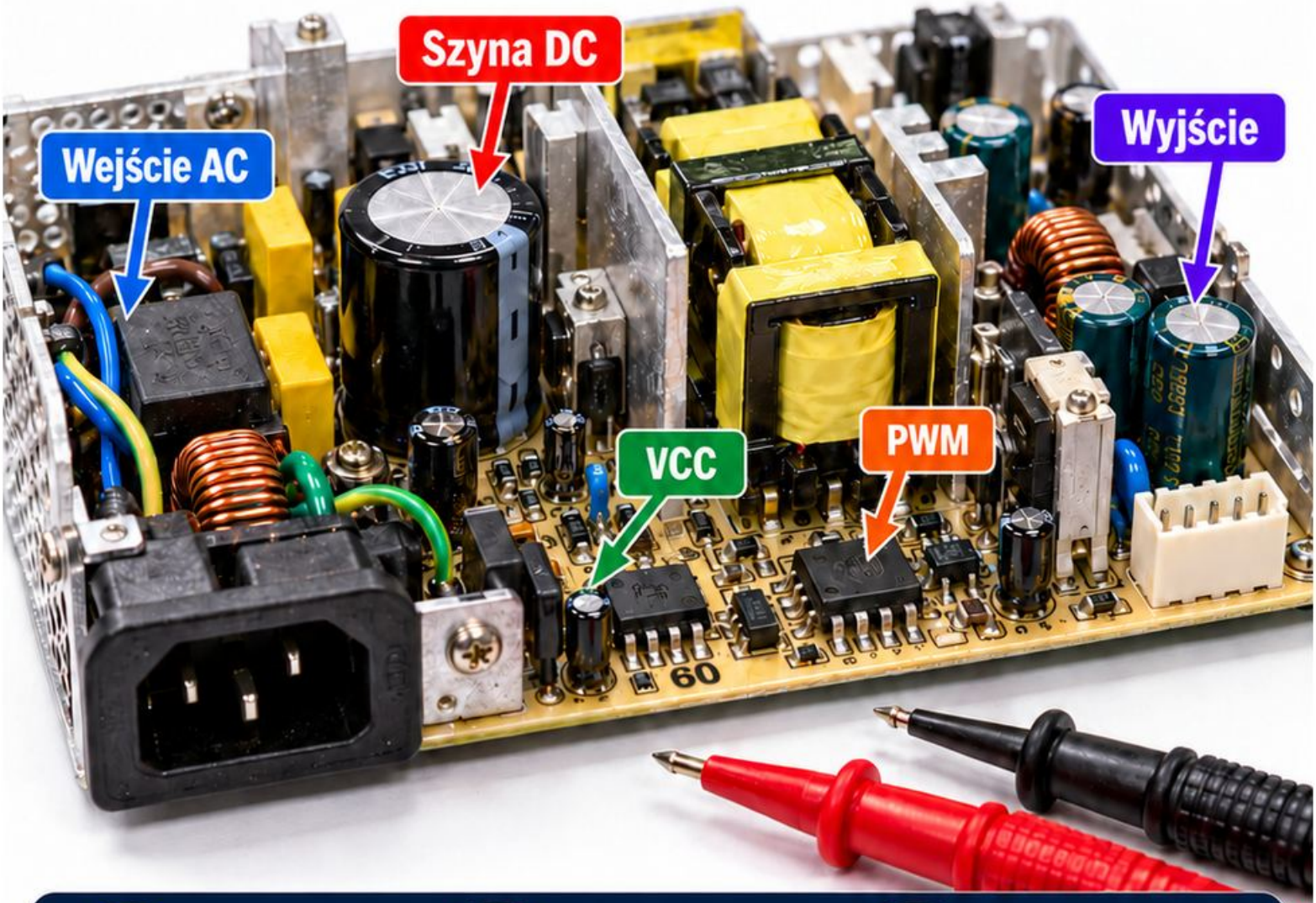
Ostoja

100 Wizualnych Map Diagnostyki Zasilaczy Impulsowych

Wydanie rozszerzone: 101 map diagnostycznych

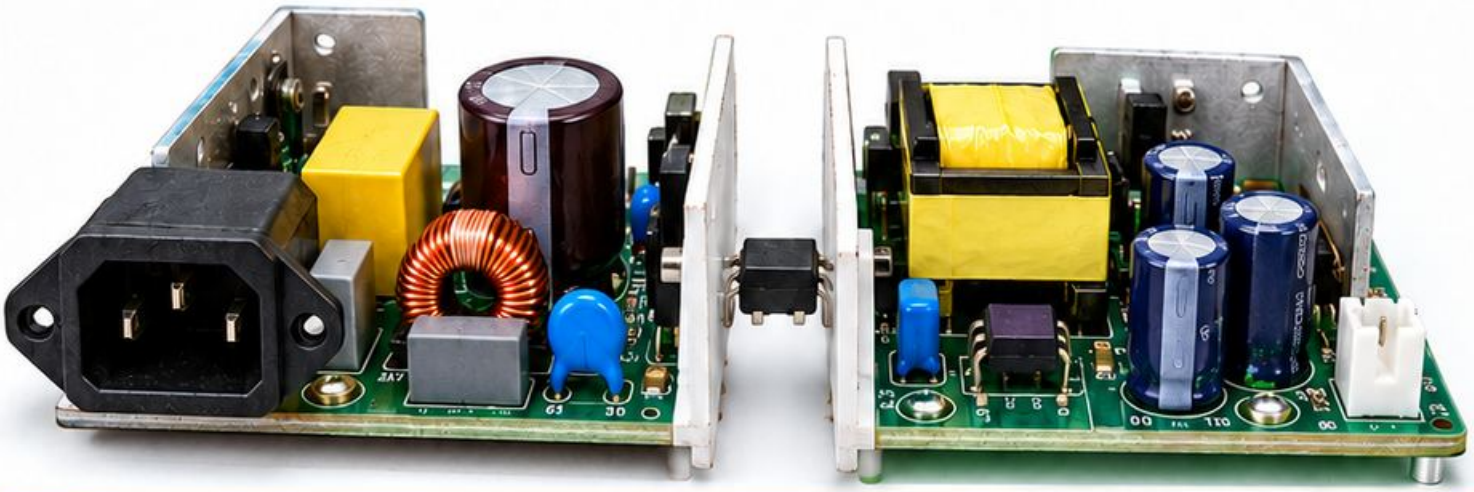


Testy • Pomiary • Interpretacja wyników

Praktyczny przewodnik warsztatowy

Zanim zaczniesz

Mapy pomagają wybrać test. Nie zastępują kwalifikacji, dokumentacji urządzenia ani procedur bezpieczeństwa.



1. Rozpoznaj granice układu

Ustal stronę pierwotną, wtórną i barierę izolacyjną, Masa pierwotna nie jest przewodem ochronnym PE.



2. Potwierdź stan beznapięciowy

Odłącz wszystkie źródła. Rozładuj kondensatory zgodnie z procedurą. Sprawdź przyrząd przed pomiarem i po nim; potwierdź brak napięcia.



3. Dobierz sprzęt

Uwzględnij napięcie, kategorię pomiarową, sondy i osłony. Rezystancję, ciągłość oraz diody sprawdzaj wyłącznie w obwodzie bez napięcia.



4. Wyznacz punkt odniesienia

Nie odłączaj ochronnego uziemienia oscyloskopu. Do pomiarów po stronie pierwotnej dobierz właściwą sondę różnicową lub izolowany system pomiarowy.



Pomiary pod napięciem wykonuje wyłącznie osoba przygotowana do pracy z danym urządzeniem. Nie uruchamiaj układu z potwierdzonym zwarciem.

Ilustracje i przebiegi są poglądowe. Nie identyfikuj wyprowadzeń ani wartości elementów wyłącznie na podstawie rysunku.

Źródła: [1], [6].

Jak korzystać z map

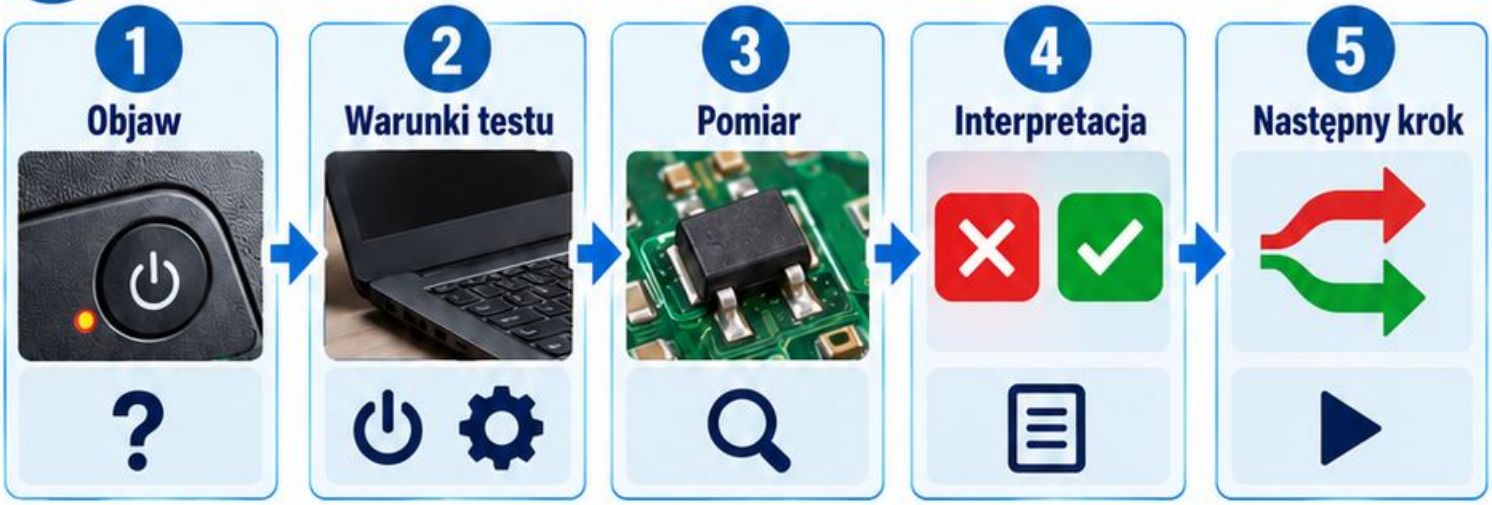
Zacznij od objawu, nie od elementu, który najłatwiej wymienić.

1 Zapisz cztery rzeczy

Punkt pomiaru, punkt odniesienia, stan obciążenia oraz wynik z jednostką. Bez tych informacji odczyty mogą być nieporównywalne.



2 Objaw → warunki testu → pomiar → interpretacja → następny krok

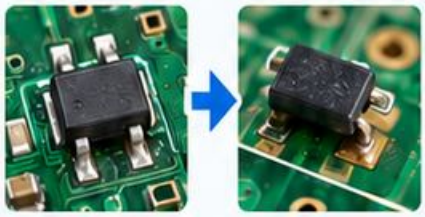


3 Rozdziel obserwację i wniosek



Niska rezystancja nie zawsze oznacza zwarcie. Równoległe elementy i ładowanie kondensatorów mogą zmieniać wskazanie.

4 Potwierdź podejrzenie



Gdy wynik w układzie jest niejednoznaczny, po bezpiecznym odłączeniu odizoluj właściwą końcówkę elementu i powtórz test.

5 Sprawdź dokumentację



Progi VCC, pinout, sposób sterowania i parametry zamienników **zależą** od konkretnego rozwiązania. Wartość przykładowa nie jest kryterium uniwersalnym.

6 Zakończ kontrolą



Po naprawie powtórz test w tych samych warunkach. Zapisz, jaki pomiar potwierdził usunięcie przyczyny.

Czerwień: przerwij lub wyklucz błąd.
Zieleń: przejdź dalej po spełnieniu warunku. Strzałki pokazują kolejność decyzji.



Źródła: [1], [2].

Indeks objawów

Część 1 • od wejścia do kluczowania

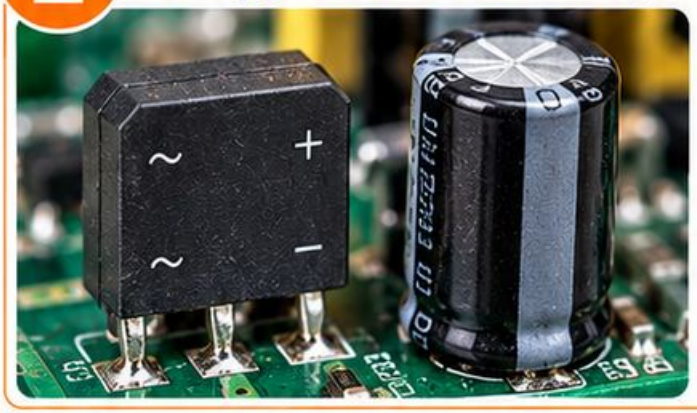
1 Mapy 001–013 • Wejście AC



Brak reakcji, przerwany kabel, niesprawny wyłącznik, przepalony bezpiecznik, uszkodzony warystor, przerwa NTC, filtr EMI, pęknięte luty.

Rozpocznij od toru wejściowego, gdy zasilanie nie dociera do prostownika albo zabezpieczenie ponownie przerywa obwód.

2 Mapy 014–026 • Szyna DC



Uszkodzony mostek, brak lub zaniżenie napięcia szyny, nadmierne tętnienia, kondensator główny, brak działania PFC.

Sprawdź ten blok, gdy wejście jest drożne, lecz energia nie dociera prawidłowo do stopnia przełączającego.

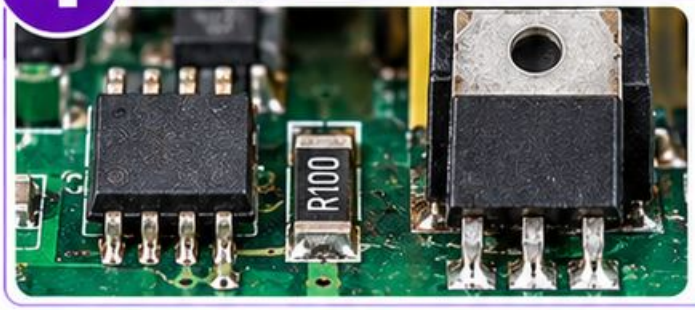
3 Mapy 027–039 • Rozruch i VCC



Brak VCC, cykliczny start, zanik po uruchomieniu, rezystor rozruchowy, start HV, uzwojenie i dioda pomocnicza.

Wybierz tę grupę, gdy szyna DC jest obecna, ale sterownik nie rozpoczyna lub nie podtrzymuje pracy.

4 Mapy 040–053 • PWM i MOSFET



Brak impulsów, słaba bramka, wolne zbocza, uszkodzony klucz, sygnał CS, przepięcia oraz obwód tłumiący.

Idź dalej dopiero po sprawdzeniu zasilania i warunków zezwolenia sterownika.

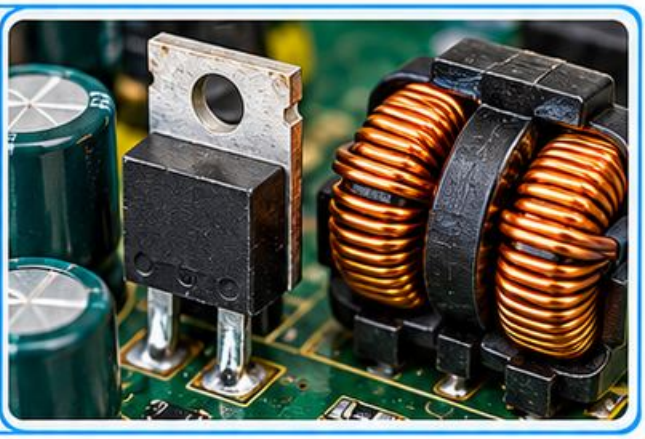
Indeks objawów

Część 2 • wyjście, regulacja i nawracające usterki

1 Mapy 054–066 • Strona wtórna

Dioda wyjściowa, prostownik synchroniczny, kondensatory, dławik, brak gałęzi, uszkodzony przewód i zwarcie odbiornika.

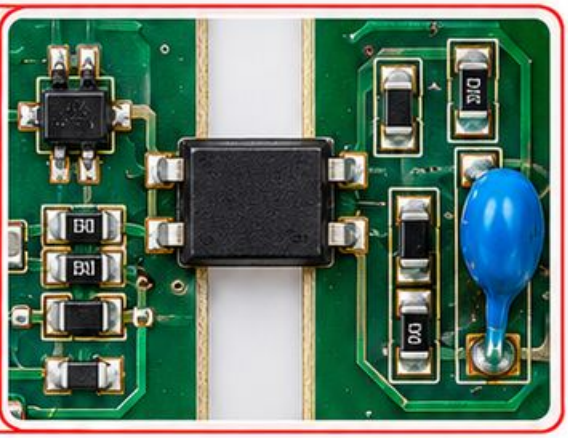
Zacznij tutaj, gdy stopień pierwotny pracuje, ale napięcie nie dociera prawidłowo do obciążenia.



2 Mapy 067–078 • Sprzężenie i ochrona

Transoptor, dzielnik, układ odniesienia, kompensacja, OVP, OCP, czujnik temperatury, brownout i sygnały zezwolenia.

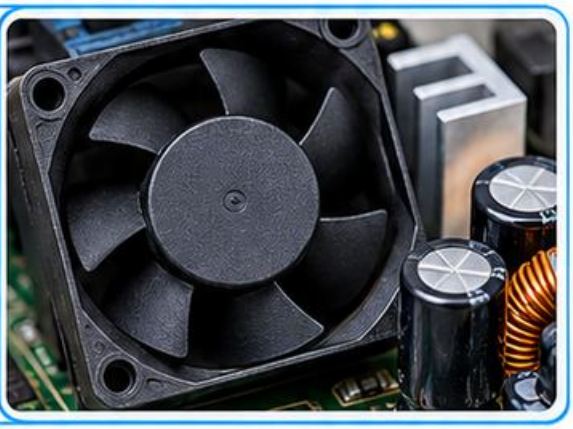
Oddziel zadziałanie ochrony spowodowane rzeczywistą usterką od błędnego sygnału pomiarowego.



3 Mapy 079–090 • Obciążenie i temperatura

Reset przy skoku obciążenia, awaria po nagrzaniu, problemy na zimno, hałas, drgania, wentylator i losowe restarty.

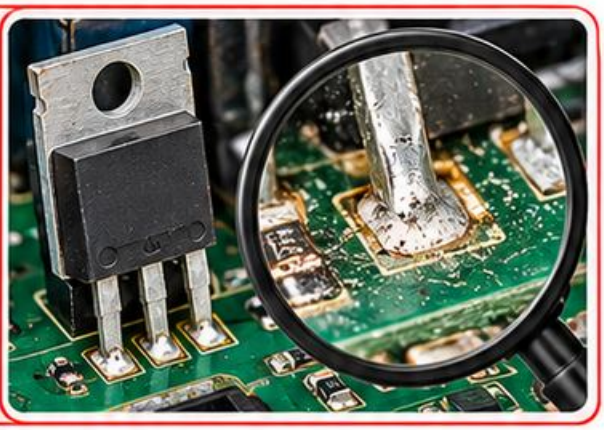
Zapisz warunki, w których objaw daje się powtórzyć. Porównuj wyniki w identycznym stanie pracy.



4 Mapy 091–101 • Usterki po wymianie

Ponowna awaria MOSFET-a, PWM lub mostka, przegrzana dioda, błędny zamiennik, montaż, polaryzacja i zabrudzenie.

Przed kolejną wymianą szukaj przyczyny pierwotnej i sprawdź elementy współpracujące.

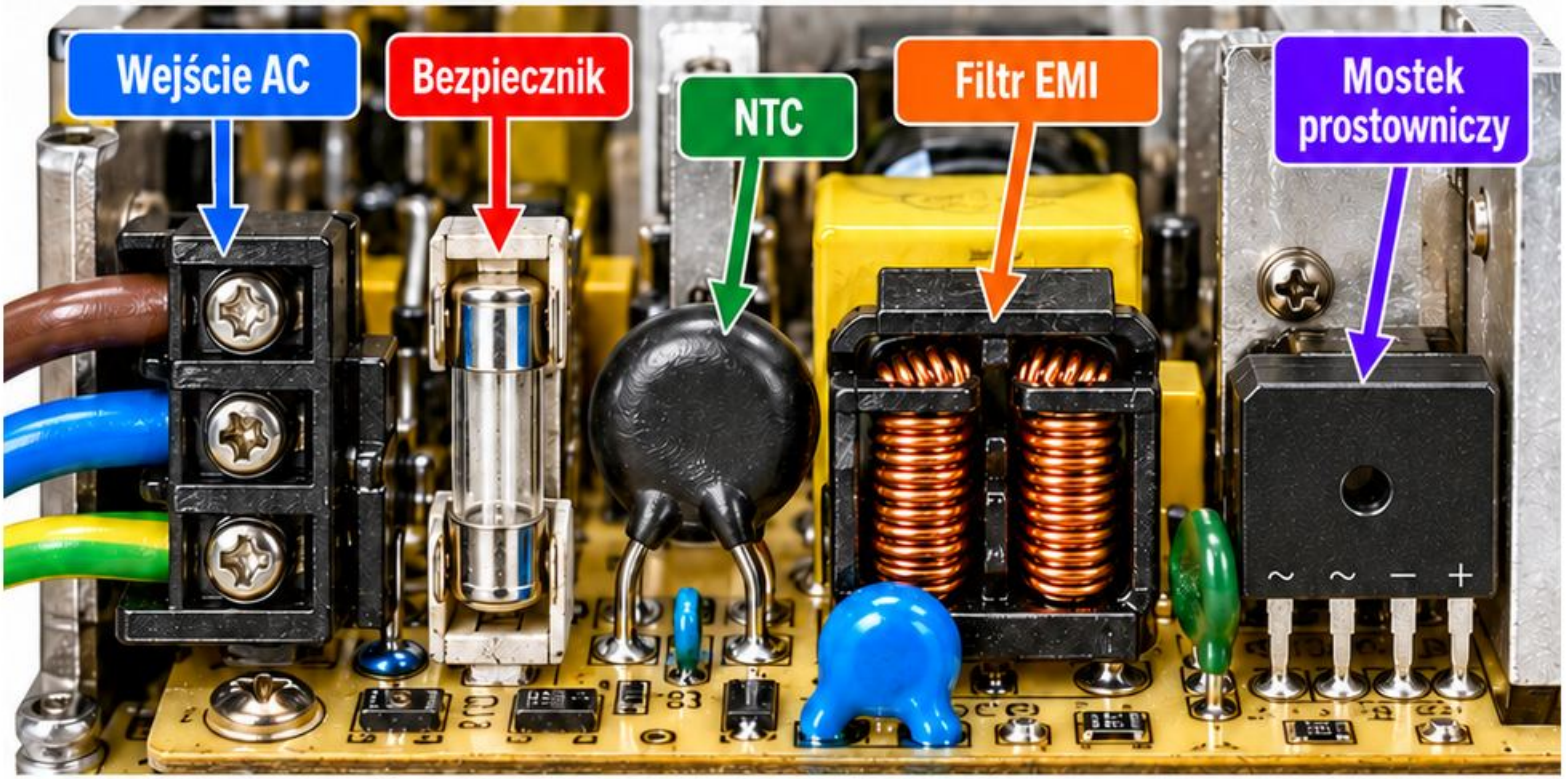


Naprawa kończy się potwierdzeniem wyniku, a nie samym uruchomieniem zasilacza.

