Praktyczne karty diagnostyczne

50 kart pomiarów multimetrem do wykrywania usterek

Nie tylkó odczyt. Test, któy rozdziela hipotezy.

Pozorne zwarcia, ukryte przerwy, błędne odniesienia i ograniczenia miernika. Każda karta prowadzi od niejednoznacznego wyniku do następnego testu potwierdzającego.













Identyfikacja elementu ▶ Ocena wizualna ▶ Rozważ możliwe usterki ▶ Następny test

Zasilacze impulsowe, obwody pomocnicze i baterie — z warunkami właściwymi dla badanego urządzenia.

Jak korzystać z kart i warunki bezpiecznej pracy

Wybierz kartę według niejasnego wyniku, a nie tylko nazwy elementu. Najpierw ustal konkurencyjne wyjaśnienia.

1. Ustal stan energii

Przed rezystancją, ciągłością, testem diody i pojemnością odłącz wszystkie źródła. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia sprawdzonym przyrządem.



2. Zapisz metodę

Notuj funkcję, zakres, jednostkę, oba punkty, odniesienie oraz warunki obciążenia. W pomiarze pasywnym zaznacz, czy element odizolowano od obwodu.



3. Potwierdź hipotezę

Zmieniaj jeden warunek naraz. Podejrzany wynik potwierdź po wykluczeniu gałęzi równoległych, złego kontaktu i ograniczeń miernika.



Bateria pozostaje źródłem po odłączeniu sieci. UPS może mieć kilka źródeł. Pomiar podczas pracy wymaga procedury, osłon, zabezpieczeń i odpowiednich parametrów przyrządu.



Nie mierz napięcia przez gniazdo prądowe. Nie wymuszaj zwarć, nie omijaj ochrony i nie improwizuj rozładowania.

Brak rozstrzygnięcia jest wynikiem: zapisz ograniczenie i wybierz następny test. Źródła oraz przypisanie do kart znajdziesz na końcu.

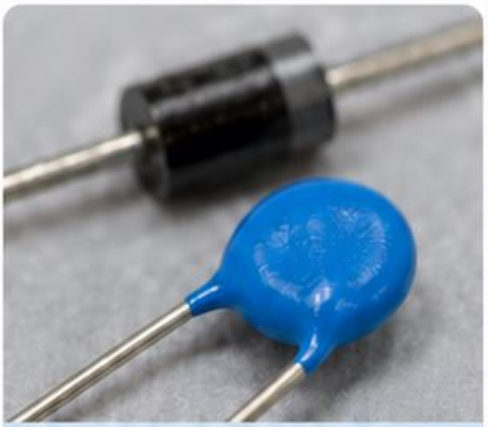


Pozorna ciągłość przez obwód równoległy

Rezystor wygląda na przerwany, lecz brzęczyk nadal działa.
Prąd miernika może wracać inną gałęzią.



Rezystor



Gałąź równoległa



Odłączona końcówka

Stan i tryb

Odłącz wszystkie źródłą, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Wybierz rezystancję, nie sam brzęczyk.

Test rozdzielający

Zmierz między końcami podejrzanego rezystora i zapisz wskazanie. Ustal ze schematu, czy istnieje równoległa droga przez inne elementy.

Potwierdzenie

Odłącz jedną końcówkę rezystora. Powtórz pomiar osobno na elemencie i między jego polami płytki, zachowując te same warunki.

Interpretacja

OL elementu przy skończonej rezystancji płytki potwierdza maskowanie przerwy przez otoczenie. Wynik odizolowany porównaj z nominalną wartością.

Granica metody

Brzęczyk sygnalizuje spełnienie progu miernika, nie bezpośrednie połączenie miedzi. Nie traktuj każdego sygnału dźwiękowego jako sprawnego elementu.

Następny test

Sprawdź przyczynę przerwy i zastosuj zgodny rezystor. Ponownie oceń pełny tor.

Przejście pozorne → **izolacja elementu** → **potwierdzenie przerwy.**

Karta 02 • Pomiar rozstrzygający

Niska rezystancja uzwojenia a zwarcie

Uzwojenie uruchamia brzęczyk i daje mały odczyt. To może być normalna rezystancja drutu, a nie zwarcie międzyzwojowe.



Transformator



Uzwojenie



Wyprowadzenie



Nieuszkodzony przewód



Przerwane wyprowadzenie

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Mierz rezystancję na zakresie odpowiednim dla spodziewanej wartości.

Test rozdzielający

Zidentyfikuj oba końce tego samego uzwojenia według dokumentacji. Oddziel wpływ prostownika i innych dróg równoległych przed oceną.

Potwierdzenie

Porównaj wynik z dokumentacją lub identycznym sprawnym elementem, przy podobnej temperaturze. Uwzględnij rezystancję przewodów i kontaktów.

Interpretacja

OL może potwierdzić przerwę. Mała stabilna rezystancja potwierdza ciągłość, lecz nie potwierdza właściwej liczby zwojów, indukcyjności ani izolacji.

Granica metody

Multimetr zwykle nie rozstrzyga zwarcia pojedynczych zwojów. Nie podłączaj transformatora do sieci w celu sprawdzenia, czy się grzeje.

Następny test

Dalszą ocenę wykonaj zatwierdzoną metodą indukcyjności lub specjalistycznego testu transformatora.

Decyzja

Ciągłość obecna → zwarcie zwojowe nadal nierozstrzygnięte.

Karta 03 • Pomiar rozstrzygający

Zmiana odczytu podczas ładowania kondensatora

Rezystancja startuje nisko i narasta. Miernik może ładować pojemność zamiast wykrywać trwałe zwarcie.



Kondensator



Biegun dodatni



Biegun ujemny

Stan i tryb

Odłącz źródła i rozładuj kondensator zgodnie z procedurą. Potwierdź brak napięcia przed użyciem zakresu rezystancji.

Test rozdzielający

Zmierz między biegunami badanej gałęzi i obserwuj zmianę wskazania, zapisując kierunek sond.
Nie oceniaj samej pierwszej cyfry.

Potwierdzenie

Po ponownym bezpiecznym rozładowaniu powtórz próbę.
Jeśli trzeba, odizoluj kondensator i porównaj jego zachowanie z pozostałym obwodem.

Interpretacja

Powtarzalny wzrost odczytu jest zgodny z ładowaniem, ale nie stanowi pomiaru pojemności.
Stała mała rezystancja wymaga dalszej lokalizacji.

Granica metody

Równoległe rezystory i półprzewodniki mogą ograniczać wzrost wskazania.
OL nie potwierdza małego prądu upływu przy napięciu roboczym.

Odczyt rośnie → pojemność lub otoczenie.
Stały niski → lokalizacja.

Następny test

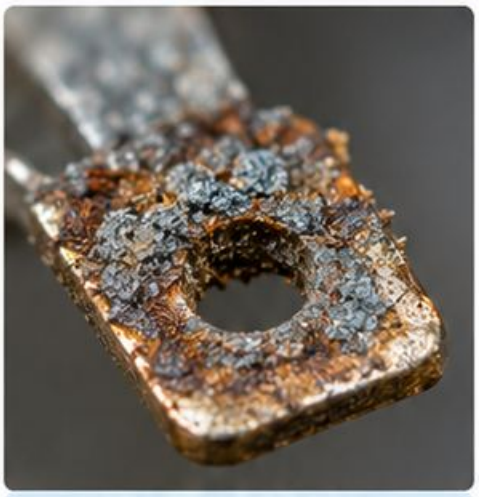
Sprawdź pojemność właściwym trybem oraz pozostałą gałąź osobno; ESR wymaga odpowiedniej metody.

OL a brak kontaktu sondy

Wyświetlacz pokazuje OL, ale wynik może oznaczać przerwę elementu, zły styk lub przekroczenie zakresu.



Pole kontaktowe



Warstwa tlenku



Wyprowadzenie

Stan i tryb

Badany obwód odłącz i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu. Wybierz właściwy zakres rezystancji lub test diody.

Test rozdzielający

Sprawdź działanie miernika i przewodów na znanym połączeniu. Ustal znaczenie OL dla aktualnego trybu w instrukcji przyrządu.

Potwierdzenie

Zapewnij kontakt z czystą powierzchnią wyprowadzenia. Nie uszkadzaj izolacji ani powłok ochronnych; potwierdź wynik w drugim dostępnym punkcie tego samego toru.

Interpretacja

Powtarzalne OL przy potwierdzonych stykach uzasadnia podejrzenie przerwy lub wartości poza zakresem. Zmiana wyniku po poprawie kontaktu wskazuje błąd metody.

Granica metody

W teście diody OL może wynikać z niewystarczającego napięcia testowego. Nie ogłaszaj przerwy bez sprawdzenia technologii elementu.

Następny test

Odizoluj podejrzany element i zastosuj właściwy zakres lub zatwierdzoną metodę potwierdzającą.

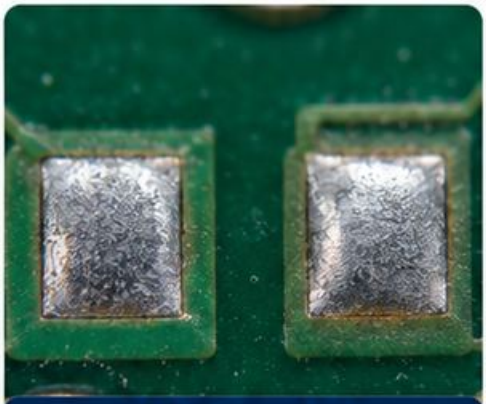
Najpierw kontakt i zakres → dopiero ocena elementu.

Rezystancja przewodów a mały rezystor

Mały rezystor wydaje się zawyżony.
Istotną część wyniku mogą tworzyć przewody, styki i ich niestabilność.



Rezystor pomiarowy



Pole lutownicze



Oznaczenie

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Odizoluj rezystor oraz wybierz zakres małej rezystancji.

Test rozdzielający

Sprawdź rezystancję własnego toru pomiarowego i powtarzalność kontaktu. Funkcję REL stosuj według instrukcji, bez ukrywania zmiennego oporu styków.

Potwierdzenie

Zmierz element kilka razy przy jednakowym kontakcie. Jeśli wymagany błąd jest mniejszy niż możliwości pomiaru dwuprzewodowego, zastosuj odpowiedni pomiar czteroprzewodowy.

Interpretacja

Stała poprawka przewodów może zmniejszyć błąd, ale nie usuwa niepewności styków. Wynik porównuj z tolerancją konkretnego rezystora.

Granica metody

Brzęczyk nie potwierdza prawidłowej wartości bocznika. Nie odejmuj przypadkowego odczytu przewodów bez kontroli jego stabilności.

Następny test

Potwierdź rezystancję metodą o wystarczającej dokładności. Sprawdź również parametry impulsowe i montaż.

Błąd toru porównywalny z wartością → dokładniejsza metoda.

Karta 06 • Pomiar rozstrzygający

Dioda mierzona w obu kierunkach w układzie

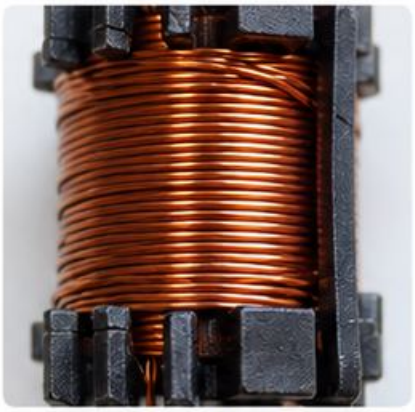
Dioda przewodzi przy obu polaryzacjach sond.
Przyczyną może być zwarcie albo równoległy tor przez uzwojenie i inne elementy.



Dioda



Katoda



Uzwojenie

Stan i tryb

Odłącz wszystkie źródła i po kontrolowanym rozładowaniu potwierdź brak napięcia. Wybierz test diody, nie pomiar ciągłości.

Test rozdzielający

Zapisz wskazania w obu kierunkach między wyprowadzeniami diody. Ustal jej technologię, orientację i możliwe ścieżki równoległe według schematu.

Potwierdzenie

Odłącz jedną końcówkę. Powtórz oba pomiary bez wpływu płytki; dla elementu podwójnego rozpoznaj każde złącze oddzielnie.

Interpretacja

Przewodzenie obu kierunków odizolowanego złącza potwierdza podejrzenie zwarcia. Prawidłowe zachowanie poza płytką kieruje do równoległego obwodu.

Granica metody

Spadek w teście zależy od technologii, prądu miernika i temperatury.
Nie stosuj jednego uniwersalnego napięcia przewodzenia.

Następny test

Zbadaj gałąź równoległą lub wymień potwierdzony wadliwy element.
Sprawdź przyczynę jego przeciążenia.

Oba kierunki w układzie → odizolowanie → ocena złącza.

Wpływ równoległej gałęzi na mostek

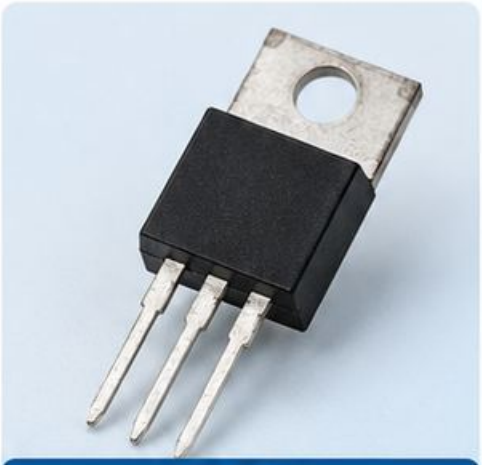
Mostek daje podejrzane wyniki, lecz na jego wyjściu są kondensator, klucz i inne gałęzie. Rozdziel ich wpływ.



