

Ściągą do multimetru



Najważniejsze wartości pomiarowe instalacji
elektrycznych skuterów, motocykli i
rowerów elektrycznych

Akumulator • Sterownik • Silnik • Manetka • Czujniki Halla





Informacje o materiale



„Ściąga do multimetru” jest materiałem edukacyjnym i pomocniczym przeznaczonym do wykonywania podstawowych pomiarów diagnostycznych w pojazdach elektrycznych.

Podane wartości należy zawsze porównywać z napięciem znamionowym pojazdu, dokumentacją producenta oraz sposobem działania konkretnego układu.

Nie wszystkie sterowniki, akumulatory, manetki ani czujniki wykorzystują identyczne parametry.

Przed wykonaniem pomiaru upewnij się, że wiesz:

- czy układ ma być zasilany,
- czy komponent powinien być odłączony,
- czy mierzysz napięcie, rezystancję czy ciągłość obwodu,
- jaki maksymalny zakres obsługuje Twój multimetr.



Nigdy nie wykonuj pomiaru rezystancji ani testu ciągłości na obwodzie znajdującym się pod napięciem.

© 2026 Ściąga do multimetru. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Nie dodawać danych kontaktowych, telefonu, adresu e-mail ani mediów społecznościowych.



Spis treści



00	— Okładka	00
01	— Informacje o materiale	01
02	— Spis treści	02
03	— Jak korzystać z tej ściąg	03
MODUŁ 01 — Zanim wykonasz pomiar		
04	— Zanim wykonasz pomiar	04
05	— Co naprawdę mierzy multimetr?	05
06	— Jak ustawić multimetr	06
07	— Zasady bezpiecznego pomiaru	07
MODUŁ 02 — Akumulator i sterownik		
08	— Akumulator i sterownik	08
09	— Akumulator: prawidłowe napięcia	09
10	— Jak interpretować napięcie akumulatora	10
11	— Sterownik: zasilanie główne i linia 5 V	11
12	— Sterownik: szybka kontrola pomiarowa	12
MODUŁ 03 — Silnik, manetka i czujniki Halla		
13	— Silnik, manetka i czujniki Halla	13
14	— Silnik BLDC: przewody fazowe	14
15	— Manetka przyspieszenia: napięcie sygnału	15
16	— Czujniki Halla: prawidłowe przełączanie	16
MODUŁ 04 — Szybka diagnostyka		
17	— Szybka diagnostyka	17
18	— Objaw → pomiar → możliwa przyczyna	18
19	— Wszystkie najważniejsze wartości na jednej stronie	19

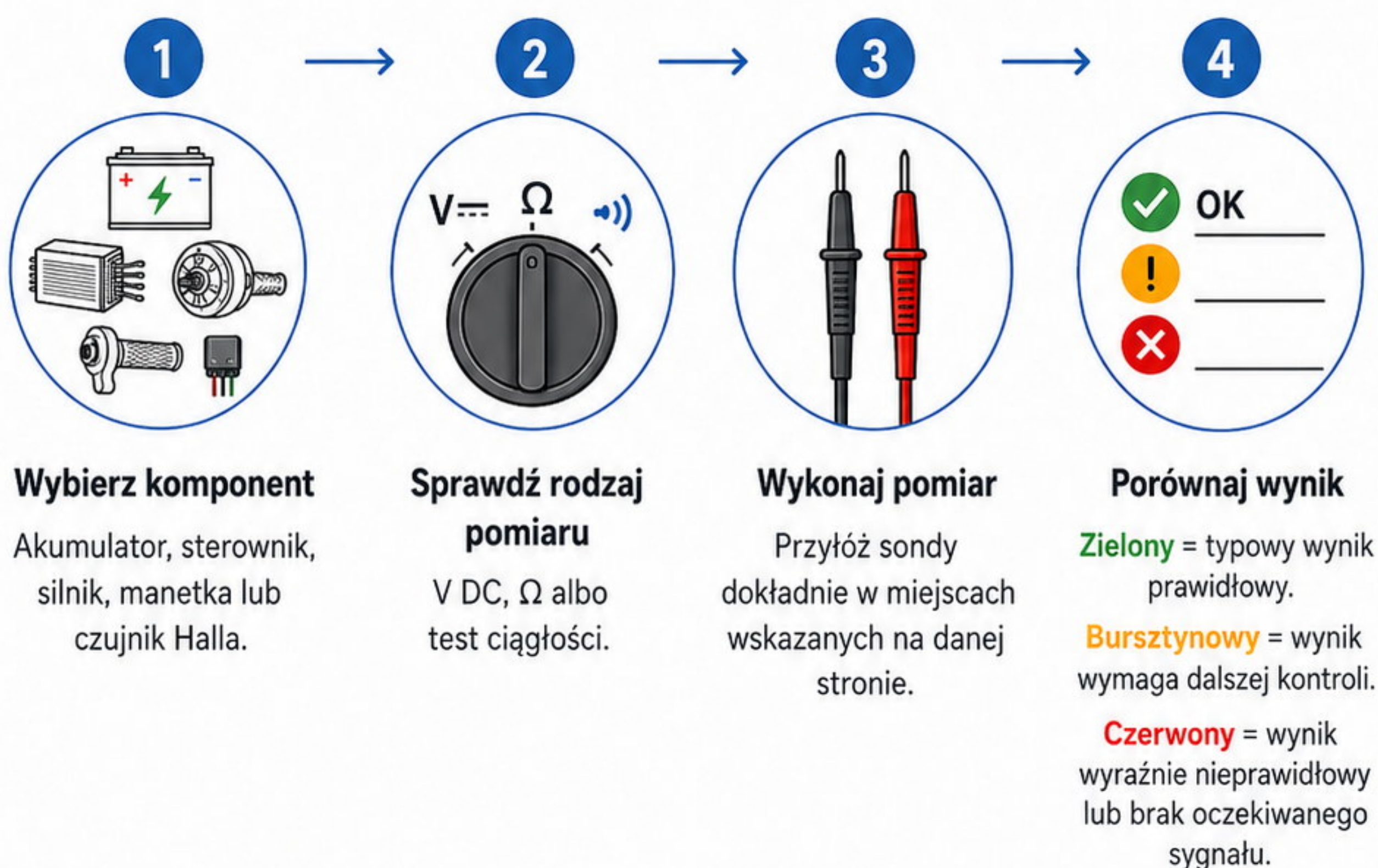


Jak korzystać z tej ściągki



Nie musisz zapamiętywać wszystkich wartości. Celem tej ściągki jest umożliwienie Ci szybkiego sprawdzenia, co zmierzyć, gdzie przyłożyć sondy i jakiego wyniku oczekiwać.

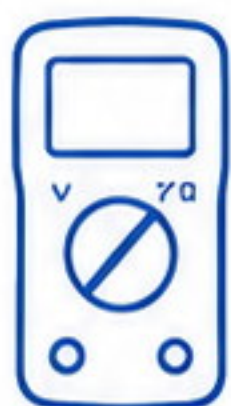
Najprostszy schemat pracy



Prawidłowa wartość nie zawsze oznacza jedną konkretną liczbę. Niektóre komponenty mają zakres, a w silniku ważniejsza może być równość wyników między przewodami niż sama liczba.



Zacznij od podstawowych kontroli i przechodź dalej dopiero wtedy, gdy poprzedni pomiar jest logiczny. Dzięki temu łatwiej odróżnić uszkodzenie komponentu od problemu z jego zasilaniem lub przewodami.



MODUŁ 01

Zanim wykonasz pomiar



Ustawić multimetr prawidłowo,
uniknąć błędnego odczytu
i nie uszkodzić mierzonego układu.

W TYM MODULE:

- napięcie stałe V DC,
- rezystancja Ω ,
- ciągłość obwodu,
- podłączenie sond,
- podstawowe zasady bezpieczeństwa.



