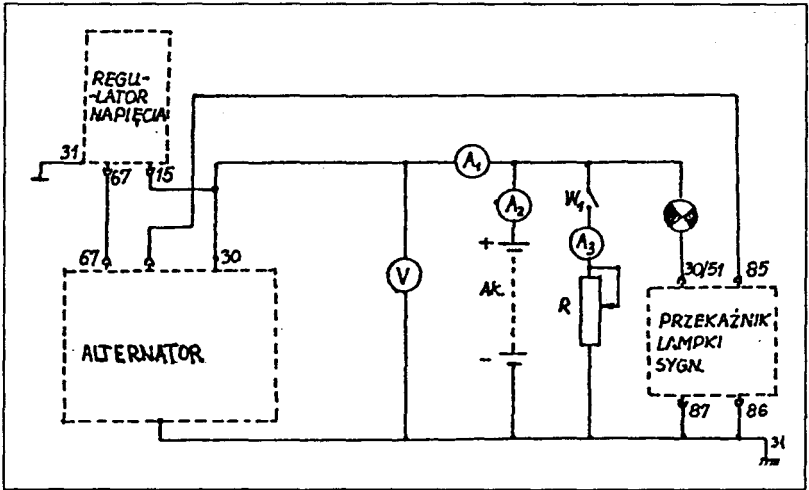
Układ połączeń jak na rys.2.6. Charakterystykę obciążeniową wyznaczamy przy $U = const$. W pierwszej chwili wyłącznik W_1 otwarty. Zwiększając prędkość kątową oraz regulując prąd w obwodzie wzbudzenia ustalamy wartość napięcia na równą 14 V. W ten sposób uzyskujemy pierwszy punkt charakterystyki. Następnie zwiernając wyłącznik W_1 i regulując wartość rezystencji R_2 , zachowując warunek $U= const$, otrzymujemy kolejne punkty charakterystyki przy jednoczesnym zwiększeniu prędkości kątowej. Wyniki zestawić w tablicy 2.3. Na podstawie pomiarów wykreślić charakterystykę $I_{obc} = f(\omega)$.

Tablica 2.3.

L.p.	I_{ohc}	ω
	[A]	[rad/s]
1		
2		
3		
.		
.		
10		

2.2.4. Współpraca alternatora z akumulatorem

Połączyć układ pomiarowy zgodnie z rys.2.7. Ustawić znamionowe parametry alternatora. Zmieniając wartość rezystencji R, odczytać wskazania trzech amperomierzy oraz woltomierza. Wyniki wpisać do tablicy 2.4.



Rys.2.7. Układ połączeń do badania współpracy alternatora z akumulatorem.

Tablica 2.4.

L.p.	U	I_1	I_2	I_3
	[V]	[A]	[A]	[A]
1				
2				
3				

2.2.5. Badanie diagnostyczne alternatora metodą oscyloskopową.

Prądnica obciążona tylko akumulatorem. Próbę przeprowadza się w dwóch wariantach.

Wariant 1.

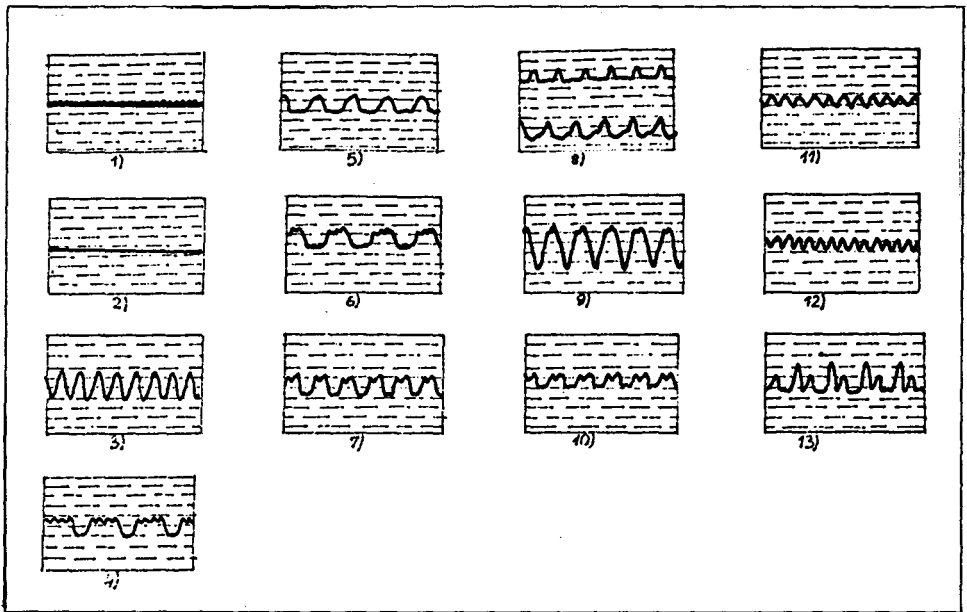
Wejście oscyloskopu dołączamy do zacisku 30 alternatora. Prędkość kątową wimika ustawiamy tak by napięcie wytwarzane przez prądnicę osiągnęło wartość 13 V. W tym stanie pracy prądnica ładuje akumulator, regulator jeszcze nie pracuje. Pozwala to na wyeliminowanie wpływu regulatora na kształt przebiegów napięć indukowanych w prądnicę. Za pomocą pokręteł synchronizacji, regulacji amplitudy oraz przesunięcia pionowego ustawiamy nieruchomy obraz na środku ekranu oscyloskopu - porównać rys.2.8.

Wariant 2.

Wejście oscyloskopu dołączamy do środka uzwojeń stojana. Prędkość kątową wimika 210 rad/s - w tym wariantcie zdejmujemy oscylogramy napięcia U_o .
W celu określenia uszkodzenia porównujemy przebiegi na ekranie oscyloskopu z oscylogramami wzorcowymi rys.2.8. i.2.9.

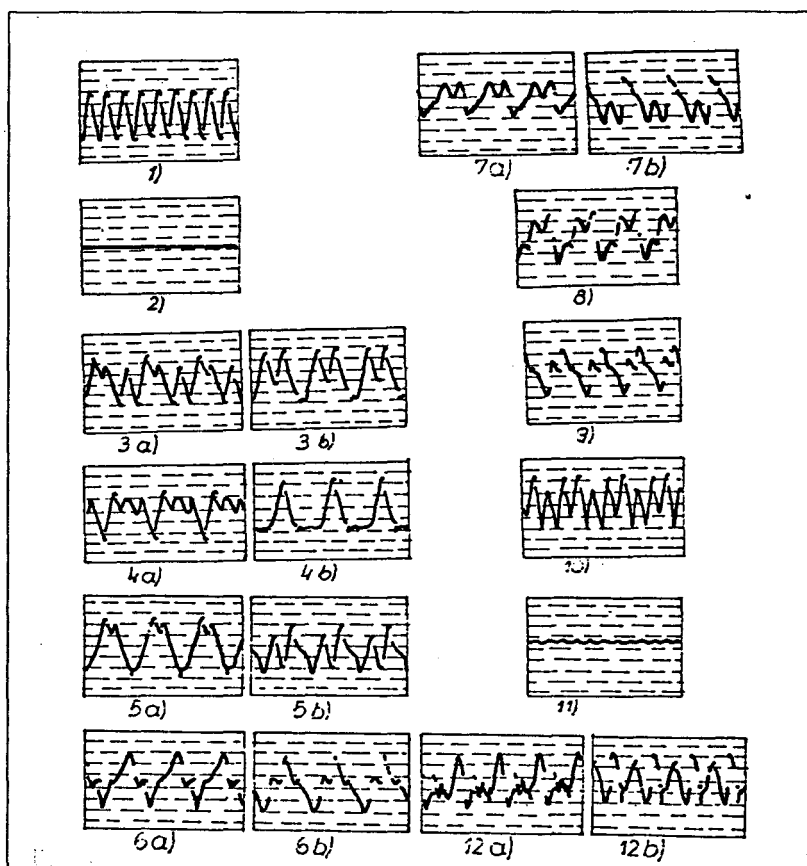
2.3.Opracowanie wyników

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.



Rys.2.8. Oscylogramy napięcia U_{30} prądnicy prądu przemiennego niewyposażonej w diody wzbudzenia, współpracującej z akumulatorem.

1 - prądnica bez uszkodzeń, 2 - przerwa w obwodzie wzbudzenia, 3 - przerwa w uzwojeniu stojana lub przerwy w dwóch diodach zasilanych z tej samej fazy, 4 - przerwa w jednej diodzie dodatniej lub ujemnej, 5 - przerwa w dwóch diodach dodatnich lub ujemnych, 6 - przerwy w diodzie dodatniej i ujemnej zasilanych z różnych faz, 7 - zwarcie jednej diody dodatniej lub ujemnej, 8 - zwarcie dwóch diod dodatnich lub ujemnych, 9 - zwarcie diody dodatniej i diody ujemnej zasilanych różnymi fazami, 10 - zwarcie uzwojenia stojana z masą, 11 - zwarcie międzyfazowe uzwojeń stojana, 12 - zwarcie środka gwiazdy uzwojeń stojana, 13 - błędne włączenie diody dodatniej lub ujemnej.



Rys. 2.9. Oscylogramy napięcia U_O prądnicy prądu przemiennego niewyposażonej w diody wzbudzenia, współpracującej z akumulatorem.

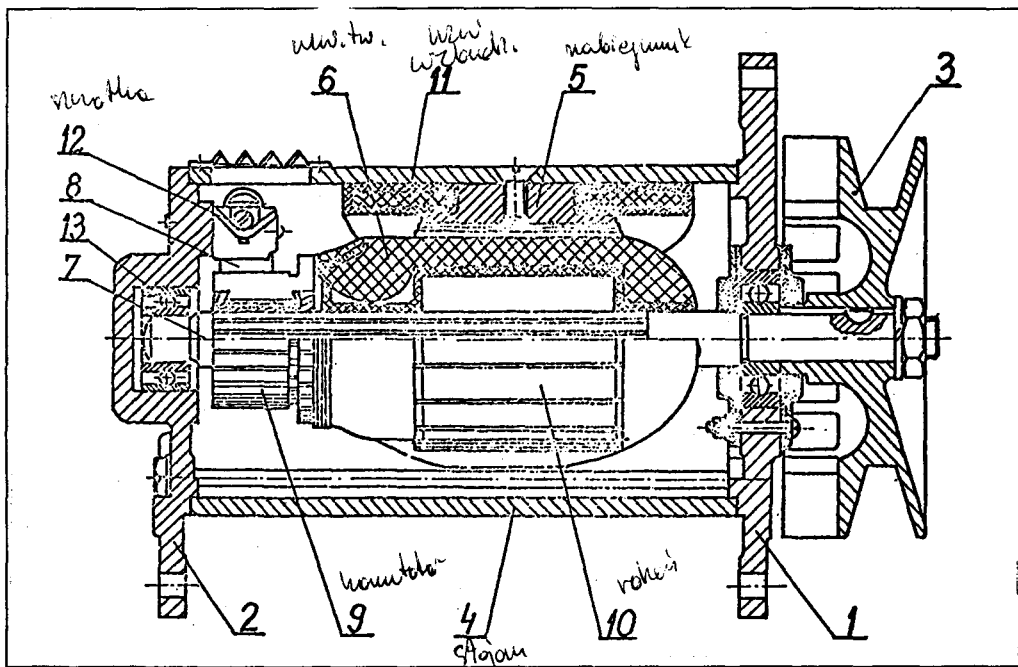
1 - prądnica bez uszkodzeń, 2 - przerwa w obwodzie wzbudzenia, 3 - przerwa w jednej diodzie : a-dodatniej, b-ujemnej, 4 - przerwy w dwu diodach : a-dodatnich, b-ujemnych, 5 - przerwy w dwóch diodach zasilanych : a-z tej samej fazy, b-z różnych faz, 6 - zwarcie jednej diody : a-dodatniej, b-ujemnej, 7 - zwarcie dwóch diod : a-dodatnich, b-ujemnych, 8 - zwarcie diod : dodatniej i ujemnej zasilanych z różnych faz, 9 - zwarcie uzwojenia stojana z masą, 10 - zwarcie międzyfazowe uzwojeń stojana, 11 - zwarcie środka gwiazdy uzwojeń stojana z masą, 12 - błędne włączenie diody : a-dodatniej, b-ujemnej

3. BADANIE PRĄDNICY PRĄDU STAŁEGO

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i zasady działania prądnicy samochodowej prądu stałego oraz wyznaczenie jej podstawowych charakterystyk.

3.1. Część teoretyczna.

Prądnica jest podstawowym źródłem energii elektrycznej w pojeździe samochodowym. Wytwarzany przez nią prąd może ładować akumulator, może też, przy współpracy z akumulatorem lub bez akumulatora, zasilać odbiorniki instalacji elektrycznej samochodu. Budowę prądnicy samochodowej przedstawia rys.3.1.



Rys.3.1. Budowa prądnicy prądu stałego. 1 - pokrywa przednia, 2 - pokrywa tylna, 3 - koło pasowe z wentylatorem, 4 - stojan, 5 - nabiegunnik, 6 - uzwojenie twornika, 7 - walek twornika, 8 - szczotka, 9 - komutator, 10 - rdzeń twornika, 11 - uzwojenie wzbudzenia, 12 - szczotkotrzymacz, 13 - łożysko

Podczas pracy silnika twornik prądnicy obraca się w polu magnetycznym wzbudzany przez elektromagnesy stojana. Uzwojenia twornika przecinają w tym czasie linie sił pola magnetycznego, wskutek tego indukuje się w nich siła elektromotoryczna. Jeżeli prądnica jest napędzana w niewłaściwym kierunku, wówczas powstała w pierwszej chwili siła elektromotoryczna spowoduje przepływ prądu w uzwojeniu wzbudzenia i powstanie strumienia magnetycznego skierowanego przeciwnie do magnetyzmu szczątkowego. Prądnica nie wzbudzi się, zostanie rozmagnesowana a następnie - przy napędzaniu jej w prawidłowym kierunku - nie wytworzy siły elektromotorycznej.

Samowzbudzenie się prądnicy bocznikowej jest możliwe wtedy, gdy:

- istnieje magnetyzm szczątkowy,
- kierunek wirowania jest prawidłowy, tzn. taki, przy którym prąd wzbudzenia od siły elektromotorycznej wywołanej magnetyzmem szczątkowym powoduje przyrost strumienia magnetycznego.

W prądnicy bocznikowej samowzbudnej pracującej ze stałą prędkością kątową twornika, w wyniku wzrostu obciążenia (wywołanego zmniejszaniem się rezystancji zewnętrznej R_Z) maleje napięcie na zaciskach prądnicy wskutek wpływu trzech czynników :

- 1) reakcji twornika - zmniejszającej strumień główny f ;
- 2) spadku napięcia w obwodzie twornika - wpływa on bezpośrednio na napięcie U , gdyż :

$$U = E - I_t \cdot \sum R_t - 2\Delta U_p \quad (3.1)$$

gdzie:

E - siła elektromotoryczna indukowana w tworniku prądnicy :

$$E = c_E \cdot \phi \cdot \omega \quad (3.2)$$

f - strumień indukcji magnetycznej w szczelinie powietrznej,

ω - prędkość kątowna twornika,

c_E - współczynnik proporcjonalności,

$I_t = I_{obc}$ - prąd obciążenia prądnicy

$\sum R_t$ - suma rezystancji obwodu twornika,

$2\Delta U_p$ - spadek napięcia na rezystancjach przejścia między szczotkami i komutatorem

($\Delta U_p = 1V$);

- 3) zmniejszania się prądu wzbudzenia

$$I_{wzb} = \frac{U}{R_{wzb}} \quad (3.3)$$

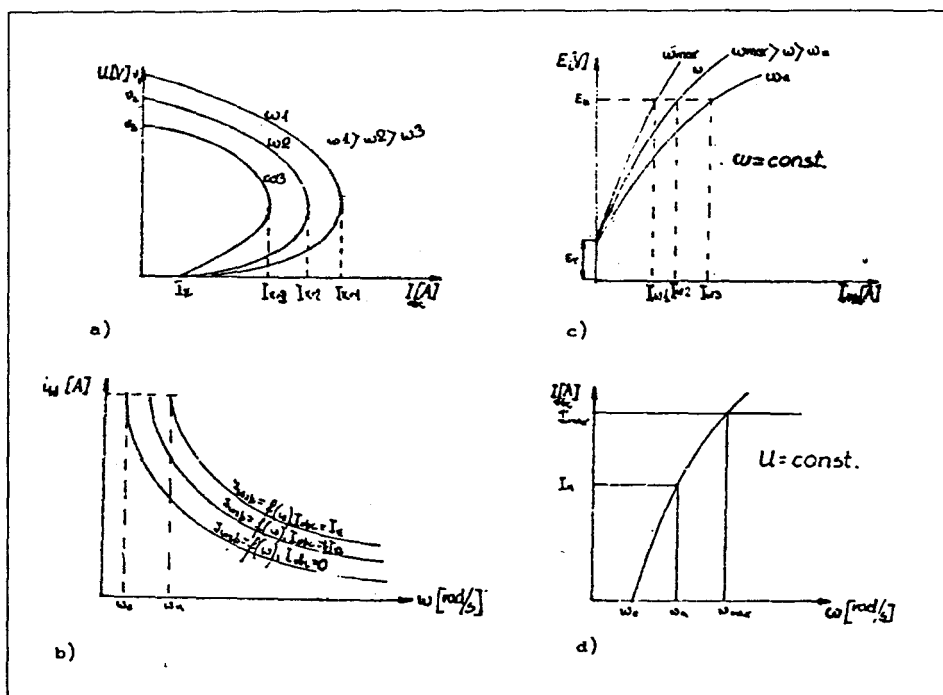
Jeżeli stopniowo zmniejsza się opór obwodu zewnętrznego (R_Z) to prąd obciążenia prądnicy I_{obc} wzrasta do pewnej wartości krytycznej

$$I_{kr} = (2+3) I_{zn}$$

Wskutek dalszego zmniejszania rezystancji zewnętrznej prąd $I_{obc} = \frac{U}{R_Z}$ powinien mieć,

jak mogłoby się wydawać tendencję wzrostu, jednak z podanych wyżej trzech przyczyn (a zwłaszcza zmniejszania się prądu wzbudzenia - wskutek zmniejszania U , maleje I_{wzb} , punkt pracy maszyny przenosi się na prostoliniową część charakterystyki magnesowania, gdzie niewielkim zmianom I_{wzb} towarzyszy zmniejszenie napięcia U) napięcie U spada w większym stopniu niż maleje rezystancja zewnętrzna.

W wyniku współdziałania tych zjawisk prąd I_{obc} zaczyna maleć i przy zwarcu na zaciskach ($R_Z = 0$; $U = 0$; $I_{wzb} = 0$) osiąga wartość I_Z (określoną przez magnetyzm szczątkowy) znacznie mniejszą niż znamionowy prąd prądnicy. Jeżeli twornik danej prądnicy będziemy napędzać z różnymi prędkościami kątowymi, to wówczas można otrzymać zewnętrzne charakterystyki obciążenia dla dowolnie wybranej prędkości kątowej twornika. Charakterystyki prądnicy przedstawia rys.3.2.



Rys.3.2. Charakterystyki prądnicy prądu stałego: a - zewnętrzne charakterystyki obciążenia, b - charakterystyki regulacyjne, c - charakterystyka magnesowania, d - charakterystyka obciążenia.

3.2. Wykonanie pomiarów

3.2.1. Oględziny zewnętrzne

Przy oględzinach zewnętrznych należy zwrócić uwagę na :

- a/ stopień skorodowania, pęknięcia tarcz, zużycie wałka i nakrętek,
- b/ stan łożysk - czy wirnik daje się lekko obracać,
- c/ stan komutatora, szczotek i ich docisku,
- d/ stan zacisków,
- e/ porównać dane techniczne badanej prądnicy z tablicą 3.1.

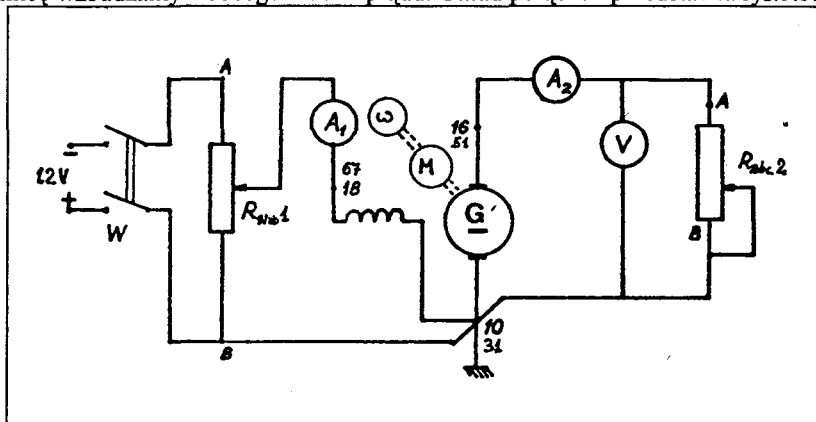
Tablica 3.1.

L.p.	Parametr	Jednostki	DSV90	P20a,b,f,g,h,k,m	P20c,d
1.	Napięcie znamionowe	V	12	12	12
2.	Prąd znamionowy przy 251 rad/s	A	16	25	12,5
3.	Oddawany prąd maksymalny	A	22	28	17
4.	Prędkość kątowna przy której prądnica uzyskuje nap. znamionowe	rad/s	183,7	162,7	147÷178,5
5.	Maksymalna prędkość kątowna ciągła	rad/s	945	756	588
6.	Maksymalna prędkość kątowna chwilowa	rad/s	1050	945	945
7.	Rezystancja uzwojenia wzbudzenia (przy 20 C)	Ω	$8^{+0,1}_{-0,3}$	$5,2^{+0,3}_{-0,3}$	$6,8^{+0,4}_{-0,4}$
8.	Regulator napięcia	-	GN2/12/16	RG15k	RG15c,d

3.2.2. Charakterystyka biegu jałowego prądnicy

a/ Ustalenie wartości znamionowej prądu magnesującego - I_{wzb} .

Prądnicę wzbudzamy z obcego źródła prądu. Układ połączeń przedstawia rys.3.3.



Rys.3.3. Układ połączeń prądnicy obcowzbudnej.

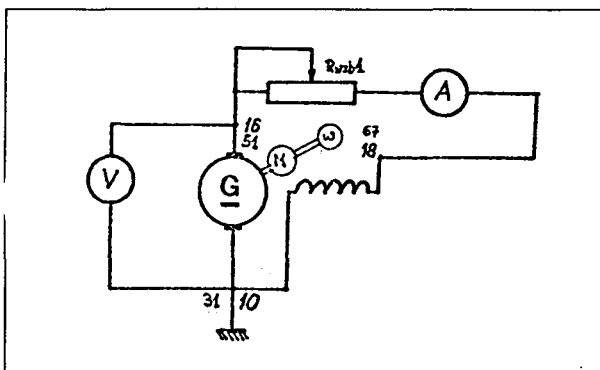
Suwaki rezystorów R_1 i R_2 ustawiamy w położeniu "B". Napędzamy prądnicę silnikiem (M) i doprowadzamy jej prędkość kątową do wartości znamionowej. Następnie zamykamy wyłącznik W i przez regulację prądu wzbudzenia wskazywanego przez amperomierz A_1 ustalamy znamionowe warunki pracy:

$$I = I_n \text{ (na amperomierzu } A_2)$$

$$U = U_n \text{ (na woltomierzu V).}$$

b/ Wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego przy samowzbudzeniu.

Charakterystyka biegu jałowego prądnicy jest to zależność siły elektromotorycznej twornika od prądu wzbudzenia I_{wzb} tzn. $E = f(I_{wzb})$. Zestawiamy układ połączeń przedstawiony na rys.3.4.



Rys.3.4. Układ połączeń prądnicy samowzbudnej.

Charakterystykę wyznaczamy dla trzech wartości prędkości kątowej

tj. $\omega = \omega_n$; $\omega = \omega_{max}$; $\omega_{max} > \omega > \omega_n$

Przy wyznaczaniu charakterystyk należy pamiętać, aby prąd wzbudzenia nie przekroczył 1,5 - krotnej wartości znamionowej prądu wzbudzenia.

Wyniki pomiarów zestawień w tablicy 3.2.

Na podstawie pomiarów wykreślić w jednym układzie współrzędnych charakterystyki $E = f(I_{wzb})$.

Tablica 3.2.

$\omega=\omega_n$		$\omega_{max} > \omega > \omega_n$		$\omega_{max}=\omega$	
E	i_w	E	i_w	E	i_w
V	A	V	A	V	A
1					
2					
3					
.					
.					
.					

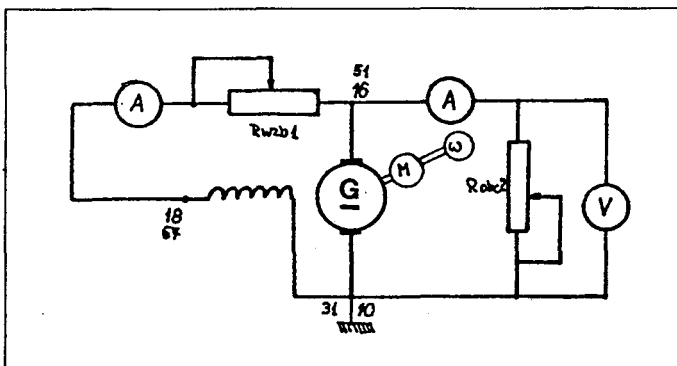
3.2.3.Charakterystyka zewnętrzna

Charakterystykę zewnętrzną nazywamy zależność $U = f(I_{obc})$.
 Charakterystykę tę wyznaczamy przy stałej prędkości kątowej i stałym oporze włączonym w obwód wzbudzenia.
 Charakterystykę wyznaczamy dla trzech wartości prędkości kątowej
 tj. $\omega=\omega_n$; $\omega=\omega_{max}$; $\omega_{max} > \omega > \omega_n$
 Zestawiamy układ połączeń przedstawiony na rys.3.5.

Tablica 3.3.

L.p.	$\omega=$		$\omega=$		$\omega=$	
	U	I_{obc}	U	I_{obc}	U	I_{obc}
	V	A	V	A	V	A
1						
2						
3						
.						
.						
.						

Na podstawie pomiarów wykreślić w jednym układzie wsp.olrzędnych charakterystyki $U = f(I_{obc})$ przy $\omega = const$.



Rys.3.5. Układ połączeń do wyznaczania charakterystyk prądnicy samowzbudnej.

3.2.4. Charakterystyka regulacyjna w funkcji prędkości katowej $I_{wzb} = f(\omega)$.

Jest to zależność prądu wzbudzenia I_{wzb} od prędkości katowej w przy stałym napięciu $U = \text{const.}$ i stałym prądzie w obwodzie zewnętrznym $I_{ohc} = \text{const.}$

Układ połączeń przedstawiony na rys.3.5.

Charakterystykę wyznaczamy dla następujących wartości prądu:

$$I_{ohc} = 0; \quad I_{ohc} = 0,5 I_n; \quad I_{ohc} = I_n$$

Wyniki pomiarów zestawiać w tablicy 3.4.

Na podstawie pomiarów wykreślić w jednym układzie współrzędnych charakterystyki $I_{wzb} = f(\omega)$

Tablica3.4.

L.p.	$I_{ohc}=0$		$I_{ohc}=0,5 I_n = \dots\dots\dots A$		$I_{ohc}= I_n = \dots\dots\dots A$	
	ω	i_{wzb}	ω	i_{wzb}	ω	i_{wzb}
	rad/s	A	rad/s	A	rad/s	A
1						
2						
3						
.						
.						
.						

3.2.5. Charakterystyka $I = f(\omega)$ przy $U = \text{const.}$

Układ połączeń przedstawia rys 3.5.

Przerwywamy obwód zewnętrzny, uruchamiamy prądnicę i przy zwartym oporniku regulacyjnym w obwodzie wzbudzenia, zwiększamy prędkość katową prądnicy, aż do uzyskania napięcia 14 V. W ten sposób uzyskamy pierwszy punkt charakterystyki (ω_0). Włączając rezystor w obwód zewnętrzny i zmniejszając jego rezystencję wyznaczamy kolejne punkty charakterystyki.

Na podstawie pomiarów, których wyniki należy zestawić w tablicy 3.5. wykreślić zależności $I_{ohc} = f(\omega)$.

Tablica 3.5.

L.p.	ω	I_{ohc}
	rad/s	A
1		
2		
3		
.		
.		
.		

3.3. Opracowanie wyników

W sprawozdaniu należy podać : temat ćwiczenia, cel-ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

4. BADANIE REGULATORÓW WIBRACYJNYCH

Cel ćwiczenia : celem ćwiczenia jest poznanie budowy i zasady działania regulatorów prądnic samochodowych prądu stałego.

4.1. Część teoretyczna

Regulator prądnicy prądu stałego spełnia następujące funkcje :

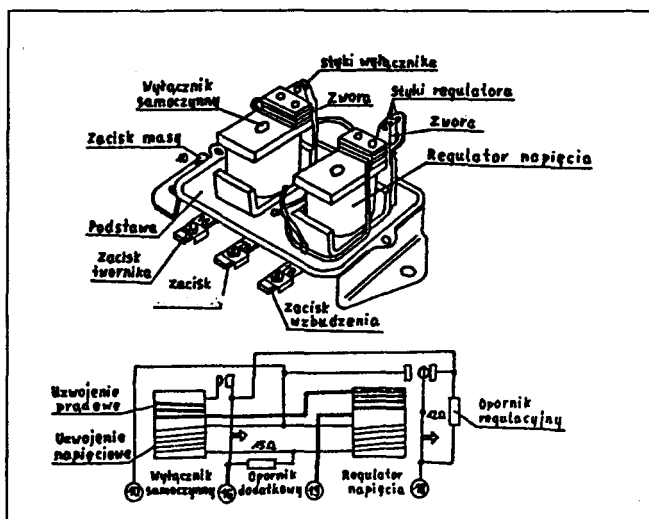
- utrzymuje stałą wartość napięcia prądnicy przy zmiennych prędkościach kątowych, obciążeniu poprzez regulację prądu wzbudzenia,
- ogranicza prąd obciążenia do wartości dopuszczalnej dla danej prądnicy,
- łączy prądnicę do współpracy z akumulatorem i odłącza prądnicę, gdy wartość napięcia zmniejszy się poniżej napięcia akumulatora.

Regulator składa się z dwóch rdzeni elektromagnetycznych stanowiących : regulator napięcia i wyłącznik samoczynny rys.4.1.

W celu zabezpieczenia prądnicy przed przeciążeniem wykorzystujemy uzwojenie prądowe nawinięte na rdzeniu regulatora napięcia.

Regulatory zespolone można podzielić według następujących kryteriów :

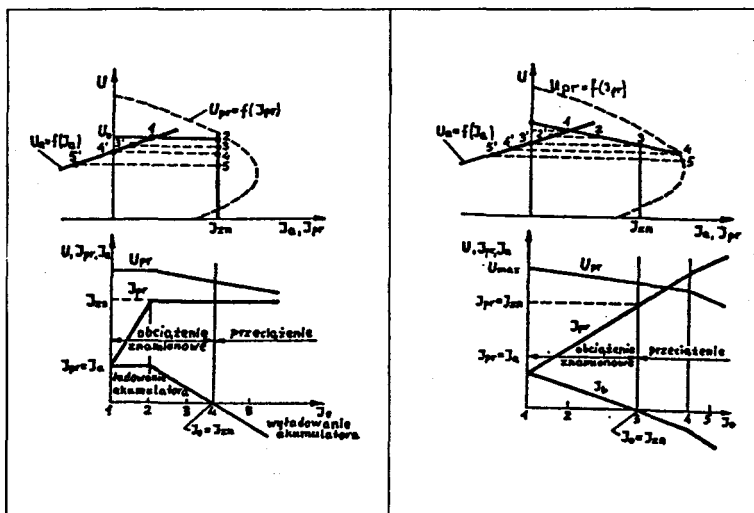
- a - charakterystyki regulacji napięcia :
 - regulatory o regulacji sztywnej,
 - regulatory o regulacji elastyczno - opadającej,
- b - stopni regulacji :
 - regulatory jednostopniowe,
 - regulatory dwustopniowe,
- c - wielkości obudowy :
 - regulatory wielkogabarytowe,
 - regulatory małogabarytowe,
- d - miejsca zabudowy
 - regulatory nabudowane na prądnicę,
 - regulatory oddzielnie montowane.



Rys.4.1. Budowa regulatora dwurdzeniowego.

10-zacisk masy, 16-zacisk twornika, 18-zacisk wzbudzenia, 19-zacisk obciążenia.

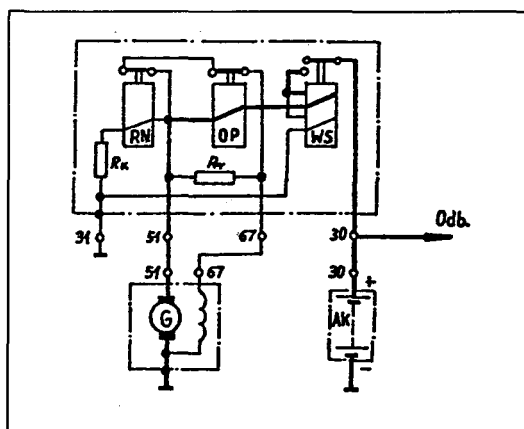
Charakterystyki napięciowo - prądowe przy współpracy prądnicy z akumulatorem i obciążeniem dla regulatora o charakterystyce sztywnej i elastycznej przedstawiają rys.4.2. i rys.4.3. Zasadę działania regulatora (Fiat 126 p) o charakterystyce sztywnej przedstawia rys.4.4. Parametry znamionowe krajowych regulatorów przedstawia tablica 4.1.



Rys.4.2. Charakterystyki napięciowo-prądowe współpracy prądnicy z akumulatorem i obciążeniem dla regulatora o charakterystyce sztywnej.

U_{pr} -napięcie prądnicy, U_a -napięcie akumulatora, U_o -napięcie obciążenia, I_{pr} -prąd prądnicy, I_a -prąd akumulatora, I_{obc} -prąd obciążenia, I_{zn} -prąd znamionowy.

Rys.4.3. Charakterystyki napięciowo-prądowe współpracy prądnicy z akumulatorem i obciążeniem dla regulatora o charakterystyce elastycznej.



Rys.4.4. Schemat elektryczny regulatora GN2

RN-regulator napięcia, OP-ogranicznik prądu, WS-wyłącznik samoczynny, G-prądnica, AK-akumulator, Odb-odbiornik

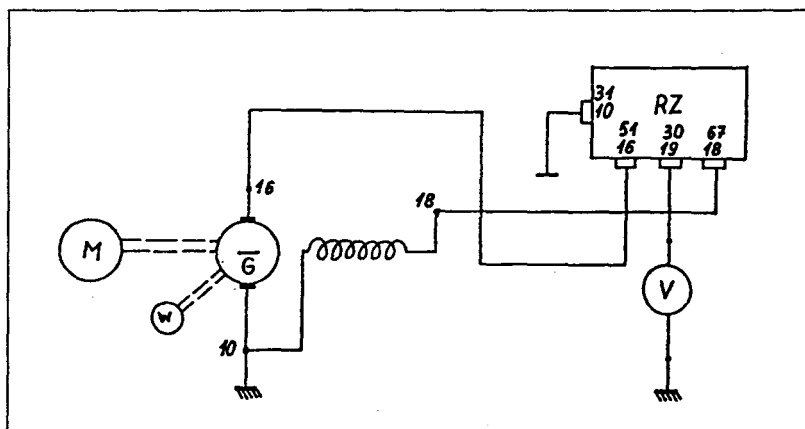
Tablica 4.1.

L.p.		Jedn.	RG15a	RG15 b	RG15f	GN- 2/12/16	RG15k	RG15c	RG15d
1	Napięcie znamionowe	V	12	12	12	12	12	14	14
2	Prąd znamionowy	A	18	25	18	15-18	25	12,5	12
3	Napięcie włączania	V	12,7	12,7	13	12,6 $\pm 0,4$	13	13	13
4	Prąd zwrotny	A	do 6	do 6	do 6	16 $\leq$	do 9	do 6	do 6
5	Napięcie biegu jałowego	V	14,1	14,2	15	15	14,5	15	15
6	Napięcie regulowane przy obc. znamionowym	V	13	13	13	14,2 $\pm 0,3$ przy $I=8A$	12,8	13	13
7	Typ współpracującej prądnicy	-	P1a P2a P6g	P6c P6d P6e	P20a P20b P20f	DSV90 12/16	P6c P6d P6e	P20c	P20d

4.2. Wykonanie pomiarów

4.2.1. Określenie wartości napięcia włączania samoczynnego wyłącznika regulatora zespolonego.

W celu określenia wartości napięcia włączania i wyłączania samoczynnego wyłącznika regulatora połączyć układ rys.4.5. Uruchomić zespół napędzający prądnicę i zwiększając prędkość kątową odczytać wartość napięcia włączania. Zmniejszyć stopniowo prędkość kątową prądnicy - ostatnia wartość napięcia wskazana przez woltomierz przed zanikiem napięcia określa napięcie wyłączenia. Pomiary przeprowadzić trzykrotnie i wyznaczyć wartość średnią. Wyniki pomiarów zestawzić w tablicy 4.2.



Rys.4.5. Schemat układu pomiarowego do wyznaczania napięcia włączania i wyłączania wyłącznika samochodowego regulatora zespolonego. G - prądnica, M - silnik, w - wsk prędkości kątowej, RZ - regulator zespolony.

Tablica 4.2.

L.p.	$U_{wł}$	$U_{wył}$
	V	V
1		
2		
3		
średnie		

4.2.2. Określenie napięcia regulacji przy biegu jałowym

Układ połączeń jak na rys.4.5.

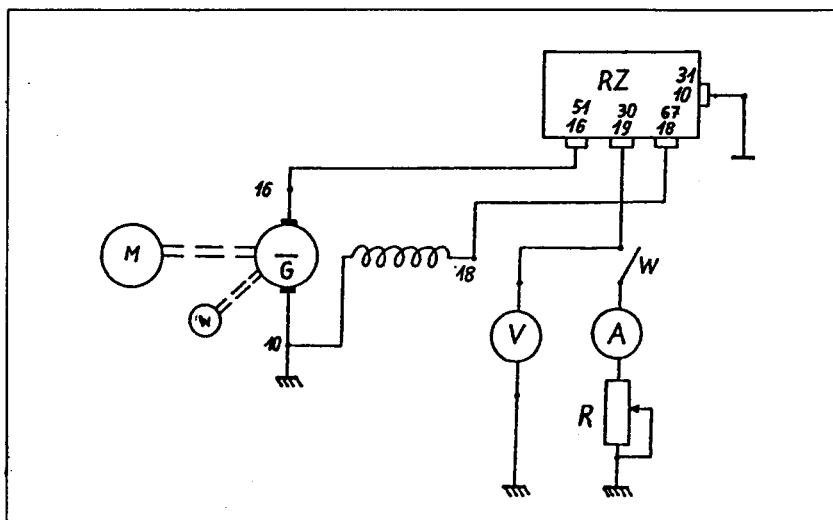
- Uruchomić zespół napędowy.
- Określić wartość regulowanego napięcia przy zwiększaniu prędkości kątowej od 0 do ω_{max} .
- Wyniki zestawień w tablicy 4.3.

Tablica 4.3.

Prędkość kątowa	Napięcie			
	1	2	3	średnie
	V	V	V	V
rosnąca				
malejąca				

4.2.3. Charakterystyka regulacyjna

- Zestawić układ pomiarowy rys.4.6.
- Uruchomić zespół napędowy.
- Wyłącznik W pozostawić otwarty. Zwiększyć prędkość kątową prądnicy do zadziałania wyłącznika samoczynnego.
- Odczytać napięcie na woltomierzu.



Rys.4.6. Schemat układu pomiarowego do wyznaczania charakterystyk regulacyjnych regulatora. RZ - regulator zespolony, G - prądnica, M - silnik, w - wskaźnik prędkości kątowej, V - woltomierz, A - amperomierz, W - wyłącznik, R - rezystor obciążenia.

Charaterystykę wyznaczyć dla trzech przypadków :

- 1. obwód zewnętrzny otwarty,
- 2. wyłącznik W zamknięty (wartość prądu obciążenia utrzymywać 0,5 I_n przez regulację rezystorem R),
- 3.prąd obciążenia równy prądowi znamionowemu I_n ,

Pomiary przeprowadzić dla prędkości kątowych prądnicy od 0 do wartości maksymalnej. Wyniki zestawić w tablicy 4.4. Na podstawie wymiarów wykreślić w jednym układzie współrzędnych zależności $U = f(\omega)$ dla trzech wartości prądu obciążenia.

Tablica4.4.

L.p.	$I_{obc}=0$		$I_{obc}=5I_n$		$I_{obc}=I_n$	
	ω	U	ω	U	ω	U
	rad/s	V	rad/s	V	rad/s	V
1						
2						
3						
.						
.						
10						

4.2.4.Charakterystyka zewnętrzna układu

Zestawić układ pomiarowy rys.4.6. Pomiary przeprowadzić dla trzech wartości prędkości kątowej prądnicy :

- $\omega=\omega_n$
- $\omega=1,5\omega_n$
- $1,5\omega_n<\omega<\omega_{max}$

Wartość prądu zmieniać rezystorem regulacyjnym R w zakresie od 0 do I_n Wyniki zestawić w tablicy 4.5. Na podstawie pomiarów wykreślić w jednym układzie współrzędnych trzy charakterystyki zewnętrzne $U = f(I_{obc})$.

Tablica 4.5.

L.p.	$\omega=\omega_n$		$\omega=1,5\omega_n$		$1,5\omega_n<\omega<\omega_{max}$	
	U	I	U	I	U	I
	V	A	V	A	V	A
1						
2						
3						
.						
.						
10						

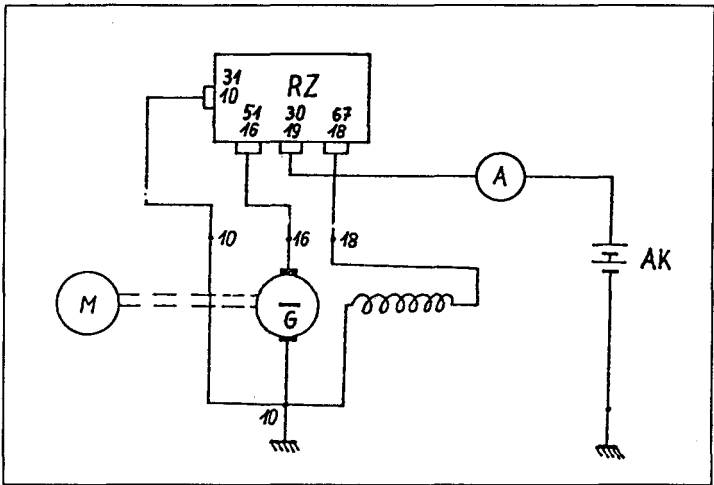
4.2.5.Wyznaczenie wartości prądu zwrotnego wyłącznika samoczynnego zespolonego regulatora.

Zestawić układ pomiarowy rys.4.7. Uruchomić zespół napędowy. Zwiększyć prędkość kątową prądnicy do wartości pozwalającej na ładowanie akumulatora. Następnie stopniowo zmniejszać prędkość kątową prądnicy. Największe wychylenie wskazówki amperomierza w przeciwnym kierunku wskaże wartość prądu zwrotnego wyłącznika samoczynnego.

Wartość tego prądu określić trzykrotnie i wyznaczyć wartość średnią. Wyniki pomiarów zestawić na tablicy 4.6.

Tablica 4.6.

I_{z1}	I_{z2}	I_{z3}	I_{zsr}
A	A	A	A



Rys.4.7.Schemat połączeń układu do wyznaczania prądu zwrotnego wyłącznika samochodowego. RZ - regulator zespolony, G - prądnica, M - silnik, A - amperomierz z zerem pośrodku, Ak - akumulator.

4.2.6.Współpraca prądnicy z akumulatorem, odbiornikami oraz zespolonym regulatorem napięcia.

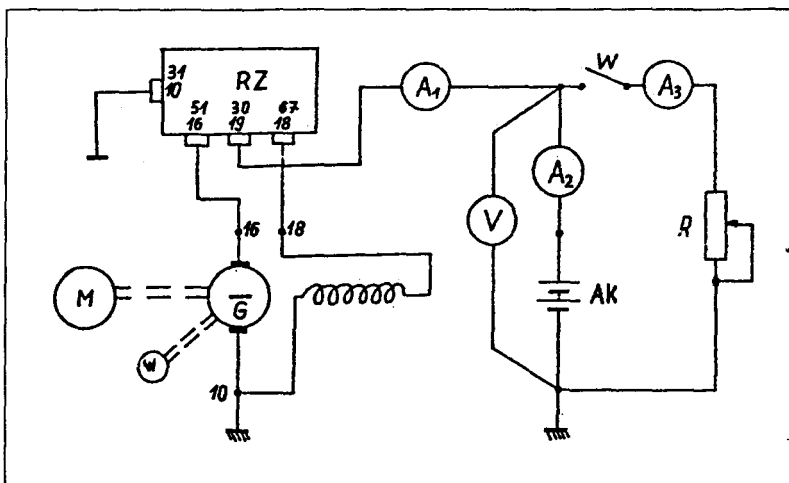
Zestawić układ pomiarowy rys.4.8. Uruchomić prądnicę i doprowadzić jej prędkość kątową do średniej eksploatacyjnej wartości. Suwak rezystora R ustawić w pozycji największej rezystencji. Pierwszy odczyt dokonać przy otwartym wyłączniku W. Następnie zamknąć wyłącznik W i ponownie odczytać wskazania mierników. Przeprowadzić dalsze pomiary zmieniając wartość rezystencji R, aż do osiągnięcia znamionowego prądu prądnicy.

Wyniki pomiarów zestawić w tablicy 4.7.

Na podstawie pomiarów wykreślić w jednym układzie współrzędnych charakterystyki :

$$U = f(I_{obc}), I_b = f(I_{obc}), I_p = f(I_{obc}).$$

$$I_p = I_1 \quad I_b = I_2 \quad I_{obc} = I_3$$



Rys.4.8.Schemat układu pomiarowego do badania regulatora przy współpracy prądnicy z akumulatorem i odbiornikami. RZ - regulator zespolony, G - prądnica. M - silnik, A₁, A₂, A₃ amperomierze, A₁ i A₃ od 0 do 30 (A) A₂-30-0-30 (A), V - woltomierz, R - rezystor, Ak - akumulator, W - wyłącznik

Tablica 4.7.

L.p.	U V	I ₁ A	I ₂ A	I ₃ A
1				
2				
3				
·				
·				
10				

4.3.Opracowanie wyników

W sprawozdaniu należy podać :

- temat i cel ćwiczenia
- schematy układów pomiarowych,
- wykaz przyrządów,
- wykresy charakterystyk,
- wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

5. BADANIE ROZRUSZNIKA

Cel ćwiczenia : Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i zasady działania rozruszników samochodowych.

4.1. Część teoretyczna

Zadaniem rozrusznika w pojeździe samochodowym jest uruchomienie silnika spalinowego i nadanie mu prędkości kątowej, przy której rozpoczyna się proces zapłonu. Rozrusznikami elektrycznymi są głównie silniki szeregowo i silniki szeregowo - bocznikowe prądu stałego, gdyż ich charakterystyki najlepiej odpowiadają warunkom rozruchu. Rozruszniki produkowane obecnie składają się z trzech podstawowych zespołów:

- wirnika,
- korpusu,
- wyłącznika elektromagnetycznego.

Budowę rozrusznika E 100-1,5/12 przedstawia rysunek 5.1.

Zasadę działania rozrusznika dla czterech stanów pracy przedstawia rysunek 5.2. Charakterystyki elektromechaniczne typowego rozrusznika przedstawia rysunek 5.3. Schematy elektryczne krajowych rozruszników firmy ZELMOT przedstawione są na rysunkach 5.4-5.8.

Moc rozrusznika obliczona ze wzoru:

$$\text{moc elektromagnetyczna: } P_e = (E_A - \Delta U_{sz}) \cdot I - (R_w + R_p + R_r) \cdot I^2 \quad (5.1)$$

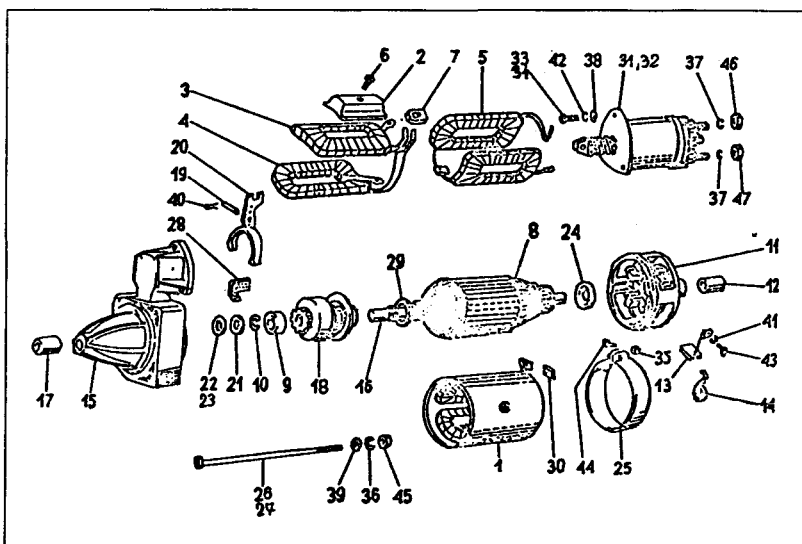
$$\text{moc na wale: } P_r = P_e \cdot \eta_e \quad (5.2)$$

gdzie:

- E_A - siła elektromotoryczna akumulatora,
- ΔU_{sz} - spadek napięcia na szczotkach,
- $R_w + R_p + R_r$ - całkowita rezystancja obwodu akumulator - rozrusznik,
- R_w - rezystancja wewnętrzna akumulatora,
- R_p - rezystancja przewodów,
- R_r - rezystancja rozrusznika,
- η_e - sprawność silnika,
- I - prąd pobierany przez rozrusznik.

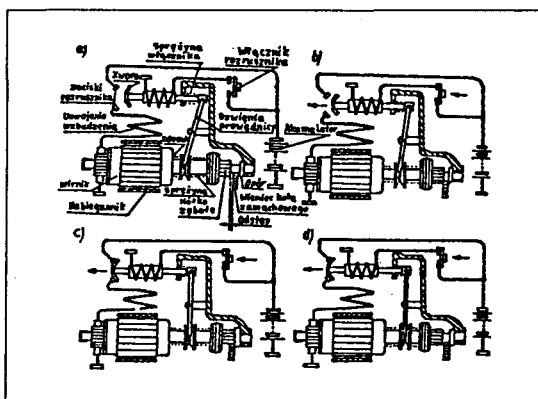
Dane znamionowe rozruszników firmy ZELMOT przedstawia tablica 5.1 i tablica 5.2 w której zestawiono:

- napięcie znamionowe,
- moc znamionową,
- pojemność baterii akumulatorów dla mocy znamionowej,
- kierunek obrotów,
- moment rozruchowy pełnego zahamowania przy poborze prądu,
- pobór prądu przy biegu jałowym,
- liczbę zębów zębniaka,
- moduł.



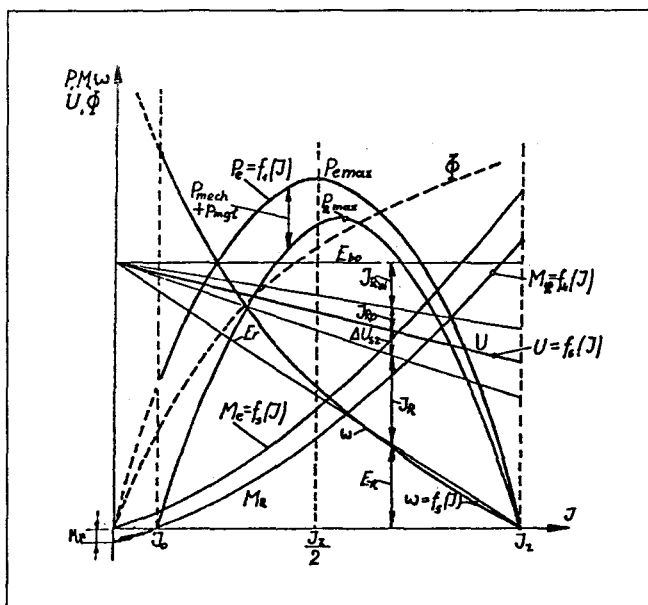
Rys.5.1. Budowa rozrusznika E-100-1,5/12.