Moduł 1

Wejście AC i zabezpieczenia

Najpierw ustal, gdzie kończy się droga zasilania.



W tym module

1. Rozpoznasz przerwę w torze wejściowym.
2. Odróżnisz uszkodzenie zabezpieczenia od przyczyny jego zadziałania.
3. Wybierzesz następny test bez wymieniania elementów na próbę.

Kolejność pracy

1. Odłącz
2. Potwierdź brak napięcia
3. Obejrzyj
4. Zmierz
5. Zinterpretuj

Zanim użyjesz omomierza

Odłącz wszystkie źródła energii.
Rozładuj kondensatory zgodnie z procedurą i potwierdź brak napięcia.

Następny krok

Wybierz mapę zgodną z objawem.
Zapisz punkt pomiaru i wynik.

Mapa 001 • Wejście AC

Brak reakcji

Zasilacz nie daje oznak pracy. Zacznij od toru wejściowego, zanim podejrzysz sterownik.



Gniazdo AC | Wyłącznik | Bezpiecznik | NTC | Filtr EMI

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Wyznacz drogę prądu

Na odłączonej płytce rozpoznaj gniazdo, wyłącznik, bezpiecznik, ogranicznik rozruchu i filtr. Kolejność potwierdź ścieżkami lub schematem.

2. Znajdź przerwę

Mierz ciągłość kolejnych odcinków tej samej żyły, między sąsiednimi punktami toru. Nie traktuj pomiaru między L i N jako testu ciągłości wejścia.

3. Wybierz gałąź

Przerwa → sprawdź wskazany element osobno. Tor ciągły → przejdź do prostownika i szyny DC; to jeszcze nie dowód sprawności zasilacza.

Przerwa



Tor ciągły



Nie rób tego

Nie wymieniaj PWM wyłącznie dlatego, że urządzenie nie reaguje. Nie uruchamiaj płytki ze znalezionym zwarciem.

Następny krok

Zapisz pierwszy nieciągły odcinek. Jeżeli go nie ma, wybierz mapę diagnostyki mostka.

Źródła: [1].

Mapa 002 • Wejście AC

Przerywający przewód

Urządzenie wcześniej gasło po poruszeniu przewodem. Odtwarzaj objaw wyłącznie bez zasilania.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Odizoluj przewód

Odłącz przewód od sieci i urządzenia. Obejrzyj wtyczkę, odgiętki oraz izolację; przecięcia lub nadtopienia kwalifikują przewód do wymiany.

2. Sprawdź każdą żyłę

W trybie ciągłości połącz sondy z odpowiadającymi sobie stykami obu końców. Delikatnie zginaj odgiętki; obserwuj także odczyt rezystancji.

3. Oceń stabilność

Zanik ciągłości lub skoki przy nieruchomych sondach wskazują uszkodzenie żyły albo zakończenia. Stabilny wynik nie potwierdza wytrzymałości izolacji.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie szukaj przerwy przez zginanie przewodu pod napięciem. Nie naprawiaj uszkodzonej izolacji samą taśmą.

Następny krok

Wymień wadliwy przewód na zgodny z urządzeniem. Przy przewodzie zamontowanym na stałe uwzględnij odciążenie mechaniczne i kontrolę ochrony.

Źródła: [1].

Mapa 003 • Wejście AC

Uszkodzone gniazdo

Wtyk siedzi luźno, a urządzenie działało nieregularnie. Ustal, czy problem dotyczy gniazda, czy jego połączeń.





Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Obejrzyj mocowanie

Sprawdź pęknięcia korpusu, nadtopienia, cofnięte styki oraz luty. Wtyk próbny wkładaj tylko przy całkowitym odłączeniu zasilania.

2. Sprawdź przejście

Omomierzem mierz między konkretnym stykiem gniazda a odpowiadającym mu polem lub końcem przewodu. Nie zwieraj sondą sąsiednich styków.

3. Rozdziel przyczyny

Przerwa wewnątrz gniazda → wymień gniazdo. Przerwa między wyprowadzeniem a ścieżką → oceń lut i stan pola przed naprawą.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie doginaj wypalonych styków jako naprawy. Brzęczyk multimetru nie potwierdza poprawnego działania złącza przy obciążeniu.

Następny krok

Zastosuj zgodny element o wymaganym mocowaniu i parametrach. Przed uruchomieniem sprawdź połączenia oraz wymagane dla urządzenia środki ochronne.

Źródła: [1].

Mapa 004 • Wejście AC

Niesprawny wyłącznik

Po zmianie położenia wyłącznika urządzenie nie reaguje. Sprawdź rzeczywiste styki, bez zgadywania ich układu.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Rozpoznaj sekcje

Zidentyfikuj oznaczenia i schemat wyłącznika. Zaciski podświetlenia nie muszą być zaciskami styków; odłącz przewody po ich udokumentowaniu.

2. Zmierz każdy tor

Użyj omomierza między zaciskami jednej sekcji. Porównaj stan wyłączenia i załączenia, wykonując kilka spokojnych przełączeń bez zasilania.

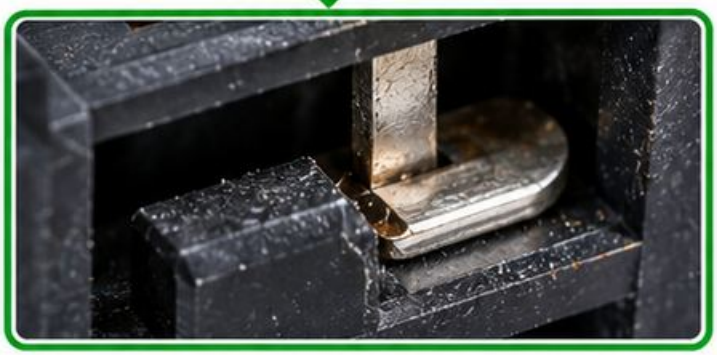
3. Oceń wynik

Brak zmiany, niestabilne przejście albo przerwa w pozycji załączenia wskazują wadliwy styk. Każdą sekcję wielobiegunową oceń oddzielnie.

Wadliwy styk



Sprawny styk



Nie rób tego

Nie mostkuj wyłącznika na próbę. Nie przyjmuj jednakowego rozkładu zacisków dla podobnych obudów.

Następny krok

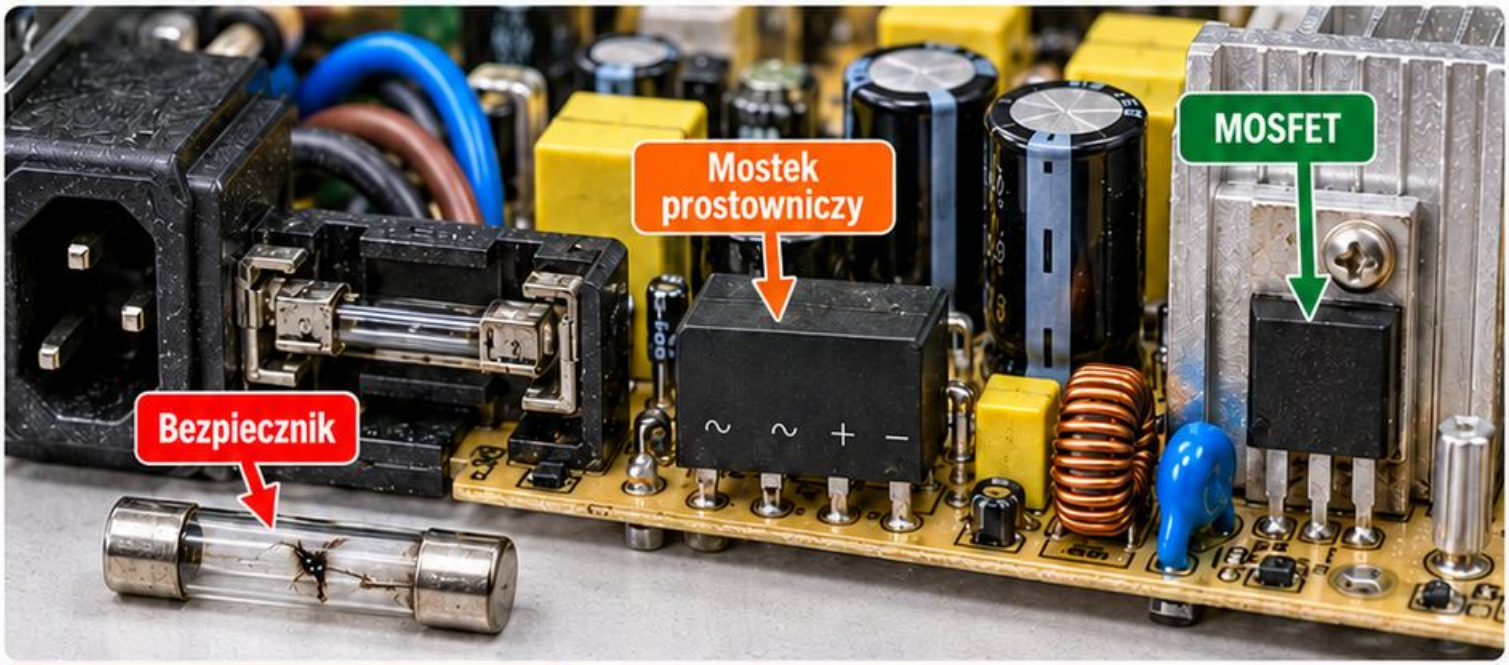
Wymień wadliwy element według dokumentacji urządzenia, uwzględniając liczbę torów, obciążalność i sposób montażu. Następnie sprawdź ciągłość całego wejścia.

Źródła: [1].

Mapa 005 • Wejście AC

Przepalony bezpiecznik

Przerwa w bezpieczniku jest objawem. Znajdź przyczynę przed wymianą.



Warunek testu

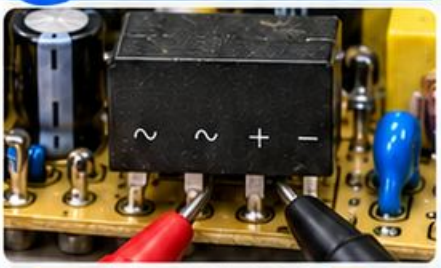
Zasilacz odłączony. Kondensatory rozładowane.
Brak napięcia potwierdzony.

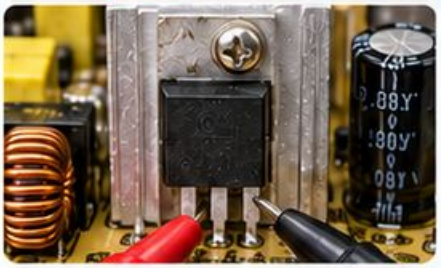
1. Potwierdź przerwę



Sprawdź ciągłość bezpiecznika. Uwzględnij równoległe ścieżki na płytce; w razie niejasności odłącz jedną końcówkę.

2. Szukaj zwarcia





Sprawdź mostek, szynę DC i MOSFET. Podejrzany odczyt potwierdź po odizolowaniu elementu od obwodu.

3. Podejmij decyzję



Zwarcie potwierdzone

→ usuń przyczynę i sprawdź elementy współpracujące.

Brak zwarcia

→ sprawdź wejście, ślady przepięcia i obwód ograniczenia prądu rozruchowego.

Nie rób tego

Nie zwieraj bezpiecznika.
Nie zwiększaj jego prądu znamionowego.

Następny krok

Dobierz bezpiecznik według dokumentacji: typ, prąd, napięcie i zdolność wyłączania. Uruchom dopiero po kontroli całego toru.

Mapa 006 • Wejście AC

Ponowne przepalenie bezpiecznika

Nowy bezpiecznik ponownie się przepalił. Przerwij próby; kolejna wymiana nie usuwa przyczyny nadmiernego prądu.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Sprawdź dobór

Porównaj oznaczenia bezpiecznika z dokumentacją: charakterystykę, prąd, napięcie i zdolność wyłączania. Sam zgodny prąd nie wystarcza.

2. Zlokalizuj zwarcie

Omomierzem sprawdź szynę DC między jej biegunami; mostek i klucz zbadaj w trybie diody. Uwzględnij ładowanie kondensatorów przez miernik.

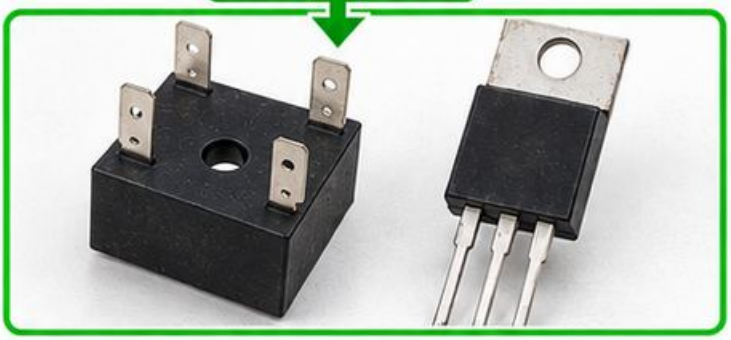
3. Potwierdź podejrzenie

Podejrzany element odizoluj od obwodu i powtórz pomiar. Zwarcie potwierdzone → sprawdź również elementy współpracujące oraz ograniczenie prądu rozruchowego.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie zwiększaj wartości bezpiecznika. Nie włączaj układu ze zwarciem ani z usuniętymi zabezpieczeniami.

Następny krok

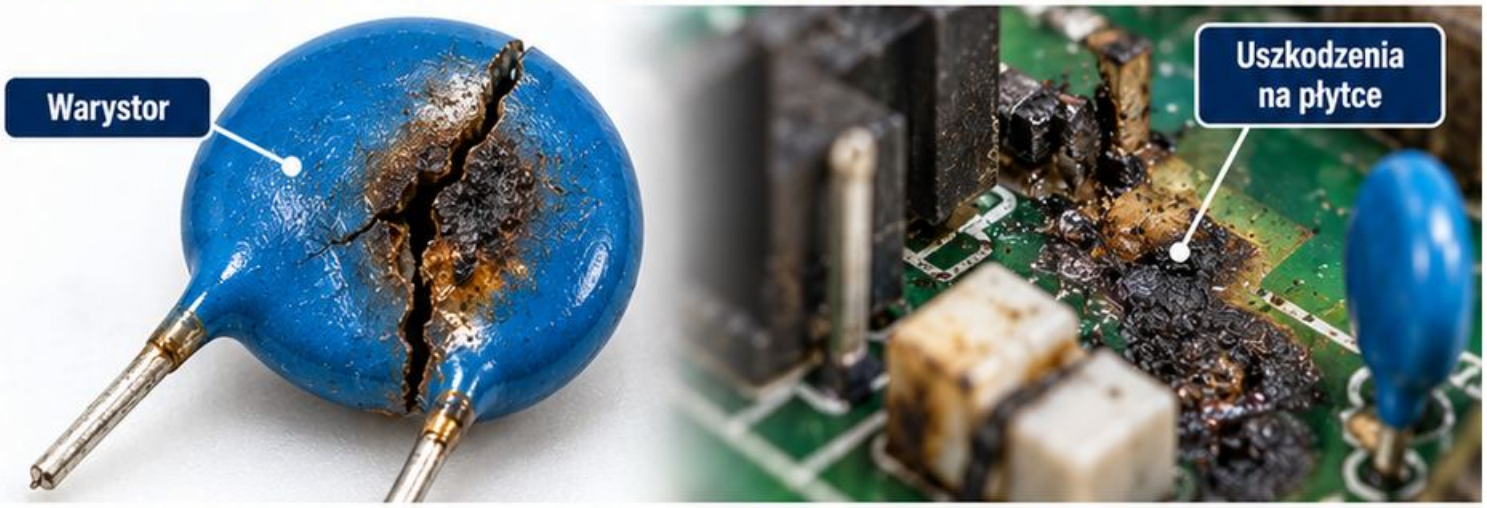
Usuń ustaloną przyczynę. Przed kontrolowanym uruchomieniem odtwórz zabezpieczenia i wykonaj pełną kontrolę montażu, izolacji oraz toru wejściowego.

Źródła: [1].

Mapa 007 • Wejście AC

Uszkodzony warystor

Warystor jest pęknięty, osmolony lub podejrzany po przepięciu. Zbadaj także sąsiednie elementy wejścia.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Odczytaj oznaczenie

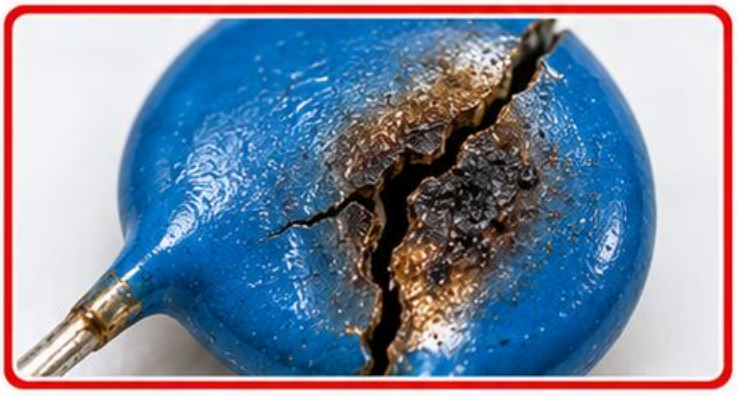
Ustal typ i miejsce włączenia ze schematu. Podobny kolor lub średnica nie potwierdzają zgodności parametrów ochrony.

2. Sprawdź zwarcie

Odłącz jedną końcówkę i zmierz rezystancję między wyprowadzeniami. Niska rezystancja wymaga wyjaśnienia; wynik OL nie potwierdza napięcia ograniczania.

3. Podejmij decyzję

Pęknięty lub zwęglony element wymień zgodnie z dokumentacją. Sprawdź bezpiecznik, mostek oraz ewentualne zabezpieczenie termiczne warystora.





Nie rób tego

Nie uruchamiaj urządzenia z usuniętym warystorem. Nie sprawdzaj napięcia zadziałania za pomocą prowizorycznego źródła sieciowego.

Następny krok

Dobierz zatwierdzony zamiennik i oceń uszkodzenia po przepięciu. Pomiar specjalistyczny wykonuj tylko według procedury producenta.

Źródła: [1], [11].

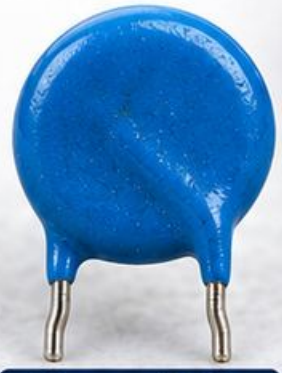
Mapa 008 • Wejście AC

Przerwany NTC

Brak przejścia przez ogranicznik rozruchu może odcinać zasilanie prostownika. Najpierw potwierdź rodzaj elementu.



NTC



Warystor (MOV)



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Rozpoznaj ogranicznik

Odczytaj oznaczenie i prześledź połączenie szeregowe. Nie myl NTC z warystorem włączonym równolegle do wejścia.

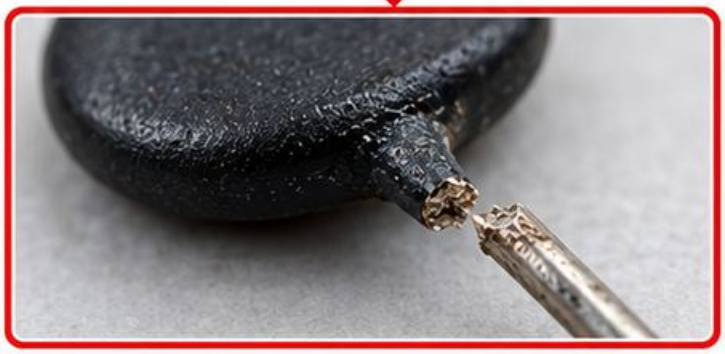
2. Zmierz na zimno

Po ostygnięciu odizoluj jedną końcówkę. Zmierz rezystancję między wyprowadzeniami; porównaj ją z kartą konkretnego elementu i temperaturą pomiaru.

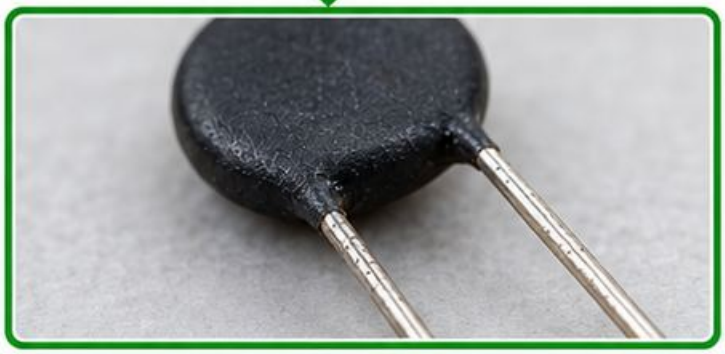
3. Oceń przyczynę

Przerwa potwierdza uszkodzenie toru. Zanim wymienisz NTC, sprawdź zwarcia za ogranicznikiem oraz ewentualny układ jego obejścia.