**Najpierw
właściwe
ustawienie.
Dopiero potem
liczba na ekranie.**



POKRĘTŁO
wybór funkcji
i zakresu

COM

wejście
wspólne

V/Ω

wejście do pomiaru
napięcia, rezystancji
i ciągłości

Co naprawdę mierzy multimetr?



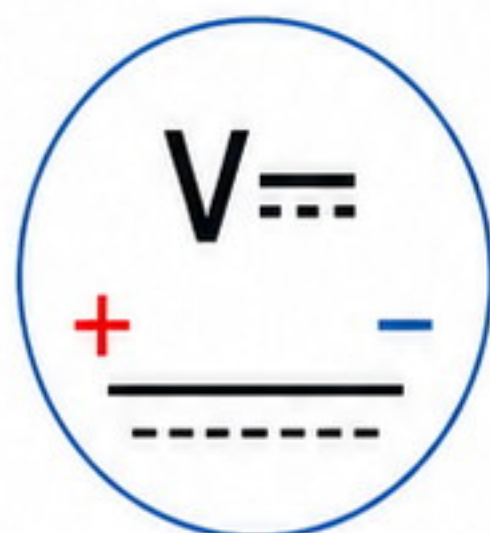
1. NAPIĘCIE – V

Napięcie informuje, jaka różnica potencjałów elektrycznych występuje między dwoma punktami.

W tej ściadze użyjesz go do:

- akumulatora
- zasilania sterownika
- linii 5 V
- manetki
- czujników Halla

Najczęściej: V  / DC



2. REZYSTANCJA – Ω

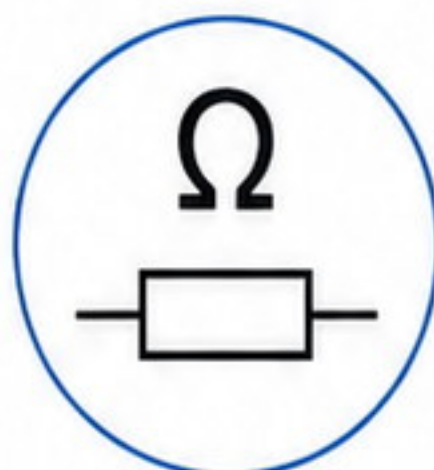
Rezystancja informuje, jak bardzo dany element lub przewód przeciwstawia się przepływowi prądu.

W tej ściadze użyjesz jej między innymi do:

porównania przewodów fazowych odłączonego silnika.

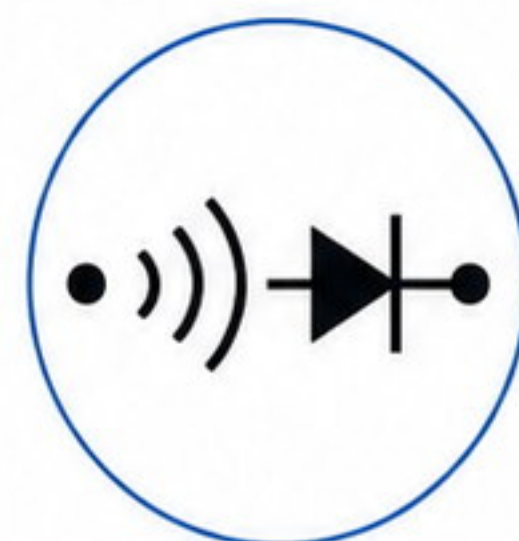


Pomiar Ω wykonuj tylko w obwodzie bez napięcia.

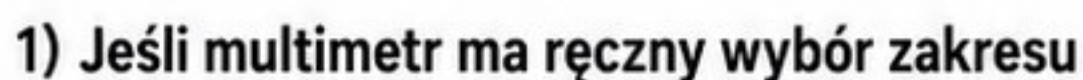


3. CIĄGŁOŚĆ OBWODU

Test pozwala szybko sprawdzić, czy między dwoma punktami istnieje przewodzące połączenie.



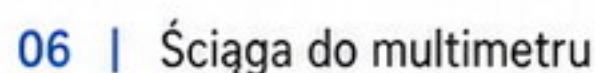
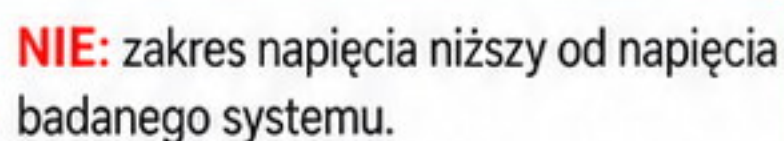
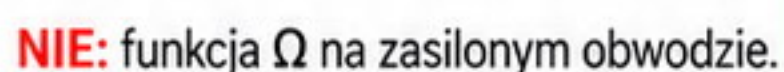
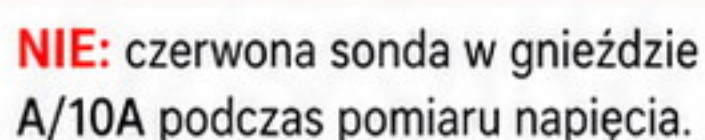
Sygnal dźwiękowy nie oznacza automatycznie, że cały komponent jest sprawny. Oznacza tylko, że miernik wykrył połączenie o odpowiednio niskiej rezystancji.



Dla instalacji 36–72 V ustaw zakres napięcia DC wyższy niż maksymalne możliwe napięcie badanego układu. Przykład: jeżeli spodziewasz się około 54,6 V, zakres 20 V będzie za niski; należy wybrać wyższy dostępny zakres, np. 200 V DC.

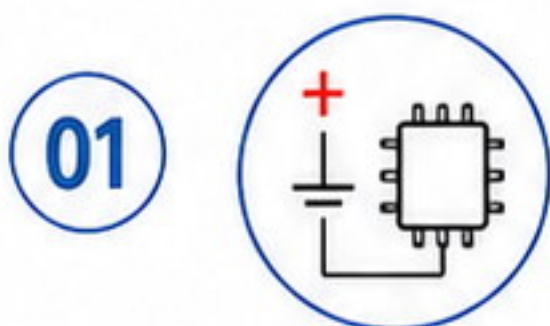


Wybierz po prostu funkcję V DC, a miernik sam dobierze zakres.





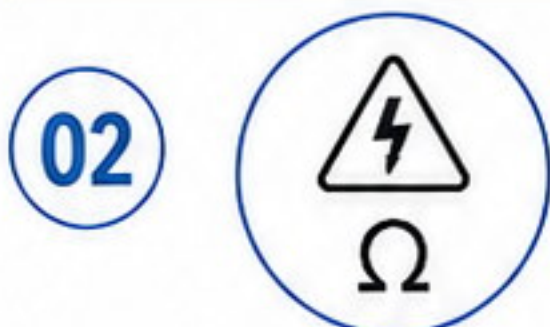
7 zasad bezpiecznego pomiaru



01

Najpierw określ, czy pomiar wymaga zasilania.

Napięcie sygnału wymaga aktywnego układu; rezystancja nie.



02

Rezystancję mierz bez napięcia.

Przed pomiarem Ω odłącz źródło zasilania badanego obwodu.



03

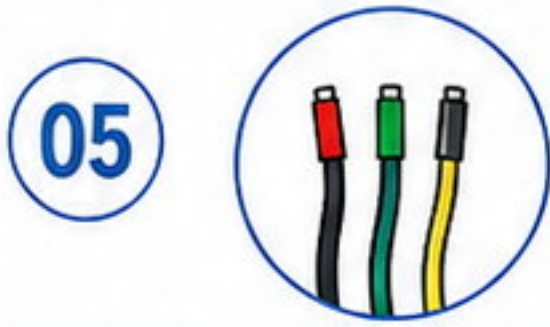
Nie zwieraj sąsiednich pinów sondą.