1-korpus kompletny, 2-nabieguniki, 3,4,5-cewka wzbudzenia, 6-wkręt nabiegunika, 7-osłona końcówki uzwojenia wzbudzenia, 8-wirnik kompletny, 9-pierścień oporowy, 10-pierścień sprężysty, 11-tarcza tylna kompletna, 12-łożysko samosmarujące, 13-szczotka, 14-sprężyna szczotki, 15-głowica kompletna, 16-wał wirnika, 17-łożysko samosmarujące, 18-zespół sprzęgający, 19-sworzeń dźwigni, 20-dźwignia kompletna, 21,22,23-podkładka, 24-pierścień hamulcowy, 25-opaska, 26,27-śruba ściągnięta, 28-zasłepka głowicy, 29-podkładka czołowa, 30-podkładka zaciskowa, 31,32-wyłącznik elektromagnetyczny, 33,34-śruba, 35-nakrętka, 36,37-podkładka sprężysta, 38,39-podkładka okrągła, 40-zawlecza, 41,42-podkładka sprężysta, 43,44-wkręt, 45,46,47-nakrętka.



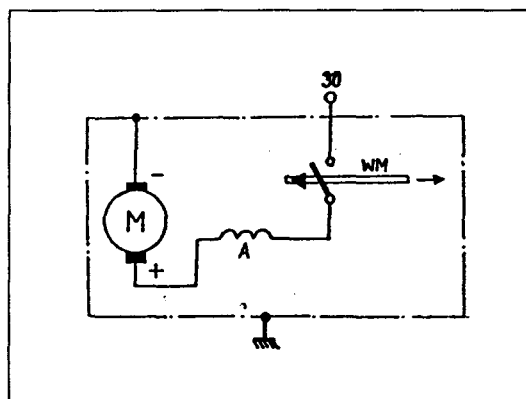
Rys.5.2. Stany pracy rozrusznika.

a-stan początkowy, b-stan pracy w trakcie rozruchu, c-pełne zazębienie, d-wyżębienie zębniaka.

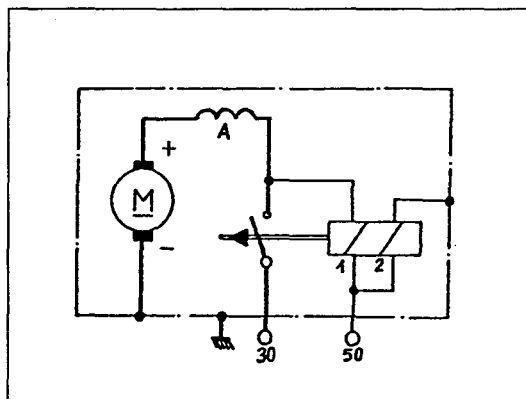


Rys. 5.3. Charakterystyki rozrusznika.

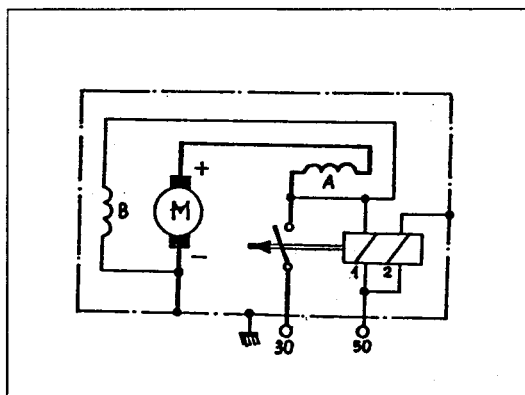
P_e -moc wewnętrzna, P_{Rmax} -moc na wale rozrusznika, M_e -moment elektromagnetyczny rozrusznika, M -moment rozrusznika, U -napięcie, ω -prędkość kątowna, I -prąd rozrusznika, Φ -strumień.



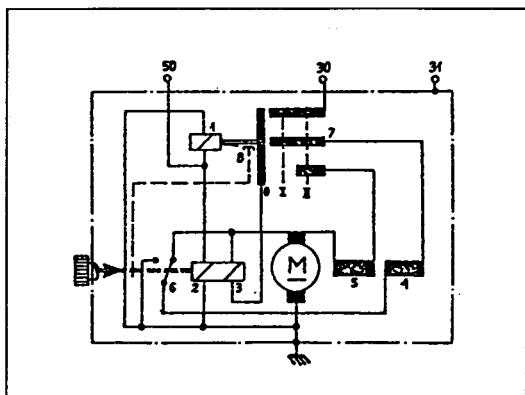
Rys. 5.4. Schemat elektryczny rozrusznika B76.
A-uzwojenie szeregowe rozrusznika,
WM-wyłącznik mechaniczny



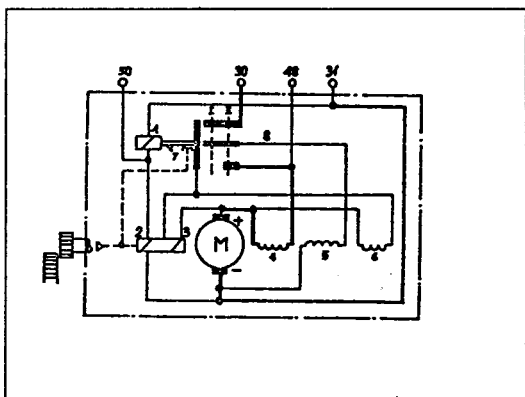
Rys. 5.5. Schemat elektryczny rozrusznika R-4.b
A-uzwojenie szeregowe rozrusznika,
1-uzwojenie wciągające wyłącznika,
2-uzwojenie podtrzymujące wyłącznika



Rys. 5.6. Schemat elektryczny rozrusznika E 100.
A-uzwojenie szeregowe rozrusznika,
B-uzwojenie bocznikowe rozrusznika,
1-uzwojenie wciągające wyłącznika,
2-uzwojenie podtrzymujące wyłącznika



Rys. 5.7. Schemat elektryczny rozrusznika R 20.
1-przekaznik sterujący,
2-uzwojenie podtrzymujące wyłącznika,
3-uzwojenie wciągające wyłącznika,
4-uzwojenie wzbudzenia bocznikowe,
5-uzwojenie wzbudzenia szeregowe,
6-przełącznik,
7-styki pomocnicze,
8-zapadka



Rys. 5.8. Schemat elektryczny rozrusznika R 30.
1-przekaznik ,
2-uzwojenie podtrzymujące wyłącznika,
3-uzwojenie wciągające wyłącznika,
4-uzwojenie szeregowe,
5-uzwojenie bocznikowe,
6-uzwojenie pomocnicze,
7-zapadka,
8-styki pomocnicze

5.2 Wykonanie pomiarów

5.2.1 Badanie wyłącznika elektromagnetycznego

W celu sprawdzenia działania wyłącznika elektromagnetycznego należy połączyć obwód jak na rysunku 5.9. Mierzmy wartość napięcia U przy jakiej wyłącznik zrywa swoje zestyki, oraz wartość napięcia U przy jakiej następuje rozwarcie styków. Lampkę kontrolną LK wykorzystuje się do stwierdzenia, czy styki są zwarte, czy rozwarne. Po zamknięciu wyłącznika stopniowo zmniejszać rezystancję R i w momencie, gdy zaświeci się lampka LK odczytać wskazanie woltomierza V . Następnie zwiększać wartość rezystancji R do chwili

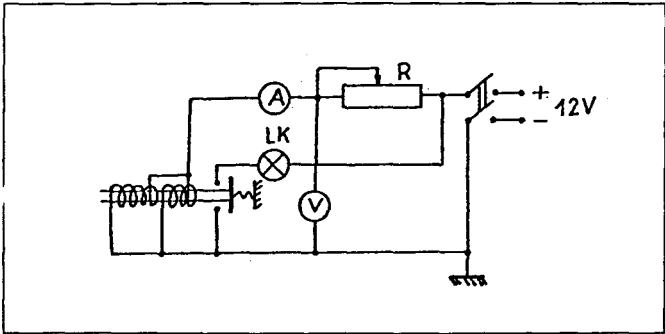
Tabela 5.2.

cechy znamionowe	jednostka	Typ rozrusznika																	
		R10a	R10c	R10g	R10m	R10p	R11a	R11b	R11c	R11e	R11g	R11h	R11k	R20a,b,d	R20e,g	R20f	R20am	R20h	R20an
Napięcie znamionowe	V	24	24	24	24	24	12	12	12	12	12	12	12	24	24	24	24	24	24
Moc znamionowa	kW	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	3	3	3	3	3	3	3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Pojemność baterii akumulatorów dla mocy znamionowej	Ah	110	110	110	110	110	143	143	143	143	2×100	2×100	143	143	143	143	143	143	143
Kierunek obrotów	-	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy
Moment rozruchowy pełnego zachamowania przy poborze prądu	Nm	≥58,8	≥58,8	≥58,8	≥58,8	≥58,8	≥44,1	≥44,1	≥44,1	≥42	≥42	≥44,1	85	85	85	85	85	85	85
	A	≤1450	≤1450	≤1450	≤1450	≤1450	≤1350	≤1350	≤1350	1000±40	1000±40	≤1350	≤1600	≤1600	≤1600	≤1600	≤1600	≤1600	≤1600
Pobór prądu przy biegu jałowym	obr/min A	≥7000 ≤85	≥7000 ≤85	≥7000 ≤85	≥7000 ≤85	≥7000 ≤85	≥6000 ≤110	≥6000 ≤110	≥6000 ≤110	≥6000 ≤110	≥3000 ≤115	≥3000 ≤115	≥6000 ≤110	4000 130	4000 130	4000 130	4000 130	4000 130	4000 130
Liczba zębów zębnika	szt.	11	11	11	11	11	11	11	9	10	10	10	9	12	11	9	12	11	12
Moduł	mm	3,175	3	3	3,175	3,175	3	3	3	3,175	3,175	3,175	3	3,175	3	3	3,175	3,175	3,175

Tabela 5.1.

cechy znamionowe	jedno- -stka	Typ rozrusznika																	
		R5b	R5bw	R5c	R5k	R5m	R5.10	R5.12	R5.13	R5.17	R5.20	R4b	R30a	R30b	R30am	R30bm	E100	E100N	B76
Napięcie znamionowe	V	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	24	24	24	24	12	12	12
Moc znamionowa	kW	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,7	9	9	9	9	1,5	1,5	0,5
Pojemność baterii akumulatorów dla mocy znamionowej	Ah	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	37,5	143	143	143	143	60	60	36
Kierunek obrotów	-	prawy	prawy	prawy	lewy	prawy	prawy	prawy	lewy	lewy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	prawy	lewy
Moment rozruchowy pełnego zachamowania przy poborze prądu	Nm	≥26	≥26	≥26	≥26	≥26	≥26	≥26	≥26	≥26	≥26	≥8	≥98	≥98	≥98	≥98	≥19,6	≥19,	≥6,37
	A	≤600	≤600	≤600	≤600	≤600	≤600	≤600	≤600	≤600	≤600	≤350	1900	1900	1900	1900	540 ±20	540 ±20	250 ±10
Pobór prądu przy biegu jałowym	obr/ min A	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000+ 7000 ≤85	5000 ≤85	≥1600 ≤85	≥1600 ≤85	≥1600 ≤85	≥1600 ≤85	5000+ 6000 ≤85	5000+ 6000 ≤85	≥7800 ≤35
Liczba zębów zębnika	szt.	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	9	11	13	11	13	9	9	9
Moduł	mm	3	3	2,5	3	3	3	3	3	3	3	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,116

zgaśnięcia lampki kontrolnej i ponownie odczytać wskazanie woltomierza . Czas trwania całego pomiaru nie powinien przekraczać 10 s., aby w skutek nagrzania się uzwojenia nie zwiększyła się jego rezystancja. Wyniki pomiarów zestawień w tablicy 5.3. Na podstawie wyników pomiarów obliczyć wartości względne napięcia zwierania U_Z i napięcia rozwierania U_r zestyku wyłącznika elektromagnetycznego odniesione do wartości napięcia znamionowego.



Rys.5.9. Układ pomiarowy do badania wyłącznika elektromagnetycznego.
A- amperomierz, R- rezystor, V- woltomierz, LK- lampka kontrolna

Tablica 5.3.

L.p.	U_Z	U_{ro}	ΔU_Z	ΔU_{ro}
-	V	V	%	%
1				
2				
3				
.				
.				
.				

5.2.2 Badanie rozrusznika samochodowego.

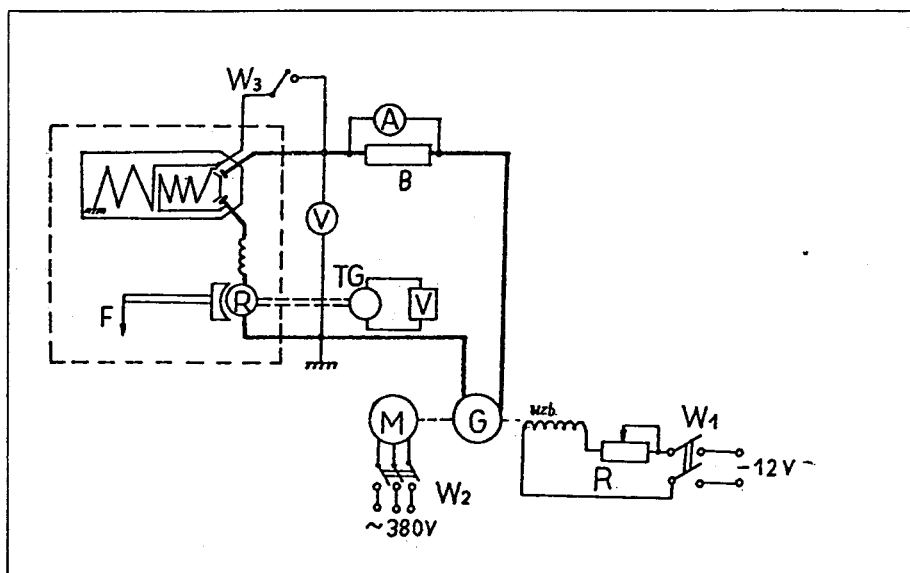
a. Ogledziny

Odczytać dane znamionowe badanego rozrusznika i dokonać oględzin:

- obudowy korpusu i płyty-tarczy czołowej,
- zębniaka,
- sprawdzić luz w łożyskach,
- komutatora,
- szczotek i sprężynek dociskowych,
- zacisku śrubowego,
- nitów mocujących szczotkotrzymacze,
- porównać dane z tablicą 5.1 i 5.2.

b. Próba rozrusznika przy biegu jałowym

Do sprawdzenia rozrusznika na biegu jałowym wykonać układ połączeń jak na rysunku 5.10.



Rys.5.10. Układ pomiarowy do badania rozrusznika.

W1,W2,W3-wyłączniki, M-silnik, G-prądnicza, R-rozrusznik, F-dynamometr, TG-wsk. prędkości kątowej, V-woltomierz, A-ampieromierz, B-bocznik, R_w -rezystor.

Włączyć napięcie 12V wyłącznikiem W1, oraz uruchomić silnik napędzający prądnicę wyłącznikiem W2. Rezystor R ustawić w pozycji odpowiadającej znamionowemu napięciu rozrusznika. Dokonać rozruchu włączając przycisk W3, a następnie odczytać wartość: prędkości kątowej, prądu i spadku napięcia przy biegu jałowym. Próba powinna trwać nie dłużej niż 30 sekund. Wyniki zestawień w tablicy 5.4. Dla trzech pomiarów obliczyć wartości średnie. Porównać wartości z danymi znamionowymi rozrusznika.

Tablica 5.4

L.p.	ω	I	U
-	rad/s	A	V
1			
2			
3			
.			
.			
.			

c. Badanie rozrusznika pod obciążeniem

Dla wyznaczenia charakterystyk momentu obrotowego rozwijanego przez rozrusznik stosujemy układ połączeń jak na rysunku 10.

Pomiary wykonujemy dla biegu jałowego, następnie dokonujemy zmiany obciążenia przez stopniowe hamowanie pokręcając korbkę hamulca aż do zatrzymania rozrusznika. Wartość siły, w działkach odczytujemy ze wskaźnika zegarowego dynamometru pałkowego.

Z charakterystyki dynamometru odczytujemy wartość siły. Wyniki pomiarów zestawiamy w tablicy 5.5. Na podstawie wyników wykreślić charakterystyki $P=f(I)$, $w=f(I)$, $M=f(I)$

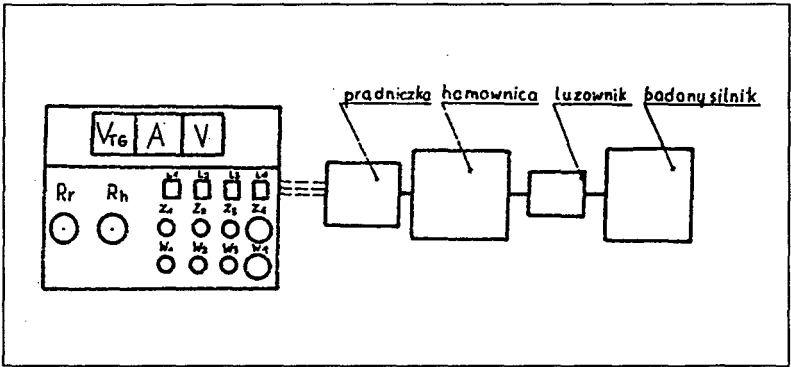
Tablica 5.5

l.p.	I	U	ω	r	F	M	P
-	A	V	rad/s	m	N	Nm	kW
1							
2							
3							
.							
.							
.							

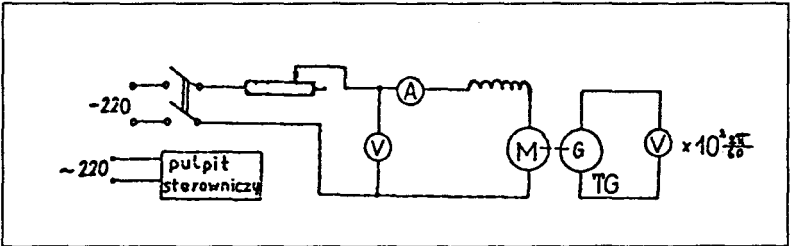
5.2.3 Wyznaczenie charakterystyk silnika szeregowego.

Rozrusznik silnika spalinowego przewidziany jest do pracy krótkotrwałej, dlatego też wyznaczenie charakterystyk w warunkach laboratoryjnych nie jest możliwe. Rozrusznik uległby uszkodzeniu. Do badań użyty został silnik przemysłowy do pracy ciągłej. Zanotować dane znamionowe badanego silnika : U, M, I, P.

Stanowisko badawcze rysunek 5.11 składa się z dwóch oddzielnych elementów: pulpitu sterowniczego i zespołu maszynowego. Badany silnik zamocowano wahlwie w obudowie. Do jego stojana zamocowano dźwignię pomiarową na której zawiesza się dynamometr. Prądnica szeregowo-bocznikowa spełnia rolę prądnicy hamowniczej. Powierzchnia zewnętrzna sprzęgła między silnikiem a prądnicą hamowniczą wykorzystana jest jako bęben hamulca ciernego. Układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyk przedstawia rysunek 5.12.



Rys.5.11. Schemat blokowy stanowiska do wyznaczania charakterystyk silnika.
L1,L2,L3,L4-lampki kontrolne, Z1,Z2,Z3,Z4-przyciski załącz, W1,W2,W3,W4-przycisk wyłącz, R_r -rezystor rozruchu silnika, R_h-rezystor hamownicy.



Rys.5.12. Układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyk badanego silnika.
A-ampieromierz, V-woltomierz, M-silnik, TG-wsk. prędkości kątowej.

a. Charakterystyka momentu rozruchowego

Zamknąć obwód luzownika rysunek 5.11 przyciskając przycisk Z3, a następnie załączyć przycisk Z1. Zmniejszając wartość rezystancji R_r odczytać wartość prądu i momentu. Wyniki zestawić w tabelicy 5.6. Na podstawie wyników wykreślić charakterystykę $M_r=f(I)$ i zaznaczyć linią przerywaną przybliżony przebieg momentu elektromagnetycznego M_e oraz wartość momentu tarcia M_r .

Tablica 5.6

L.p.	I	F	r	M
-	A	N	m	Nm
1				
2				
3				
.				
.				
.				

b. charakterystyka przy obciążeniu silnika

Schemat układu pomiarowego jak na rysunku 5.11. Załączyć przycisk Z4 i Z1 dokonując rozruchu silnika. Zmianę momentu hamującego na wale silnika uzyskuje się przez regulację prądu wzbudzenia hamownicy rezystorem R_h . Wyniki pomiarów zestawić w tabelicy 5.7.

Tablica 5.7

L.p	Wielkości zmierzone					Wielkości obliczone			
	U	I	ω	r	F	P_m	M	P_r	η
-	V	A	rad/s	m	N	W	Nm	W	-
1									
2									
3									
.									
.									
.									

$$P_m = U \cdot I \quad (5.3)$$

$$P_r = \omega \cdot M \quad (5.4)$$

$$\eta = \frac{P_r}{P_m} \quad (5.5)$$

Na podstawie pomiarów wykreślić charakterystyki :
 $w=f(M)$, $P_r=f(M)$, $\eta=f(M)$.

5.3 Opracowanie wyników

Sprawozdanie winno zawierać:

- temat ćwiczenia
- cel ćwiczenia
- schemat układu pomiarowego
- tablice
- charakterystyki
- wnioski z przeprowadzonych pomiarów .

6. BADANIE ROZDZIELACZA ZAPŁONU, CEWKI ZAPŁONOWEJ I KONDENSATORA.

Cel ćwiczenia: Poznanie budowy, działania elementów akumulatorowego układu zapłonowego przeprowadzenie pomiarów kontrolnych tych elementów oraz ocena ich przydatności do eksploatacji.

6.1. Część teoretyczna

Klasyczny samochodowy układ zapłonowy rys.6.1 składa się z następujących elementów: źródła prądu stałego, cewki zapłonowej, aparatu zapłonowego, (rozdzielacza zapłonu), świec zapłonowych, wyłącznika zapłonu umieszczonego w stacyjce, przewodów niskiego i wysokiego napięcia, ewentualnego wyposażenia dodatkowego np. przeciwzakłócenowego. Ponadto w aparacie zapłonowym można wyróżnić: przerywacz prądu w obwodzie niskiego napięcia, kondensator, rozdzielacz wysokiego napięcia, odśrodkowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu, podciśnieniowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu, selektor oktanowy.

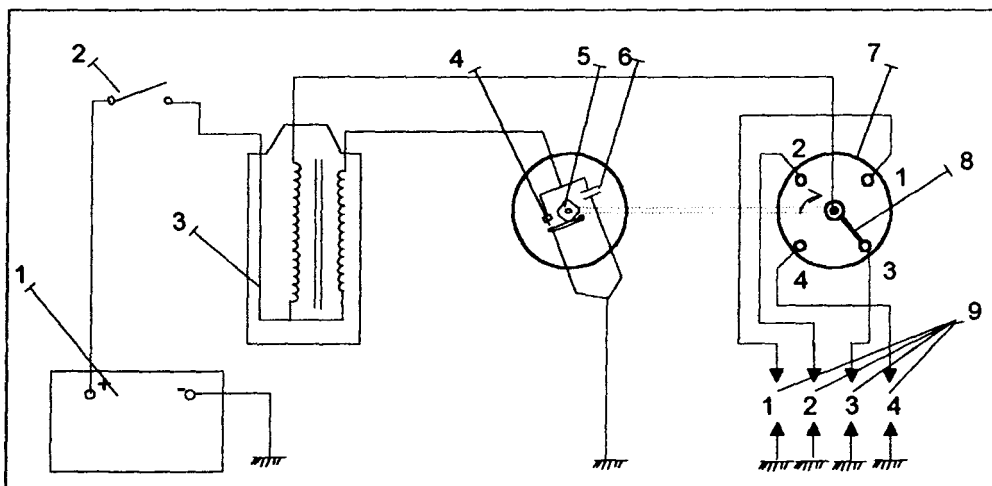
Proces powstawania wysokiego napięcia i przeskoku iskry na elektrodach świecy przebiega w trzech etapach:

- 1) zwarcie styków przerywacza i narastanie prądu w obwodzie pierwotnym;
- 2) otwarcie styków przerywacza i proces indukowania się w uzwojeniach cewki sił elektromagnetycznych;
- 3) wyładowanie iskrowe na elektrodach świecy.

Okres 1

W czasie zwarcia styków przerywacza w obwodzie pierwotnym narasta prąd wg krzywe wykładniczej, określonej wzorem:

$$i_p = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \quad (6.1)$$



Rys.6.1. Akumulatorowy układ zapłonowy: 1-akumulator, 2-wyłącznik zapłonu, 3-cewka zapłonowa, 4-przerywacz, 5-krzywka, 6-kondensator, 7-rozdzielacz wysokiego napięcia zapłonu, 8-palec rozdzielacza, 9-świece zapłonowe.

gdzie:

U - napięcie akumulatora,

$R = R_1 + R_d$ - rezystancja obwodu pierwotnego,

$T = L / R$ - stała czasowa obwodu pierwotnego,

t_z - czas, w którym styki przerywacza są zamknięte,

$I_{pu} = U / R$ - wartość ustalona prądu pierwotnego,

L_1 - indukcyjność obwodu pierwotnego.

Czas t_z , w którym styki są zwarte, zależy od prędkości kątowej (ω) i liczby cylindrów silnika (z). Dla silnika czterosuwowego liczba iskier wytworzonych w ciągu sekundy wynosi:

$$s = \frac{Z}{2} \frac{\pi}{2\pi} = \frac{Z\pi}{4\pi} \quad (6.2)$$

Okres pracy przerywacza wynosi więc:

$$\tau = \frac{1}{S} = \frac{4\pi}{\omega Z} \quad (6.3)$$

zaś czas zwarcia styków jest częścią okresu:

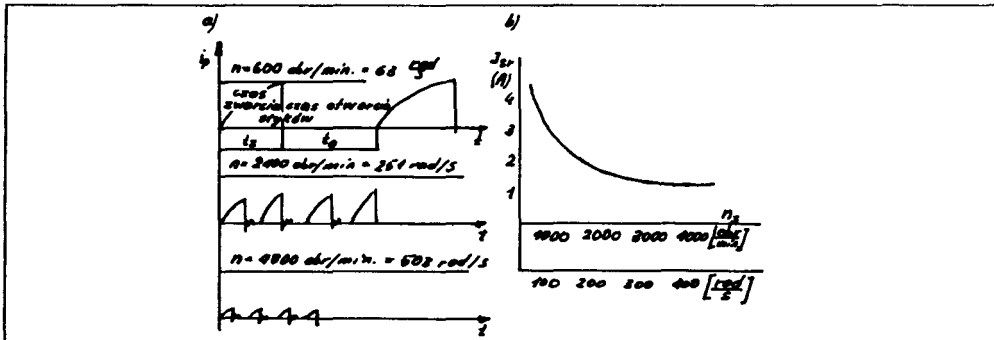
$$t_z = k \cdot \tau = k \frac{4\pi}{\omega Z} \quad (6.4)$$

gdzie:

k - współczynnik kształtu przerywacza.

Dla tej samej liczby cylindrów, przy wzrastającej prędkości kątowej silnika, wartość liczbową prądu pierwotnego i_p będzie coraz mniejsza (rys.6.2), zaś prędkość wzrastania zależy od stałej czasowej T , wg wzoru:

$$i_p = \frac{U}{R} (1 - e^{-\frac{4\pi k}{\omega Z} T}) \quad (6.5)$$



Rys.6.2. Wykresy zależności prądu w obwodzie pierwotnym akumulatorowego układu zapłonowego od prędkości obrotowej silnika: a) wartości chwilowe, b) wartości średnie.

Okres 2

W czasie pracy silnika prąd pierwotny prawie nigdy nie osiąga wartości ustalonej I_{pu} gdyż czas $t_z < 5T$, po którym praktycznie prąd i_p osiąga wartość ustaloną. W chwili rozwarcia styków przerywacza prąd w obwodzie pierwotnym zamyka się w obwodzie zawierającym kondensator C_1 stając się szeregowym obwodem R, L_1, C_1 wytwarzającym drgania elektryczne o charakterze harmonicznym tłumionym, o dużej częstotliwości (1,5 - 2 kHz). Zachodzi cykliczna przemiana energii pola magnetycznego w energię pola elektrycznego, przy czym następuje wydzielanie ciepła. Kondensator C_1 przyspiesza zanik prądu w uzwojeniu pierwotnym.

Na skutek gwałtownego zaniku strumienia magnetycznego indukuje się w uzwojeniu pierwotnym siła elektromotoryczna samoindukcji E_1 o wartości maksymalnej ok. 200 - 300 V. Wartość siły elektromotorycznej E_1 zależy od prędkości zanikania strumienia magnetycznego wytworzonego przez prąd I_1 . Poprzez sprzężenie magnetyczne z obwodem wtórnym siła elektromotoryczna E_1 transformowana jest na stronę wtórną z przełożeniem z_2 / z_1 , osiągając wartość ok. 20 - 30 kV. Wartość maksymalnej amplitudy siły elektromotorycznej E_2 wynosi:

$$E_{2\max} = (z_2 / z_1) E_1 \quad (6.6)$$

stąd

$$E_{2\max} = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 \left(\frac{z_1}{z_2}\right)^2 + C_2}} \quad (6.7)$$

Pojemność C_2 obwodu wtórnego stanowią pojemności własne przewodów wysokiego napięcia oraz świecy zapłonowej, mierzone względem masy. Wzór (6.7) jest wzorem przybliżonym, gdyż nie uwzględnia strat ciepłych w obydwu uzwojeniach, które wynoszą ok. 30% całkowitej energii wydzielonej oraz zakłada idealne sprzężenie magnetyczne uzwojeń. Przebiegi elektryczne w obwodach pierwotnym i wtórnym przedstawia rys. 6.3.

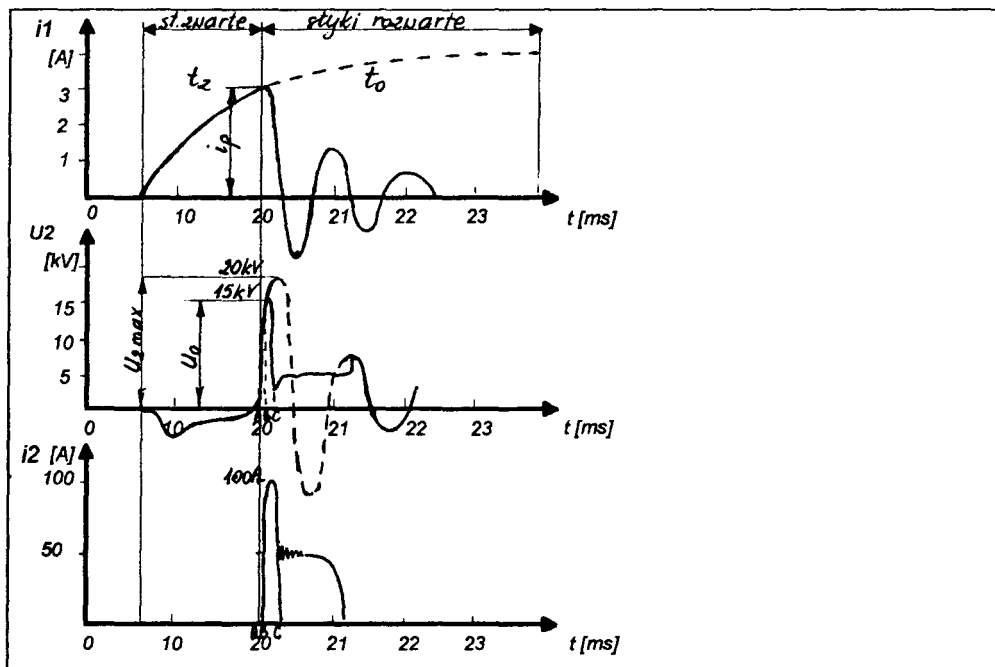
Wartość $U_{2\max}$ powinna być zawsze większa o ok. 1,5 - 1,7 razy od wartości napięcia U_{2p} niezbędnego do spowodowania przeskoku iskry na elektrodach świecy.

Okres 3

Prześciowy proces drgań tłumionych w odniesieniu do siły elektromotorycznej E_2 wystąpiłby wówczas gdyby nie doszło do skutku przebiecie na elektrodach świecy. Ponieważ napięcie U_{2p} jest niższe od $U_{2\max}$ następuje przeskok iskry i przerwanie procesu drgań.

W wyładowaniu na elektrodach świecy można wyróżnić dwie zasadnicze fazy:

- wyładowanie iskrowe o charakterze pojemnościowym,
- wyładowanie łukowe i jarzeniowe o charakterze indukcyjnym.



Rys. 6.3. Teoretyczne przebiegi prądu pierwotnego, napięcia wtórnego i prądu wtórnego w czasie pracy obwodu zapłonu akumulatorowego: t_2 - okres zwarcia styków, T_0 - okres rozwarcia styków przerywacza.

W początkowym okresie wyładowania wyzwala się energia nagromadzona w pojemności układu. Cechą charakterystyczną wyładowania pojemnościowego (rys.6.3 odcinek AB) jest krótki okres trwania (ok.1 μ s) i bardzo duży prąd (ok. 100 A), czemu towarzyszy prawie zupełny zanik napięcia. Wyładowanie pojemnościowe jest źródłem fal elektromagnetycznych wielkiej częstotliwości zakłócających odbiór radiowy. Składowa pojemnościowa jest główną przyczyną zapłonu, a iskra ma kolor jasnoniebieski.

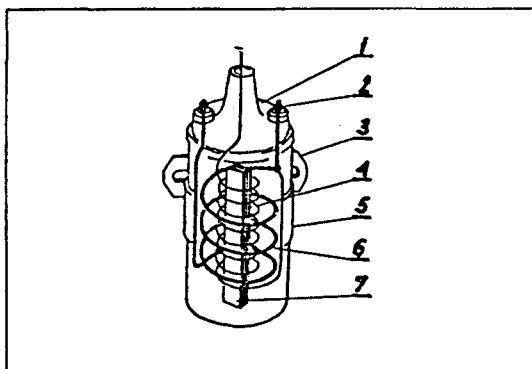
Wyładowanie indukcyjne, którego źródłem jest energia skupiona w polu magnetycznym układu zapłonowego, składa się z wyładowania łukowego i następującego po nim wyładowania jarzeniowego. Cechą charakterystyczną wyładowania indukcyjnego jest stosunkowo długi czas trwania (kilka milisekund), napięcie ok.1500-2000V oraz malejąca wartość prądu ok.60-30mA. Wyładowanie indukcyjne jest korzystne przy zapłonie niejednorodnej lub przechłodzonej mieszanki i charakteryzuje się słabym świeceniem barwy czerwono-fioletowej.

Cewka zapłonowa

Cewka zapłonowa jest transformatorem wysokiego napięcia, umożliwiającym przetwarzanie niskiego napięcia w impulsy wysokiego (ok.20 - 40 kV) niezbędnego do wytworzenia przeskoku iskry na elektrodach świecy zapłonowej. Budowę cewki przedstawia rys.6.4.

Rys.6.4. Budowa cewki zapłonowej:

- 1-głowica, 2-zacisk, 3-obejma mocująca,
- 4-uzwojenie wtórne, 5-obudowa,
- 6-uzwojenie pierwotne, 7-rdzeń stalowy.



Rozdzielacz zapłonu

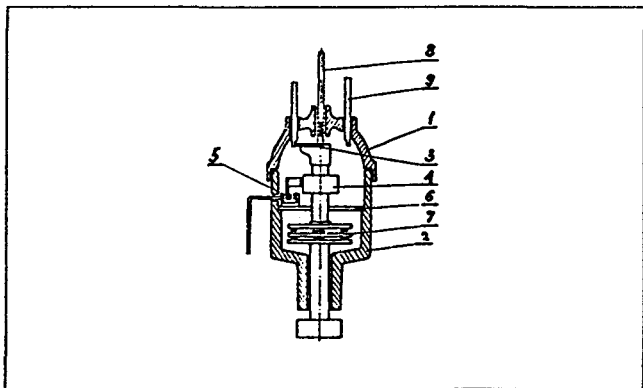
Rozdzielacz zapłonu (rys.6.5) dokonuje cyklicznego przerywania prądu płynącego przez uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej, rozdziela wytworzone przez cewkę zapłonową impulsy wysokiego napięcia na poszczególne cylindry i dzięki wbudowanym regulatorom ustala optymalny moment zapłonu mieszanki w zależności od prędkości kątowej silnika i rodzaju paliwa.

Przerywacz pracuje cyklicznie zwierając i rozwierając styki. Liczba stopni obrotu wałka przerywacza odpowiadająca stanowi zwarcia styków przerywacza, odpowiadająca czasowi przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki nosi nazwę kąta z w a r c i a styków przerywacza, odpowiadająca zaś stanowi rozwarcia styków przerywacza nosi nazwę k ą t a r o z w a r c i a styków przerywacza. Kąt ten jest ściśle określony dla danego typu silnika.

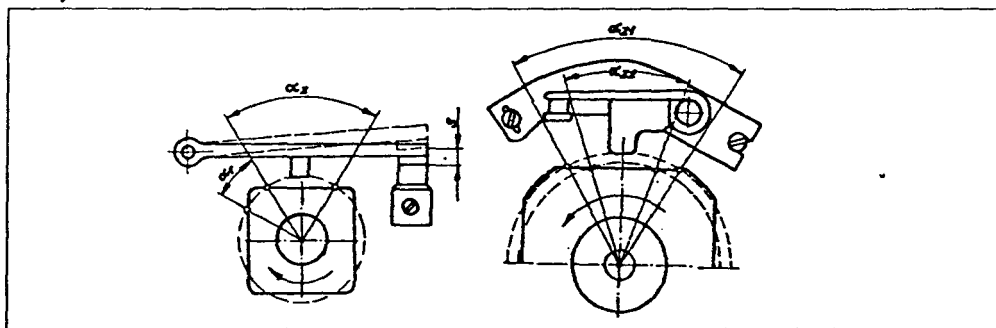
Rys.6.5. Schemat rozdzielacza

zapłonu samochodu Fiat 126p:

- 1-głowica, 2-kałtub rozdzielacza, 3-palec rozdzielacza, 4-krzywka,
- 5-przerywacz, 6-tarcza przerywacza, 7-regulator odśrodkowy,
- 8-przewód wysokiego napięcia, 9-przewód do świecy zapłonowej.



Kąt zwarcia zmienia się wraz ze zmianą odstępów między stykami przerywacza (rys.6.6). Oprócz tego przez zmianę odstępów między stykami przerywacza zmienia się chwila rozwierania styków.

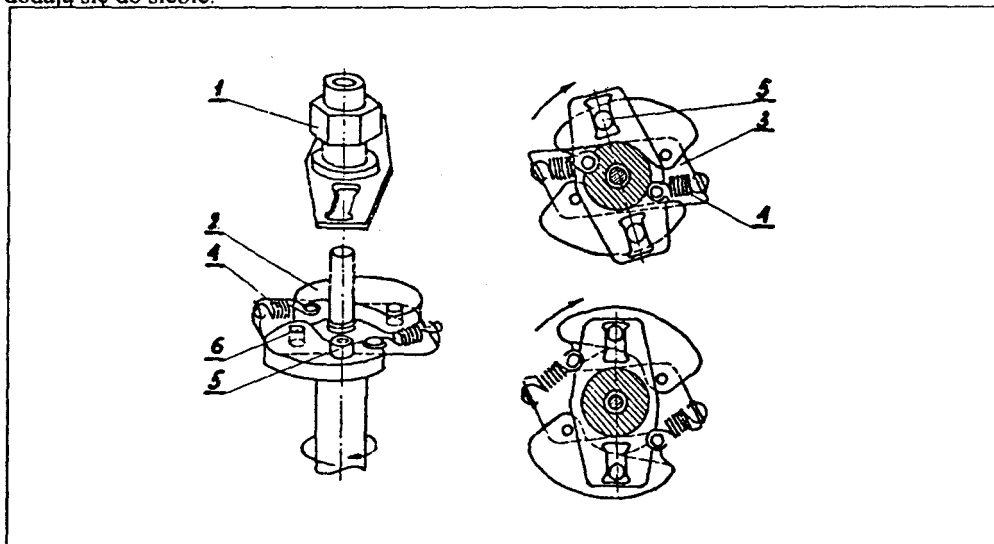


Rys. 6.6. Zależność kąta zwarcia przerywacza od odległości między stykami przerywacza:

α_z -kąt zwarcia styków, α_r -kąt rozwarcia, s -odległość styków, α_{z1} -kąt zwarcia styków przy odl. 0,3 mm, α_{z2} -kąt zwarcia styków przy odl. 0,5 mm.

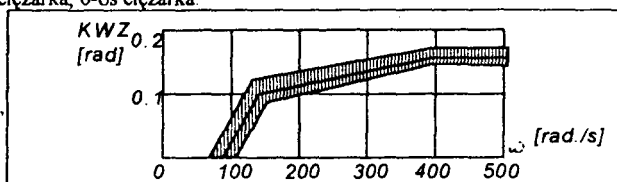
Poniżej płytki z przerywaczem znajdują się w aparacie zapłonowym urządzenia (regulatory) do samoczynnej regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu: odśrodkowy - działający w zależności od prędkości kątowej silnika, i podciśnieniowy - uzależniony od obciążenia silnika spalinowego. Zadaniem regulatorów kąta wyprzedzenia zapłonu jest wytworzenie zapłonu w najbardziej korzystnym dla silnika momencie w zależności od mocy silnika, w celu uzyskania oszczędności paliwa i minimalnej toksyczności spalin.

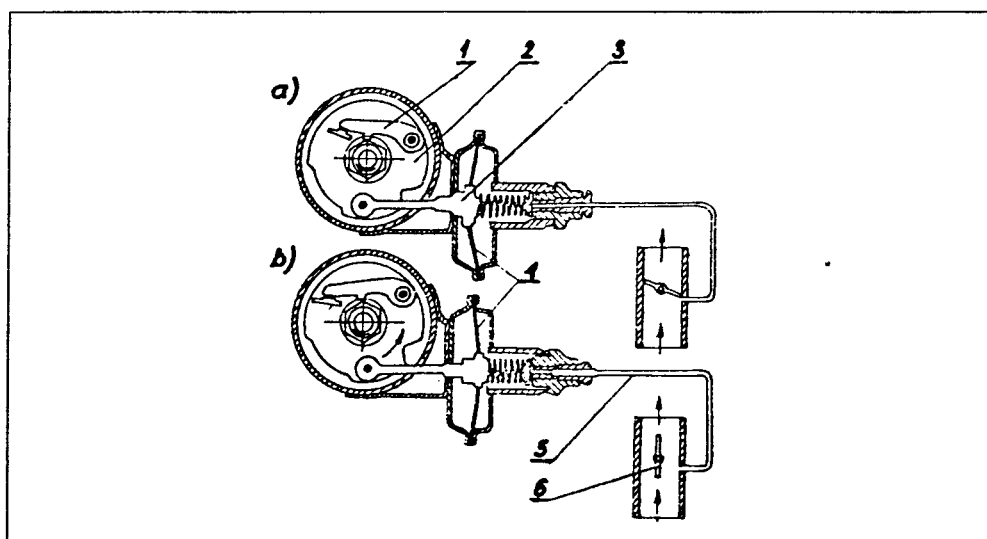
Zasadę działania regulatora odśrodkowego przedstawia rys.6.7, 6.8 a zasadę działania regulatora podciśnieniowego przedstawia rys.6.9, 6.10. Regulator podciśnieniowy pracuje niezależnie od regulatora odśrodkowego. Wyprzedzenia zapłonu wywołane przez obydwa regulatory dodają się do siebie.



Rys. 6.7. Zasada działania odśrodkowego regulatora wyprzedzenia zapłonu: 1-krzywka, 2-ciężarek, 3-podstawa, 4-sprężyna powrotna, 5-swożeń ciężarka, 6-oś ciężarka.

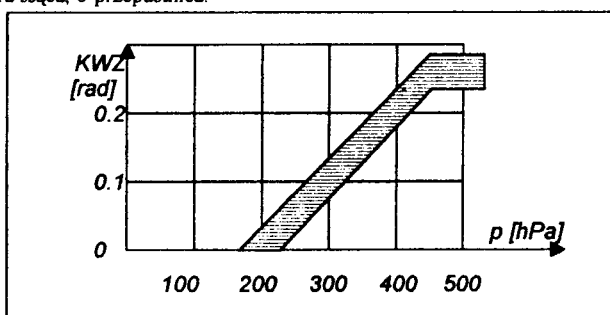
Rys.6.8. Charakterystyka regulatora odśrodkowego:
KWZ - kąt wyprzedzenia zapłonu,
 ω - prędkość kątowa silnika





Rys.6.9. Podciśnieniowy regulator wyprzedzenia zapłonu: a) małe obciążenie, b) pełne obciążenie, 1-młoteczek, 2-płytki ruchoma, 3-cięgno, 5-rura ssąca, 6-przepustnica.

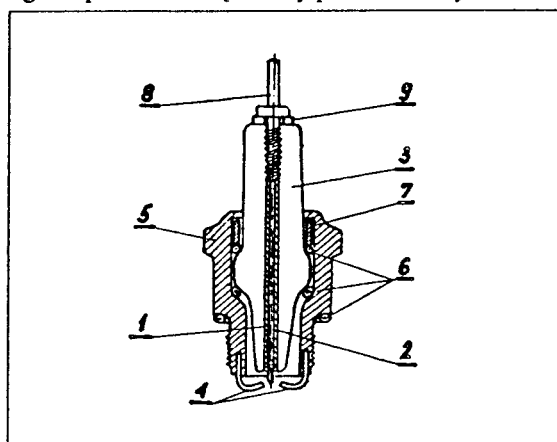
Rys.6.10. Charakterystyka regulatora podciśnieniowego: KWZ-kąt wyprzedzenia zapłonu mierzony kątem obrotu wału korbowego, p-podciśnienie w rurze ssącej.



Świeca zapłonowa

Najważniejszym parametrem określającym przydatność świecy zapłonowej do danego typu silnika jest tzw. wartość cieplna świecy. Wartość cieplna świecy (wg. Bosch'a jest liczbą porównawczą, która określa liczbę sekund pracy silnika wzorcowego do chwili wystąpienia w określonych warunkach próby zapłonów żarowych) określa skłonność do przegrzewania i zdolność do odprowadzania ciepła. Średnia temperatura izolatora świecy powinna zawierać się w granicach 773K - 1123K. Temperatura samooczyszczania wynosi średnio 823 K i przy tej temperaturze powinna być osiągnięta równowaga cieplna. Budowę świecy przedstawia rys.6.11.

Rys.6.11. Budowa świecy zapłonowej: 1-elektroda główna, 2-masa uszczelniająca, 3-izolator, 4-elektrody boczne, 5-korpus, 6-uszczelki, 7-tulejka dociskowa, 8-końcówka gwintowana z kołnierzem, 9-podkładka.



Kondensator

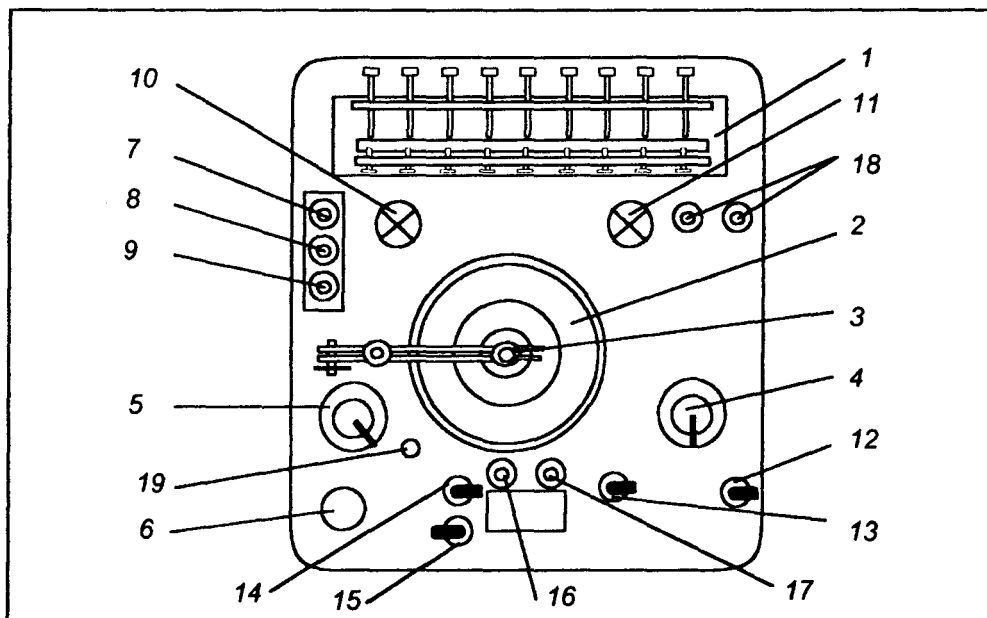
Kondensator zapłonowy zapobiega iskrzeniu na stykach przerywacza, które uniemożliwiłoby osiągnięcie w obwodzie wtórnym niezbędnego napięcia przebiecia i zmniejszałoby trwałość styków.

Kondensator zapłonowy jako jeden z elementów obwodu drgającego R,L,C ma zasadniczy wpływ na amplitudę i częstotliwość wytwarzanych w obwodzie pierwotnym drgań, a tym samym i na wartość napięcia U_{2max} wytworzonego w uzwojeniu wtórnym.

6.2. Przeprowadzenie pomiarów

W skład stanowiska do badania rozdzielacza zapłonu wchodzi układ napędowy z płynną regulacją prędkości kątovej dokonuje się jej za pomocą autotransformatora. Pozostałe wyposażenie stanowiska przedstawia rys.6.12.

Przed przystąpieniem do pomiarów nastawić autotransformator w pozycji "0", podłączyć zasilanie 220 V prądu zmiennego oraz 12 V prądu stałego.



Rys.6.12. Stanowisko do badania aparatu zapłonowego: 1-tablica iskierników, 2-tarcza urządzenia stroboskopowe, 3-uchwyt, 4-wskaźnik prędkości kątovej, 5-wskaźnik podciśnienia, 6-pokrętko pompy próżniowej, 7,8,9-zaciski zasilania, 10,11-lampki kontrolne, 12-włącznik silnika, 13-przełącznik kierunku obrotów, 14-przełącznik "lampka kontr."-"cewka", 15-włącznik kondensatora, 16-zacisk przerywacza, 17-zacisk lampki kontrolnej, 18-zaciski 200V, 19-końcówka pompy próżniowej.

6.2.1. Badanie rozdzielacza zapłonu

a) sprawdzenie kąta zwarcia styków przerywacza

- zamocować badany rozdzielacz ze zdjętą głowicą w uchwycie 3 i połączyć go z silnikiem napędzającym zachowując współosiowość,
- podłączyć przerywacz do zacisku 17,
- ustawić przełącznik 14 w pozycji "lampka",
- pokręcając ręką wałek rozdzielacza zapłonu odczytać kąt zwarcia styków na skali 2, zaświecenie się lampki 10 sygnalizuje zwarcie styków przerywacza,
- zanotować wyniki w tablicy 6.1 i porównać z wartościami podanymi w tablicy 6.2.

Położenie wałka	1	2	3	4	5	6
	stopnie					
1						
2						
3						
średnie						

Tablica 6.2

Typ rozdzielacza stosowany w samochodzie	Odstęp między stykami [mm]	Kąt zwarcia styków przerywacza [°]
S91BX (4491) "Polski Fiat 125p"	0.45+0.03	60+3
S152A (4452) "Polski Fiat 126p"	0.5+0.03	78+3
4492 "Polonez 1500"	0.45+0.03	60+3
4444 "Nysa", "Żuk", "Tarpan"	0.4+0.05	65+4

b) sprawdzenie ciągłości iskrzenia rozdzielacza zapłonu

- na zamocowany rozdzielacz założyć głowicę i zacisk środkowy rozdzielacza połączyć z iskiernikiem WN, a zaciski boczne z kolejnymi iskiernikami (1-8),
- ostrze iskiernika WN rozsunąć na maksymalną odległość, a pozostałych iskierników na odległość 7 mm,
- ustawić przełącznik 14 w pozycji cewka zapłonowa,
- zwiększać stopniowo prędkość kątową wałka rozdzielacza zapłonu i zanotować prędkość, przy której wystąpi równomierne iskrzenie na wszystkich iskiernikach; prędkość tą porównać z prędkością podaną w warunkach technicznych.

c) sprawdzenie rozdzielacza zapłonu na równomierność rozmieszczenia iskier

- wyjąć końcówkę przewodu ze środkowego zacisku głowicy rozdzielacza i umieścić ją w gnieździe tarczy stroboskopowej 2 (połączenia rozdzielacza jak w p.6.2. 1b),
- ustawić przełącznik 14 w pozycji "cewka",
- ustalić prędkość kątową wałka rozdzielacza na równą 62-84 rad/s (600-800 obr/min)
- obserwować przeskoky iskier na podziałce urządzenia stroboskopowego 2. Powinny one występować równomiernie co 60° (silnik 6 cylindr.) lub co 90° (silnik 4 cylindr.)
- sprawdzenie przeprowadzić dla całego zakresu prędkości kątowej rozdzielacza zapłonu. Zanotować odczytane wartości kątów.

d) wyznaczenie charakterystyki ośrodkowego regulatora wyprzedzenia zapłonu

- zamocowanie rozdzielacza i połączenie jak w p.6.2. 1c
- zwiększać prędkość kątową wałka rozdzielacza odczytując wartości kąta wyprzedzenia zapłonu w całym zakresie charakterystyki rozdzielacza. Podobne pomiary przeprowadzić przy zmniejszaniu prędkości kątowej. Wyniki zestawzić w tablicy 6.3 i porównać z danymi w tablicy 6.4.

