

# 2.2

## Lokalizacja uszkodzeń i dobieranie metody naprawy

### W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są podstawowe usterki instalacji elektrycznej
- jak zlokalizować uszkodzenie – miejsce zwarcia lub przerwy w obwodzie
- jak dobrać właściwą metodę naprawy uszkodzenia

Poszukiwanie usterek w instalacji elektrycznej samochodu jest zadaniem dość trudnym. Wynika to z dużej liczby elementów oraz przewodów elektrycznych, które należy sprawdzić. Wykonanie czynności kontrolnych wymaga często całkowitego lub częściowego demontażu innych elementów (różnego rodzaju osłon uniemożliwiających dostęp do poszczególnych miejsc obwodu, osłon (peszli) wiązek przewodów, rozpinania wtyczek złączy elektrycznych), które utrudniają dotarcie do miejsc wykonywania pomiarów kontrolnych (diagnostycznych). Dodatkową trudnością jest konieczność posiadania schematu instalacji elektrycznej samochodu, umiejętność jego interpretacji, konieczność przestrzegania warunków bezpieczeństwa podczas poszukiwania miejsca uszkodzenia, jego naprawy czy łączenia poszczególnych fragmentów obwodu w taki sposób, by nie uszkodzić sprawnych elementów elektrycznych (elektronicznych) samochodu.

Objawy wystąpienia usterki w instalacji elektrycznej samochodu (obwodzie elektrycznym odbiornika) zależą od rodzaju usterki i miejsca jej wystąpienia.

**Lokalizacja usterek w obwodach instalacji elektrycznej odbywa się na podstawie analizy wyników pomiarów parametrów elektrycznych (zazwyczaj napięcia) na wejściu i wyjściu poszczególnych elementów obwodu lub obserwacji działania obwodu (ściślej – zachowania się bezpiecznika umieszczonego w tym obwodzie) podczas rozłączania jego ciągłości w różnych miejscach.**

Celem tych działań jest określenie rodzaju i miejsca wystąpienia usterki, co umożliwia wybór sposobu jej usunięcia.

### Głównymi usterkami w obwodach instalacji elektrycznej samochodów są:

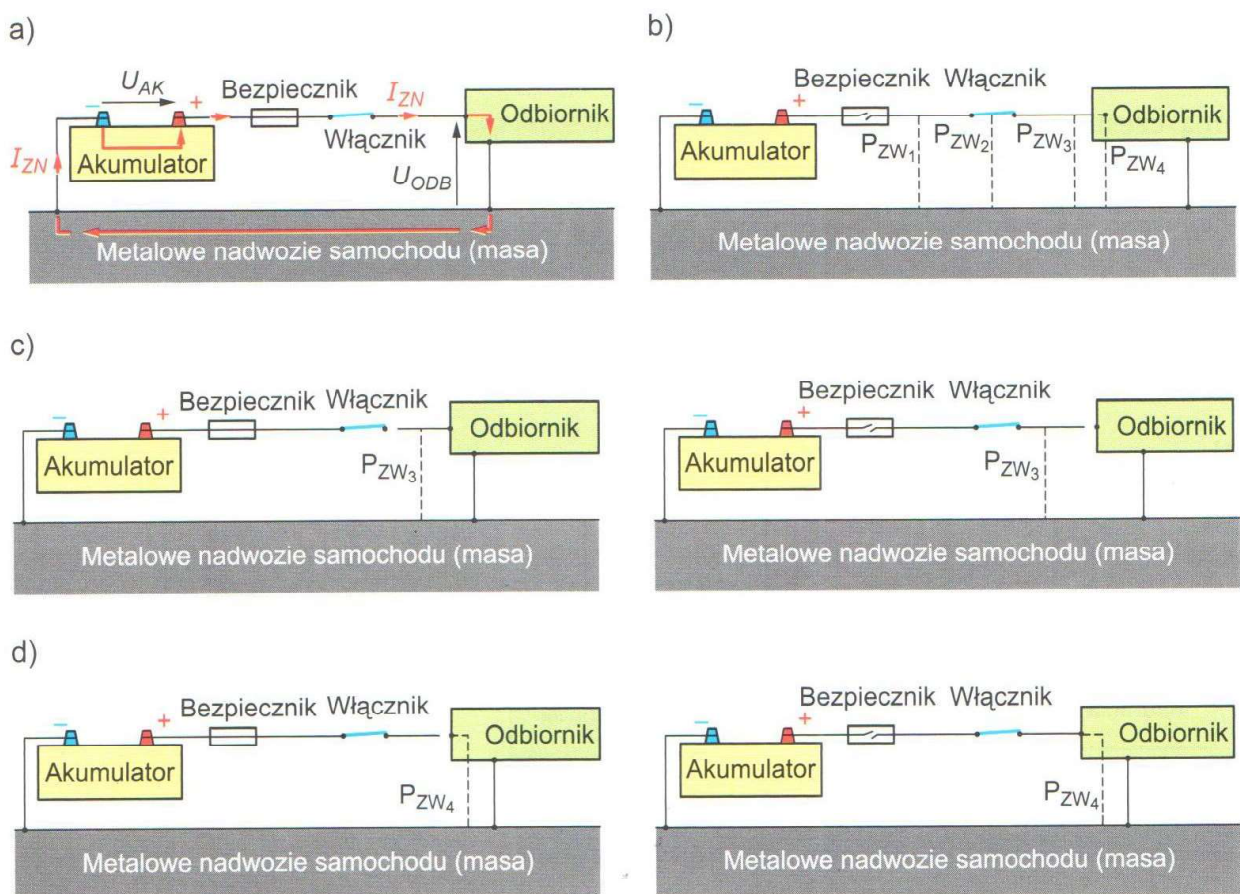
- zwarcie elektryczne, powodujące gwałtowny wzrost wartości natężenia prądu płynącego w obwodzie elektrycznym odbiornika i powodujące zazwyczaj przepalenie bezpiecznika umieszczonego w tym obwodzie;
- przerwa w obwodzie (np. wskutek przepalenia przewodów);
- uszkodzenia elementów obwodu elektrycznego powodujące przerwanie ciągłości obwodu, zwarcie elektryczne, brak sygnału wyjściowego z czujnika lub brak działania elementu wykonawczego;
- zwarcia przewodów sygnałowych lub sterujących do innego przewodu zasilającego (/+/ zasilania) lub masy pojazdu (przewodu masowego).