Końcówka sondy może przypadkowo połączyć dwa styki.



04

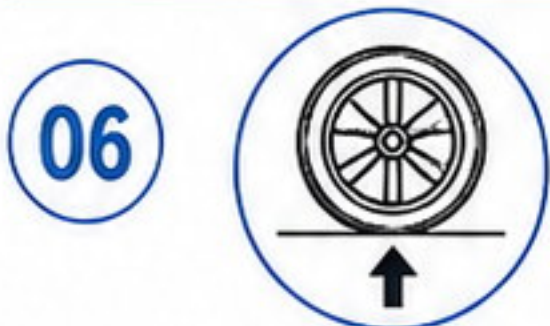
Trzymaj dłonie za osłoną sond.



05

Nie zakładaj, że kolor przewodu jest zawsze zgodny ze standardem.

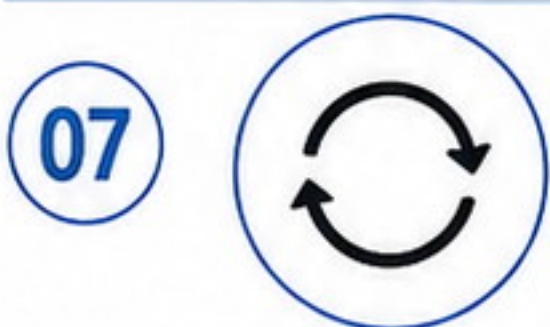
Najpierw potwierdź funkcję przewodu.



06

Zabezpiecz koło napędowe przed przypadkowym ruszeniem.

Podczas testów aktywnego sterownika koło powinno być uniesione i mieć wolną przestrzeń.



07

Jeśli wynik jest nielogiczny, najpierw powtórz pomiar.

Sprawdź ustawienie miernika, masę, punkt pomiarowy i kontakt sond.



Jeżeli przewody są stopione, izolacja jest uszkodzona, akumulator jest zdeformowany albo widoczne są ślady przegrzania, nie wykonuj dalszych prób pod napięciem bez odpowiedniej wiedzy i zabezpieczeń.

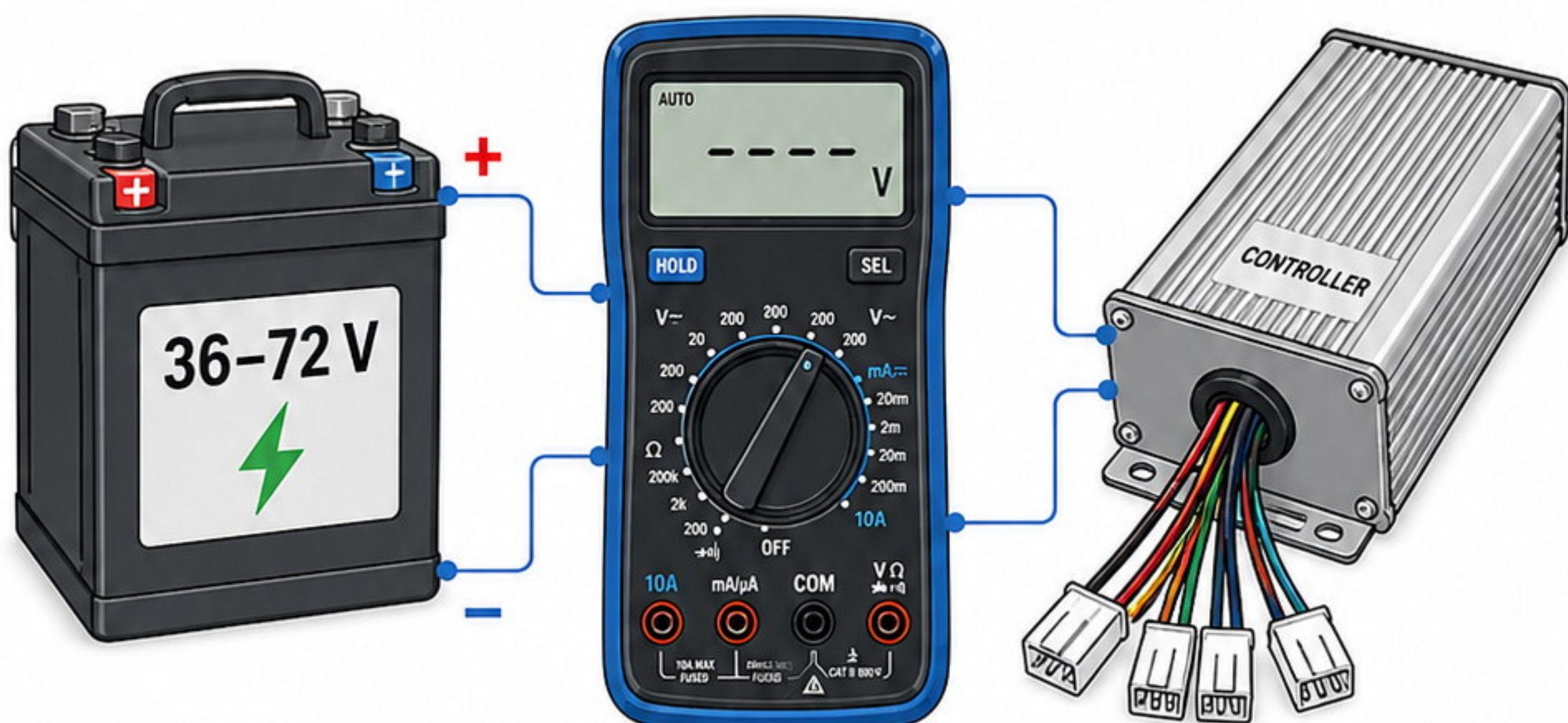
MODUŁ 02

Akumulator i sterownik



Sprawdzić, czy główne zasilanie oraz podstawowe napięcia sterujące znajdują się w oczekiwanym zakresie.

- akumulatory 36 V, 48 V, 52 V, 60 V i 72 V,
- napięcie po pełnym naładowaniu,
- interpretacja zbyt niskiego wyniku,
- wejście zasilania sterownika,
- typowa linia pomocnicza 5 V.



Zaczynij diagnostykę od źródła zasilania.



Akumulator — jakie napięcie powinien pokazać multimetr?



Pierwsza praktyczna tabela odniesienia: ile napięcia powinien pokazać multimetr na w pełni naładowanym akumulatorze Li-ion w popularnych systemach pojazdów.



Multimetr: V DC



Czarna sonda:
minus akumulatora



Czerwona sonda:
plus akumulatora

System nominalny	Typowa konfiguracja Li-ion	Napięcie nominalne	Około 100% po naładowaniu
36 V	10S	36–37 V	42,0 V
48 V	13S	46,8–48,1 V	54,6 V
52 V	14S	50,4–51,8 V	58,8 V
60 V	16S	57,6–59,2 V	67,2 V
72 V	20S	72–74 V	84,0 V



Wyjaśnienie terminu 10S / 13S / 14S

Litera S oznacza liczbę grup ogniw połączonych szeregowo. Im więcej grup szeregowych, tym wyższe napięcie całego pakietu.



Ważne

Wartość 36 V, 48 V czy 72 V jest nazwą klasy napięciowej systemu, a nie napięciem, które akumulator musi zawsze pokazywać.