Tablica 6.3

Lp.	Prędkość kątowna rosnąca		Prędkość kątowna malejąca	
	rad/s	stopnie	rad/s	stopnie
1				
2				
10				

e) wyznaczenie charakterystyki podciśnieniowego regulatora wyprzedzenia zapłonu

- zamocowanie rozdzielacza i układ połączeń jak w p.2.1.c
- połączyć węzem gumowym regulator podciśnieniowy z pompą próżniową (końcówka 19)

Tablica 6.4

Typ rozdzielacza stosowany w samochodzie	Kąt przyspieszenia w stopniach przy prędkościach kątowych w rad/s i obrot. (obr/min)									
	85 800	105 1000	125.5 1200	136 1300	146 1400	157 1500	180 1700	200 2000	260 2500	283 2700
S91B/4491/II/ PF125p	8-10.2		9.5-11.5			10.5-12.5	11-13	12-14	12-14	
S152A/4452 PF126p	0.3-2	2.5-4.2	4.8-6.5		7-8.8	8-10	8-10			
4492 "Polonez"	3.2-6	4.8-6.8				6.9-8.9		9-13	11-13	12-13
4444/II, Nysa, Żuk	2.3-4.4			7.8-9.8		10-12			10-12	

- ustawić prędkość kątowną wałka rozdzielacza, przy której nie działa regulator odśrodkowy
- zmieniając podciśnienie za pomocą pompy próżniowej (pokrętko 6) odczytywać wskazania próżniomierza 5. Zanotować wyniki pomiarów w tablicy 6.5 przy wzroście i spadku podciśnienia. Porównać wyniki z wartościami podanymi w tablicy 6.6.

Tablica 6.5

Lp.	Podciśnienie rosnące		Podciśnienie malejące	
	p		p	
	hPa	stopnie	hPa	stopnie
1				
2				
10				

Tablica 6.6

Typ rozdzielacza stosowany w samochodzie	Kąt przyspieszenia w stopniach przy podciśnieniu w hPa (mm Hg)							
	133 (100)	213 (160)	294 (220)	307 (230)	374 (280)	427 (320)	453 (340)	533 (400)
S91BX/4491/II "PF 125p"		0-1	1.5-3.5		4-6		6.5-8.5	6.5-8.5
4444/II "Nysa", "Żuk"	0-2			3-5		5-7		

6.2.2. Badanie cewki zapłonowej

a) sprawdzenie ciągłości uzwojenia pierwotnego cewki zapłonowej

- połączyć przewodami końcówki uzwojenia pierwotnego cewki z gniazdem 17 i gniazdem 7
- ustawić przełącznik 14 w pozycji "lampa". Świecenie się lampki kontrolnej 10 świadczy o ciągłości uzwojenia pierwotnego.

b) sprawdzenie cewki zapłonowej na iskrzenie

- zamocować przerywacz w ramieniu uchwytu zachowując współosiowość oraz podłączyć do zacisku 16
- podłączyć do zacisków 16 i 7 uzwojenie pierwotne, a do iskiernika WN uzwojenie wtórne
- rozsunąć całkowicie ostrza iskiernika, do którego podłączona jest badana cewka
- ustawić przełącznik 15 w pozycji "kondensator", a przełącznik 14 w pozycji "lampa"
- ustawić wartość prędkości kątownej silnika zalecaną w tablicy 6.7
- określić maksymalną odległość między ostrzami iskiernika, przy której iskra nie zanika
- zanotować wyniki pomiarów i porównać z warunkami technicznymi danej cewki (tablica 6.7).

Tablica 6.7

Rodzaj cewki	Napięcie znamionowe	Napięcie zasilania	Liczba iskiek na 1 min.	Długość iskry				Zastosowanie cewki w samochodach
				w temperaturze 20+5°C		w temperaturze podwyższonej		
				bez obciąż.	z obc. 1 MΩ	bez obciąż.	z obc. 1 MΩ	
	V	V	--	mm	mm	mm	mm	
Cewka o wymiarach normalnych wg PN-75/S-16060	12	6	300	9	6	7	5	Fiat 125p Fiat 126p Nysa, Żuk, Tarpan
		12	3000	14	11	12	9	
		12	16000	6	4.5	5.5	4	
Cewka o wymiarach zmniejszonych wg PN-75/S-76060	12	6	300	6	4	5	3	Syrena
		12	3000	8.5	6	7	5	
		12	8000	6	4.5	5.4	4	
	6	3	300	6	4	5	3	motocykle
		6	3000	8.5	6	7	5	
		6	8000	6	4.5	5.5	4	

6.2.3. Badanie kondensatora :

a. sprawdzenie kondensatora na iskrzenie

- zamocować w uchwycie 3 przerywacz stanowiący wyposażenie stanowiska i połączyć z zaciskiem 16
- ustawić przełącznik 14 w pozycji "cewka" i przełącznik 15 w pozycji "kondensator",
- rozsunąć ostrza iskiernika WN na odległość 7 mm
- sprawdzić iskrzenie w całym zakresie prędkości kątownej silnika
- połączyć badany kondensator do zacisków 16 i 7
- przełącznik 15 ustawić w pozycji wyłączonej
- obserwować iskrzenie w całym zakresie prędkości kątownej silnika.

6.3. Opracowanie wyników

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy, wyniki pomiarów, charakterystyki i wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

7. BADANIE ISKROWNIKA MOTOCYKLOWEGO

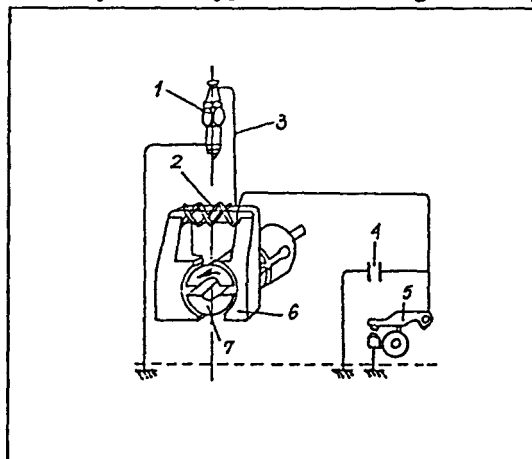
Cel ćwiczenia : ustalenie właściwości elektromagnetycznych iskrownika, wyznaczenie jego charakterystyk elektromechanicznych przy stanie jałowym i w warunkach pracy znamionowej.

7.1. Część teoretyczna

7.1.1. Iskrownikowe układy zapłonowe

Iskrownikowe układy zapłonowe znajdują obecnie zastosowanie tylko w samochodach specjalnych, wyścigowych i w motocyklach o pojemności skokowej silnika do 150 cm³. Zasadniczą częścią układu (rys. 7.1) jest iskrownik, który spełnia następujące zadania:

- jest źródłem prądu,
- wytwarza impulsy wysokiego napięcia,
- pełni funkcję rozdzielacza i regulatora zapłonu.



Rys. 7.1 Schemat zapłonu iskrownikowego:

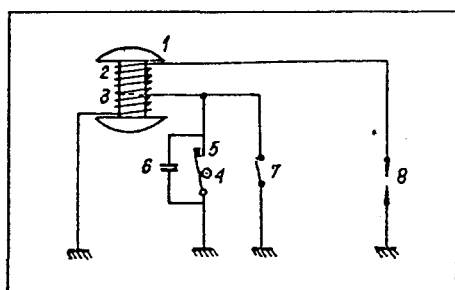
- 1 - świeca zapłonowa,
- 2 - uzwojenie pierwotne,
- 3 - uzwojenie wtórne,
- 4 - kondensator,
- 5 - przerywacz,
- 6 - nabiegunniki,
- 7 - wirujące magnesy,

7.1.2. Zasada działania iskrownika .

Iskrownik (rys. 7.1) posiada uzwojenie pierwotne 2 i wtórne 3, które skojarzone są ze zmiennym strumieniem magnetycznym przez wirujący magnes 7. W przypadku uzwojenia zapłonowego indukowana w uzwojeniu pierwotnym 2 siła elektromotoryczna powoduje w zamkniętym obwodzie przepływ prądu. Przy maksymalnej wartości tego prądu następuje rozwarcie styków przerywacza. W tej chwili w uzwojeniu wtórnym twornika indukuje się impuls wysokiego napięcia powodujący w konsekwencji przeskok iskry na elektrodach odpowiedniej świecy zapłonowej.

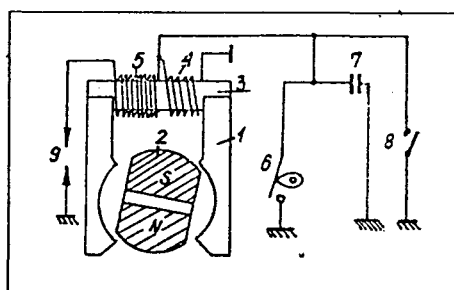
Istnieje szereg rozwiązań konstrukcyjnych iskrowników :

- nieruchomy magnes trwały, cewka wirująca (rys. 7.2),
- wirujący magnes trwały, nieruchoma cewka (rys. 7.3),
- nieruchomy magnes trwały i nieruchoma cewka, wirujący komutator magnetyczny.



Rys. 7.2 Schemat iskrownika z wirującym twornikiem

- 1 - rdzeń twornika z blach magnetycznych
- 2 - uzwojenie wtórne, 3 - uzwojenie pierwotne
- 4 - przerywacz, 5 - styki przerywacza
- 6 - kondensator, 7 - zwieracz

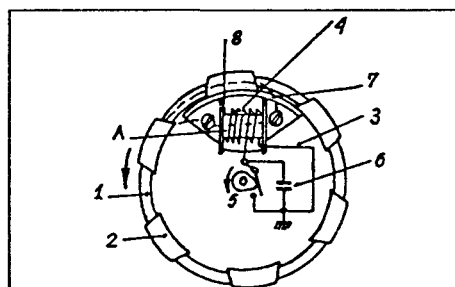


Rys. 7.3 Schemat iskrownika z wirującym magnesem

- 1 - nabiegunki obwodu magnetycznego, 2 - wirujący magnes trwały, 3 - jarzmo,
- 4 - uzwojenie pierwotne, 5 - uzwojenie wtórne,
- 6 - przerywacz, 7 - kondensator, 8 - zwieracz obwodu pierwotnego, 9 - świeca zapłonowa.

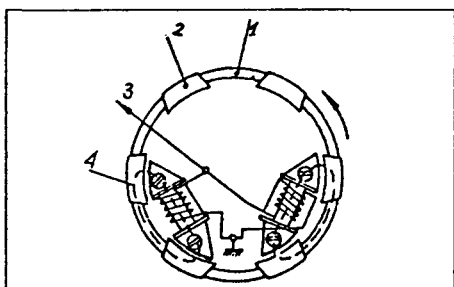
7.1.3 Aparaty podwójnego przeznaczenia

Zespół iskrownika zamachowego (magdyno) przedstawiają rysunki 7.4 i 7.5.



Rys. 7.4 Obwód zapłonu magdyna.

- 1 - magnes trwały, 2 - nabiegunki, 3 - uzwojenie pierwotne, 4 - uzwojenie wtórne, 5 - przerywacz,
- 6 - kondensator, 7 - droga linii sił pola magnetycznego, 8 - wyprowadzenie do świecy zapłonowej.



Rys. 7.5 Obwód zasilania magdyna.

- 1 - magnes trwały, 2 - nabiegunki,
- 3 - wyprowadzenie do reflektora,
- 4 - droga linii sił pola magnetycznego

Iskrownik - prądnicą spełnia trzy różne zadania:

- służy jako źródło zapłonu,
- dostarcza energii elektrycznej do zasilania odbiorników świetlnych podczas pracy silnika,
- spełnia rolę koła zamachowego w silnikach jednocylindrowych.

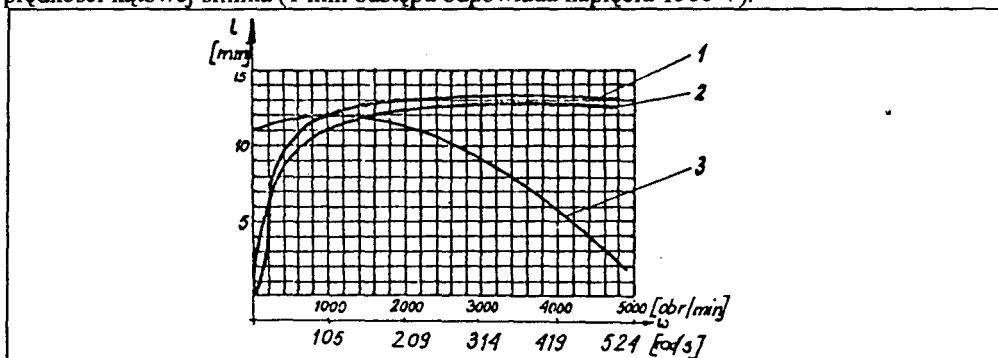
Iskrownik - prądnicą składa się z dwóch członów :

- wirnika, czyli koła magnesowego, osadzonego na wale korbowym silnika,
- płyty twornikowej z uzwojeniami na rdzeniach, przerywaczem i kondensatorem.

Obydwa człony nie są ze sobą połączone. Koniec wału korbowego ma ukształtowane krzywki, które w przerywaczu powodują przerwy przepływu prądu w uzwojeniu pierwotnym twornika zapłonowego. Na płycie twornikowej znajduje się twornik zapłonowy z uzwojeniem pierwotnym i wtórnym, przerywacz z kondensatorem i urządzenie do smarowania krzywek wałka. Z nieruchomego uzwojenia wtórnego wyprowadzony jest przewód wysokiego napięcia do świecy zapłonowej.

7.1.4 Charakterystyki zapłonu akumulatorowego i iskiernikowego.

Wykresy 7.6 przedstawiają charakterystyki zapłonu iskiernikowego i akumulatorowego, odstęp między elektrodami głównymi iskiernika, przy którym występuje przeskok iskry, od prędkości kątowej silnika (1 mm odstęp odpowiada napięciu 1500 V).



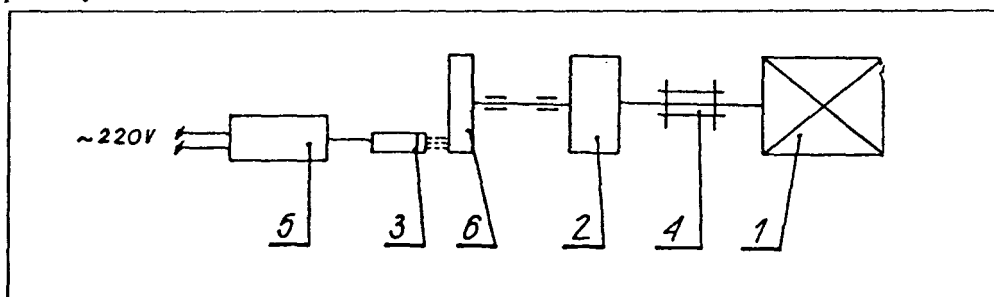
Rys. 7.6 Porównanie charakterystyk zapłonu akumulatorowego i iskiernikowego.

- 1 - zapłon iskiernikowy z opóźnieniem, 2 - zapłon iskiernikowy z wyprzedzeniem,
3 - zapłon akumulatorowy.

7.2 Wykonanie pomiarów.

7.2.1 Opis stanowiska.

Stanowisko pomiarowe (rys. 7.7) składa się z silnika 1 napędzającego badany iskiernik 2 oraz czujnika prędkości kątowej 3. Regulację prędkości kątowej silnika przeprowadza się za pomocą autotransformatora.



Rys. 7.7 Schemat stanowiska do badań iskiernika.

- 1 - silnik napędowy, 2 - badany iskiernik, 3 - czujniki prędkości kątowej obrotomierza,
4 - sprzęgło elastyczne, 5 - wskaźniki prędkości kątowej obrotomierza, 6 - tarcza pomiarowa.

7.2.2 Dane znamionowe badanego iskiernika.

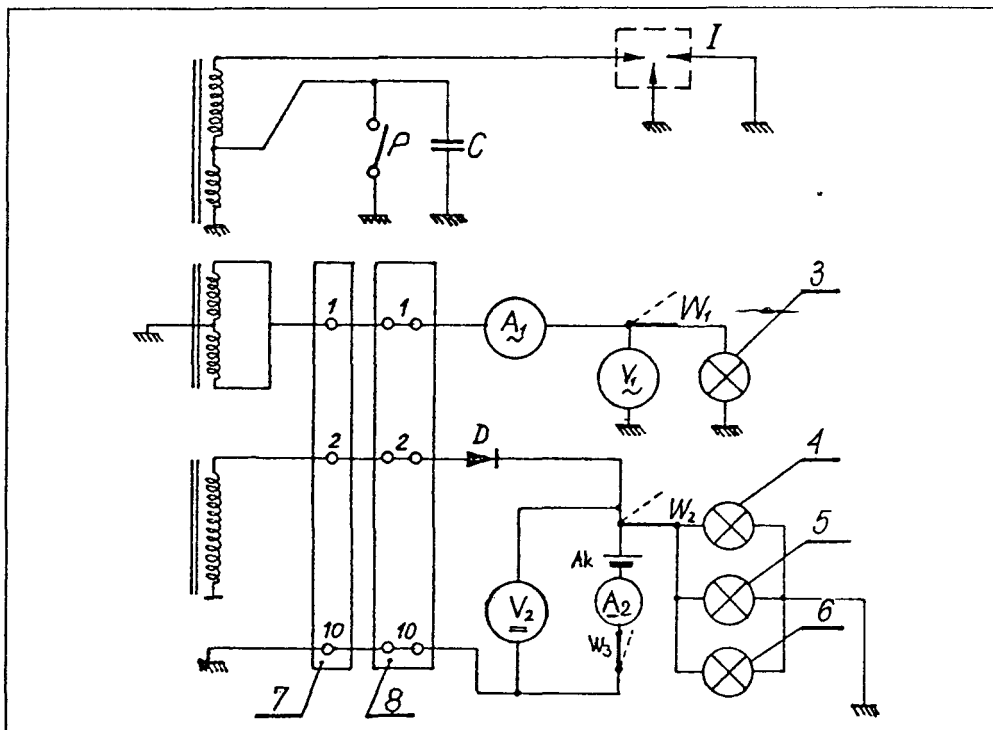
Odczytać następujące dane:

- typ,
- moc znamionowa,
- znamionowa prędkość kątowa,
- nazwa wytwórcy,
- rok produkcji.

7.2.3 Charakterystyki napięć w stanie jałowym.

- zamontować badany iskiernik,
- połączyć układ pomiarowy przedstawiony na rys. 7.8 (wyłączniki W_1 i W_2 - otwarte).
- przeprowadzić pomiary napięć dla obu uzwojeń oświetleniowych w zakresie prędkości kątowej 52 - 1047 rad/s co 52 rad/s,

- wyniki pomiarów zamieścić w tablicy 7.1,
- wykreślić charakterystyki $U = f(\omega)$,



Rys 7.8. Układ pomiarowy do badań iskrownika. P - przerywacz, C - kondensator, I - iskrownik, D - dioda, W1, W2, W3 - wyłączniki, A1 - amperomierz prądu przemiennego zakres 0 - 10A, A2 - amperomierz prądu stałego zakres 6 - 0 - 6A, V1 - woltomierz prądu przemiennego 0 - 30V, V2 - woltomierz prądu stałego zakres 0 - 10V, 3 - żarówka światła głównych Ż6V-25/25W, 4 - żarówka światła pozycyjnych przednich ZSPp 6V/3W, 5 - żarówka światła pozycyjnych tylnych ZSPt 6V/5W, 6 - żarówka oświetlenia szybkościomierza ZOSz 6V/3W, 7 - listwa zaciskowa, 8 - pulpit

Tablica 7.1

Lp.	Oświetlenie 8W			Oświetlenie 25W		
	ω	U_s	R_s	ω	U_s	R_s
	[rad/s]	[V]	[Ω]	[rad/s]	[V]	[Ω]
1	52			52		
.						
.						
.						
10			3000			3000
.						
.						
20	1047		6000	1047		

7.2.4 Charakterystyki napięć i prądów przy znamionowym obciążeniu:

- układ pomiarowy jak w punkcie 7.2.3 (wyłączniki W1 i W2 - włączone),
- przeprowadzić pomiary napięć i prądów dla obu uzwojeń oświetlenia w zakresie prędkości kątowej 52 - 1047 rad/s co 52 rad/s,

- wyniki pomiarów wpisać do tablicy 7.2 i wykreślić charakterystyki $U = f(\omega)$,
 $I = f(\omega)$, $P = f(\omega)$,

Tablica 7.2

Lp.	Oświetlenie 8W					Oświetlenie 25W				
	ω	U_1	I_1	P_1	R_v	ω	U_2	I_2	P_2	R_v
	[rad/s]	[V]	[A]	[W]	[Ω]	[rad/s]	[V]	[A]	[W]	[Ω]
1	52				3000	52				3000
.										
.										
20	1047					1047				

7.2.5 Oscylogramy napięć i prądów.

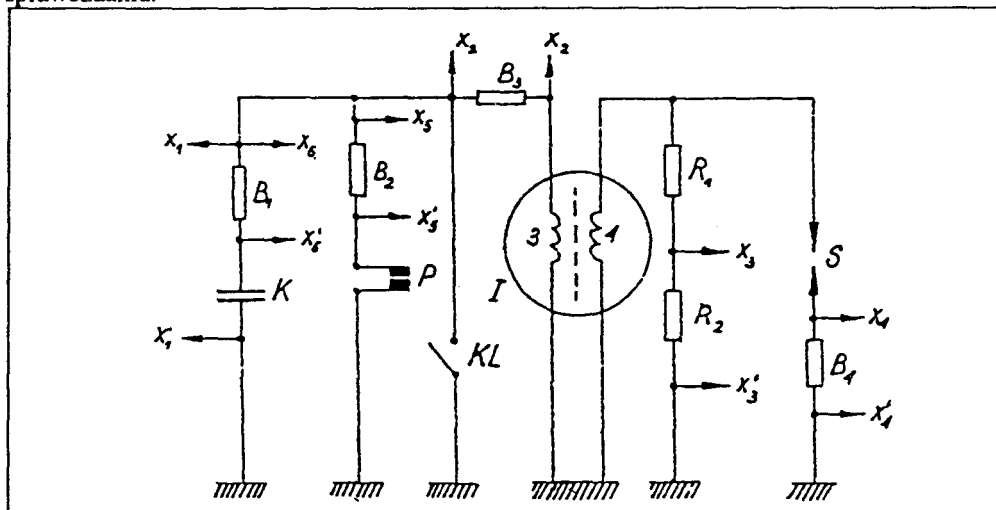
Oscylogramy napięć i prądów sporządzić przy pomocy oscyloskopu.

a) Oscylogramy napięć w stanie jałowym.

Oscylogramy wykonać przy różnych prędkościach kątowych stopniowanych co 209 rad/s przy dołączeniu oscyloskopu równolegle do woltomierza. Zarejestrowane przebiegi zamieścić w sprawozdaniu.

b) Oscylogramy napięć i prądów przy znamionowych warunkach pracy - Oscylogramy układu zapłonowego.

Rejestracje przebiegów przeprowadzić zgodnie z układem pomiarowym przedstawionym na rys. 7.9. Zarejestrowane przebiegi dla trzech wartości prędkości kątowej zamieścić w sprawozdaniu.



Rys. 7.9. Układ pomiarowy do rejestracji obserwacji przebiegów prądu i napięcia.

I - badany iskrownik, 3 - uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej, 4 - uzwojenie wtórne cewki zapłonowej, KL - kluczyk (włącznik zapłonu), P - przerywacz, K - kondensator, R1 i R2 - rezystancje dzielnika napięcia, S - świeca zapłonowa, B1, B2, B3, B4 - boczniki miernika magnetoelektrycznego, X1X1;X5X5 - zaciski wyjściowe rejestratora.

7.3 Opracowanie wyników.

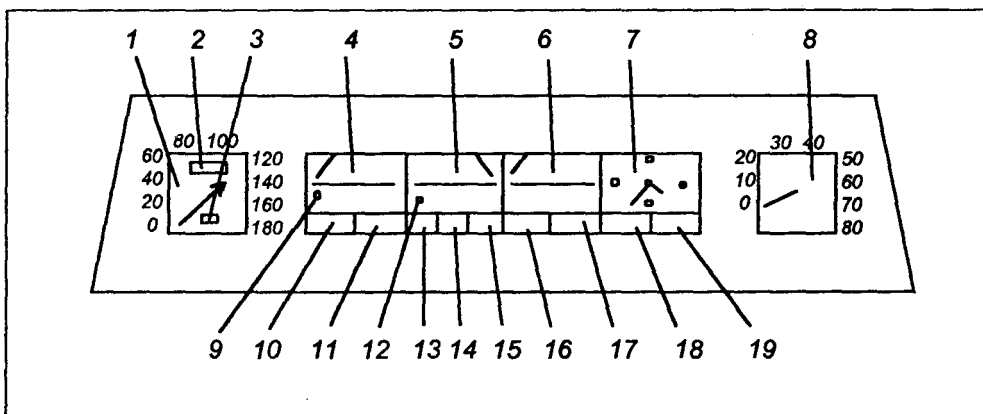
W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

8. BADANIE APARATURY KONTROLNO-POMIAROWEJ

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest poznanie zasady działania, budowy i własności aparatury kontrolno - pomiarowej, używanej w pojazdach samochodowych.

8.1 Część teoretyczna

Wskaźniki i czujniki wyposażenia elektrycznego pojazdów samochodowych umożliwiają kontrolę prawidłowości działania najważniejszych z punktu widzenia eksploatacji układów. Zestaw wskaźników przedstawia rys. 8.1.



Rys.8.1 Zestaw wskaźników: 1- prędkościomierz, 2- licznik przebytej drogi (kasowalny), 3- licznik przebytej drogi (niekasowalny), 4- wskaźnik poziomu paliwa, 5- wskaźnik ciśnienia oleju, 6- wskaźnik temperatury wody, 7- zegar, 8- obrotomierz, 9- lampka żółta sygnalizacji rezerwy paliwa, 10- lampka czerwona sygnalizacji stanu układu hamulcowego, 11- lampka żółta kontrolna ssania, 12- lampka czerwona sygnalizacji spadku ciśnienia oleju, 13- lampka (żółta) kontrolna świateł przeciwmgłowych, 14- lampka (żółta) kontrolna ogrzewania szyby tylnej, 15- lampka czerwona sygnalizacji ładowania akumulatora, 16- lampka żółta sygnalizacji świateł awaryjnych, 17- lampka (zielona) kontrolna kierunkowskazów, 18- lampka niebieska kontrolna świateł drogowych, 19- lampka (zielona) kontrolna świateł pozycyjnych.

8.1.1 Kontrola pracy układu smarowania

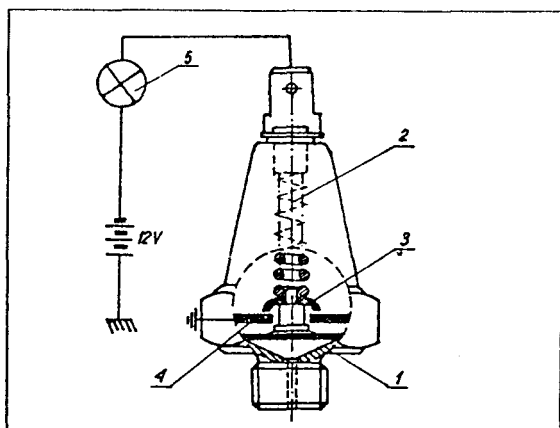
Do pomiaru ciśnienia oleju stosowane są następujące urządzenia:

- awaryjny czujnik i lampka do sygnalizacji ciśnienia oleju,
- impulsowy czujnik i wskaźnik ciśnienia oleju,
- elektromagnetyczny wskaźnik ciśnienia oleju z czujnikiem rezystancyjnym.

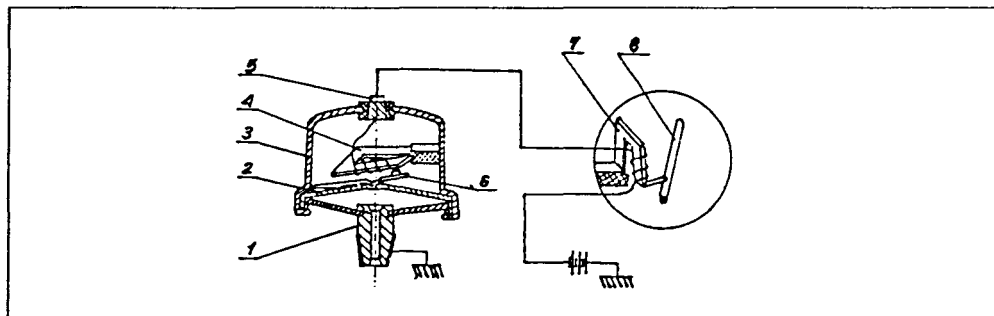
Awaryjny czujnik ze wskaźnikiem w postaci żarówki (rys. 8.2) są częścią układu sygnalizacji spadku ciśnienia oleju w układzie smarowania.

Spadek ciśnienia sygnalizowany jest przez zapalenie się lampki. Pod wpływem ciśnienia oleju membrana (1) odkształca się i pokonując opór sprężyny (2) powoduje zwarcie styków (3) i (4). Jeżeli ciśnienie spadnie poniżej dopuszczalnej wartości, to następuje zwarcie styków i zapalenie lampki kontrolnej.

Rys.8.2 Schemat czujnika Typu FCSC i połączonego elektrycznie z lampką sygnalizacyjną.
1 - membrana,
2 - sprężyna,
3 - styk ruchomy,
4 - styk nieruchomy,
5 - lampka sygnalizacyjna.



Na innej zasadzie działa impulsowy czujnik ze wskaźnikiem ciśnienia oleju (rys. 8.3). Po włączeniu stacyjki prąd płynie przez uzwojenie grzejne czujnika oraz wskaźnika. Płytki termobimetalowe (4) i (7) nagrzewają się, przy czym wygięcie płytki (4) powoduje rozwarcie styków czujnika - obwód prądowy zostaje przerwany. Płytki stygną, styki czujnika zostają zwarte. Cykl pracy rozpoczyna się od nowa. Ciepłne działanie prądu na płytki termobimetalowe zależy od docisk - styków, zmieniającego się w zależności od ciśnienia działającego na membranę (2). Im większy jest docisk styków tym większa jest wartość skuteczna prądu w obwodzie, więcej ciepła przekazują uzwojenia grzejne płytkom termobimetalowym, większe jest odchylenie wskazówki.



Rys.8.3 Obwód kontroli ciśnienia oleju w układzie smarowania silnika.

1 - gniazdo wtykowe z gwintem, 2 - membrana, 3 - obudowa czujnika, 4 - termobimetalowa płytka czujnika, 5 - zacisk czujnika, 6 - sprężyna ze stykiem, 7 - termobimetalowa płytka wskaźnika, 8 - wskazówka wskaźnika.

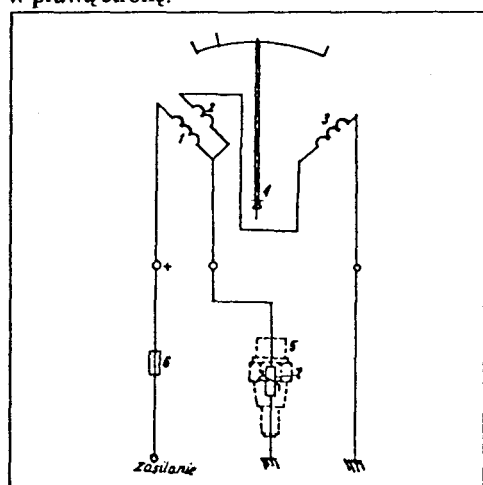
8.1.2 Kontrola pracy układu chłodzenia silnika

Do kontroli układu chłodzenia stosowane są:

- Magnetoelektryczny wskaźnik temperatury płynu z czujnikiem termistorowym,
- Elektromagnetyczny wskaźnik temperatury płynu z czujnikiem termistorowym,
- Impulsowy czujnik i wskaźnik temperatury płynu typu Kinga i Seely'ego,
- Awaryjny czujnik i wskaźnik temperatury płynu,
- Elektroniczne wskaźniki temperatury płynu z czujnikiem termistorowym.

Magnetoelektryczny wskaźnik temperatury płynu współpracuje z czujnikiem działającym na zasadzie zmiany rezystancji termistora pod wpływem temperatury płynu (rys.8.4). Cewki (1) oraz (2) są ustawione prostopadłe względem cewki (3). Przy przepływie przez nie prądu powstają prostopadłe do siebie pola magnetyczne. Przy zmianie rezystancji termistora zmienia się rozkład prądów w cewkach wskaźnika i wypadkowe pole magnetyczne. Jeżeli temperatura płynu jest niska to rezystancja termistora jest duża (rys.8.5). Prąd w cewce (1) osiąga wartość najmniejszą, natomiast w cewkach (2) oraz (3) największą. Wypadkowe pole magne-

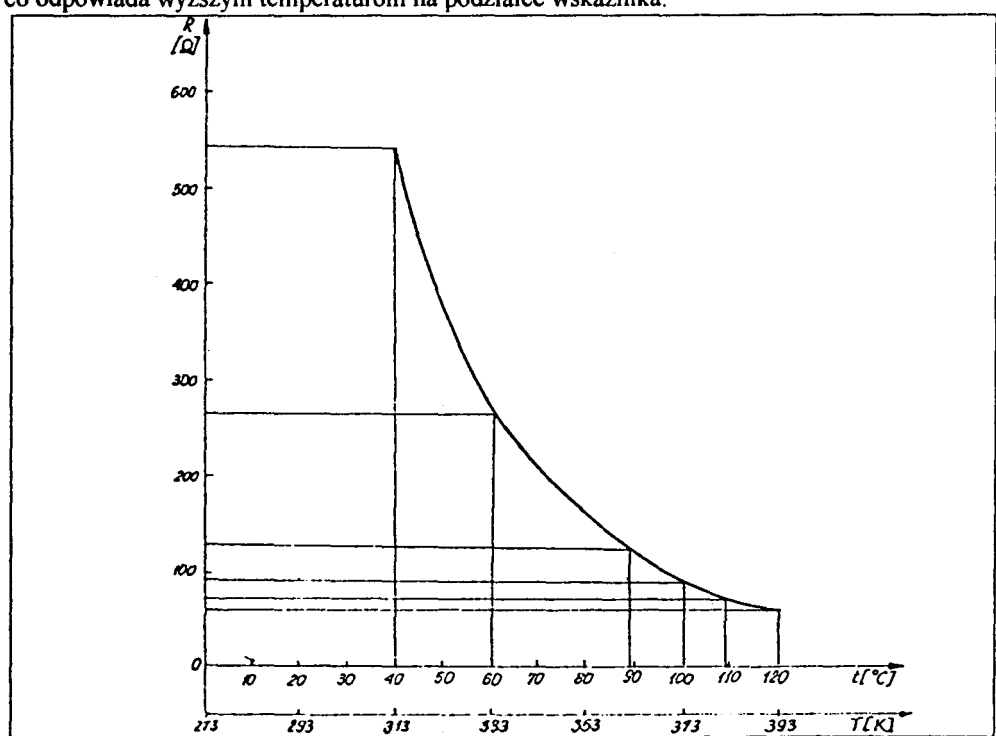
tyczne oddziałujące na wskazówkę, wychylając ją w lewą stronę. W miarę wzrostu temperatury zmniejsza się rezystancja termistora. Prąd w cewce (1) wzrasta, a w cewkach (2) i (3) maleje. Wypadkowe pole magnetyczne powoduje przechylenie elementu ruchomego ze wskazówką w prawą stronę.



Rys.8.4 Układ kontroli temperatury silnika.

- 1,2,3 - cewki,
- 4 - wskazówka,
- 5 - czujnik,
- 6 - bezpiecznik,
- 7 - termistor.

Innym typem układu kontrolującego temperaturę silnika jest zespół złożony z czujnika impulsowego i wskaźnika temperatury typu Kinga i Seely'ego. Działanie tych elementów jest podobne do działania impulsowego czujnika i wskaźnika ciśnienia oleju. Prąd przepływający przez uzwojenie grzejne czujnika i wskaźnika nagrzewa płytki termobimetalowe powodując ich odkształcenie. Wskutek podwyższania się temperatury płynu zmniejsza się docisk styków a jednocześnie pogarszają się warunki chłodzenia płytki termobimetalowej czujnika. Powoduje to zmniejszenie wartości skutecznej prądu i odpowiednie zmniejszenie wychylenia wskazówki, co odpowiada wyższym temperaturom na podziałce wskaźnika.



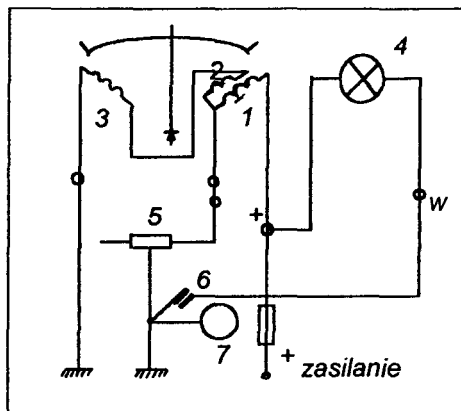
Rys.8.5 Charakterystyka termistora.

8.1.3 Kontrola ilości paliwa w zbiorniku

Ze względu na zasadę działania układy kontrolujące ilość paliwa w zbiorniku można podzielić na:

- układy magnetoelektryczne,
- układy elektromagnetyczne,
- układy termobimetalowe (impulsowe).

Jednym z typowych układów magnetoelektrycznych jest zespół złożony z magnetoelektrycznego wskaźnika i czujnika rezystancyjnego (rys.8.6).



Rys.8.6 Układ kontroli poziomu paliwa.

- 1,2,3 - cewki wskaźnika,
4 - lampka sygnalizacji rezerwy paliwa,
5 - rezystor czujnika,
6 - styki lampki sygnalizacji rezerwy paliwa
7 - pływak.

Wskaźnik jest zbudowany podobnie jak magnetoelektryczny wskaźnik temperatury płynu. Różni się jedynie tarczą, z której dokonywany jest odczyt. Czujnik spełnia rolę przetwornika nieelektrycznej wielkości (poziomu paliwa) na odpowiednią wielkość elektryczną. Zmiana poziomu paliwa w zbiorniku powoduje zmianę położenia pływak (7) połączonego z ruchomym ramieniem czujnika i obrót styku ślizgającego się po uzwojeniu rezystora potencjometru (5). Dodatkowy styk (6) mechanicznie złączony z ramieniem czujnika zamyka obwód sygnalizowany rezerwy paliwa przy określonej ilości paliwa, co jest sygnalizowane przez zaświecenie się lampki kontrolnej (4).

8.1.4 Kontrola prędkości i przebytej drogi.

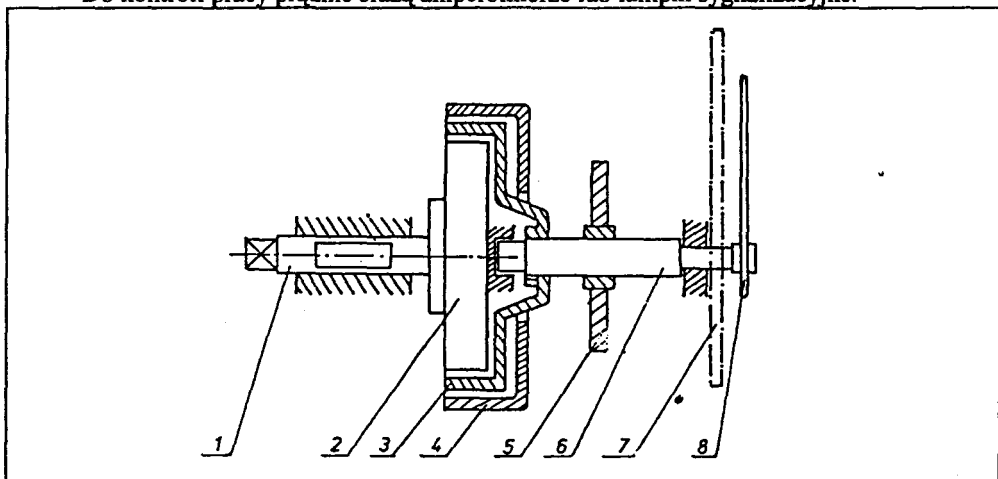
W celu określenia prędkości pojazdu i przebytej drogi stosuje się następujące urządzenia:

- prędkościomierz indukcyjny (wiroprądowy),
- prędkościomierz elektromagnetyczny,
- obrotomierze indukcyjne,
- obrotomierze z prądnicą elektryczną,
- obrotomierze elektroniczne,
- sygnalizatory przekroczenia prędkości kątowej,
- prędkościomierze z podwójnym doprowadzaniem elektrycznym,
- prędkościomierze z pojedynczym doprowadzeniem elektrycznym.

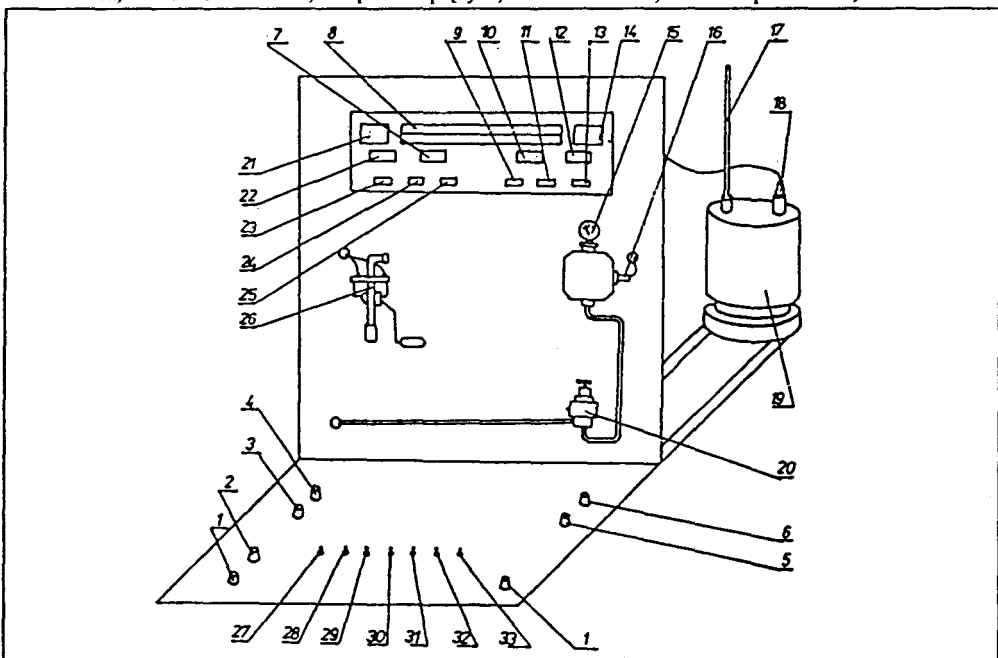
W pojazdach produkcji krajowej najczęściej stosowane są prędkościomierze indukcyjne (rys. 8.7). Magnes trwały (2) obracając się z prędkością proporcjonalną do prędkości jazdy powoduje, na skutek powstawania prądów wirowych, obracanie się czaszy aluminiowej (3). Z czaszą sprzęgnięta jest wskazówka (8) lub taśma, która wskazuje prędkość jazdy. Ponadto z wałem magnesu (1) połączone są liczniki przebytej drogi - kasowalny i niekasowalny.

8.1.5 Kontrola pracy prądnicy prądu stałego i zmiennego

Do kontroli pracy prądnic służą amperomierze lub lampki sygnalizacyjne.



Rys. 8.7 Budowa prędkościomierza indukcyjnego. 1 - wałek napędu, 2 - wirujący magnes trwały, 3 - czasza aluminiowa, 4 - obudowa stalowa, 5 - spiralna sprężyna, 6 - oś wskaźnika, 7 - tarcza podziałowa, 8 - wskazówka.



Rys. 8.8. Stanowisko pomiarowe. 1 - zacisk (-), 2 - zacisk (+), 3 - zacisk czujnika temperatury płynu, 4 - zacisk wskaźnika temperatury płynu, 5 - zacisk czujnika poziomu paliwa, 6 - zacisk wskaźnika poziomu paliwa, 7 - licznik przebytej drogi (kasowalny), 8 - prędkościomierz, 9 - lampka kontrolna ssania, 10 - licznik przebytej drogi (niekasowalny), 11 - lampka kontrolna świateł drogowych, 12 - lampka kontrolna sygnalizacji rezerwy, 13 - lampka kontrolna kierunkowskazów, 14 - wskaźnik poziomu paliwa, 15 - manometr wzorcowy, 16 - czujnik sygnalizacji ciśnienia, 17 - termometr wzorcowy, 18 - czujnik temperatury wody, 19 - zbiornik wody z grzałką, 20 - reduktor ciśnienia, 21 - wskaźnik temperatury wody, 22 - lampka sygnalizująca spadek ciśnienia oleju, 23 - lampka kontrolna świateł pozycyjnych, 24 - lampka sygnalizująca zaciągnięty hamulec ręczny, 25 - lampka sygnalizująca ładowanie akumulatora, 26 - czujnik poziomu paliwa, 27 - włącznik oświetlenia tablicy, 28 - włącznik lampki kontrolnej świateł pozycyjnych, 29 - włącznik lampki sygnalizującej zaciągnięty hamulec ręczny, 30 - włącznik lampki sygnalizującej ładowanie akumulatora, 31 - włącznik lampki kontrolnej ssania, 32 - włącznik lampki kontrolnej świateł drogowych, 33 - włącznik lampki kontrolnej kierunkowskazów.

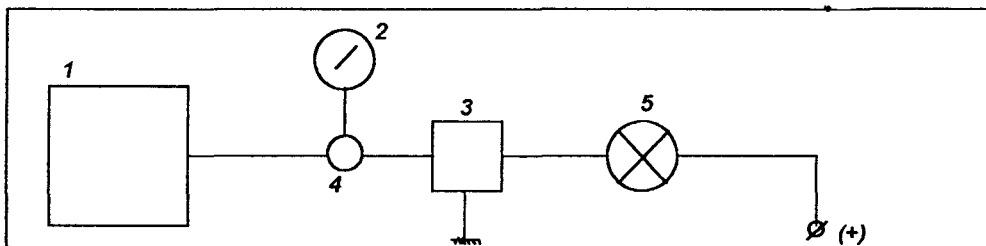
8.2 Wykonanie pomiarów

8.2.1 Aparatura kontrolno-pomiarowa samochodu FSO (FIAT - 125 P)

Stanowisko do badania aparatury kontrolno-pomiarowej samochodu FSO przedstawia rys.8.8.

8.2.1.1 Badanie awaryjnego czujnika ciśnienia oleju

- Do zacisków (1) i (2) połączyć zasilanie 12V wg rys.8.8,
- Badanie przeprowadzić w układzie przedstawionym na rys.8.9 podłączając sprężarkę do stanowiska,
- Kontrolę przeprowadzić dla ciśnienia 0,003-0,005 MPa przy wzroście i spadku ciśnienia,
- Zanotować wartość ciśnienia przy którym lampka zgaśnie lub zaświeci się.

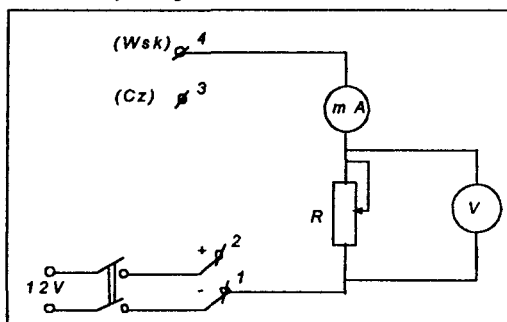


Rys.8.9 Układ do badania awaryjnego czujnika ciśnienia oleju.

1 - zbiornik wyrównawczy, 2 - manometr, 3 - czujnik, 4 - reduktor, 5 - lampka sygnalizacyjna.

8.2.1.2 Badanie wskaźnika temperatury płynu

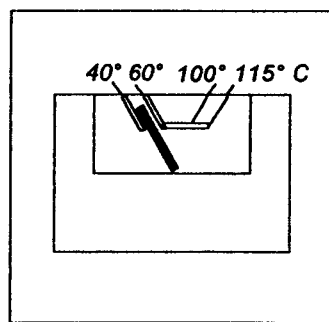
- Połączyć układ wg rys.8.10,
- Zmieniając wartość rezystancji rezystorem R ustawić wskazanie dla 313 K, 333 K, 373 K, 388 K (40°C, 60°C, 100°C, 115°C), (rys.8.11),
- Dla tych wartości temperatur odczytać wskazania amperomierza i woltomierza oraz obliczyć rezystancję,
- Wyniki pomiarów i obliczeń zestawić w tablicy 8.1.



Rys. 8.10. Schemat układu do badania wskaźnika temperatury płynu.

A - amperomierz 0÷75mA, V - woltomierz 0÷7,5V,

R - rezystor 0÷820Ω



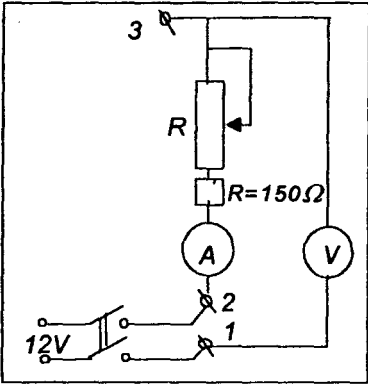
Rys. 8.11. Wskaźnik temperatury płynu FWTW.

Tablica 8.1

T (K)	I (A)	U (V)	R (Ω)
313			
333			
373			
388			

8.2.1.3 Badanie czujnika temperatury płynu

- Podłączyć układ wg rys.8.12,
- Podgrzewając wodę w zbiorniku do temperatury 313 K - 373 K co 10 K odczytywać wskazania mierników i obliczyć rezystancję czujnika,
- Wyniki pomiarów i obliczeń zestawzić w tablicy 8.2,
- Na podstawie otrzymanych wyników wykreślić charakterystykę termistora $R = f(T)$.



Rys. 8.12. Schemat do badania czujnika temperatury płynu
A - amperomierz 0÷75mA,
V - woltomierz 0÷15V,
R - rezystor 150Ω,

Tablica 8.2

Lp.	T (K)	I (A)	U (V)	R (Ω)

8.2.1.4 Badanie czujnika ze wskaźnikiem temperatury

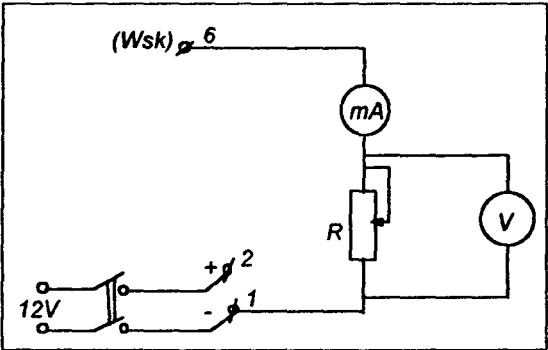
- Zewrzeć zaciski wskaźnika (4) i czujnika (3) wg rys.8.8,
- Zmieniając temperaturę płynu odczytać i zanotować wskazania termometru wzorcowego dla 314 K, 333 K, 373 K wskazywanych przez wskaźnik, wyniki zamieścić w tablicy 8.2.1.

Tablica 8.2.1

Termometr wzorcowy (°K)	Wskaźnik temperatury (°K)

8.2.1.5 Badanie wskaźnika poziomu paliwa

- Połączyć układ wg rys.8.13,
- Zmieniając wartość rezystancji rezystorem R ustawić wskazówkę kolejno na wartościach 1/4, 1/2, 3/4, P i odczytać wskazania mierników,
- Wyniki pomiarów i obliczeń zanotować w tablicy 8.3.



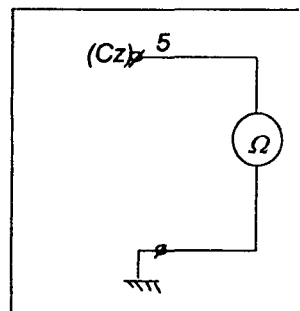
Rys. 8.13 Schemat układu do badania wskaźnika poziomu paliwa.
A - amperomierz 0÷150mA,
V - woltomierz 0÷7,5V,
R - rezystor 150Ω,

Położenie wskazówki	I (A)	U (V)	R (Ω)

8.2.1.6 Badanie czujnika poziomu paliwa

- Połączyć układ pomiarowy przedstawiony na rys.8.14,
- Ustawiając pływak w położeniach odpowiadających 0, 1/4, 1/2, 3/4, P pojemności zbiornika odczytywać i zanotować wskazania omomierza, wyniki zanotować w tablicy 8.3.1.