## Zwarcie elektryczne

Przepalenie bezpiecznika zabezpieczającego odbiornik (jeden obwód elektryczny) lub grupę odbiorników (dwa lub więcej obwodów elektrycznych) przed przeciążeniem elektrycznym jest spowodowane zazwyczaj **zwarcie elektrycznym** w obwodzie odbiornika, a tylko sporadycznie chwilowym dużym wzrostem napięcia zasilania obwodu. Jeżeli po wymianie przepalonego bezpiecznika na nowy następuje ponownie jego przepalenie, jednoznacznie wskazuje to na zwarcie elektryczne w obwodzie odbiornika. W wyniku pomiarów elektrycznych oraz kontroli wzrokowej (głównie stanu izolacji przewodów i braku ich kontaktu z masą pojazdu) odnajdujemy miejsce wystąpienia zwarcia i je usuwamy. Poszukiwania zawężamy do obwodu elektrycznego odbiornika (odbiorników), który był zabezpieczony przez przepalony obecnie bezpiecznik. Elementy składowe obwodu oraz sposób ich połączenia ustalamy na podstawie schematu elektrycznego uzyskanego np. z programu do wspomagania diagnozowania i naprawy pojazdów.

Kolejność postępowania podczas wykrywania zwarcia w obwodzie odbiornika energii pokazano na rys. 2.5). Jeżeli w obwodzie nie ma zwarcia elektrycznego, to po włączeniu włącznika odbiornik również się włączy (rys. 2.5a). W razie zwarcia (potencjalne **miejsca jego lokalizacji** pokazano na rys. 2.5b linią przerywaną i oznaczono jako  $P_{zw}$ ), po rozłączeniu obwodu w dowolnym miejscu przed miejscem występowania zwarcia i włożeniu bezpiecznika do gniazda nie nastąpi jego przepalenie. Jeżeli na odcinku między źródłem energii (napięcia zasilania) a miejscem przerywania ciągłości obwodu występuje zwarcie, bezpiecznik się przepali.



**Rys. 2.5.** Wykrywanie zwarcia w obwodzie odbiornika energii: a) obwód sprawny, b) przykładowe miejsca występowania zwarcia  $P_{zw1}-P_{zw4}$ , c) lokalizacja miejsca zwarcia  $P_{zw3}$  występującego na przewodzie między włącznikiem a odbiornikiem, d) lokalizacja miejsca zwarcia  $P_{zw4}$  w odbiorniku



Kolejne sekwencje sprawdzeń wykonujemy zgodnie z umownym kierunkiem przepływu prądu w obwodzie. Najpierw odłączamy przewód od włącznika i sprawdzamy czy bezpiecznik się nie przepalił. Jeżeli to nie nastąpiło, to miejsce zwarcia występuje w dalszej części obwodu, którego poszczególne odcinki (przewody, elementy układu) sprawdzamy w ten sam sposób, aż do chwili przepalenia się bezpiecznika. Przepalenie bezpiecznika wskazuje nam, w którym miejscu instalacji (ostatni sprawdzany odcinek) występuje zwarcie.