Przerwa



Tor ciągły



Nie rób tego

Nie zwieraj NTC przewodem. Nie dobieraj zamiennika wyłącznie według średnicy; rezystancja i dopuszczalny prąd nie opisują wszystkich wymagań.

Następny krok

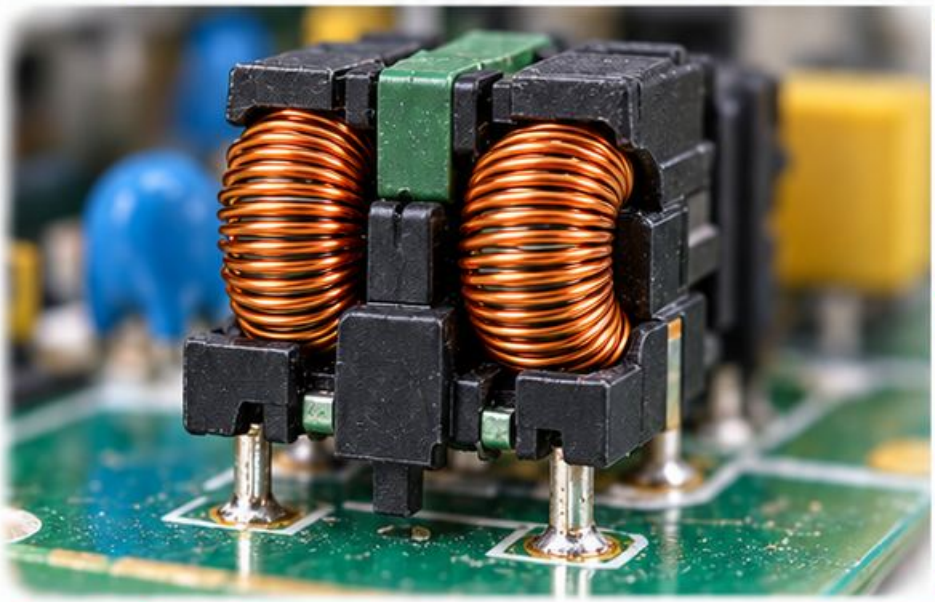
Sprawdź zgodność zamiennika z prądem pracy, energią rozruchu i warunkami chłodzenia określonymi w dokumentacji. Dopiero potem zaplanuj kontrolowane uruchomienie.

Źródła: [1], [12].

Mapa 009 • Wejście AC

Przerwa w filtrze EMI

Tor wejściowy urywa się w obszarze filtra. Sprawdź osobno każde uzwojenie i każde połączenie.







Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Prześledź przewody

Rozpoznaj wejście i wyjście obu torów dławika według ścieżek lub dokumentacji. Nie wnioskuj o parowaniu wyprowadzeń z ich położenia.

2. Zmierz ciągłość

Omomierzem sprawdź końce tego samego uzwojenia oraz połączenia z płytką. Nie oczekuj ciągłości pomiędzy niezależnymi uzwojeniami.

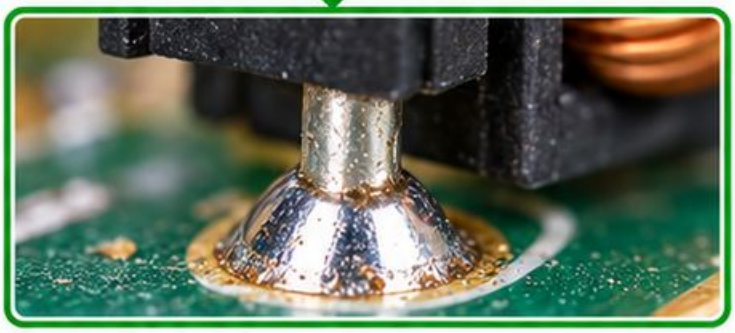
3. Rozdziel usterki

Przerwa uzwojenia → wymień dławik na zgodny.
Przerwa lutu → sprawdź pole i napraw połączenie.
Ciągłość nie potwierdza parametrów filtracji ani izolacji.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie omijaj filtra mostkami. Nie zastępuj kondensatorów przeciwzakłóceniowych przypadkowymi kondensatorami o podobnej pojemności.

Następny krok

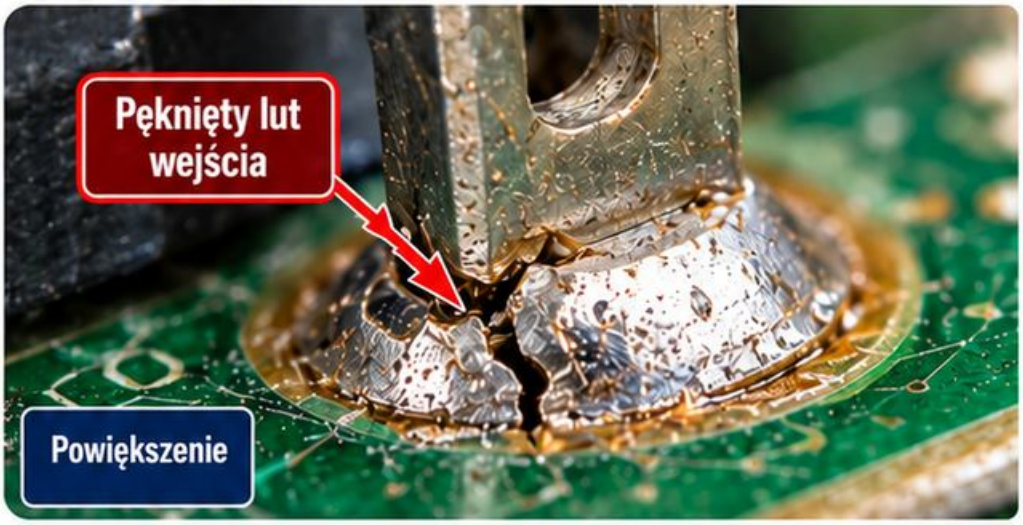
Odtwórz tor według dokumentacji. Skontroluj wymagany typ elementów bezpieczeństwa oraz odstępy izolacyjne przed dalszą diagnostyką.

Źródła: [1].

Mapa 010 • Wejście AC

Pęknięty lut wejścia

Zasilacz wcześniej reagował na poruszenie wtykiem. Obejrzyj połączenia mechanicznie obciążonych elementów wejścia.







Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Znajdź pęknięcie

W powiększeniu szukaj pierścienia wokół wyprowadzenia, ruchomego pola i odspojonej ścieżki. Sprawdź gniazdo, wyłącznik oraz ciężkie elementy.

2. Zmierz odcinek

Omomierzem połącz wyprowadzenie z dalszym punktem tej samej ścieżki. Delikatny nacisk wykonuj narzędziem izolacyjnym, wyłącznie na odłączonej płytce.

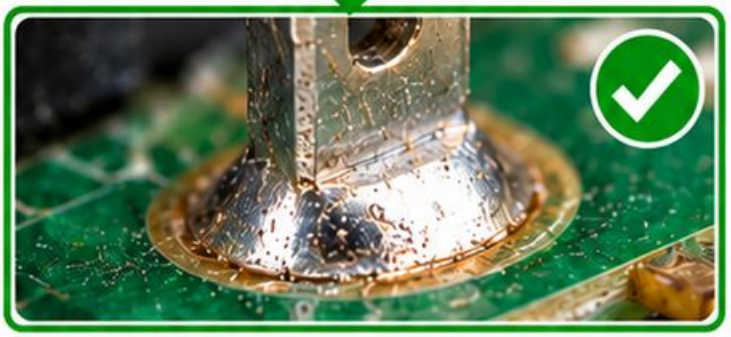
3. Oceń naprawialność

Zmienny odczyt wskazuje niestabilne połączenie. Przed lutowaniem sprawdź stan pola; oderwane pole wymaga odtworzenia połączenia zgodnie z konstrukcją.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie maskuj pęknięcia dużą kroplą lutu. Nie poruszaj płytką pod napięciem, aby odtworzyć objaw.

Następny krok

Po naprawie usuń pozostałości procesu, sprawdź brak mostków i potwierdź stabilną ciągłość. Usuń przyczynę naprężeń, aby usterka nie wróciła.

Źródła: [1].

Mapa 011 • Wejście AC

Zwęglona ścieżka

Czarny ślad na płytce może oznaczać uszkodzenie laminatu i izolacji. Nie ograniczaj naprawy do przywrócenia przewodzenia.





Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Oceń zasięg

Po bezpiecznym przygotowaniu obejrzyj obie strony płytki. Ustal, czy zwęglenie sięga bariery izolacyjnej, pól sąsiednich lub otworów.

2. Sprawdź połączenia

Omomierzem zbadaj ciągłość uszkodzonej ścieżki oraz niezamierzone przejścia między rozdzielonymi obwodami. Zwykły multimetr nie potwierdza wytrzymałości izolacji.

3. Wstrzymaj uruchomienie

Zwęglony laminat lub naruszona bariera → zastosuj zatwierdzoną procedurę naprawy albo wymień płytkę. Najpierw znajdź źródło przegrzania lub łuku.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie przykrywaj zwęglenia cyną ani lakierem. Nie dobieraj przewodu zastępczego bez oceny obciążalności i funkcji uszkodzonego toru.

Następny krok

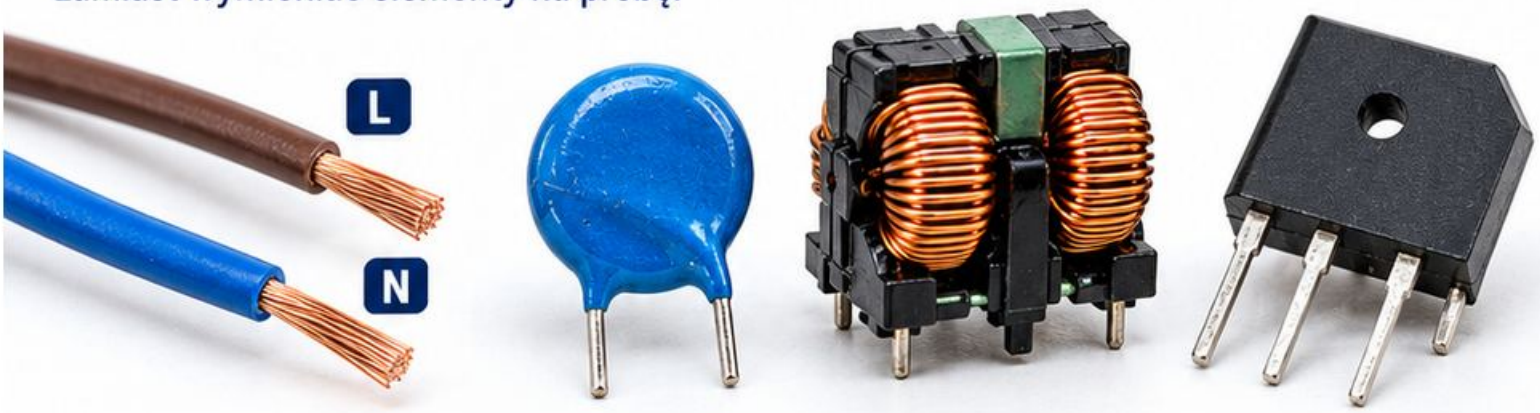
Przekaż płytkę do oceny, jeśli nie można potwierdzić izolacji. Naprawę dopuść dopiero po wymaganych kontrolach bezpieczeństwa.

Źródła: [1].

Mapa 012 • Wejście AC

Zwarcie na wejściu

Zabezpieczenie wejściowe zadziałało lub miernik wskazuje małą rezystancję. Ustal gałąź, zamiast wymieniać elementy na próbę.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Wybierz punkty

Mierz rezystancję między L i N po stronie urządzenia, przy stanie wyłącznika zgodnym ze schematem. Zapisz kierunek sond i zmianę odczytu.

2. Oddziel gałęzie

Odłączaj zidentyfikowane gałęzie według dokumentacji: ochronę przepięciową, filtr i prostownik. Po każdej zmianie powtórz pomiar w tych samych punktach.

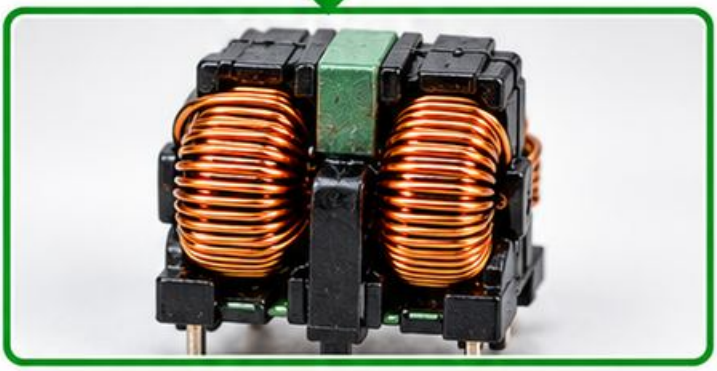
3. Potwierdź element

Stała mała rezystancja wymaga lokalizacji; początkowo niski, rosnący odczyt może wynikać z ładowania kondensatorów. Podejrzany element sprawdź poza wpływem równoległych torów.

Zwarcie potwierdzone



Gałąź prawidłowa



Nie rób tego

Nie uznawaj samego brzęczyka za dowód zwarcia. Nie podłączaj zasilania w celu sprawdzenia, co zacznie się grzać.

Następny krok

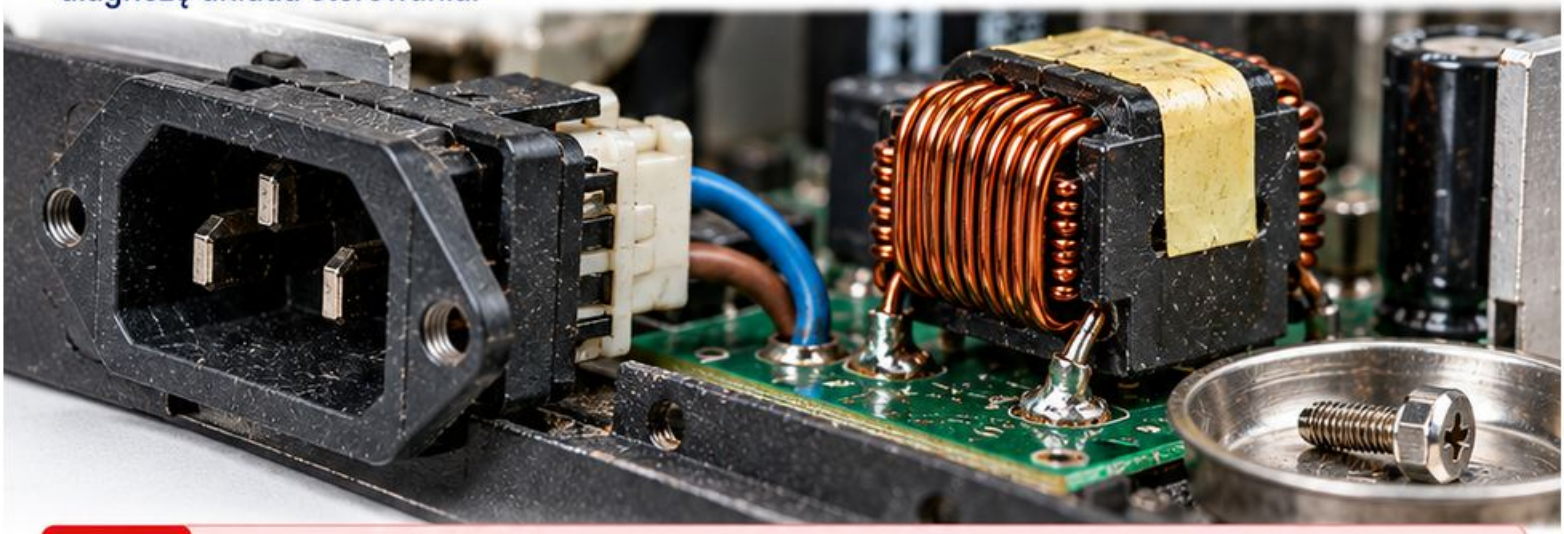
Usuń potwierdzoną usterkę, odtwórz wszystkie połączenia i zabezpieczenia. Ponownie sprawdź wejście oraz szynę DC przed planowaniem uruchomienia.

Źródła: [1].

Mapa 013 • Wejście AC

Awaria po transporcie

Urządzenie przestało działać po przewozie. Szukaj uszkodzeń mechanicznych, zanim rozpoczniesz diagnozę układu sterowania.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany, zgodnie z procedurą serwisową. Potwierdź brak napięcia przed użyciem omomierza.

1. Obejrzyj mocowania

Sprawdź ciężkie elementy, radiatory, złącza, dystanse i przewody. Szukaj oderwanych części, śladów uderzeń oraz kontaktu płytki z obudową.

2. Sprawdź wskazany tor

Omomierzem zbadaj ciągłość podejrzanego połączenia między jego końcami. Odłącz złącze, jeśli równoległe ścieżki utrudniają ocenę; udokumentuj jego orientację.

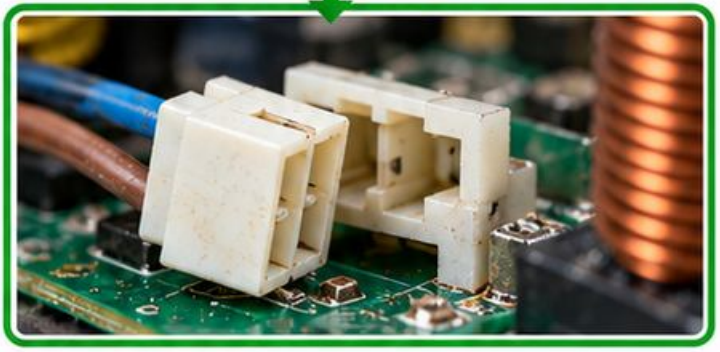
3. Oceń bezpieczeństwo

Luźna część metalowa, pęknięty laminat lub naruszona izolacja → wstrzymaj uruchomienie. Stabilna ciągłość przewodu nie wyklucza uszkodzenia jego izolacji.

Nie rób tego



Następny krok



Nie rób tego

Nie uruchamiaj urządzenia z luźnym radiatorem ani usuniętą osłoną ochronną. Nie wciskaj złącza bez sprawdzenia styków i klucza.

Następny krok

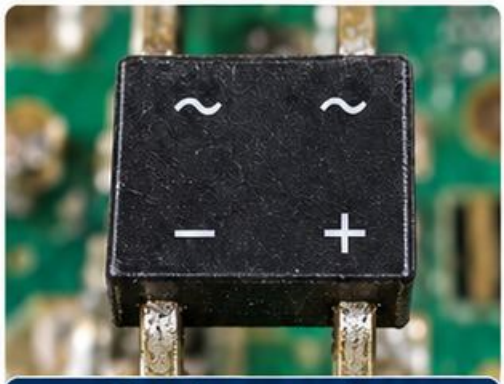
Przywróć mocowanie według dokumentacji. Skontroluj izolatory, przewód ochronny tam, gdzie występuje, oraz odstępy; potem wróć do mapy właściwego objawu.

Źródła: [1].

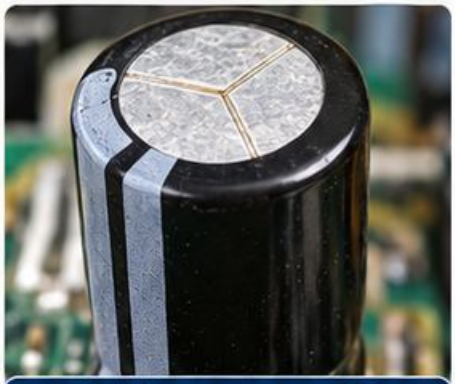
Moduł 02

Prostownik i szyna DC

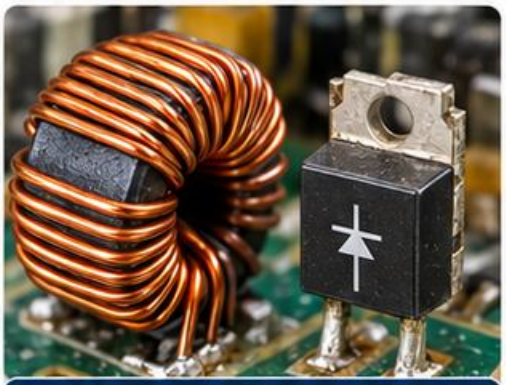
Oddziel drogę prostowania od magazynowania energii i aktywnego podwyższania napięcia.



Mostek prostowniczy



Kondensator szyny DC



Cewka i dioda boost PFC

W tym module

Rozpoznasz zwarcie, przerwę i niesymetrię mostka prostowniczego.

Sprawdzisz kondensator szyny oraz jego połączenia i obwód rozładowania.

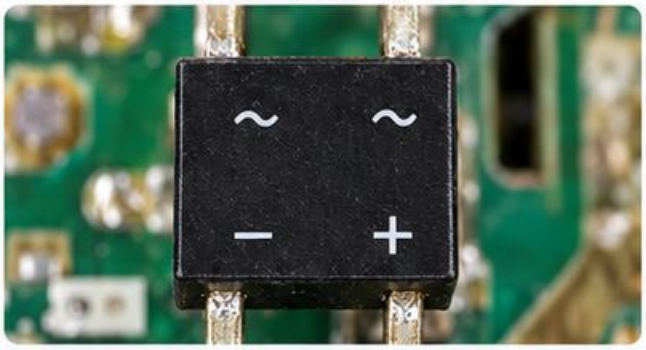
Rozdzielisz usterkę boost PFC od braku warunków jego uruchomienia.

Kolejność pracy

Rozpoznaj topologię → Odłącz → Rozładuj kontrolowanie → Potwierdź brak napięcia → Zmierz → Zinterpretuj

1 Tor prostowania

Rozpoznaj mostek prostowniczy oraz jego cztery wyprowadzenia. Sprawdź, czy nie ma zwarcia, przerwy ani niesymetrii.