Rys. 8.14 Schemat układu do badania czujnika poziomu paliwa



Tablica 8.3.1

Położenie pływaka	Zmierzona rezystancja

8.2.1.7 Badanie czujnika ze wskaźnikiem poziomu paliwa

- Zewrzeć zaciski czujnika (5) i wskaźnika (6) wg rys.8.8,
- Dla położenia pływaka jak w p. 2.1.6 porównać wskazania wskaźnika,
- Zanotować przy jakim położeniu pływaka zaświeci się lampka sygnalizacyjna rezerwy paliwa.

8.2.1.8 Badanie prędkościomierza

- Połączyć miernik PMP z badanym prędkościomierzem i ustalić stałą K,
- Włączyć zasilanie miernika,
- Potencjometrem doprowadzić kolejno wskazania prędkościomierza do wartości 20, 40, 60 km/h itd,
- Odczytać i porównać wskazania miernika oraz określić wartość błęd, tablica 8.3.2.

Prędkość km/h	Wskazanie prędkościomierza km/h	Wskazanie miernika km/h
20		
40		
60		
80		
100		
120		

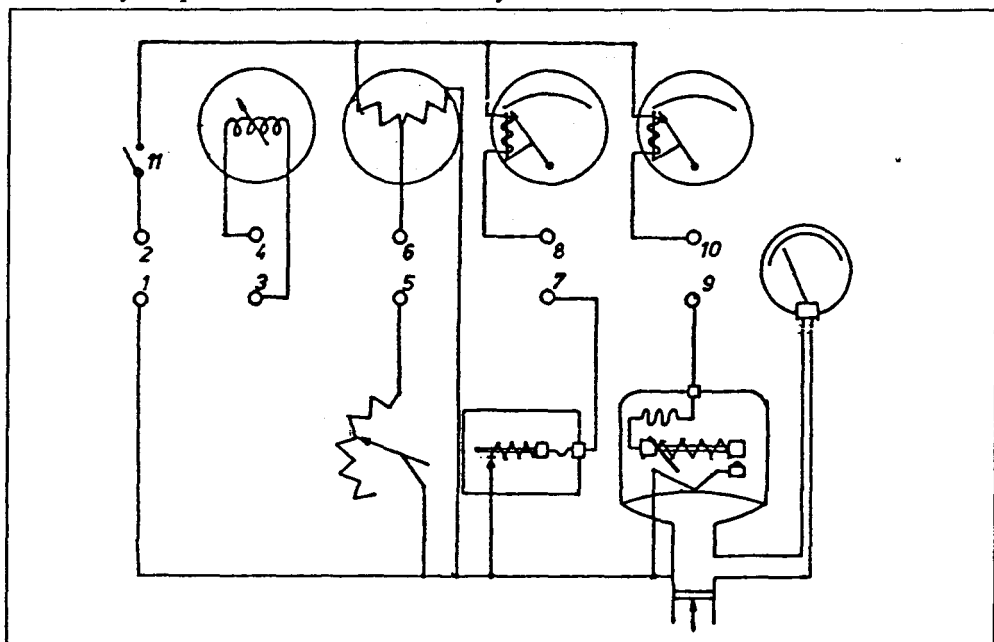
8.2.2 Aparatura kontrolno-pomiarowa samochodu ŻUK

Stanowisko do badań przedstawia rys.8.15.

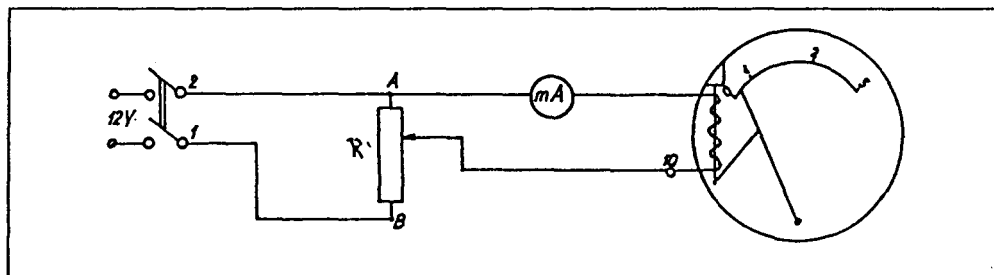
8.2.2.1 Badanie wskaźnika ciśnienia oleju WCO-1

- Połączyć układ pomiarowy przedstawiony na rys.8.16,

- Zmieniając wartość rezystancji ustawić wskazania wartości ciśnienia podane w tablicy 8.4 i odczytać prąd,
- Wyniki pomiarów zanotować w tablicy 8.4.



Rys. 8.15 Pulpit pomiarowy. 1 - zacisk (+), 2 - zacisk (-), 3,4 - zaciski amperomierza, 5 - zacisk czujnika poziomu paliwa, 6 - zacisk wskaźnika poziomu paliwa, 7 - zacisk czujnika temperatury płynu, 8 - zacisk wskaźnika temperatury płynu, 9 - zacisk czujnika ciśnienia oleju, 10 - zacisk wskaźnika ciśnienia oleju, 11 - włącznik.



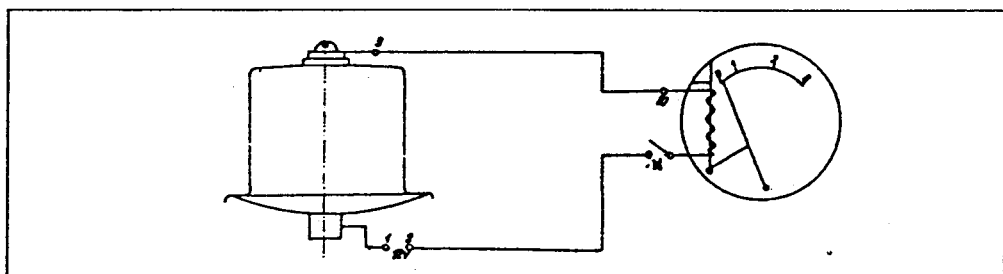
Rys. 8.16 Schemat układu do badania wskaźnika ciśnienia oleju

Tablica 8.4

Ciśnienie (MPa)	Zalecany prąd (A)	Odczytany prąd (A)
0	0.055±0.065	
0.02	0.165±0.175	
0.05	0.235±0.245	

8.2.2.2 Badanie czujnika ciśnienia oleju CCO-3 ze wskaźnikiem WCO-1

- Połączyć układ pomiarowy przedstawiony na rys. 8.17,
- Włączyć zasilanie układu,
- Zmieniając wielkość ciśnienia odczytać wskazania manometru wzorcowego dla wartości podanych w tablicy 8.5,
- Wyniki zanotować w tablicy 8.5.



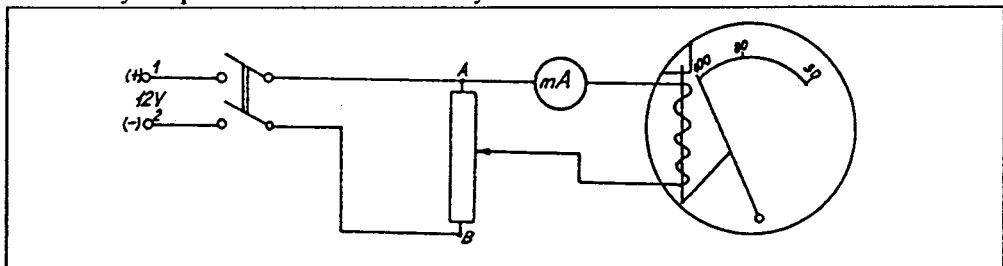
Rys. 8.17 Schemat układu do badania czujnika ze wskaźnikiem ciśnienia oleju

Tablica 8.5

Ciśnienie (MPa)	Ciśnienie zalecane (MPa)	Ciśnienie odczytane (MPa)
0	0	
0.02	0.016 ± 0.024	
0.05	0.045 ± 0.055	

8.2.2.3 Badanie wskaźnika temperatury cieczy chłodzącej WTW-11

- Połączyć układ przedstawiony na rys.8.18,
- Włączyć zasilanie i zmieniając wartość rezystancji odczytać wielkość prądu dla temperatur 353 K, 373 K (80°C i 100°C),
- Wyniki pomiarów zestawzić w tablicy 8.6.



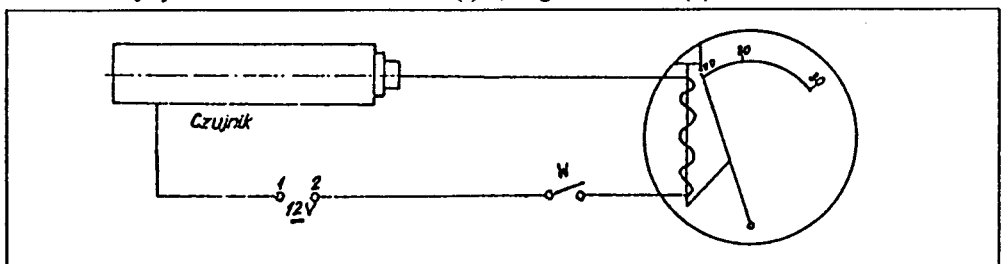
Rys. 8.18 Schemat układu do badania wskaźnika temperatury cieczy chłodzącej.

Tablica 8.6

T (K)	Zalecany prąd (A)	Odczytany prąd (A)
353	0.155 ± 0.165	
373	0.075 ± 0.085	

8.2.2.4 Badanie czujnika ze wskaźnikiem temperatury cieczy

- Połączyć układ przedstawiony na rys.8.19,
- Włączyć zasilanie stanowiska 12V (-) 1,2 i grzałki 220V (~)



Rys. 8.19 Schemat układu do badania czujnika ze wskaźnikiem temperatury cieczy chłodzącej.

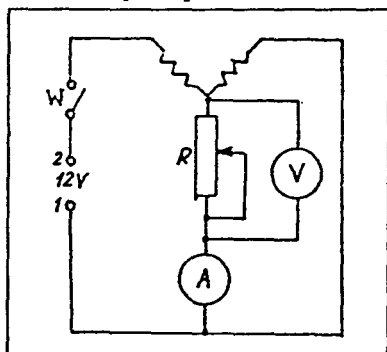
- Zmieniając temperaturę płynu chłodzącego odczytać wskazania termometru wzorcowego dla wartości podanych w tablicy 8.7,
- Wyniki pomiarów zanotować w tablicy 8.7.

Tablica 8.7

Temperatura (K)	Zalecana temperatura (K)	Odczytana temperatura (K)
353	348÷358	
373	368÷378	

8.2.2.5 Badanie wskaźnika poziomu paliwa WPP-1

- Połączyć układ przedstawiony na rys.8.20,
- Zmieniając wartość rezystancji rezystorem R ustawić wskazówkę kolejno w położeniu 0, 1/4, 1/2, P i odczytać wskazania mierników,
- Wyniki pomiarów i obliczeń zanotować w tablicy 8.8.



Rys. 8.20 Schemat układu do badania wskaźnika poziomu paliwa.

Tablica 8.8

Położenie wskazówki	Rezystancja zalecana (Ω)	I (A)	U (V)	R (Ω)
0	1÷3			
1/4	13÷15			
1/2	30÷34			
P	55÷58			

8.2.2.6 Badanie czujnika poziomu paliwa CP1a

- Ustawiając kolejno pływak w położeniu 0, 1/4, 1/2, P zmierzyć dla tych położzeń rezystancję czujnika,
- Wyniki pomiarów zanotować w tablicy 8.9.

Tablica 8.9

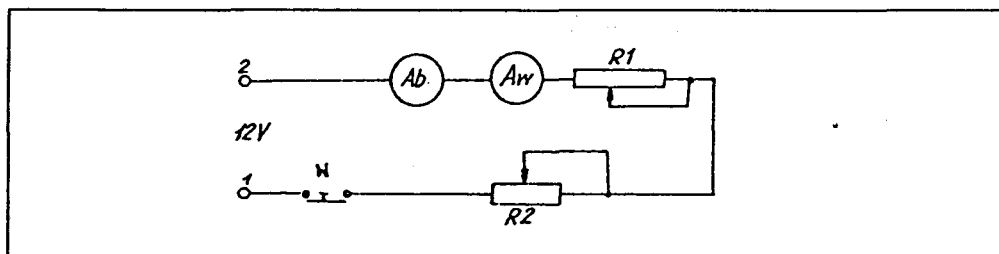
Położenie wskazówki	Rezystancja zalecana (Ω)	Rezystancja zmierzona (Ω)
0	0÷3	
1/4	13÷15	
1/2	30÷34	
P	54÷60	

8.2.2.7 Badanie czujnika ze wskaźnikiem poziomu paliwa

- Połączyć zaciski czujnika (5) i wskaźnika (6) wg rys.8.15,
- Porównać wskazania wskaźnika z odpowiednimi położeniami pływaka.

8.2.2.8 Kontrola amperomierza

- Połączyć układ przedstawiony na rys.8.21,
- Zmieniając rezystancję R1 i R2 ustawić wskazania amperomierza badanego zgodnie z tablicą 8.10 i odczytać wskazania amperomierza wzorcowego.



Rys. 8.21 Schemat układu do kontroli amperomierza

Tablica 8.10

Wskazanie amperomierza badanego (A)	Zalecany prąd (A)	Wskazanie amperomierza wzorcowego (A)
0	0	
10	8÷12	
20	17÷23	

8.2.2.9 Badanie prędkościomierza

Badanie przeprowadzić tak jak dla prędkościomierza samochodowego. Wyniki zanotować w tablicy 8.11.

Tablica 8.11

Prędkość km/h	Wskazanie prędkościomierza km/h	Wskazanie miernika km/h
20		
40		
60		
80		
100		
120		

8.3 Opracowanie wyników

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

9. KONTROLA USTAWIANIA REFLEKTORÓW I NATĘŻENIA ŚWIATEL

Cel ćwiczenia : sprawdzenie działania, regulacja oraz pomiar natężenia światła reflektorów.

9.1. Część teoretyczna:

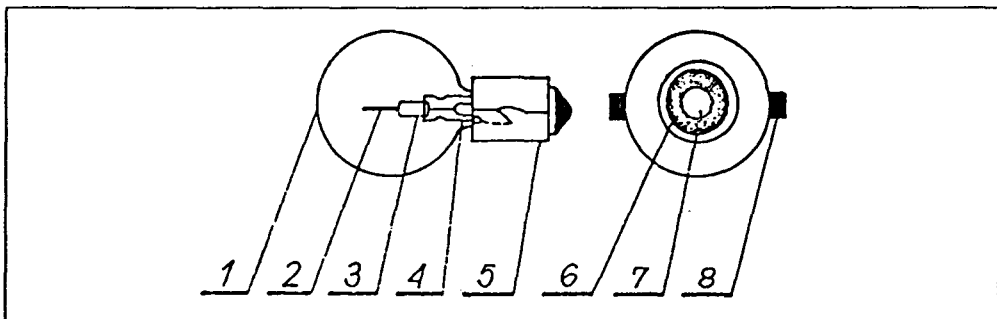
9.1.1. Podział światel zewnętrznych samochodu:

- a) oświetleniowe: drogowe, mijania, przeciwmgłowe, cofania, kierunkowe,
- b) sygnałowe: pozycyjne, postojowe, obrysowe, hamowania, kierunku jazdy, awaryjne,
- c) rozpoznawcze: tylnej tablicy rejestracyjnej, uprzywilejowania,
- d) odbłaskowe: tylne, przednie, boczne.

9.1.2 Budowa żarówki:

- a) jednożarnikowej,
- b) dwużarnikowej.

Żarówki mogą być jednożarnikowe (rys.9.1) lub dwużarnikowe (rys.9.2).

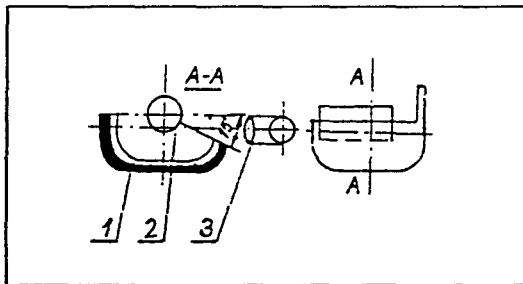


Rys.9.1 Budowa żarówki jednożarnikowej. 1 - bańka, 2 - włókno, 3 - elektroda, 4 - łopatką, 5 - trzonek, 6 - izolator, 7 - kontakt, 8 - bagnety.

Żarówka dwużarnikowa ma dwa włókna:

- światła drogowego - znajdującego się dokładnie w ognisku lustra,
- światła mijania - wysuniętego przed ognisko lustra osłoniętego od dołu przesłoną o skośnym ścięciu.

Asymetria światel mijania realizowana jest za pomocą ścięcia przesłony włókna pod kątem 15° .



Rys.9.2. Budowa żarówki dwużarnikowej.

- 1 - przesłona światła mijania,
- 2 - włókno światła mijania,
- 3 - włókno światła drogowego.

Dane stosowanych żarówek przedstawia tabela 9.1.

Typ żarówki	Napięcie znamionowe U_n	Moc znamionowa P_n		Strumień świetlny ϕ_n
	[V]	[W]		[lm]+15%
R2	6	światło drogowe	45	700
		światło mijania	40	450
R2	12	światło drogowe	45	700
		światło mijania	40	450
R2	24	światło drogowe	55	700
		światło mijania	50	450
H1	6		55	1350
H1	12		55	1550
H1	24		70	1900
H3	6		55	1050
H3	12		55	1450
H3	24		70	1750
H4	12	światło drogowe	60	1650
		światło mijania	55	1000
H4	24	światło drogowe	75	1900
		światło mijania	70	1200

9.1.3 Przyrządy do ustawienia świateł

Sprawdzaniu ustawienia reflektorów podlegają następujące światła:

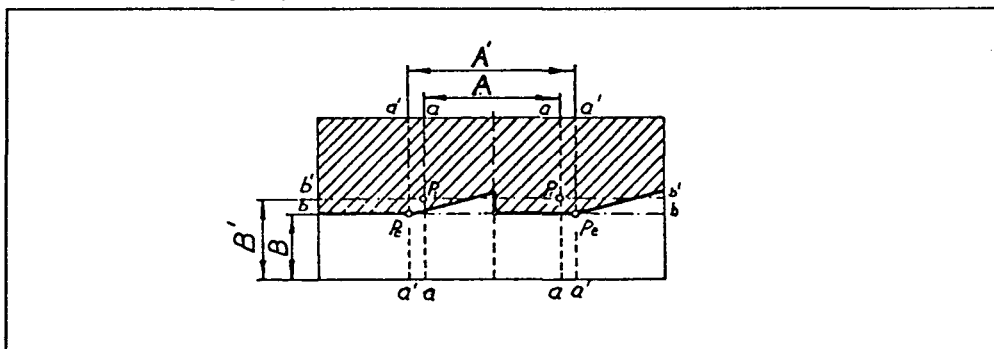
- drogowe
- mijania
- pomocnicze (przeciwmgłowe, dalekiego zasięgu, szerokostrumieniowe).

Do prawidłowego ustawienia świateł można użyć:

- ekranu kontrolnego
- przyrządów ekranowych i fotoelektrycznych.

9.1.4 Sprawdzenie ustawienia reflektorów przy użyciu ekranu kontrolnego

Schemat ekranu do regulacji świateł samochodu Fiat 125p przedstawia rys.9.3.



Rys.9.3 Schemat ekranu do regulacji świateł samochodu Fiat 125p.

a-a - rozstaw reflektorów wewnętrznych A - 740mm, a'-a' - rozstaw reflektorów zewnętrznych A' - 1076mm, b-b' - wysokość reflektorów dla samochodu nowego B=C - 80mm, b'-b' - wysokość reflektorów dla samochodu używanego B' = C - 25mm, C - wysokość środka reflektora mierzona od powierzchni, na której ustawiono samochód podczas pomiaru.

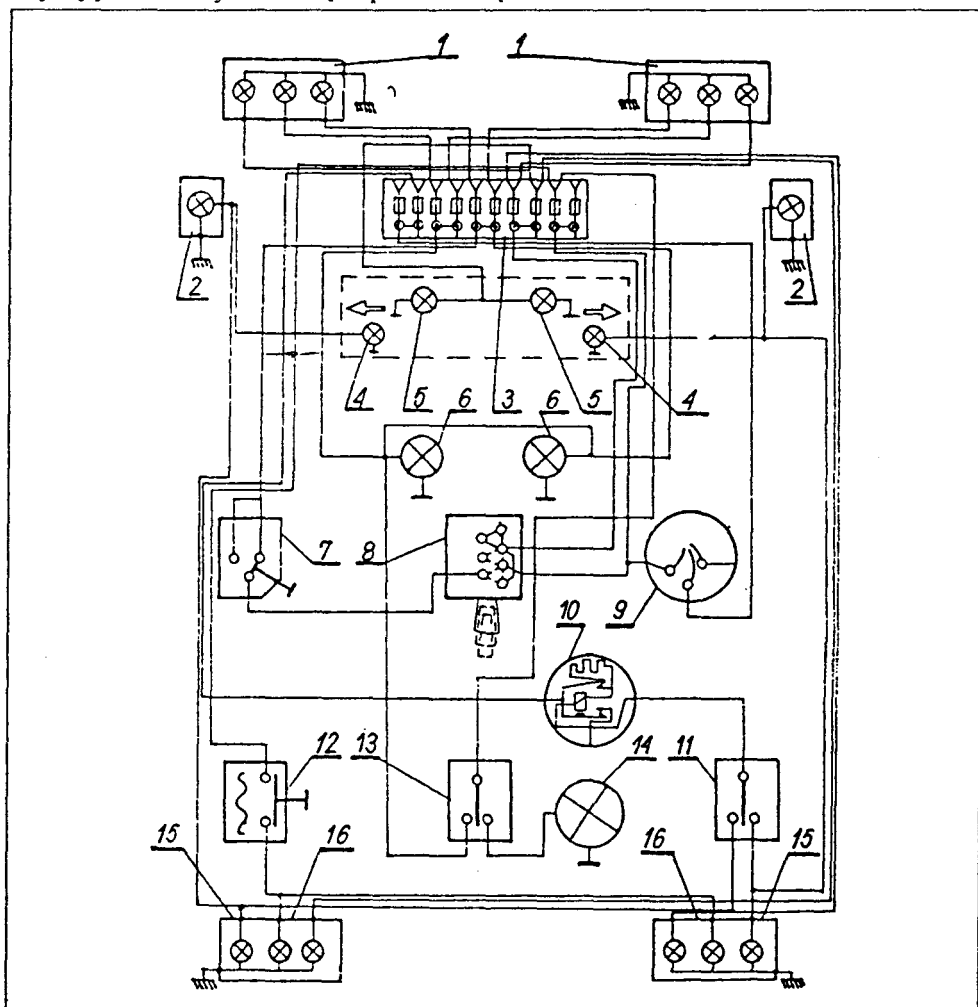
Strumień światła drogowych i mijania koryguje się przez określenie środka plamy świetlnej na ekranie kontrolnym, ustawionym pionowo i prostopadłe do osi podłużnej badanego samochodu w odległości określonej przez poszczególne firmy samochodowe.

Regulację ustawienia reflektorów przeprowadzamy w następujący sposób:

- sprawdzić ciśnienie w ogumieniu,
- sprawdzić położenie dźwigni korektora obciążenia,
- ustawić pojazd w odległości 10m od ekranu tak, aby płaszczyzna ekranu była prostopadła do osi samochodu,
- środek strumienia światła mijania powinien znajdować się w punkcie P_e ,
- środek strumienia światła drogowych powinien znajdować się w punkcie P_d .

9.1.5 Sprawdzenie ustawienia reflektorów przy użyciu przyrządów

Zasada działania przyrządów ekranowych polega na tym, że strumień światła wysyłany przez reflektor, rzutowany jest za pośrednictwem układów optycznych na matówkę lub ekran. Odczytujemy odczyt bezpośredni poprzez obserwację położenia na nim plamki świetlnej. Przyrządy fotoelektryczne służą do pomiaru natężenia światła.



Rys.9.4 Schemat instalacji oświetleniowej samochodu Żuk. 1 - reflektory, 2 - kierunkowskazy, 3 - skrzynka bezpieczników, 4 - lampki kontrolne kierunkowskazów, 5 - lampki oświetlenia wskaźników, 6 - lampka oświetlenia kabiny, 7 - przełącznik nożny światła, 8 - przełącznik główny światła, 9 - wyłącznik zapłonu, 10 - przerywacz kierunkowskazów, 11 - przełącznik kierunkowskazów, 12 - wyłącznik światła STOP, 13 - przełącznik oświetlenia kabiny, 14 - lampka oświetlenia skrzyni ładunkowej, 15 - kierunkowskazy tylne, 16 - lampy pozycyjne tylne i światła STOP.

9.2 Wykonanie pomiarów

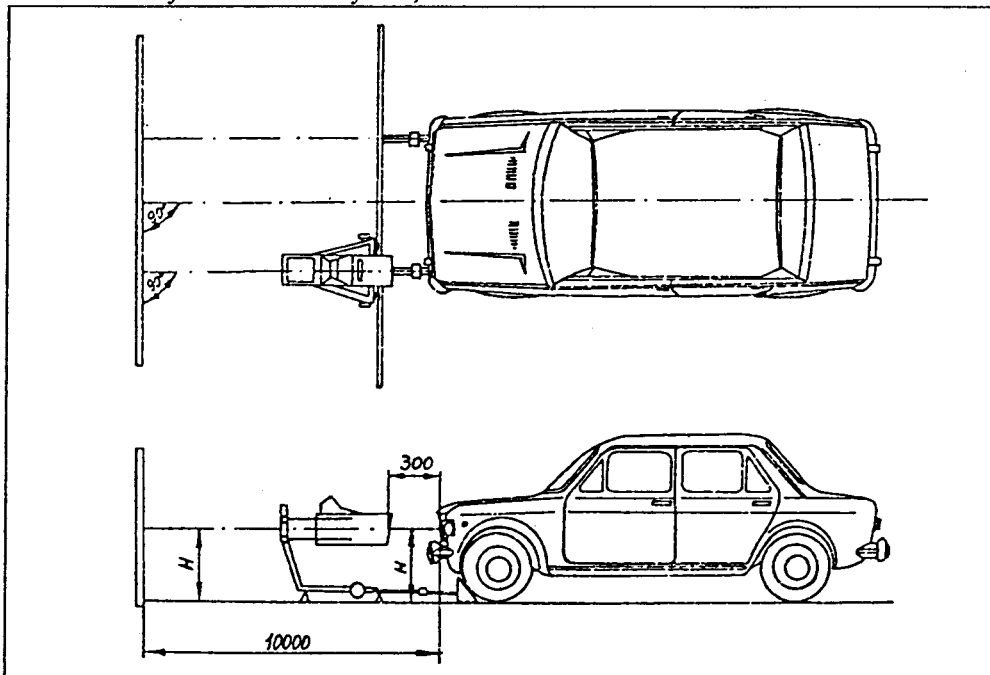
9.2.1 Wykonanie połączeń instalacji oświetleniowej samochodu Żuk

Zgodnie ze schematem (rys.9.4) wykonać połączenia elektryczne instalacji oświetleniowej. Do końca pomiaru natężenia i ustawienia świateł.

9.2.2 Sprawdzanie świateł przyrządem KS-20

a) sprawdzenie świateł

- ustawić koła samochodu do jazdy na wprost,
- ustawić długość łączników zderzaków tak, aby długość między reflektorem a przyrządem wynosiła 300 mm rys.9.5,



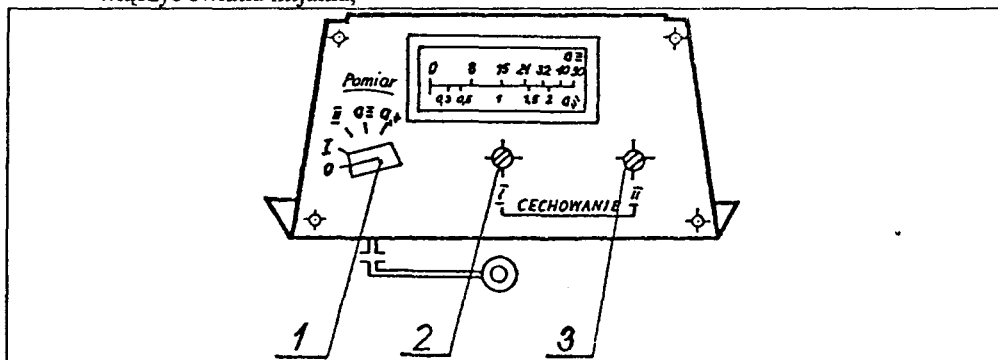
Rys.9.5 Ustawienie reflektorów przy pomocy przyrządu KS - 20.

- przesuwając urządzenie po prowadnicy i manewrując głowicą ustawić środek soczewki tak, aby jej oś pokryła się z osią badanego reflektora,
- przeprowadzić cechowanie dla I i II zakresu przyrządu (16 lx),
- włączyć światła mijania i kręcąc pokrętką bębnową doprowadzić poziomą linię na ekranie do pokrycia się z granicą światła i cienia,
- odczytać na podziałce bębna wartość w cm o jaką odchyłona jest od pionu granica światła i cienia,
- włączyć światła drogowe, pokrętkę przełącznika obrotowego ustawić w położenie "pomiar" (rys.9.6),
- pokręcając pokrętką bębnową i pokrętką przesuwu fotoelementu uzyskać maksymalne wychylenie wskazówki luksomierza,
- na podziałce bębna odczytać wartość odchylenia światła w pionie,
- odchylenie w płaszczyźnie poziomej określa wartość przesunięcia fotoelementu od punktu zerowego.

b) regulacja ustawienia świateł

- ustawić na pokrętkie bębnowym wartość obniżenia granicy światła i cienia określoną w instrukcji dla danego typu samochodu,

- włączyć światła mijania,



Rys.9.6 Ekran pomiarowy przyrządu fotoelektrycznego KS - 20.

- 1 - pokrętło przełącznika, 2 - potencjometr cechowania I, 3 - potencjometr cechowania II.

- za pomocą elementów regulacyjnych reflektora doprowadzić do zgodności położenia granicy światła i cienia z poziomą osią ekranu; w przypadku światel asymetrycznych należy również zwrócić uwagę na położenie punktu wzniosu linii odchylenia światła,
- włączyć światła drogowe,
- pokrętło bębnowe ustawić w położeniu określonym w instrukcji danego typu samochodu,
- przesunąć fotoelement w położenie "zero",
- ustawić pokrętło przełącznika obrotowego w położeniu "pomiar" (rys.9.6),
- manewrując elementami regulacyjnymi reflektora uzyskać maksymalne wychylenie wskazówki luksomierza.

c) pomiar natężenia światel drogowych i mijania

- ustawić pokrętło bębnowe w położeniu "zero",
- ustawić pokrętło przełącznika w położeniu "pomiar",
- włączyć światła drogowe,
- odczytać na górnej podziałce miernika luksomierza wartość natężenia światel,
- następnie ustawić pokrętło bębnowe w położeniu "góra 10",
- ustawić pokrętło przełącznika obrotowego w położeniu "pomiar" (rys.9.6),
- fotoelement ustawić za pomocą pokrętła w lewym skrajnym położeniu,
- włączyć światła mijania,
- odczytać na dolnej podziałce luksomierza wartość natężenia światła.

9.2.3 Sprawdzenie światel przyrządem KS-30

Urządzenie KS-30 składa się z trzech elementów:

- głowicy pomiarowej,
- projektora ze wspornikiem,
- wspornika głowicy pomiarowej.

Głowica pomiarowa wykonana jest w formie przenośnej kasety. W przedniej części kasety znajduje się soczewka skupiająca, w tylnej części zabudowana jest matówka. Soczewka i matówka osłonięte są pokrywami z tym, że osłony soczewki wykonane są w formie drzwiczek stanowiących po otwarciu zderzaki do opierania głowicy o kontrolowany reflektor. Na matówce naniesione są współrzędne pionowe i poziome oraz linie ustalające tolerancje w położeniu granicy światła i cienia. Z prawej strony matówki znajduje się poziomica, dwa przyciski (pomiar i cechowanie układu). W przedniej części projektora znajduje się obiektyw, w tylnej żarówka halogenowa.

a) bazowanie urządzenia

- wybrać powierzchnię drogi, na której nierówności powierzchni nie przekraczają 3cm,
- ustawić wspornik z włożoną na niego głowicą pomiarową do kierunku nadjeżdżają-

cych pojazdów, w miejscu odpowiadającym ich przedniej osi około 1,2 m od pobocza drogi,

- projektor ze wspornikiem ustawić na wprost głowicy w odległości około 2,5 m,
- podłączyć projektor z akumulatorem,
- wyregulować ostrość płamy światła na ekranie i ustawić górną poziomą krawędź z kreską na ekranie,
- unieruchomić projektor na wsporniku i wkręcić do oporu obiektyw,
- otworzyć drzwiczki odsłaniając soczewkę głowicy i regulować pokrętkiem wspornika głowicy do pokrycia obrazu diagramu z poziomą współrzędną,
- w celu zachowania równoległego ustawienia głowicy przeprowadzić korekcję poziomą.

b) kontrola świateł

- zatrzymać pojazd przednią osią nad miejscem bazowania,
- włączyć światła mijania i oprzeć urządzenie drzwiczkami o ramę lub szkło kontrolowanego reflektora przy zachowaniu poziomu,
- sprawdzić czy granica światła i cienia znajduje się w polu tolerancji (między dwoma czerwonymi kreskami),
- kontrolę świateł drogowych przeprowadzamy analogicznie.

c) kontrola natężenia świateł

- sprawdzić cechowanie przyrządu,
- po wypoziomowaniu włączyć światła a następnie odczytać wartość natężenia świateł.

Uwaga: Przed wykonaniem pomiarów sprawdzić cechowanie luksomierza. W tym celu naciskamy przycisk - cechowanie - przyrząd powinien wskazywać 20 lx.

Przy niespełnieniu tego warunku regulujemy położenie wskazówki pokrętkiem potencjometru.

9.3 Opracowanie wyników

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

10. BADANIE PRĄDNIC, ROZRUSZNIKÓW, UKŁADÓW ZAPŁONOWYCH NA STANOWISKU ELKON SUPER - 3.

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów ze stanowiskiem badawczym ELKON SUPER - 3 i metodyką pomiarów wykonywanych na tym urządzeniu.

10.1. Część teoretyczna.

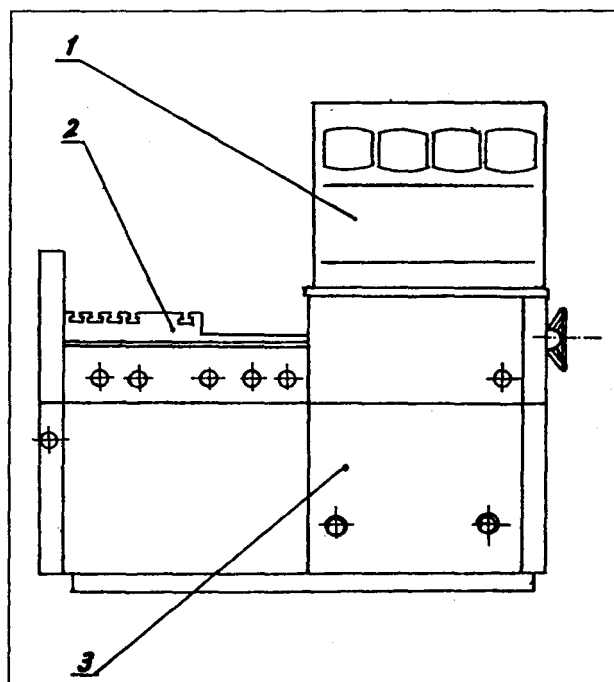
Elektryczne stanowisko badawcze typu ELKON SUPER - 3 stosowane jest do badania wyposażenia elektrycznego pojazdów. Obiektami badań mogą być:

- prądnice prądu stałego,
- prądnice prądu przemiennego - alternatory,
- rozruszniki,
- aparaty zapłonowe,
- akumulatory.

10.1.1. Budowa urządzenia.

Stanowisko ELKON SUPER - 3 (Rys 10.1) składa się z :

- pulpitu pomiarowego,
- stołu do mocowania badanych urządzeń,
- osprzętu.

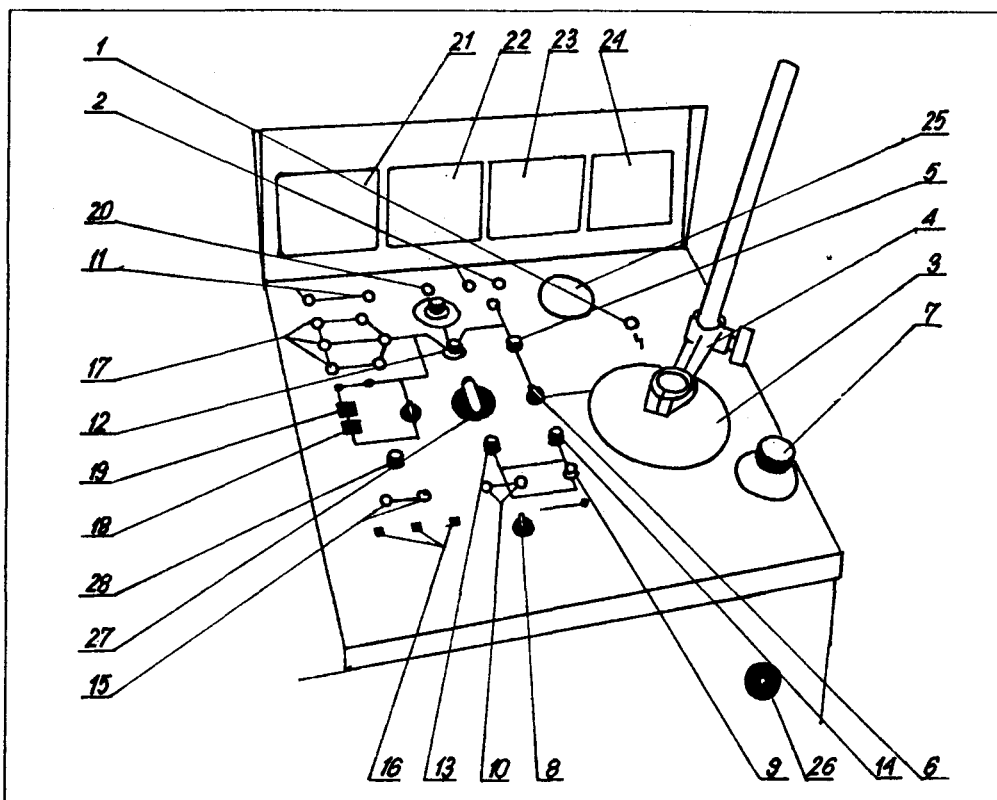


Rys.10.1. Urządzenie ELKON SUPER - 3.

- 1 - pulpit pomiarowy,
- 2 - stół do mocowania badanych urządzeń,
- 3 - dodatkowe wyposażenie.

10.2. Wykonanie pomiarów.

Przed przystąpieniem do pomiarów należy przełącznik (12) ustawić w położeniu umożliwiającym odpowiedni rodzaj badań (Rys 10.2).



Rys. 10.2. Pulpit pomiarowy.

1 - gniazdo wysokiego napięcia, 2 - gniazdo niskiego napięcia, 3 - tarcza do pomiaru kąta wyprzedzenia zapłonu, 4 - ramię do mocowania aparatu zapłonowego, 5 - regulator prędkości kątowej, 6 - przełącznik zmiany kierunku wirowania, 7 - regulator zmiany podciśnienia, 8 - wyłącznik sieciowy, 9 - gniazdo do podłączenia instalacji samochodowej, 10 - zaciski woltomierza, 11 - zaciski amperomierza, 12 - przełącznik rodzaju pracy, 13 - przełącznik zakresu napięcia, 14 - przełącznik zakresu prędkości kątowej, 15 - gniazda do badania diod, 16 - przyciski do pomiaru prądu, 17 - gniazda do badania prądnic prądu stałego i przemiennego, 18 - przycisk włączający układ napędowy, 19 - przycisk wyłączający układ napędowy, 20 - gniazdo wyłącznika elektromagnetycznego, 21 - miernik prędkości kątowej, 22 - amperomierz, 23 - woltomierz, 24 - miernik do pomiaru momentu obrotowego, 25 - wakuometr, 26 - pokrętko opornika, 27 - przełącznik napięcia zasilania, 28 - przełącznik biegunowości diod.

10.2.1. Badanie prądnic prądu stałego.

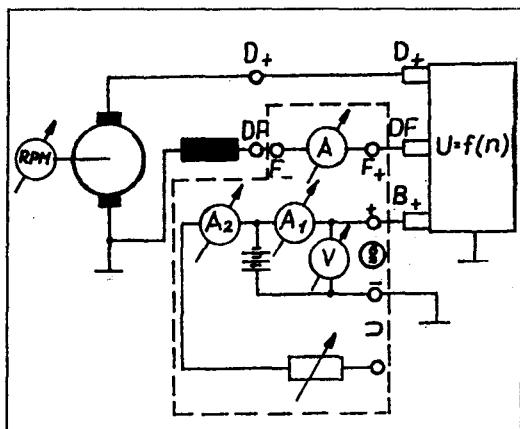
10.2.1.a. Warunki badań.

Za pomocą urządzenia możemy badać prądnice prądu stałego i zmiennego o napięciu znamionowym 6, 12 i 24V. Przed przystąpieniem do badań należy ustalić:

- prędkość kątową badanej prądnicy, odpowiadającą maksymalnej mocy,
- średnicę koła pasowego prądnicy.

10.2.1.b. Kontrola sprawności znamionowej.

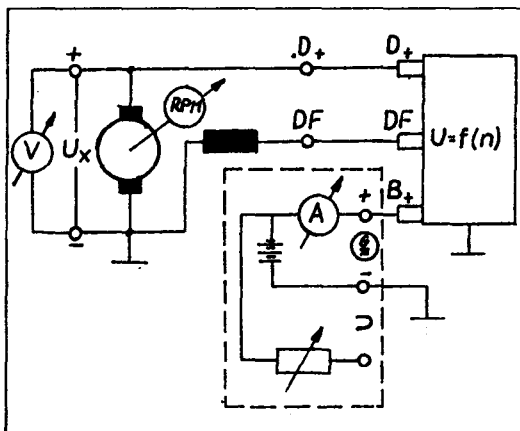
- zestawić układ połączeń wg rys. 10.3,
- ustalić odpowiedni zakres pomiarowy woltomierza i obrotomierza,
- uruchomić silnik napędowy prądnicy ustalając właściwy kierunek prędkości kątowej,
- ustawić żadaną wartość prędkości obrotowej,
- rezystorem obciążenia (26) nastawić prąd znamionowy prądnicy,
- odczytać wartość napięcia,



Rys.10.3. Schemat układu pomiarowego do badania sprawności prądnicy prądu stałego współpracującej z regulatorem napięcia.

- w przypadku braku wskazań przyrządów połączyć układ wg rys. 10.4,
- ponownie nastawić wartość prądu obciążenia,
- zewrzeć punkty $D \div \rightarrow DF$,
- odczytać wartość napięcia.

Jeżeli napięcie nie jest regulowane, to uszkodzenie występuje w regulatorze napięcia.



Rys.10.4. Schemat układu pomiarowego do badania prądnicy prądu stałego.

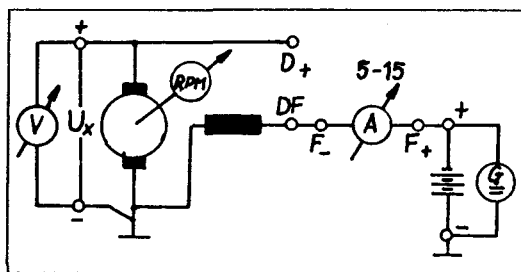
10.2.1.c. Sporządzenie charakterystyki magnesowania.

A. Charakterystyka biegu jałowego prądnicy $U = f(n)$.

- zestawić układ połączeń wg rys. 10.5,
- podłączyć do uzwojenia wzbudzenia prądnicy znamionowe napięcie zasilania,
- wcisnąć przyciski oznaczone 5 - 15 A (16 Rys. 10.2),
- odczytać na amperomierzu wartość prądu,
- zwiększać prędkość kątową w zakresie $0 \div n_{\max}$ odczytując wartości napięcia i prędkości kątowej,
- wyniki przedstawić na wykresie $U = f(n)$.

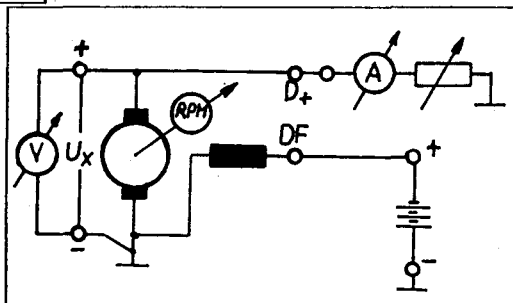
B. Charakterystyka obciążenia $U = f(n)$ przy $I = \text{const.}$

- zestawić układ wg rys. 10.6,
- zwiększać prędkość kątową od 0 do $n_{\max}$,
- dla poszczególnych prędkości kątowych nastawiać prąd obciążenia i odczytać wartości napięcia i prędkości kątowej,
- wyniki przedstawić na wykresie $U = f(n)$ przy $I = \text{const.}$



Rys. 10.5. Schemat układu pomiarowego do badania prądnicy prądu stałego przy biegu jałowym.

Rys. 10.6. Schemat układu pomiarowego do badania prądnicy prądu stałego przy obciążeniu.



10.2.1.d. Badanie wyłącznika samoczynnego regulatora zespolonego.

- zestawić układ połączeń wg rys. 10.3. (przełącznik napięcia zasilania w położeniu zerowym).
- zwiększać prędkość kątową prądnicy, obserwując przy tym wskazanie woltomierza,
- po ustaleniu wskazań odczytać wartość napięcia włączania,
- przy zwiększaniu prędkości kątowej, aż do wartości znamionowej woltomierz wskazuje wartość napięcia regulowanego.

10.2.1.e. Współpraca prądnicy z regulatorem oraz badanie ogranicznika prądu.

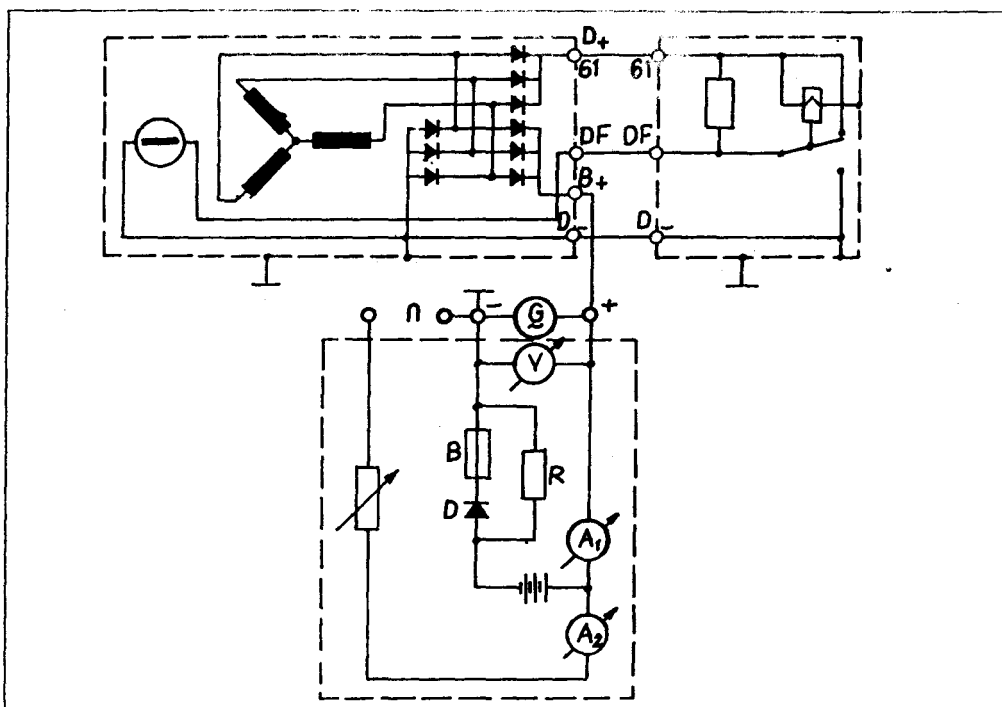
- zestawić układ połączeń wg rys. 10.3,
- ustawić znamionową prędkość kątową prądnicy,
- rezystorem regulacyjnym (26) ustawić znamionowe obciążenie prądnicy,
- odczytać wartość napięcia regulowanego prądnicy,
- zwiększyć rezystorem obciążenie aż do wartości dopuszczalnej,
- obserwować woltomierz - napięcie powinno obniżyć się; świadczy to o zadziałaniu ogranicznika prądu,
- ustawić 1/4 obciążenia znamionowego prądnicy,
- zmniejszyć prędkość kątową prądnicy, aż nastąpi zmiana kierunku prądu,
- odczytać wartość maksymalną prądu zwrotnego.

10.2.2. Badanie alternatorów.

Połączyć układ wg rys. 10.7. Program badań jest podobny jak przy badaniu prądnicy prądu stałego.

10.2.2.a. Badanie diod alternatora.

- połączyć prądnicę z zachowaniem właściwej biegunowości do gniazd (15 rys. 10.2),
- przełącznik biegunowości diod (28) ustawić w położeniu przewodzenia - I_p ,
- określić położenie wskazówki amperomierza (powinna ona znajdować się w polu zielonym oznaczonym I_p),
- przełącznik biegunowości diod ustawić w położeniu zaporowym I_R ,
- określić położenie wskazówki amperomierza (powinna ona znajdować się w polu zielonym oznaczonym I_R),
- na podstawie wyników badań określić stan techniczny diod.



Rys. 10.7. Schemat układu pomiarowego do badania alternatora.

10.2.3. Badanie rozrusznika.

Na stanowisku mogą być badane rozruszniki o napięciach znamionowych 6, 12, 24 V.

10.2.3.a. Pomiar napięcia włączania i wyłączania elektromagnetycznego wyłącznika rozrusznika.

- połączyć układ wg rys. 10.8,
- zmieniać wartość rezystancji, aż do momentu zadziałania wyłącznika elektromagnetycznego,
- odczytać wartość napięcia włączania,
- regulować opornikiem obciążenie, aż do momentu wyłączenia wyłącznika,
- odczytać napięcie wyłączania.

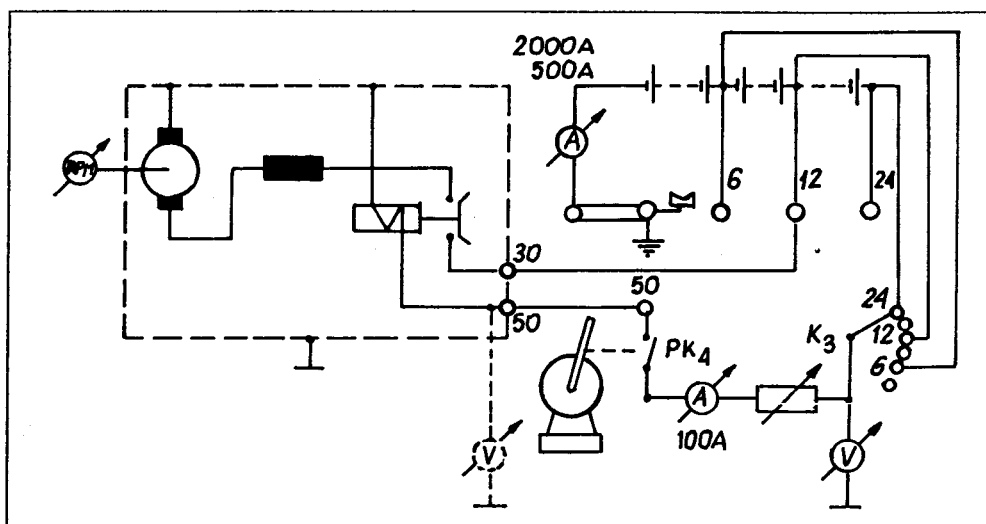
10.2.3.b. Kontrola rozrusznika na podstawie porównania jego charakterystyk.

A. Charakterystyka biegu jałowego.

- połączyć układ wg rys. 10.8,
- z charakterystyk badanego rozrusznika $n = f(I)$ wybrać punkt pracy biegu jałowego,
- uruchomić rozrusznik dźwignią hamulca,
- odczytać prędkość kątową i pobór prądu.

B. Charakterystyka obciążenia.

- na charakterystyce $M = f(I)$ należy wybrać punkt pracy, w którym prąd jest bliski wartości odpowiadającej maksymalnej mocy (charakterystyka $P = f(I)$),
- uruchomić rozrusznik i obciążać hamulcem aż do zatrzymania,
- dla kilku punktów odczytać wskazania mierników i wykreślić charakterystyki $M = f(I)$, $P = f(I)$.