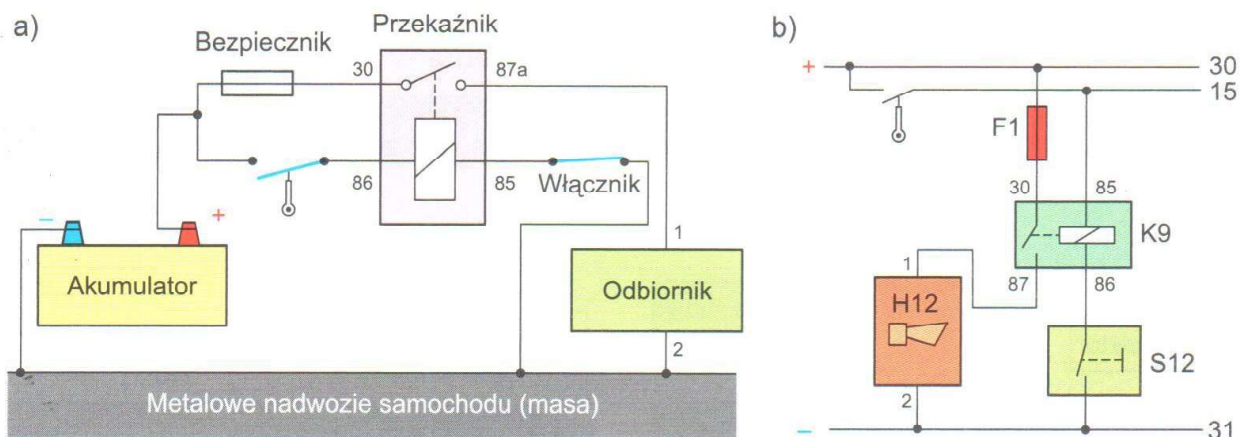
Dla rozpatrywanego obwodu brak przepalenia bezpiecznika po rozłączeniu obwodu za włącznikiem oraz przepalenie bezpiecznika przy włączonym włączniku, ale odłączonym od obwodu odbiornika (rys. 2.5c), wskazuje, że zwarcie występuje na przewodzie łączącym włącznik z odbiornikiem. Z kolei sekwencja sprawdzeń pokazana na rys. 2.5d wskazuje na występowanie zwarcia w samym odbiorniku. Przypadek ten można łatwo wykluczyć, sprawdzając miernikiem uniwersalnym połączenie (rezystancję) między stykiem wejściowym odbiornika (po odłączeniu go od instalacji pokładowej), na którym występuje napięcie zasilające, a obudową odbiornika. W przypadku braku zwarcia wewnętrznego w odbiorniku, rezystancja wskazywana przez multimetr będzie bardzo duża ( $\rightarrow \infty$ ), zazwyczaj ponad 20 M $\Omega$ , w zależności od zakresu pomiarowego miernika. W przypadku zwarcia wartość rezystancji będzie bardzo mała ( $\rightarrow 0$ ).

Po wstępnej lokalizacji strefy zwarcia szukamy **miejsca zwierania obwodu do masy** pojazdu, czyli miejsca styku przewodu z masą pojazdu. W tym celu dokonujemy szczegółowych oględzin stanu izolacji przewodu. Szukamy miejsca uszkodzenia, np. stopienia izolacji wskutek kontaktu przewodu z gorącymi elementami silnika, oraz jego kontaktu z masą samochodu (lub przewodem masowym). Po zlokalizowaniu usterki usuwamy ją i zabezpieczamy przez nałożenie na miejsce uszkodzenia taśmy izolacyjnej.

## Przerwa w obwodzie

Inną, często spotykaną, usterką instalacji elektrycznej jest **przerwa w obwodzie**. Sposób poszukiwania (lokalizacji) miejsca wystąpienia przerwy w obwodzie przedstawiono na przykładzie obwodu zasilania odbiornika włączanego przekaźnikiem sterującym (rys. 2.6).