Mostek



Kondensator szyny



MOSFET

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj szynę w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Użyj rezystancji oraz testu diody zgodnie z celem.

Test rozdzielający

Rozpoznaj zaciski AC, plus i minus według oznaczeń. Wstępnie zapisz wyniki złączy w obu kierunkach, nie oceniając mostka tylko między plus i minus.

Potwierdzenie

Odizoluj mostek tak, aby wyeliminować alternatywne drogi. Zbadaj osobno cztery złącza i gałąź szyny DC.

Interpretacja

Prawidłowy mostek poza obwodem przy niskiej rezystancji płytki kieruje do szyny. Nieprawidłowe odizolowane złącze kieruje do mostka.

Granica metody

Ładowanie kondensatora może zmieniać wskazania. Test niskonapięciowy nie potwierdza zdolności prostownika do pracy pod pełnym napięciem.

Następny test

Zlokalizuj pozostałe zwarcie przed wymianą bezpiecznika i kontrolowanym uruchomieniem.

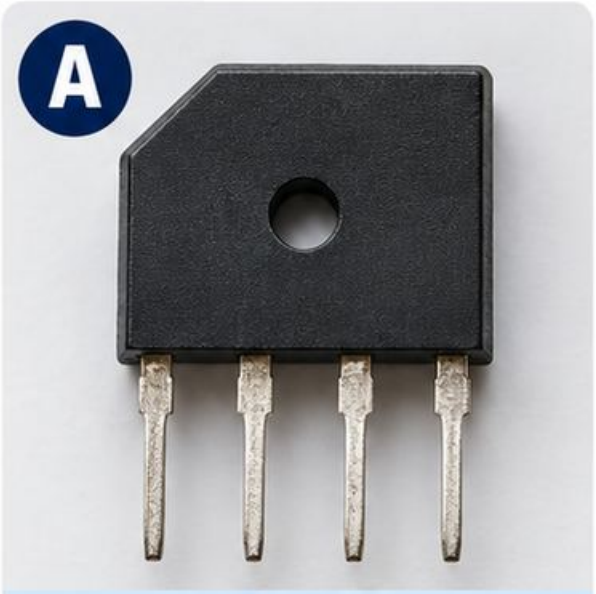
Mostek sprawny → szyna. Mostek wadliwy → element i otoczenie.

Mostek sprawny → **szyna.**

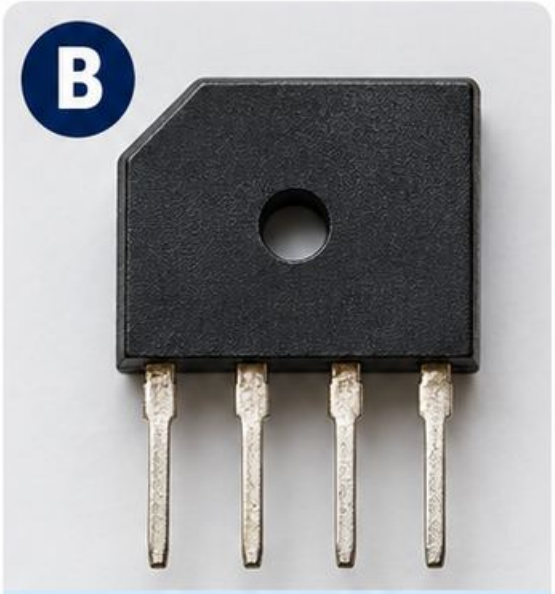
Mostek wadliwy → **element i otoczenie.**

Porównanie dwóch prostowników

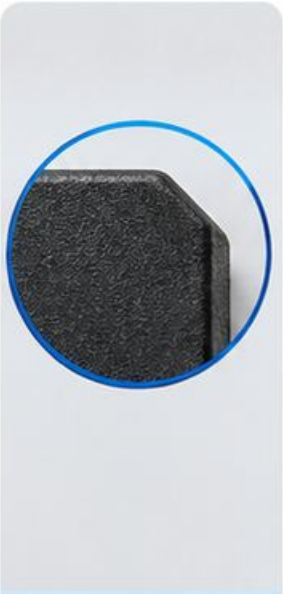
Dwa podobne prostowniki mają różne odczyty. Różnica może pochodzić z technologii, temperatury lub otoczenia, nie z uszkodzenia.



Prostownik A



Prostownik B



Oznaczenie

Stan i tryb

Odłącz obwody i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu. Odizoluj porównywane złącza i użyj tego samego miernika w trybie diody.

Test rozdzielający

Ustal pełne oznaczenia oraz konfiguracje obu elementów. Porównuj odpowiadające złącza, w tym samym kierunku i przy podobnej temperaturze.

Potwierdzenie

Powtórz pomiary po zamianie kolejności badania. Zapisz stan cieplny i kontakt, aby odróżnić stałą różnicę od błędu pomiarowego.

Interpretacja

Zwarcie lub przerwa mają większą wartość diagnostyczną niż niewielki rozrzut spadków. Różne technologie mogą dawać poprawne, lecz odmienne odczyty.

Granica metody

Test diody nie mierzy prądu dopuszczalnego, napięcia wstecznego ani szybkości odzyskiwania. Nie wybieraj zamiennika według podobnego wyniku.

Następny test

Porównaj dokumentację i zbadaj podejrzany element metodą właściwą dla jego konstrukcji.

Różnica odczytu → zgodne warunki → dokumentacja technologii.

Dioda Schotky'ego a krzemowa

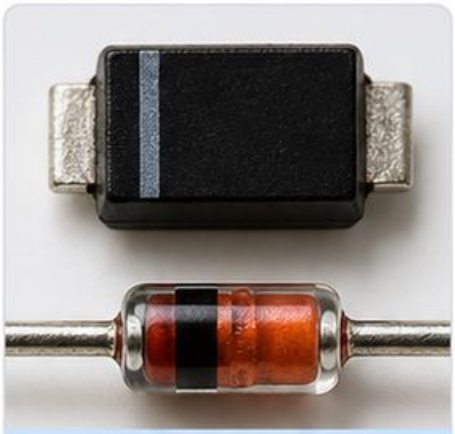
Niższy spadek jednej diody nie musi oznaczać upływu lub zwarcia. Porównaj technologię i sposób testowania.



Dioda Schottky'ego



Dioda krzemowa



Oznaczenie

Stan i tryb

Obie diody badaj poza wpływem obwodu, bez zasilania i po potwierdzonym rozładowaniu. Wybierz test diody o znanych ograniczeniach.

Test rozdzielający

Sprawdź oznaczenia w notach producentów. Zmierz oba kierunki przy podobnej temperaturze oraz tym samym mierniku i kontakcie.

Potwierdzenie

Powtórz podejrzany pomiar po ostygnięciu. Wpływ temperatury i prądu testowego uwzględnij przed porównaniem wyników.

Interpretacja

Dioda Schottky'ego może mieć mniejszy spadek przewodzenia niż typowa krzemowa. Sam niższy wynik nie potwierdza uszkodzenia; zwarcie wymaga potwierdzenia niezależnego od otoczenia.

Granica metody

OL zaporowo nie dowodzi małego upływu przy napięciu roboczym.
Nie podawaj przypadkowego wysokiego napięcia w celu jego sprawdzenia.

Następny test

Dobieraj zamiennik według parametrów przewodzenia, blokowania i dynamiki, a nie jednego wskazania multimetru.

Niższy spadek → identyfikacja technologii → potwierdzenie właściwą metodą.

Karta 10 • Pomiar rozstrzygający

MOSFET z naładowaną bramką

Tranzystor pozornie zmienia stan podczas testu. Miernik lub ładunek elektrostatyczny mógł naładować bramkę i otworzyć kanał.



MOSFET



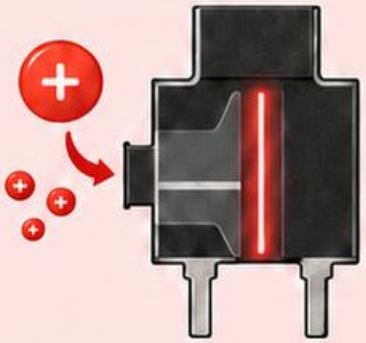
Bramka



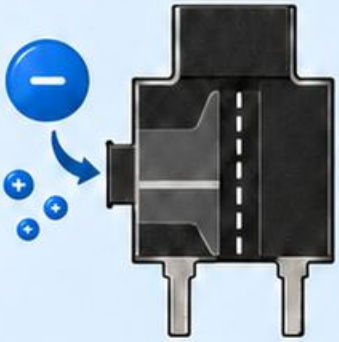
Dren



Źródło



Stan z naładowaną bramką



Stan wyłączenia sterowany bramką

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i odizoluj element. Zachowaj ochronę ESD; test dotyczy MOSFET-a o potwierdzonej konstrukcji.

Test rozdzielający

Ustal wyprowadzenia z właściwej noty. Sprawdź dren–źródło w obu kierunkach testem diody, przy stanie bramki ustalonym procedurą producenta.

Potwierdzenie

Przywróć stan wyłączenia zgodnie z tą procedurą i powtórz pomiar. Nie dotykaj bramki ani nie improwizuj napięcia sterowania.

Interpretacja

Zmiana przewodzenia po usunięciu ładunku może oznaczać działający kanał, nie zwarcie. Dioda strukturalna może nadal przewodzić w swoim kierunku.

Granica metody

Test multimetrem nie potwierdza napięcia przebicia, pełnego wysterowania ani małej rezystancji kanału w pracy.

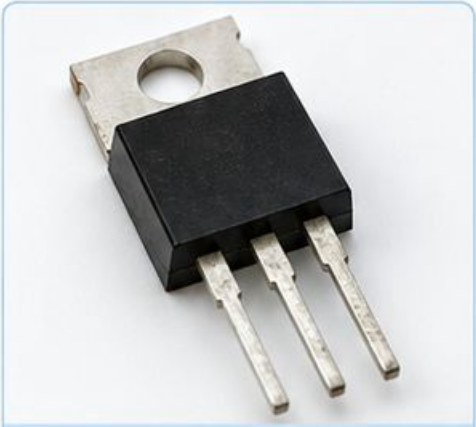
Następny test

Jeżeli przewodzenie pozostaje nieprawidłowe, zbadaj element poza obwodem i porównaj z dokumentacją.

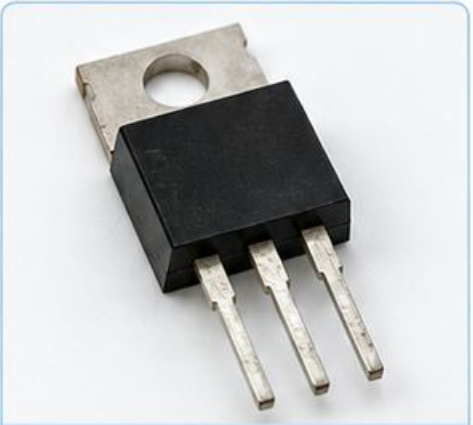
Stan zależny od ładunku → kontrola bramki → ponowny test.

Równoległe klucze a lokalizacja zwarcia

Wszystkie MOSFET-y równoległej grupy wyglądają na zwarte. Wspólne połączenia uniemożliwiają wskazanie winnego bez rozdzielenia elementów.



MOSFET A



MOSFET B



Radiator

Stan i tryb

Odłącz źródła i po kontrolowanym rozładowaniu potwierdź brak napięcia. Ustal konstrukcję grupy, a następnie wybierz test diody.

Test rozdzielający

Zapisz wyniki dren–źródło przy kontrolowanym stanie bramek. Identyczne wskazania elementów na wspólnych szynach nie są niezależnymi testami.

Potwierdzenie

Odizoluj potrzebne wyprowadzenia lub wymontuj tranzystory zgodnie z procedurą. Sprawdź każdy osobno, uwzględniając diodę strukturalną i ochronę ESD.

Interpretacja

Zwarcie jednego elementu może maskować sprawność pozostałych. Prawidłowy test innych tranzystorów nie wyklucza ich przeciążenia podczas awarii.

Granica metody

Nie odłączaj przypadkowej gałęzi i nie uruchamiaj układu z mniejszą liczbą kluczy. Rozkład prądu i sterowanie mogą ulec zmianie.

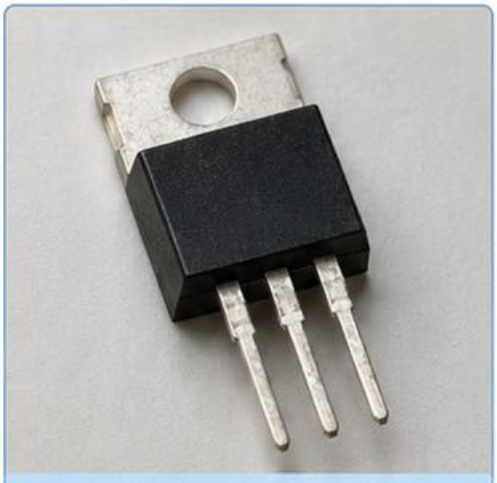
Następny test

Sprawdź sterownik, dobór grupy, rezystory bramek i chłodzenie. Zastosuj zasady wymiany producenta.