Rys.10.8. Schemat układu pomiarowego do badania rozrusznika.

10.2.4. Kontrola układu zapłonowego.

10.2.4.a. Kontrola przerywacza.

- połączyć układ wg rys. 10.9,
- ustawić odpowiednią przerwę na iskierniku,
- zdjąć pokrywę rozdzielacza zapłonu,
- przełącznikiem zmiany kierunku prędkości kątowej (6) oraz pokrętelem zmiany prędkości kątowej (5) uruchomić napęd aparatu zapłonowego,
- odczytać z obrotowej skali kątowej umieszczonej pod rozdzielaczem zapłonu wartość kąta zwarcia,
- po nastawieniu właściwej wartości kąta zwarcia zapłonu zwiększać prędkość kątową uwzględniając dopuszczalną wartość maksymalną prędkości kątowej rozdzielacza zapłonu,
- obserwować kąt zwarcia.

10.2.4.b. Kontrola charakterystyk regulatorów odśrodkowego i podciśnieniowego.

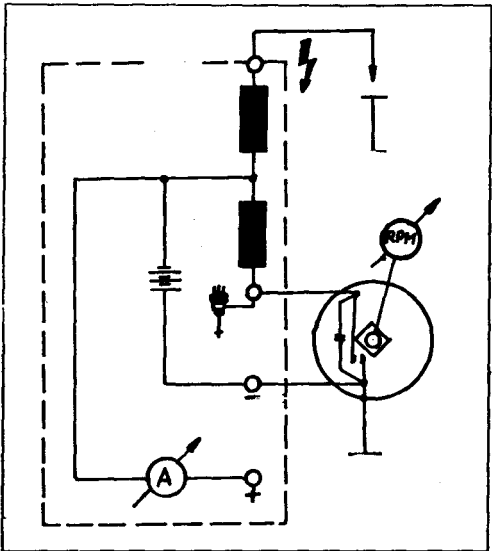
A. Charakterystyka regulatora odśrodkowego.

- połączyć układ wg rys. 10.9,
- uruchomić napęd aparatu zapłonowego i ustawić minimalną wartość prędkości kątowej,
- zwiększając prędkość kątową odczytać wartość kąta wyprzedzenia zapłonu - KWZ,
- wykreślić charakterystykę KWZ w funkcji prędkości kątowej.

B. Charakterystyka regulatora podciśnieniowego.

- połączyć układ wg rys. 10.9,
- uruchomić napęd aparatu zapłonowego i ustawić prędkość kątową, przy której nie działa regulator odśrodkowy,
- połączyć regulator z pompką próżniową,
- obracając pokrętelem (7) - zwiększać stopniowo podciśnienie,
- odczytać wskazania wakuometru oraz wartość KWZ,
- wykreślić charakterystykę KWZ w funkcji podciśnienia.

Rys.10.9. Schemat układu pomiarowego do badania aparatu zapłonowego.



10.3. Opracowanie wyników.

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

11. BADANIA DIAGNOSTYCZNE UKŁADU ZAPŁONOWEGO.

Cel ćwiczenia: Sprawdzenie poprawnego działania układu zapłonowego i zapoznanie się z badaniem przeprowadzonym na zestawie diagnostycznym ZD-2, przyrządzie diagnostycznym SUS-9

11.1. Część teoretyczna.

11.1.1. Parametry regulacyjne układu zapłonowego.

W celu sprawdzenia stanu i działania układu zapłonowego należy dokonać kontroli następujących parametrów regulacyjnych:

- wartość wysokiego napięcia,
- kąt zwarcia styków przerywacza,
- przebieg charakterystyki regulatora odśrodkowego,
- przebieg charakterystyki regulatora podciśnieniowego,
- przerwa na elektrodach świec zapłonowych,
- wartość cieplna świec zapłonowych,
- pojemność kondensatora i przewodów,
- rezystancja opornika przeciwzakłócenieniowego

Wartość kąta zwarcia styków przerywacza jest ściśle związana z odległością między stykami przerywacza. Regulacji kąta zwarcia styków dokonuje się przez zmianę odległości między stykami. Za mała odległość styków powoduje trudności związane z rozruchem oraz nieregularną pracą silnika. Za duża odległość styków powoduje nieregularność pracy przy wyższych prędkościach katowych silnika oraz zwiększenie wyprzedzenia zapłonu.

Eksploatacyjna zmiana charakterystyk sprężynek ciężarków regulatora odśrodkowego powoduje niekontrolowaną zmianę kąta wyprzedzenia zapłonu.

Nieszczelność regulatora podciśnieniowego powoduje zmianę kąta wyprzedzenia zapłonu - przy wzroście obciążenia silnika maleje w mniejszym stopniu niż przy sprawnym regulatorze. Brak oddziaływania regulatora podciśnieniowego utrudnia rozruch i pracę na wolnych obrotach.

Jeżeli przerwa na elektrodach świec zapłonowych jest za duża występuje nieregularność pracy silnika spowodowana "wypadaniem" z pracy zapłonu. Jeżeli przerwa jest za mała występuje zanieczyszczenie się świec olejem i powstawanie zwarc między elektrodami. Różnice długości przerwy na elektrodach świec zapłonowych w poszczególnych cylindrach są przyczyną nierównomierności pracy silnika. We wszystkich wspomnianych przypadkach można zauważyć spadek mocy silnika i wzrost zużycia paliwa.

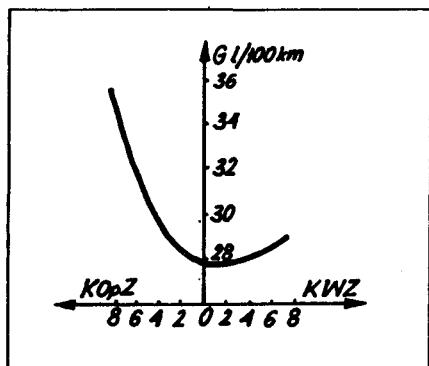
Wartość cieplna wyższa niż zalecana powoduje zanieczyszczanie się świec, które nie osiągają temperatury samooczyszczania. Przy wartości cieplnej niższej niż zalecana występują przedwczesne zapłony wskutek nadmiernego nagrzewania się świec.

Przy przerwie w przewodzie kondensatora występuje iskrzenie pomiędzy stykami przerywacza. W razie zwarcia lub zawilgocenia kondensatora występuje brak iskrzenia między elektrodami świec zapłonowych.

Uszkodzenie opornika przeciwzakłócenieniowego uniemożliwia dopływ prądu wysokiego napięcia do świecy zapłonowej oraz wywołuje zakłócenia radioelektryczne, utrudniające odbiór radiowy w samochodzie.

Zbyt duży KWZ powoduje zmniejszenie mocy silnika tendencje do przeciwnego obrotu wału korbowego podczas rozruchu silnika oraz spalanie stukowe. Za mały KWZ powoduje ob-

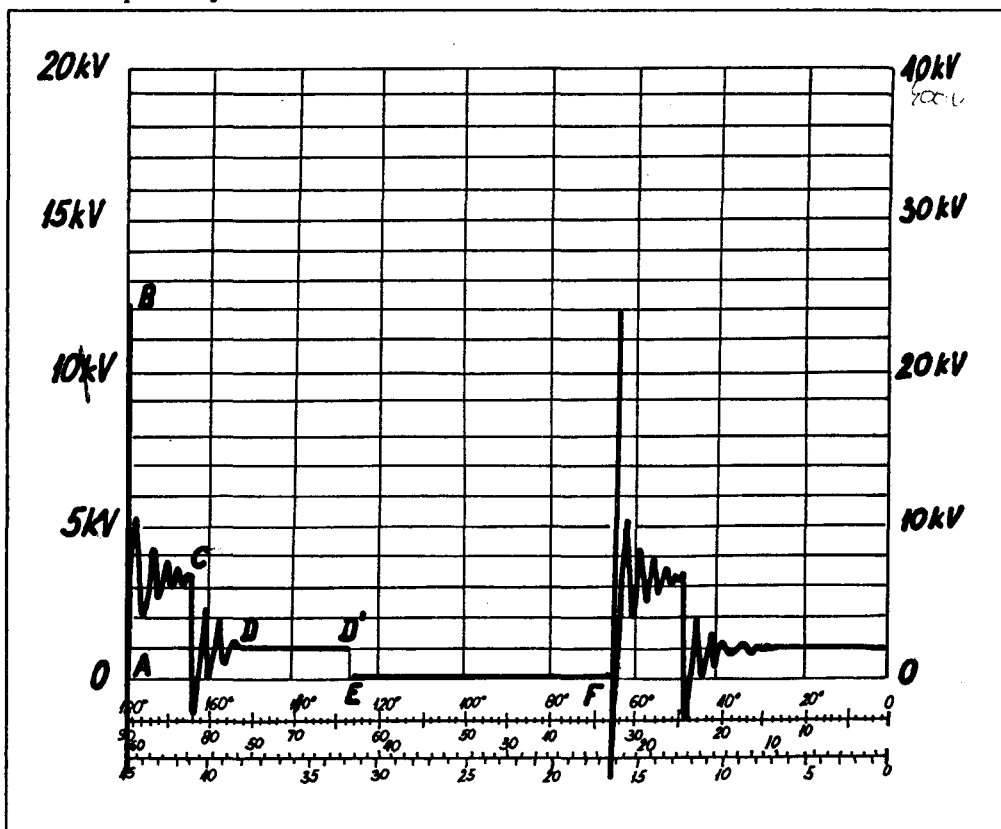
niżenie szczytowego ciśnienia spalania, spalanie mieszanki podczas suwu rozprężania, obniżenie mocy oraz zwiększenie zużycia paliwa (rys. 11.1).



Rys. 11.1. Wykres zmiany zużycia paliwa w funkcji kąta ustawienia zapłonu:
KOpZ - kąt opóźnienia zapłonu po ZZ,
KWZ - kąt wyprzedzenia zapłonu przed ZZ.

11.1.2. Przebieg napięcia pierwotnego i wtórnego obwodu zapłonowego.

Przebieg napięcia pierwotnego obwodu zapłonowego można podzielić na trzy odcinki (rys. 11.2)
a) odcinek działania iskry - charakteryzuje się szybko rosnącym a następnie gasnącym drganiem o dużej częstotliwości. Zaczyna się on w pkt. A odpowiadającym momentowi rozwarcia styków przerywacza. Pionowy wzrost od A do B i zanikające drgania, które następują po tym szczycie napięcia, powstają przez udarowe naładowanie kondensatora i po tym następującą cykliczną wymianę energii między kondensatorem i indukcyjnością uzwojenia pierwotnego cewki zapłonowej.



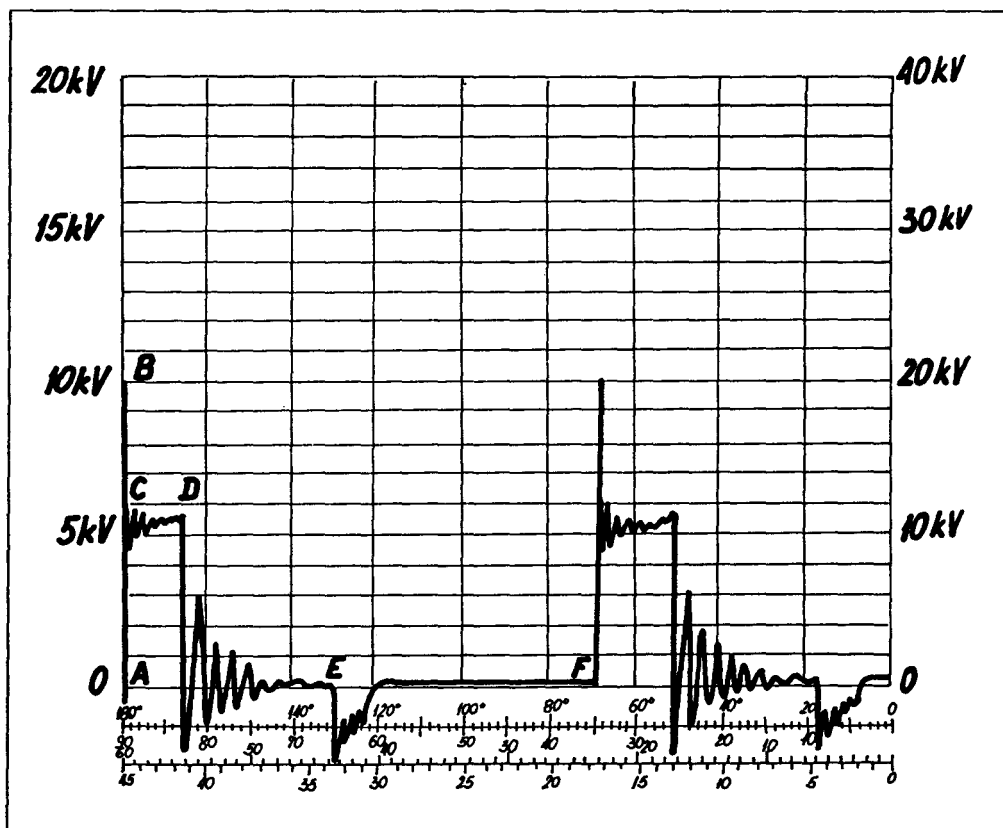
Rys. 11.2. Oscylogram obwodu pierwotnego.

b) odcinek przejściowy - zaczyna się w punkcie C w momencie przerywania iskry. Stanowi on szereg następujących po sobie zanikających drgań.

c) odcinek zwarcia - rozpoczyna się w punkcie D w momencie, w którym zwierają się styki przerywacza. Jest to pionowa linia skierowana do dołu od punktu D do E. Odcinek zwarcia przedstawia sobą linię poziomą od punktu E do punktu F.

Przebieg napięcia wtórnego obwodu zapłonowego przedstawiony na rys. 11.3 dzieli się na trzy odcinki:

a) odcinek działania iskry - na początku odcinka powstaje iskra na świecy zapłonowej. Przebieg zaczyna się w punkcie A linią pionową, która obrazuje napięcie zapłonu. Linia ta kończy się w punkcie B. Po przeskoku iskry do utrzymania jej niezbędne jest znacznie niższe napięcie gdyż sama iskra tworzy przewodzący mostek. Przedstawione jest to linią od punktu C do D. Wysokość tej linii za linią iskry odzwierciedla napięcie iskry. W punkcie D następuje zanik iskry, gdyż energia cewki nie jest już wystarczająca, aby dalej utrzymać iskrzenie.



Rys.11.3. Oscylogram obwodu wtórnego.

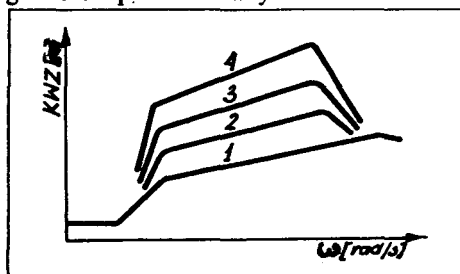
b) odcinek przejściowy - trwa od punktu D do E. Drgania powstają na skutek wymiany pozostałej energii cewki zapłonowej między cewką i kondensatorem.

c) odcinek zwarcia - zaczyna się w momencie zwarcia styków w punkcie E. W punkcie F styki przerywacza rozwierają się i zaczyna się cykl zapłonu następnego cylindra.

11.1.3. Charakterystyki wyprzedzenia zapłonu.

Czas spalania mieszanki paliwowo - powietrznej wynosi zwykle kilka milisekund. Dlatego aby przy każdej prędkości kątowej wału korbowego silnika maksimum ciśnienia wypadało

kilka stopni po zwrocie zewnętrznym, konieczne jest zwiększenie wyprzedzenia zapłonu w miarę wzrostu prędkości kątowej silnika. Ponadto w pewnych stanach pracy silnika (np. przy częściowym obciążeniu) trudniejsze są warunki zapłonu mieszanki, spalanie przebiega wolniej. Wówczas kąt wyprzedzenia zapłonu w funkcji obciążenia silnika musi zostać zwiększony. Zadanie to spełniają regulatory: odśrodkowy i podciśnieniowy. Charakterystykę działania tych regulatorów przedstawia rys. 11.4.



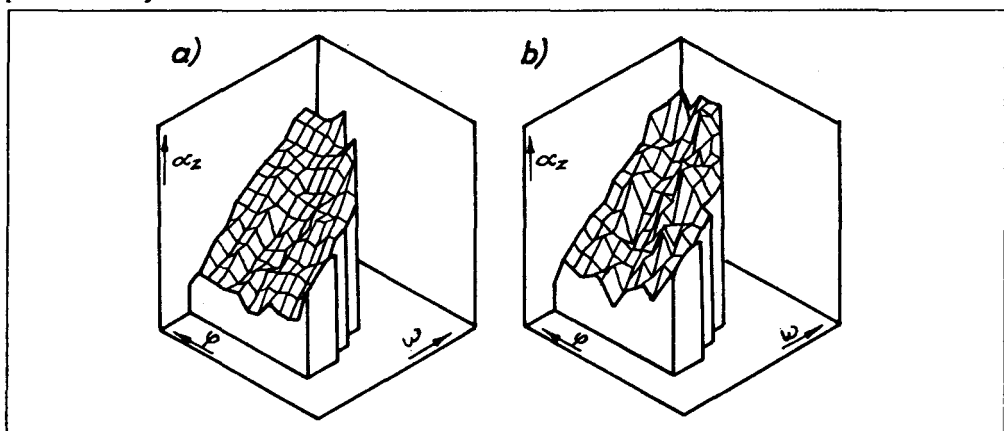
Rys. 11.4. Zależność wyprzedzenia zapłonu od:

- 1 - prędkości kątowej silnika przy pełnym obciążeniu,
- 2 - prędkości kątowej silnika przy 3/4 obciążenia,
- 3 - prędkości kątowej silnika przy 1/2 obciążenia,
- 4 - prędkości kątowej silnika przy 1/4 obciążenia.

Charakterystyki regulacyjne są dobierane w taki sposób, aby przy każdej prędkości obrotowej i przy każdym obciążeniu uzyskać najkorzystniejszy kąt wyprzedzenia zapłonu tzn. aby silnik rozwijał największą moc przy możliwie najmniejszym zużyciu paliwa, jednakże bez wystąpienia spalania stukowego. Charakterystyki w przestrzennym układzie współrzędnych przy dwóch kryteriach optymalizacji:

- kryterium maksymalizacji mocy silnika,
- kryterium minimalizacji toksyczności spalin

przedstawia rys. 11.5.



Rys. 11.5. Optymalne charakterystyki wyprzedzenia zapłonu: a) kryterium: maksimum mocy, b) minimalna toksyczność spalin;

α_z - kąt wyprzedzenia zapłonu, ϕ - stopień otwarcia przepustnicy, ω - prędkość kątowa wału korbowego.

11.2.2. Wykonanie pomiarów.

11.2.2.1. Badanie układu zapłonowego za pomocą zestawu diagnostycznego ZD-2.

Opis stanowiska.

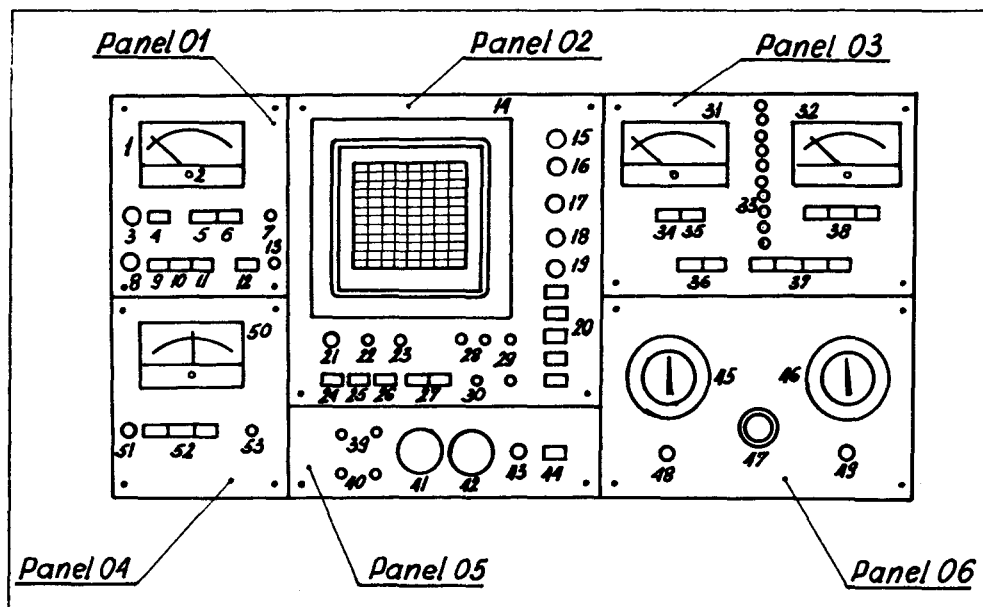
Diagnoskop ZD-2 składa się z sześciu paneli funkcjonalnych. Pozwala on na pomiar następujących parametrów silnika:

- 1) **panel 01:** pomiar pojemności kondensatora, pomiar rezystancji, pomiar czystości styków przerywacza, pomiar napięcia i prądu,
- 2) **panel 02:** obserwacje na oscyloskopie przebiegów napięcia pierwotnego i wtórnego w układzie kolejno, nałożone, raster i wnioskowanie o stanie układu zapłonowego oraz pomiar kąta zwarcia styków przerywacza i napięcia wtórnego,

- 3) **panel 03:** pomiar kąta zwarcia styków przerywacza, pomiar prędkości kątowej, test kontrolny mocy cylindrów,
 4) **panel 04:** analiza spalin,
 5) **panel 05:** stanowi zespół wejściowy,
 6) **panel 06:** pomiar ciśnienia i podciśnienia,

Widok płyty czołowej urządzenia przedstawiony jest na rys. 11.6.

Przed przystąpieniem do pomiarów podłączyć urządzenie do sieci 220V, wcisnąć włącznik główny 44 (panel 05). Włączenie sygnalizuje lampka 43.



Rys. 11.6. Płyta czołowa diagnostyku ZD-2: 1 - miernik wielofunkcyjny, 2 - korektor, 3 - przycisk "pomiar", 4 - przycisk pomiaru pojemności, 5, 6 - przyciski pomocnicze, 7 - potencjometr "kalibrowanie", 8 - przycisk "czułość", 9, 10, 11 - przyciski woltomierza, 12 - przycisk amperomierza, 13 - przycisk "silnik STOP", 14 - oscyloskop, 15 - potencjometr przesunięcia poziomego, 16 - potencjometr ostrości, 17 - potencjometr przesunięcia pionowego, 18 - potencjometr synchronizacji, 19 - potencjometr szerokości, 20 - przyciski zakresu szerokości, 21 - przycisk "20kV", 22 - potencjometr amplitudy, 23 - potencjometr rodzaju obrazu, 24 - przycisk "kalibrowanie", 25 - przycisk badania alternatora, 26 - przycisk WN, 27 - przyciski zakresu WN; 28, 29 - gniazda wtykowe, 30 - przycisk WN, 31 - miernik MKZ i MKWZ, 32 - miernik prędkości kątowej, 33 - wyłącznik cylindrów, 34 - przycisk MKZ, 35 - przycisk MKWZ, 36 - przyciski rodzaju silnika, 37 - przyciski ilości cylindrów, 38 - przyciski zakresu prędkości kątowej, 39 - gniazda RC, 40 - gniazda amperomierza, 41 - gniazdo stykowe sond pomiarowych, 42 - gniazdo lampy stroboskopowej, 43 - lampka kontrolna, 44 - włącznik główny.

11.2.2.1.1. Przebieg badań - panel 01.

a) pomiar pojemności kondensatora.

- do zacisków RC (39) za pomocą przewodów dołączyć badany kondensator,
- wcisnąć przycisk 4,
- potencjometrem 7 ustawić wskazówkę miernika 1 w pozycji maksymalnego wychylenia,
- wcisnąć przycisk 3 i odczytać wartość pojemności kondensatora.

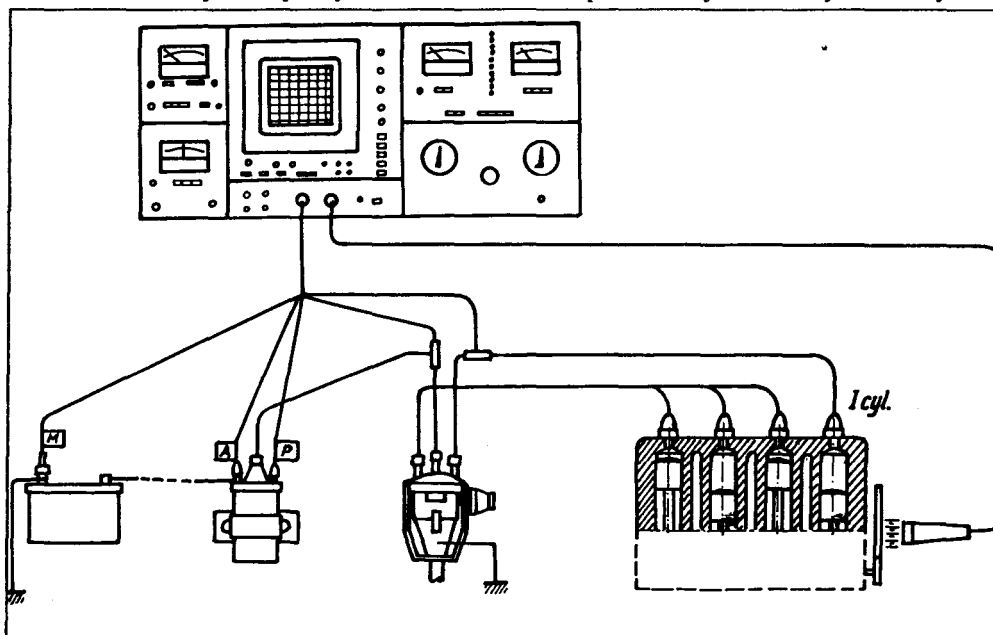
b) pomiar rezystancji opornika przeciwzakłócenieniowego.

- do zacisków 39 podłączyć przewody pomiarowe,
- wcisnąć przycisk 5 lub 6,
- przy wcisniętym przycisku 8, potencjometrem 7 ustawić wskazówkę 7 w położeniu maksymalnego wychylenia,

- dokonać pomiaru rezystancji oporników przeciwzakłóceńowych.

c) kontrola czystości styków przerywacza,

- podłączyć sondy 3,4,5 wg rys. 11.7,
- wcisnąć przycisk 9,
- doprowadzić do zwarcia styków przerywacza - brak wychylenia wskazówki miernika 1,
- wcisnąć przycisk 8,
- ocenić stan czystości przerywacza. Wskazówki na polu zielonym - stan styków dobry.



Rys.11.7. Sposób podłączenia diagnostyki do silnika.

11.2.2.1.2. Przebieg badań - panel 02,

a) obserwacje przebiegu napięć i pomiar napięcia zapłonu,

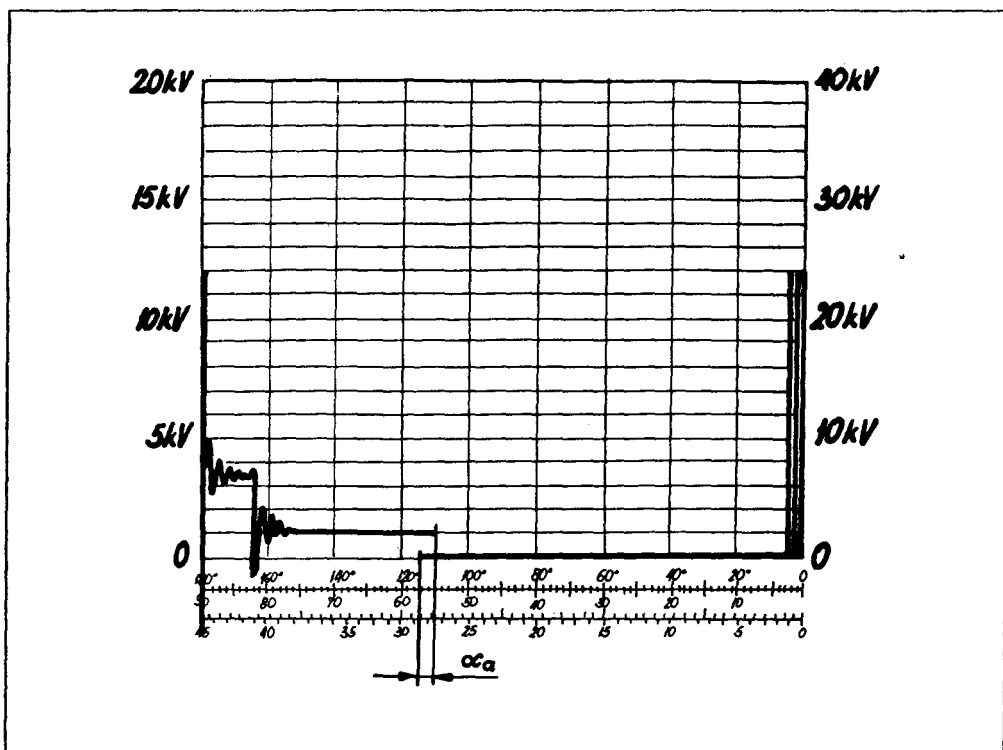
- podłączyć sondy wg rys.11.7,
- uruchomić silnik i ustawić prędkość kątową biegu jałowego silnika,
- wcisnąć przycisk 5 lub 4,
- obserwować przebieg napięcia pierwotnego i wtórnego przy ustawieniu potencjometru 7 w pozycji "kolejno", "nałożone", "raster"; odczytać wartości WN dla poszczególnych cylindrów i porównać z przebiegami wzorcowymi rys. 11.8; 11.9; 11.10.

b) pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,

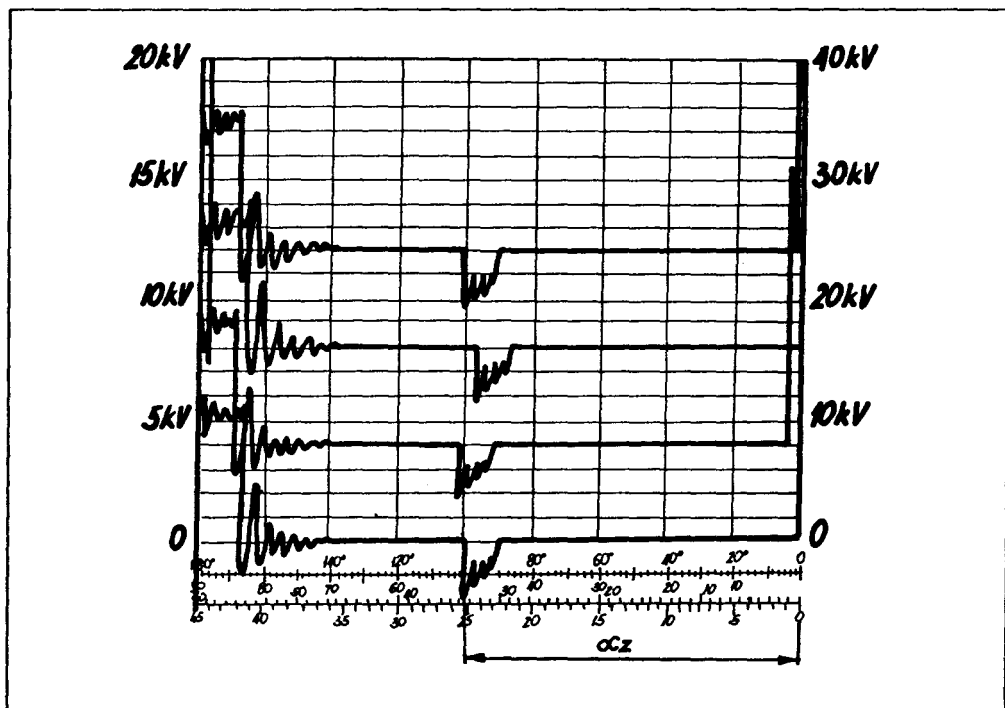
- podłączyć sondy i ustalić prędkość kątową silnika jak w p. 2.2.1.2.a,
- wcisnąć przycisk 4 lub 5 lub 6,
- potencjometr 7 ustawić w pozycji "nałożone" lub "raster",
- potencjometrami 19 i 20 ustawić obraz o szerokości pola pomiarowego,
- odczytać wartość kąta zwarcia na skali diagnostyki.

c) kontrola stanu przerywacza,

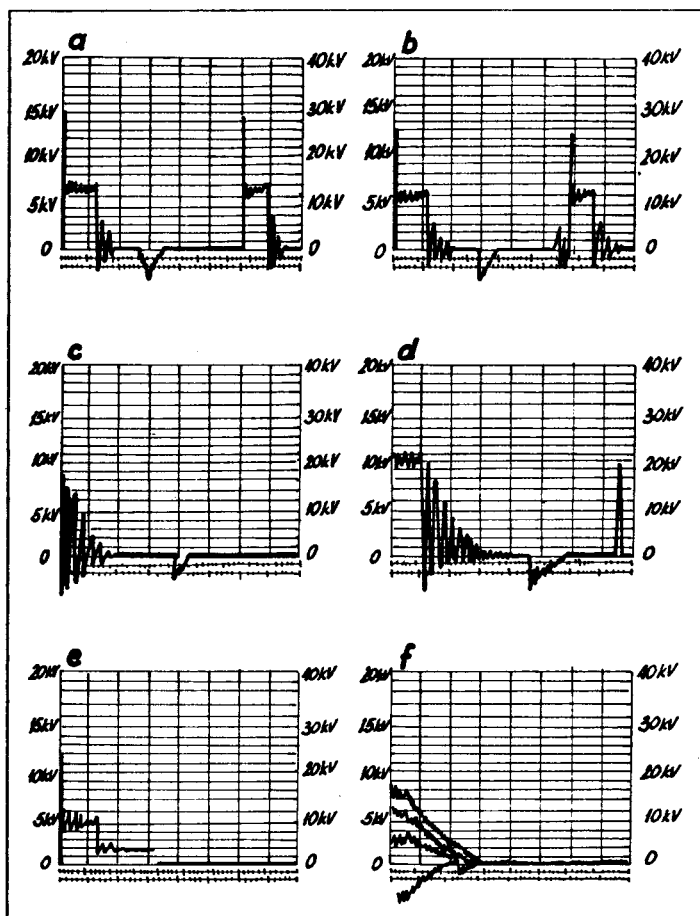
- podłączyć sondy i ustalić prędkość kątową silnika jak w p. 2.2.1.2.a,
- wcisnąć przycisk 5 i potencjometr 7 ustawić w pozycji "kolejno",
- obserwować koniec i początek odcinka zwarcia.



Rys.11.8. Oscylogram obwodu pierwotnego. Przebiegi nałożone: α_1 - kąt asymetrii zwarcia styków przerywacza



Rys.11.9. Oscylogram obwodu wtórnego - raster; α_2 - kąt zwarcia styków przerywacza.



Rys. 11.10. Typowe usterki w układzie zapłonowym uwidocznione na oscylogramach napięć układu zapłonowego:

- a) zły stan styków,
- b) iskrzenie na stykach przerywacza,
- c) zwarty do masy przewód zapłonowy,
- d) przebiecie wysokiego napięcia w obwodzie świecy,
- e) zwarcie zwojów w cewce zapłonowej,
- f) przerwa we wtórnym uzwojeniu cewki zapłonowej.

11.2.2.1.3. Przebieg badań - panel 03,

a) pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,

- podłączyć sondy i ustalić prędkość kątową jak w p. 2.2.1.2a,
- włączyć przycisk 34,
- odczytać wartość kąta zwarcia styków przerywacza na mierniku 31.

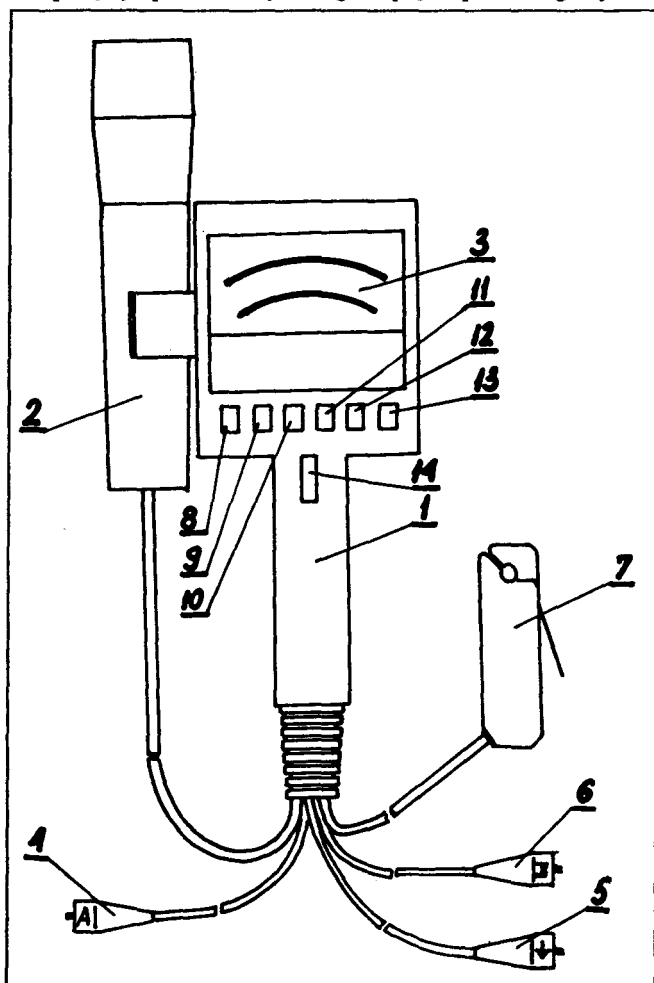
b) pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu,

- podłączyć sondy i ustalić prędkość kątową jak w p. 2.2.1.2a,
- wyłączyć z pracy regulator podciśnieniowy,
- wcisnąć przycisk 35,
- skierować strumień światła lampy stroboskopowej na znaki kontrolne układu zapłonowego,
- obracając potencjometrem lampy doprowadzić do pokrycia się znaków kontrolnych kąta wyprzedzenia zapłonu,
- odczytać wartość kąta wyprzedzenia zapłonu,
- odczytać wartość kąta wyprzedzenia zapłonu na mierniku 31.

11.2.2. Badanie układu zapłonowego przyrządem diagnostycznym SUS-9.

Z urządzenia wyprowadzone są trzy przewody, pomiarowe zakończone uchwytyami szczękowymi, sonda pierwszego cylindra oraz lampa stroboskopowa. Widok przyrządu przedstawiono na rys. 11. Przed przystąpieniem do badań dokonać następujących połączeń:

- podłączyć przewód 5 do masy samochodu,
- podłączyć przewód 6 do cewki zapłonowej od strony przerywacza,
- podłączyć przewód 4 do cewki zapłonowej od strony zasilania,
- połączyć przewód wysokiego napięcia pierwszego cylindra z sondą pomiarową 7,



Rys.11.11. Urządzenie diagnostyczne SUS-9.

- 1 - obudowa,
- 2 - lampa stroboskopowa,
- 3 - podziałka,
- 4,5,6 - przewody pomiarowe,
- 7 - sonda I cylindra,
- 8 - włącznik pomiaru KWZ,
- 9 - włącznik oceny czystości styków,
- 10 - włącznik pomiaru kąta zwarcia styków,
- 11 - włącznik pomiaru napięcia,
- 12 - włącznik pomiaru prędkości katowej,
- 13 - mnożnik,
- 14 - pokrętko do regulacji opóźnienia błysku lampy stroboskopowej.

11.2.2.1. Pomiar czystości styków przerywacza,

- ustalić prędkość kątową biegu jałowego badanego silnika,
- wcisnąć przycisk 9 i 12,
- odczytać wskazania miernika: pole zielone - styki czyste.

11.2.2.2. Pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,

- wcisnąć przyciski 10 i 12,
- ustalić prędkość kątową biegu jałowego silnika,
- odczytać wartość kąta zwarcia styków przerywacza; ustawić zalecaną wartość kąta zwarcia styków.

11.2.2.3. Pomiar statycznego kąta wyprzedzenia zapłonu,

- wyłączyć z pracy regulator podciśnieniowy,
- wcisnąć przyciski 8 i 12,
- ustalić prędkość kątową biegu jałowego silnika,
- skierować strumień światła lampy stroboskopowej 2 na znaki kontrolne układu

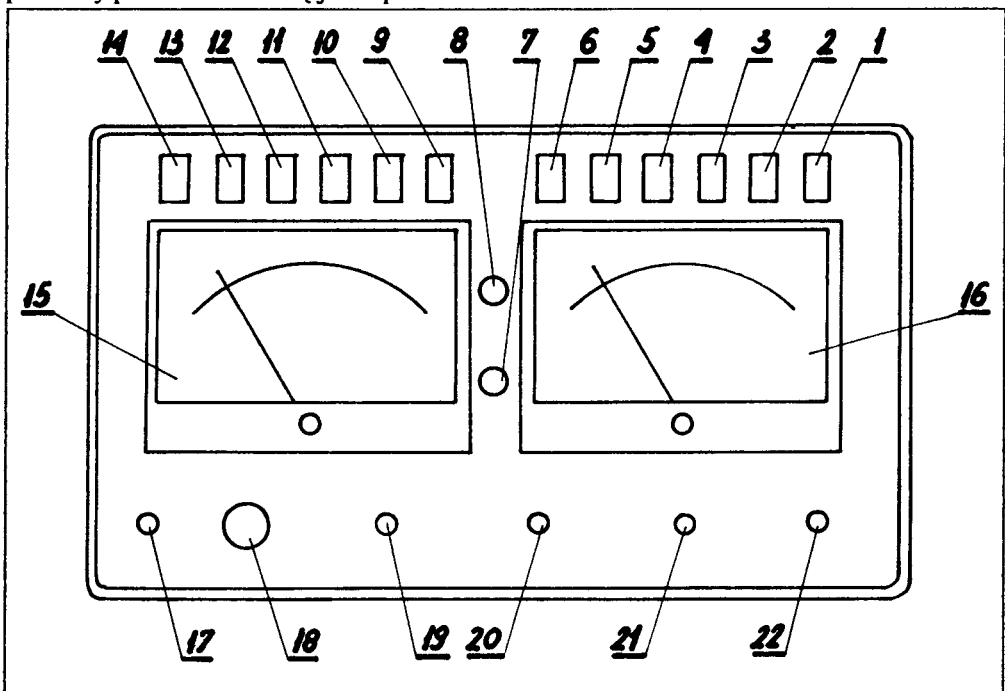
- zapłonowego badanego samochodu,
- obracając pokrętle 14 doprowadzić do pokrycia znaków kontrolnych,
- wartość kąta wyprzedzenia zapłonu odczytać na podziałce miernika; ustawić prawidłowy statyczny kąt wyprzedzenia zapłonu.

11.2.2.4. Sprawdzenie odśrodkowego regulatora wyprzedzenia zapłonu,

- wcisnąć przyciski 8,12,13,
- skierować strumień światła lampy 2 na znaki kontrolne układu zapłonowego,
- obracając pokrętle 14 doprowadzić do pokrycia się znaków kontrolnych,
- odczytać wartość kąta wyprzedzenia zapłonu dla całego zakresu prędkości kątowej silnika przy pokrywaniu się znaków kontrolnych.

11.2.3. Badanie układu zapłonowego przyrządem diagnostycznym SD-80,

Przyrząd SD-80 składa się z następujących zespołów: zasilacza, tachometru, woltomierza, omomierza i stroboskopu. Widok płyty czołowej przyrządu przedstawia rys. 11.12. Urządzenie zasilane jest z akumulatora 12V. Przed przystąpieniem do pomiarów podłączyć przewody pomiarowe i sondę jak w p.2.2.



Rys. 11.12. Płyta czołowa przyrządu diagnostycznego SD-80: 1 - włącznik główny, 2,3 - przełączniki ilości suwów silnika; 4,5 - przełączniki omomierza, 6 - przełącznik tachometru; 7,8 - żarówki sygnalizacyjne, 9 - przełącznik miernika KWZ, 10 - przełącznik miernika kąta zwarcia przerywacza; 11,12,13,14 - przełączniki woltomierza; 15,16 - wskaźniki, 17 - gniazdo przewodów pomiarowych, 18 - gniazdo lampy stroboskopowej, 19 - gniazdo sondy wysokiego napięcia, 20 - gniazdo sondy I cylindra; 21,22 - gniazda wejściowe omomierza.

11.2.3.1. Pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,

- wcisnąć przyciski 1,10,6 oraz 2 lub 3,
- ustalić prędkość kątową biegu jałowego silnika,
- odczytać wartość kąta zwarcia styków przerywacza na mierniku 15,
- ustawić zalecany kąt zwarcia styków.

11.2.3.2. Pomiar statycznego kąta wyprzedzenia zapłonu,

- wyłączyć z pracy regulator podciśnieniowy,
- wcisnąć przyciski 1,6,9,2 lub 3,
- ustalić prędkość kątową biegu jałowego silnika,
- wcisnąć przycisk na lampie stroboskopowej,
- skierować strumień światła lampy stroboskopowej na znaki kontrolne układu zapłonowego,
- obracając pokrętle lampy doprowadzić do pokrycia się znaków kontrolnych,
- odczytać wartość kąta wyprzedzenia zapłonu na mierniku 15,
- ustawić prawidłową wartość kąta.

11.2.3.3. Sprawdzenie charakterystyki regulatora odśrodkowego,

- wykonać czynności jak w p.2.3.2, a następnie zwiększając stopniowo prędkość kątową silnika odczytać wartości kąta wyprzedzenia zapłonu,
- sporządzić charakterystykę regulatora i porównać ją z charakterystyką wzorcową.

11.2.3.4. Pomiar napięcia zapłonu,

- do gniazda 19 podłączyć sondę 30kV,
- przewód uziemiający sondy połączyć z masą samochodu,
- zdjąć z jednej świecy końcówkę przewodu zapłonowego i połączyć z sondą 30kV,
- wcisnąć przycisk 1,2 lub 3,6,11,
- odczytać na mierniku 15 wartość napięcia, a na mierniku 16 wartość prędkości kątowej silnika,
- dokonać pomiarów w całym zakresie prędkości kątowej silnika.

11.3. Opracowanie wyników,

Należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy, wyniki pomiarów, charakterystyki, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

12. BADANIE INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ SAMOCHODU POLONEZ.

Cel ćwiczenia: zapoznanie się z wyposażeniem elektrycznym samochodu Polonez, analiza uszkodzeń występujących w instalacji elektrycznej oraz ich lokalizacja.

12.1. Część teoretyczna.

Elementy instalacji elektrycznej samochodu Polonez zostały rozmieszczone na płycie poziomej stanowiska badawczego. W instalacji elektrycznej mogą powstać wskutek występowania różnego rodzaju czynników eksploatacyjnych oraz wad materiałowych i konstrukcyjnych następujące uszkodzenia:

- przerwa w obwodzie,
- przerwa w połączeniu odbiornika z masą,
- zwarcie z masą przed odbiornikiem,
- zwarcie z masą za odbiornikiem,
- zwarcie między przewodami,
- błędne połączenia przewodów.

Na stanowisku badawczym można symulować powyższe uszkodzenia oraz analizować stany pracy w poszczególnych obwodach instalacji elektrycznej. Schemat instalacji elektrycznej samochodu Polonez przedstawiono na rys. 12.1.

Uszkodzenia w instalacji elektrycznej samochodu można zlokalizować:

- mierząc woltomierzem spadki napięć w poszczególnych odcinkach instalacji,
- za pomocą lampki kontrolnej.

Pierwsza metoda pozwala na zlokalizowanie nawet niewielkich uszkodzeń odcinków instalacji nie powodujących zakłóceń w działaniu odbiornika. Druga metoda często stosowana jest mniej dokładna.

12.2. Wykonanie pomiarów.

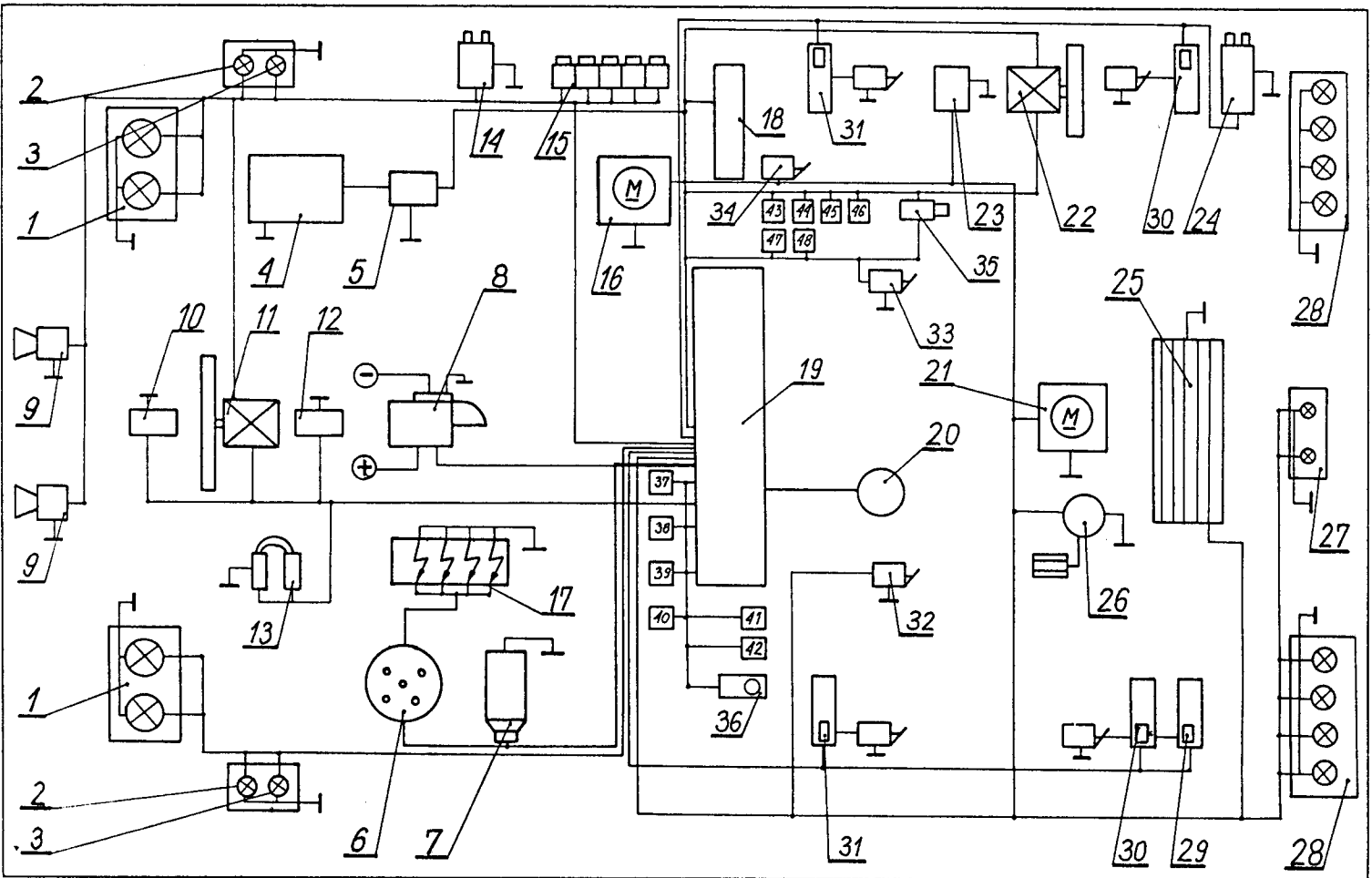
12.2.1. Pomiar spadków napięć w obwodach elektrycznych.

a) Obwód ładowania.