Na przerwę w obwodzie elektrycznym wskazuje przede wszystkim brak działania odbiornika po załączeniu włącznika i gdy bezpiecznik nie jest przepalony. Brak działania odbiornika energii może wynikać również ze zbyt niskiej wartości napięcia zasilania, spowodowanej



**Rys. 2.6.** Przykładowy obwód elektryczny zasilania sygnału dźwiękowego włączanego przekaźnikiem sterowanym włącznikiem: a) schemat ideowy, b) schemat elektryczny

F1 – bezpiecznik, H12 – sygnał dźwiękowy, K9 – przekaźnik załączania sygnału dźwiękowego, S12 – włącznik sygnału dźwiękowego



zbyt dużym jego spadkiem wskutek występowania niepewnych (tzw. chwiejnych) połączeń elektrycznych poszczególnych elementów obwodu. Sprawdzamy to, mierząc napięcie zasilania na wejściu odbiornika – jego wartość powinna być zgodna z wymaganą (najczęściej 12 lub 5 V). Brak napięcia wskazuje na przerwę w obwodzie. Może ona występować w przewodach układu lub ich złączach albo w elementach układu. W obwodzie pokazanym na rys. 2.6 niesprawne mogą być włącznik lub przekaźnik sterujący załączeniem zasilania odbiornika – sygnału dźwiękowego. Do pomiarów elektrycznych stosujemy miernik uniwersalny, ustawiony na pomiar napięcia stałego w zakresie do 20 V, wyposażony w sondy pomiarowe z odpowiednimi końcówkami (np. igłowymi, krokodylkowymi), umożliwiającymi pewne podłączenie multimetru do badanego punktu obwodu elektrycznego. Punkt ten określamy na podstawie schematu. Wykonanie pomiarów w niektórych punktach obwodu będzie utrudnione, a czasami wręcz niemożliwe, ze względu na ich umiejscowienie.

Obwód elektryczny pokazany na rys. 2.6 składa się ze źródła zasilania (akumulatora), wyłącznika zapłonu, bezpiecznika, przekaźnika, włącznika sterującego przekaźnikiem oraz odbiornika i przewodów elektrycznych. W celu ustalenia miejsca wystąpienia usterki (przerwy w obwodzie) należy wykonać następujące czynności (rys. 2.7):

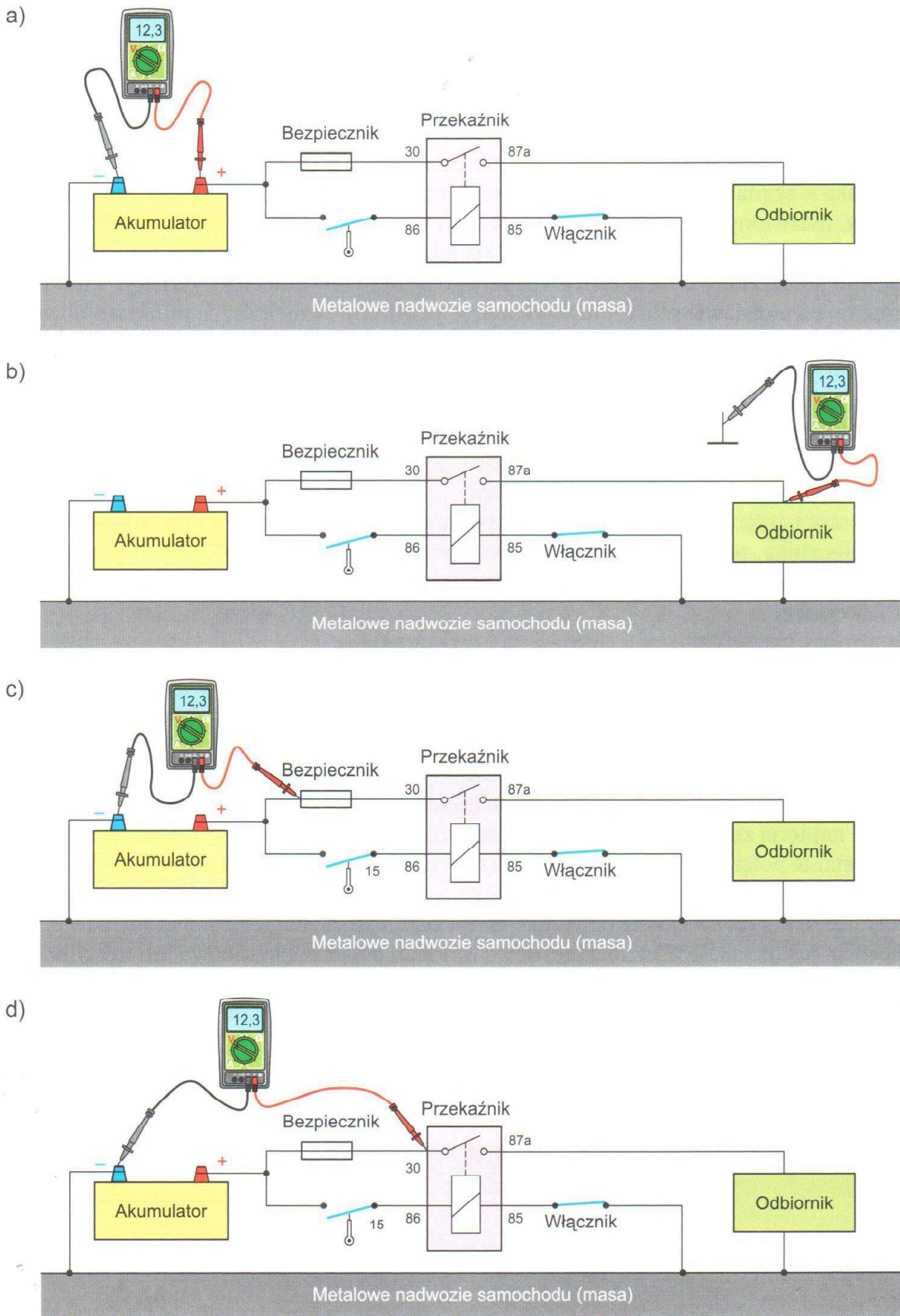
1. Sprawdzić wartość napięcia źródła energii.
2. Zmierzyć napięcie na wejściu i wyjściu poszczególnych elementów obwodu obciążenia (bezpiecznika, przekaźnika i odbiornika); pomiary należy rozpocząć od sprawdzenia napięcia zasilania odbiornika po połączeniu za pomocą zwory odpowiednich styków przekaźnika.
3. Sprawdzić ciągłość obwodu sterowania przekaźnikiem.