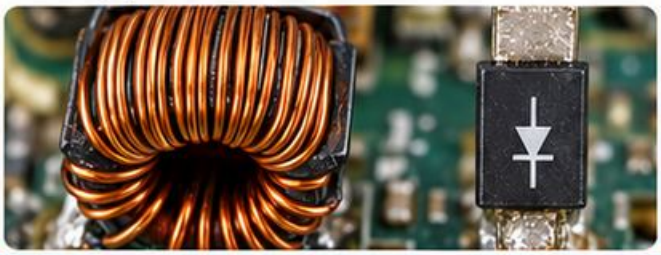
2 Szyna DC i magazynowanie

Sprawdź kondensator szyny, jego połączenia i obwód rozładowania. Upewnij się, że nie ma przerwy ani uszkodzeń.



3 Obwód boost PFC

Sprawdź cewkę, diodę i element kluczujący. Rozdziel usterkę boost PFC od braku warunków jego uruchomienia.



Uwaga

Minus szyny pierwotnej nie jest PE. Dobieraj odniesienie według schematu.

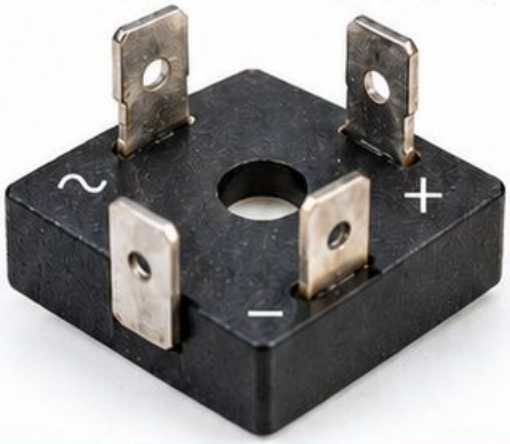
Zapisuj

Zapisuj napięcie wejściowe, obciążenie i tryb pracy.

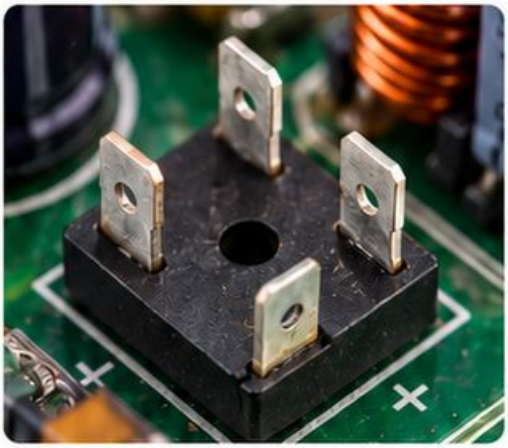
Źródła: [1], [6], [13].

Zwarcie mostka

Przepalony bezpiecznik i mała rezystancja szyny mogą wskazywać mostek, lecz wymagają rozdzielenia równoległych gałęzi.



Mostek

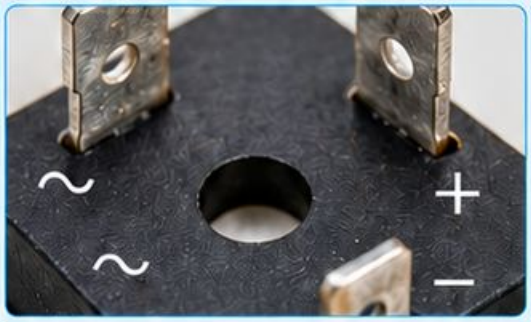


Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

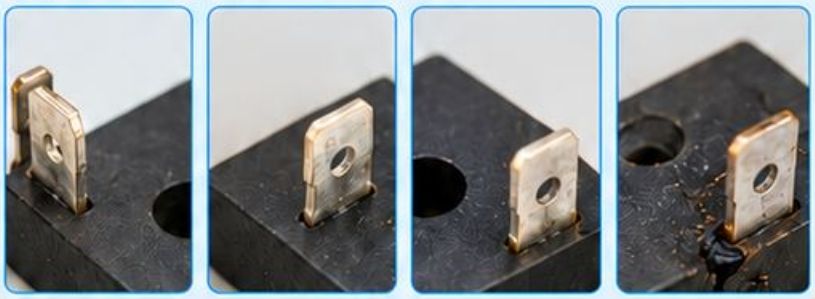
1. Rozpoznaj zaciski

Ustal oznaczenia AC, plus i minus na obudowie oraz w dokumentacji. Nie przyjmuj układu wyprowadzeń według kształtu mostka.



2. Sprawdź cztery diody

Po odizolowaniu mostka użyj testu diody. Każde złącze zmierz w obu kierunkach, zgodnie z jego orientacją na schemacie.



3. Potwierdź zwarcie

Przewodzenie złącza w obu kierunkach wskazuje uszkodzenie, jeśli wykluczono równoległe ścieżki. Sprawdź też kondensator szyny i klucz przetwornicy.



Nie rób tego

Nie oceniaj mostka wyłącznie pomiarem między jego wyjściami. Nie wstawiaj kolejnego bezpiecznika przed usunięciem zwarcia.

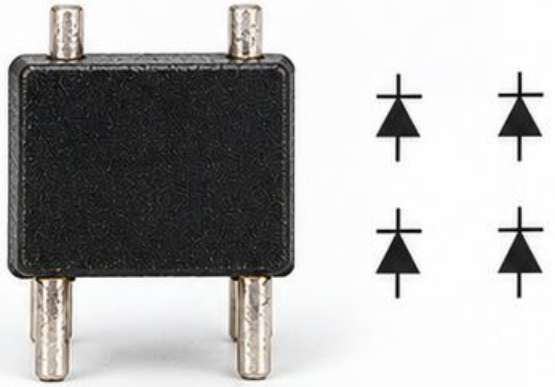
Następny krok

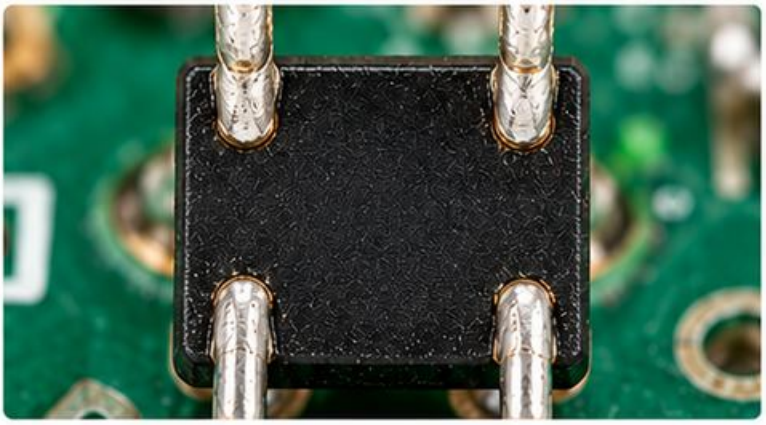
Dobierz mostek według parametrów i chłodzenia przewidzianych przez producenta. Po montażu sprawdź polaryzację oraz brak zwarcia szyny.

Źródła: [1].

Przerwa jednej diody

Zasilacz może działać przy małym obciążeniu, a pod większym tracić napięcie. Podejrzana jest utrata jednej drogi prostowania.





Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

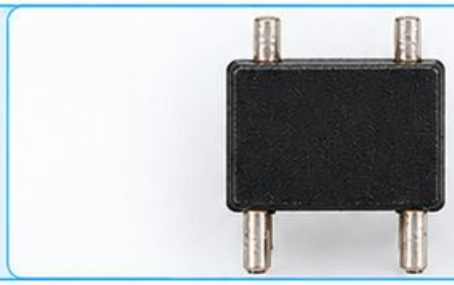
1. Odizoluj mostek

Zidentyfikuj cztery złącza na schemacie. Odłącz element tak, aby kondensator i pozostały obwód nie tworzyły alternatywnych dróg pomiaru.



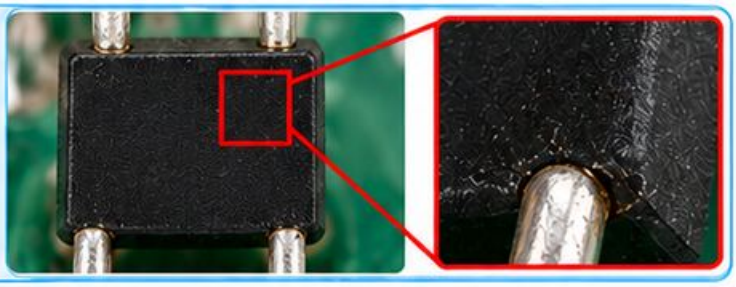
2. Sprawdź kierunki

Testem diody zbadaj każde złącze w kierunku przewodzenia i zaporowym. Porównuj odpowiadające sobie złącza w tych samych warunkach.



3. Wskaż przerwę

Brak przewodzenia w obu kierunkach jednego złącza wymaga potwierdzenia styku sond i zakresu miernika. Pozostałe diody mogą nadal przewodzić prawidłowo.



Nie rób tego

Nie uznawaj obecności napięcia DC za dowód sprawności całego mostka. Nie przyjmuj jednego uniwersalnego spadku napięcia diody.

Następny krok

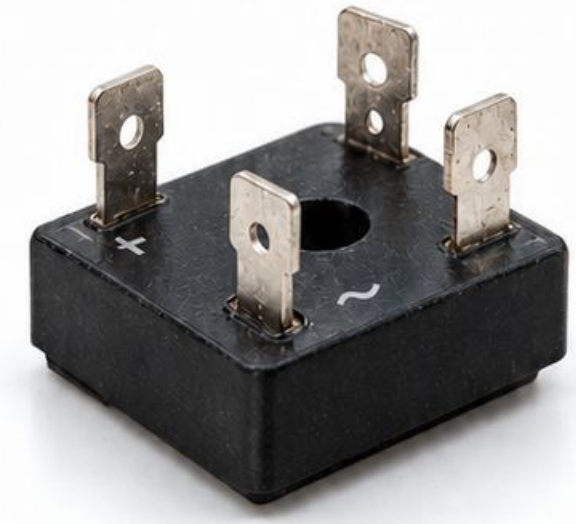
Po potwierdzeniu wymień mostek zgodnie z dokumentacją. Sprawdź kondensator szyny, który mógł pracować przy zwiększonych tętnieniach.

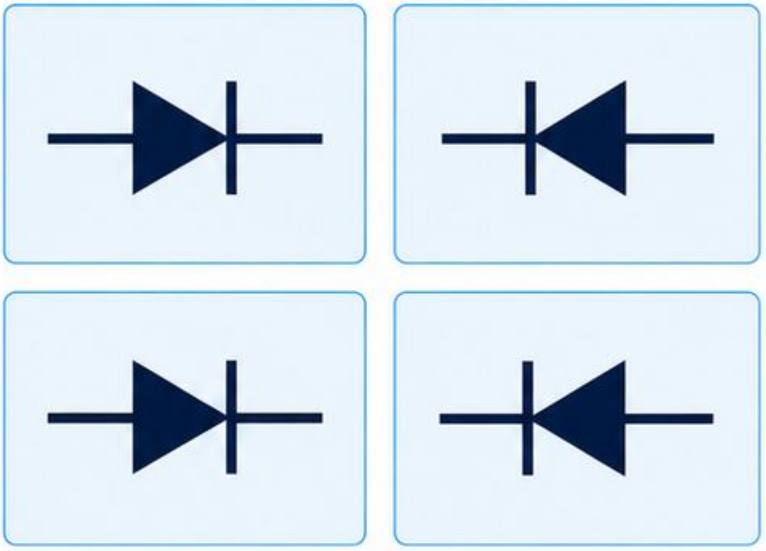
Źródła: [1].

Mapa 016 • Prostownik i szyna DC

Niesymetryczny mostek

Jedno złącze daje inny odczyt niż pozostałe. Najpierw wyklucz wpływ obwodu i warunków pomiaru.





Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Ustal jednakowe warunki

Odizoluj mostek, oczyść punkty kontaktu sond i poczekaj na wyrównanie temperatury. Sprawdź, czy porównujesz ten sam kierunek złączy.



2. Zapisz wyniki

W trybie diody zmierz wszystkie cztery złącza w obu kierunkach. Zapisz polaryzację sond oraz wskazanie, zamiast opierać się na pamięci.



3. Oceń odchylenie

Wyraźnie odmienny wynik powtórz. Zwarcie lub przerwa są rozstrzygające; sam niewielki rozrzut spadków nie dowodzi uszkodzenia bez danych producenta.



Nie rób tego

Nie porównuj odczytu rozgrzanego złącza z zimnym. Test multimetrem nie potwierdza zachowania mostka pod pełnym napięciem i obciążeniem.

Następny krok

Jeśli wynik pozostaje niejednoznaczny, zastosuj procedurę producenta. Sprawdź również luty, chłodzenie i połączenia AC przed decyzją o wymianie.

Źródła: [1].

Brak napięcia szyny

Odczyt zerowy na szynie nie wskazuje automatycznie uszkodzonego kondensatora. Zweryfikuj punkty i ciągłość drogi ładowania.



Mostek prostowniczy



Kondensator szyny (prosty)



Kondensator szyny (PFC)

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Wyznacz szynę

Ustal właściwe zaciski kondensatora. W układzie PFC rozróżnij wyjście mostka od wyjścia przetwornicy podwyższającej.



Wyjście mostka (szyna prosta)



Wyjście przetwornicy podwyższającej (PFC)

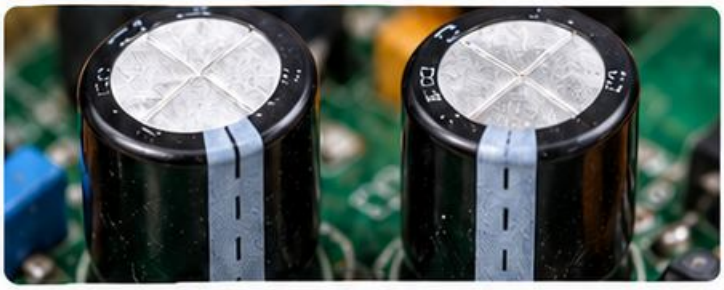


2. Sprawdź bez zasilania

Omomierzem zbadaj wejście, luty i połączenia do prostownika. Testem diody sprawdź mostek oraz elementy drogi ładowania właściwe dla topologii.

3. Oceń zapis pomiaru

Pomiar DC wykonuje się między biegunami odpowiedniego kondensatora, nie względem PE. Brak napięcia przy ciągłym torze wymaga weryfikacji warunków zasilania i zabezpieczeń.



Nie rób tego

Nie zakładaj, że zero na wyświetlaczu oznacza bezpieczną płytkę. Sprawdź działanie miernika i brak napięcia we wszystkich magazynach energii.

Następny krok

Po usunięciu przerwy zaplanuj pomiar zgodny z procedurą. Nie uruchamiaj układu ze zwarciem ani niekompletnymi zabezpieczeniami.

Źródła: [1], [13].

Zaniżone napięcie szyny

Za niska szyna może wynikać z wejścia, prostowania, obciążenia lub nieaktywnego PFC. Najpierw rozpoznaj topologię.



Mostek prostowniczy



Kondensator szyny DC



Dławik PFC



Tranzystor PFC

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Zapisz warunki

Porównuj wyniki przy określonym napięciu wejściowym i obciążeniu. Ustal, czy PFC powinno pracować w danym trybie urządzenia.

2. Sprawdź tor bierny

Bez zasilania zbadaj mostek, połączenia kondensatora oraz drogę ładowania. Wyklucz przerwę jednej diody i nadmierne obciążenie dalszego stopnia.

3. Wybierz gałąź

Pomiar DC odnosi się do minusa właściwej szyny. Spadek zależny od obciążenia kieruje do prostowania i pojemności; brak podwyższania przy wymaganej pracy PFC kieruje do jego sterowania.

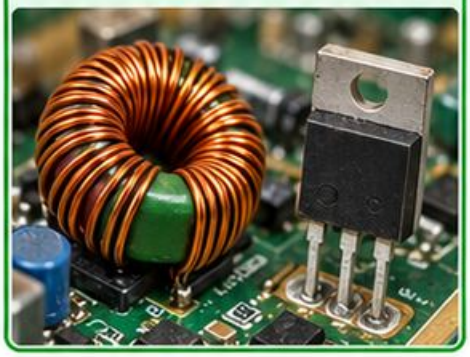
Spadek zależny od obciążenia

Sprawdź prostowanie i pojemność



Brak podwyższania przy wymaganej pracy PFC

Sprawdź sterowanie PFC



Nie rób tego

Nie porównuj każdego zasilacza z jednym napięciem wzorcowym. Sam odczyt średni nie ujawnia wielkości tętnień.

Następny krok

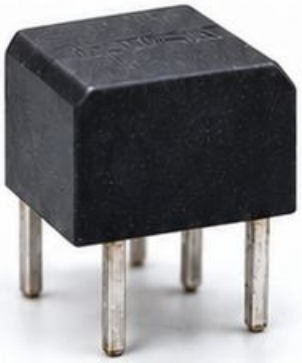
Wymagany pomiar podczas pracy wykonuj według procedury serwisowej i parametrów przyrządu. Zanotuj napięcie wejścia, obciążenie oraz minimum szyny.

Źródła: [1], [13].

Nadmierne tętnienia szyny

Multimetr pokazuje napięcie, lecz urządzenie resetuje się pod obciążeniem. Sprawdź kształt szyny, zamiast oceniać samą średnią.

Przebiegi poglądowe — bez skali liczbowej.

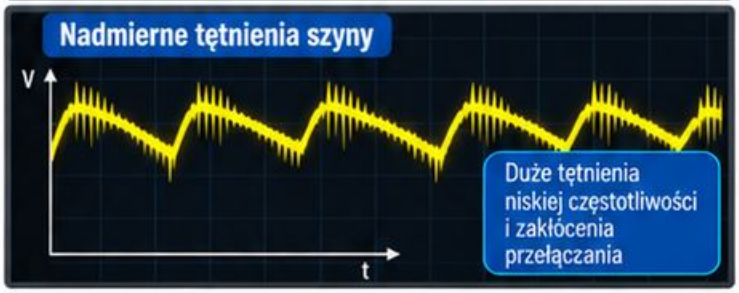


Prostownik mostkowy



Kondensator szyny DC





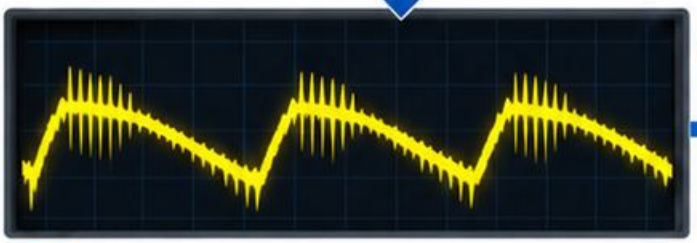
Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Przygotuj pomiar

Po kontroli bez zasilania podłącz odpowiednią sondę różnicową do biegunów kondensatora. Sprawdź zakres różnicowy, wspólny i dopuszczalne przepięcia.



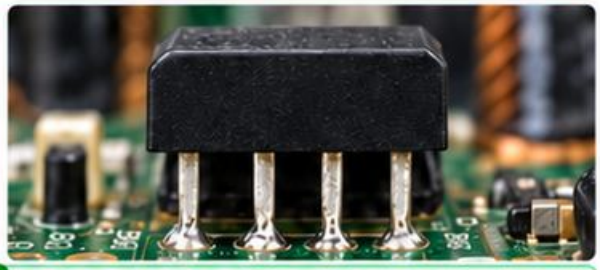


2. Zapisz przebieg

Przy pracy zgodnej z procedurą zanotuj wejście, obciążenie, pasmo i sprzężenie oscyloskopu. Rozdziel wolne tętnienia od zakłóceń przełączania.

3. Powiąż przyczynę

Brak części impulsów doładowania kieruje do prostownika. Nadmierny spadek między impulsami wymaga sprawdzenia pojemności, obciążenia i połączeń; w PFC także regulacji.



Nie rób tego

Nie łącz masy zwykłej sondy z minusem szyny pierwotnej. Nie usuwaj uziemienia oscyloskopu i nie oceniaj amplitudy bez sprawdzenia skali.

Następny krok

Po odłączeniu i potwierdzonym rozładowaniu zbadaj wskazane elementy. Po naprawie powtórz pomiar w identycznych warunkach.

Źródła: [1], [6].

Uszkodzony kondensator główny

Wybrzuszenie, wyciek albo zwiększone tętnienia wymagają oceny kondensatora. Prawidłowy wygląd nie potwierdza jego sprawności.



Wybrzuszony zawór bezpieczeństwa



Wyciek i uszkodzone uszczelnienie



Prawidłowy wygląd (nie potwierdza sprawności)

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Obejrzyj element

Sprawdź obudowę, zawór bezpieczeństwa, uszczelnienie i ślady temperatury. Zidentyfikuj parametry oraz polaryzację z oznaczenia i dokumentacji.



2. Zmierz poza obwodem

Po odizolowaniu końcówki zmierz pojemność odpowiednim zakresem. ESR oceniaj przy częstotliwości określonej dla metody i elementu; wynik porównuj z dokumentacją.





3. Oceń ograniczenia

Zaniżona pojemność lub niewłaściwa ESR wskazują problem. Sam poprawny wynik niskonapięciowy nie potwierdza upływności przy napięciu pracy ani dopuszczalnego prądu tętnień.



Nie rób tego

Nie zwieraj końcówek śrubokrętem. Nie dobieraj zamiennika wyłącznie według pojemności i wymiarów.

Następny krok

Uwzględnij napięcie, prąd tętnień, temperaturę, trwałość oraz mocowanie zamiennika. Sprawdź polaryzację i przyczynę przeciążenia przed uruchomieniem.

Źródła: [1], [3].

Przerwa połącznia kondensatora

Kondensator może być sprawny, choć nie jest skutecznie połączony z szyną. Sprawdź oba wyprowadzenia i dalszy tor.