Obwód ładowania (rys. 12.2) sprawdza się, gdy wirnik alternatora jest napędzany z prędkością kątową około 314 rad/s (3000 obr/min). (patrz tabela 12.1)

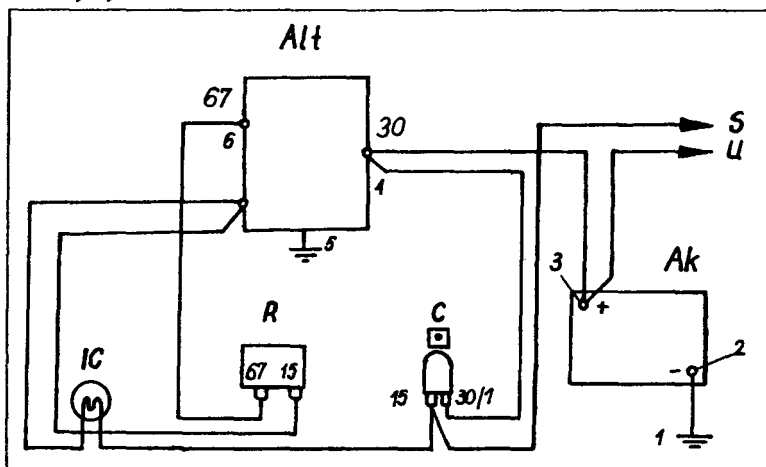
Tablica 12.1

Lp	Punkty obwodu	U_{dop} [V]
1	2 - 1	0,0
2	4 - 1	0,0
3	1 - 5	0,0
4	4 - 6	0,4



Rys 12.1 Schemat instalacji elektrycznej samochodu Polonez umieszczony na płycie poziomej stanowiska

1 - reflektorowy zestaw podwójny typ CR 136, 2 - lampa przednia pozycyjna i kierunkowskazów, 3 - lampa boczna kierunkowskazu, 4 - alternator A 124 - 14V - 60A, 5 - regulator napięcia, 6 - rozdzielacz zapłonu RC 2/12E, 7 - cewka zapłonowa, 8 - rozrusznik E100 - 1,5/12, 9 - sygnaly dźwiękowe, 10 - przełącznik wentylatora chłodnicy 11 - silnik wentylatora chłodnicy, 12 - czujnik temperatury wody, 13 - czujnik ciśnienia oleju, 14 - pompa elektryczna spryskiwacza szyb, 15 - przełączniki, 16 - wycieraczka szyby przedniej, 17 - świece zapłonowe, 18 - skrzynka bezpieczników, 19 - zestaw wskaźników, 20 - wyłącznik zapłonu, 21 - wycieraczka szyby tylnej, 22 - silnik dwubiegowy nagrzewnicy, 23 - przerywacz wycieraczki PW - 1, 24 - pompa elektryczna spryskiwacza szyby tylnej, 25 - szyba ogrzewana, 26 - czujnik poziomu paliwa, 27 - lampka tablicy rejestracyjnej, 28 - lampa zespolona tylna, 29 - lampa oświetlenia bagażnika, 30 - lampka oświetlenia wnętrza z wyłącznikiem, 31 - lampka oświetlenia wnętrza, 32 - włącznik przyciskowy 6A sygnalizacji hamowania, 33 - włącznik przyciskowy 5A sygnalizacji reflektora cofania, 34 - włącznik sygnalizacji hamulca ręcznego, 35 - zapalniczka elektryczna, 36 - włącznik sygnalizacji ssania, 37 - przerywacz 12V - 10W lampki kontrolnej hamulca ręcznego, 38 - przerywacz świateł kierunkowskazów 12V - 46W, 39 - przerywacz 12V - 84/92W sygnalizacji świateł awaryjnych, 40 - przerywacz 12V - 10W lampki kontrolnej ssania, 41 - włącznik świateł zewnętrznych, 42 - włącznik szyby ogrzewanej, 43 - włącznik reflektorów przeciwmglowych, 44 - włącznik reflektorów przeciwmglowych tylnych, 45 - włącznik świateł awaryjnych, 46 - włącznik wycieraczki szyby tylnej i spryskiwacza, 47 - włącznik 3-pozycyjny wentylatora, 48 - przełącznik klawiszowy wycieraczki.



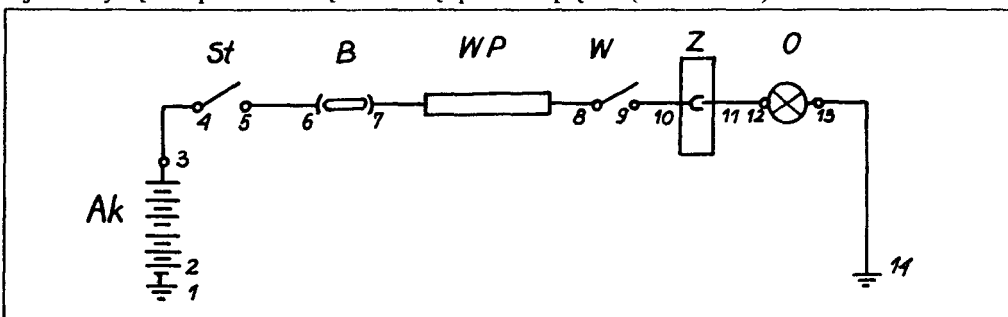
Rys. 12.2. Schemat obwodu ładowania.

Ak - akumulator,
Alt - alternator,
S - zasil. sygn.,
U - zasil. urząd.,
C - stacyjka,
R - regulator,
IC - lampka kontrolna,

b) Obwód zasilania.

W obwodzie zasilania (rys. 12.3) sprawdzane są spadki napięć na złączach przewodów oraz stykach wyłączników i przełączników przy pracującym alternatorze i włączonych wyłącznikach badanych obwodów.

Jeżeli bezpośredni pomiar spadku napięcia między dowolnymi dwoma punktami obwodu da wynik zerowy ($U=0$) należy dokonać pomiaru napięcia między pierwszym punktem i masą, drugim punktem a masą, a następnie odjąć od siebie wartości obu napięć. Wartość bezwzględna tej różnicy będzie poszukiwaną wartością spadku napięcia. (tablica 12.2)



Rys. 12.3. Schemat obwodu zasilania.

Ak - akumulator, St - stacyjka, B - bezpiecznik, WP - wiązka przewodów, W - wyłącznik, Z - złącza konektorowe, O - odbiornik.

Tablica 12.2

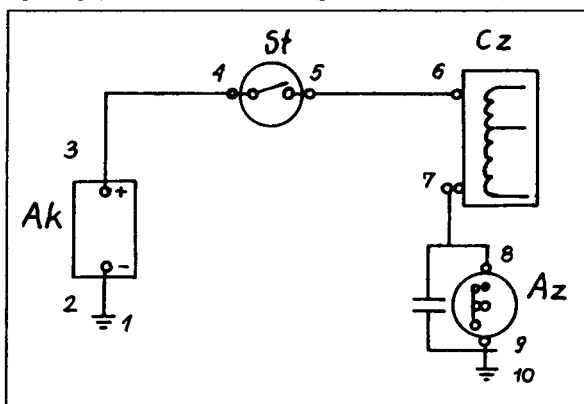
Lp	Punkty obwodu	U_{dop} [V]
1	2 - 3	0,0
2	3 - 4	0,0
3	4 - 5	0,3
4	5 - 6	0,0
5	6 - 7	0,0
6	7 - 8	0,05
7	8 - 9	0,3
8	9 - 10	0,0
9	10 - 11	0,0
10	11 - 12	0,0
11	13 - 14	0,0
12	14 - 1	0,0

c) Obwód zapłonu.

Obwód zapłonu (rys. 12.4) sprawdzany jest przy zamkniętym wyłączniku zapłonu i przy zwartych stykach przerywacza (silnik nie pracuje). (patrz tablica 12.3)

Rys. 12.4. Schemat obwodu zapłonu.

Ak - akumulator,
St - stacyjka,
Cz - cewka zapłonowa,
Az - aparat zapłonowy.

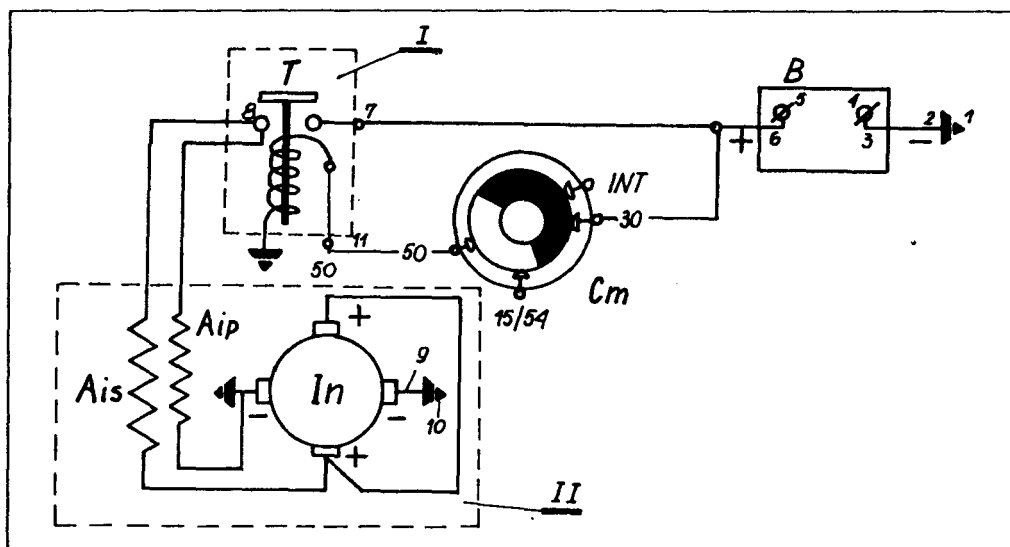


Tablica 12.3

Lp	Punkty obwodu	U_{dop} [V]
1	1 - 2	0,0
2	3 - 2 zmiana napięcia przed i po włączeniu zapłonu	0,1
3	3 - 4	0,0
4	4 - 5	0,3
5	5 - 6	0,0
6	6 - 7	11,5
7	7 - 8	0,0
8	8 - 9	0,2
9	9 - 10	0,0
1	10 - 1	0,0

d) Obwód rozruchu.

Obwód rozruchu (rys. 12.5) sprawdzamy w czasie pracy rozrusznika. (patrz tablica 12.4)



Rys. 12.5. Schemat obwodu rozruchu.

I - wyłącznik elektromagnetyczny, II - rozrusznik, B - akumulator 12V, Cm - wyłącznik zapłonu, T - wyłącznik elektromagnetyczny, In - uzwojenie wirnika rozrusznika, Ais - uzwojenie wzbudzenia szeregowego, Aip - uzwojenie wzbudzenia bocznikowego.

Tablica 12.4

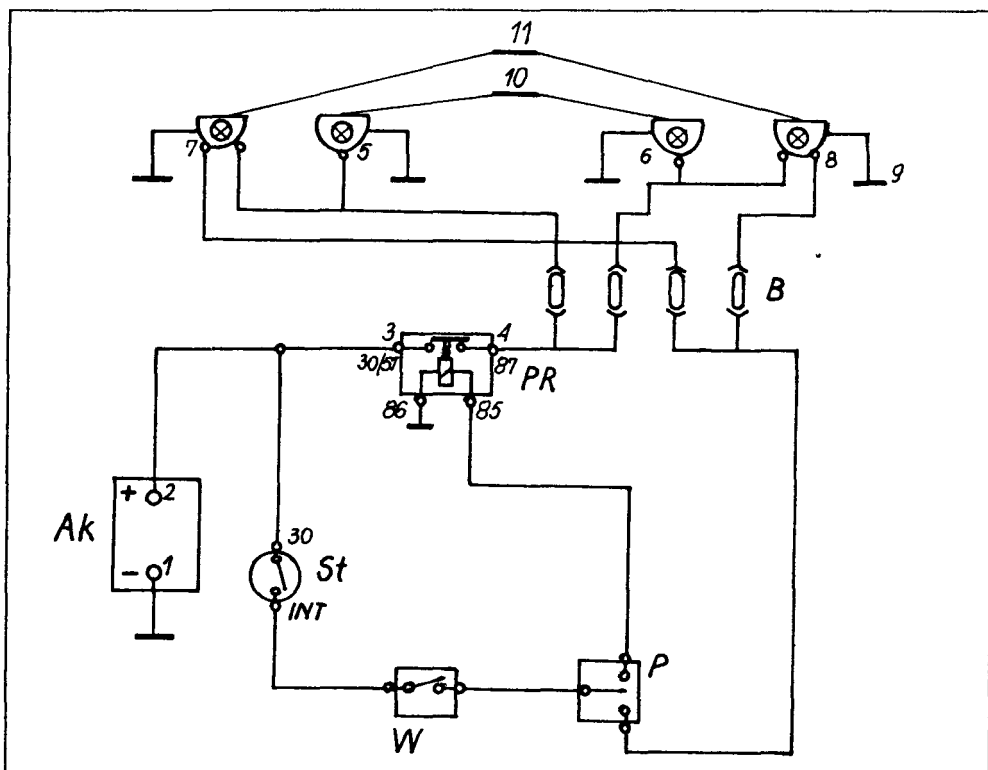
Lp	Punkty obwodu	U_{dop} [V]
1	1 - 2	0,0
2	2 - 3	0,0
3	3 - 4	0,0
4	5 - 6	min 11,0
5	5 - 6	0,0
6	6 - 7	0,2
7	7 - 8	0,1
8	8 - 9	min ($U_{ak}-0,3$)
9	9 - 10	0,0
10	10 - 1	0,0
11	7 - 11	0,3

e) Obwód oświetlenia.

Obwody oświetlenia (rys. 12.6) bada się przy włączonych żarówkach obwodu mierząc spadki napięć pomiędzy poszczególnymi punktami obwodu.

Tablica 12.5

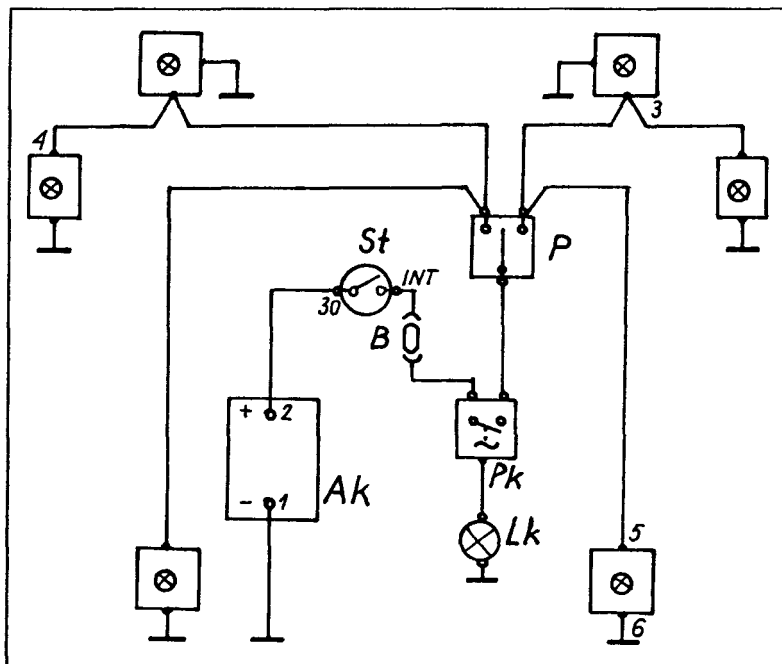
Lp	Punkty obwodu	U_{dop} [V]
1	2 - 1	0,4
2	2 - 3	0,0
3	3 - 4	0,2
4	4 - 5	0,0
5	4 - 6	0,0
6	2 - 7	0,6
7	2 - 8	0,6
8	9 - 1	0,0
9	2 - światło pozycyjne przednie, lewe	0,3
10	2 - światło pozycyjne tylne, lewe	0,3



Rys. 12.6. Schemat obwodu świateł drogowych i mijania.

Ak - akumulator, St - stacyjka, W - wyłącznik główny reflektorów, P - przełącznik świateł, B - bezpieczniki, PR - przekaźnik reflektorów świateł drogowych,

Pomiarów spadków napięć w obwodzie kierunkowskazów przeprowadzamy według rys 12.7.



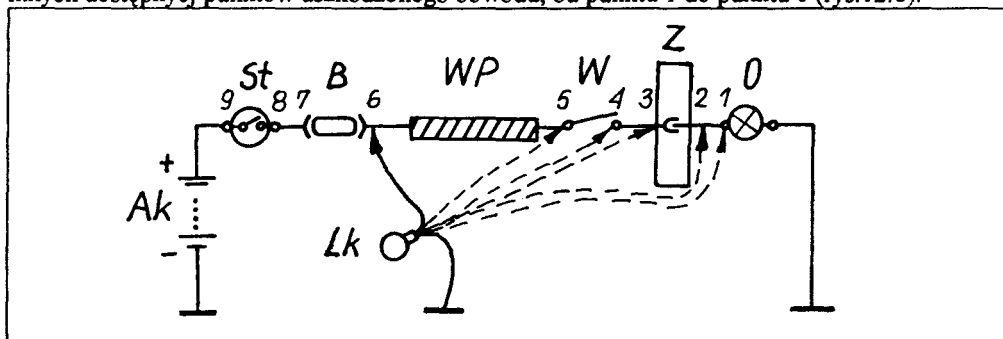
Rys. 12.7. Schemat obwodu kierunkowskazów
Ak - akumulator,
Lk - lampka kontrolna,
Pk - przerywacz kierunkowskazów,
B - bezpieczniki,
P - przełącznik kierunkowskazów,
St - stacyjka.

Lp	Punkty obwodu	U_{dop} [V]
1	2 - 1	0,1
2	2 - 3	0,5
3	2 - 4	0,5
4	2 - 5	0,5
5	6 - 1	0,0
6	2 - światło STOP prawe	0,3
7	2 - światło mijania prawe pracujące jako sygnalizator świetlny	0,4

12.2.2. Lokalizacja uszkodzeń za pomocą lampki kontrolnej.

a) Przerwa w przewodzie zasilającym odbiornik.

Jeden z przewodów lampki kontrolnej dołączyć do masy, a drugi kolejno dołączać do innych dostępnych punktów uszkodzonego obwodu, od punktu 1 do punktu 6 (rys.12.8).

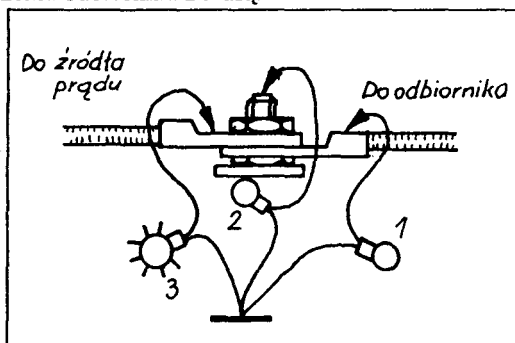


Rys. 12.8. Przerwa w przewodzie zasilającym odbiornik.

Ak - akumulator, St - stacyjka, B - bezpieczniki, Wp - wiązka przewodów, Z - złącze konektorowe, O - odbiornik, Lk - lampka kontrolna.

b) Przerwa w połączeniu odbiornika z masą.

Jeden z przewodów lampki 2 połączyć z masą, a drugi z punktem 1 (rys. 12.9). Zaświecenie się lampki świadczy o przerwie w połączeniu odbiornika z masą.



Rys. 12.9. Przerwa w obwodzie zasilającym odbiornik.
1,2,3 - lampki kontrolne,

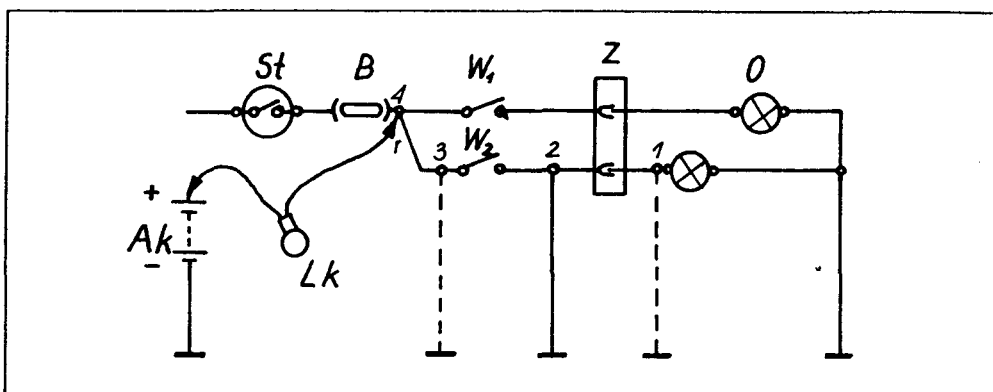
c) Zwarcie przewodu z masą przed odbiornikiem.

Po stwierdzeniu występowania zwarcia należy odłączyć biegun dodatni akumulatora od instalacji i dołączyć do niego jeden przewód lampki kontrolnej. Drugim przewodem lampki dotykamy kolejnych punktów pomiarowych (rys. 12.10).

W_1 - zamknięty - lampka świeci się słabo co oznacza, że w obwodzie tym nie ma zwarcia.

W_2 - zamknięty - lampka świeci się jasno co świadczy o zwarcu w tym obwodzie.

W_1 i W_2 - otwarte - zwarcie do masy jednego przewodu.

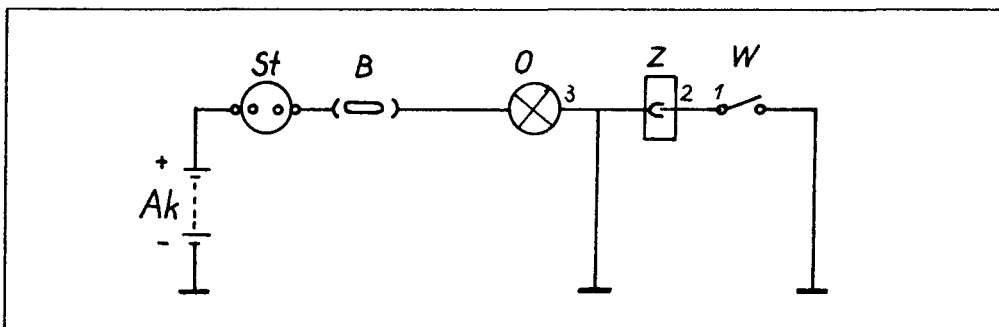


Rys. 12.10. Zwarcie przewodu z masą przed odbiornikiem.

Ak - akumulator, St - stacyjka, W_1 i W_2 - wyłączniki, B - bezpieczniki, Z - złącze konektorowe, O - odbiorniki, Lk - lampka kontrolna.

d) Zwarcie przewodu z masą za odbiornikiem.

Do wykrycia miejsca zwarcia nie używa się lampki kontrolnej. Po zamknięciu stacyjki należy przerywać obwód kolejno w punktach 1, 2, 3 (rys. 12.11).

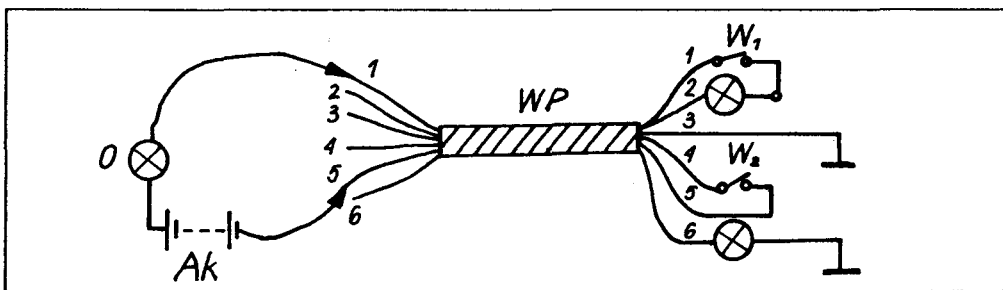


Rys. 12.11. Zwarcie przewodów z masą odbiornika

Ak - akumulator, St - stacyjka, B - bezpiecznik, O - odbiornik, Z - złącze konektorowe, W - wyłącznik,

e) Zwarcie między przewodami.

Po odłączeniu akumulatora od instalacji elektrycznej lokalizację uszkodzenia przeprowadzamy zgodnie z rys. 12.12. (tablica 12.7)



Rys. 12.12. Zwarcie między przewodami.

Ak - akumulator,
O - odbiorniki,
WP - wiązka przewodów,
 W_1 i W_2 - wyłączniki,

Tablica 12.7

Przewód wiązki	1	2	3	4	5	6
1	0					
2	-	0				
3	-	+	0			
4	-	-	-	0		
5	+	-	-	-	0	
6	-	+	+	-	-	0

12.3. Opracowanie wyników.

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów, wykresy charakterystyk, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

13. BADANIE URZĄDZEŃ OGRZEWANIA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH.

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i zasady działania urządzeń ogrzewania pojazdów samochodowych oraz przeprowadzenie wybranych badań.

13.1. Część teoretyczna

Urządzenie ogrzewające może być budowane jako niezależne od pracy silnika lub zależne. Ogrzewanie, którego działanie uzależnione jest od pracy silnika, oparte jest na zasadzie wykorzystywania ciepła wody układu chłodzenia silnika lub na zasadzie wykorzystania ciepła zawartego w gazach spalinowych. Rozwiązanie pierwsze polega najczęściej na zastosowaniu nagrzewnicy, w której cyrkuluje woda gorąca z układu chłodzenia silnika. W celu przyspieszenia wymiany ciepła oraz poprawienia warunków rozdziału powietrza podgrzanego stosuje się wentylatory elektryczne o mocy 25 do 70 W. Intensywność nagrzewania reguluje się zmianą ilości powietrza przepływającego przez nagrzewnicę zmieniając np. prędkość kątową wentylatora. Ostatnio coraz częściej stosowane są urządzenia ogrzewające niezależne od pracy silnika. Działanie ich polega na wytwarzaniu ciepła przez spalanie płomieniowe paliwa (oleju napędowego, benzyny, mazutu) i przekazywaniu go do miejsc ogrzewania. W nagrzewnicy spalinowej systemu WEBASTO, SIROKKO powietrze ogrzewane jest w wymienniku ciepła przez spaliny powstające przy spalaniu oleju (napędowego) w specjalnym palenisku. W urządzeniu tym czynne są dwa wentylatory: jeden mniejszy, który służy do zassania i wtłoczenia powietrza do komory spalania, oraz drugi, większy przetłaczający świeże powietrze przez wymiennik ciepła do punktów ogrzewania w samochodzie. Oba wentylatory oraz pompa tłocząca paliwo do rozpylacza napędzane są wspólnym wałkiem przez silnik elektryczny o mocy około 80 W. Spalanie odbywa się w głównej komorze spalania oraz ostatecznie w komorze dopalania. Spaliny ogrzewają ścianki wymiennika ciepła, przez którego kanały są kierowane ku wylotowi. Zapłon mieszanki rozpylonego paliwa z powietrzem ułatwiony jest w okresie rozruchu przez włączenie świecy żarowej umieszczonej w komorze spalania.

Program badań urządzeń ogrzewania pojazdów samochodowych obejmuje:

- pomiar wydatku wentylatora,
- pomiar ilości paliwa zużywanego przez urządzenie,
- pomiar przyrostu temperatury,
- pobór mocy przez urządzenie,
- analizę chemiczną spalin i powietrza,
- pomiar różnicy ciśnień wylotowych powietrza i spalin.

Schemat stanowiska do badań przedstawiony jest na rys. 13.1.

13.2. Wykonanie pomiarów.

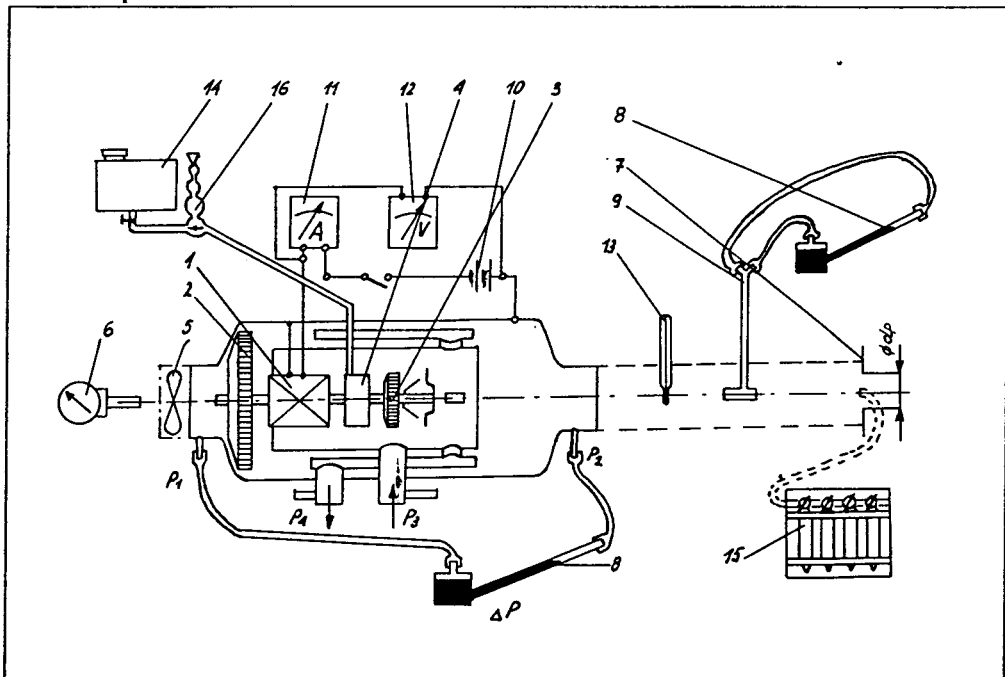
13.2.1. Opis stanowiska.

Stanowisko składa się z urządzenia ogrzewania samochodu Autosan - 1 i samochodu Żuk - 2.

Przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z zasadą działania oraz schematami elektrycznymi przedstawionymi na rys. 13.2 i rys. 13.3.

W samochodzie Autosan zastosowano silnik napędzający wentylator, który może pracować przy dwóch prędkościach kątowych. Prędkości regulowane są przełącznikiem P_1 . Pozycja 0 - silnik wyłączony, pozycja 1/2 - połowa prędkości znamionowej, pozycja 1 - znamionowa prędkość. Włączone napięcie zasilania urządzenia sygnalizuje lampka kontrolna L1. Po 60s lampka

świeci intensywniej sygnalizując prawidłową pracę i odłączenie świecy żarowej przez mikrowyłącznik M1. Przycisk P służy do włączenia wstępnego nagrzania powietrza. Zasada działania urządzenia do ogrzewania samochodu Żuk jest podobna jak w samochodzie Autosan. Jedyną różnicą jest to, że układ zasilania stanowi oddzielna pompka paliwowa a paliwem jest etylina. Ustawienie przełącznika a1 w pozycji 2 umożliwia pracę silnika zastępującą wentylator nadmuchu powietrza.



Rys. 13.1. Schemat stanowiska do badań niezależnych urządzeń grzejnych.

1 - silnik elektryczny, 2 - wentylator nadmuchu, 3 - wentylator spalania, 4 - pompa paliwa, 5 - rotametr, 6 - obrotomierz, 7 - rurka Prandtla, 8 - mikromanometr, 9 - przesłony dławiące, 10 - akumulator, 11 - amperomierz, 12 - woltomierz, 13 - termometr, 14 - zbiornik paliwa, 15 - aparat Orsata, 16 - butla pomiarowa z zaworem trójdrożnym.

13.2.2. Przebieg ćwiczenia.

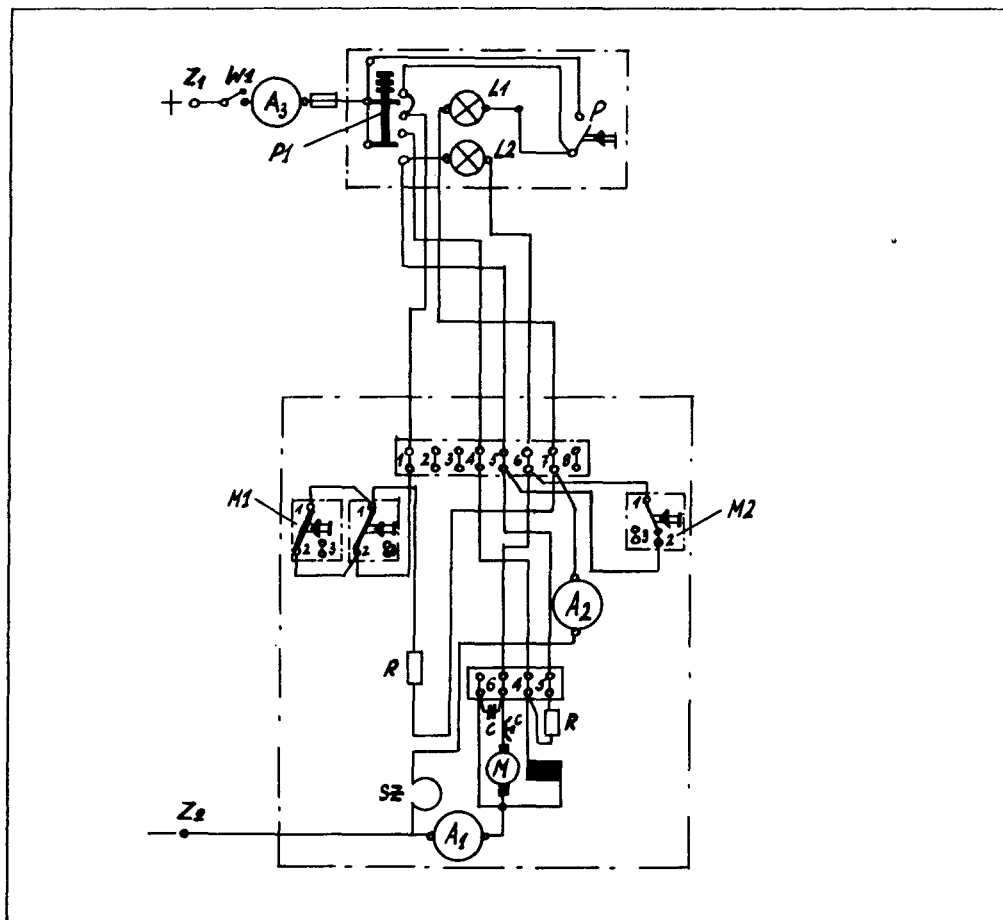
Zgodnie z rys. 13.1 należy zestawić przyrządy do wykonania pomiarów. Mierniki do pomiaru prądu obciążenia odbiorników załączone są do gniazdek: Autosan A1, A2, A3, Żuk - A1, A2, A3, A4. Wydatek wentylatora należy określić wykorzystując rotametr 5. Pomiar ilości paliwa zużywanego przez urządzenie wyznaczyć wykorzystując miernicę objętościową 16. Pomiaru różnicy temperatur i ciśnienia dokonać za pomocą termometru 13 i manometru 8. Moc pobieraną przez poszczególne odbiorniki wyznaczyć ze wzoru :

$$P = U I \quad (13.1)$$

odczytując wartości z mierników. Wyniki zestawić w tablicy 13.1.

Tablica 13.1

	Autosan			Żuk			
	1	2	3	1	2	3	4
U [V]							
I [A]							
P [W]							



Rys. 13.2. Schemat połączeń układu dla ogrzewania autobusu.

P1 - przełącznik zmieniający prędkość obrotową silnika, W1 - wyłącznik zasilania, Z1, Z2 - zaciski do podłączenia zasilania 12V, A1, A2, A3 - amperomierze, L1 - lampka świecy żarowej /zielona/, L2 - lampka sygnalizująca awarię układu, SZ - świeca żarowa, M - silnik elektryczny, R - opornik.

Analizę chemiczną powietrza umożliwia aparat Orsata. Sprawność cieplną urządzenia określa my z zależności:

$$\eta_c = \frac{Q_{\text{pow}}}{Q_{\text{pal}}} \cdot 100\% \quad (13.2)$$

gdzie:

Q_{pow} - ilość ciepła pobrana przez powietrze [kW],

$Q_{\text{pow}} = C_{\text{pp}} \gamma_p G_{\text{rz}} \Delta t_p$ [kW],

C_{pp} - ciepło właściwe powietrza [kJ/kg K],

Δt_p - przyrost temperatury w urządzeniu,

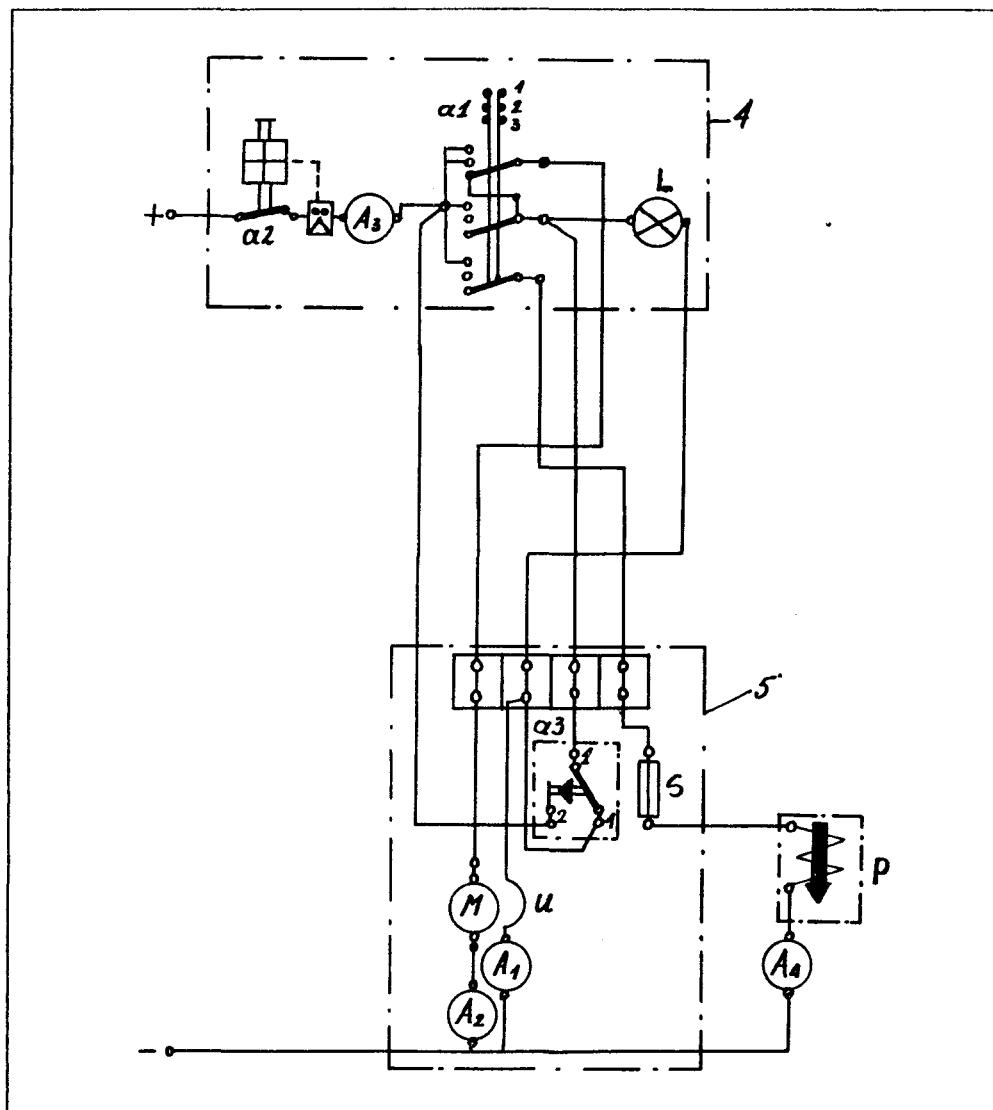
$\Delta t_p = t_{\text{wyl}} - t_{\text{wlot}}$ [K],

Q_{pal} - ilość ciepła dostarczonego przez paliwo [kJ/s],

$Q_{\text{pal}} = G_{\text{pal}} W_u$ [kW],

gdzie W_u - wartość opałowa paliwa [kJ/kg],

γ_p - ciężar właściwy powietrza [N/m³].



Rys.13.3. Schemat połączeń układu dla ogrzewania samochodu Żuk.

a1 - przełącznik przesuwany, a2 - wyłącznik ochronny, a3 - mikrowyłącznik świecy żarowej, L - lampka kontrolna, P - pompa paliwowa, S - bezpiecznik topikowy, U - świeca żarowa, 1 - ogrzewanie, 2 - wentylacja, 3 - wyłączono, 4 - tablica sterownicza, 5 - przyrząd grzejny, A1, A2, A3 - amperomierze.

13.3. Opracowanie wyników:

Należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy, wyniki pomiarów, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

14. BADANIE ELEKTRONICZNYCH REGULATORÓW PRĄDNIC.

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i zasady działania elektronicznych regulatorów samochodowych.

14.1. Część teoretyczna.

Elektroniczne regulatory spełniają te same funkcje co regulatory wibracyjne. Zastosowanie elementów półprzewodnikowych umożliwia radykalną poprawę własności regulatorów, w których wyeliminowane zostały styki. Zadaniem elektronicznego regulatora jest utrzymanie stałej wartości napięcia w szerokich zakresach zmian prędkości obrotowej i obciążen.

Elektroniczne regulatory można podzielić:

- ze względu na sposób regulacji:
 - regulatory o działaniu ciągłym,
 - regulatory o działaniu impulsowym,
- ze względu na wykonanie:
 - regulatory z elementów dyskretnych,
 - regulatory wykonane techniką grubowarstwową,
- ze względu na współpracę z prądnicami:
 - regulatory do współpracy z alternatorem,
 - regulatory do współpracy z prądnicą.

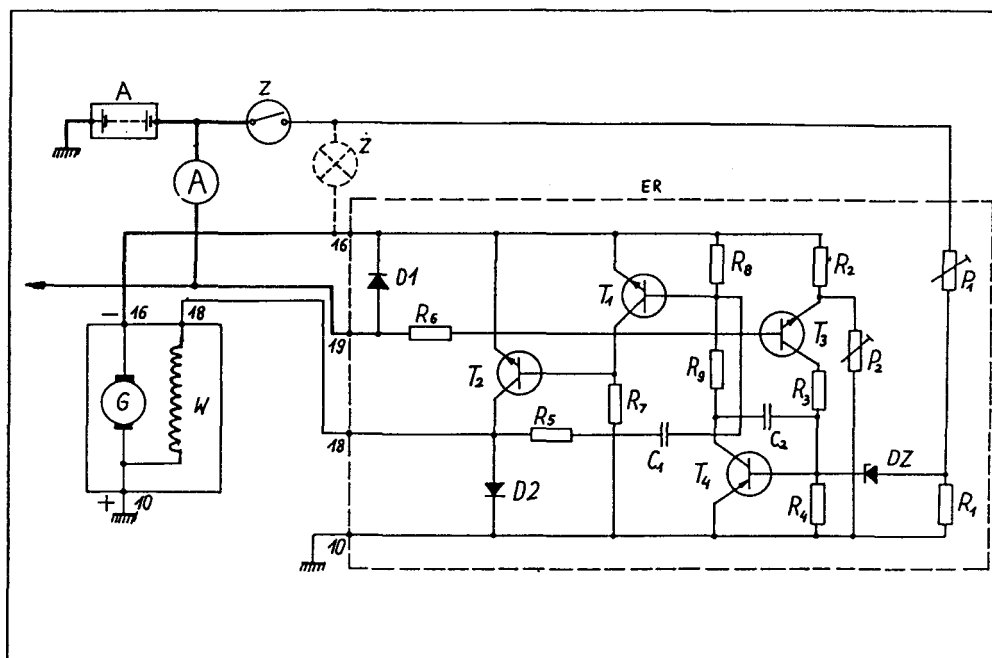
Do regulacji napięcia prądnic samochodowych stosowane są dwa układy regulatorów elektronicznych:

- regulatory o działaniu ciągłym - prąd wzbudzenia prądnicy zmienia się w zależności od prędkości katowej i obciążenia w sposób ciągły. Metoda ta zapewnia dużą dokładność regulacji i eliminuje tętnienia napięcia regulowanego. Moc tracona w tranzystorze wykonawczym (sterującym przepływem prądu wzbudzenia) jest bardzo duża i osiąga wartość 6-15 W.
- regulatory o działaniu impulsowym - tranzystor wykonawczy okresowo umożliwia przepływ prądu przez uzwojenie wzbudzenia przy czym przewodzi on całkowicie, lub znajduje się w stanie odcięcia. Straty mocy w tym przypadku wynoszą 1-3 W. Regulatory tego typu są stosowane w pojazdach samochodowych.

14.1.1. Zasada działania regulatora prądnicy prądu stałego.

Schemat elektronicznego regulatora współpracującego z prądnicą prądu stałego (P20b -Żuk) przedstawia rys. 14.1. Rolę wyłącznika samoczynnego pełni dioda D1. Przepływ prądu od akumulatora do prądnicy jest niemożliwy. Tranzystory T1, T2, T4 pełnią rolę regulatora napięcia. Jeżeli napięcie na zaciskach prądnicy jest niższe od napięcia Zenera diody DZ pracującej w dzielniku napięcia P1, R1 to tranzystor T4 pracuje w stanie nieprzewodzenia, którego napięcie baza - emiter jest równe zero. Praca tranzystora T4 w stanie nieprzewodzenia powoduje odcięcie tranzystora T1 ($U=0$).

Wówczas tranzystor wykonawczy T2 przewodzi, gdyż jego bazę polaryzuje dodatnio rezystor R7. Rezystancja złącza R jest mała. Powoduje to przepływ prądu wzbudzenia i osiągnięcie wartości znamionowej napięcia przez prądnicę. Obwód wzbudzania prądnicy przedstawia się następująco: zacisk 10 prądnicy, 18, kolektor T2, emiter T2, 16 regulatora, 16 prądnicy. Jeżeli napięcie prądnicy przekroczy napięcie Zenera diody DZ, to przewodzi tranzystor T4 i T1. Przewodzący tranzystor T1 zwiera bazę tranzystora wykonawczego T2 powodując zanik prądu



Rys. 14.1. Schemat elektronicznego regulatora współpracującego z prądnicą prądu stałego typu P20b.

G - prądnica, ER - elektroniczny regulator, T1÷T4 - tranzystory, D1, D2, DZ - diody, R1÷R9 - rezystory, C1, C2 - kondensatory, P1, P2 - potencjometry, Ak - akumulator, Z - żarówka, A - amperomierz, Z - włącznik.

wzbudzenia prądnicy i zmniejszenie napięcia na jej zaciskach. Przy zmniejszeniu napięcia prądnicy tranzystory T4 i T1 nie przewodzą, a T2 jest w stanie przewodzenia. Cały cykl regulacji powtarza się. Częstotliwość przełączania waha się w granicach 50Hz - 4kHz. Tranzystor T3 pełni rolę ogranicznika prądu, sterowany jest on spadkiem napięcia diody D1. Przy rosnącym prądzie obciążenia spadek napięcia na D1 powoduje: przewodzenie T3, przepływ prądu przez: R4, R3, złącze kolektor-emiter T3 i R2. Spadek napięcia na R4 powoduje "wcześniejsze" przewodzenie T4, T1, odcięcie T2 i zmniejszenie napięcia wytwarzanego przez prądnicę. Potencjometr P1 służy do regulacji napięcia prądnicy, natomiast P2 do ustawienia poziomu prądu obciążenia.

Stabilizacja temperatury regulatora realizowana jest za pomocą diody DZ. Kondensatory C1 i C2 zabezpieczają układ przed możliwymi zakłóceniami pracy regulatora. Dioda D2 przeciwdziała powstawaniu napięcia samoindukcji w uzwojeniu wzbudzenia podczas przełączania.

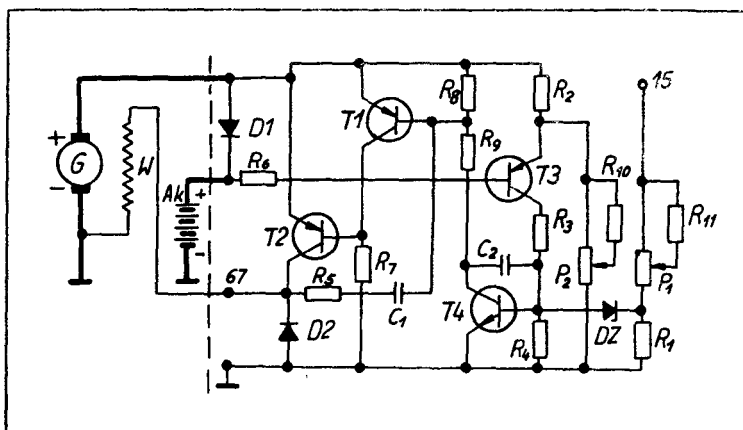
14.1.2. Zasada działania regulatora elektronicznego w instalacji elektrycznej z minusem na masie.

Schemat regulatora elektronicznego przedstawia rys. 14.2. Zasada działania tego typu regulatora jest identyczna jak w punkcie 14.1.1. Różnice w sposobie włączenia diod D1 i D2 oraz w zastosowaniu tranzystorów o odmiennej polaryzacji wynikają z odwrotnej biegunowości układu (minus na masie).

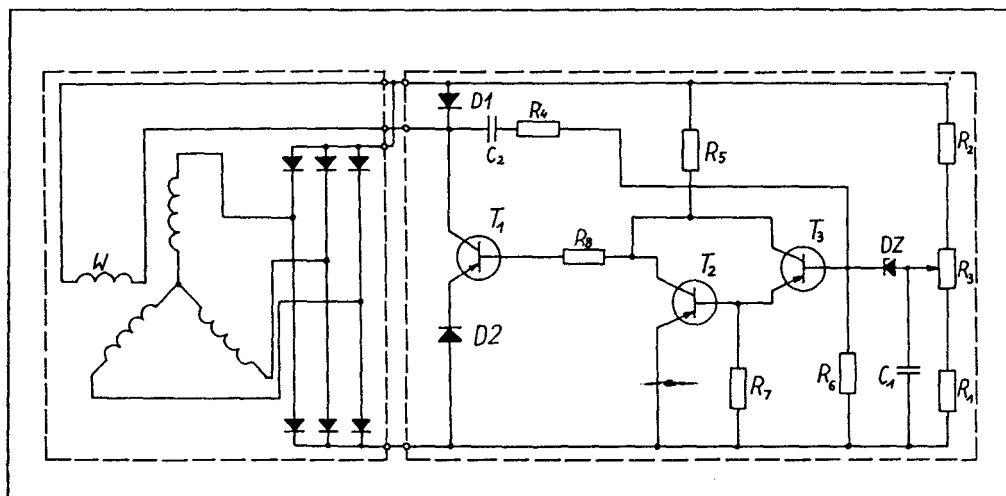
14.1.3. Zasada działania regulatora prądnicy prądu przemiennego.

Zadaniem regulatora prądnicy prądu przemiennego (alternatora) jest regulacja napięcia na jej zaciskach. regulacja prądu obciążenia realizowana jest samoczynnie przez alternator. Rolę wyłącznika samoczynnego pełnią diody w alternatorze. Schemat układu elektronicznego regulatora alternatora przedstawia rys. 14.3.

ER - elektroniczny regulator,
 G - prądnica,
 T1÷T4 - tranzystory,
 D1,D2,DZ - diody,
 R1÷R11 - rezystory,
 C1÷C2 - kondensatory,
 P1÷P2 - potencjometry,
 Ak - akumulator,
 W - uzwojenie wzbudzenia,



Rys.14.2. Schemat elektronicznego regulatora prądnicy z minusem na masie.



Rys.14.3. Schemat elektronicznego regulatora napięcia współpracującego z alternatorem obcowzbudnym.

W - uzwojenie wzbudzenia, T1÷T3 - tranzystory, D1,D2,DZ - diody, R1÷R8 - rezystory, C1÷C2 - kondensatory.

Regulator ten można podzielić na trzy człony:

- człon wykonawczy (tranzystor T1),
- człon wzmacniający (tranzystory T2, T3),
- człon pomiarowy (dioda Zenera, R1, R2, R3).

Człon wykonawczy na tranzystorze T1 steruje wartością prądu wzbudzenia alternatora. Doysterowania tranzystora członu wykonawczego stosuje się najczęściej wzmacniacz w układzie Darlingtona. W układzie tym emiter tranzystora sterującego T3 połączony jest bezpośrednio z bazą tranzystora T2, a kolektory obu tranzystorów połączone są ze sobą i pracują przy wspólnym obciążeniu R5. Baza T3 stanowi wejście układu wzmacniającego. Wypadkowy współczynnik wzmocnienia prądowego równy jest iloczynowi współczynników wzmocnienia tranzystorów T3 i T2.

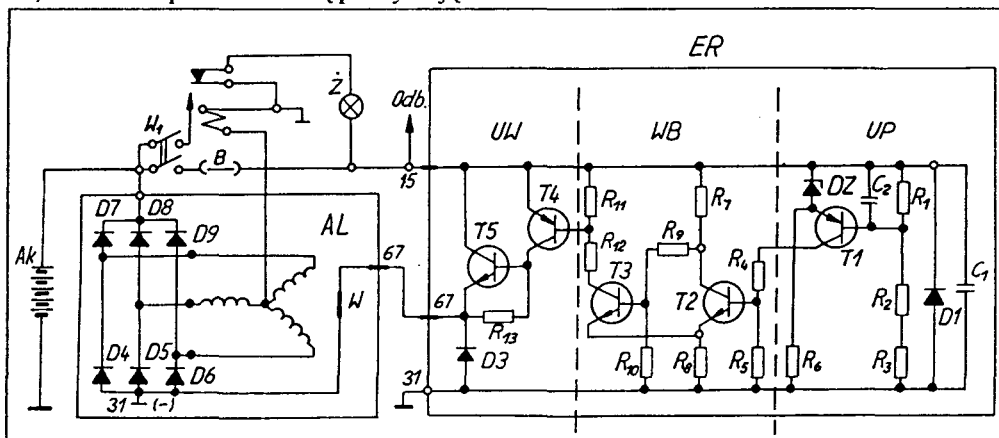
Członem pomiarowym określa się tę część regulatora, która służy do porównywania wartości zadanej napięcia z wartością regulowaną. Wartość zadana stanowi napięcie Zenera diody DZ, wartością regulowaną jest natomiast napięcie na zaciskach alternatora. Jeżeli napięcie na R3 jest mniejsze od napięcia Zenera tranzystory T2 i T3 nie przewodzą. Wzrost napięcia na zaciskach alternatora powoduje przepływ prądu przez diodę Zenera i przewodzenie tranzystorów T2 i T3 oraz odcięcie T1. Następuje zanik prądu wzbudzenia i obniżenie wartości napięcia na zaciskach alternatora. Proces ten trwa do chwili zrównania się napięcia na potencjo-

metrze R3 z napięciem Zenera. Wówczas tranzystory członu wzmacniającego przejdą w stan odcięcia, a tranzystor członu wykonawczego w stan przewodzenia. Napięcie alternatora oscyluje wokół średniej wartości zadanej potencjometrem R3.