Przykład praktyczny

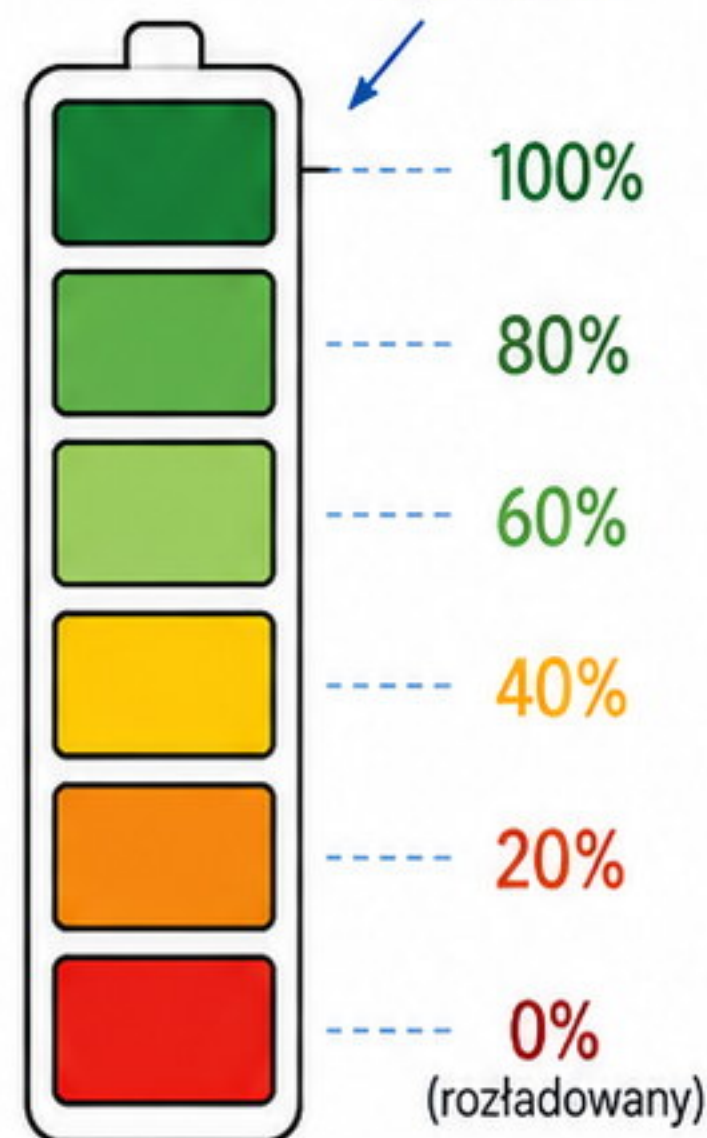
Jeżeli akumulator systemu 48 V został właśnie w pełni naładowany i multimetr pokazuje około 54,6 V, wynik jest zgodny z typowym pakietem 13S Li-ion. Jeżeli ten sam pakiet po pełnym ładowaniu zatrzymuje się wyraźnie poniżej oczekiwanej wartości, należy sprawdzić również ładowarkę, BMS, stan sekcji ogniw i sposób wykonania pomiaru.

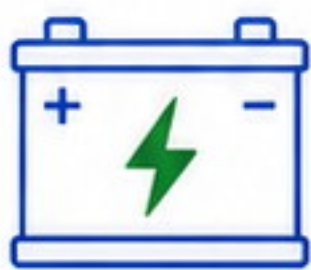


Ważna adnotacja projektowa

Nie oznaczać każdej wartości poniżej napięcia pełnego ładowania jako uszkodzenie. Akumulator normalnie zmniejsza napięcie podczas rozładowania.

napięcie po pełnym ładowaniu





Akumulator — jak interpretować wynik pomiaru?



Sam odczyt napięcia nie mówi wszystkiego. Napięcie akumulatora zmienia się w zależności od stanu naładowania, obciążenia i systemu, do którego należy akumulator.

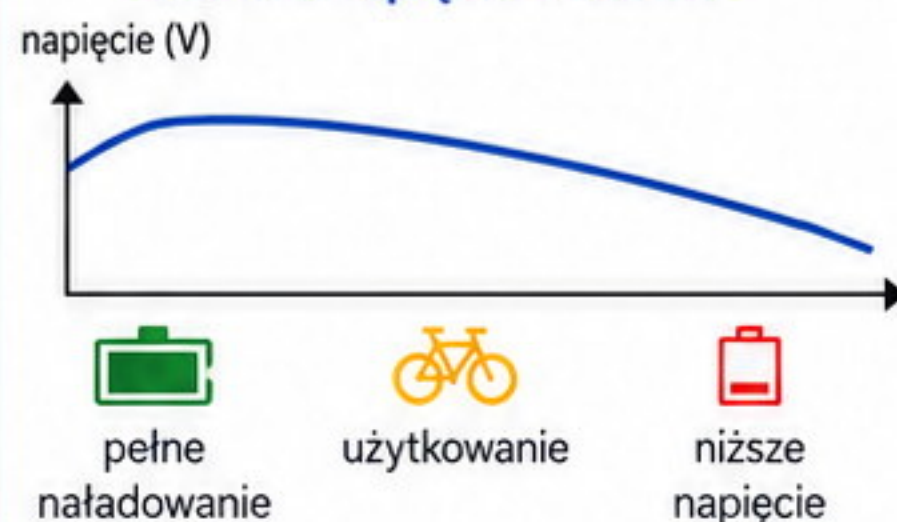


Zasada główna

Napięcie nominalne nie jest napięciem stałym.

Akumulator 48 V może mieć około 54,6 V zaraz po pełnym naładowaniu, a następnie stopniowo obniżać napięcie w miarę użytkowania.

Zmiana napięcia w czasie



Spadek napięcia pod obciążeniem



1

Jaki jest system nominalny?

36 V, 48 V, 52 V, 60 V czy 72 V?

2

Czy akumulator był właśnie ładowany?

3

Czy pomiar wykonywany jest bez obciążenia, czy podczas pracy?

Tabela szybkiej interpretacji

Wynik	Interpretacja
✓ Blisko napięcia pełnego naładowania	Akumulator prawdopodobnie jest mocno naładowany
● Niżej niż napięcie pełnego naładowania	Może być normalnie częściowo rozładowany
⚠ Wyraźnie za niskie napięcie po pełnym ładowaniu	Sprawdź ładowarkę, BMS i sekcje ogniw
✗ 0 V	Sprawdź bezpiecznik, BMS, złącza i wyjście akumulatora
! Napięcie jest prawidłowe bez obciążenia, ale mocno spada przy ruszaniu	Możliwa słaba sekcja ogniw, wysoka rezystancja wewnętrzna lub problem z połączeniem



Ważny koncept: spadek napięcia pod obciążeniem

Podczas przyspieszania silnik pobiera znacznie więcej prądu. Napięcie akumulatora może wtedy chwilowo spaść.

- Niewielki spadek jest normalny.
- Bardzo duży spadek, któremu towarzyszy wyłączenie sterownika lub utrata mocy, może wskazywać na problem z akumulatorem, BMS-em albo połączeniem wysokoprądowym.



Przykład praktyczny

- System: 48 V
- Pomiar bez obciążenia: 52,1 V
- Po dodaniu gazu: napięcie gwałtownie spada, a sterownik się wyłącza.

Wniosek: Nie należy od razu wymieniać sterownika. Najpierw sprawdź zachowanie akumulatora pod obciążeniem oraz stan głównych przewodów i złączy.



Zapamiętaj



DOBRE: oceniaj napięcie razem ze stanem naładowania.



ŹLE: uznawać każdy akumulator 48 V, który nie pokazuje dokładnie 48,0 V, za uszkodzony.



Sterownik — dwa napięcia, które warto sprawdzić jako pierwsze



1 POMIAR 1 — Główne zasilanie sterownika

- **Multimetr:** V DC
- **Mierz pomiędzy:** B+ / przewód dodatni zasilania oraz B- / masa akumulatora
- **Oczekiwany wynik:** Napięcie powinno być zbliżone do aktualnego napięcia akumulatora.



Jeżeli akumulator ma: **53,8 V**
a na wejściu sterownika mierzysz: **53,7 V**
zasilanie główne dociera do sterownika prawidłowo.