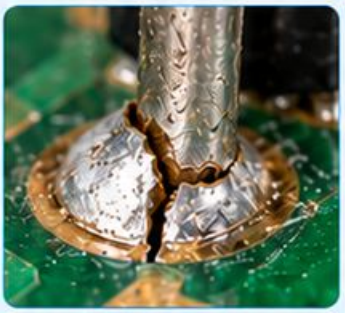


Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Obejrzyj płytkę

Szukaj pękniętego lutu, oderwanego pola i nadpalonego połączenia. W ciężkich kondensatorach sprawdź również mocowanie ograniczające naprężenia.



2. Zmierz połączenia

Omomierzem zmierz od wyprowadzenia plus do dalszego punktu tej samej szyny, potem analogicznie minus. To test ścieżek, nie pomiar między biegunami.

Plus do szyny DC

Plus kondensatora → Szyna dodatnia

Minus do powrotu

Minus kondensatora → Powrót

3. Sprawdź stabiność

Przerwa lub zmienny wynik przy delikatnym nacisku na odłączony element wskazują uszkodzenie połączenia. Nie obciążaj mechanicznie zaworu ani obudowy kondensatora.

Nieprawidłowe połączenie



Prawidłowe połącenie



Nie rób tego

Nie uznawaj napięcia na wyjściu mostka za dowód połączenia kondensatora. Nie mostkuj uszkodzonego pola bez oceny toru i obciążalności.

Następny krok

Napraw połączenie zgodnie z konstrukcją, usuń przyczynę naprężeń i skontroluj izolację. Powtórz oba pomiary ciągłości przed dalszymi testami.

Źródła: [1], [3].

Niesprawny obwód rozładowania

Po odłączeniu szyna długo utrzymuje napięcie. Nie zakładaj, że rezystor rozładowujący zawsze działa lub w ogóle występuje.



Rezystor(i) rozładowania (szeregowo)



Aktywny układ rozładowania



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Zachowaj osłony i użyj sprawdzonego miernika o parametrach odpowiednich do spodziewanego napięcia szyny.

1. Zabezpiecz energię

Odłącz wszystkie źródła. Zmierz napięcie DC między biegunami kondensatora sprawdzonym miernikiem; potraktuj utrzymujący się ładunek jako stan niebezpieczny.



2. Rozładuj kontrolowanie

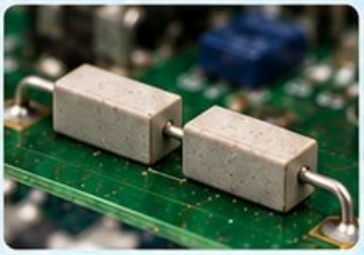
Zastosuj zatwierdzony przyrząd lub procedurę rozładowania o odpowiednich parametrach. Ponownie potwierdź brak napięcia; uwzględnij jego możliwy powrót.

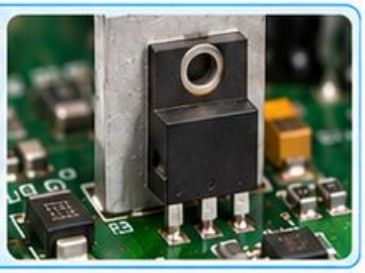




3. Sprawdź obwód

Dopiero teraz omomierzem zbadaj rezystory i połączenia według schematu. W aktywnym układzie rozładowania sprawdź elementy sterujące zgodnie z dokumentacją.





Nie rób tego

Nie zastępuj procedury czekaniem przez umowną liczbę minut. Nie rozładowuj kondensatora zwarciem ani przypadkowym rezystorem.

Następny krok

Wymień uszkodzone części z zachowaniem wymaganych parametrów. Potwierdź działanie układu rozładowania według procedury producenta, bez przyjmowania uniwersalnego czasu.

Źródła: [1], [3].

Brak podwyższania PFC

Szyna ładuje się, lecz nie osiąga wartości regulowanej. Najpierw ustal, czy urządzenie wymaga aktywnego PFC w tym trybie.



Prostownik



Dławik PFC



Dioda boost



Kondensator szyny DC



Klucz PFC



Sterownik PFC

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Rozpoznaj topologię

Mapa dotyczy boost PFC. Ustal ze schematu położenie dławika, diody, klucza i kondensatora; inne układy wymagają własnej procedury.



2. Sprawdź bez zasilania

Zbadaj zwarcia klucza, diodę boost i ciągłość dławika. Sprawdź zasilanie sterownika oraz tor zezwolenia zgodnie z jego dokumentacją.



Dławik [ciągłość]



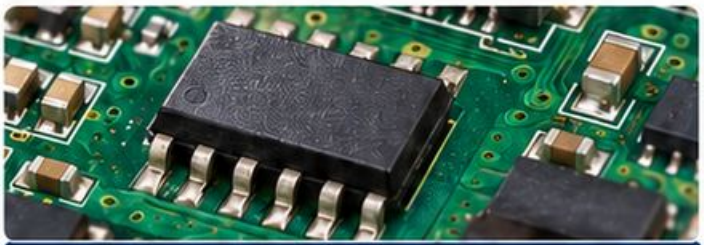
Dioda boost [test diody]



Klucz PFC [sprawdź zwarcia]

3. Rozdziel przyczyny

Brak impulsów może wynikać z braku VCC, niewłaściwych warunków startu lub zabezpieczenia. Samo napięcie po prostowaniu nie potwierdza działania PFC.



Sterownik PFC [zasilanie i tor zezwolenia]

Nie rób tego

Nie wymuszaj pracy przez zwieranie wejść zabezpieczeń. Nie porównuj napięcia szyny z jednym uniwersalnym progiem.

Następny krok

Dalsze pomiary VCC, sterowania i szyny wykonuj według procedury, odpowiednio względem powrotu sterownika, źródła klucza i minusa kondensatora.

Źródła: [1], [13].

Mapa 024 • Prostownik i szyna DC

Niestabilna szyna PFC

Szyna PFC faluje lub cyklicznie zanika. Powiąż zachowanie napięcia z zasilaniem sterownika i obciążeniem dalszego stopnia.

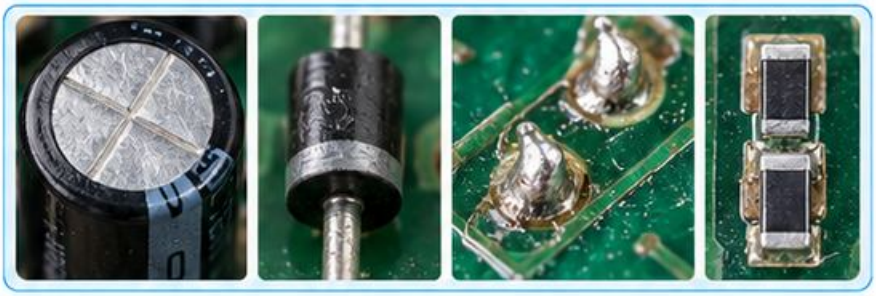


Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Sprawdź elementy bierne

Bez zasilania oceń kondensator szyny, połączenia dzielnika, diodę boost i luty. Wyklucz zwarcie oraz uszkodzenie drogi pomiarowej.



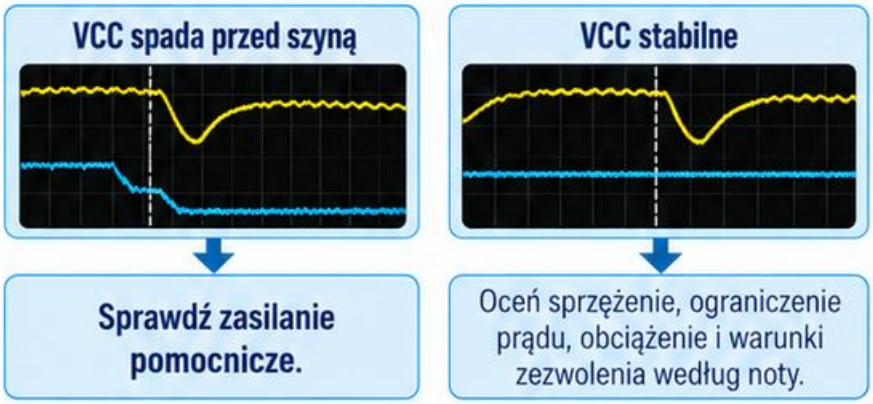
2. Zapisz zależności

W kontrolowanym pomiarze porównaj szynę między biegunami kondensatora z VCC względem powrotu sterownika. Użyj właściwych sond i sprawdź ich zakresy.



3. Wybierz przyczynę

VCC spada przed szyną → sprawdź zasilanie pomocnicze. VCC stabilne → oceń sprzężenie, ograniczenie prądu, obciążenie i warunki zezwolenia według noty.



Nie rób tego

Nie zmieniaj kompensacji na próbę. Wolna zmiana szyny i szum przełączania wymagają osobnej oceny pasma oraz skali czasu.

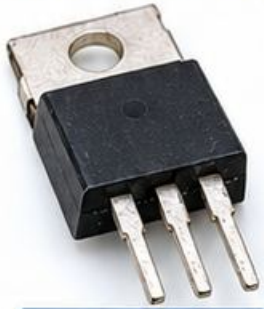
Następny krok

Po ustaleniu przyczyny powtórz zapis przy takim samym wejściu i obciążeniu. Kryteria stabilności przyjmij z dokumentacji konkretnej konstrukcji.

Źródła: [1], [6], [13].

Uszkodzony klucz PFC

Zwarcie klucza może przepalić bezpiecznik i uszkodzić elementy współpracujące. Sam montaż nowego tranzystora nie kończy diagnozy.



Klucz PFC (MOSFET)



Rezystor pomiaru prądu



Rezystor bramki



Dioda boost



Obwody tłumiące

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Rozpoznaj tranzystor

Odczytaj oznaczenie i sprawdź wyprowadzenia w nocie. Poniższy test dotyczy MOSFET-a; inne technologie wymagają właściwej procedury.



2. Sprawdź poza wpływem obwodu

Po odizolowaniu elementu testem diody zbadaj dren–źródło w obu kierunkach. Kontroluj stan bramki zgodnie z procedurą; jej ładunek może zmieniać odczyt.

Stwierdzono zwarcie

Tranzystor przewodzi w obu kierunkach między drenem i źródłem.

Brak zwarcia

Tranzystor nie przewodzi w obu kierunkach (uwzględnij diodę strukturalną).

3. Rozszerz kontrolę

Potwierdzone zwarcie → sprawdź sterowanie bramki, rezystor pomiaru prądu, diodę boost oraz obwody tłumiące. Oceń izolator i mocowanie radiatora.



Nie rób tego

Nie uznawaj przewodzenia diody strukturalnej w jednym kierunku za zwarcie. Nie uruchamiaj stopnia z niesprawnym sterowaniem lub zabezpieczeniem.

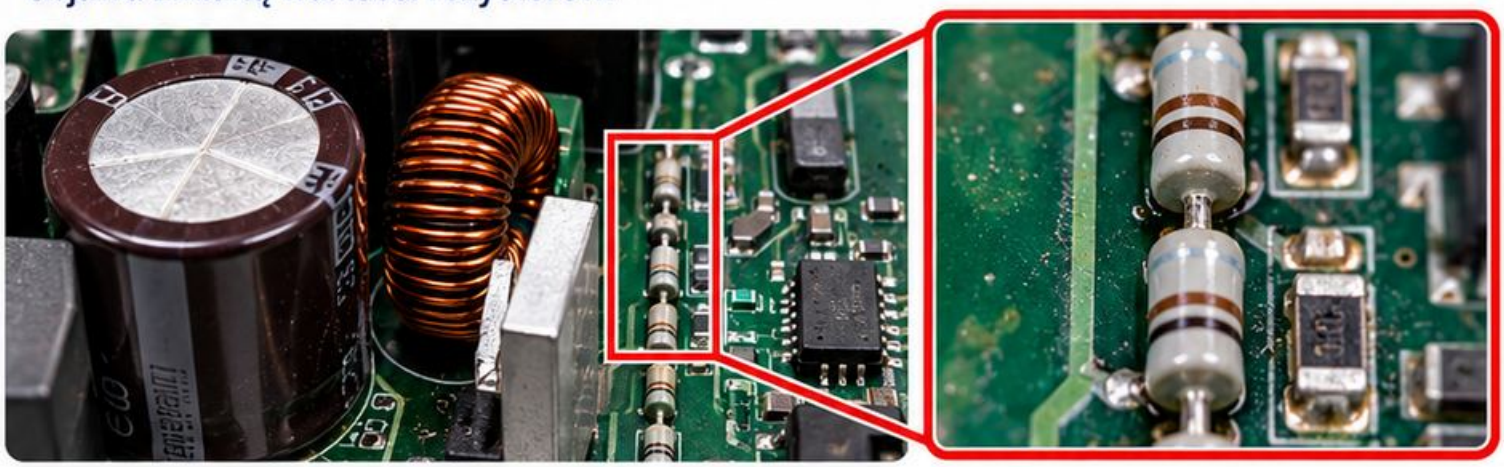
Następny krok

Dobierz zamiennik według parametrów dynamicznych i cieplnych, nie tylko napięcia i prądu. Po naprawie sprawdź cały stopień przed uruchomieniem.

Źródła: [1], [13].

Usterka pomiaru napięcia PFC

Uszkodzony dzielnik może zaniżać lub zawyżać sygnał sprzężenia. Nie próbuj korygować objawu zmianą wartości rezystorów.



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła energii. Rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Dopiero wtedy używaj omomierza lub testu diody.

1. Rozpoznaj dzielnik

Prześledź tor od plusa szyny do wejścia pomiarowego i jego powrotu. Uwzględnij rezystory szeregowe, filtr oraz dodatkowe gałęzie zabezpieczeń.



2. Sprawdź bez zasilania

Omomierzem zmierz każdy rezystor po wykluczeniu równoległych ścieżek. Skontroluj ciągłość połączeń i stan powierzchni między punktami o różnym potencjale.



3. Oceń zgodność

Porównaj wartości i tolerancje ze schematem. Prawidłowa rezystancja całego łańcucha nie wyklucza niewłaściwego podziału napięcia ani przerwy połączenia wejścia sterownika.



Nie rób tego

Nie mierz rezystancji na czynnej szynie. Nie podawaj na wejście pomiarowe przypadkowego napięcia; obowiązują limity konkretnego sterownika.

Następny krok

Wymień uszkodzone elementy, zachowując wymagane parametry napięciowe i odstępy. Kontrolę sygnału względem powrotu sterownika wykonaj wyłącznie zatwierdzoną metodą.

Źródła: [1], [13].

Moduł 03

Rozruch i VCC

Oddziel ładowanie kondensatora od podtrzymania zasilania podczas przełączania.



Tor rozruchu



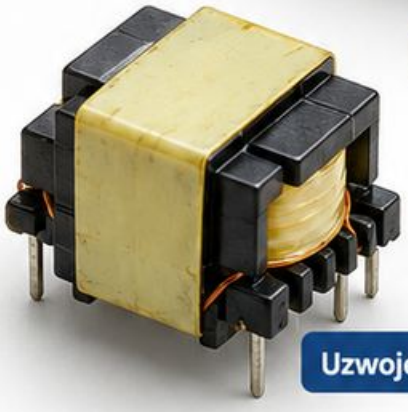
Kondensator VCC



Sterownik



Dioda pomocnicza



Uzwojenie pomocnicze

W tym module

- Sprawdzisz źródło rozruchowe i odbiorniki gałęzi VCC.
- Porównasz przebieg z progami UVLO konkretnego sterownika.
- Rozpoznasz brak podtrzymania i skutki działania zabezpieczeń.

Odłącz, rozładuj w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia przed pomiarami rezystancji.

VCC mierz względem powrotu sterownika. Po stronie pierwotnej stosuj odpowiednią metodę różnicową lub izolowaną; nie odłączaj uziemienia oscyloskopu.

Źródła: [14], [15], [6].

Brak VCC

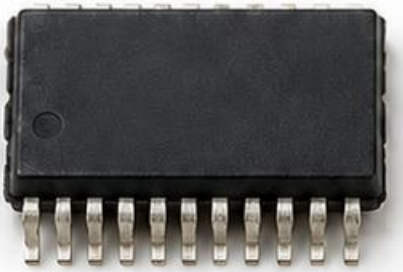
Sterownik nie pracuje, a jego zasilanie nie pojawia się. Rozdziel brak dopływu energii od zwarcia obciążającego VCC.



Rezystor rozruchowy



Kondensator VCC



Sterownik



Powrót sterownika

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Ustal odniesienie

Z dokumentacji odczytaj nazwę zacisku zasilania i jego powrót. VCC oraz VDD to nazwy zależne od układu; nie korzystaj z przypadkowej pinologii.

VCC | Powrót sterownika

2. Sprawdź bez zasilania

Omomierzem zbadaj tor rozruchu i rezystancję między VCC a powrotem. Uwzględnij ładowanie kondensatora przez miernik oraz równoległe gałęzie.

VCC | Powrót sterownika

3. Rozdziel gałęzie

Przerwa toru kieruje do rezystorów lub układu HV. Podejrzanie małą rezystancję potwierdź po odizolowaniu kondensatora i kolejnych odbiorników.

VCC | Powrót sterownika

Nie rób tego

Nie uznawaj braku VCC za dowód uszkodzenia sterownika. Nie podawaj zewnętrznego napięcia na niezidentyfikowaną gałąź.

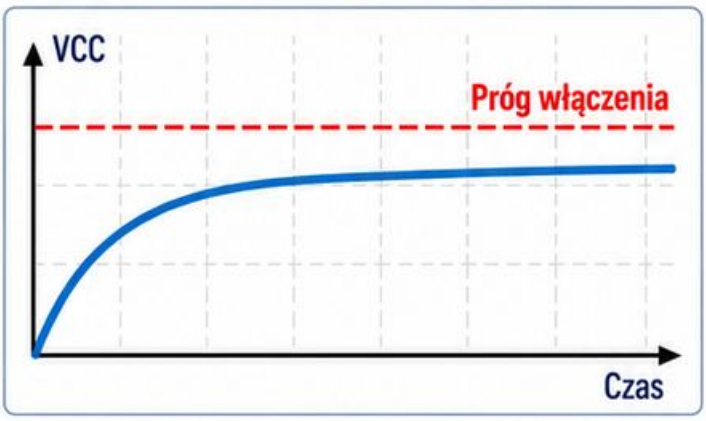
Następny krok

Jeśli potrzebny jest pomiar DC, mierz VCC względem powrotu sterownika metodą właściwą dla strony pierwotnej. Sprawdź osobno obecność szyny.

Źródła: [14], [15], [1], [6].

VCC nie osiąga progu startu

Napięcie rośnie, lecz sterownik nie rozpoczyna przełączania. Porównaj przebieg z progiem włączenia konkretnego układu.





Kondensator VCC



Tor rozruchu

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

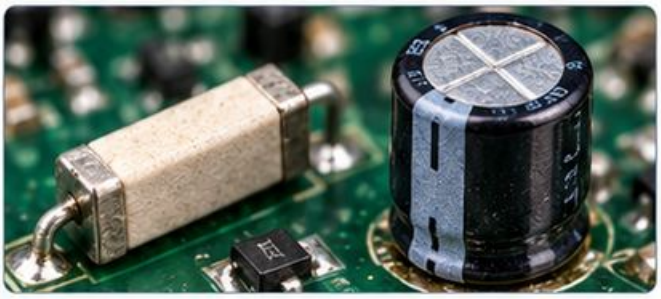
1. Odczytaj próg

W nocie znajdź próg włączenia UVLO oraz jego tolerancję. Nie myl go z progiem wyłączenia ani napięciem granicznym zasilania.



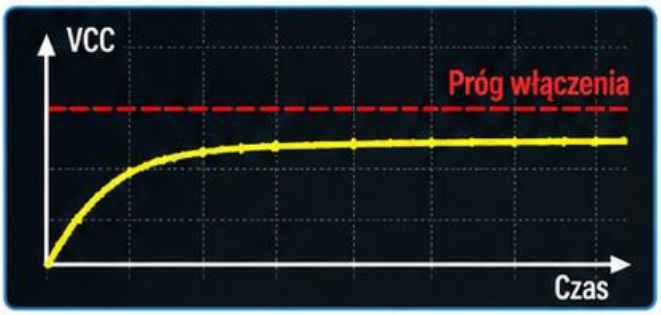
2. Sprawdź bilans

Bez zasilania zmierz rezystory rozruchowe i pojemność odizolowanego kondensatora. Poszukaj zwarcia oraz dodatkowych odbiorników prądu w gałęzi VCC.



3. Oceń przebieg

Pomiar VCC względem powrotu sterownika wykonaj odpowiednią sondą. Wypłaszczenie poniżej progu wskazuje niewystarczające ładowanie lub nadmierny pobór; nie rozstrzyga między nimi.



Nie rób tego

Nie zmniejszaj rezystora rozruchowego na próbę. Zwiększony prąd może przekroczyć dopuszczalną moc i obciążenie układu HV.