Dioda D1 włączona równolegle do uzwojenia wzbudzenia alternatora zabezpiecza tranzystor T1 zwierając prąd samoindukcji, dioda D2 pracuje w układzie ujemnego sprzężenia zwrotnego, a tym samym poprawia przekaźnikową pracę tranzystora T1.

Elementy R4, C2, C1 przyspieszają przejście członu wykonawczego z jednego stanu do drugiego oraz ograniczają maksymalną częstotliwość pracy układu.

Rysunek 14.4 przedstawia schemat regulatora alternatora do samochodu PF 125p. Napięcie alternatora doprowadzane jest przez dzielnik R1, R2, R3 do bazy tranzystora T1. Spadek napięcia na R1 jest porównywany z napięciem odniesienia diody Zenera D2. Jeżeli napięcie alternatora jest małe to spadek napięcia na R1 nie wystarcza doysterowania tranzystora T1. Wówczas nie przewodzi T2, przewodzą natomiast tranzystory T3, T4, T5. Pełna wartość napięcia akumulatora jest doprowadzana do uzwojenia wzbudzenia przez T5. Powoduje to stopniowe narastanie napięcia na zaciskach alternatora. Wzrasta napięcie alternatora do takiej wartości, że spadek napięcia na rezystorze R1 wystarczy doysterowania T1. Spowoduje to przewodzenie tranzystora T2 oraz nieprzewodzenie T3, T4, T5. Kondensator C1 zabezpiecza układ przed przepięciami, a dioda D1 przed odwrotną polaryzacją.



Rys. 14.4. Schemat elektronicznego regulatora alternatora /PF 125p/.

AL - alternator, ER - elektroniczny regulator, UW - układ wykonawczy, WB - wzmacniacz błędów, UP - układ porównawczy, T1÷T5 - tranzystory, D1÷D3 - diody, R1÷R11 - rezystory, C1÷C2 - kondensatory, Ak - akumulator, W - uzwojenie wzbudzenia, B - bezpiecznik, Z - żarówka, Odb - odbiorniki, W1 - włącznik, D4÷D9 - diody alternatora.

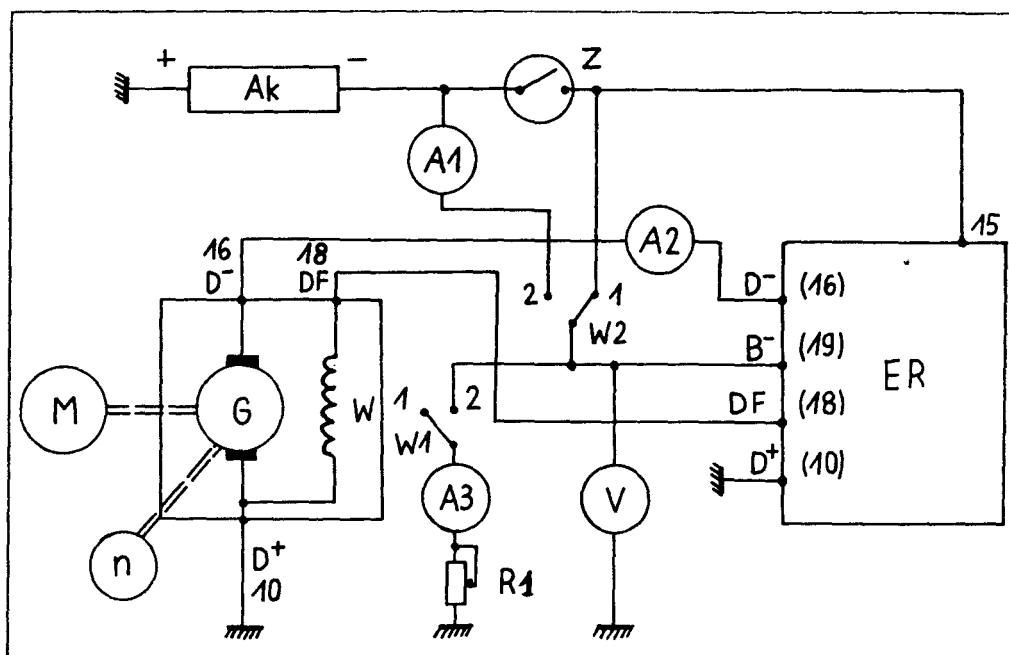
14.2. Wykonanie pomiarów.

14.2.1. Badanie regulatora współpracującego z prądnicą P20b (Żuk).

Połączyć układ przedstawiony na rys. 14.5.

14.2.1.1.

W czasie badań wyznaczyć charakterystyki $U = f(\omega)$ dla prądu obciążenia I_0 równego $0,0.5I_{0n}, I_{0n}$. Dla wyznaczenia charakterystyk biegu jałowego ustawić wyłącznik W1 w pozycji (wyłączony), a przełącznik W2 w pozycji 1. Zamknąć wyłącznik zapłonu Z. Zmieniać prędkość kątową od $0 \div 733 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ ($0 \div 7000 \text{ obr/min}$). Odczytać wskazania woltomierza. Dla wyznaczenia charakterystyk obciążeniowych ustawić W1 w pozycji 2. Wartość prądu obciążenia regulować rezystorem R1. Wyniki zestawzić w tablicy 14.1. Wykreślić charakterystyki $U = f(\omega)$ dla trzech prądów obciążenia w jednym układzie współrzędnych.



Rys. 14.5. Schemat układu pomiarowego do sprawdzania parametrów elektrycznych regulatora elektronicznego z dodatnim biegunem na masie.

ER - elektroniczny regulator, G - prądnicza, n - obrotomierz, M - silnik, W - uzwojenie wzbudzenia, Ak - akumulator, Z, W1, W2 - wyłączniki, R1 - rezystor, V - woltomierz 0÷15V, A1÷A3 - amperomierze (A1 - 30 - 0 - 30A, A2 - 0 ÷ 30A, A3 - 0 ÷ 30A).

Tablica 14.1

Lp	$I_3 = 0$		$I_3 = 0.5 I_n$		$I_3 = I_n$	
	U	ω	U	ω	U	ω
	V		V		V	
1						
10						

14.2.1.2.

Wyznaczyć charakterystyki $U = f(I_3)$ dla trzech prędkości kątowych 209, 314, 628 (s^{-1}) (2000, 3000, 6000 obr/min). Połączyć układ przedstawiony na rys. 14.5. Ustawić wyłącznik W1 w pozycji 2. Zmieniać wartość rezystancji R1, przy stałej prędkości kątowej. Wyniki zestawić w tablicy 14.2.

Tablica 14.2

Lp	$\omega = [2000] 209s^{-1}$		$\omega = [3000] 314s^{-1}$		$\omega = [6000] 628s^{-1}$	
	U	I	U	I	U	I
	V	A	V	A	V	A
1						
10						

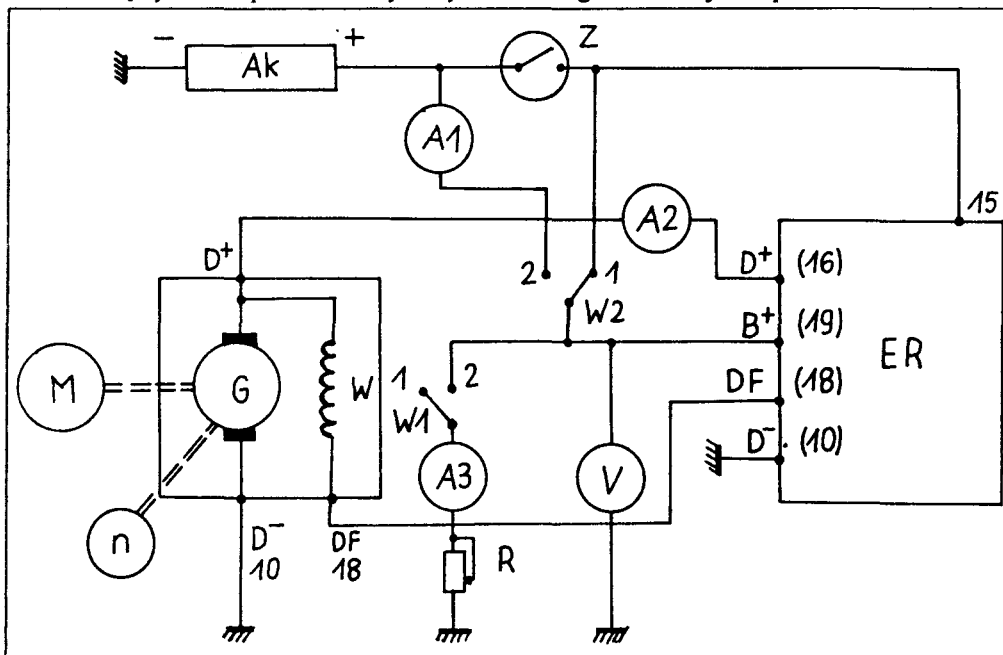
14.2.1.3.

Wyznaczyć charakterystyki $U, I_1, I_2 = f(I_3)$. Ustawić wyłącznik W1 w pozycji 2, W2 w pozycji 2. Przy stałej prędkości kątowej, zmieniając prąd obciążenia rezystorem R1 od $0 \div 1.5 I_n$, odczytać wskazania mierników. Wyniki zestawić w tablicy 14.3.

Lp	U	I ₁	I ₂	I ₃
	V	A	A	A
1				
20				

14.2.2. Badanie regulatora z ujemnym biegunem na masie (Skoda).

Połączyć układ przedstawiony na rys. 14.6. Program badań jak w punkcie 14.2.1.



Rys. 14.6. Schemat układu pomiarowego do sprawdzania parametrów elektrycznych regulatora z ujemnym biegunem na masie.

ER - elektroniczny regulator, G - prądnica, n - obrotomierz, M - silnik, W - uzwojenie wzbudzenia, Ak - akumulator, Z, W1, W2 - włączniki, R - rezystor, V - woltomierz 0÷15V, A1÷A3 - amperomierze (A1 - 30 - 0 - 30A, A2 - 0 ÷ 30A, A3 - 0 ÷ 30A).

14.2.3. Badanie regulatora z ujemnym biegunem na masie PF 126p.

Połączyć układ przedstawiony na rys. 14.7. Program badań jak w punkcie 14.2.1.

14.2.4. Badanie regulatorów współpracujących z alternatorem.

Połączyć układ przedstawiony na rys. 14.8. Program badań jak w punkcie 14.2.1.

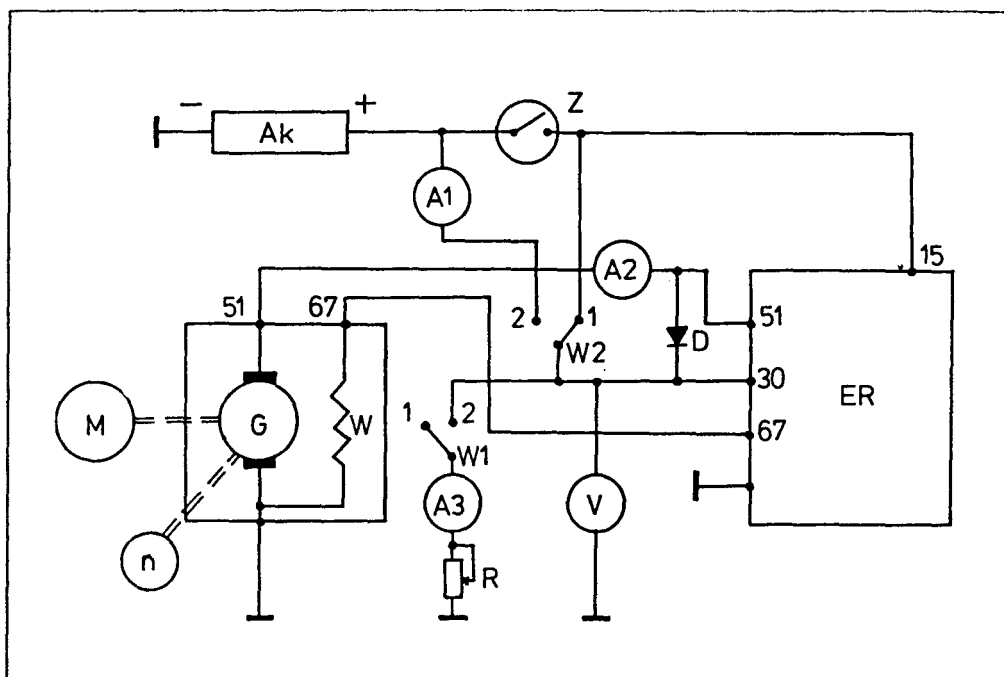
14.2.5. Wyznaczenie napięć na poszczególnych tranzystorach układu.

Połączyć układ przedstawiony na rys. 14.9a lub 14.9b.

Do gniazd G1-G2, G3-G4, G5-G6, G7-G8 podłączyć woltomierze o zakresie 0÷3V. Do gniazd G9-G10 podłączyć amperomierz o zakresie 0÷7.5A.

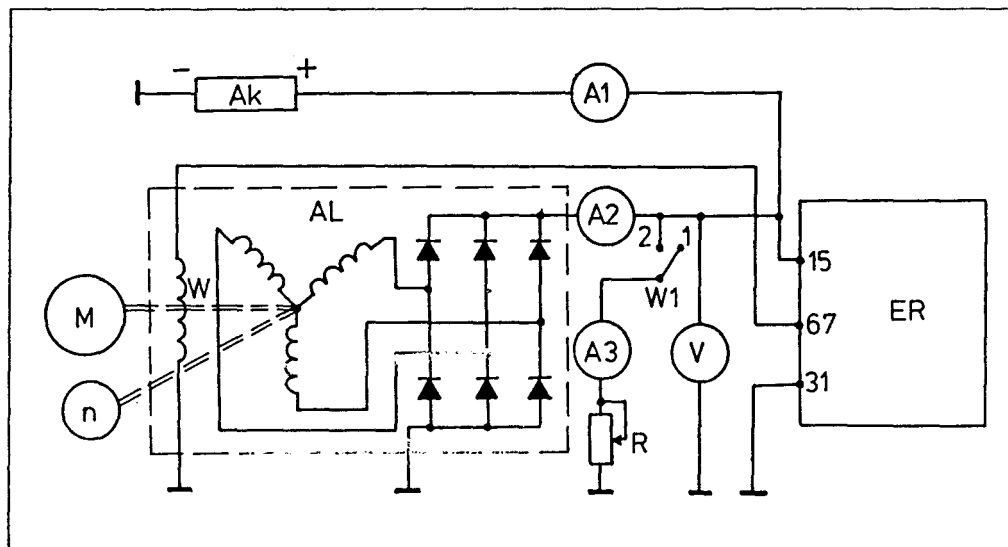
Zmieniając prędkość kątową od 0÷733 (s⁻¹) (0÷7000 obr/min) odczytać wskazania woltomierzy. Wyniki zestawić w tablicy 14.4. W jednym układzie współrzędnych wykreślić charakterystyki:

$$U_{EB}(T_1, T_2, T_3, T_4), U_p = f(\omega)$$



Rys. 14.7. Schemat układu pomiarowego do sprawdzania parametrów elektrycznych regulatora elektronicznego z ujemnym biegunem na masie (PF 126p).

ER - elektroniczny regulator, G - prądnica, n - obrotomierz, M - silnik, W - uzwojenie wzbudzenia, Ak - akumulator, Z, W1, W2 - włączniki, R - rezystor, V - woltomierz $0 \div 15V$, A1÷A3 - amperomierze (A1 - $30 - 0 - 30A$, A2 - $0 \div 30A$, A3 - $0 \div 30A$).



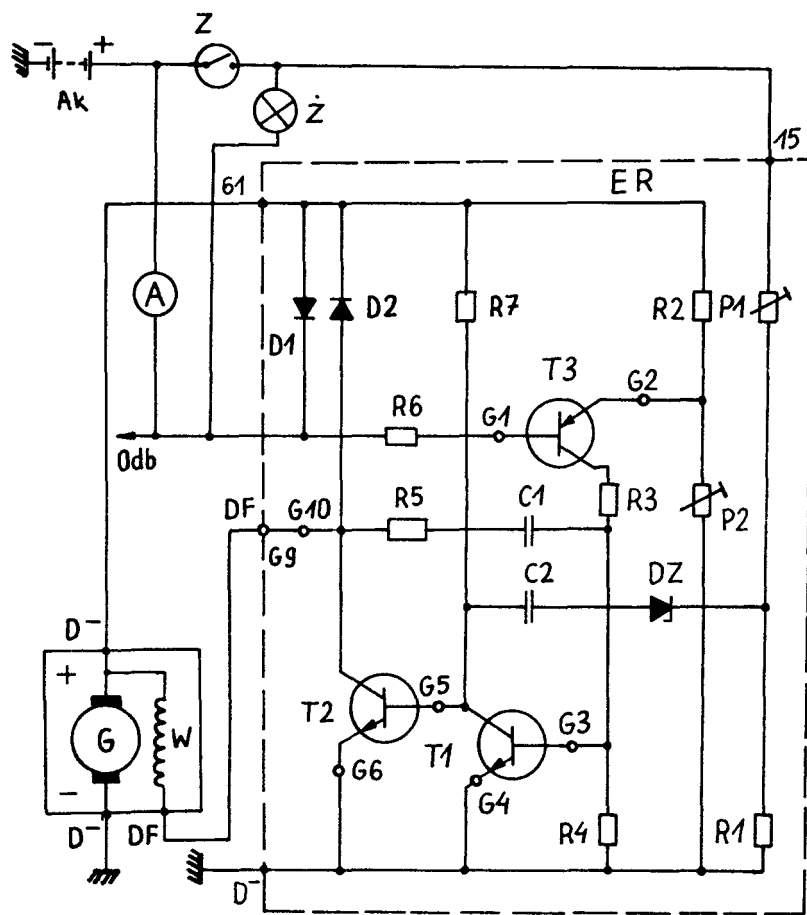
Rys. 14.6. Schemat układu pomiarowego do sprawdzania parametrów elektrycznych regulatora elektronicznego współpracującego z alternatorem.

ER - elektroniczny regulator, AL - alternator, n - obrotomierz, M - silnik, W - uzwojenie wzbudzenia, Ak - akumulator, Z, W1 - włączniki, R - rezystor, V - woltomierz $0 \div 15V$, A1÷A3 - amperomierze (A1 - $30 - 0 - 30A$, A2 - $0 \div 100A$, A3 - $0 \div 30A$).

Tablica 14.

U_{EB}	T_1	T_2	T_3	T_4	U_p	I_w
	V	V	V	V	V	A
1						
10						
1						
10						

14.9A



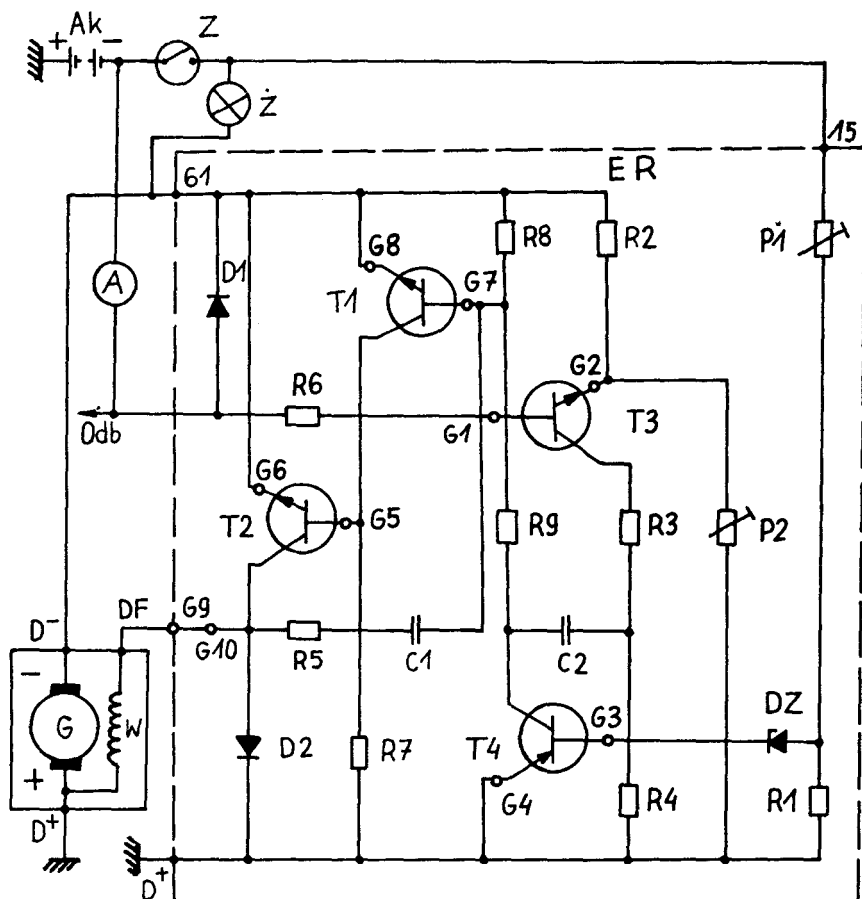
Rys. 14.9. Schemat układu pomiarowego do wyznaczania napięć na poszczególnych tranzystorach układów:

a - minus na masie,

b - plus na masie.

ER - elektroniczny regulator, G - prądnicą, W - uzwojenie wzbudzenia, Ak - akumulator, Z - włącznik, T1÷T4 - tranzystory, R1÷R9 - rezystory, D1,D2,DZ - diody, C1,C2 - kondensatory, P1,P2 - potencjometry, G1÷G10 - gniazda, A - amperomierz, Odb - odbiornik, Z - żarówka.

14.9B



14.3. Opracowanie wyników.

Należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy, wyniki pomiarów, charakterystyki, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

15. BADANIE ELEKTRONICZNYCH UKŁADÓW ZAPŁONOWYCH

Cel ćwiczenia : Zapoznanie się z budową, zasadą działania i właściwościami elektronicznych układów zapłonowych, wykonanie charakterystyk i porównanie wyników badań tranzystorowych i tyrystorowych układów zapłonowych z klasycznym układem zapłonu.

15.1 Część teoretyczna.

Akumulatorowy układ zapłonu od chwili wynalezienia nie zmienił w zasadniczy sposób swojej konstrukcji, natomiast budowa silników spalinowych uległa znacznym zmianom. Najważniejsze z nich to : wzrost prędkości obrotowej, wzrost stopnia sprężania i rosnąca liczba cylindrów. Tam gdzie konwencjonalne układy zapłonowe nie były w stanie sprostać wymaganiom stawianym przez nowe konstrukcje silników zastosowano układy elektroniczne. Elektroniczne układy zapłonowe wnoszą szereg korzystnych zmian :

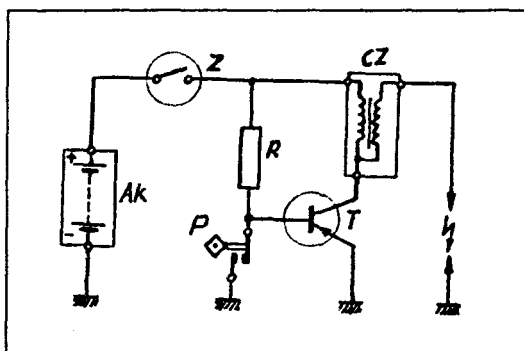
- poprawa parametrów pracy przerywacza lub zastąpienie go czujnikiem,
- zwiększenie wartości napięcia zapłonu ,
- zwiększenie stabilności napięcia zapłonu i energii iskry w funkcji prędkości obrotowej,
- ograniczenie elementów regulacyjnych,
- zmniejszenie zużycia paliwa i ograniczenie toksyczności spalin,
- zwiększenia niezawodności działania.

Elektroniczne układy zapłonowe można podzielić :

- ze względu na sposób określania kąta położenia wału silnika: stykowe, bezstykowe;
- ze względu na sposób gromadzenia energii : w indukcyjności /tranzystorowe/, w pojemności /tyrystorowe/.

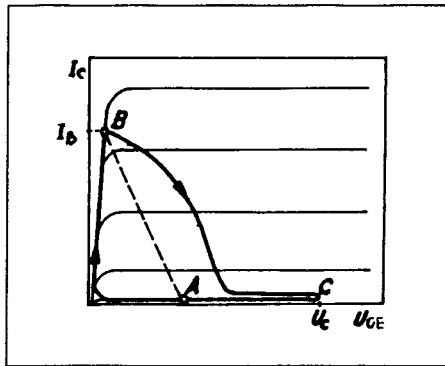
15.1.1 Elektroniczne tranzystorowe układy zapłonowe / stykowe /.

W tranzystorowym układzie zapłonowym stykowym sterowanie cewką zapłonową jest realizowane przez tranzystor, natomiast przerywacz jest wykorzystany do sterowania prądem bazy tranzystora / patrz rys.15.1. /.



Rys.15.1 Zasada działania tranzystorowego układu zapłonowego.

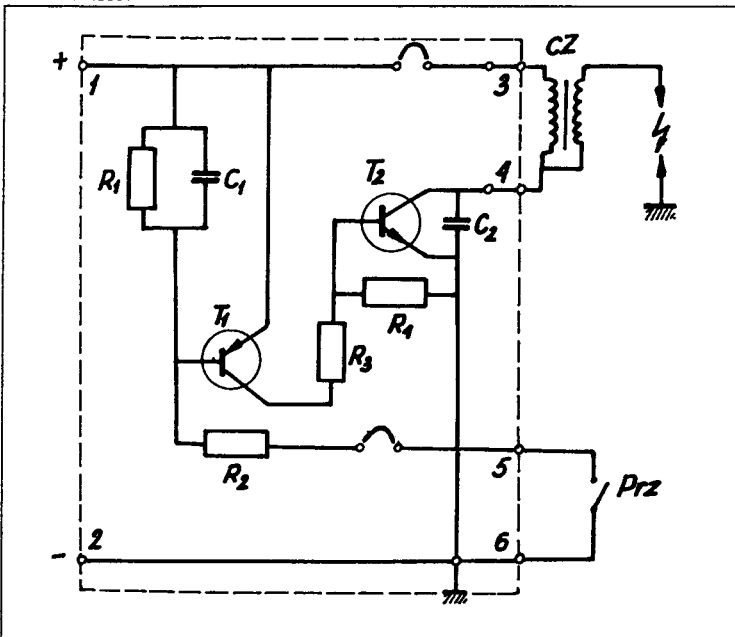
Zasadę działania układu tranzystorowego można przedstawić następująco :
gdy przez bazę tranzystora nie płynie prąd - nie płynie również prąd przez cewkę,
a napięcie na tranzystorze jest równe napięciu akumulatora - punkt A /rys.15.2 /.



Rys.15.2 Zmiany napięcia i prądu tranzystora podczas pracy tranzystorowego układu zapłonowego ;
 I_B - prąd znamionowy cewki zapłonowej, U_C - napięcie samoindukcji.

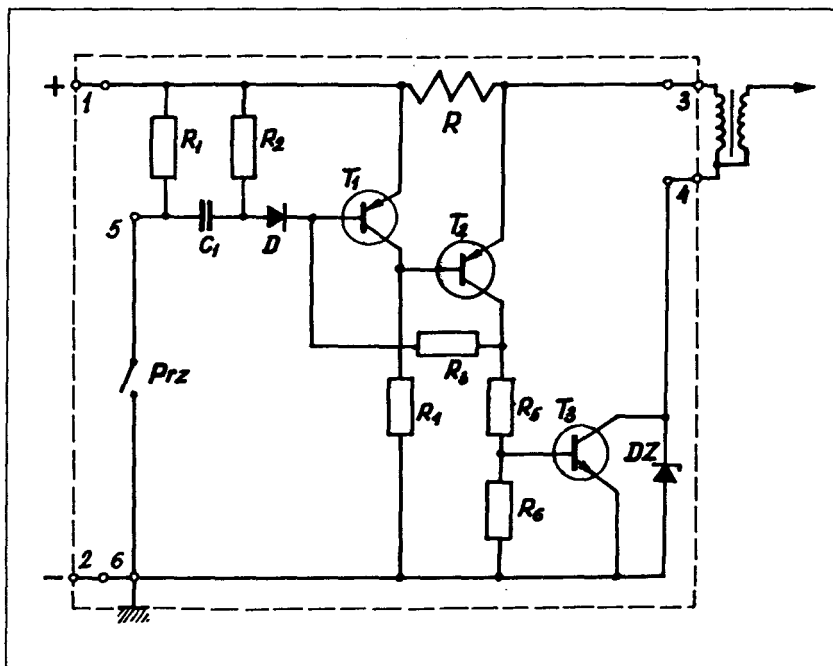
Przy wysterowaniu bazy tranzystora prądem, przez rezystor R spada gwałtownie napięcie na uzwojeniu pierwotnym cewki i zaczyna narastać płynący przez cewkę prąd kolektora - odcinek AB. W momencie rozwarcia styków przerywacza znika prąd bazy, a wraz z nim prąd cewki. Jednocześnie pojawia się napięcie samoindukcji - odcinek BC. Po rozładowaniu energii zgromadzonej w polu magnetycznym cewki układ powraca do stanu początkowego - odcinek CA. Przez tranzystor płynie prąd równy prądowi znamionowemu cewki zapłonowej, a napięcie na kolektorze jest równe napięciu samoindukcji uzwojenia pierwotnego. Polepszenie parametrów tranzystorowego układu zapłonowego uzyskuje się przez zastosowanie tranzystora złożonego. Układ taki przedstawia rys.15.3.

Tranzystor T_1 służy do sterowania prądem bazy tranzystora T_2 . Wartość tego prądu jest ustalona doбором rezystora R_3 . Zastosowanie T_1 z C_1 , R_1 , R_2 jest konieczne, ponieważ przerywacz włączony bezpośrednio w bazę tranzystora T_2 powodowałby powstawanie wysokiego napięcia w chwili zwierania styków. Prąd płynący przez przerywacz wynosi ok. 10 mA. Układ jest przystosowany do pracy z instalacją elektryczną 6V lub 12 V z ujemnym biegunem na masie.



Rys.15.3 Tranzystorowy układ zapłonowy.

Podstawową wadą układu zapłonowego opisanego powyżej jest znaczny pobór mocy. Ograniczenie poboru mocy można osiągnąć przez włączanie uzwojenia pierwotnego cewki zapłonowej, na krótki okres czasu, potrzebny do osiągnięcia odpowiedniego prądu w uzwojeniu, tuż przed momentem zapłonu. Rozwiązanie takie przedstawia rys.15.4.

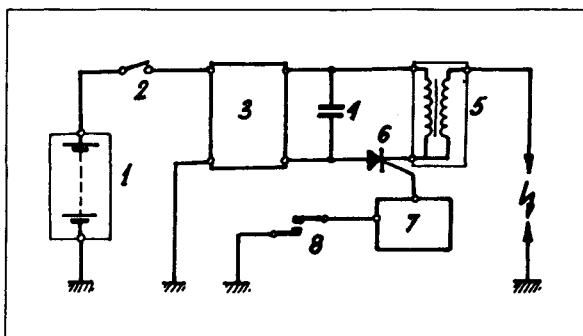


Rys.15.4. Tranzystorowy układ zapłonowy z uniwbibratorem.

Tranzystory T_1, T_2 i T_3 tworzą uniwbibrator sterujący przepływem prądu przez cewkę. Przy zwartych stykach przerywacza, przez rezystor R_1 przepływa stały prąd z akumulatora. Jednocześnie tranzystor T_1 przewodzi prąd, a tranzystory T_2 i T_3 są w stanie odcięcia. Przez cewkę nie płynie prąd. Przy rozwarciu styków przerywacza pojawia się dodatni impuls, który przez kondensator C_1 i diodę D dostaje się na bazę tranzystora T_1 . Tranzystor T_1 jest w stanie odcięcia, a tranzystory T_2 i T_3 zaczynają przewodzić. Stan ten jest podtrzymywany dzięki działaniu sprzężenia zwrotnego przez rezystor R_3 . Prąd cewki, płynący jednocześnie przez rezystor R , narasta do chwili, gdy napięcie na R osiągnie wartość powodującą przewodzenie tranzystora T_1 . Wówczas układ gwałtownie przechodzi do stanu początkowego; prąd w cewce zostaje wyłączony i pojawia się impuls wysokiego napięcia w uzwojeniu wtórnym. Układy przedstawione na rys.15.3 i 15.4 będą badane podczas ćwiczenia.

15.1.2. Elektroniczne tyrystorowe układy zapłonowe.

Zasadę działania układu zapłonowego tyrystorowego przedstawia rys.15.5.



Rys.15.5 Zasada działania tyrystorowego układu zapłonowego:

1- akumulator, 2 - włącznik, 3 - przetwornica, 4 - kondensator, 5 - cewka zapłonowa, 6 - tyrystor, 7 - układ formujący, 8 - przerywacz.

Kondensator C jest ładowany przez przetwornicę 3 zasilaną z akumulatora. Przetwornica składa się z transformatora, elementu przełączającego i prostownika. Zadaniem transformatora jest podwyższenie napięcia do ok. 400 V. Zasada pracy przetwornicy polega na okresowym włączaniu, przez tranzystorowy układ przełączający napięcia na uzwojenie pierwotne transformatora. Otrzymane na wyjściu przetwornicy napięcie polaryzuje prostownik i następuje ładowanie kondensatora. Napięcie na kondensatorze narasta wg krzywej wykładniczej o stałej czasowej :

$$\tau = R \cdot C$$

gdzie :

R - rezystencja obwodu ładowania,

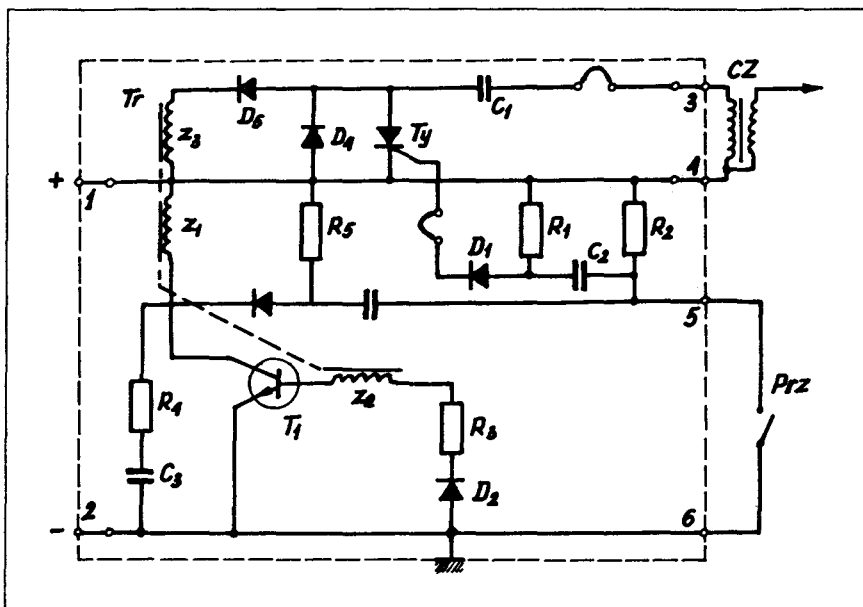
C - pojemność kondensatora.

Stała czasowa zapewnia naładowanie kondensatora w czasie pomiędzy dwoma kolejnymi impulsami zapłonowymi. Rozładowanie kondensatora przez uzwojenie cewki zapłonowej następuje z chwilą włączenia tyrystora. W uzwojeniu pierwotnym cewki zapłonowej powstają oscylacje napięcia, które są przetransformowane na stronę wtórną. Pierwszy półokres tych oscylacji wyznacza wartość napięcia zapłonowego.

Wartość napięcia wtórnego oraz energia iskry są praktycznie niezależne od prędkości obrotowej, ponieważ kondensator jest zawsze ładowany do stałej wartości. Stromość narastania impulsu zapłonowego jest znacznie większa niż w układzie klasycznym i tranzystorowym. W związku z tym układ tyrystorowy jest mniej wrażliwy na boczniowanie świecy rezystancją.

Synchronizacja momentu wyzwalania tyrystora z właściwym położeniem tłoków w cylindrach silnika następuje przez sterowanie przerywaczem. Przekształcenie sygnału z przerywacza na impuls napięciowy doprowadzany do obwodu bramkowego następuje w układzie formującym.

Tyrystorowy układ zapłonowy przeznaczony do współpracy z konwencjonalną cewką zapłonową i przerywaczem mechanicznym przedstawia rys.15.6.

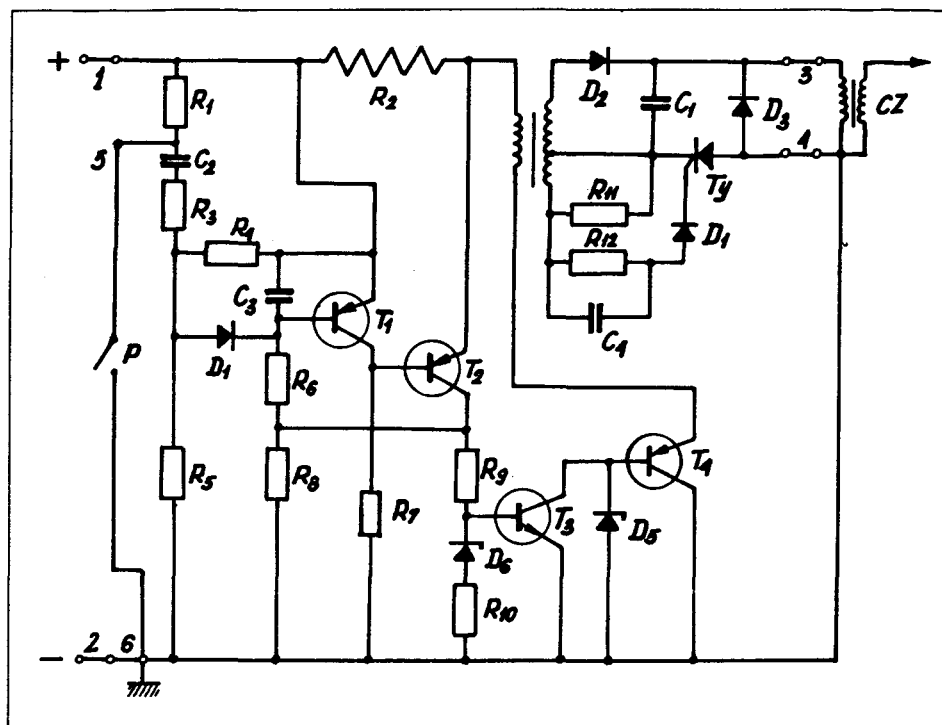


Rys. 15.6 Tyrystorowy układ zapłonowy przeznaczony do współpracy z konwencjonalną cewką zapłonową i przerywaczem mechanicznym.

Kondensator C_1 ładowany jest przez generator samodławny zbudowany na tranzystorze T_1 i transformatorze Tr . Przez uzwojenie z_1 płynie prąd z akumulatora powodując magazynowanie energii w rdzeniu transformatora. Energia ta jest następnie przekazywana przez uzwojenie z_3 do kondensatora C_1 . Uzwojenie z_2 wytwarza napięcie zasilające bazę tranzystora T_1 . Prąd bazy jest ograniczony rezystorem R_3 . Dioda D_2 użyta jest w celu ochrony złącza baza - emiter tranzystora przed zbyt dużym napięciem wstecznym w czasie ładowania C_1 . Człon R_3, R_4 służy do wytlumienia oscylacji wielkiej częstotliwości, powstających w układzie w czasie przełączania. Obwód R_5, C_4 i D_3 służy do wyzwalania generatora w momencie zwarcia styków przerywacza. Elementy R_2, R_1, D_1 i C_2 składają się na układ formujący impuls wyzwalający tyrystor Ty . W układzie tym czas trwania impulsu bramki jest tak dobrany, że tyrystor jest otwarty przez okres dwóch oscylacji podczas rozładowania kondensatora C_1 .

Innym rozwiązaniem układu tyrystorowego jest układ przedstawiony na rys. 15.7. Czas włączenia tranzystora T_4 zależy od wartości spadku napięcia na rezystorze R_2 , co zapewnia stabilizację energii iskry w całym zakresie zmian napięcia zasilania. Tranzystory T_1 i T_2 tworzą przerzutnik Schmitta, z rezystorem R_6 w obwodzie sprzężenia zwrotnego. W stanie zwarcia styków przerywacza tranzystor T_1 przewodzi, T_2 jest zablokowany. W chwili rozwarcia styków przerywacza w obwodzie bazy tranzystora T_1 płynie prąd ładowania kondensatora C_2 , wskutek czego przerzutnik Schmitta przechodzi w drugi stan stabilny. Tranzystor T_2 zaczyna przewodzić, co powoduje włączenie tranzystora mocy i w obwodzie pierwotnym zaczyna narastać prąd. Jednocześnie w uzwojeniu wtórnym indukuje się napięcie proporcjonalne do szybkości narastania prądu. Napięcie to polaryzuje diodę D_2 w kierunku zaporowym, a diodę D_1 w kierunku przewodzenia. Prąd płynący przez diodę D_1 powoduje włączenie tyrystora Ty_1 i rozładowanie kondensatora C_1 .

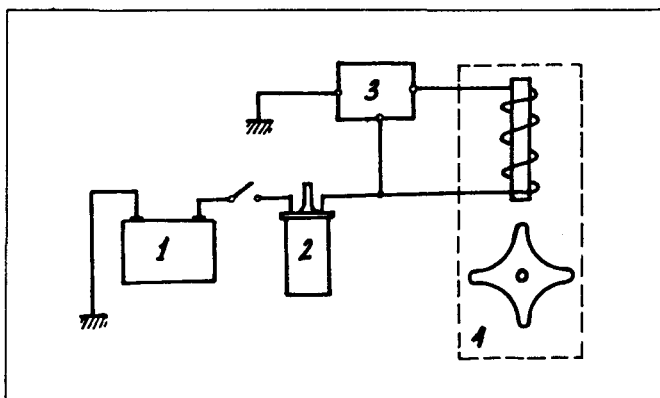
W miarę narastania prądu w obwodzie przerywacza zwiększa się spadek napięcia na rezystorze R_2 i w chwili gdy przekroczy on wartość $0,6V$ przerzutnik Schmitta powróci do stanu wyjściowego spowoduje to wyłączenie tranzystora mocy. W momencie gwałtownego przerwania przepływu prądu w obwodzie pierwotnym nastąpi naładowanie kondensatora C_1 do napięcia $350 V$. Opisane powyżej układy badane będą w ćwiczeniu.



Rys.15.7 Tyrystorowy układ zapłonowy ze stabilizacją energii iskry.

15.1.3. Bezstykowe układy zapłonowe.

Usprawnieniem stykowego układu zapłonowego jest zastąpienie przerywacza mechanicznego czujnikiem impulsów / najczęściej magnetoelektrycznym lub halotronowym /. Podyktowane jest to tym, że przerywacz mechaniczny z czasem ulega mechanicznemu zużyciu oraz przy dużej częstotliwości zapłonów występuje odbijanie styków przerywacza. Zasadę działania bezstykowego układu zapłonowego przedstawia rys.15.8.



Rys.15.8 Schemat bezstykowego układu zapłonowego z magnetoindukcyjnym nadajnikiem sygnału sterującego : 1 - akumulator , 2 - cewka zapłonowa, 3 - moduł elektroniczny, 4 - czujnik magnetoindukcyjny.

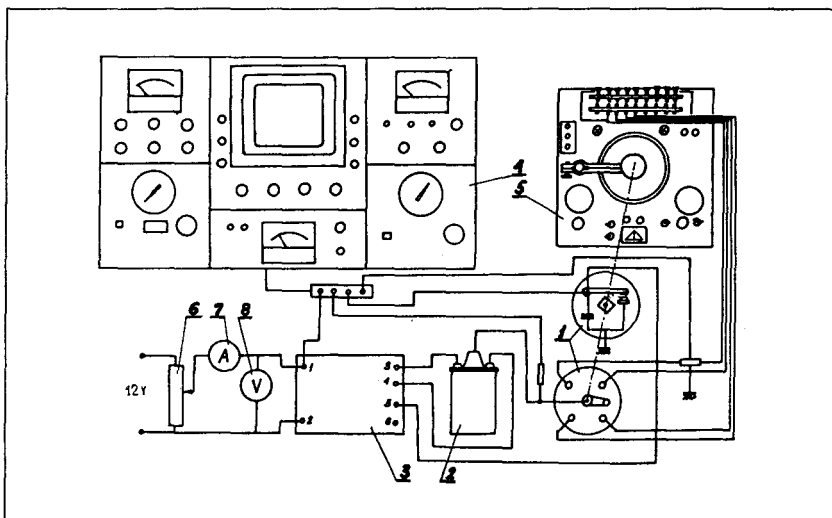
Czujnik magnetoindukcyjny generuje impulsy napięciowe, które doprowadzone do wejścia modułu elektronicznego sterują go.

Czujnik składa się z cewki nawiniętej na rdzeniu stalowym, stanowiącym część otwartego obwodu magnetycznego z magnesem ferrytowym. Na wałku rozdzielacza jest ułożyszowana tuleja, na którą wciśnięty jest wirnik o zarysie gwiazdy. Podczas wirowania ramiona gwiazdy zamykają przez szczelinę powietrzną obwód magnetyczny cewki, co wywołuje zmianę strumienia magnetycznego i indukowanie w cewce impulsów napięciowych. Zadaniem modułu elektronicznego jest włączenie prądu do uzwojenia pierwotnego cewki zapłonowej, stabilizacja w całym zakresie prędkości obrotowej oraz szybkie włączenie prądu w ściśle określonym czasie. Cewka zapłonowa przetwarza impulsy napięciowe powstające w uzwojeniu pierwotnym na impulsy wysokiego napięcia w uzwojeniu wtórnym. W ćwiczeniu badaniom poddany zostanie elektroniczny bezstykowy układ zapłonu stosowany do samochodu POLONEZ.

15.2. Wykonanie pomiarów

15.2.1. Badanie układów stykowych

Na stanowisku pomiarów znajdują się elektroniczne układy zapłonowe stykowe, które należy połączyć zgodnie z rys. 15.9.



Rys. 15.9 Układ połączeń do badania elektronicznych układów zapłonowych stykowych : 1 - rozdzielacz zapłonu, 2 - cewka zapłonowa, 3 - moduł elektroniczny, 4 - diagnostyk, 5 - urządzenie do badania rozdzielacza, 6 - dzielnik napięcia, 7 - amperomierz, 8 - woltomierz.

15.2.1.1 Obserwacja przebiegów U_1 i U_2

- ustawić przerwy na iskiernikach równe 7mm,
- obserwować przebiegi U_1 i U_2 w całym zakresie zmian prędkości obrotowej silnika dla przebiegów "kolejno". Porównać przebiegi obserwowane z przebiegami napięć dla klasycznego układu zapłonowego. Odczytać wartości napięć dla poszczególnych cylindrów,
- powtórzyć badanie dla odległości na iskiernikach równej 5mm i 10mm.

15.2.1.2 sprawdzenie poprawności działania układu zapłonu przy określonym napięciu zasilania

- układ połączeń jak w p.2.1.1,
- ustawić ostrze iskierników na odległość 10 mm,
- ustawić prędkość silnika na 52 rad/s / 500 obr/min /
- zmieniając napięcie zasilania odczytać jego wartość, przy której jest ciągle iskrzenie,

- pomiary powtórzyć dla prędkości silnika 105 rad/s / 1000 obr/min oraz 157 rad/s / 1500 obr/min/ ,

15.2.1.3 Wyznaczenie stromości narastania napięcia po stronie wtórnej cewki zapłonowej

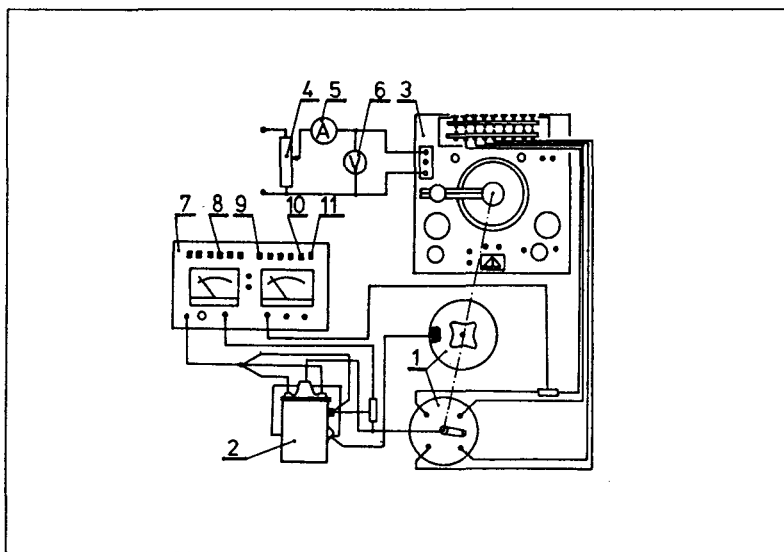
- układ połączeń jak w p.2.1.1, ponadto do sondy pojemnościowej należy dołączyć oscyloskop,
- wyjąć przewód ze środkowego zacisku głowicy rozdzielacza zapłonu i dołączyć do iskiernika pomiarowego,
- nastawić wartość napięcia zasilania 12 V ,
- ustawić ostrze iskierników na odległość 10 mm,
- ustawić prędkość obrotową na 105 rad/s / obr/min /
- odczytać na oscyloskopie wartość napięcia i czas narastania czoła impulsu.

15.2.2. Badanie elektronicznych układów zapłonowych bezstykowych.

Program badań przewiduje badanie tranzystorowego układu zapłonu bezstykowego stosowanego w samochodzie POLONEZ.

15.2.2.1 Wyznaczenie zmian napięcia wtórnego przy :

- zmianie prędkości obrotowej,
- zmianie napięcia zasilania,
- zmianie odległości ostrzy iskierników,
- zestawie układ połączeń jak na rys.15.10 ,
- ustawić na dzielniku wartość napięcia oraz odległość ostrzy iskierników zgodnie z tabelą 15.1 ,
- wcisnąć przyciski 11 , 10 , 9 , 8 ,
- zwiększając prędkość obrotową wałka rozdzielacza regulacja autotransformatorem odczytywać wartość napięcia U_2 . Wyniki zanotować w tabeli 15.1.



Rys.15.10 Układ połączeń do badania bezstykowych układów zapłonowych : 1 - rozdzielacz zapłonu, 2 - cewka zapłonowa, 3 - urządzenie do badania rozdzielacza zapłonu, 4 - dzielnik napięcia, 5 - amperomierz, 6 - woltomierz, 7 - przyrząd diagnostyczny SD -80, 8 - przełącznik woltomierza, 9 - włącznik pomiaru prędkości obrotowej, 10 - przełącznik ilości suwów, 11 - włącznik sieciowy.

Tabela 15.1

Prędkość obrotowa silnika	Odległość ostrzy iskierników								
	5 mm			7 mm			9 mm		
	Napięcie zasilania								
[rad/s]	8 V	12 V	13,5 V	8 V	12 V	13,5 V	8 V	12 V	13,5 V

15.2.2.2 Sprawdzenie sygnałów wytwarzanych przez czujnik generacyjny

- zamocować rozdzielacz zapłonu w uchwycie urządzenia do badania rozdzielaczy ,
- podłączyć badany czujnik do oscyloskopu ,
- zaobserwować na oscyloskopie przebieg zmian napięcia w funkcji prędkości obrotowej ,

15.2.2.3 Obserwacja przebiegów U1 i U2

- dołączyć sondy diagnostyki do układu zapłonowego / podobnie jak przy badaniu układu konwencjonalnego/ ,
- ustalić prędkość wałka rozdzielacza na wartość ok. 50 rad/s ,
- obserwować na oscyloskopie diagnostyki przebiegi napięcia U1 i U2 w przypadku położenia wyłącznika "kolejno". Porównać z przebiegami napięć układu klasycznego.