Jeżeli akumulator pokazuje prawidłowe napięcie, ale na sterowniku jest: **0 V**, sprawdź: bezpiecznik, stacyjkę lub przewód ignition, główne złącza, przerwany przewód, styki zasilania.

2 POMIAR 2 — Linia pomocnicza 5 V

5 V DC

Wiele sterowników zasila elektronikę czujników napięciem stałym około 5 V DC
Ta linia zasila m.in.: manetka z czujnikiem Halla, czujniki Halla silnika, niektóre czujniki PAS.

- **Multimetr:** V DC
- **Czarna sonda:** masa sygnałowa / GND
- **Czerwona sonda:** przewód +5 V
- **Typowy wynik:** około 5 V
- Dopuszczalna wartość zależy od konstrukcji sterownika, dlatego nie traktować 5,00 V jako jedyne prawidłowe wyniku.



około 5 V → zasilanie pomocnicze prawdopodobnie działa.



0 V → możliwy brak aktywacji sterownika, przerwa przewodu, zwarcie urządzenia podłączonego do linii 5 V lub usterka sterownika.



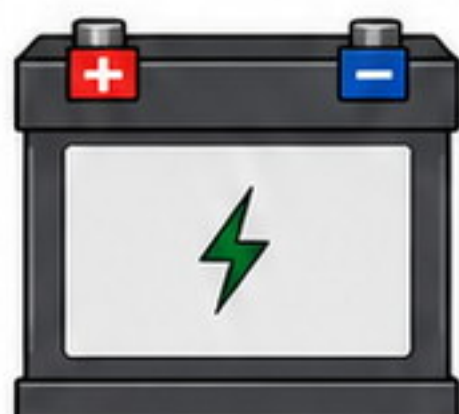
znacznie zaniżone napięcie → odłączyć kolejno czujniki i sprawdzić, czy któryś z nich nie przeciąża linii.



Bardzo ważne

Nie zakładaj funkcji przewodu wyłącznie na podstawie jego koloru. Czerwony często oznacza +5 V, a czarny masę, ale nie jest to gwarancją.

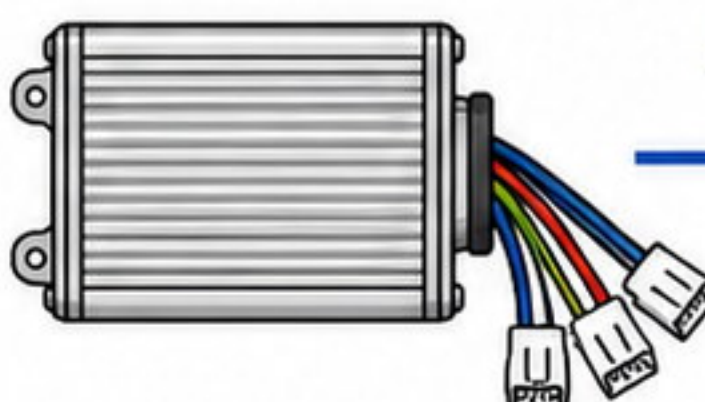
AKUMULATOR



napięcie
główne



STEROWNIK



5 V



CZUJNIKI





KROK 1



Sprawdź akumulator

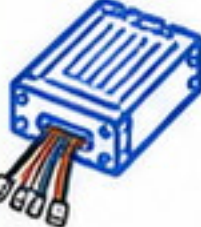
Pomiar: V DC

Czy napięcie na wyjściu akumulatora jest logiczne dla danego systemu?

TAK → przejdź dalej.

NIE → najpierw diagnozuj zasilanie.

KROK 2



Sprawdź napięcie na wejściu sterownika

Na głównych przewodach zasilających powinno znajdować się napięcie bardzo zbliżone do napięcia akumulatora.

Akumulator ma napięcie, sterownik nie ma napięcia: szukaj problemu pomiędzy akumulatorem a sterownikiem.

KROK 3



Sprawdź aktywację sterownika

Niektóre sterowniki wymagają dodatkowego przewodu aktywującego, stacyjki lub sygnału power lock/ignition. Sterownik może mieć napięcie na grubych przewodach zasilania, ale nadal nie uruchomić elektroniki sterującej.

KROK 4



Sprawdź linię 5 V

Punkt odniesienia: około 5 V DC

Jeżeli jej brakuje:

1. wyłącz zasilanie,
2. sprawdź przewody i złącza,
3. sprawdź, czy czujnik lub manetka nie powoduje zwarcia,
4. ponownie zmierz po bezpiecznym odłączeniu podejrzanego odbiornika.

KROK 5



Dopiero potem sprawdzaj sygnały

Jeżeli zasilanie główne = OK oraz 5 V = OK, dopiero wtedy przejdź do: manetki, czujników Halla, sygnałów hamulca, PAS, silnika.

Akumulator OK?



NIE → Rozwiąż problem wcześniej

TAK →

Napięcie dociera do sterownika?



NIE → Rozwiąż problem wcześniej

TAK →

Sterownik jest aktywowany?



NIE → Rozwiąż problem wcześniej

TAK →

Jest linia 5 V?