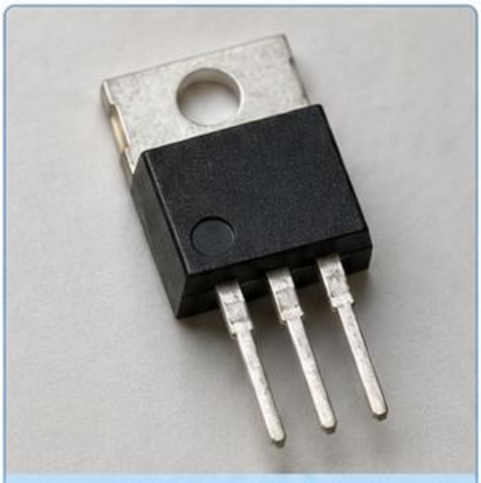
Wspólny odczyt → rozdzielenie elementów → indywidualna ocena.

Błąd pinoutu zamiennika

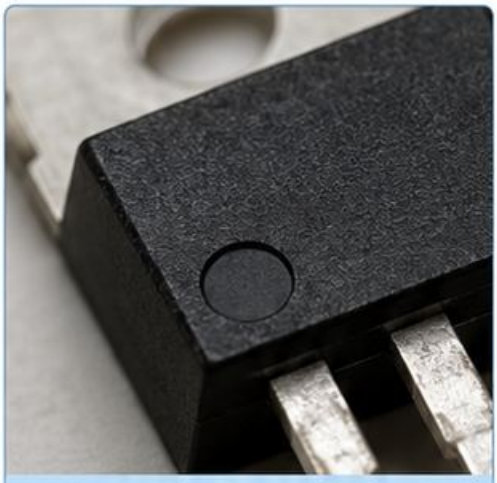
Po wymianie części pojawiło się zwarcie albo brak pracy. Zgodna obudowa nie potwierdza zgodnego układu wyprowadzeń.



Oryginalny element



Zamiennik



Znacznik orientacji

Stan i tryb

Nie zasilaj urządzenia. Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Najpierw porównaj dokumentację obu dokładnych wariantów.

Test rozdzielający

Ustal widok obudowy i znacznik orientacji. Zidentyfikuj funkcje zacisków, nie przenosząc numeracji z innej obudowy lub fotografii internetowej.

Potwierdzenie

Omomierzem sprawdź ciągłość od właściwego wyprowadzenia do znanego punktu jego toru. Ustal, czy połączenie odpowiada funkcji wymaganej schematem.

Interpretacja

Niezgodność funkcji wskazuje błędny zamiennik lub orientację. Test diody może wspierać ocenę tranzystora, lecz nie zastępuje wiarygodnej pinologii.

Granica metody

Nie uruchamiaj części przez improwizowane skrzyżowanie przewodów. Metalowy pad lub radiator również może mieć połączenie elektryczne.

Następny test

Zastosuj zgodny element i sprawdź, czy wcześniejsza próba nie uszkodziła otoczenia.

Funkcja zacisku niezgodna → korekta doboru przed zasileniem.

Przerwany rezystor a uszkodzona ścieżka

W całym odcinku jest przerwa, ale sam rezystor może być sprawny.
Rozdziel element od jego lutów i połączeń.



Rezystor



Pole lutownicze



Przelotka

Stan i tryb

Odłącz źródła i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu.
Używaj zakresu rezystancji odpowiedniego dla badanego odcinka.

Test rozdzielający

Zmierz rezystor bezpośrednio między jego wyprowadzeniami, po wykluczeniu dróg równoległych. Wynik porównaj z wartością nominalną oraz tolerancją.

Potwierdzenie

Następnie sprawdź oddzielnie od wyprowadzenia do dalszego punktu tego samego przewodzącego toru. Nie oczekuj zerowej rezystancji przez kolejne elementy.

Interpretacja

Rezystor zgodny przy przerwanym połączeniu wskazuje lut, pole lub przelotkę.
Przerwa samego elementu wymaga również sprawdzenia jego przeciążenia.

Granica metody

Brzęczyk na całym torze nie rozróżnia, który jego fragment zawodzi.
Nie maskuj oderwanego pola dużą kroplą lutu.

Następny test

Napraw właściwy odcinek zgodnie z konstrukcją i sprawdź brak sąsiednich zwarć.

Element sprawny → połączenie.

Element przerwany → przyczyna przeciążenia.

Karta 14 • Pomiar rozstrzygający

Rezystor mierzony poza układem

Wynik po odłączeniu końcówki różni się od pomiaru na płytce.
To oczekiwany sposób wykluczenia obciążenia równoległego.

Rezystor



Odłączona końcówka



Oznaczenie



Stan i tryb

Odłącz źródła i po kontrolowanym rozładowaniu potwierdź brak napięcia. Odczytaj nominalną wartość i wybierz właściwy zakres omomierza.

Test rozdzielający

Odizoluj jedną końcówkę bez uszkadzania pola. Zapewnij stabilny kontakt z wyprowadzeniami; przy dużej rezystancji nie obejmuj ich palcami.

Potwierdzenie

Porównaj wynik z tolerancją i temperaturą pomiaru. Dla małej wartości uwzględnij przewody; dla dużej sprawdź czystość i ograniczenia przyrządu.

Interpretacja

Niższy wynik w układzie może pochodzić z gałęzi równoległej. Niezgodny wynik poza układem wskazuje element lub błąd metody wymagający potwierdzenia.

Granica metody

Poprawna rezystancja nie potwierdza dopuszczalnego napięcia pracy, mocy ani odporności impulsowej. Nie wybieraj zamiennika tylko według odczytu.

Wynik poza układem → **tolerancja** → **ocena pozostałych parametrów**

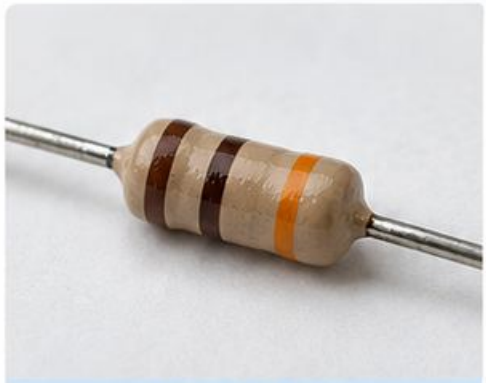
Wynik poza układem → tolerancja → ocena pozostałych parametrów.

Następny test

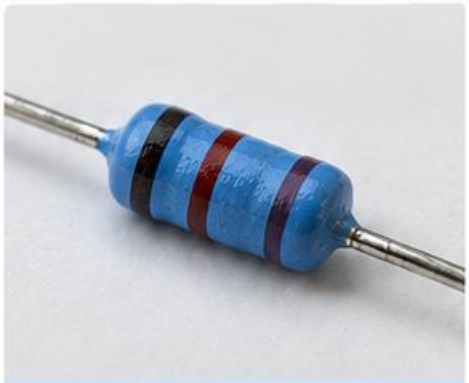
Po sprawdzeniu przywróć poprawny montaż i oceń funkcję rezystora w urządzeniu.

Dzielnik z równoległym obciążeniem

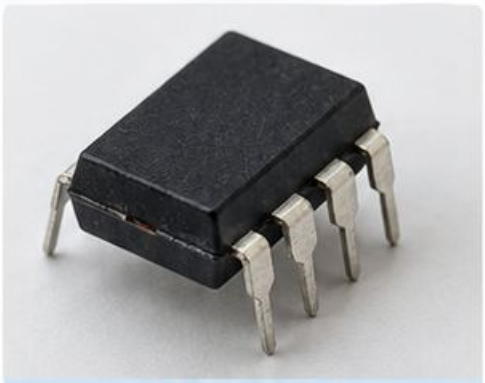
Rezystor dzielnika wydaje się za mały. Wejście układu, drugi rezystor lub filtr mogą tworzyć dodatkową drogę pomiarową.



Rezystor górny



Rezystor dolny



Układ pomiarowy

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Wybierz rezystancję; rozpoznaj dzielnik na schemacie, bez zgadywania położenia.

Test rozdzielający

Zmierz każdy rezystor w układzie i zapisz wynik jako wstępny. Uwzględnij wszystkie połączenia punktu środkowego, w tym wejścia półprzewodników.

Potwierdzenie

Odizoluj potrzebne końcówki i powtórz pomiary. Sprawdź oddzielnie ciągłość punktu środkowego do właściwego wejścia pomiarowego.

Interpretacja

Prawidłowe wartości poza układem kierują do równoległego obciążenia albo normalnej konstrukcji. Niewłaściwa proporcja może zmieniać regulację mimo poprawnej sumy rezystancji.

Granica metody

Pomiar rezystancji całego dzielnika nie potwierdza podziału napięcia. Nie koryguj regulacji wymianą rezystorów na podstawie odczytu w układzie.

Następny test

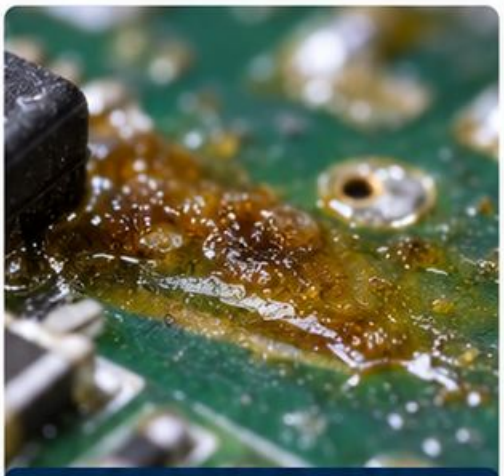
Sprawdź zgodność elementów i czystość płytki. Dopiero potem planuj właściwy pomiar napięcia.

Wartości zgodne poza układem → analiza obciążenia punktu środkowego.

Karta 16 • Pomiar rozstrzygający

Niestabilny odczyt na zabrudzonym laminacie

Duża rezystancja zmienia się bez ruchu elementu. Przyczyną mogą być pozostałości, wilgoć, kontakt albo sam obwód.



Pozostałość topnika



Powierzchnia laminatu



Wyprowadzenie

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Dobierz zakres rezystancji, uwzględniając czas ustalania miernika.

Test rozdzielający

Powtórz pomiar z pewnym kontaktem i bez dotykania punktów palcami. Rozdziel wpływ ładowania pojemności od nieregularnego upływu.

Potwierdzenie

Oczyść i wysusz obszar zgodnie z wymaganiami elementów. Powtórz tę samą próbę; w razie potrzeby odizoluj element od płytki.

Interpretacja

Zmiana po prawidłowym czyszczeniu wskazuje wpływ powierzchni, lecz nie dowodzi wymaganej izolacji pod napięciem. Niestabilność poza płytką wymaga dalszej oceny elementu.

Granica metody

Nie używaj przypadkowego rozpuszczalnika ani nie zasilaj wilgotnej płytki. Zwęglony laminat nie jest zwykłym zabrudzeniem.

Następny test

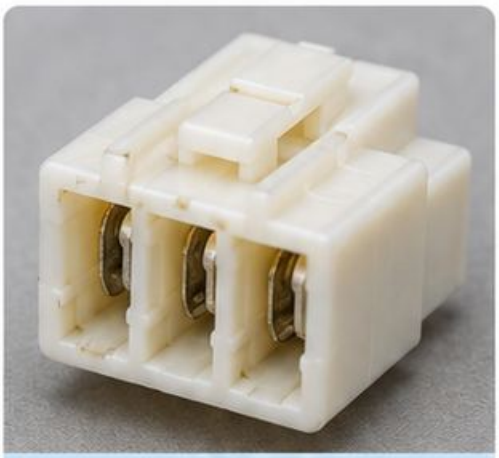
Wykonaj wymagane kontrole izolacji właściwą metodą i oceń przyczynę zanieczyszczenia.

Decyzja Kontakt sprawdzony → czyszczenie → ponowny wynik → ocena izolacji.

Karta 17 • Pomiar rozstrzygający

Przerwa ujawniana ruchem złącza

Stały pomiar jest poprawny, lecz połączenie wcześniej zanikało przy ruchu. Sprawdź styk i zacisk, nie sam przewód.



Złącze



Zacisk



Odgiętka

Stan i tryb

Odłącz wszystkie źródła, także baterie, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Wybierz rezystancję lub ciągłość ze znaną szybkością reakcji.

Test rozdzielający

Zmierz od końca konkretnej żyły do odpowiadającego styku po drugiej stronie połączenia. Potwierdź tożsamość toru według dokumentacji.

Potwierdzenie

Przy nieruchomym kontakcie pomiarowym delikatnie poruszaj złączem oraz odgiętką. Rozdziel ruch obudowy od ruchu samego przewodu.

Interpretacja

Powtarzalna zmiana wskazania wskazuje niestabilny tor, ale nie lokalizuje automatycznie styku. Oddziel przewód, zacisk i połączenie lutowane kolejnymi pomiarami.

Granica metody

Krótka przerwa może umknąć wolnemu odświeżaniu. Nie odtwarzaj objawu na pracującym urządzeniu i nie naciągaj przewodu siłą.

Następny test

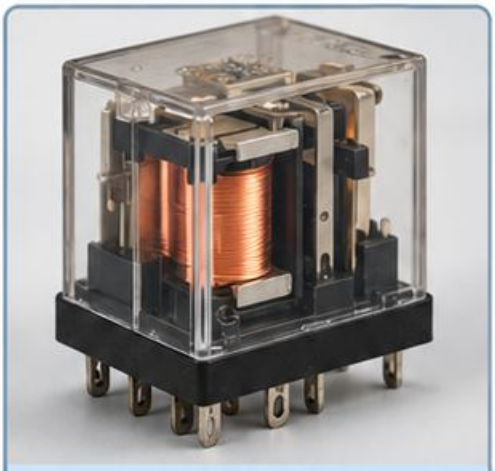
Wymień uszkodzone zakończenie i usuń naprężenia. Potwierdź stabilność po montażu.