Pomiary rozpoczynamy od **sprawdzenia wartości napięcia źródła energii** (akumulatora). W tym celu oba przewody pomiarowe przykładamy do biegunów akumulatora (rys. 2.7a). Jeżeli uzyskamy wartość napięcia powyżej 12 V, pomiary możemy kontynuować. Jeżeli napięcie jest niższe, doładowujemy akumulator. Zmierzona wartość napięcia spoczynkowego (bez obciążenia) akumulatora stanowi poziom odniesienia, do którego porównujemy wartości napięcia zmierzone w poszczególnych miejscach obwodu elektrycznego. Przy właściwym stanie połączeń elektrycznych napięcie zmierzone na wejściu odbiornika (rys. 2.7b) nie może być niższe od napięcia akumulatora o więcej niż o wartość podaną w tabeli 2.3, w zależności od przeznaczenia obwodu elektrycznego. Jeżeli napięcie mierzone na wejściu odbiornika jest niższe niż wymagane, oceniamy stan połączeń wzrokowo lub miernikiem, dokonując pomiaru napięcia w poszczególnych miejscach obwodu. Szukamy miejsca nadmiernego spadku napięcia zasilania odbiornika, np. ustalamy, gdzie występuje niepewne połączenie o dużej rezystancji przejścia.

**Tabela 2.3.** Dopuszczalny spadek napięcia  $\Delta U_{dop}$  w obwodach instalacji elektrycznej pojazdów samochodowych

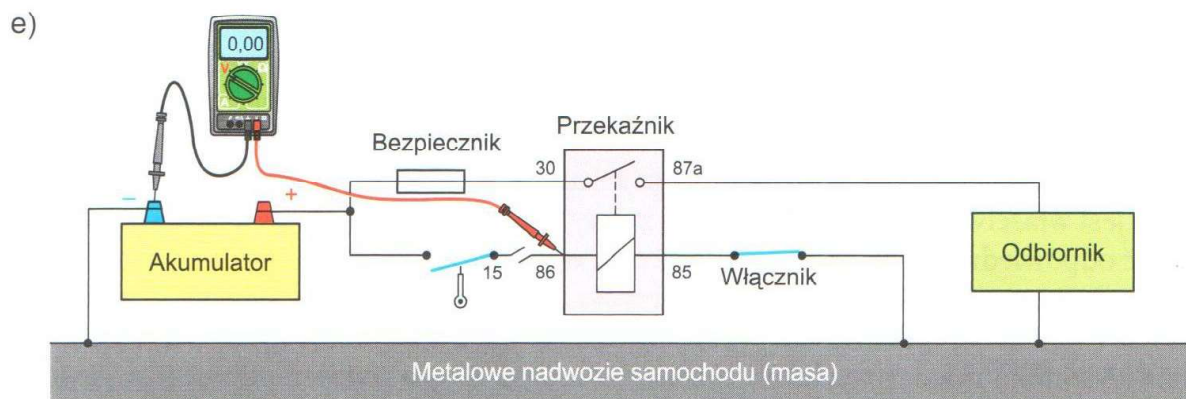
Obwód	$\Delta U_{dop}$ w zależności od wartości napięcia znamionowego w instalacji [V]	
	12	24
Zasilania	0,3	0,6
Rozruchu	0,2	0,4
Pozostałe obwody	0,8	1,5