NIE → Rozwiąż problem wcześniej

TAK →

Sprawdź sygnały sterujące



MODUŁ 03

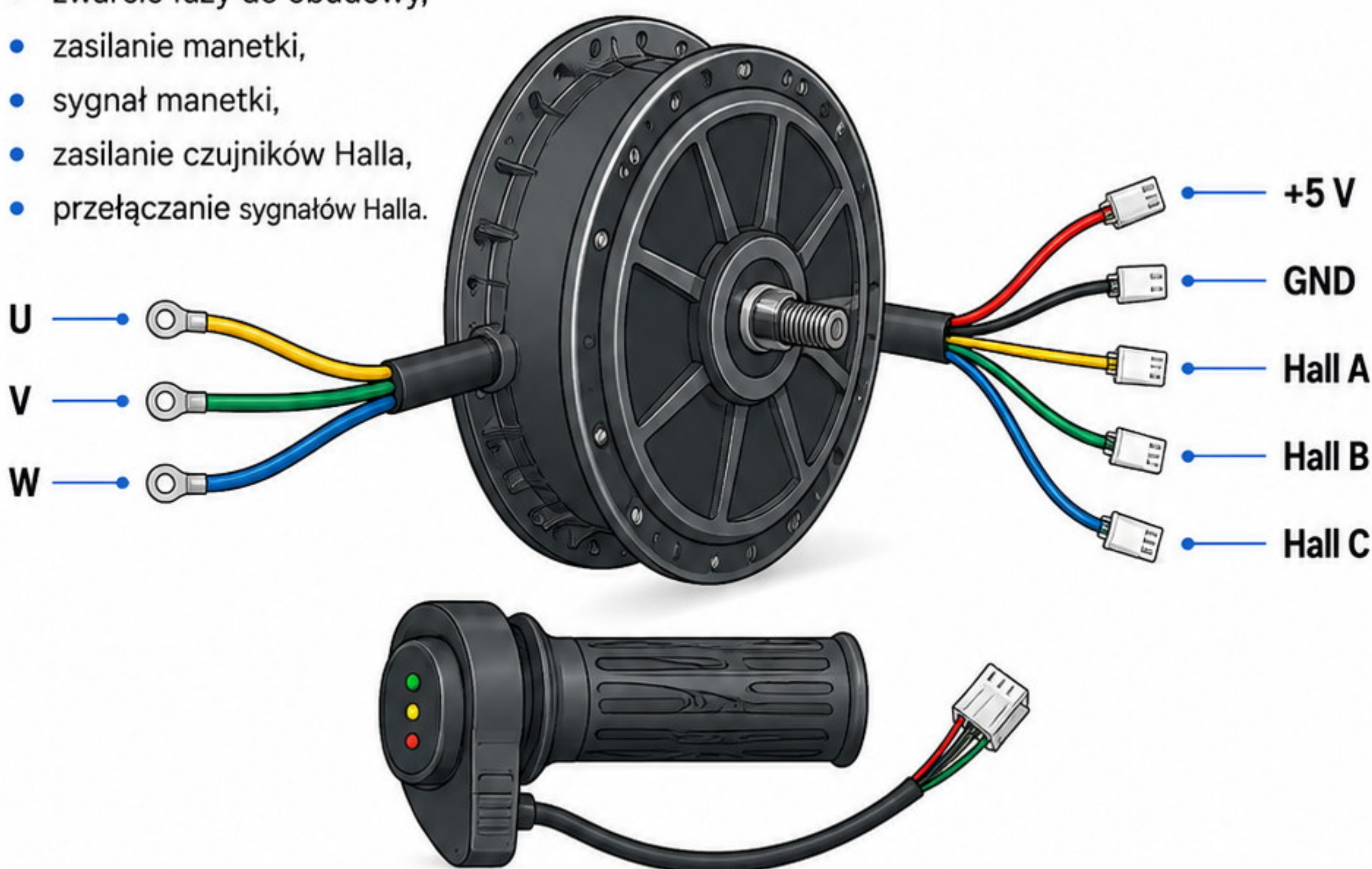
Silnik, manetka i czujniki Halla



Sprawdzić trzy najważniejsze elementy odpowiedzialne za przekazywanie polecenia jazdy i prawidłową komutację silnika.

W tym module

- przewody fazowe silnika,
- porównanie rezystancji faz,
- zwarcie fazy do obudowy,
- zasilanie manetki,
- sygnał manetki,
- zasilanie czujników Halla,
- przełączanie sygnałów Halla.



Silnik potrzebuje nie tylko mocy — potrzebuje również prawidłowej informacji o położeniu wirnika.

Silnik BLDC — jak sprawdzić przewody fazowe



**PRZED
POMIAREM**



Odłącz silnik
od sterownika.



Wyłącz
zasilanie.

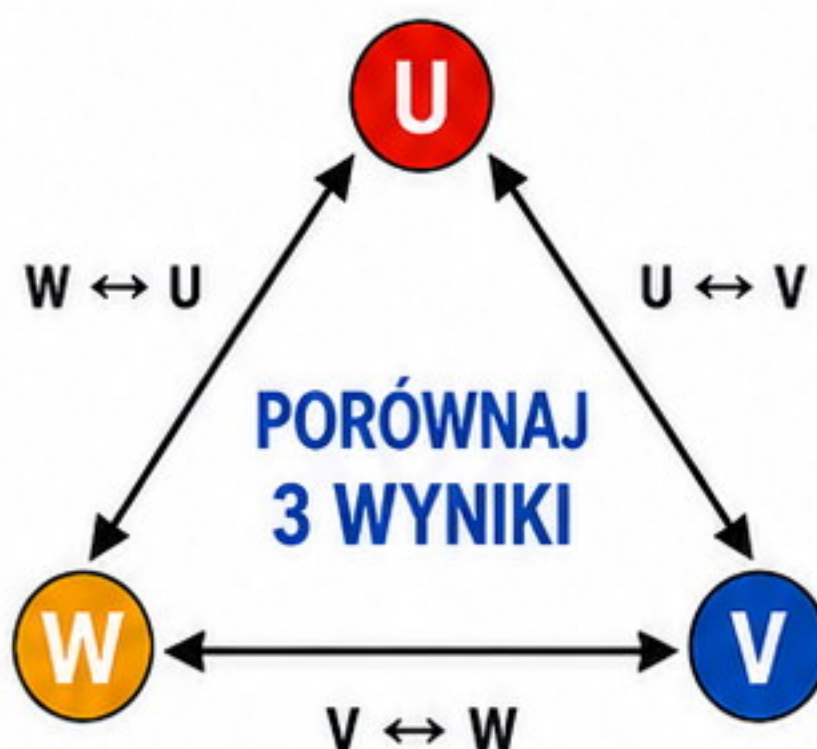


Ustaw multimetr na:
 Ω — najniższy
dostępny zakres

1 ZMIERZ TRZY PARY

Jeżeli przewody fazowe są oznaczone jako „U — V — W”, zmierz:

- $U \leftrightarrow V$
- $V \leftrightarrow W$
- $W \leftrightarrow U$



2 CZEGO OCZEKIWAĆ?

Uzwojenia silników mają bardzo niską rezystancję. W zwykłym multimetrze wynik może być bardzo bliski

0 Ω

ale nie oznacza to automatycznie zwarcia. Rezystancja samych przewodów pomiarowych może być porównywalna z rezystancją uzwojenia.



PRZYKŁAD DOBRY

$U-V = 0,4 \Omega$

$V-W = 0,4 \Omega$

$W-U = 0,5 \Omega$

→ wyniki są
do siebie
zbliżone.



PRZYKŁAD USTERKI

$U-V = 0,4 \Omega$

$V-W = 0,4 \Omega$

$W-U = OL$

→ istnieje
podejrzenie
przerwy w jednej
gałęzi.



NAJPIERW SPRAWDŹ REZYSTANCJĘ SOND

Zewrzyj ze sobą obie sondy multimetru. Jeżeli miernik pokazuje przykładowo $0,3 \Omega$, to część wyniku podczas pomiaru silnika pochodzi właśnie od przewodów pomiarowych.



TEST FAZA → OBUDOWA

Przy odłączonym silniku sprawdź:

U → metalowa obudowa

V → metalowa obudowa

W → metalowa obudowa

W typowym, prawidłowo izolowanym silniku nie powinno być ciągłego połączenia elektrycznego pomiędzy fazą a obudową.

INTERPRETACJA WYNIKÓW



Trzy podobne wyniki: dobry znak.



Jedna para wyraźnie inna: dalsza diagnostyka.



Jedna para OL: możliwa przerwa.



Faza zwarta z obudową: podejrzenie uszkodzonej izolacji uzwojenia lub przewodu.



WAŻNE

Nie podawać jednej idealnej rezystancji silnika, ponieważ zależy ona od mocy, konstrukcji, długości uzwojeń, temperatury i dokładności miernika.

Manetka przyspieszenia – trzy przewody, trzy pomiary



Typowa manetka z czujnikiem Halla ma trzy przewody: **+5 V**, **GND** i **SIGNAL**. Sterownik dostarcza zasilanie +5 V i masę, a manetka zmienia napięcie sygnału w zależności od pozycji.

1 POMIAR 1 – Zasilanie



Multimetr:
V DC



Czarna sonda:
GND



Czerwona sonda:
+5 V

Oczekiwany
wynik:
około 5 V

Jeżeli napięcia brak, problem nie musi znajdować się w manetce. Najpierw sprawdź sterownik i przewody.

2 POMIAR 2 – Sygnał spoczynkowy



Czarna sonda:
GND



Czerwona sonda:
SIGNAL

Bez naciskania lub
obracania manetki
typowy sygnał często
wynosi około:

0,8–1,0 V

3 POMIAR 3 – Pełne wychylenie



Powoli zwiększaj gaz.
Napięcie powinno
płynnie rosnąć.

Typowa górna wartość
sygnału znajduje się
często w zakresie
około:

3,5–4,2 V



~0,9 V → ~4 V

Najważniejsze jest zachowanie sygnału

✓	DOBRY PRZYKŁAD	0,9 V → 1,4 V → 2,2 V → 3,1 V → 3,8 V
⚠	PRZYKŁAD PODEJRZANY	0,9 V → 0,9 V → 0,9 V
✗	PRZYKŁAD NIEPRAWIDŁOWY	0,9 V → 2,1 V → 0,4 V → 3,5 V
✗	PRZYKŁAD NIEPRAWIDŁOWY	stałe około 5 V lub stałe 0 V na przewodzie sygnałowym.