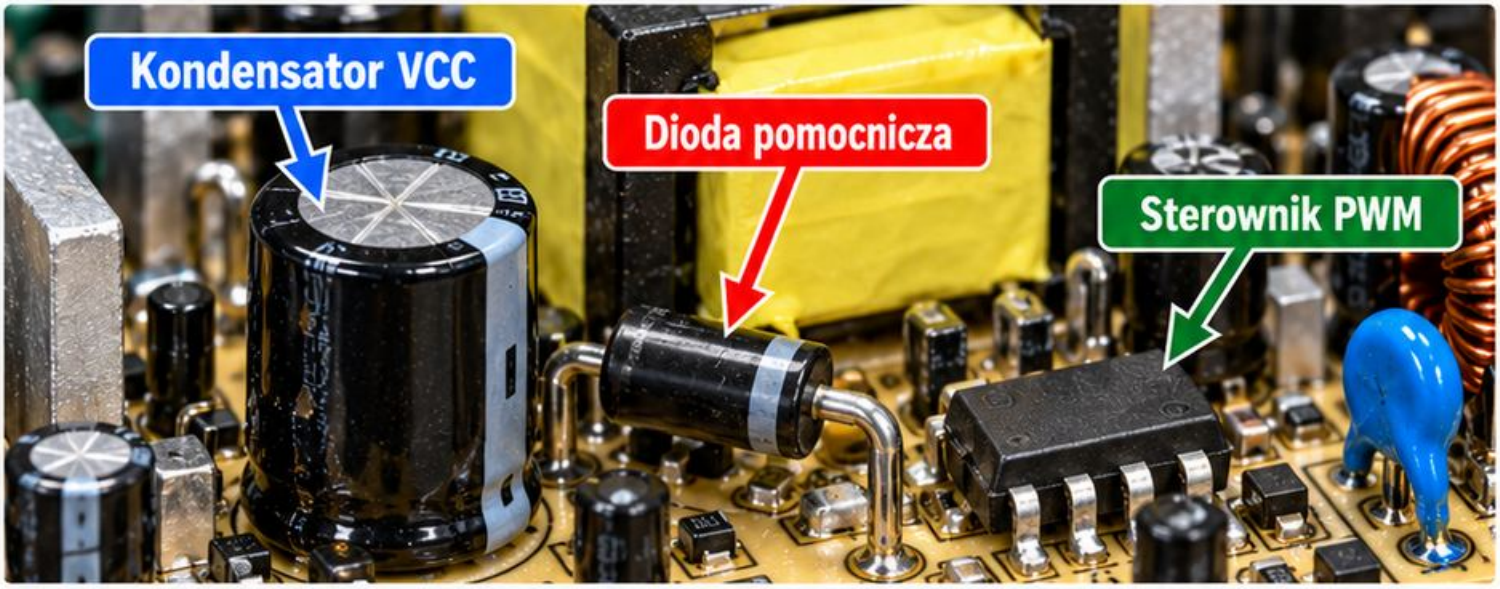
Następny krok

Sprawdź źródło ładowania oraz odbiorniki oddzielnie, zgodnie z procedurą serwisową. Po naprawie potwierdź osiągnięcie progu i przejęcie zasilania pomocniczego.

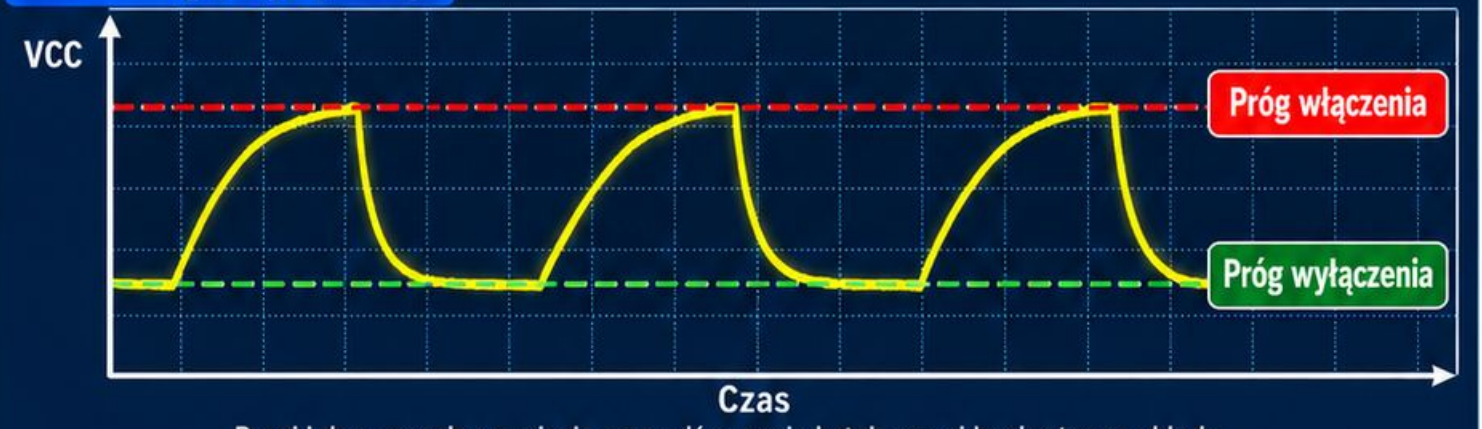
Źródła: [14], [15], [1], [6].

VCC rośnie i opada cyklicznie

Cykliczny rozruch sam w sobie nie świadczy o uszkodzeniu sterownika.



Przebieg poglądowy



Progi i dopuszczalne napięcia sprawdź w nocie katalogowej konkretnego układu.

1. Potwierdź warunki startu

Porównaj VCC z progami UVLO. Sprawdź, czy po rozpoczęciu przełączania napięcie spada poniżej progu wyłączenia.



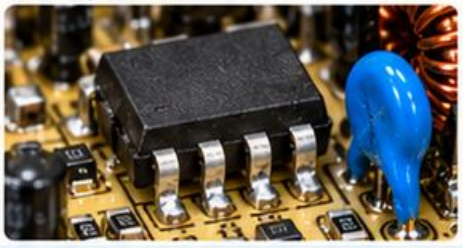
2. Sprawdź podtrzymanie

Po odłączeniu zasilacza i rozładowaniu kondensatorów sprawdź diodę pomocniczą, kondensator VCC, uzwojenie pomocnicze i połączenia.



3. Zweryfikuj możliwe przyczyny

Sprawdź obciążenie obwodu VCC i wyklucz zwarcie na wyjściu. Cykliczny rozruch może także wynikać z działania zabezpieczenia.



Nie rób tego

Nie łącz masy oscyloskopu z masą pierwotną.
Nie odłączaj przewodu ochronnego oscyloskopu.

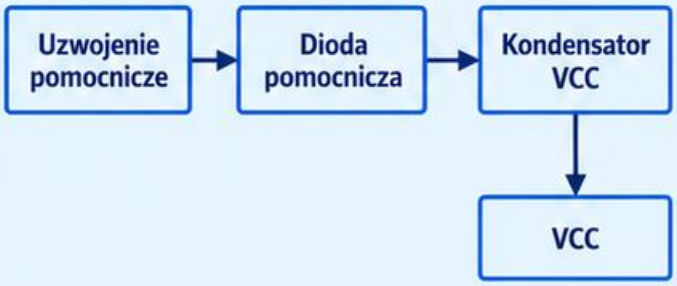
Następny krok

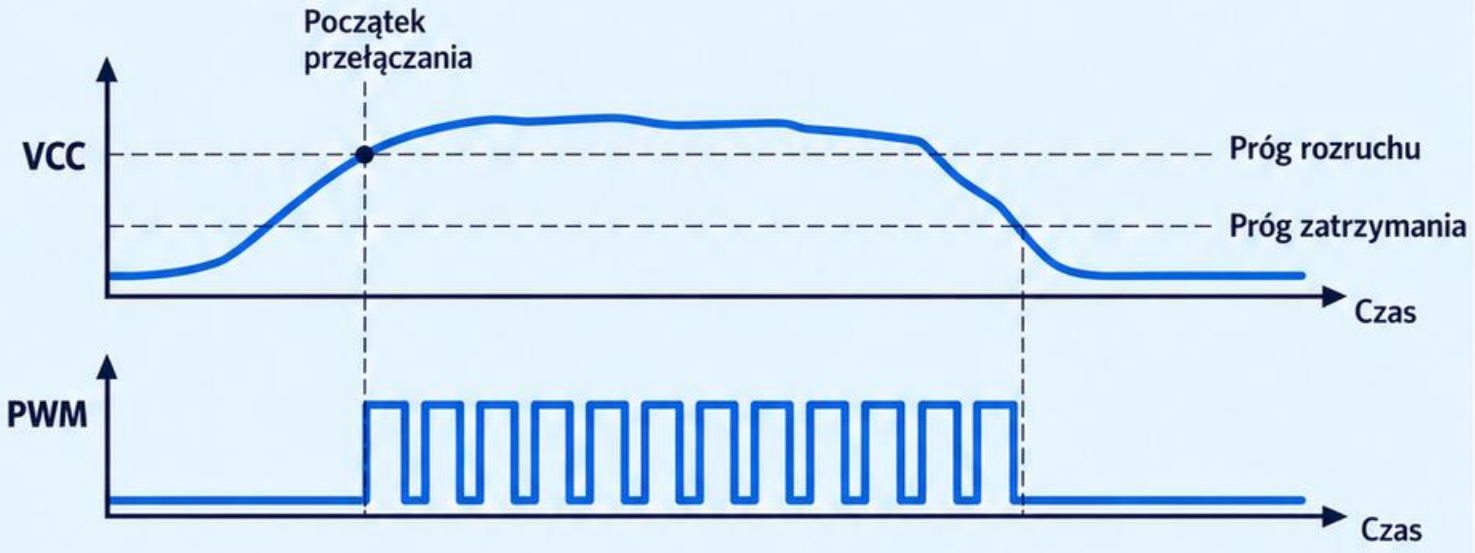
Do pomiaru VCC po stronie pierwotnej użyj odpowiedniej sondy różnicowej lub izolowanego systemu pomiarowego o wymaganych parametrach bezpieczeństwa.

Mapa 030 • Rozruch i VCC

Zanik VCC po starcie

Sterownik rozpoczyna pracę, po czym traci zasilanie. Sprawdź moment przejęcia energii przez obwód pomocniczy.





Przebiegi poglądowe — bez skali liczbowej.

1. Zapisz kolejność

Odpowiednią sondą zmierz VCC względem powrotu sterownika. Ustal, czy spadek następuje dopiero po rozpoczęciu przełączania.

2. Sprawdź podtrzymanie

Po odłączeniu i potwierdzonym rozładowaniu zbadaj ciągłość uzwojenia pomocniczego, diodę oraz połączenia do kondensatora VCC. Parametry kondensatora oceń poza wpływem obwodu.

3. Rozdziel przyczyny

Brak podtrzymania kieruje do toru pomocniczego. Sprawny tor wymaga oceny przeciążenia VCC, niewłaściwej pracy przetwornicy lub działania zabezpieczenia.

Nie rób tego

Nie zakładaj, że każdy spadek VCC powoduje wyłączenie. Zabezpieczenie może najpierw zatrzymać przełączanie, a spadek pojawi się dopiero później.

Następny krok

Porównaj kolejność zaniku przełączania i VCC metodą właściwą dla izolacji obwodu. Usuń przyczynę, a następnie powtórz rozruch w tych samych warunkach.

Źródła: [14], [15], [1], [6].

Zwarcie kondenstora VCC

Mała rezystancja zasilania sterownika może pochodzić z kondensatora albo innego odbiornika tej samej gałęzi.

Kondensator VCC	Sterownik	Odłączona końcówka	Powrót sterownika
			

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Sprawdź gałąź

Omomierzem zmierz między VCC a powrotem sterownika. Obserwuj zmianę wskazania; ładowanie kondensatora może chwilowo obniżać odczyt.

2. Odizoluj kondensator

Odłącz jedną końcówkę i ponów pomiar osobno na kondensatorze oraz w gałęzi płytki. Przed każdą zmianą potwierdź brak napięcia.

3. Wskaż usterkę

Stała mała rezystancja odizolowanego kondensatora wskazuje zwarcie. Jeśli mała rezystancja pozostaje na płytce, sprawdź sterownik, ogranicznik napięcia i pozostałych odbiorników.

Nie rób tego

Nie wymieniaj jednocześnie kondensatora i sterownika bez lokalizacji. Pomiar pojemności nie jest właściwym pierwszym testem elementu ze zwarciem.

Następny krok

Dobierz kondensator według pojemności, napięcia, temperatury i wymaganych parametrów. Po montażu sprawdź polaryzację oraz rezystancję całej gałęzi VCC.

Źródła: [14], [15], [1], [3].

Przerwa rezystora rozruchowego

VCC nie narasta, mimo że tor rozruchu powinien zasilać kondensator. Potwierdź układ rezystorów na schemacie.



Rezystory rozruchowe



Szyna DC



Kondensator VCC



Odłączona końcówka

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Prześledź łańcuch

Ustal drogę od szyny do VCC. Wysokie napięcie bywa rozłożone na kilka rezystorów; sprawdź każdy oraz połączenia między nimi.

2. Zmierz rezystancję

Po bezpiecznym przygotowaniu odizoluj koniec badanego odcinka. Porównaj wynik z oznaczeniem i schematem, uwzględniając zakres oraz granice miernika.

3. Oceń przyczynę

Potwierdzona przerwa odcina ładowanie. Przed wymianą sprawdź zwarcie VCC, ślady łuku, przegrzanie i stan powierzchni płytki.

Nie rób tego

Nie zastępuj łańcucha jednym przypadkowym rezystorem o tej samej sumie rezystancji. Liczą się także napięcie pracy, moc i wymagania bezpieczeństwa.

Następny krok

Zastosuj elementy przewidziane dokumentacją, zachowując rozmieszczenie i odstępy. Potwierdź ciągłość toru i brak zwarcia VCC przed planowaniem rozruchu.

Źródła: [14], [15], [1].

Niesprawny układ startu HV

VCC nie ładuje się w sterowniku z wewnętrznym źródłem rozruchowym. Sam brak startu nie potwierdza uszkodzenia HV.

Szyna DC → **Wejście HV** → **Układ rozruchowy** → **Zasilanie sterownika**



Tor doprowadzenia HV



Kondensator VDD

UCC28740

Sterownik UCC28740

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Potwierdź układ

Przykład: TI UCC28740 ma wewnętrzny układ startu HV ładujący kondensator VDD. Inne sterowniki mają odmienne rozwiązania.

2. Sprawdź drogę energii

Bez zasilania skontroluj połączenie od szyny do wejścia HV, ewentualny rezystor szeregowy i brak zwarcia VDD. Wyprowadzenia ustal z właściwej noty.

3. Oceń ograniczenia

Doprowadzenie energii i sprawna gałąź VDD zawężają diagnozę, lecz omomierz nie potwierdza działania wewnętrznego źródła prądowego. Stosuj procedurę producenta.

Nie rób tego

Nie zwieraj wejścia HV z VDD. Nie testuj układu przez podawanie przypadkowego napięcia ani omijanie rezystora szeregowego.

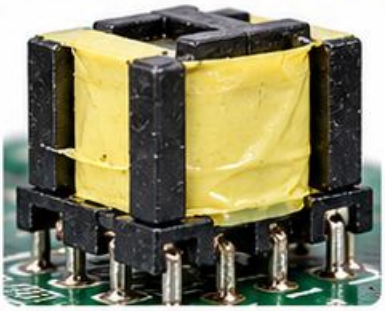
Następny krok

Sprawdź warunki startu oraz resetowania zabezpieczeń opisane dla konkretnego sterownika. Wymianę rozważ po wykluczeniu przerw i przeciążenia VDD.

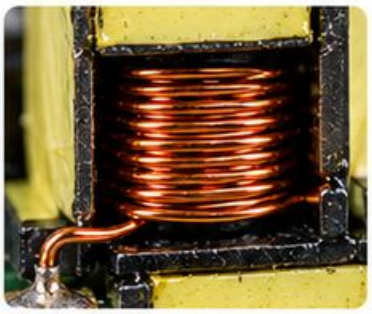
Źródła: [14], [15], [1].

Przerwa uzwojenia pomocniczego

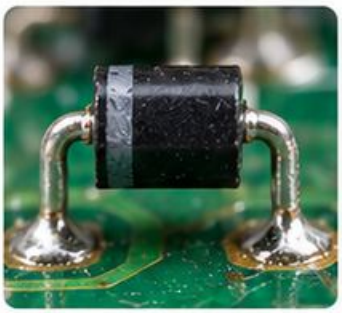
Zasilanie sterownika zanika po rozpoczęciu pracy. Sprawdź uzwojenie pomocnicze oddzielnie od diody i połączeń.



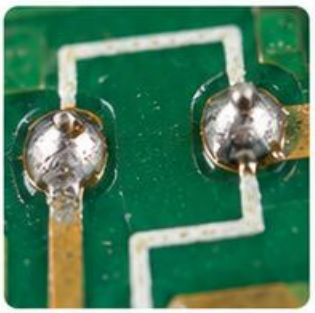
Transformator



Uzwojenie pomocnicze



Dioda pomocnicza



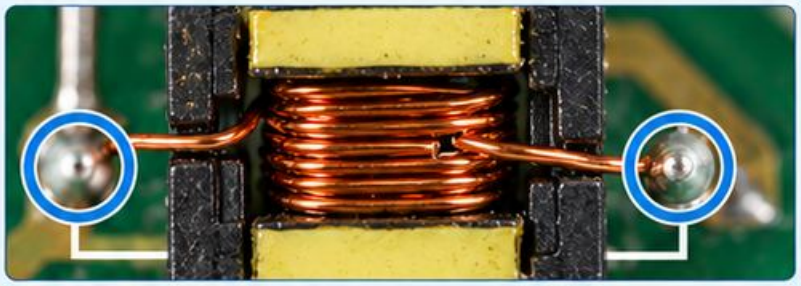
Powrót uzwojenia

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Rozpoznaj końce

Wyprowadzenia uzwojenia ustal ze schematu i przebiegu ścieżek. Nie wnioskuj z sąsiedztwa pinów ani podobieństwa transformatora.

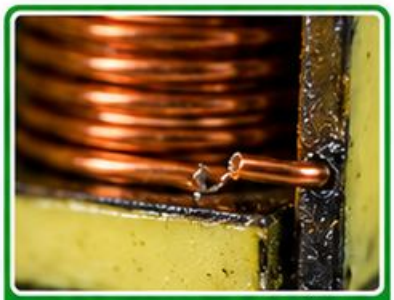


2. Sprawdź ciągłość

Omomierzem zmierz między końcami tego samego uzwojenia, po wykluczeniu równoległych dróg. Oddziel przerwę drutu od uszkodzonego lutu lub ścieżki.



Pęknięty lut — przerwa



Przerwa uzwojenia

3. Oceń wynik

Brak ciągłości potwierdza przerwę rozpoznanego toru. Mała rezystancja nie potwierdza prawidłowej przekładni, izolacji ani braku zwarć międzyzwojowych.

Nie rób tego

Nie uznawaj niskiej rezystancji uzwojenia za zwarcie. Nie łącz go z przewodem ochronnym ani masą wtórną w celu ułatwienia pomiaru.

Następny krok

Napraw połączenie lub zastosuj właściwy transformator według dokumentacji. Przed uruchomieniem sprawdź diodę pomocniczą, kondensator VCC i stan izolacji.

Źródła: [14], [15], [1].

Uszkodzona dioda pomocnicza

Przerwa diody odbiera podtrzymanie VCC, a zwarcie może obciążać uzwojenie i kondensator. Potwierdź element poza obwodem.



Dioda pomocnicza



Katoda



Anoda



Kondensator VCC

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1 Ustal orientację

Porównaj oznaczenie katody z płytką i schematem. Odczytaj typ diody; podobny rozmiar nie oznacza zgodnej szybkości ani napięcia pracy.



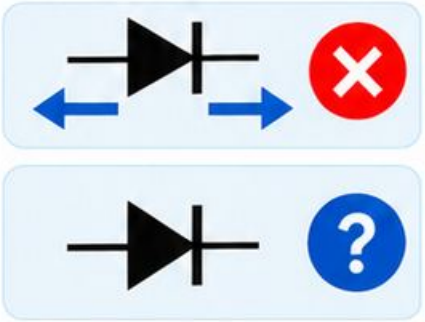
2 Zmierz oba kierunki

Odłącz jedną końcówkę. W trybie diody sprawdź przewodzenie oraz kierunek zaporowy, dbając o pewny styk sond.



3 Rozdziel wyniki

Przewodzenie w obu kierunkach wskazuje zwarcie; brak w obu wymaga wykluczenia ograniczenia miernika. Prawidłowy test nie potwierdza zachowania przy napięciu pracy.



Nie rób tego

Nie przyjmuj jednego spadku przewodzenia dla wszystkich technologii. Nie zastępuj szybkiej diody przypadkową diodą prostowniczą.

Następny krok

Dobierz zamiennik według dokumentacji, w tym parametrów dynamicznych. Sprawdź polaryzację, kondensator VCC i połączenia uzwojenia przed ponownym rozruchem.

Źródła: [14], [15], [1].

Tętnienia VCC

Zasilanie sterownika ma widoczne wahania. Odróżnij wolne zapady od krótkich zakłóceń wprowadzonych także przez pomiar.



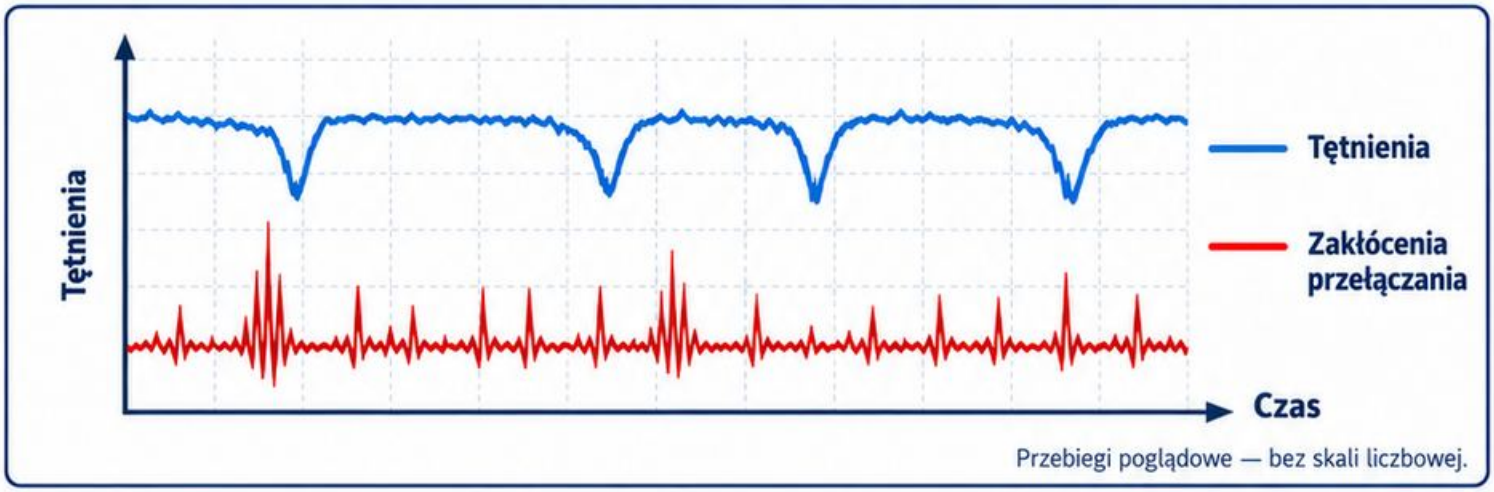
Kondensator VCC



Powrót sterownika



VCC



Przebiegi poglądowe — bez skali liczbowej.