**Rys. 2.7.** Wykrywanie przerwy w obwodzie elektrycznym odbiornika pokazanym na rys. 2.6: *a)* ocena stanu naładowania akumulatora – źródła energii, *b)* wykluczenie niepewnych połączeń elementów obwodu – pomiar napięcia zasilania na wejściu odbiornika, *c)* pomiar napięcia zasilania na wejściu bezpiecznika, *d)* pomiar napięcia na styku gniazda przełącznika



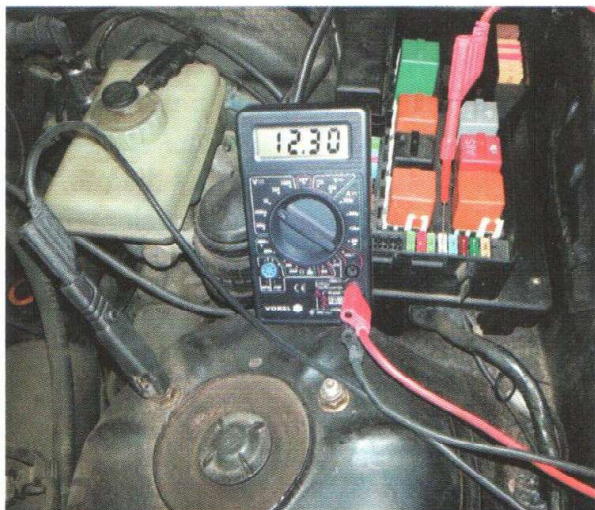


**Rys. 2.7 cd.** Wykrywanie przerwy w obwodzie elektrycznym odbiornika pokazanym na rys. 2.6: e) sprawdzanie zasilania obwodu sterowania przełącznikiem (wynik pomiaru wskazuje na nieciągłość obwodu między źródłem energii a stykiem 86 przełącznika)

W następnej kolejności **mierzmy napięcie bezpośrednio na bezpieczniku** (jeżeli konstrukcja bezpiecznika umożliwia taki pomiar – rys. 2.7c i rys. 2.8a) lub po wyjęciu bezpiecznika z gniazda, przykładając jeden przewód pomiarowy multimetru bezpośrednio do odpowiedniego styku wejściowego w gnieździe bezpiecznika w skrzynce bezpieczników. Drugi przewód pomiarowy multimetru podłączamy do masy pojazdu. Jeżeli zmierzona wartość napięcia jest właściwa, świadczy to o sprawności sprawdzanego obwodu elektrycznego na odcinku od źródła energii do bezpiecznika. Wartość zerowa napięcia wskazuje na przerwę na tym odcinku obwodu.

**Pomiaru napięcia** możemy dokonać także **na wyjściu bezpiecznika**. Jeżeli zmierzona wartość napięcia jest prawidłowa (w przybliżeniu taka sama jak na wejściu), to bezpiecznik jest sprawny. Jeżeli na wejściu bezpiecznika wartość napięcia jest wymagana, a na jego wyjściu brak napięcia, to bezpiecznik jest uszkodzony nawet wówczas, gdy jego wygląd na to nie wskazuje. W tym wypadku wymieniamy bezpiecznik na nowy i sprawdzamy, czy nie uległ on ponownemu przepaleniu wskutek występowania zwarcia elektrycznego lub nadmiernej poboru prądu przez odbiornik.

a)



b)



**Rys. 2.8.** Widok sposobu wykonania pomiaru: a) napięcia zasilania na bezpieczniku, b) napięcia w gnieździe 30 przełącznika