Pozycja manetki	Typowy sygnał orientacyjny
Spoczynek	ok. 0,8–1,0 V
Środek	ok. 2–3 V
Pełne wychylenie	ok. 3,5–4,2 V



Są to wartości typowe, a nie uniwersalna specyfikacja każdego sterownika.



Podczas testu aktywnej manetki unieś koło napędowe i zapewnij mu wolną przestrzeń, ponieważ silnik może zostać uruchomiony.



Czujniki Halla silnika – jak sprawdzić każdy z trzech sygnałów



Typowy silnik BLDC z czujnikami położenia ma wyprowadzenia:

- +5 V
- GND
- HALL A
- HALL B
- HALL C

Sterownik zazwyczaj dostarcza około 5 V do czujników, a wyjścia HALL zmieniają stan podczas obracania wirnikiem.

KROK 1 Sprawdź zasilanie czujników



Multimetr: V DC



Czarna sonda: GND



Czerwona sonda: +5 V



Oczekiwany wynik: około 5 V



Bez prawidłowego zasilania nie oceniaj jeszcze samych czujników.

Hall A:



Hall B:



Hall C:



KROK 2 Sprawdź HALL A



Czarna sonda: GND



Czerwona sonda: HALL A



Powoli obracaj kołem lub wirnikiem.

Napięcie powinno przełączać się pomiędzy stanem LOW — blisko 0 V i HIGH — zwykle około 5 V lub napięcia odniesienia używanego przez sterownik.



Praktycznie spotyka się także systemy, w których poziom HIGH jest bliższy 3,3 V.

KROK 3 Powtórz dla HALL B

Oczekuj przełączania: LOW ↔ HIGH

KROK 4 Powtórz dla HALL C

Oczekuj przełączania: LOW ↔ HIGH

Tabela interpretacji

Wynik	Co oznacza
Wszystkie 3 sygnały przełączają się	Dobry znak
Jeden sygnał stale 0 V	Możliwy uszkodzony czujnik, przewód lub zwarcie
Jeden sygnał stale HIGH	Możliwy uszkodzony czujnik lub przerwa
Wszystkie 3 bez zmian	Sprawdź najpierw +5 V i GND
Brak około 5 V zasilania	Najpierw diagnozuj zasilanie czujników



Nie oceniaj czujnika Halla wyłącznie po jednym odczycie.

OBRÓĆ → OBSERWUJ → PORÓWNAJ



Uwaga dla silników z przekładnią

W niektórych silnikach piastowych z wolnobiegiem obracanie koła w kierunku jazdy może nie obracać części silnika odpowiedzialnej za przełączanie czujników. Może być konieczne obrócenie w przeciwnym kierunku.

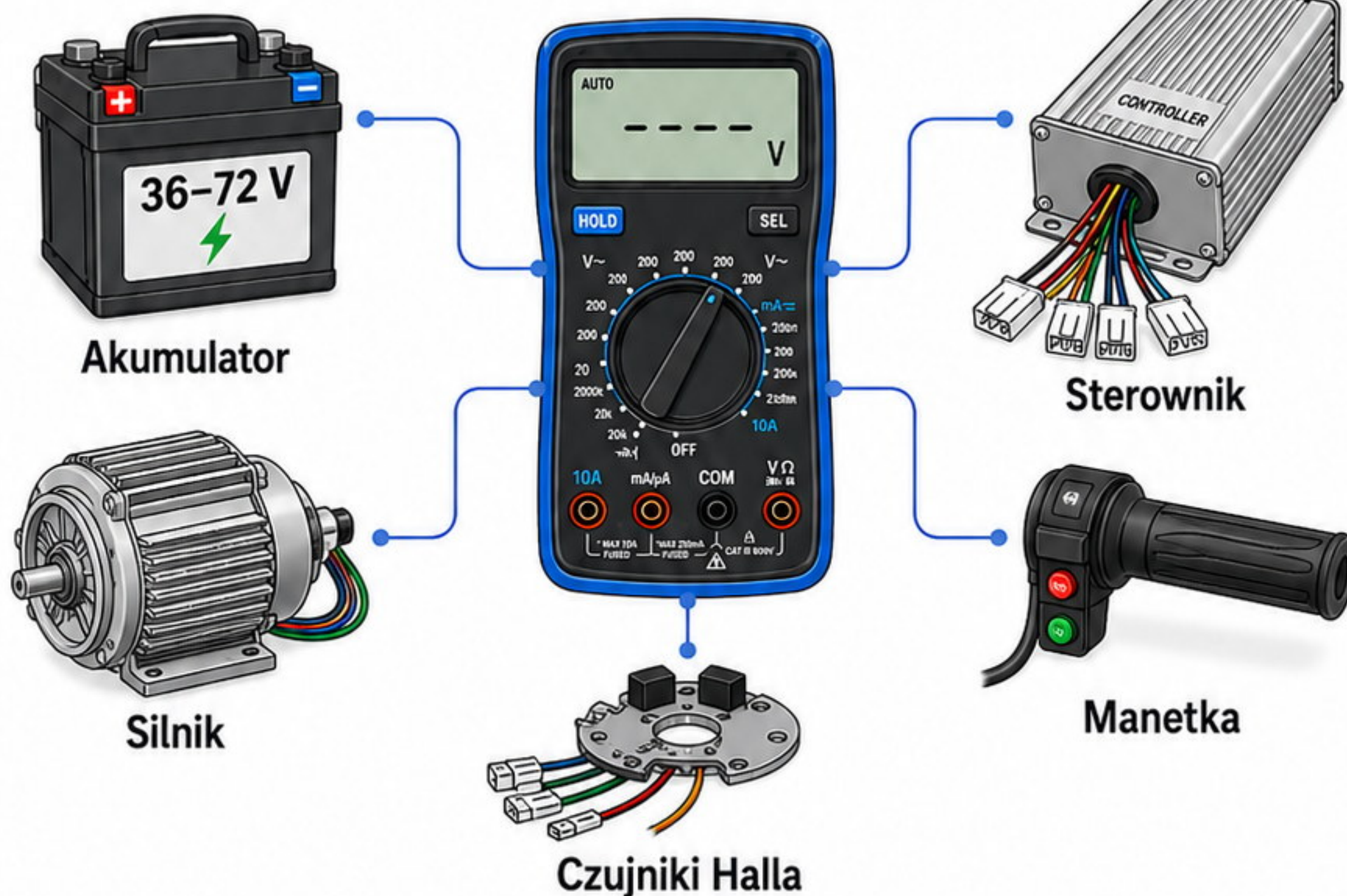
MODUŁ 04

Szybka diagnostyka



Połączyć wszystkie wcześniejsze pomiary w jeden szybki proces diagnostyczny, który można zastosować bez wertowania całego materiału.

- kolejność kontroli,
- objaw i możliwa przyczyna,
- wybór właściwego pomiaru,
- końcowa ściągą wszystkich najważniejszych wartości.