Przerwa przy ruchu → podział toru → wadliwe zakończenie.

Karta 18 • Pomiar rozstrzygający

Rezystancja styku przekaźnika

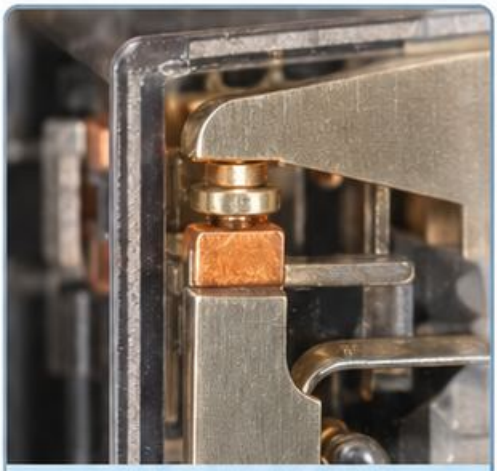
Brzęczyk działa, lecz styk może mieć zbyt dużą rezystancję pod obciążeniem. Rozdziel ciągłość od jakości przewodzenia.



Przekaźnik



Styk roboczy



Oznaczenie

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Ustal stan przekaźnika i właściwe styki ze schematu producenta.

Test rozdzielający

W stanie zamknięcia przewidzianym procedurą zmierz rezystancję styku, uwzględniając przewody. Nie podawaj dowolnego napięcia na cewkę.

Potwierdzenie

Jeżeli wymagany poziom wykracza poza dokładność miernika, zastosuj zatwierdzoną metodę pomiaru małych rezystancji lub spadku pod znanym obciążeniem.

Interpretacja

Niestabilne albo zbyt duże przejście może wskazywać zużycie. Wynik oceniaj według warunków testowych producenta, również wymaganego prądu styków.

Granica metody

Niektóre styki zachowują się inaczej przy bardzo małym prądzie testowym. Nie uznawaj sygnału brzęczyka za potwierdzenie obciążalności.

Następny test

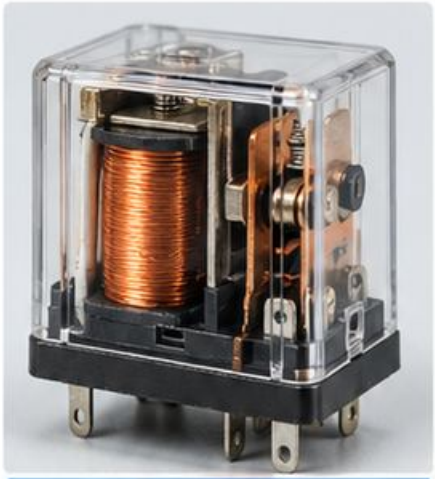
Sprawdź montaż i dobierz zgodny przekaźnik. Potwierdź pracę całego toru zgodnie z procedurą.

Decyzja

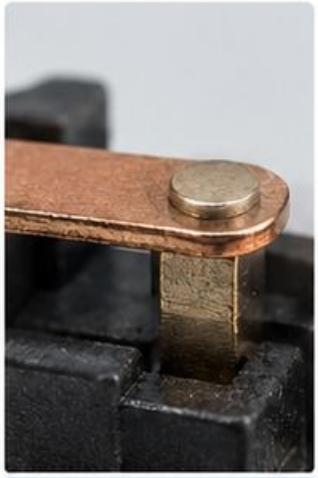
Ciągłość obecna → **dokładność wystarczająca?** → **test jakości styku.**

Porównanie styków przełącznych

Jedna pozycja przekaźnika działa gorzej niż druga. Porównaj właściwe pary wspólnego styku, zachowując udokumentowany stan mechanizmu.



Przekaźnik



Styk wspólny



Styk spoczynkowy



Styk roboczy

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Ustal oznaczenia w nocie; nie zakładaj jednakowej numeracji obudów.

1 Test rozdzielający

W stanie spoczynkowym omomierzem sprawdź wspólny–spoczynkowy i wspólny–roboczy. Wyklucz równoległe ścieżki, które mogą maskować otwarcie.

2 Potwierdzenie

Stan załączenia sprawdzaj wyłącznie zatwierdzoną metodą producenta. Powtórz porównanie i oceń stabilność po kilku przewidzianych przełączeniach.

3 Interpretacja

Brak oczekiwanej zmiany może wskazywać mechanizm, cewkę lub styki. Nieprawidłowa rezystancja jednej pary wymaga oddzielenia tych hipotez.

Granica metody

Omomierz nie potwierdza czasu przełączenia ani braku łuku przy obciążeniu. Nie wymuszaj ruchu obudowy narzędziem.

Następny test

Sprawdź warunki cewki i stan obu torów. Wymień wadliwy przekaźnik zgodnie z wymaganiami urządzenia.

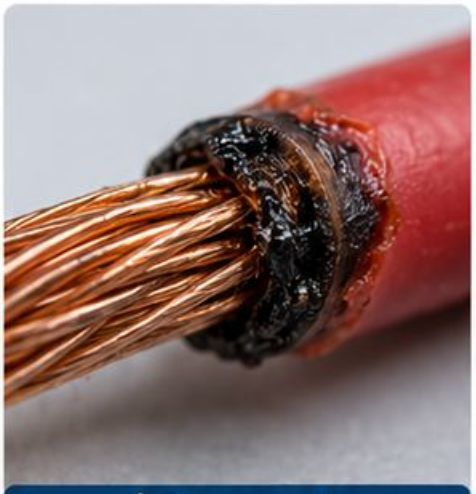
Decyzja: Zła para styków → identyfikacja. → Zła zmiana → mechanizm lub sterowanie.

Przegrzany zacisk a spadek napięcia

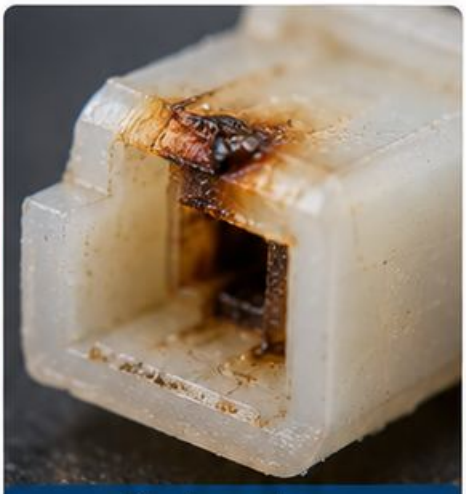
Zacisk jest nadtopiony, ale przewód zachowuje ciągłość. Spadek pod prądem może ujawnić stratę niewidoczną dla brzęczyka.



Zacisk



Żyła przewodu



Obudowa złącza

Stan i tryb

Oględziny wykonaj po odłączeniu i potwierdzonym rozładowaniu. Uszkodzony termicznie element wymień; próbę pod obciążeniem wykonuj tylko przy bezpiecznym, zatwierdzonym stanowisku.

Test rozdzielający

W trybie DC mierz między końcami tego samego połączenia, przy znanym prądzie. To spadek na styku, nie napięcie między zasilaniem a powrotem.

Potwierdzenie

Porównaj z dalszym odcinkiem przewodu w tych samych warunkach. Sprawdź, gdzie koncentruje się strata i czy obciążenie nie przekracza wymagań.

Interpretacja

Spadek skoncentrowany na zacisku kieruje do połączenia. Nadmierny prąd może przegrzewać również sprawny styk, więc uwzględnij obie hipotezy.

Granica metody

Nie dokręcaj dowolnie ani nie zaciskaj ponownie wypalonego styku jako naprawy. Brzęczyk nie ocenia jego obciążalności.

Następny test

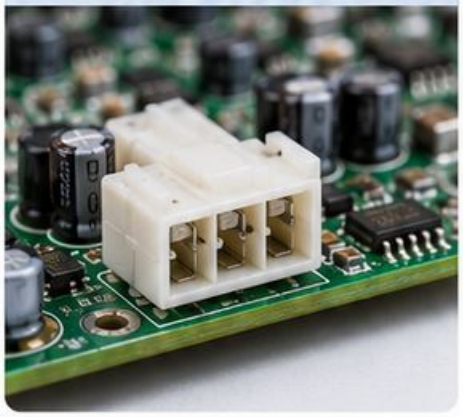
Wymień uszkodzone części i potwierdź spadek oraz temperaturę przy wymaganym prądzie.

Strata na zacisku → połączenie.
Prąd nadmierny → odbiornik.

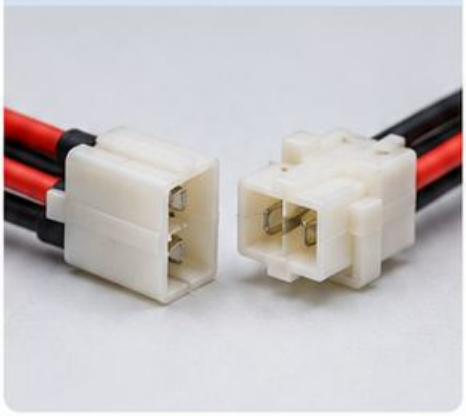
Spadek między płytą a obciążeniem

Na płycie napięcie jest poprawne, a odbiornik resetuje się.
Sprawdź stratę w całym torze doprowadzenia energii.

Wyjście płyty



Złącze



Odbiornik



Stan i tryb

Przygotowanie wykonaj bez zasilania i po potwierdzonym rozładowaniu. Pomiary robocze tylko według procedury, z osłonami, zabezpieczeniami i właściwym zakresem DC.

Test rozdzielający

Zmierz napięcie między biegunami wyjścia płyty, potem między właściwymi zaciskami odbiornika. Zachowaj to samo obciążenie i polaryzację odczytu.

Potwierdzenie

Jeżeli wyniki się różnią, oceń osobno spadek w przewodzie zasilającym i powrotnym. Punkty pomiaru spadku należą do tej samej żyły.

Interpretacja

Różnica zależna od prądu kieruje do przewodów i styków. Jeżeli napięcie spada już na płycie, sprawdź źródło, nie tylko wiązkę.

Granica metody

Krótkiego zapadu nie wyklucza zgodna średnia na multimetrze. Nie zmieniaj napięcia zasilacza, aby ukryć stratę w połączeniu.

Następny test

Zlokalizuj wadliwe zakończenie lub przewód. W razie zdarzeń szybkich zastosuj odpowiednią rejestrację.

Różnica miejsc → podział toru.
Brak różnicy → dynamika źródła.

Różnica miejsc
→ podział toru.

Brak różnicy
→ dynamika źródła.

Karta 22 • Pomiar rozstrzygający

Spadek w przewodzie powrotnym

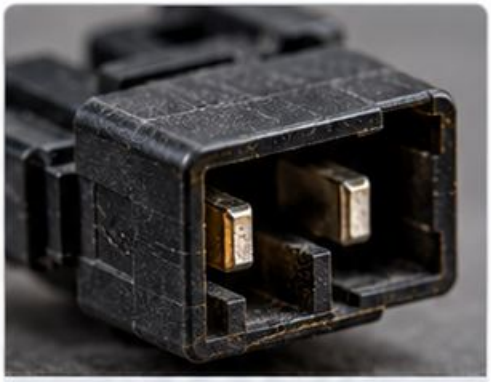
Dodatnia żyła wygląda poprawnie, ale odbiornik nadal traci napięcie.
Powrót przenosi ten sam prąd i też może powodować stratę.



Przewód powrotny



Zacisk powrotu



Złącze odbiornika

Stan i tryb

Oględziny po odłączeniu, kontrolowanym rozładowaniu i potwierdzeniu braku napięcia. Próbę roboczą wykonuj tylko zgodnie z procedurą, w zakresie DC odpowiednim dla obwodu.

Test rozdzielający

Mierz między końcem powrotu przy odbiorniku a odpowiadającym końcem przy zasilaczu. Nie używaj PE ani obudowy jako odniesienia.

Potwierdzenie

Zapisz znak, wartość i obciążenie. Porównaj spadek z odcinkami powrotu oraz pomiarem całego napięcia odbiornika przy tym samym prądzie.

Interpretacja

Strata skupiona na konkretnym zacisku kieruje do styku. Spadek rozłożony na przewodzie wymaga oceny przekroju, długości i uszkodzeń żył.

Granica metody

Znak zależy od kolejności punktów; nie dowodzi przepływu prądu w niewłaściwym kierunku. Nie łącz powrotu z PE na próbę.

Następny test

Napraw wskazany tor i potwierdź napięcie odbiornika oraz temperaturę połączeń.

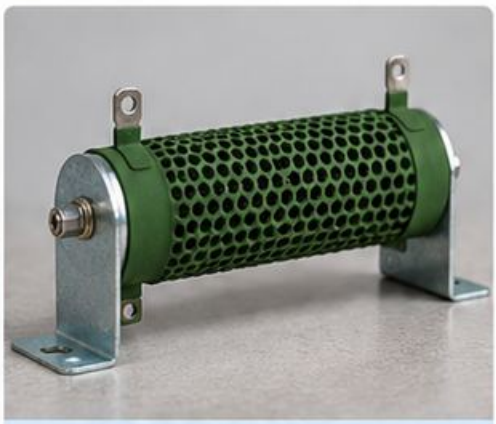
Strata powrotu → odcinki → zacisk albo przewód.