15.2.3. Opracowanie wyników

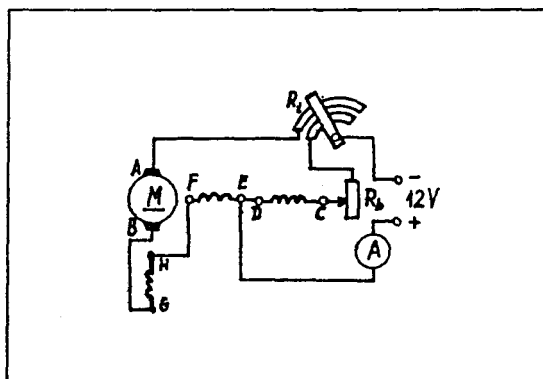
Należy podać : temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy , wyniki pomiarów , charakterystyki , wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

16. BADANIE PROGRAMATORÓW PRACY I SILNIKÓW WYCIERACZEK.

Cel ćwiczenia : Zapoznanie się z budową oraz własnościami silników i programatorów pracy wycieraczek samochodów FSO - 1500 , FIAT 126p i SKODA S - 100.

16.1.Część teoretyczna .

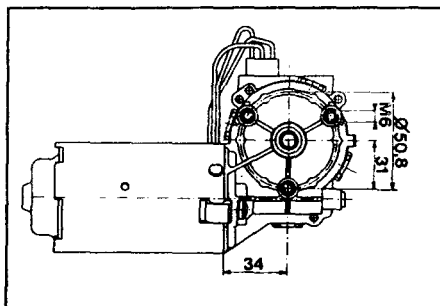
Do napędu wycieraczek są stosowane silniki szeregowo - bocznikowe. Posiadają one duży moment rozruchowy dzięki uzwojeniu szeregowemu, oraz nie posiadają skłonności do rozbiegania się dzięki uzwojeniu bocznikowemu. Uzwojenie hamowania / dodatkowe uzwojenie bocznikowe / służy do przeciwdziałania przemieszczaniu się wycieraków po wyłączeniu silnika wycieraczek. Schemat i budowę silnika szeregowo-bocznikowego przedstawia rys.16.1. ,16.1 a



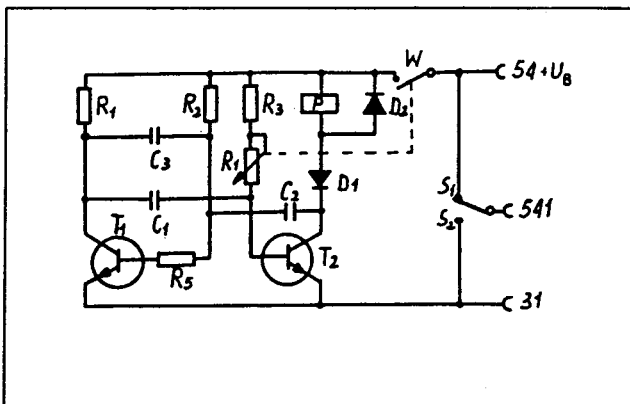
Rys.16.1. Schemat silnika szeregowo-bocznikowego.

R_1 - opornik rozruchowy, R_b - opornik regulacyjny wzbudzenia, AB - uzwojenie twornika, CD - uzwojenie wzbudzenia bocznikowe, EF - uzwojenie wzbudzenia szeregowo, GH - uzwojenie biegunów komutacyjnych.

Podczas jazdy samochodu w zmiennych warunkach atmosferycznych , jest pożądane aby wycieraki mogły pracować ze zmienną częstotliwością. Zadanie to spełniają programatory pracy wycieraczek. Działanie programatorów polega na ustawieniu w sposób płynny lub skokowy czasu trwania pauzy pomiędzy kolejnymi ruchami wycieraków. Ruch wycieraków , przy zastosowaniu programatorów , odbywa się zawsze z określoną prędkością. Zasadę działania programatora przedstawia rys.16.2.



Rys. 16.1a Budowa silnika wycieraczek

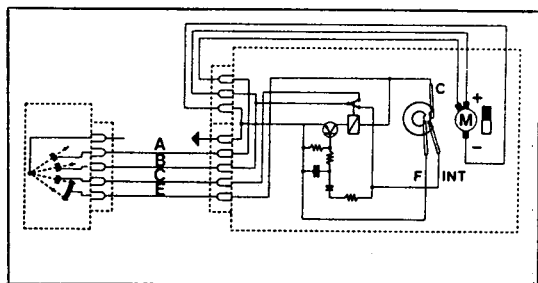


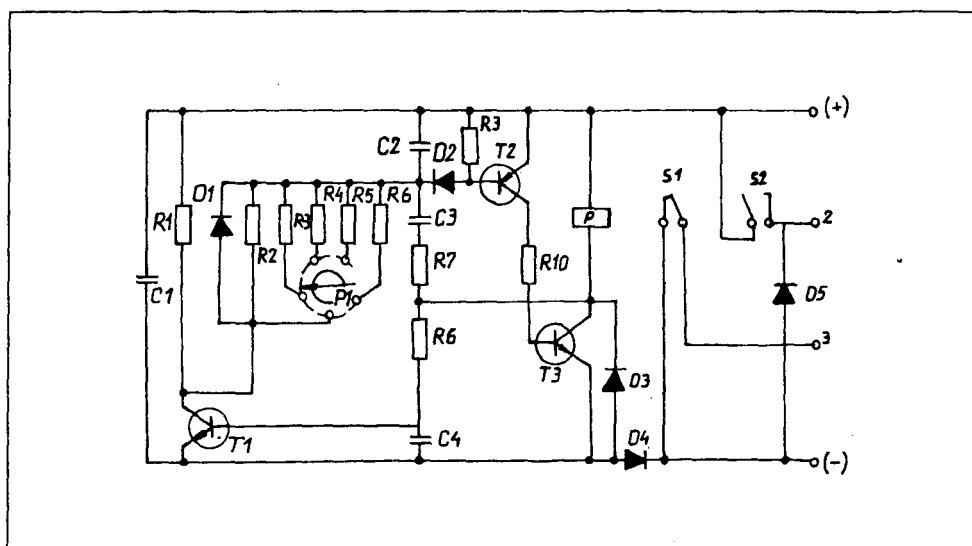
Rys.16.2. Schemat programatora pracy wycieraczek.

R₁, R₅ - rezystory, T₁, T₂ - tranzystory, W - włącznik, P - przełącznik, D₁, D₂ - diody, C₁+C₃ - kondensatory, S₁, S₂ - styki.

Gdy tranzystor T_2 jest w stanie przewodzenia, natomiast T_1 jest w stanie odcięcia, przez przełącznik płynie prąd. W tym przypadku kondensator C_2 rozładowuje się przez rezystor R_2 i niewielką rezystancję R_{CE} tranzystora T_2 , maleje zatem spadek napięcia na rezystorze R_2 i tym samym zmniejsza się ujemne napięcie U_{B1} na bazie tranzystora T_1 . W chwili gdy napięcie U_{B1} osiąga poziom bliski zerowego tranzystor T_1 przechodzi w stan przewodzenia i napięcie na kolektorze T_1 / U_{C1} / skokowo maleje. Tym samym dodatnia okładka kondensatora C_1 zostaje dołączona przez tranzystor T_1 do emitera tranzystora T_2 i na bazie T_2 pojawia się ujemny skok napięcia powodujący jego odcięcie. Napięcie kolektora T_2 / U_{C2} / równa się teraz w przybliżeniu napięciu zasilania $+U_B$. Jednocześnie kondensator C_1 rozładowuje się przez R_3, R_4 i będący w stanie przewodzenia tranzystor T_1 , ujemne napięcie na bazie T_2 / U_{B2} / maleje i gdy zmniejsza się do zera, tranzystor T_2 przewodzi - prąd przepływający przez przełącznik P powoduje rozpoczęcie drugiego wahania wycieraków. Czas pauzy określa kondensator C_1 wraz z rezystorami rozładowującymi R_3 i R_4 . Czas trwania impulsu sterującego zależy od wartości R_2 i C_2 . Dioda D_1 uniemożliwia wyzwalamie układu przypadkowymi ujemnymi impulsami zakłócającymi. Dioda D_2 zabezpiecza przed napięciami powstającymi na indukcyjności przełącznika w chwili włączenia tranzystora T_2 . Programator typu PW1 ze skokową regulacją pauzy przedstawia rys. 16.3.

Rys. 16.2 a Widok programatora





Rys. 16.3. Schemat programatora pracy wycieraczek typu PW1.

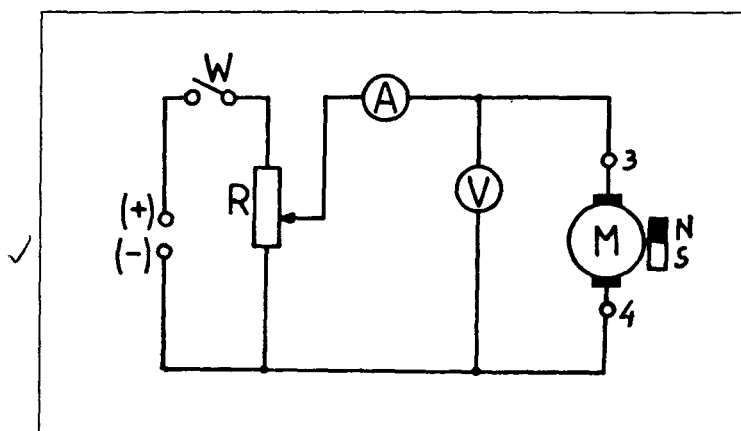
R_1 - R_{10} - rezystory, T_1 - T_3 - tranzystory, D_1 - D_5 - diody, C_1 - C_4 - kondensatory, P_1 - przełącznik wielopozycyjny, P - przekaźnik, S_1, S_2 - styki.

Układ elektroniczny programatora PW1 zbudowano na trzech tranzystorach. Tranzystory T_1 i T_2 pracują w układzie przerzutnika astabilnego, tranzystor T_3 jest wzmacniaczem mocy przekaźnika P .

16.2. Wykonanie pomiarów.

16.2.1. Badanie silników wycieraczek.

- zestawzić układ połączeń wg rys. 16.4.



Rys. 16.4. Układ połączeń do badania silników wycieraczek.

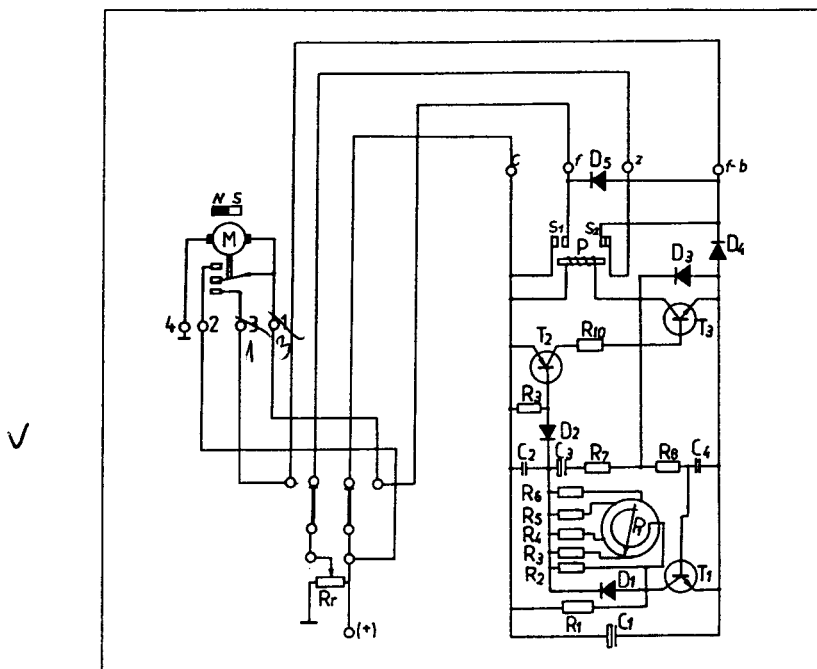
W - wyłącznik, A - amperomierz, V - woltomierz, M - badany silnik, R - rezystor.

- po zamknięciu wyłącznika zmniejszyć napięcie do wartości 8 V za pomocą rezystora R i dla tego stanu odczytać wartość prądu pobieranego przez silnik oraz określić prędkość obrotową silnika
- zwiększając napięcie co 0,5 V do 12 V przeprowadzić pomiary jak w punkcie powyższym

- przeprowadzić podobne pomiary dla pozostałych silników,
- wyniki zestawzić w tabeli 16.1,
- dla poszczególnych silników sporządzić wykresy zależności prędkości obrotowej od napięcia zasilania,
- porównać własności badanych silników.

16.2.2. Badanie programatora PW1.

Elektroniczny programator pracy wycieraczek wraz z przełącznikiem, znajdujący się na stanowisku badawczym, należy połączyć z współpracującym silnikiem zgodnie z rys.16.5.



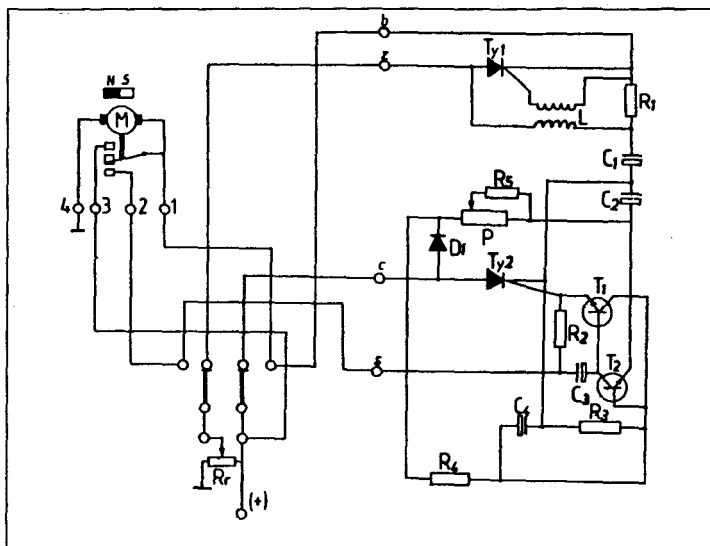
Rys.16.5. Układ połączeń do badania programatora PW1.

$R_1 - R_{10}$ - rezystory, R_f - rezystor regulacyjny, $T_1 - T_3$ - tranzystory, $D_1 - D_5$ - diody, $C_1 - C_4$ - kondensatory, P_1 - przełącznik wielopozycyjny, P - przekaźnik, $S_1 - S_2$ - styki, M - silnik.

- dźwignię przełącznika wycieraczek ustawić w lewym położeniu,
- połączyć źródło zasilania 12 V ze stanowiskiem badawczym,
- sprawdzić działanie układu ustawiając dźwignię przełącznika wycieraczek w położeniu środkowym,
- dla pięciu położenia przełącznika P_1 określić prędkość obrotową silnika
- obniżyć napięcie do 11 V za pomocą rezystora R_f i określić prędkość obrotową
- wyniki pomiarów zestawzić w tabeli 16.2,
- sprawdzić czy w każdym położeniu potencjometru istnieje możliwość włączenia pracy ciągłej wycieraczek / przełącznik ustawić w prawym położeniu /,
- sprawdzić - symulując uszkodzenie przez odłączenie przewodów od programatora - czy praca może się odbywać w przypadku awarii programatora.

16.2.3. Badanie programatora pracy wycieraczek 126 S.

Program badania programatora 126S / rys.16.6. / przeprowadzić jak w punkcie 16.2.2.
Wykreślić charakterystyki prędkości obrotowej silnika wycieraczek w funkcji położenia przełącznika P₁ dla obu programatorów.

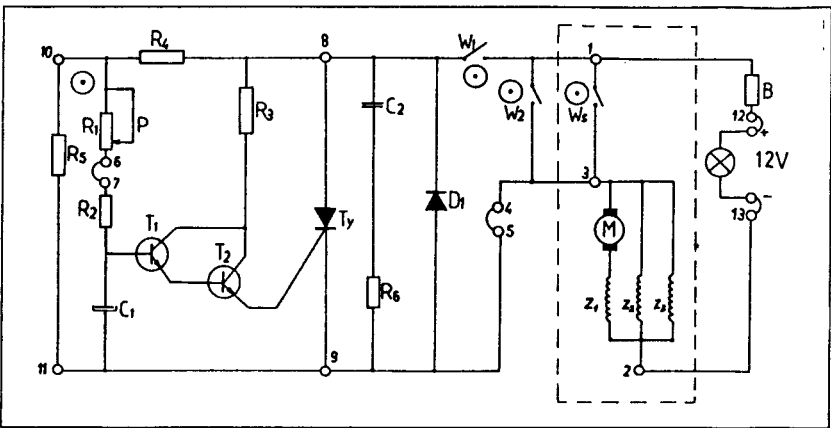


Rys.16.6. Układ połączeń do badania programatora 126S.

Ty1, Ty2 - tyrystory, T₁, T₂ - tranzystory, P₁ - potencjometr, D₁ - dioda, R₁ - R₅ - rezystory, R_r - rezystor regulacyjny, C₁ - C₄ - kondensatory, L - cewka, M - silnik.

16.2.4. Badanie programatora pracy wycieraczek samochodu SKODA S - 100.

- wykonać połączenia zgodnie z rys.16.7,
- zewrzeć gniazda 4 i 5 oraz 6 i 7,
- wyłączyć wyłącznik W₂ i W₁,
- podłączyć napięcie zasilania 12 V,
- dla pięciu położen przełącznika P₁ określić prędkość obrotową silnika
- sprawdzić czy po włączeniu W₂ nastąpi praca ciągła silnika,
- do gniazd 6 i 7 włączyć miliamperomierz, 4 i 5 amperomierz, 12 i 13 woltomierz,
- dla 5 położen potencjometru odczytać wskazania mierników i zestawić w tabeli 16.2



Rys. 16.7. Schemat programatora pracy wycieraczek samochodu SKODA S-100.
 Ty- tyrystor, W₁, W₂ - włączniki, D₁ - dioda, R₁ - R₆ - rezystory, P₁ - potencjometr, C₁, C₂ - kondensatory, T₁, T₂ - tranzystory, B - bezpiecznik.

Tabela 16.1

Kolejny pomiar			1	2	3	4	5	6	7	8	9
✓ Badany silnik	Fiat 125p	U [V]									
		I [A]									
		n [rad/s]									
	Fiat 126p	U [V]									
		I [A]									
		n [rad/s]									
	Skoda S-100	U [V]									
		I [A]									
		n [rad/s]									

Tabela 16.2

Położenie potencjometru	U ₁	n ₁	U ₂	n ₂
	[V]	[rad/s]	[V]	[rad/s]
1	12		11	
2	12		11	
3	12		11	
4	12		11	
5	12		11	

16.3. Opracowanie wyników.

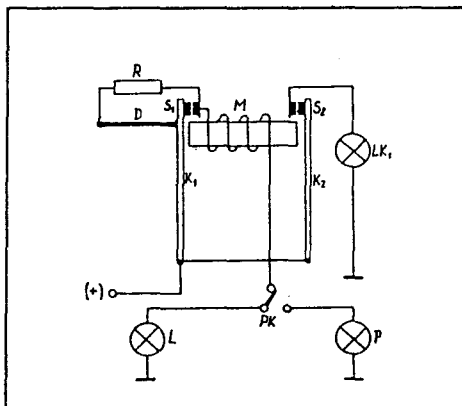
Należy podać : temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy, wyniki pomiarów, charakterystyki, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

17. BADANIE ELEKTRONICZNEGO PRZERYWACZA KIERUNKOWSKAZÓW

Cel ćwiczenia : Zapoznanie się z budową oraz zasadą działania elektronicznego przerywacza kierunkowskazów.

17.1 Część teoretyczna.

Światła kierunkowskazów muszą zapalać się i gasnąć z częstotliwością 90 - 30 cykli na minutę. Do spełnienia tego warunku służą przerywacze kierunkowskazów. Schemat i budowę przerywacza typu termoelektromagnetycznego przedstawia rysunek 17.1. , 17.1 a



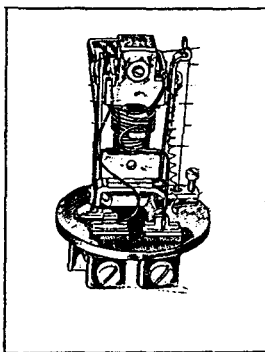
Rys. 17.1. Przerywacz typu termoelektromagnetycznego

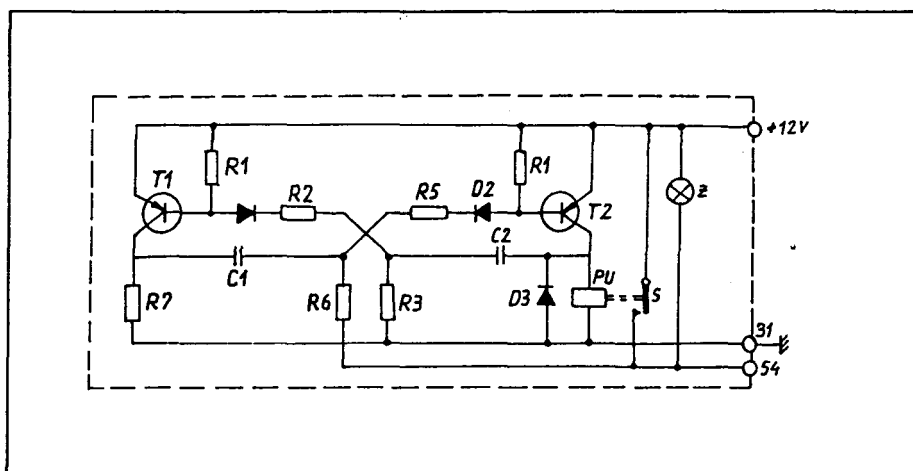
D - drut dylatacyjny, M - elektromagnes przekaźnika, PK - przelącznik kierunkowskazów, K_1, K_2 - ruchome kotwice, Lk₁ - lampka kontrolna, S₁, S₂ - zestyki, R - rezystor, L, P - lampki kierunkowskazów lewe i prawe.

Wykorzystując wydłużenia drutu dylatacyjnego D podgrzewanego prądem płynącym w obwodzie : zacisk +/+, drut dylatacyjny D, rezystor R, uzwojenie przekaźnika M, żarówka L, -/- masa powoduje zwarcie styku S₁ i włączenie pełnego napięcia na żarówce. Przepływ prądu przez uzwojenie M przekaźnika powoduje powstanie strumienia, w wyniku czego kotwice K₁ i K₂ są przyciągnięte, włączając w ten sposób lampkę kontrolną LK₁. Po zwarcu zestyku S₁ prąd przez drut D nie płynie, następuje więc stygnięcie do czasu aż drut ponownie odciągnie kotwicę K₁ i przerwie obwód żarówek kierunkowskazów. Częstotliwość pracy sterowana jest zmianą długości drutu dylatacyjnego D i wartością rezystancji R.

Elektroniczny przerywacz kierunkowskazów z przekaźnikiem przedstawia rys. 17.2.

Rys. 17.1 a Budowa przerywacza.





Rys.17.2. Elektroniczny przerywacz kierunkowskazów z przekaźnikiem.

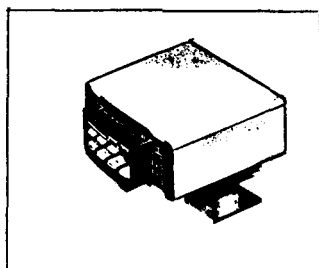
R₁ -R₇ rezystory, C₁,C₂ - kondensatory, T₁,T₂ - tranzystory, D₁ - D₃ - diody, S - zestyki, PU - przekaźnik, Ż - lampka kontrolna.

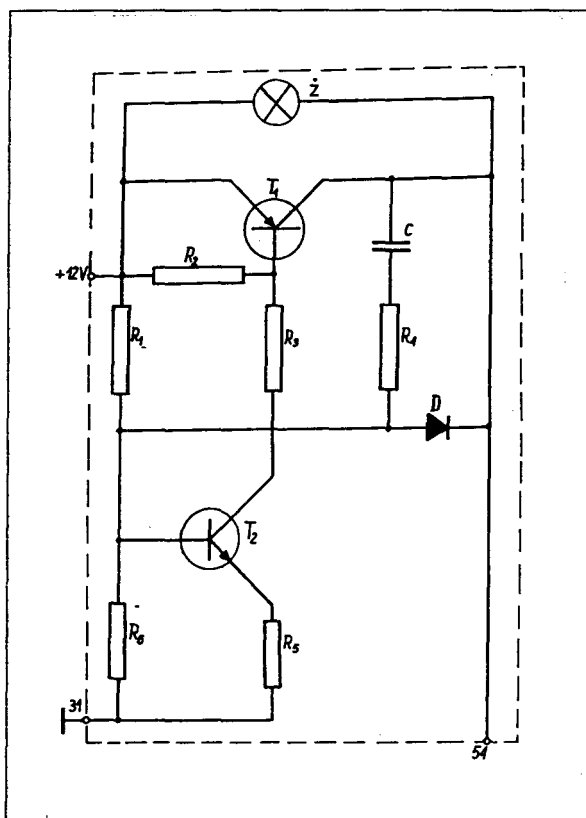
W skład elektronicznego przerywacza wchodzi multiwibrator astabilny.

W obwód tranzystora T₂ włączony jest przekaźnik PU, który zasila żarówki kierunkowskazów. Gdy przełącznikiem przy kierownicy uruchomione zostaną kierunkowskazy, układ przerywacza zaczyna działać. Zostaje zamknięty obwód bazy tranzystora T₂, co powoduje jego przewodzenie i zadziałanie przekaźnika PU, a tym samym zwarcie styków S i zaświecenie żarówek. Przewodzenie tranzystora T₂ spowoduje odcięcie T₁ napięciem pochodzącym od prądu rozładowania kondensatora C₂. Żarówki będą świecić tak długo, dopóki nie rozładuje się C₂ poprzez rezystor R₃. Wówczas nastąpi przejście układu do stanu pierwotnego i T₂ zostanie odcięty napięciem z kondensatora C₁, zaś T₁ będzie przewodzić. Gdy kondensator C₁ rozładuje się przez rezystor R₆, nastąpi kolejne przełączenie i żarówki zaświecą się itd. Czas włączenia żarówek ustalony jest kondensatorem C₂ i rezystorem R₃, a czas przerwy kondensatorem C₁ i rezystorem R₆. Zmieniając wartości pojemności kondensatorów C₁ i C₂ można zmieniać czas przerwy i czas świecenia. Opisany układ przeznaczony jest do instalacji z ujemnym biegunem na masie pojazdu. Dla instalacji z dodatnim biegunem na masie pojazdu trzeba zmienić tranzystory p-n-p na n-p-n i zmienić kierunek włączenia diod i kondensatorów.

Układ bezstykowego przerywacza kierunkowskazów przedstawia rys.17.3.

Rys. 17.2 a Widok przerywacza





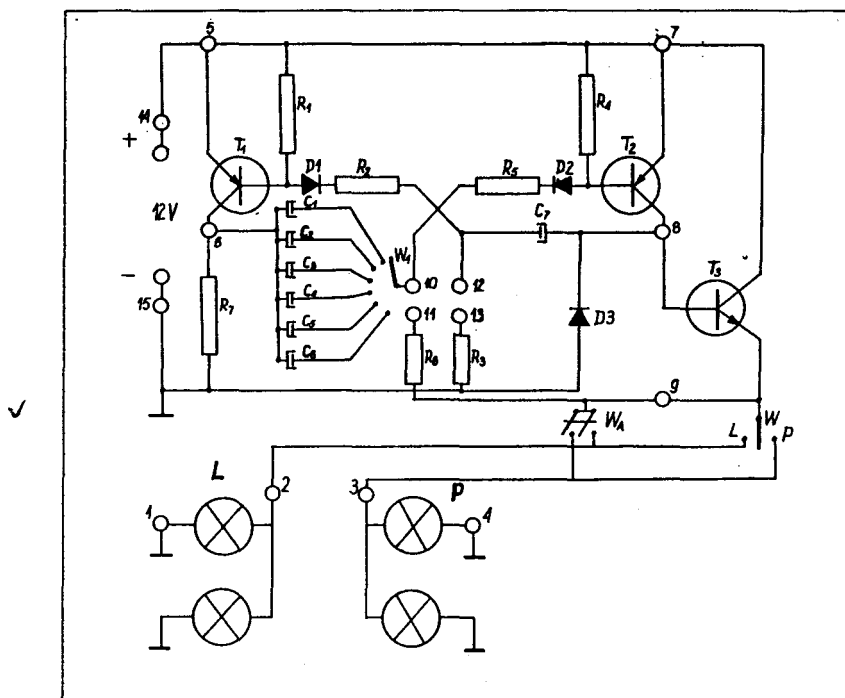
Rys. 17.3. Bezstykowy przerywacz kierunkowskazów.

Ż - lampka kontrolna, T_1, T_2 - tranzystory, D - dioda, $R_1 - R_6$ - rezystory, C - kondensator.

Gdy przełącznik przy kierownicy jest w położeniu neutralnym, tranzystory T_1 i T_2 są w stanie przewodzenia. Prąd kolektora T_2 płynie przez bazę tranzystora T_1 . Nie płynie natomiast prąd kolektora tranzystora T_1 , ponieważ obwód zasilania żarówek jest przerwany. Kondensator C jest naładowany do napięcia bliskiego napięciu zasilania. Włączenie żarówek kierunkowskazów powoduje chwilowy spadek napięcia na kolektorze T_1 . Ten skok napięcia przenosi się na bazę T_2 przez kondensator C i powoduje odcięcie obu tranzystorów. Przez żarówki nie płynie prąd. Stan ten trwa do momentu rozładowania kondensatora C przez rezystory R_4 i R_6 , wówczas to tranzystor T_2 zacznie przewodzić, a z nim również T_1 . Powoduje to wzrost napięcia na kolektorze T_1 , przez bazę T_2 oraz rezystory R_4 i R_5 popłynie prąd ładowania kondensatora. Prąd płynący przez T_1 wzrośnie na tyle, że żarówki zaświecą się. Gdy kondensator C zostanie naładowany, zmniejszy się prąd bazy T_2 a także kolektora T_1 , napięcie na żarówce zmaleje i zacznie się nowy cykl pracy od stanu odcięcia obu tranzystorów. Czas świecenia zależy od wartości rezystorów R_4 i R_5 oraz kondensatora C, a czas przerwy od R_4 , R_6 i C. Dioda D zabezpiecza układ przed zwarcie. Nie pozwala ona na przewodzenie tranzystora T_2 jeśli kolektor tranzystora T_1 jest zwarty z masą.

17.2 Wykonanie pomiarów.

Stanowisko badawcze /rys. 17.4/ jest wykonane na podstawie układu z rys. 17.2.



Rys. 17.4. Stanowisko badawcze.

$C_1 - C_7$ - kondensatory, $D_1 - D_3$ - diody, $R_1 - R_7$ - rezystory, $T_1 - T_3$ - tranzystory, W - wyłącznik lamp /lewe, prawe/, W_A - wyłącznik światła awaryjnych, W_1 - przełącznik wielopozycyjny, K - lampki kontrolne, L, P - lampki kierunkowskazów lewe i prawe.

Wprowadzono jednak zamiast kondensatora C_1 , sześć różnych kondensatorów $C_1 - C_6$, które są włączane do układu za pomocą przełącznika wielopozycyjnego W_1 . Zmienia się w ten sposób stałą czasową a zatem i długość przerw między kolejnymi włączeniami żarówek kierunkowskazów. Czas świecenia się żarówek ustalony jest kondensatorem C_7 . Zastosowano także wyłącznik światła awaryjnych. Pozwala on na jednoczesne włączenie prawych i lewych żarówek kierunkowskazów. Stąd zamiast przekątnika PU zastosowano tranzystor mocy typu 2N3055 zaopatrzony w radiator. Układ ten posiada dwie lampki kontrolne. W celu wykonywania badań należy:

- do gniazd 1 i 2 oraz 3 i 4 podłączyć żarówki kierunkowskazów,
- do gniazd 10 i 11 oraz 12 i 13 włączyć miliamperomierze,
- do gniazd 5 i 6, 7 i 8 oraz 14 i 15 woltomierze,
- włączyć napięcie zasilania układu 12 V,
- wyłącznikiem W włączyć lewą parę żarówek i nastawiając przełącznikiem wielopozycyjnym W_1 kolejne pojemności $C_1 - C_6$, dla każdej pozycji obliczyć liczbę cykli kierunkowskazów w ciągu jednej minuty oraz odczytać wskazania mierników i zestawzić w tabeli 17.1.
- wyłącznikiem W włączyć prawą parę żarówek i przeprowadzić pomiary jak w punkcie poprzednim,
- wyłącznikiem W_A włączyć obie pary żarówek /światła awaryjne / i przeprowadzić pomiary jak w punkcie poprzednim,
- na podstawie wyników określić wpływ pojemności na czas trwania cyklu.

Tabela 17.1

Rodzaj świateł kierunkowska -zów	Pozycja przełącznika wielopozycyjnego	Liczba cykli w ciągu minuty	U ₁₄₋₁₅	U ₇₋₈	U ₅₋₆	I ₁₂₋₁₃	I ₁₀₋₁₁	T
			[V]	[V]	[V]	[mA]	[mA]	[s]
lewe	C ₁							
	C ₂							
	C ₃							
	C ₄							
	C ₅							
	C ₆							
prawe	C ₁							
	C ₂							
	C ₃							
	C ₄							
	C ₅							
	C ₆							
awaryjne	C ₁							
	C ₂							
	C ₃							
	C ₄							
	C ₅							
	C ₆							

17.3 Opracowanie wyników.

Należy podać : temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykorzystane przyrządy, wyniki pomiarów, charakterystyki, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

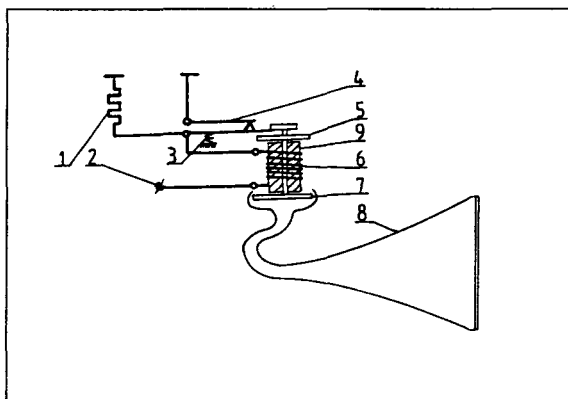
Cel ćwiczenia: Zapoznanie się z budową i zasadą działania elektronicznego przemiennika sygnałów.

18.1 Część teoretyczna.

Każdy pojazd powinien być wyposażony w conajmniej jeden sygnał dźwiękowy. Przepisy niektórych państw wymagają aby barwa i ton dźwięku sygnału były odmienne w ruchu miejskim i międzymiastowym. Osiąga się to przez zastosowanie dwóch różnych sygnałów. Wysokość dźwięku zależy od częstotliwości pobudzanego do drgań powietrza. O zasięgu słyszalności sygnału decyduje natężenie dźwięku.

Sygnał elektromagnetyczny wytwarza dźwięki wskutek drgań membrany, wymuszanych przez elektromagnes współpracujący z przerywaczem według zasady młotka Wagnera. Aby ograniczyć iskrzenie styków przerywacza, stosuje się zwykle odpowiednie kondensatory lub oporniki gaszące wyładowania elektryczne. Sygnały elektromagnetyczne są konstruowane jako sygnały uderzeniowe lub fanfarowe.

Zasadę działania sygnału uderzeniowego przedstawia rys. 18.1.



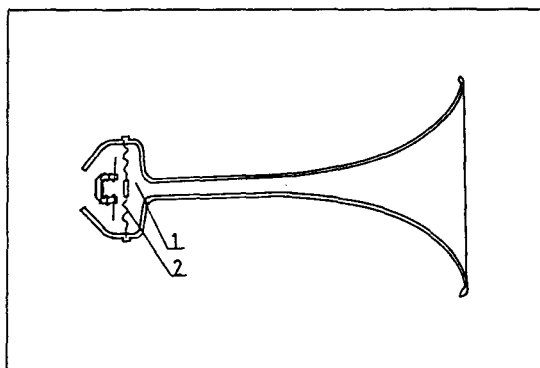
Rys. 18.1. Sygnał uderzeniowy

1- opornik gaszący iskrzenie, 2- zasilanie, 3- sprężyna dociskowa, 4- przerywacz, 5- kotwica elektromagnesu, 6- uzwojenie elektromagnesu, 7- membrana, 8- rezonator tubowy, 9- rdzeń elektromagnesu.

Płytką kotwicy 5 uderza rdzeń elektromagnesu 9 w rytmie częstotliwości podstawowej dźwięku. Rdzeń elektromagnesu i jego kotwicę wykonuje się z blach stalowych o dużej przenikalności magnetycznej, aby stworzyć pole magnetyczne, o dużej oporności dla prądów Foucaulta, powodujących straty energii i nagrzewanie się elektromagnesu. Izolacja uzwojenia powinna odznaczać się dostateczną wytrzymałością dielektryczną, aby uniemożliwić zwarcie międzyzwojowe i do masy wskutek powtarzających się przepięć powodowanych przerywaniem prądu płynącego przez uzwojenia elektromagnesu.

Głośność dźwięku sygnału zależy od amplitudy drgań mechanicznych membrany 7, która jest w przybliżeniu proporcjonalna do prądu przepływającego przez uzwojenie 6 elektromagnesu i zależy od odległości kotwicy od rdzenia.

Aby wywołać drgania wielkiej częstotliwości, za główną membranę umieszcza się dodatkową membranę perforowaną, o drganiach własnych wyższych o oktawę niż drgania głównej membrany. Zamiast dodatkowej membrany stosuje się często tarczę drgającą na zasadzie przeniesienia drgań od membrany.



Rys. 18.2. Sygnał fanfarowy.
1- komora sprężania, 2- przepona.

Sygnał fanfarowy rys. 18.2. różni się od uderzeniowego tym, że kotwica nie uderza o rdzeń elektromagnesu. Membrana wymusza drgania odpowiednio dobranej słupa powietrza. Wysokość tonu / częstotliwość podstawowa / zależy głównie od długości słupa powietrza. Membrana zamyka tubę tworząc komorę sprężania, której kształt jest tak dobrany, że fazy i amplitudy fal wysyłanych z różnych punktów membrany stają się zgodne na wejściu do tuby. Zapewnia to minimalne zużycie energii na wzbudzenie dźwięków.

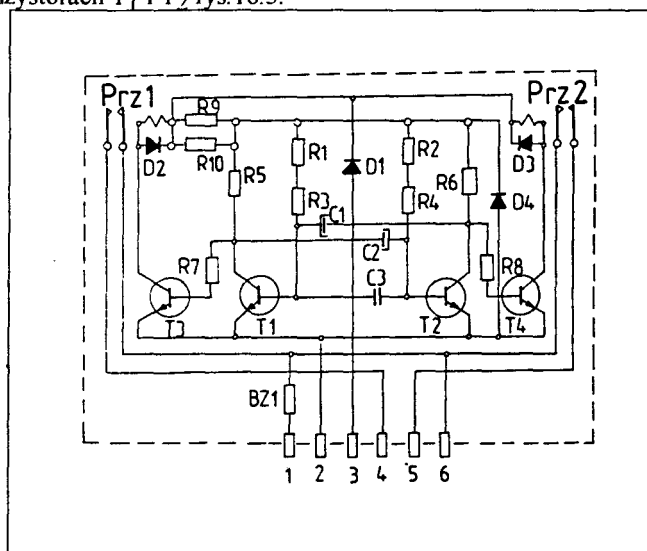
Aby zmniejszyć wymiary sygnału fanfarowego, tubę zwija się często w spiralę lub ślimak.

Przeмиennik sygnałów stosowany jest w pojazdach uprzywilejowanych. Umożliwia on:

- włączenie podstawowego, nieprzeмиennego sygnału,
- włączenie sygnałów przeмиennych uruchamianych za pomocą przycisku na kierownicy,
- włączenie sygnałów przeмиennych na działanie ciągłe.

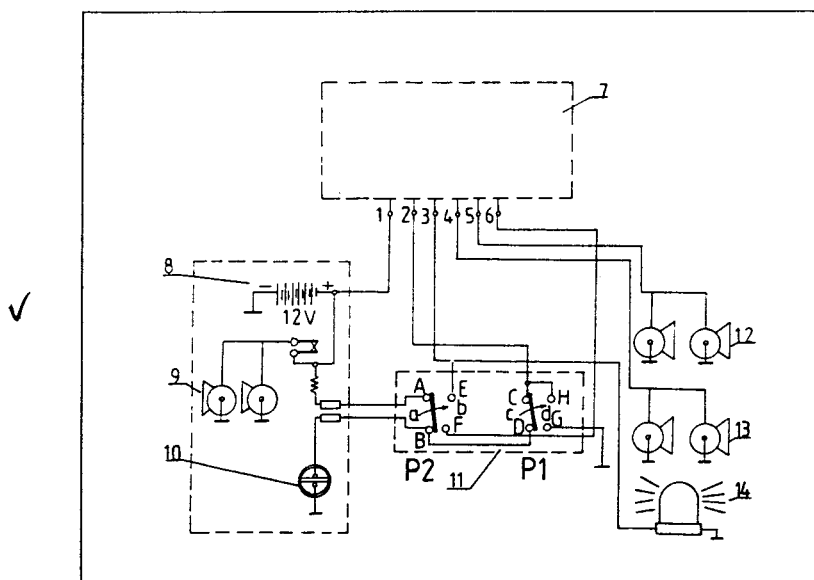
Istnieje również możliwość przyłączenia światła ostrzegawczego. Rodzaj pracy przeмиennika ustala kierowca za pomocą dwóch dwupołożeniowych przełączników.

Podstawowym układem elektronicznego przeмиennika jest astabilny multiwibrator zbudowany na tranzystorach T_1 i T_2 rys. 18.3.



Rys. 18.3. Schemat elektronicznego przeмиennika sygnałów. BZ1- bezpiecznik, T_1 - T_4 - tranzystory, C_1 - C_3 - kondensatory, D_1 - D_4 - diody, R_1 - R_{10} - rezystory, Prz1, Prz2 - przekaźniki.

Czasy trwania stanu przewodzenia określone są wartościami C_1 , R_1 , R_3 oraz C_2 , R_2 , R_4 . Regulację tych czasów przeprowadza się potencjometrami R_3 i R_4 . Przebiegi prostokątne z kolektorów tranzystorów T_1 i T_2 dochodzą do baz tranzystorów T_3 i T_4 , powodujących ich okresowe przewodzenie i nieprzewodzenie. W obwodach kolektorów tranzystorów T_3 i T_4 umieszczone są przekaźniki Prz_1 i Prz_2 , które włączają naprzemian sygnały nisko i wysokotonowe. Diody D_2 i D_3 zabezpieczają tranzystory T_3 i T_4 przed przepięciami występującymi na cewkach przekaźników w chwili odcięcia tranzystorów. Dioda D_4 stabilizuje napięcie zasilające multiwibrator. Dioda D_1 zabezpiecza przed zmianą polaryzacji. Kondensator C_3 zabezpiecza przed oscylacjami wielkiej częstotliwości. Napięcie zasilające elektronicznego przemiennika sygnałów wynosi $12 \pm 3V$, o dowolnej polaryzacji względem masy pojazdu.



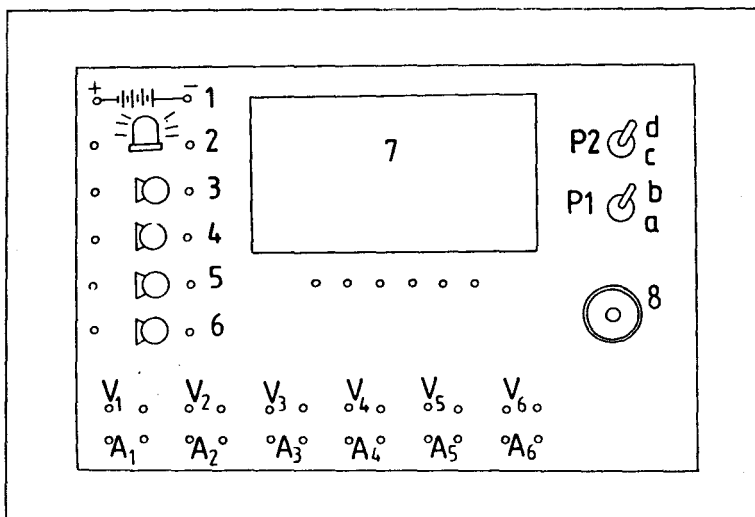
Rys. 18.4. Układ połączeń sygnałów z przemiennikiem.

1-6 - gniazda, 7 - przemiennik sygnałów, 8 - akumulator, 9- sygnały dźwiękowe podstawowe, 10 - przycisk na kole kierownicy, 11- przełączniki, 12- sygnały dźwiękowe przemienne niskotonowe, 13 - sygnały dźwiękowe przemienne wysokotonowe, 14- światło ostrzegawcze.

Układ połączeń sygnałów z przemiennikiem przedstawia rys. 18.4. \przy położeniach przełączników P_1 i P_2 w pozycji "a" i "c" działają sygnały podstawowe. Jeżeli przełącznik P_1 znajduje się w położeniu "b" następuje zwarcie styków E i F, dzięki czemu światło ostrzegawcze zaczyna działać, natomiast przemiennik sygnałów działa dopiero wtedy, gdy przyciśnie się przycisk na kole kierownicy samochodu. Jeżeli przełącznik P_1 ustawiony zostanie w pozycji "d" a przełącznik P_2 w pozycji "b", uzyskuje się działanie sygnałów przemiannych.

18.2 Wykonanie pomiarów.

Badany przemiennik sygnałów połączyć zgodnie z rys. 18.5.



Rys.18.5.Schemat tablicy na stanowisku badawczym.

1 - gniazda akumulatora, 2 - gniazda światła ostrzegawczego, 3 - gniazda sygnałów niskotonowych, 4 - gniazda sygnałów wysokotonowych, 5 i 6 gniazda sygnałów podstawowych, 7 - schemat układu elektronicznego przemiennika, P₁ i P₂ - przełączniki, 8 - przycisk na kole kierownicy, V₁- V₆ gniazda woltomierzy, A₁ - A₆ - gniazda amperomierzy.

Do zacisków 1 dołączyć zasilanie 12 V prądu stałego zachowując biegunowość. Odczytać wartość napięcia zasilania na woltomierzu V₁.

18.2.1 Badanie sygnału podstawowego.

Przełącznik P 1 ustawić w pozycji "a" natomiast P 2 w pozycji "c". Do gniazd 5 i 6 podłączyć sygnały dźwiękowe. Sygnały te uruchomić przyciskiem na kole kierownicy. Do gniazd V₅ i V₆ , A₅ , A₆ podłączyć przyrządy i odczytać wartość prądów i napięć. Pomiar poziomu dźwięku należy przeprowadzić za pomocą miernika poziomu dźwięku. Mikrofon pomiarowy i sygnał dźwiękowy powinny być ustawione na wysokości 1,2 m od poziomu podstawy przestrzeni pomiarowej. Odległość pomiarowa między membraną mikrofonu a wylotem sygnału dźwiękowego wynosi 2 m. Czas zadziałania sygnału dźwiękowego należy mierzyć z dokładnością $\pm 0,05$ s, i w temperaturze 293 ± 5 K nie powinien on być większy niż 0,2 s. Jest to czas od chwili włączenia urządzenia sygnałowego do chwili uzyskania określonej wartości dźwięku /115 dB /. Wyniki pomiarów zestawień w tabeli 18.1 i porównać z normą PN-75/s-76006 tabela 18.2. Obliczyć moc obu sygnałów.

Tabela 18.1

nr	U ₁	I ₅	U ₅	I ₆	U ₆	poziom dźwięku	czas zadziałania sygnału dźwiękowego
	[V]	[A]	[V]	[A]	[V]	[dB]	[s]

Tabela 18.2

Typ	Napięcie znamionowe	Napięcie próby	Pobór prądu maksymalny
	[V]	[V]	[A]
pojedynczy	12	13	5
sprzężony	12	13	8

18.2.2 Włączenie sygnałów przemiennych na przerywane działanie oraz włączenie światła ostrzegawczego.

Do gniazd 3 i 4 podłączyć sygnały dźwiękowe a do gniazda 2 światło ostrzegawcze. Przy czym do gniazda 3 przyłączyć sygnały niskotonowe a do gniazda 4 wysokotonowe. Przełącznik P₁ należy ustawić w pozycji "b". Przełącznik P₂ pozostaje w pozycji "c". Do gniazd V₂, V₃, V₄, A₂, A₃, A₄ podłączyć mierniki i odczytać wartość prądów i napięć. Badanie poziomu dźwięku należy przeprowadzić jak w punkcie 18.2.1. Wyniki zestawić w tabeli 18.3. Obliczyć moc pobieraną przez sygnały dźwiękowe i światło ostrzegawcze.

Tabela 18.3

L.p	U ₁	U ₂	I ₂	U ₃	I ₃	U ₄	I ₄	czas zadziałania sygnału dźwiękowego	poziom dźwięku
	[V]	[V]	[A]	[V]	[A]	[V]	[A]	[s]	[dB]

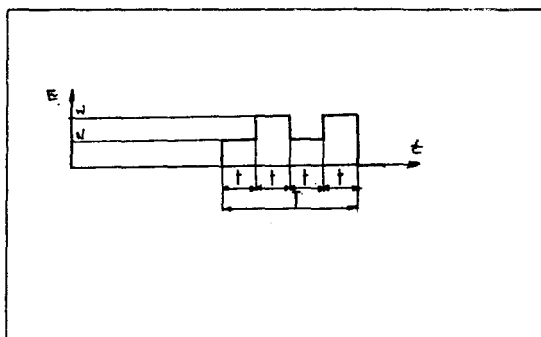
18.2.3 Włączenie sygnałów na działanie ciągłe.

Przełącznik P₁ pozostaje w pozycji "b", a przełącznik P₂ w pozycji "d". Uzyskuje się wówczas stałe działanie sygnału przemiennego oraz świecenia światła ostrzegawczego. Dokonać pomiarów jak w punkcie 18.2.2. Wyniki zestawić w tabeli 18.4. Obliczyć moc pobieraną przez sygnały dźwiękowe i światło ostrzegawcze.

Tabela 18.4

L.p	U ₁	U ₂	I ₂	U ₃	I ₃	U ₄	I ₄	czas zadziałania sygnału dźwiękowego	poziom dźwięku
	[V]	[V]	[A]	[V]	[A]	[V]	[A]	[s]	[dB]

18.2.4 Badanie czasu trwania cyklu sygnałowego na zgodność z wymaganiami wg PN-75/s-76006 należy wykonać miernikiem poziomu dźwięku przy użyciu filtru oktawowego i urządzenia rejestrującego, pozwalającego na pomiar z dokładnością 0,1 s. W czasie tego pomiaru należy sprawdzić, czy pojedyncze emisje jednostkowe tworzą prawidłowy cykl sygnałowy. Badanie przeprowadza się na stanowisku połączonym tak jak w punkcie 18.2.3. Wg PN -75/s-76006 cykl sygnałowy powinien być utworzony z czterech emisji jednostkowych nadawanych na przemian w kolejności przedstawionej na rysunku : dźwięk niski, dźwięk wysoki, dźwięk niski, dźwięk wysoki wraz z ewentualną przerwą. Czas trwania cyklu powinien być utrzymany w granicach $T = 3 \pm 0,5$ s, a dopuszczalna przerwa nie dłuższa niż 0,8 s.



Rys. 18.6.

Tolerancja stosunków czasów trwania emisji jednostkowych t w przedziale jednego okresu powinna być utrzymana w granicach 10%. Poszczególne emisje jednostkowe nie powinny nakładać się wzajemnie.

18.3 Opracowanie wyników.

W sprawozdaniu należy podać: temat ćwiczenia, cel ćwiczenia, schematy układów pomiarowych, wykaz przyrządów, wyniki pomiarów - charakterystyki, wnioski z przeprowadzonych pomiarów.



Bibliografia

1. Bosch Robert GmbH, Autoelektrik, Autoelektronik am Ottomotor, Stuttgart 1987
2. Dziubiński M. Laboratorium Elektrotechniki Samochodowej, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej 1996
3. Jankowski K. , Puchalski A. , Laboratorium Elektrotechniki Pojazdów Samochodowych, Wydawnictwa Uczelniane Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Radomiu 1990
4. Konopiński M. Elektronika w Technice Motoryzacyjnej, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987
5. Koziej E. , Ocioszyński J. , Elektrotechnika samochodowa w pytaniach i odpowiedziach, WNT Warszawa 1991
6. Koziej E. , Maszyny Elektryczne Pojazdów Samochodowych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa 1986
7. Kowalski B. , Badania i diagnostyka samochodowych urządzeń elektrycznych, WKiŁ Warszawa 1981
8. Ocioszyński J. , Urządzenia elektryczne pojazdów samochodowych, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej 1979
9. Ocioszyński J. , Laboratorium elektrotechniki samochodowej, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej 1976
10. Orzełowski S. , Eksperymentalne badania samochodów i ich zespołów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa 1995
11. Pomykański Z. , Laboratorium elektrotechniki samochodowej, Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1977
12. Pomykański Z. , Elektrotechnika samochodowa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1979
13. Stein Z. , Przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych z maszyn elektrycznych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 1981