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Przygotuj sondowanie

Wybierz metodę odpowiednią dla strony pierwotnej. Mierz między VCC a powrotem sterownika, z możliwie małą pętlą pomiarową i właściwym zakresem.

2. Zapisz warunki

Utrwal rozruch i pracę przy określonym obciążeniu. Zapisz pasmo, sprzężenie i skalę; sprawdź, czy minima zbliżają się do progu wyłączenia UVLO.

3. Sprawdź tor pomocniczy

Po bezpiecznym odłączeniu oceń kondensator VCC, diodę, uzwojenie i luty. Powiąż zakłócenia z chwilą przełączania oraz zmianą obciążenia.

Nie rób tego

Nie używaj masy zwykłej sondy na powrocie pierwotnym. Nie uznawaj szpilek z długiej pętli sondy za dowód uszkodzenia kondensatora.

Następny krok

Po naprawie powtórz zapis identyczną metodą. Porównaj minima i maksima z warunkami pracy konkretnego sterownika.

Źródła: [14], [15], [1], [6], [3].

Zbyt wysokie VCC

Napięcie zasilania sterownika przekracza oczekiwany zakres.
Przerwij próbę, zanim kolejne elementy zostaną przeciążone.



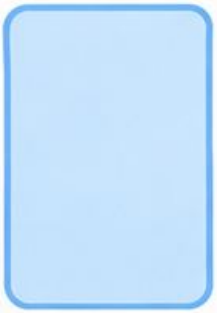
Kondensator VCC



Dioda pomocnicza



Ogranicznik napięcia



Powrót sterownika

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Potwierdź kryterium

Porównaj zapis VCC względem powrotu sterownika z zalecanym zakresem pracy. Wartość graniczna z noty nie jest dopuszczalnym punktem ciągłej pracy.

2. Sprawdź bez zasilania

Oceń diodę pomocniczą, kondensator, ewentualny ogranicznik napięcia i rezystory toru. Sprawdź zgodność ostatnio wymienionych części i polaryzację.

3. Powiąż przyczyny

Nieprawidłowe VCC może wynikać z toru pomocniczego, błędnej regulacji wyjścia lub zmienionego obciążenia. W flybacku relacja napięć zależy od konstrukcji i warunków.

Nie rób tego

Nie dodawaj przypadkowej diody Zenera ani obciążenia maskującego objaw.
Nie kontynuuj pracy po przekroczeniu dopuszczalnych parametrów.

Następny krok

Usuń ustaloną przyczynę i zaplanuj kontrolę od rozruchu do obciążenia roboczego.
Sprawdź również szczyty VCC, nie tylko jego średnią.

Źródła: [14], [15], [1], [6].

Mapa 038 • Rozruch i VCC

Rozruch tylko po ogrzaniu

Zasilacz uruchamia się po ogrzaniu. To wskazówka zależności temperaturowej, a nie gotowa diagnoza kondensatora.



Kondensator VCC



Rezystory rozruchowe



Dioda pomocnicza



Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

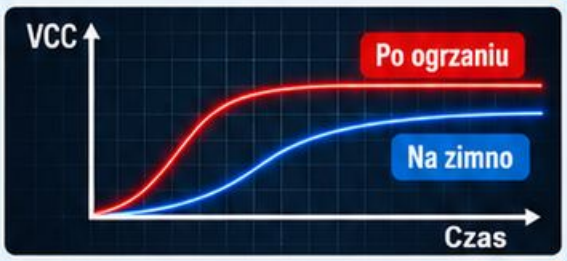
1. Porównaj warunki

Zapisz temperaturę otoczenia, czas od wyłączenia i obciążenie. Nie ogrzewaj nieosłoniętego układu sieciowego prowizorycznym narzędziem.



2. Oceń rozruch

W kontrolowanym pomiarze VCC względem powrotu sterownika porównaj narastanie i przejęcie podtrzymania. Sprawdź progi konkretnego układu, zamiast stosować napięcie uniwersalne.



3. Sprawdź elementy

Po odłączeniu i potwierdzonym rozładowaniu oceń kondensator VCC, rezystory rozruchowe, diodę i luty. Zmiana temperatury może wpływać na kilka elementów jednocześnie.



Nie rób tego

Nie uznawaj jednorazowego startu po ogrzaniu za potwierdzenie naprawy. Nie wymieniaj kondensatora wyłącznie na podstawie tej obserwacji.

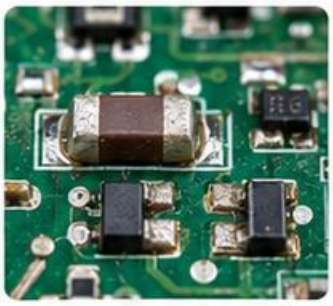
Następny krok

Zastosuj przewidzianą procedurę oceny temperaturowej. Po naprawie potwierdź kilka rozruchów po pełnym ostygnięciu oraz sprawdź pracę po nagrzaniu.

Źródła: [14], [15], [1], [6].

Opóźniony rozruch

Długi czas oczekiwania może wynikać z wolnego ładowania VCC, powtarzanych prób startu albo celowej sekwencji urządzenia.



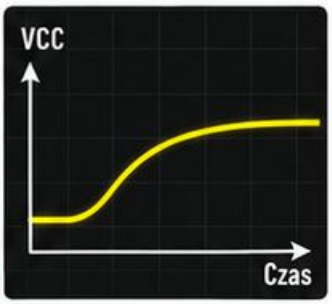
Tor rozruchu



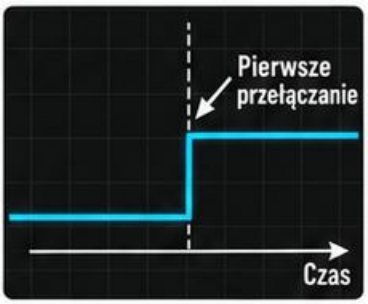
Kondensator VCC



Sterownik



VCC



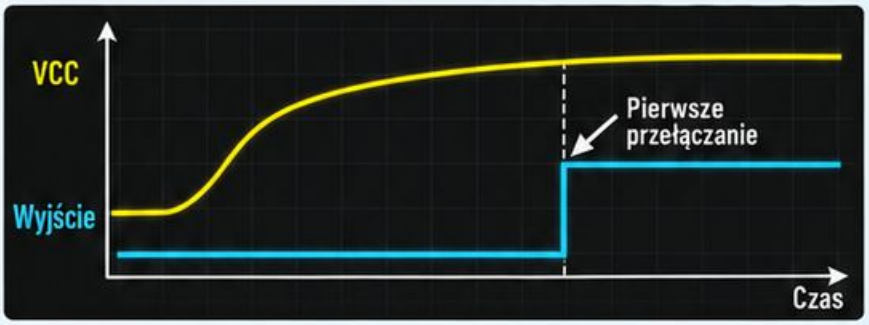
Pierwsze przełączanie

Warunek testu

Odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy wykonuj wyłącznie według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

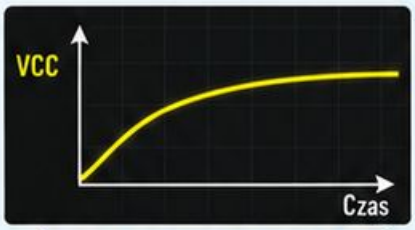
1. Zdefiniuj opóźnienie

Ustal początek pomiaru i moment pierwszej pracy wyjścia. Sprawdź dokumentację: tryb czuwania oraz sekwencja zezwolenia mogą wpływać na czas.

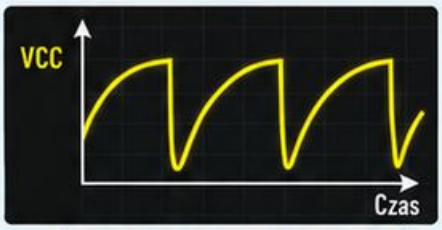


2. Zapisz VCC

Odpowiednią sondą mierz względem powrotu sterownika od chwili zasilenia. Rozróżnij pojedyncze wolne narastanie od kilku cykli ładowania i zaniku.



Pojedyncze wolne narastanie



Kilka cykli ładowania i zaniku

3. Wybierz gałąź

Wolne narastanie kieruje do źródła rozruchu, pojemności i poboru prądu. Powtarzane próby wymagają sprawdzenia podtrzymania oraz przyczyny działania zabezpieczeń.

Wolne narastanie kieruje do źródła rozruchu, pojemności i poboru prądu.

Powtarzane próby wymagają sprawdzenia podtrzymania oraz przyczyny działania zabezpieczeń.

Nie rób tego

Nie zmniejszaj pojemności VCC w celu skrócenia rozruchu. Kondensator musi podtrzymać sterownik do przejęcia zasilania pomocniczego.

Następny krok

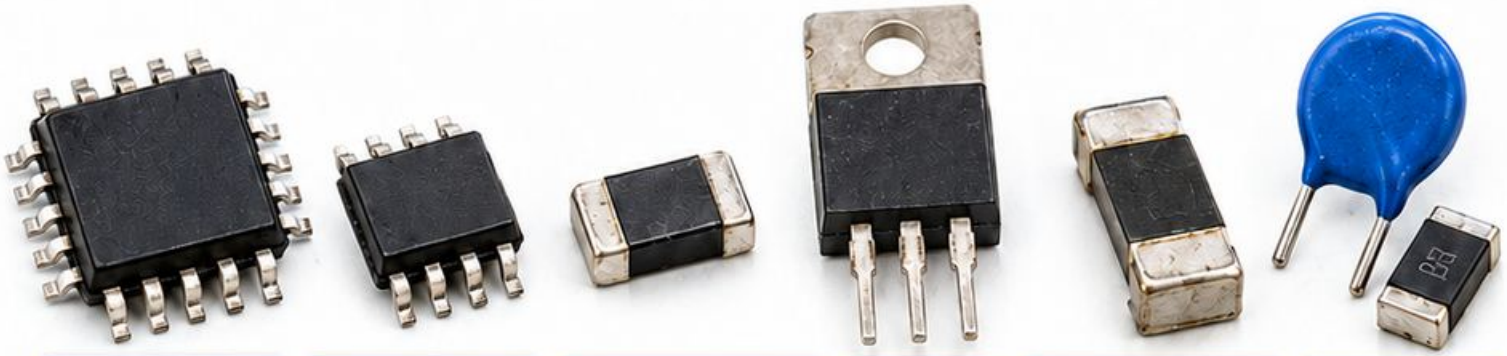
Bez zasilania sprawdź wskazany tor. Po naprawie porównaj czas rozruchu przy tych samych warunkach wejścia, temperaturze i obciążeniu.

Źródła: [14], [15], [1], [6].

Moduł 04

PWM i kluczowanie

Rozdziel decyzję sterownika, przesłanie impulsu i działanie tranzystora mocy.



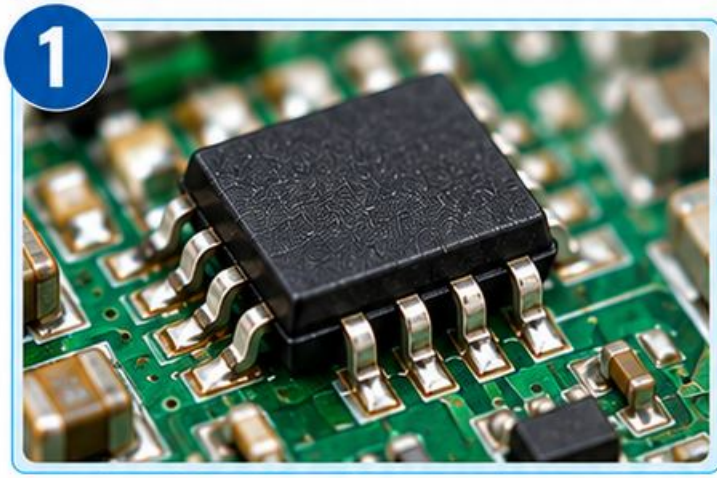
Sterownik PWM | Sterownik bramki | Rezystor bramkowy | MOSFET | Rezystor pomiarowy | Obwód tłumiący

W tym module

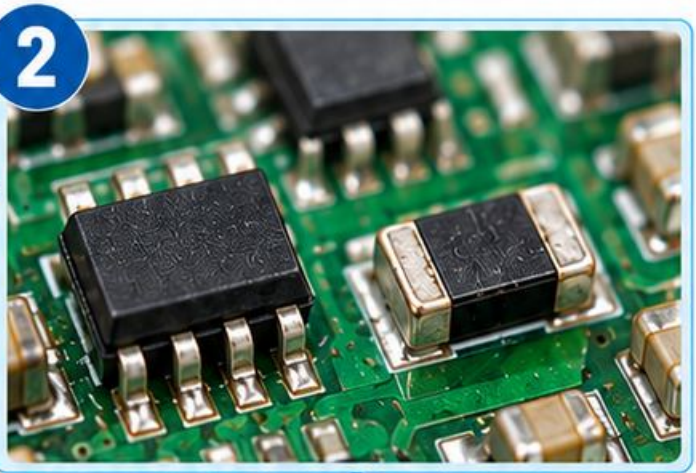
- Sprawdzisz brak impulsów, amplitudę, zbocza i oscylacje.
- Odróżnisz uszkodzenie klucza od usterki sterowania i pomiaru prądu.

Przed testami rezystancji odłącz źródła, rozładuj kondensatory i potwierdź brak napięcia.

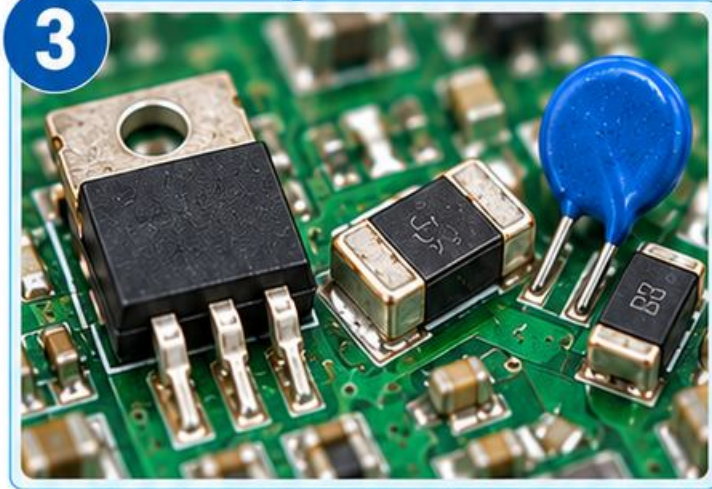
1



2

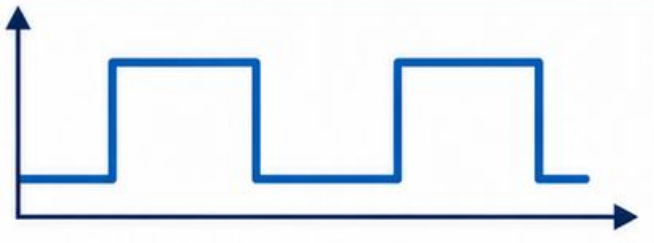


3



VGS odnosi się do źródła danego klucza.

Dla high-side źródło może zmieniać potencjał. Dobierz odpowiednią sondę i metodę pomiaru; nie odłączaj uziemienia oscyloskopu.

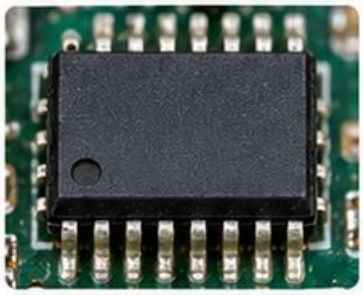


Źródła: [4], [6], [16].

Mapa 040 • PWM i kluczowanie

Brak impulsów sterujących

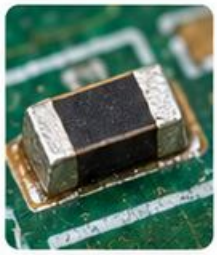
Brak impulsów nie oznacza automatycznie uszkodzonego PWM. Najpierw sprawdź, czy sterownik otrzymał warunki do pracy.



Sterownik PWM



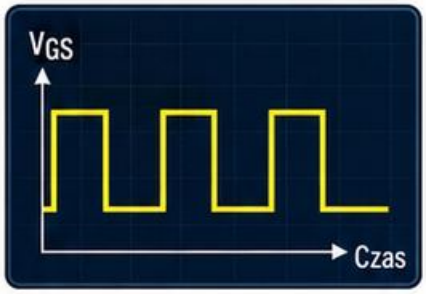
Kondensator VCC



Rezystor bramkowy



MOSFET



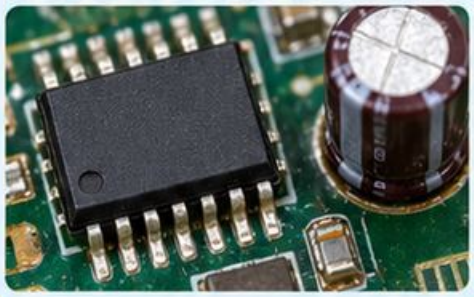
VGS

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

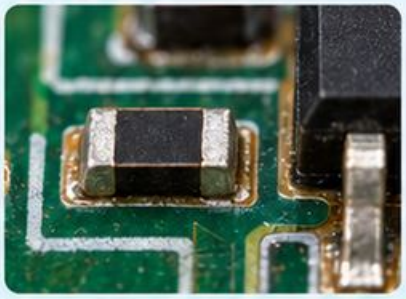
1. Potwierdź zasilanie

Porównaj VCC względem powrotu sterownika z progami UVLO konkretnego układu. Sprawdź zezwolenie, reset zabezpieczeń i wymagany stan sprzężenia zwrotnego.



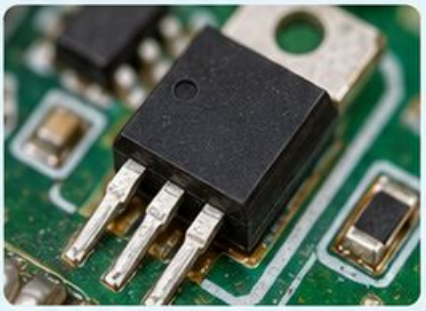
2. Rozdziel punkty

Wyjście sterownika oceniaj względem jego powrotu; bramkę MOSFET-a jako VGS względem źródła. To nie zawsze ten sam potencjał odniesienia.



3. Podejmij decyzję

Impulsy na wyjściu, lecz nie na bramce → sprawdź rezystor i stopień pośredni. Brak obu → sprawdź warunki sterownika według noty.



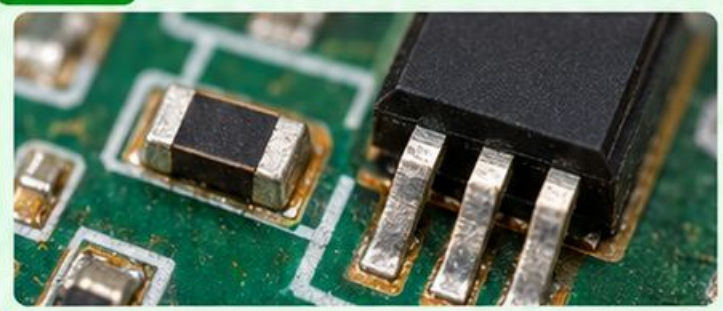
Nie rób tego

Nie wymuszaj impulsów przez zwieranie zabezpieczeń. Multimetr może nie ujawnić krótkich paczek ani niewielkiego wypełnienia.



Następny krok

Bez zasilania wyklucz zwarcie MOSFET-a i przerwę toru bramki. Dalszą ocenę prowadź według dokumentacji konkretnego sterownika.



Źródła: [4], [6].

Mapa 041 • PWM i kluczowanie

Impulsy tylko przy starcie

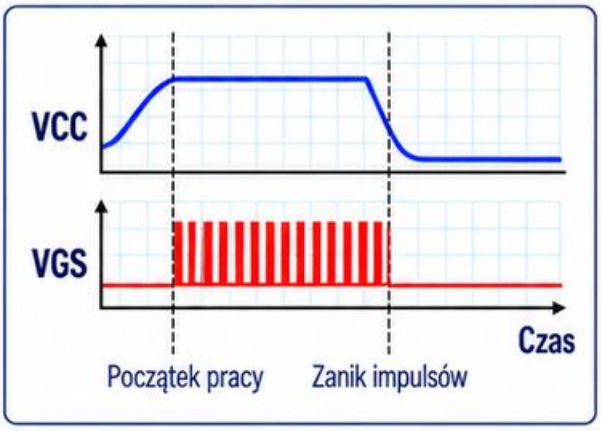
Pojawia się krótka paczka, potem cisza. Ustal, czy zanika zasilanie, czy wcześniej działa zabezpieczenie.



Sterownik



Kondensator VCC

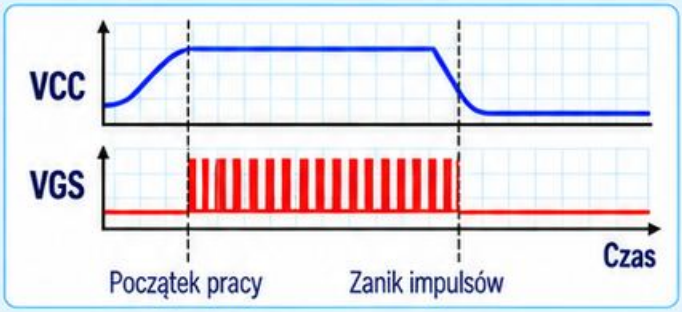


Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Zapisz rozruch

W kontrolowanym pomiarze utrwal VCC względem powrotu sterownika oraz VGS względem źródła. Dobierz niezależnie bezpieczną metodę każdego kanału.