Napięcie bez obciążenia a pod obciążeniem

Poprawny odczyt na biegu jałowym nie potwierdza zdolności zasilacza do dostarczenia wymaganej energii.



Zasilacz



Obciążenie testowe



Złącze wyjścia

Stan i tryb

Przygotuj stanowisko bez zasilania. Próby z napięciem wykonuj tylko według procedury, z zabezpieczeniami i znanym obciążeniem w dozwolonym zakresie.

Test rozdzielający

Zmierz DC między biegunami wyjścia bez obciążenia, jeżeli producent dopuszcza ten stan. Zapisz wejście i warunki pracy.

Potwierdzenie

Powtórz pomiar przy wymaganym obciążeniu, nie przekraczając parametrów. Sprawdź napięcie także przy odbiorniku, aby oddzielić straty przewodów.

Interpretacja

Spadek dopiero pod obciążeniem kieruje do źródła, połączeń lub ograniczenia prądu. Niektóre konstrukcje wymagają obciążenia minimalnego albo mają regulację grupową.

Granica metody

Multimetr nie pokazuje pełnej odpowiedzi na szybki skok. Nie obciążaj przypadkowym zwarciem ani rezystorem o niewystarczającej mocy.

Następny test

Porównaj charakterystykę z dokumentacją. Wybierz dalszą diagnozę prostowania, filtracji, regulacji lub przewodów.

Bieg jałowy zgodny → próba dozwolonym obciążeniem → ocena toru.

Karta 24 • Pomiar rozstrzygający

Ograniczenia odczytu AC na składowej DC

Miernik pokazuje AC na wyjściu DC. Wynik może obejmować część tętnień, ale nie opisuje wszystkich zakłóceń.



Kondensator wyjściowy



Wyjście DC



Oznaczenie AC

Stan i tryb

Przygotuj pomiar zgodnie z procedurą bezpieczeństwa. Dla pracy pod napięciem wybierz przyrząd i zakres dopuszczające zarówno składową DC, jak i AC.

Test rozdzielający

W instrukcji ustal, czy funkcja AC odcina składową stałą, czy mierzy AC+DC. Sprawdź pasmo, minimalny poziom i wymagany czas ustalania.

Potwierdzenie

Mierz między biegunami wyjścia, zapisując DC i AC przy tym samym obciążeniu. Nie utożsamiaj odczytu RMS z amplitudą szczyt–szczyt.

Interpretacja

Rosnący odczyt może wskazywać większe wahania w paśmie miernika. Niski odczyt nie wyklucza krótkich szpilek ani szybkich tętnień poza pasmem.

Granica metody

Nie porównuj wyniku AC bezpośrednio z wymaganiem tętnień szczyt–szczyt. True RMS nie usuwa ograniczenia częstotliwości.

Następny test

Do oceny kształtu i szczytów zastosuj właściwy pomiar oscyloskopowy, zachowując izolację.

AC w paśmie → wskazówka. Pełne tętnienia → właściwa rejestracja.

Karta 25 • Pomiar rozstrzygający

True RMS a niesinusoidalny sygnał

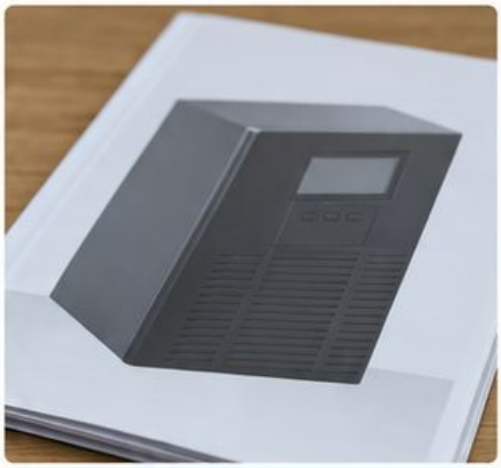
Dwa mierniki pokazują inne napięcie UPS-a. Przyczyną może być sposób obliczania wartości skutecznej, nie błąd samego źródła.



Miernik True RMS



Wyjście UPS



Dokumentacja

Stan i tryb

Pracujący UPS ma wiele źródeł energii. Pomiar wykonuj tylko zgodnie z procedurą, właściwym zakresem AC i wymaganymi parametrami bezpieczeństwa.

Test rozdzielający

Sprawdź, czy oba przyrządy są True RMS oraz jakie mają pasmo, ograniczenie współczynnika szczytu i minimalny poziom sygnału.

Potwierdzenie

Porównaj odczyty w tym samym trybie UPS, przy tym samym obciążeniu i między tymi samymi zaciskami wyjścia. Nie zmieniaj jednocześnie warunków.

Interpretacja

Miernik uśredniający skalowany dla sinusoidy może błędnie oceniać przebieg odkształcony. True RMS działa poprawnie tylko w granicach własnej specyfikacji.

Granica metody

Odczyt RMS nie potwierdza kształtu, szczytu ani braku składowej DC. Nie przyjmuj, że etykieta True RMS oznacza dowolne pasmo.

Następny test

Sprawdź dokumentację przyrządów; w razie potrzeby oceń przebieg właściwym systemem pomiarowym.

Decyzja

Różne metody → zgodne warunki → weryfikacja ograniczeń RMS.

Ograniczenia pasma miernika

Miernik nie wykazuje problemu, choć odbiornik reaguje na zakłócenia. Częstotliwość sygnału może wykraczać poza pasmo funkcji.



Wyjście



Miernik



Dokumentacja pasma

Stan i tryb

Dla pomiaru roboczego zastosuj procedurę i parametry bezpieczeństwa właściwe obwodowi. Wybierz AC, DC lub częstotliwość według tego, co oceniasz.

Test rozdzielający

Odczytaj pasmo i dokładność konkretnej funkcji oraz zakresu. Funkcja pomiaru częstotliwości może mieć inne ograniczenia niż pomiar napięcia AC.

Potwierdzenie

Porównaj oczekiwaną częstotliwość zakłócenia z tym zakresem. Sprawdź także poziom wejścia, sprzężenie i szybkość rejestracji wartości minimum oraz maksimum.

Interpretacja

Sygnał poza pasmem może dać zaniżony lub niestabilny odczyt. Sam brak wskazania nie potwierdza braku zakłóceń w badanym obwodzie.

Granica metody

Nie przenoś pasma z innej funkcji lub modelu. Funkcja MIN/MAX nie gwarantuje wykrycia każdego krótkiego impulsu.

Poza pasmem → wynik nierozstrzygający → odpowiednia metoda.

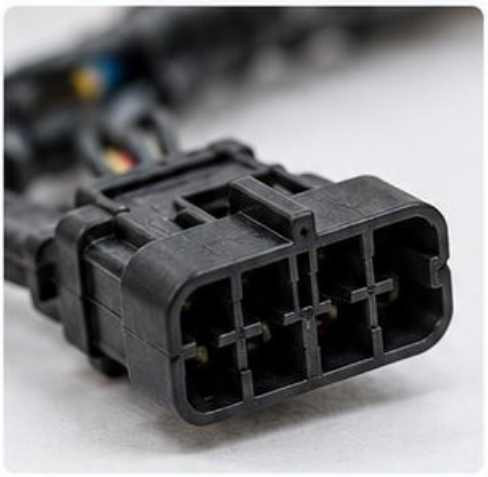
Następny test

Zastosuj przyrząd o wystarczającym paśmie i właściwej izolacji, rejestrując wymagany parametr.

Karta 27 • Pomiar rozstrzygający

Napięcie pozorne na odłączonej gałęzi

Na niepodłączonym torze pojawia się napięcie. Może pochodzić ze sprzężenia pojemnościowego, ale nie wolno zakładać tego bez potwierdzenia.



Odłączone złącze



Gałąź



Miernik

Stan i tryb

Traktuj tor jako potencjalnie czynny. Najpierw ustal wszystkie źródła i wykonuj pomiar napięcia zgodnie z procedurą, właściwym zakresem AC lub DC.

Test rozdzielający

Sprawdź, czy mierzysz względem prawidłowego odniesienia i czy gałąź naprawdę odłączono od wszystkich źródeł. Wyklucz energię resztkową.

Potwierdzenie

Funkcję LoZ stosuj tylko tam, gdzie producent miernika i procedura dopuszczają obciążenie obwodu. Nie używaj jej dowolnie na wrażliwym sygnale elektronicznym.

Interpretacja

Zanik wskazania przy zatwierdzonym pomiarze niskiej impedancji wspiera hipotezę napięcia pozornego. Utrzymujące się napięcie wymaga dalszej identyfikacji źródła.

Granica metody

Nie rozładowuj gałęzi przypadkowym rezystorem ani zwarciem. Spadek odczytu nie zastępuje pełnej procedury potwierdzenia braku napięcia.

Następny test

Sprawdź źródła i połączenia właściwą metodą. Dopiero potem rozpocznij pomiary rezystancji.

Napięcie wykryte → identyfikacja źródła → zatwierdzone potwierdzenie.

Błędny punkt odniesienia

Napięcie wydaje się nieprawidłowe, ponieważ czarna końcówka odnosi pomiar do innego obwodu. Ustal parę punktów przed interpretacją.

Powrót sterownika	Powrót wyjścia	PE	Bariera izolacyjna
			

Stan i tryb

Przygotuj urządzenie bez zasilania. Dalszy pomiar napięcia wykonuj tylko według procedury, z przyrządem właściwym dla potencjałów obu punktów.

Test rozdzielający

Ze schematu ustal, względem czego określono oczekiwane napięcie: źródła tranzystora, powrotu sterownika, minusa wyjścia albo innego zacisku.

Potwierdzenie

Wybierz właściwy tryb DC lub AC i mierz między tą konkretną parą. Nie łącz rozdzielonych odniesień dla wygody.

Interpretacja

Zmiana punktu odniesienia może zmienić wynik bez zmiany samego zasilania. Napięcie bramki względem obudowy nie jest automatycznie VGS.

Granica metody

Pływający punkt może mieć znaczny potencjał wspólny. Nie uznawaj małej wartości różnicowej za dowód bezpieczeństwa obu punktów względem ziemi.

Następny test

Powtórz pomiar właściwą metodą i zapisz oba punkty wraz z wynikiem.

Nieznane odniesienie → identyfikacja → dopiero ocena napięcia.

Karta 29 • Pomiar rozstrzygający

Dwa odczyty o przeciwnych znakach

Miernik raz pokazuje plus, a raz minus. Może to wynikać z kolejności punktów, a nie zmiany zasilacza.



Zacisk A



Zacisk B



Oznaczenie DC

Stan i tryb

Mierz według procedury, w zakresie DC, przy parametrach bezpieczeństwa odpowiednich dla obu punktów. Nie zmieniaj połączeń obwodu.

Test rozdzielający

Zidentyfikuj zaciski oraz zapisz kolejność A względem B. Ustal, czy dokumentacja opisuje tę samą polaryzację i ten sam punkt odniesienia.

Potwierdzenie

Powtórz pomiar w stałych warunkach. Kontrolowaną zmianę kolejności punktów wykonuj tylko bezpiecznie, zgodnie z zasadami stanowiska.

Interpretacja

Podobna wartość o przeciwnym znaku po zamianie odniesienia jest oczekiwana. Różne wartości mogą wskazywać zmianę obciążenia, zły kontakt lub niestabilny sygnał.

Granica metody

Znak nie określa samodzielnie kierunku prądu. Pomiar AC zwykle nie zachowuje takiej informacji o polaryzacji.

Następny test

Zapisuj punkty konsekwentnie i porównaj wynik z wymaganiem DC. Jeśli zmiana pozostaje, sprawdź warunki oraz kontakt.

Odwrócona kolejność → odwrócony znak.
Inna wartość → dodatkowa przyczyna.

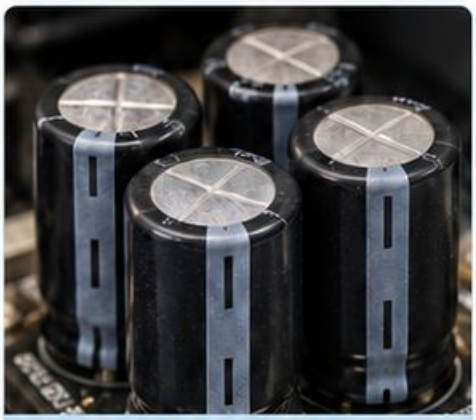


Porównanie napięć symetrycznych

Dodatnia i ujemna szyna mają różne wartości. Najpierw sprawdź wspólny punkt i sposób zapisu, potem szukaj asymetrii.



Szyna dodatnia



Szyna ujemna



Punkt wspólny

Stan i tryb

Przygotuj stanowisko bez zasilania. Pomiar podczas pracy tylko zgodnie z procedurą, zakresem DC i izolacją odpowiednią dla obu szyn.

Test rozdzielający

Ustal punkt wspólny na schemacie. Mierz każdą szynę względem niego, przy tej samej polaryzacji zapisu i niezmienionym obciążeniu.

Potwierdzenie

Porównaj wartości bezwzględne z wymaganiami każdej gałęzi. Jeśli konstrukcja dopuszcza, osobno oceń obciążenie dodatniej i ujemnej szyny.

Interpretacja

Różnica może wynikać z obciążenia, regulacji lub prostowania. Błędny punkt wspólny może tworzyć pozorną asymetrię; nie zakładaj identycznych wymagań obu gałęzi.