W celu szybkiego wytypowania gałęzi obwodu (sterowania lub obciążenia – patrz rys. 2.6, s. 30), w której występuje przerwa, mierzymy napięcie na wejściu obwodu obciążenia przełącznika (styk 30). W tym celu wyciągamy przełącznik z gniazda i mierzymy napięcie na odpowiednim styku (rys. 2.7*d* i 2.8*b*). Brak napięcia wskazuje na przerwę w obwodzie (w przewodzie) między bezpiecznikiem a przełącznikiem. Jeżeli napięcie na wejściu przełącznika jest właściwe, możemy za pomocą zwory (o odpowiedniej obciążalności prądowej) połączyć odpowiednie styki obwodu obciążenia w gnieździe przełącznika (styk 30 z 87a dla przełącznika z rys. 2.6). Na niesprawność przełącznika lub przerwę w obwodzie wskazuje działanie (włączenie) odbiornika. W przeciwnym wypadku wskazuje to, że przerwa w obwodzie występuje między wyjściem przełącznika (styk 87a) a stykiem odbiornika (styk 1), wewnątrz odbiornika lub w jego połączeniu z masą pojazdu (biegunem /-/ akumulatora). Sposób sprawdzenia działania (stanu) przełącznika opisano szczegółowo w pkt. 5.3.

Kolejnym etapem poszukiwania przerwy jest **sprawdzenie ciągłości obwodu sterowania przełącznikiem**. Pomiar wykonujemy w analogiczny sposób jak dla bezpiecznika, dokonując pomiaru napięcia na wejściu przełącznika, a następnie na wejściu włącznika. Jeżeli na wejściu przełącznika stwierdzamy występowanie odpowiedniego napięcia, a na wejściu włącznika brak napięcia, wskazuje to na uszkodzenie przełącznika (należy go wymienić) lub na nieciągłość obwodu elektrycznego między przełącznikiem a włącznikiem. Natomiast gdy na wejściu obwodu sterowania przełącznika nie ma napięcia (rys. 2.7*e*), wskazuje to na przerwę w przewodzie zasilającym obwód sterowania przełącznika.

**Połączenie przełącznika z masą samochodu** sprawdzamy następująco. Po wyciągnięciu przełącznika z gniazda podłączamy jeden przewód pomiarowy do styku obwodu sterowania przełącznika w gnieździe, łączącego go z masą (styk 85 na rys. 2.6), a drugi do zacisku dodatniego /+/ akumulatora, przy załączonym włączniku. Jeżeli w obwodzie nie występuje przerwa, multimetr wskaże wartość napięcia akumulatora, w przeciwnym wypadku brak będzie napięcia (0 V). W dalszej kolejności weryfikujemy stan włącznika – dokonujemy pomiaru na wejściu i wyjściu z włącznika oraz sprawdzamy jego połączenie z masą pojazdu.

Niektóre przełączniki są uruchamiane (włączane) przez sterownik, spełniający funkcję włącznika. Schemat takiego układu sterowania na przykładzie sterowania przełącznikiem elektrycznej pompy paliwa pokazano na rys. 2.1, s. 24 (obwód zaznaczony kolorem niebieskim). Jeżeli na styku 3 sterownika występuje napięcie, a sprawny przełącznik K4 nie jest włączany, wskazuje to na przerwanie ciągłości obwodu w sterowniku A2 – uszkodzenie tranzystora sterującego włączaniem obwodu sterowania przełącznika z masą pojazdu lub brak połączenia z masą pojazdu wewnątrz sterownika (lub samego sterownika).

Jeżeli napięcie zmierzone na wyjściu z bezpiecznika jest równe napięciu zasilania, a napięcie zmierzone na wejściu do przełącznika jest równe zero, świadczy to o uszkodzeniu przewodu między punktami obwodu, w których dokonano pomiaru napięcia.

Wszystkie współczesne pojazdy samochodowe są wyposażone w systemy diagnostyki pokładowej. Nadzorują one kontrolowane obwody elektryczne czujników oraz elementów wykonawczych m.in. pod kątem sprawdzenia poprawności zasilania oraz wykrycia zwarcia przewodu sygnałowego do masy pojazdu lub dodatniego bieguna /+/ zasilania. W razie wykrycia tego rodzaju usterek (nadzorowanego czujnika), następuje zaświecenie odpowiedniej lampki sygnalizacyjnej (np. lampki MIL) na tablicy wskaźników kontrolno-pomiarowych pojazdu. Po podłączeniu diagnostyki uzyskujemy informację o rodzaju wykrytej usterki, np. P0063 Obwód regulacji ogrzewania sondy lambda – zwarcie do masy, P0229 Obwód czujnika położenia przepustnicy – przerywany sporadycznie, P0236 Obwód czujnika ciśnienia doładowania – niewłaściwy zakres wartości sygnału. Ułatwia to poszukiwanie miejsca wystąpienia usterki i usunięcie niesprawności obwodu.