**Nie wymieniaj części na chybił trafił.
Najpierw zmierz.**

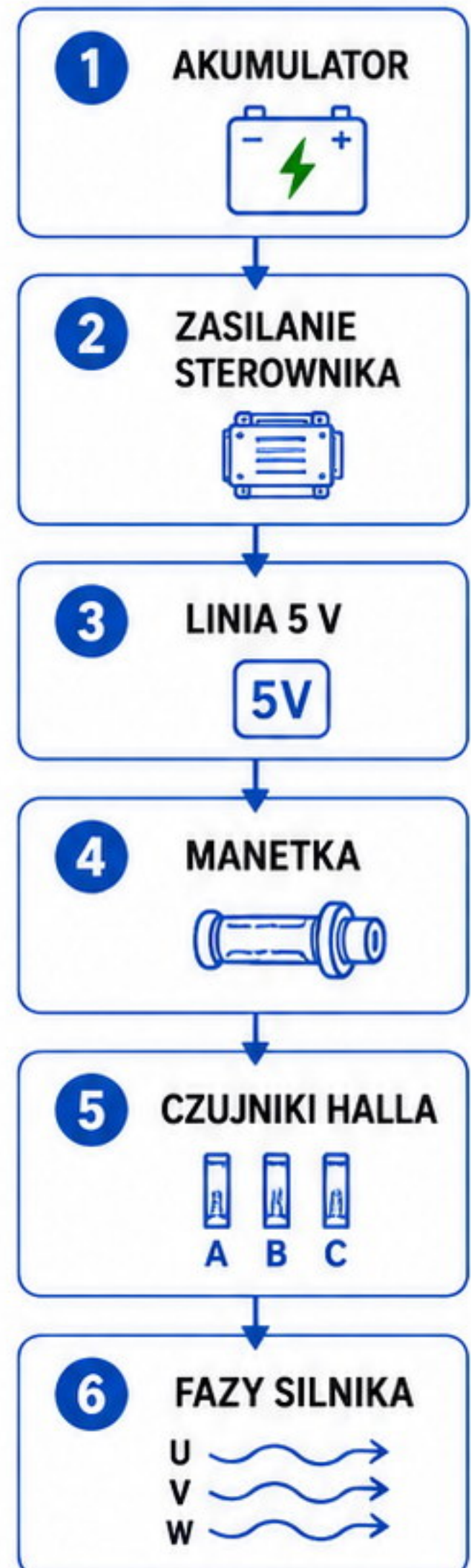


Objaw → co zmierzyć → gdzie szukać problemu



Objaw	Najpierw zmierz	Co sprawdzić dalej
 1. Pojazd całkowicie martwy	Napięcie akumulatora	BMS, bezpiecznik, złącza, stacyjka
 2. Akumulator ma napięcie, sterownik nie reaguje	Napięcie na wejściu sterownika	Przewody główne, ignition/power lock
 3. Brak reakcji na manetkę	Linia 5 V	Zasilanie manetki
 4. Manetka ma 5 V, ale brak reakcji	Napięcie SIGNAL	Czy zmienia się podczas ruchu
 5. Silnik szarpie przy ruszaniu	Hall A/B/C	Czy wszystkie sygnały przełączają się
 6. Silnik pracuje nierówno	Hall A/B/C + fazy	Złącza, czujniki, uzwojenia
 7. Koło stawia duży opór po odłączeniu sterownika	Fazy silnika	Zwarcie fazowe lub problem mechaniczny
 8. Jedna para faz pokazuje OL	Rezystancję U-V / V-W / W-U	Przewód lub uzwojenie
 9. Sterownik ma napięcie, ale brak 5 V	Linia 5 V	Zwarcie odbiornika lub usterka sterownika
 10. Pojazd wyłącza się przy mocnym gazie	Napięcie akumulatora pod obciążeniem	Akumulator, BMS, połączenia wysokoprądowe

Szybka kolejność diagnostyczna



Dlaczego taka kolejność?

Ponieważ brak napięcia na wcześniejszym etapie może sprawić, że całkowicie sprawny komponent na późniejszym etapie będzie wyglądał jak uszkodzony.



Przykład praktyczny

Objaw: brak reakcji na manetkę. Nie zaczynaj od wymiany manetki.
Sprawdź kolejno: 5 V na manetce → napięcie SIGNAL → zmianę SIGNAL podczas wychylenia.
Jeżeli nie ma 5 V, problem może znajdować się przed manetką.



Najpierw sprawdź podstawy

- luźne złącza,
- wypalone styki,
- przerwane przewody,
- wilgoć,
- korozję,
- cofnięty pin we wtyczce.

ŚCIAĞA DO MULTIMETRU

Wszystkie najważniejsze wartości na jednej stronie



1 AKUMULATOR LI-ION



Multimetr: V DC



Pomiar:

PLUS ↔ MINUS

System	Pełne naładowanie
36 V / 10S	42,0 V
48 V / 13S	54,6 V
52 V / 14S	58,8 V
60 V / 16S	67,2 V
72 V / 20S	84,0 V



Zapamiętaj: niższe napięcie nie oznacza automatycznie awarii — akumulator może być częściowo rozładowany.

2 STEROWNIK: WEJŚCIE GŁÓWNE



Multimetr: V DC



≈ **aktualne napięcie akumulatora**

Akumulator 53,9 V → wejście sterownika powinno mieć wartość bardzo zbliżoną.

3 STEROWNIK: LINIA POMOCNICZA



Multimetr: V DC

+5 V ↔ GND

≈ **5 V**

Linia 5 V jest powszechnie wykorzystywana do zasilania czujników Halla i wejść sterujących.

4 MANETKA



Zasilanie: ≈ **5 V**



SIGNAL przy spoczynku: ≈ **0,8–1,0 V**



SIGNAL przy pełnym gazie: ≈ **3,5–4,2 V**



Najważniejsze: sygnał powinien rosnać płynnie.

5 CZUJNIKI HALLA SILNIKA



⚡ Zasilanie: ≈ **5 V**



HALL A / HALL B / HALL C

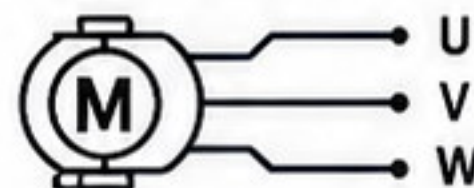
Każdy sygnał podczas powolnego obracania silnika powinien przełączać się pomiędzy:

LOW ≈ 0 V



HIGH ≈ 3,3–5 V

6 FAZY SILNIKA



Silnik odłączony. Multimetr: Ω

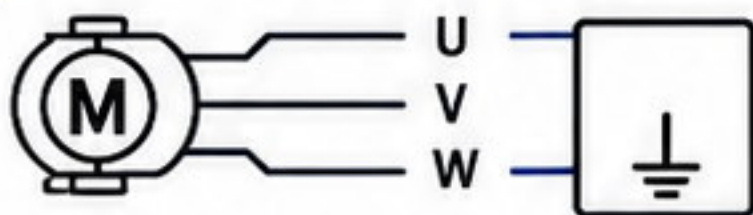
Zmierz: **U ↔ V, V ↔ W, W ↔ U**

3 wyniki powinny być bardzo podobne.



Nie stosować jednej uniwersalnej wartości Ω.

7 FAZA DO OBUDOWY



Sprawdź: **U** → obudowa, **V** → obudowa, **W** → obudowa

BRAK CIĄGŁEGO POŁĄCZENIA



Jeżeli faza ma elektryczne połączenie z metalową obudową, wymagana jest dalsza diagnostyka izolacji silnika.

✓ ZIELONY — TYPOWY WYNIK

- ✓ Akumulator: zgodny ze stanem naładowania
- ✓ Sterownik: napięcie wejściowe ≈ akumulator
- ✓ Linia sterująca: ≈ 5 V
- ✓ Manetka: ≈ 0,8–1,0 V → ≈ 3,5–4,2 V
- ✓ Hall: ≈ 0 V ↔ ≈ 3,3–5 V
- ✓ Fazy: trzy podobne wyniki

⚠ BURSZTYNOWY — SPRAWDŹ PONOWNIE



Wynik odbiega od typowego zakresu, ale może zależeć od konstrukcji danego pojazdu.

✗ CZERWONY — SZUKAJ USTERKI

- brak oczekiwanego zasilania,
- sygnał nie zmienia się,
- jedna faza różni się wyraźnie od pozostałych,
- przerwa OL,
- faza połączona z obudową.



Nie pytaj tylko: Jaka liczba jest prawidłowa?



Co mierzę?



W jakim stanie układu?



Względem jakiej masy?



Czy wynik powinien być stały, czy powinien się zmieniać?