Granica metody

Pomiar między skrajnymi szynami nie potwierdza osobno ich wartości. Nie łącz punktu wspólnego z PE bez podstaw konstrukcyjnych.

Następny test

Po odłączeniu sprawdź wskazaną gałąź, kondensatory i połączenia powrotu.

Decyzja

Asymetria potwierdzona → obciążenie i gałąź.
Odniesienie błędne → korekta.

Karta 31 • Pomiar rozstrzygający

Różnica między blokami baterii

Jeden blok szeregu ma inne napięcie. Przyczyną może być stan naładowania, zużycie, temperatura albo strata na połączeniu.



Blok A



Blok B



Zacisk baterii

Stan i tryb

Bateria pozostaje źródłem po odłączeniu sieci. Mierz DC według procedury producenta, z ochroną przed zwarciem i zakresem dla całego szeregu.

Test rozdzielający

Mierz każdy blok między jego własnymi biegunami, przy tym samym stanie pracy i obciążeniu. Nie odnoś wszystkich wyników do minusa całego szeregu.

Potwierdzenie

Zapisz temperaturę, czas od ładowania i identyfikację bloków. Osobno sprawdź spadki na ich połączeniach, jeśli procedura dopuszcza pracę pod obciążeniem.

Interpretacja

Różnica utrzymująca się w porównywalnych warunkach wymaga dalszego testu bloków. Podobne napięcia spoczynkowe nie potwierdzają jednakowej pojemności.

Granica metody

Nie wyrównuj bloków przez przypadkowe doładowywanie ani zwarcie. Nie wyciągaj wniosku o stanie baterii z jednego odczytu.

Następny test

Przeprowadź zatwierdzony test obciążenia lub pojemności i zastosuj zasady wymiany producenta.

Różnica bloku → warunki i połączenia → test potwierdzający.

Bateria pod obciążeniem

Napięcie spoczynkowe wygląda poprawnie, lecz UPS szybko się wyłącza. Porównaj zachowanie baterii przy wymaganym poborze.



Bateria



Zacisk



Odbiornik UPS

Stan i tryb

Pomiar DC przy baterii wykonuj wyłącznie według procedury, z ochroną przed zwarciem. Odłączenie sieci nie usuwa energii baterii ani napięć falownika.

Test rozdzielający

Zapisz napięcie przed próbą, temperaturę i stan naładowania. Ustal dozwolone obciążenie oraz kryterium zakończenia testu konkretnej baterii.

Potwierdzenie

W zatwierdzonym teście mierz bezpośrednio między biegunami całego zestawu. Porównaj napięcie zestawu z napięciem na wejściu bateryjnym urządzenia w tym samym stanie, aby wykryć stratę w połączeniu; poszczególne bloki oceniaj osobno.

Interpretacja

Duży spadek na samych biegunach kieruje do baterii lub nadmiernego prądu. Spadek głównie między baterią a urządzeniem kieruje do przewodów i styków.

Granica metody

Nie testuj przez zwarcie ani przypadkowy rezystor. Krótka próba napięciowa nie jest pełnym pomiarem pojemności.

Następny test

Oceń prąd i połączenia, następnie wykonaj właściwy test baterii zgodnie z dokumentacją.

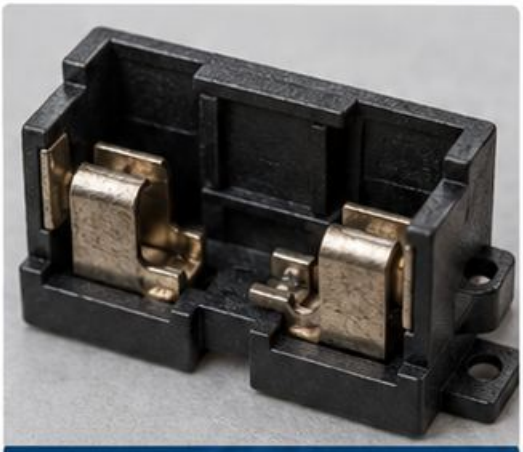
Zapad zestawu → bateria lub prąd.
Zapad toru → połączenie.

Bezpiecznik bateii z przerwą

UPS nie korzysta z baterii mimo obecnego napięcia bloków.
Przerwa może być w bezpieczniku, oprawie albo przewodzie.



Bezpiecznik baterii



Oprawa



Złącze

Stan i tryb

Odłącz baterię i pozostałe źródła zgodnie z procedurą producenta. Kontrolowanie rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia badanego odcinka przed użyciem omomierza.

Test rozdzielający

Wyjmij bezpiecznik lub odizoluj go w zatwierdzony sposób. Sprawdź ciągłość samego elementu, wykluczając równoległe drogi oraz zły kontakt.

Potwierdzenie

Osobno sprawdź tor oprawy i przewodów między odpowiadającymi punktami tego samego połączenia. Obejrzyj ślady grzania oraz luźne zaciski.

Interpretacja

Przerwa bezpiecznika nie wyjaśnia jej przyczyny. Sprawny bezpiecznik przy przerwanym torze kieruje do oprawy, styku lub wiązki.

Granica metody

Nie zwieraj bezpiecznika ani nie zwiększaj jego prądu. Bezpiecznik DC musi spełniać wymagania napięcia i zdolności wyłączania danej instalacji.

Następny test

Usuń zwarcie lub przeciążenie i dobierz część według dokumentacji UPS.

Element przerwany → przyczyna.
Element sprawny → oprawa i tor.

Karta 34 • Pomiar rozstrzygający

Spadek na połączeniu baterii

Bloki mają prawidłowe napięcie, ale UPS zgłasza zbyt niskie zasilanie. Sprawdź stratę między odpowiadającymi końcami połączenia.



Łącznik baterii



Zacisk



Przewód

Stan i tryb

Pomiar DC pod obciążeniem tylko według procedury baterii i UPS. Zabezpiecz przed zwarciem, uwzględnij napięcie całego szeregu oraz pozostające źródła.

Test rozdzielający

Mierz spadek między dwoma końcami jednego łącznika lub przewodu. Nie pomyl tego z pomiarem między dodatnim i ujemnym biegunem bloku.

Potwierdzenie

Zapisz obciążenie i znak odczytu. Porównaj poszczególne połączenia w tym samym stanie pracy, bez naruszania czynnych zacisków.

Interpretacja

Większy spadek jednego połączenia wskazuje stratę lokalną, ale wymagane kryterium zależy od prądu, konstrukcji i parametrów miernika.

Granica metody

Nie dokręcaj czynnych połączeń i nie oceniaj ich tylko brzęczykiem. Wejście prądowe miernika nie służy do pomiaru napięcia.

Następny test

Po bezpiecznym odłączeniu popraw połączenie zgodnie z technologią i momentem producenta, następnie powtórz próbę.

Strata lokalna → połączenie. Straty podobne → ocena całego toru.

Karta 35 • Pomiar rozstrzygający

Napięcie ładowania a stan baterii

Prawidłowe napięcie ładowarki nie oznacza, że bateria odzyskała pojemność. Oddziel parametry ładowania od zdolności magazynowania energii.



Bateria | Czujnik temperatury | Ładowarka

Stan i tryb

Pracę przy baterii i ładowarce wykonuj zgodnie z procedurą; zakresem DC i ochroną przed zwarciem. Uwzględnij wszystkie źródła oraz temperaturę.

Test rozdzielający

Mierz między biegunami właściwego bloku lub zestawu wskazanego w dokumentacji. Zapisz typ baterii, etap ładowania i warunki temperaturowe.

Potwierdzenie

Porównaj wynik z wymaganiami konkretnej technologii. Jeśli napięcie jest zgodne, sprawdź, czy istnieje właściwy prąd i droga ładowania metodą zatwierdzoną dla urządzenia.

Interpretacja

Zgodne napięcie potwierdza tylko jeden warunek. Zużyta bateria może osiągać napięcie ładowania, a nadal szybko zapadać pod obciążeniem.

Granica metody

Nie używaj uniwersalnego napięcia dla różnych baterii. Nie zmieniaj nastaw, aby zamaskować uszkodzony blok.

Następny test

Po prawidłowym ładowaniu wykonaj przewidziany test pojemności lub podtrzymania, z określonym obciążeniem i kryterium zakończenia.

Ładowanie zgodne → test zdolności pod obciążeniem.

Uszkodzony termistor

Ochrona wskazuje skrajną temperaturę, choć element jest chłodny. Przyczyną może być termistor, złącze lub gałąź odczytu.



Termistor



Złącze czujnika



Rezystor polaryzacji

Stan i tryb

Odłącz źródła i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu. Odłącz czujnik zgodnie z procedurą; wybierz rezystancję, nie napięcie.

Test rozdzielający

Zidentyfikuj dokładny typ i temperaturę pomiaru. Zmierz rezystancję między wyprowadzeniami czujnika poza wpływem rezystorów oraz wejścia sterownika.

Potwierdzenie

Porównaj z charakterystyką konkretnego elementu. Osobno sprawdź przewód i styki, delikatnie poruszając wyłącznie odłączoną wiązką.

Interpretacja

OL lub zwarcie może potwierdzać usterkę po wykluczeniu kontaktu i zakresu. Skończony wynik nie dowodzi zgodności z wymaganą charakterystyką.

Granica metody

Nie zakładaj jednej wartości dla wszystkich termistorów. PTC i NTC mają przeciwny kierunek zmiany, a inne czujniki mogą wymagać innego testu.

Następny test

Sprawdź zgodność czujnika oraz tor odczytu. Nie zastępuj go stałym rezystorem.

Czujnik niezgodny → wymiana.
Czujnik zgodny → wiązka i wejście.

Termistor a rezystor stały

Dwa podobne elementy mają zbliżoną rezystancję w pokoju, ale tylko jeden służy do pomiaru temperatury. Sam odczyt ich nie identyfikuje.

Termistor	Rezystor stały	Oznaczenie
		

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Badaj odizolowane elementy trybem rezystancji, przy znanej temperaturze.

Test rozdzielający

Najpierw sprawdź oznaczenia i dokumentację. Nie rozpoznawaj termistora wyłącznie po kolorze, kształcie lub jednej wartości.

Potwierdzenie

Jeżeli producent dopuszcza, porównaj rezystancję przy dwóch ustalonych temperaturach zatwierdzoną metodą. Uwzględnij czas wyrównania i samonagrzewanie przez pomiar.

Interpretacja

Zmiana zgodna z charakterystyką wspiera identyfikację czujnika. Stały odczyt może wynikać z małej zmiany temperatury lub niewystarczającej rozdzielczości.

Granica metody

Nie ogrzewaj elementu płomieniem ani nie testuj czynnej płytki. Rezystor stały również ma współczynnik temperaturowy, więc sam kierunek zmiany nie wystarcza.

Następny test

Potwierdź typ z dokumentacją, a następnie dobierz właściwy tor pomiarowy i zamiennik.

Decyzja

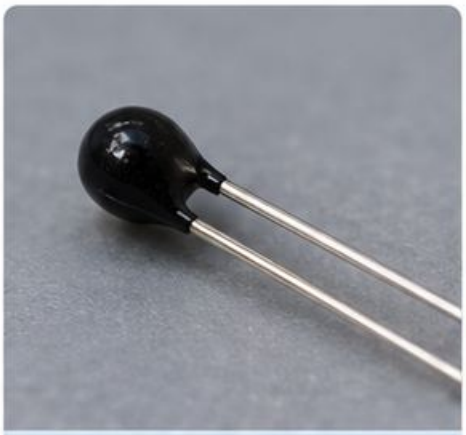
Podobna rezystancja → **oznaczenie i charakterystyka** → **identyfikacja.**

Porównanie czujników temperatury

Dwa czujniki w urządzeniu dają różne rezystancje. Mogą mieć inny typ albo po prostu inną temperaturę otoczenia.



Czujnik A



Czujnik B



Mocowanie

Stan i tryb

Odłącz źródła i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu. Dla czujników rezystancyjnych wybierz omomierz; inne typy wymagają odpowiedniej metody.

Test rozdzielający

Sprawdź oznaczenia, zakresy i funkcje obu czujników. Przed porównaniem ustal, czy producent przewiduje tę samą charakterystykę.

Potwierdzenie

Badaj odizolowane czujniki po wyrównaniu temperatury, bez dotykania ich aktywnej części palcami. Zapisz miejsce i temperaturę, nie tylko rezystancję.

Interpretacja

Różnica przy jednakowym typie i warunkach wymaga porównania z tolerancją. Różnica między odmiennymi czujnikami może być całkowicie prawidłowa.

Granica metody

Sprawne elementy nie gwarantują poprawnego kontaktu cieplnego. Nie zamieniaj ich miejscami bez potwierdzenia zgodności i dopuszczenia procedurą.

Następny test

Sprawdź mocowania, przewody i tor odczytu. Potwierdź wynik w wymaganych warunkach temperaturowych.

Różny typ → osobne kryteria.
Ten sam typ → równe warunki.

Karta 39 • Pomiar rozstrzygający

Przerwa w masie sygnałowej

Sygnał logiczny wygląda niestabilnie mimo sprawnego źródła. Przerwa jego powrotu może zmieniać wszystkie odczyty względem niewłaściwego punktu.



Powrót sygnałowy



Złącze



Sterownik

Stan i tryb

Odłącz wszystkie źródła i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu. Ustal ze schematu, które punkty rzeczywiście należą do tego samego powrotu.

Test rozdzielający

Omomierzem sprawdź odcinek między powrotem źródła sygnału a odpowiadającym zaciskiem odbiornika. Wyklucz alternatywną drogę przez inne połączenia.