Określenie rodzaju uszkodzenia instalacji elektrycznej oraz miejsca jej wystąpienia umożliwia dobór odpowiedniej metody naprawy:

- w przypadku zwarcia elektrycznego – likwidację (usunięcie) niepożądanego kontaktu przewodu z masą pojazdu (lub innym przewodem) i zabezpieczeniu go np. taśmą izolacyjną; następnie zabezpieczamy przewód przed przemieszczaniem się i kontaktem np. z gorącymi elementami silnika, utwierdzając go za pomocą przewidzianych do tego mocowań;
- w przypadku wystąpienia przerwy – łączymy rozdzielone końce przewodu, wymieniamy fragment przewodu na nowy lub wymieniamy konektory albo całe złącza elektryczne; sposób wykonania naprawy przewodów różnymi metodami opisano w rozdziale 4.

Jeżeli w toku dokonanych pomiarów przyrządowych i sprawdzeń wzrokowych stwierdzamy, że usterka występuje w jednym z elementów obwodu, to element ten należy wymienić na nowy. Dotyczy to zwłaszcza bezpieczników, przekaźników, włączników i samego odbiornika. Niektóre, stosunkowo nieliczne, elementy poddajemy regeneracji i ponownie montujemy w samochodzie.

## PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień podstawowe usterki w instalacji elektrycznej samochodu.
2. Jakie są objawy zwarcia w obwodzie instalacji elektrycznej samochodu?
3. Narysuj schemat ideowy dowolnego obwodu elektrycznego. Opisz sposób lokalizacji zwarcia w tym obwodzie, występującego: a) wewnątrz odbiornika, b) w przewodzie między włącznikiem a odbiornikiem.
4. Na podstawie rys. 2.6 omów sposób lokalizacji miejsca przerwy w obwodzie elektrycznym między: a) przekaźnikiem a włącznikiem, b) przekaźnikiem a odbiornikiem energii.

## ZAPAMIĘTAJ

Lokalizacja podstawowych usterek instalacji elektrycznej (zwarcia, przerwy w obwodzie) odbywa się przez wykonanie w odpowiednich miejscach obwodu elektrycznego oraz w odpowiedniej kolejności pomiarów elektrycznych, prostych testów funkcjonalnych lub oględzin. Schematy elektryczne dostarczają niezbędnych informacji, dotyczących struktury połączeń obwodu elektrycznego. Wskazują one elementy (miejsca) obwodu, w których należy wykonać odpowiednie badania.

Sposób naprawy uszkodzenia instalacji elektrycznej jest zależny od miejsca wystąpienia usterki i jej rodzaju. Przewody elektryczne wraz ze złączami można naprawić, pozostałe elementy obwodu wymienia się na nowe lub w nielicznych przypadkach regeneruje.

## SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakich informacji dostarczają schematy elektryczne?
2. Korzystając z rysunku 2.1, omów rolę sterownika A2 w procesie załączania elektrycznej pompy paliwa M1.
3. Wymień rodzaje przekaźników stosowanych w samochodowych instalacjach elektrycznych.
4. Omów sposób sprawdzenia sprawności obwodu elektrycznego pompy paliwa M1 (rys. 2.1) – ciągłości przewodów, połączenia pompy z /+/-/ zasilania i z masą pojazdu.



5. Opisz przerwę w obwodzie oraz zwarcie elektryczne. Na co wskazuje przepalenie bezpiecznika?
6. Omów ogólną metodykę wykrywania miejsca wystąpienia przerwy w obwodzie elektrycznym
7. Omów ogólną metodykę wykrywania miejsca zwarcia w obwodzie elektrycznym.
8. W jaki sposób można sprawdzić stan techniczny (poprawność działania) włącznika, np. stykowego czujnika włączania świateł hamowania.

## LITERATURA

- [1] G. Dyga, G. Trawiński, *Diagnozowanie układów elektrycznych i elektronicznych pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2014.
- [2] I. Horowski, *Znakowanie przewodów i zacisków*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 2/2014.
- [3] M. Słupski, *Czytanie schematów elektrycznych*, „Poradnik Serwisowy” nr 6/2006.
- [4] Oprogramowanie: AutoData, ESI[tronic], HGS Data, ReTIS.