Potwierdzenie

Podziel tor na złącze, przewód i lut. W razie niejasności odłącz potrzebną gałąź, zachowując udokumentowaną orientację.

Interpretacja

Przerwa potwierdza brak odniesienia, lecz przejście przez inną gałąź może ją maskować. Nie oczekuj ciągłości między stronami prawidłowo izolowanego interfejsu.

Granica metody

Nie łącz masy sygnałowej z PE lub minusem innego zasilacza dla wygody. Może to naruszyć izolację i funkcję układu.

Następny test

Napraw właściwy odcinek, potem oceniaj napięcie sygnału względem jego prawidłowego powrotu.

Powrót przerwany → naprawa.
Powrót sprawny → analiza sygnału.

Błąd złącza wentylatora

Nowy wentylator nie pracuje albo układ zgłasza błąd.
Taki sam wtyk nie gwarantuje zgodnej funkcji przewodów.



Złącze wentylatora



Wentylator



Oznaczenie

Stan i tryb

Przed zmianą połączeń odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Dokumentacja obu elementów jest warunkiem identyfikacji.

Test rozdzielający

Ustal zasilanie, powrót, ewentualne sterowanie i sygnał obrotów. Nie przypisuj funkcji według koloru przewodu ani popularnego układu wtyku.

Potwierdzenie

Bez zasilania sprawdź ciągłość odpowiadających funkcji między końcami wiązki. W pomiarze roboczym DC oceniaj zasilanie względem właściwego powrotu według procedury.

Interpretacja

Błędne przyporządkowanie wskazuje niezgodność wiązki lub zamiennika. Prawidłowe zasilanie nie potwierdza wymaganych warunków sterowania ani sygnału zwrotnego.

Granica metody

Multimetr może pokazać średnią sygnału PWM zamiast jego parametrów. Nie podawaj napięcia na przewód sygnałowy w celu próby.

Następny test

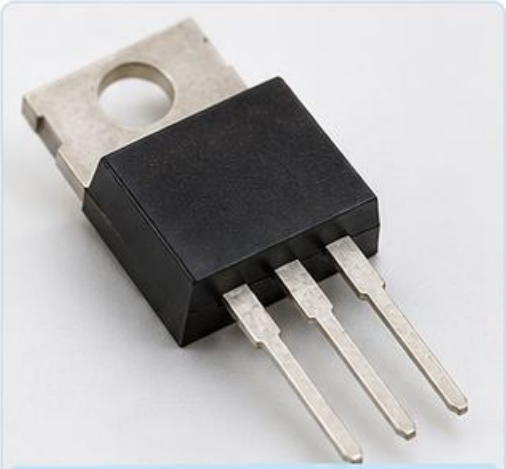
Zastosuj zgodny wentylator i sprawdź sterowanie, prędkość oraz chłodzenie urządzenia.

Funkcje niezgodne → dobór. Funkcje zgodne → warunki sterowania.

Karta 41 • Pomiar rozstrzygający

Brak napięcia pomocniczego

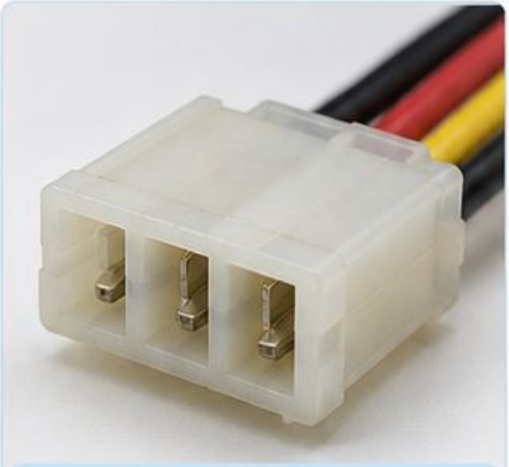
Układ nadrzędny działa, lecz lokalna gałąź jest martwa. Sprawdź, czy brakuje źródła, zezwolenia czy ciągłości doprowadzenia.



Regulator pomocniczy



Kondensator



Złącze

Stan i tryb

Oględziny i rezystancję wykonuj po odłączeniu źródeł, kontrolowanym rozładowaniu i potwierdzeniu braku napięcia. Pomiar roboczy DC tylko według procedury.

Test rozdzielający

Ustal zaciski wejścia, wyjścia i powrotu regulatora z dokumentacji. Mierz napięcie względem właściwego powrotu, nie przypadkowej obudowy.

Potwierdzenie

Porównaj obecność wejścia, stan zezwolenia i napięcie wyjścia.
Bez zasilania sprawdź zwarcie gałęzi oraz ciągłość jej doprowadzenia.

Interpretacja

Brak wejścia kieruje do wcześniejszego toru. Wejście obecne przy braku wyjścia wymaga oceny zezwolenia, przeciążenia, regulatora i wymaganych elementów otoczenia.

Granica metody

Zero na wyjściu nie potwierdza uszkodzenia samego regulatora. Multimetr może przeoczyć cykliczne próby rozruchu.

Następny test

Odizoluj podejrzane obciążenie zgodnie z procedurą. W razie cyklicznej pracy zastosuj właściwą rejestrację napięcia.

Brak wejścia → doprowadzenie.
Wejście obecne → warunki regulatora.

Niestabilny sygnał zezwolenia

Urządzenie sporadycznie przerywa pracę, a miernik pokazuje pośredni poziom EN. To może być średnia przełączeń, nie poprawny stan logiczny.



Złącze sterujące



Rezystor polaryzacji



Sterownik

Stan i tryb

Najpierw sprawdź wiązkę bez zasilania i po potwierdzonym rozładowaniu. Pomiar DC podczas pracy tylko według procedury, względem właściwego powrotu sygnału.

Test rozdzielający

Ustal poziom aktywny, progi i rodzaj wejścia zezwolenia z noty. Sprawdź, czy źródło sygnału i jego odbiornik mają wspólne odniesienie.

Potwierdzenie

Porównaj odczyt przy źródle i przy wejściu sterownika, w porównywalnych warunkach. Bez zasilania zbadaj rezystory oraz ciągłość powrotu.

Interpretacja

Różnica miejsc kieruje do połączenia lub polaryzacji. Podobny pośredni odczyt nie rozstrzyga między przełączaniem a rzeczywistym błędnym napięciem.

Granica metody

MIN/MAX ma ograniczony czas reakcji. Nie wymuszaj zezwolenia zwarciem ani nie dodawaj przypadkowego rezystora podciągającego.

Następny test

Zarejestruj sygnał metodą o wystarczającej szybkości, zachowując izolację i powiązanie z objawem.

Różne miejsca → połączenie.
Wynik pośredni → rejestracja czasu.

Karta 43 • Pomiar rozstrzygający

Rozbieżność panelu i miernika

Panel pokazuje inną wartość niż multimetr. Przyczyną mogą być różne punkty, momenty, pasmo albo dokładność pomiaru.



Panel



Złącze pomiarowe



Dokumentacja

Stan i tryb

Pomiary robocze wykonuj według procedury i właściwym zakresem AC lub DC. Najpierw ustal, jaką wielkość oraz jednostkę przedstawia panel.

Test rozdzielający

Porównuj napięcie w tym samym punkcie, względem tego samego odniesienia i przy stałym obciążeniu. Panel może mierzyć przed przewodem lub wyświetlać wartość uśrednioną.

Potwierdzenie

Sprawdź aktualność kalibracji, specyfikację dokładności, czas odświeżania i tryb RMS przyrządu. Zapisz oba wyniki równocześnie, jeśli to możliwe bezpiecznie.

Interpretacja

Różnica mniejsza od łącznych ograniczeń nie potwierdza awarii. Większa, powtarzalna rozbieżność wymaga oceny toru pomiarowego urządzenia.

Granica metody

Nie kalibruj panelu do jednego niezweryfikowanego miernika. Odczyty AC i DC nie są zamienne.

Następny test

Potwierdź wynik sprawdzonym przyrządem o odpowiednich parametrach i sprawdź dzielnik oraz połączenia po odłączeniu.

Różne warunki → ujednolicenie. Różnica trwała → tor pomiarowy.

Karta 44 • Pomiar rozstrzygający

Dioda zabezpieczająca wejście sygnału

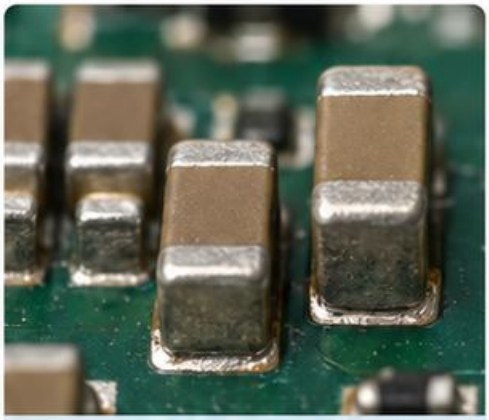
Niska rezystancja wejścia może pochodzić z diody ochronnej, zasilania lub uszkodzonego układu. Nie zakładaj zwarcia po jednym kierunku.



Dioda zabezpieczająca



Wejście sygnału



Lokalna szyna

Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia. Odłącz zewnętrzny interfejs zgodnie z procedurą; wybierz test diody.

Test rozdzielający

Z dokumentacji ustal typ ochrony i jej odniesienie. TVS jednokierunkowy, dwukierunkowy oraz wewnętrzne diody układu mogą dawać różne odczyty.

Potwierdzenie

Zmierz między wejściem a odpowiednią szyną w obu kierunkach. W razie niejasności odizoluj ochronę i sprawdź oddzielnie płytkę.

Interpretacja

Przewodzenie tylko w przewidzianym kierunku może być prawidłowe. Pozostające zwarcie po odłączeniu ochrony kieruje do wejścia lub lokalnego zasilania.

Granica metody

Multimetr nie potwierdza napięcia ograniczania TVS. Nie próbuj go osiągać przypadkowym źródłem ani nie usuwaj ochrony przed uruchomieniem.

Ochrona odizolowana
→ zwarcie znika?
→ element albo pozostały tor.

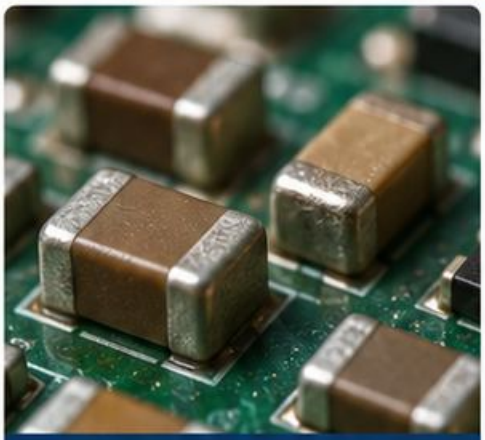
Następny test

Sprawdź przyczynę przepięcia interfejsu i dobierz zgodny element ochronny.

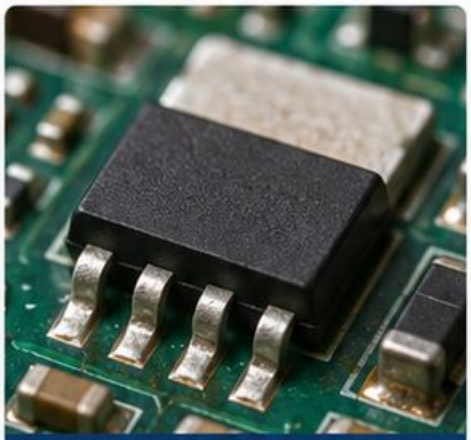
Karta 45 • Pomiar rozstrzygający

Zwarcie lokalnej szyny logicznej

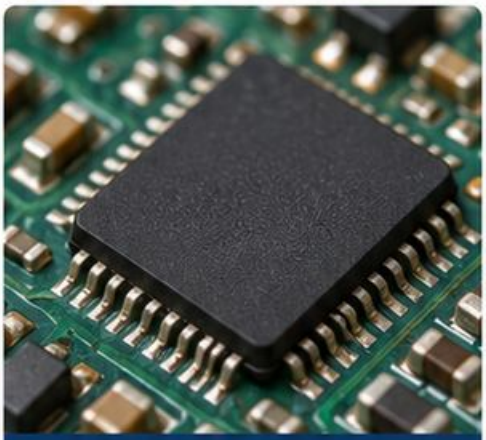
Mała rezystancja zasilania logiki może być normalna albo wskazywać wadliwy kondensator, układ lub ochronę. Potrzebny jest podział gałęzi.



Kondensator lokalny



Regulator



Układ logiczny

1 Stan i tryb

Odłącz wszystkie źródła oraz interfejsy mogące zasilać płytkę. Kontrolowanie rozładuj kondensatory, potwierdź brak napięcia i wybierz rezystancję.

2 Test rozdzielający

Mierz między lokalną szyną a jej powrotem, obserwując zmianę odczytu. Zapisz kierunek sond oraz stan odłączonych modułów.

3 Potwierdzenie

Według dokumentacji rozdziel dostępne gałęzie, na przykład złącze modułu lub przewidziany element szeregowy. Po każdym kroku porównuj te same punkty.

4 Interpretacja

Zniknięcie małej rezystancji zawęża lokalizację, lecz nie dowodzi jeszcze uszkodzenia modułu. Sprawna logika może mieć niski odczyt zależny od technologii.

5 Granica metody

Nie podawaj przypadkowego napięcia ani prądu w celu nagrzania elementu. Brzęczyk sam nie potwierdza zwarcia.

6 Następny test

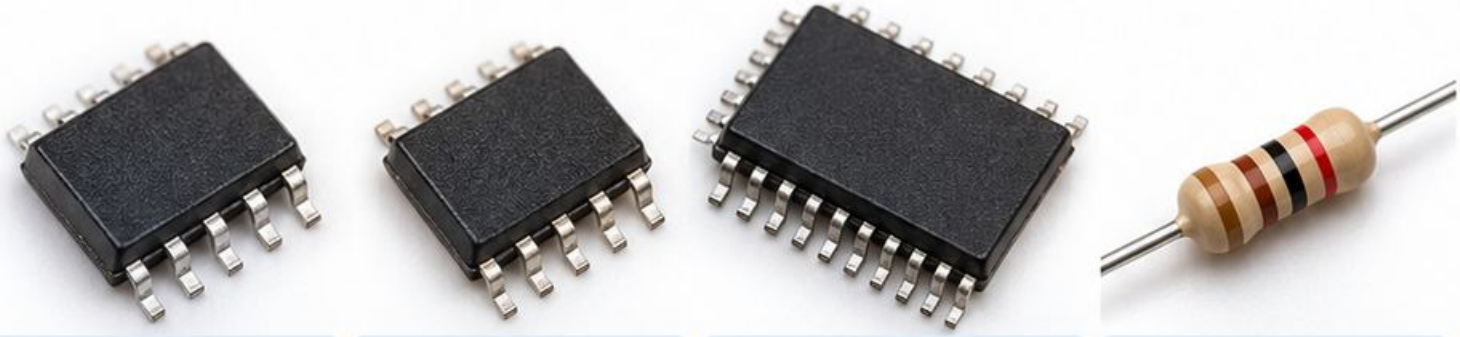
Odizoluj podejrzane elementy zgodnie z procedurą i potwierdź usterkę przed wymianą.

Gałąź odłączona → zmiana wyniku → lokalizacja do potwierdzenia.

Karta 46 • Pomiar rozstrzygający

Porównanie kanałów sterownika

Jeden kanał działa inaczej, choć oba mają podobną konstrukcję. Porównanie pomaga tylko przy równych warunkach i właściwych odniesieniach.



Kanał A | Kanał B | Sterownik | Rezystor

Stan i tryb

Odłącz źródła i potwierdź brak napięcia po kontrolowanym rozładowaniu. Wstępnie wybierz rezystancję lub test diody według badanego elementu.

Test rozdzielający

Ustal, które punkty są funkcjonalnymi odpowiednikami, nie tylko leżą symetrycznie. Sprawdź, czy kanały rzeczywiście mają takie samo obciążenie i funkcję.

Potwierdzenie

Porównaj odizolowane elementy lub równoważne tory przy tej samej polaryzacji i temperaturze. Różnicę potwierdź po wykluczeniu gałęzi równoległych.

Interpretacja

Stała rozbieżność wskazuje obszar do oceny, lecz nie identyfikuje automatycznie uszkodzenia. Kanały górny i dolny mogą mieć odmienne warunki pracy.

Granica metody

Multimetr nie potwierdza czasu martwego, amplitudy VGS ani jakości przełączania. Nie zwieraj odniesień kanałów dla wygody.

Następny test

Sprawdź dokumentację oraz właściwy pomiar dynamiczny. Dla każdego VGS odniesieniem jest źródło jego tranzystora.

Odpowiedniki potwierdzone → porównanie → niezależny test podejrzenia.

Karta 47 • Pomiar rozstrzygający

Kondensator z poprawną pojemnością i nieznanym ESR

Miernik pokazuje zgodną pojemność, lecz wyjście ma duże tętnienia. Ten wynik nie potwierdza małych strat kondensatora.

Kondensator	Oznaczenie	Wyjście
		

1 Stan i tryb

Odłącz źródła, rozładuj kondensator w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Odizoluj potrzebną końcówkę, zachowując polaryzację i bezpieczny montaż.

2 Test rozdzielający

Trybem pojemności sprawdź wartość oraz czas ustalania według instrukcji. Porównaj wynik z tolerancją i warunkami konkretnego elementu.

3 Potwierdzenie

Ustal, czy przyrząd ma rzeczywistą funkcję ESR lub pomiar impedancji. Jeśli nie, zastosuj właściwy przyrząd przy wymaganej częstotliwości i temperaturze.

4 Interpretacja

Zgodna pojemność z nieznaną ESR pozostawia ważną hipotezę nierozstrzygniętą. Nadmierne tętnienia mogą też pochodzić z prostownika, połączeń albo obciążenia.

5 Granica metody

Nie wyliczaj ESR z odczytu zwykłego omomierza. Niski testowy poziom napięcia nie potwierdza upływności w warunkach roboczych.

6 Następny test

Sprawdź parametry strat właściwą metodą oraz pozostałe elementy filtru.

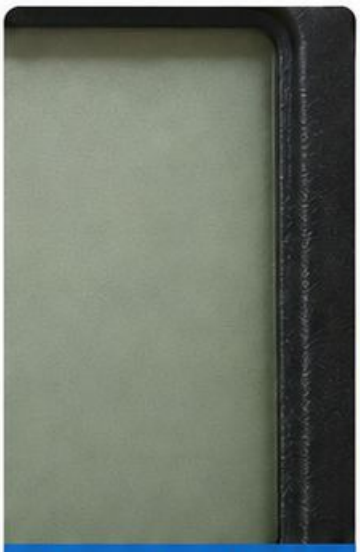
Pojemność zgodna → ESR nadal nieznana → osobny test.

Niezgodność jednostek na wyświetlaczu

Wynik wygląda tysiąc razy za duży albo za mały.
Sprawdź przedrostek, funkcję i automatyczny zakres.



Wyświetlacz



Oznaczenie jednostki



Funkcja pomiaru

Stan i tryb

Zanim zmienisz funkcję lub gniazdo, bezpiecznie zakończ pomiar. Rezystancję i pojemność mierz wyłącznie po odłączeniu oraz potwierdzonym rozładowaniu.

Test rozdzielający

Zapisz pełne wskazanie razem z jednostką, przedrostkiem i oznaczeniem AC lub DC. Sprawdź, czy ekran główny i pomocniczy pokazują tę samą wielkość.

Potwierdzenie

Porównaj wartość z wymaganiem po przeliczeniu do wspólnej jednostki. Powtórz pomiar w znanej funkcji i zakresie odpowiednim dla badanego elementu.

Interpretacja

Zmiana przedrostka przy automatycznym zakresie może zachować tę samą wielkość fizyczną, Niezgodność po poprawnym przeliczeniu wymaga ponownego sprawdzenia punktów oraz trybu.

Granica metody

Nie przepisuj samej liczby. Symbol m nie oznacza M; częstotliwość, procent wypełnienia i napięcie nie są zamienne.

Następny test

Zapisz wynik jednoznacznie, wraz z funkcją i zakresem, przed decyzją o części.

Jednostki różne → przeliczenie.
Wynik nadal różny → metoda pomiaru.

Błąd zakresu i rozdzielczości

Niewielka zmiana napięcia znika na wyświetlaczu albo ostatnia cyfra skacze. Sprawdź zakres, zamiast od razu oceniać źródło.



1 Stan i tryb

Pracujący obwód mierz wyłącznie według procedury i parametrów bezpieczeństwa. Wybierz AC lub DC zgodnie z wielkością, rozpoczynając od dopuszczalnego zakresu.

2 Test rozdzielający

Sprawdź rozdzielczość i dokładność dla wybranego zakresu. Liczba cyfr nie oznacza takiej samej dokładności; uwzględnij składnik procentowy i wskazany składnik cyfr.

3 Potwierdzenie

Jeśli bezpieczne i dopuszczalne, zastosuj właściwy niższy zakres. Powtórz odczyt przy stałych warunkach, sprawdzając stabilność kontaktu oraz poziom zakłóceń.

4 Interpretacja

Brak widocznej zmiany może wynikać z rozdzielczości. Skakanie ostatniej cyfry nie dowodzi dużej zmiany rzeczywistego napięcia.

5 Granica metody

Nie stosuj zakresu bliskiego przeciążeniu przy nieznanych szczytach. Więcej miejsc po przecinku nie usuwa błędu ani ograniczenia pasma.

6 Następny test

Oceń, czy niepewność metody pozwala rozstrzygnąć wymagane kryterium; jeśli nie, użyj odpowiedniego przyrządu.

Rozdzielczość niewystarczająca → metoda dokładniejsza → decyzja.



Udokumentowanie wyniku granicznego

Odczyt leży blisko dopuszczalnej granicy. Jedna liczba bez warunków i niepewności nie wystarcza do zatwierdzenia elementu.



Karta wyniku



Miernik



Oznaczenie elementu

1 Stan i tryb

Zapisz stan energii i zastosowaną procedurę bezpieczeństwa. Dobierz funkcję, zakres oraz przyrząd odpowiednie dla punktu i potencjałów pomiaru.

2 Test rozdzielający

Notuj oba punkty, polaryzację, funkcję AC lub DC, zakres, jednostkę, temperaturę i obciążenie. Dla pomiaru pasywnego zapisz sposób odizolowania elementu.

3 Potwierdzenie

Powtórz odczyt przy tych samych warunkach. Z dokumentacji przyrządu uwzględnij dokładność, rozdzielczość i wymagania częstotliwości; sprawdź ważność jego kontroli.

4 Interpretacja

Wynik z możliwym błędem obejmującym granicę pozostaje nierozstrzygnięty. Sama powtarzalność nie usuwa błędu systematycznego ani niewłaściwego odniesienia.

5 Granica metody

Nie zaokrąglaj wyniku tak, aby spełniał wymaganie. Nie przenoś dokładności z innej funkcji lub zakresu.

6 Następny test

Potwierdź lepszą metodą albo oznacz wynik jako nierozstrzygnięty, podając konkretną przyczynę i kolejny test.

Margines wystarczający → decyzja. Granica w niepewności → potwierdzenie.

Margines wystarczający → decyzja.

Granica w niepewności → potwierdzenie.

Wynik nierozstrzygnięty → następny test.

Źródła — część 1

Dokumentacja przyrządu określa funkcję, zakres, dokładność i ograniczenia. Dokumentacja elementu rozstrzyga jego konstrukcję i wymagania testu.

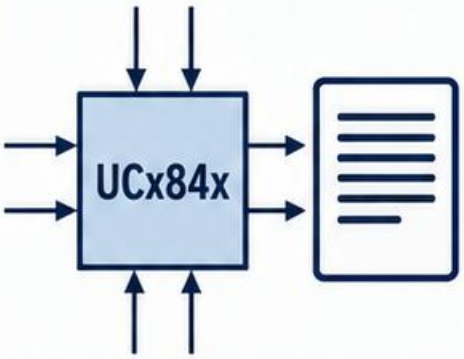
1. Fluke — bezpieczne pomiary: stan energii, sprawdzzony przyrząd i przygotowanie pracy.



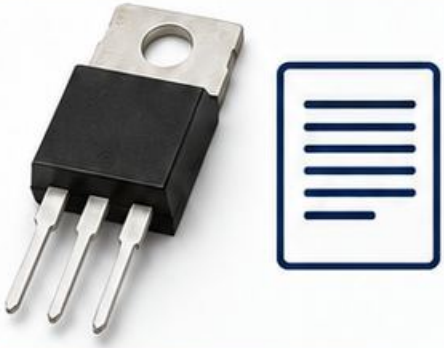
2. Fluke 287/289 — instrukcja: rezystancja, dioda, AC/DC, pasmo, rejestracja i zakresy.



3. Texas Instruments UCx84x — punkty odniesienia i funkcje sterowania; przykład rodziny, nie uniwersalna pinologia.



4. Infineon AN-944 — ładunek bramki i wymagania sterowania MOSFET-ów.



5. Fluke — pomiar pojemności: bezpieczne rozładowanie i warunki metody.



6. Fluke — True RMS: wartość skuteczna przebiegów odkształconych i granice poprawnego pomiaru.



Dla używanego miernika oraz badanego elementu sprawdź aktualną instrukcję i pełne oznaczenie. Nie przenoś parametrów między modelami.

Źródła — część 2

7 Fluke

Fluke — dwie impedancje wejściowe: napięcie pozorne oraz warunki użycia LoZ.





8 OMRON

OMRON — przekaźniki: rezystancja styków, warunki pomiaru i ograniczenia przy małym obciążeniu.





9 GS Yuasa

GS Yuasa — baterie VRLA NP/SWL: bezpieczeństwo, temperatura, ładowanie i kontrola bloków.

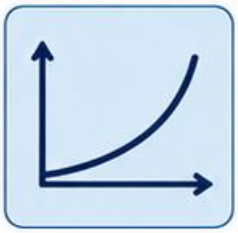




10 Texas Instruments

Texas Instruments TMP61 — przykład charakterystyki czujnika rezystancyjnego PTC; inne czujniki wymagają własnych danych.





11 TDK

TDK — kondensatory elektrolityczne: pojemność, impedancja, ESR i zależność od warunków.





12 Fluke

Fluke — dokładność i precyzja: rozdzielczość oraz ograniczenia interpretacji wyniku.





Odwołania źródłowe przypisano do poszczególnych kart w dokumentacji produktu. Nie ustanawiają wspólnych progów dla wszystkich urządzeń.

Jeżeli producent urządzenia wymaga szczególnej procedury, stosuj ją. Wynik bliski granicy potwierdź metodą o odpowiedniej niepewności zamiast zaokrąglać go do oczekiwania.