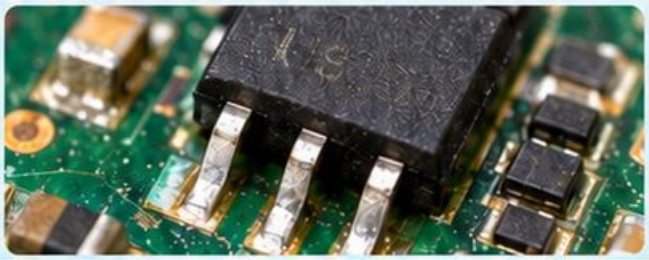
2. Porównaj kolejność

Spadek VCC poniżej UVLO przed zanikiem impulsów kieruje do podtrzymania. Stabilne VCC kieruje do warunków sterowania i zabezpieczeń.



3. Sprawdź przyczynę

Bez zasilania zbadaj zwarcie wyjścia, tor pomiaru prądu i obwód pomocniczy. Pierwszy impuls może uruchamiać ochronę wskutek rzeczywistej usterki.



Nie rób tego

Nie traktuj każdej paczki jako uszkodzenia PWM. Nie wyłączaj ograniczenia prądu, aby wydłużyć pracę.

Następny krok

Powiąż zatrzymanie z sygnałem zabezpieczenia opisanym w nocie. Po naprawie potwierdź przejście od rozruchu do stabilnej pracy przy tych samych warunkach.

Źródła: [4], [6].

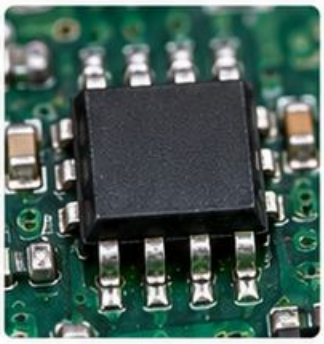
Mapa 042 • PWM i kluczowanie

Zbyt mała amplituda VGS

Niska amplituda może powodować nadmierne straty, ale najpierw wyklucz błędny punkt odniesienia i skalę sondy.



MOSFET



Sterownik bramki



Kondensator zasilania



Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

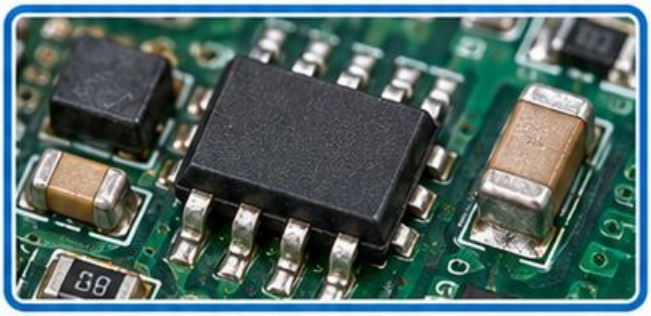
1. Zweryfikuj pomiar

Mierz napięcie bramka–źródło, nie bramka–PE. Sprawdź tłumienie sondy, zakres różnicowy i dopuszczalne napięcie wspólne; źródło high-side może się przemieszczać.



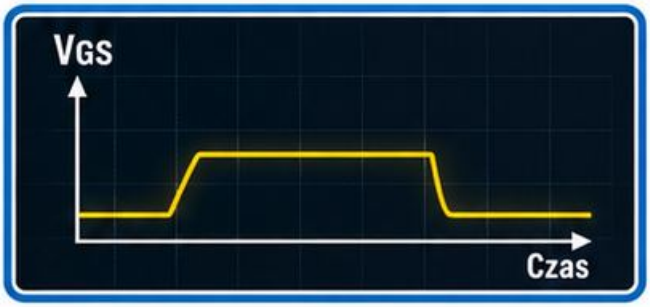
2. Sprawdź zasilanie

Porównaj zasilanie stopnia sterującego z jego wymaganiami. Bez zasilania oceń rezystor bramkowy, połączenia i ewentualny ogranicznik VGS.



3. Oceń wymagania klucza

Porównaj VGS z warunkami, przy których producent określa rezystancję kanału. Napięcie progowe Vth nie oznacza pełnego wysterowania tranzystora.



Nie rób tego

Nie podnoś napięcia sterowania bez sprawdzenia granic bramki i sterownika. Nie porównuj różnych technologii z jednym napięciem wzorcowym.

Następny krok

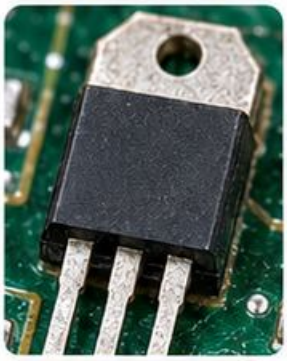
Sprawdź zgodność MOSFET-a, sterownika i obciążenia bramki. Po usunięciu przyczyny oceń także szybkość przełączania i temperaturę.

Źródła: [4], [6], [16], [17].

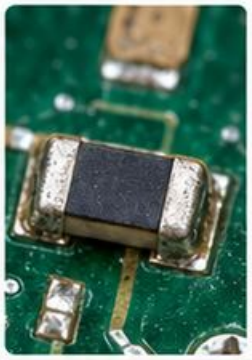
Mapa 043 • PWM i kluczowanie

Wolne zbocza bramki

Powolne przejścia VGS mogą zwiększać straty przełączania. Najpierw sprawdź, czy tor pomiarowy nie ogranicza pasma.



MOSFET



Rezystor bramkowy



Sterownik



VGS



Czas

Opadanie

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

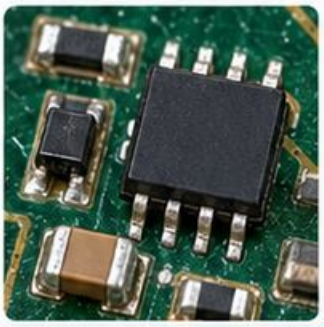
1. Ustal warunki

Mierz VGS względem źródła metodą odpowiednią dla potencjału tego punktu. Zapisz pasmo, tłumienie i pojemność sondy oraz warunki obciążenia.



2. Sprawdź tor sterowania

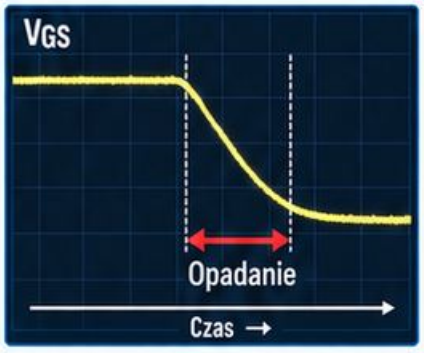
Bez zasilania porównaj rezystory i diody bramki z dokumentacją. Sprawdź kondensator zasilania sterownika oraz zgodność zamontowanego MOSFET-a.



3. Rozdziel kierunki

Wolne narastanie i wolne opadanie mogą mieć różne przyczyny. Oceń zdolność ładowania oraz rozładowania bramki, uwzględniając ładunek bramki i plateau Millera.





Nie rób tego

Nie zmniejszaj rezystora na próbę. Szybsze zbocze może zwiększyć przepięcia, zakłócenia i ryzyko niepożądanego załączenia.

Następny krok

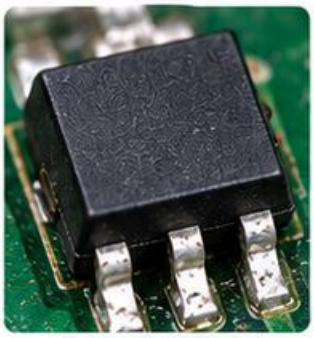
Odtwórz zatwierdzony układ sterowania. Po naprawie porównaj oba zbocza, amplitudę i temperaturę przy niezmienionych warunkach pracy.

Źródła: [4], [6], [16], [17].

Mapa 044 • PWM i kluczowanie

Oscylacje bramki

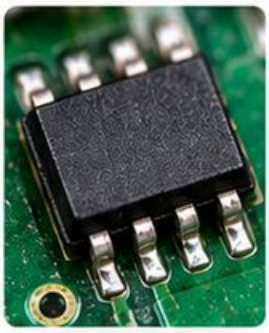
Dzwonienie VGS może być rzeczywiste albo pochodzić z pozmiaru. Nie zmieniaj układu, zanim rozdzielisz te możliwości.



MOSFET



Rezystor bramkowy



Sterownik

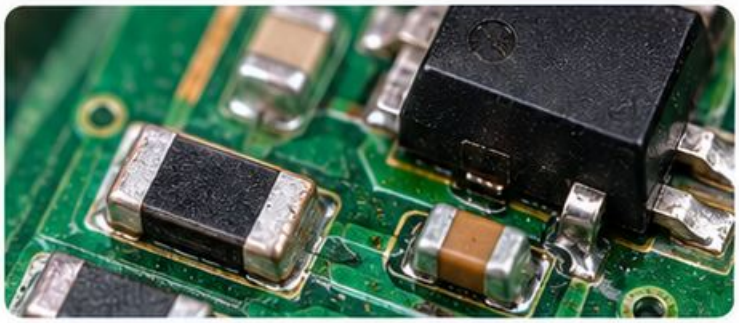


Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

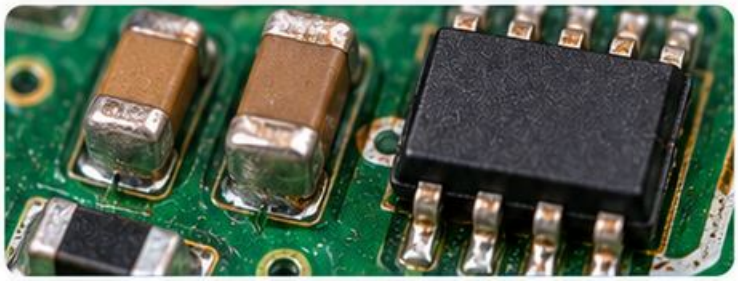
1. Sprawdź sondowanie

Mierz względem źródła przy właściwym zakresie wspólnym. Ogranicz pętlę pomiarową zgodnie z instrukcją sondy; porównaj zapis poprawną metodą.



2. Oceń zakres

Sprawdź maksymalne i minimalne VGS względem granic konkretnego MOSFET-a. Oceń również niepożądany wzrost napięcia podczas planowego wyłączenia.



3. Sprawdź elementy

Bez zasilania skontroluj rezystor bramkowy, połączenia powrotu, odsprzęganie i zgodność zamiennika. Ładunek Millera oraz indukcyjności mogą wpływać na przebieg.



Nie rób tego

Nie zwiększaj rezystora dowolnie, aby wygładzić wykres. Możesz pogorszyć wyłączanie i zwiększyć straty.

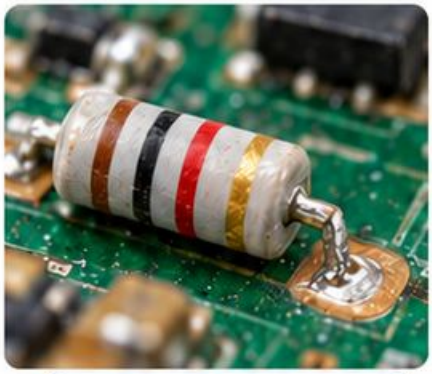
Następny krok

Przywróć elementy przewidziane konstrukcją. Po naprawie sprawdź VGS w obu stanach oraz zachowanie przy wymaganym obciążeniu.

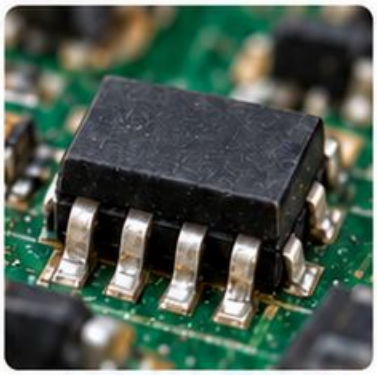
Źródła: [4], [6], [16], [17], [18].

Przerwany rezystor bramkowy

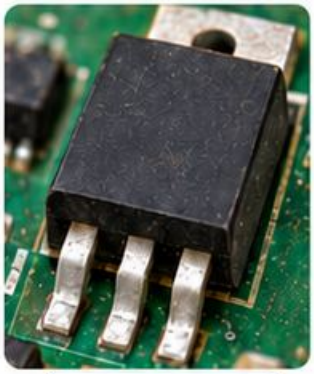
Sterownik daje impulsy, ale bramka ich nie otrzymuje. Sprawdź rezystor oraz jego połączenia bez zasilania.



Rezystor bramkowy



Sterownik



MOSFET



Odłączona końcówka

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Ustal funkcję

Odczytaj schemat: oddziel rezystor szeregowy od rezystora bramka–źródło. W torze mogą występować diody i osobne gałęzie załączania oraz wyłączania.

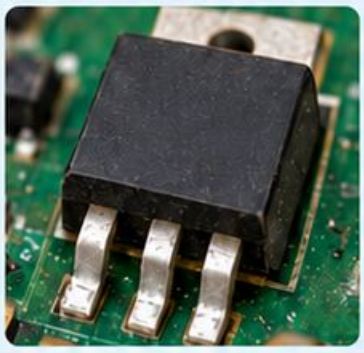


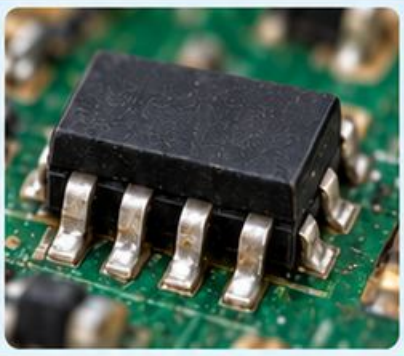
2. Zmierz rezystancję

Po potwierdzonym rozładowaniu odizoluj jedną końcówkę. Porównaj wynik z oznaczeniem i dokumentacją; sprawdź także luty i ciągłość połączeń.

3. Sprawdź przyczynę

Potwierdzona przerwa wymaga oceny bramki MOSFET-a oraz wyjścia sterownika. Uszkodzony rezystor może być skutkiem awarii tych elementów.





Nie rób tego

Nie zastępuj rezystora mostkiem. Nie dobieraj wartości jedynie po kolorze lub rozmiarze obudowy.

Następny krok

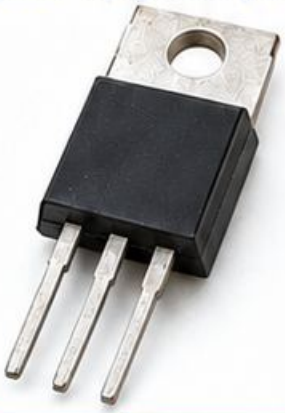
Zastosuj zgodny element o wymaganej wartości i parametrach impulsowych. Przed kontrolowanym uruchomieniem potwierdź brak zwarcia bramki oraz poprawność montażu całego toru.

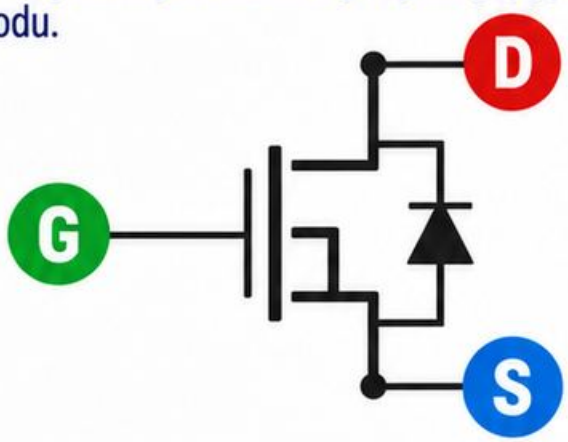
Źródła: [4], [6], [16], [17].

Mapa 046 • PWM i kluczowanie

Zwarcie MOSFET-a

Przepalony bezpiecznik lub mała rezystancja toru mocy wymagają potwierdzenia zwarcia poza wpływem pozostałego obwodu.



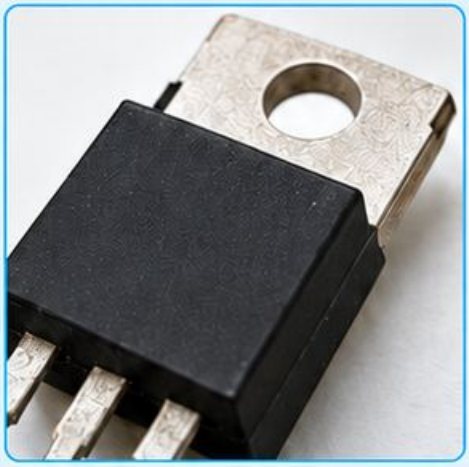


Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

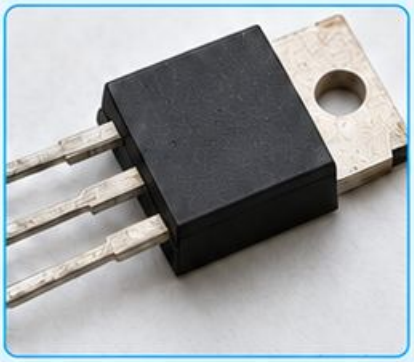
1. Ustal wyprowadzenia

Sprawdź oznaczenie i obudowę w nocie. Nie przyjmuj pinologii według wyglądu; uwzględnij połączenie metalowej części obudowy.



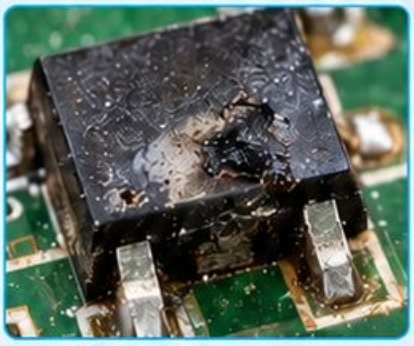
2. Zbadaj poza obwodem

Testem diody sprawdź dren–źródło w obu kierunkach, przy stanie bramki ustalonym procedurą producenta. Ładunek bramki może zmienić przewodzenie kanału.



3. Potwierdź wynik

Przewodzenie w obu kierunkach mimo prawidłowego wyłączenia wskazuje uszkodzenie. Przewodzenie diody strukturalnej w jednym kierunku samo nie oznacza zwarcia.



Nie rób tego

Nie oceniaj tranzystora pozostawionego w równoległym obwodzie. Nie zakładaj, że sprawny test multimetrem potwierdza pracę pod napięciem.

Następny krok

Sprawdź sterowanie, pomiar prądu, tłumienie przepięć i izolator. Nowy MOSFET montuj po usunięciu przyczyny, zgodnie z wymaganiami cieplnymi i elektrycznymi.

Źródła: [4], [6], [16], [17].

Upływność bramki

Podejrzany pobór sterowania lub niestabilne VGS może wynikać z uszkodzenia bramki, zabrudzenia albo elementów równoległych.



MOSFET



Bramka



Źródło



Dren



Ogranicznik VGS

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Wyklucz otoczenie

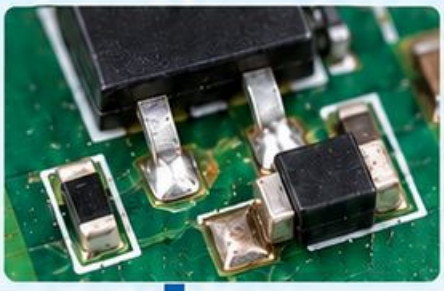
Odizoluj tranzystor i sprawdź powierzchnię obudowy oraz płytki. Uwzględnij rezystor bramka–źródło i ogranicznik, które wpływają na pomiar w układzie.

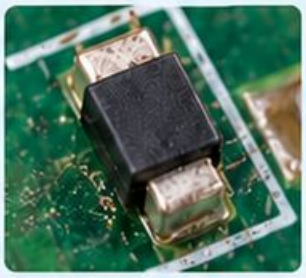




2. Wykonaj test wstępny

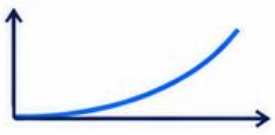
Omomierzem sprawdź bramka–źródło oraz bramka–dren w obu kierunkach, z zachowaniem ochrony ESD i procedury producenta.





3. Oceń ograniczenie metody

Wyraźne przewodzenie wymaga wyjaśnienia; niektóre elementy mają ochronę wewnętrzną. Wynik OL nie potwierdza prądu upływu przy napięciu znamionowym.



Wyraźne przewodzenie wymaga wyjaśnienia



Wynik OL nie potwierdza prądu upływu przy napięciu znamionowym

Nie rób tego

Nie badaj bramki miernikiem izolacji ani przypadkowym wysokim napięciem. Nie dotykaj wyprowadzeń bez ochrony przed ESD.

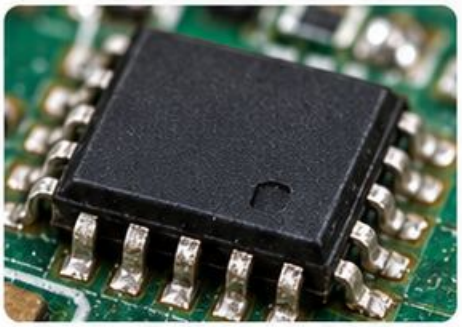
Następny krok

Porównaj konstrukcję elementu z jego notą. Jeśli potrzebny jest pomiar upływu, użyj zatwierdzonej procedury i ograniczeń producenta; nie improwizuj źródła testowego.

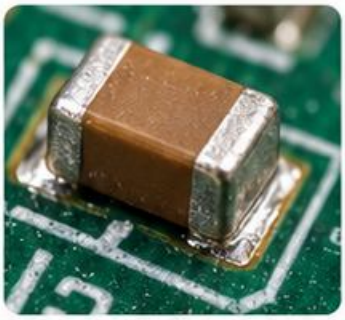
Źródła: [4], [6], [16], [17].

Uszkodzony stopień sterujący

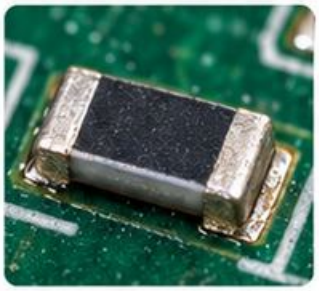
Nieprawidłowe VGS może pochodzić ze sterownika bramki lub jego obciążenia. Sprawdź sygnał wejściowy i zasilanie przed wymianą.



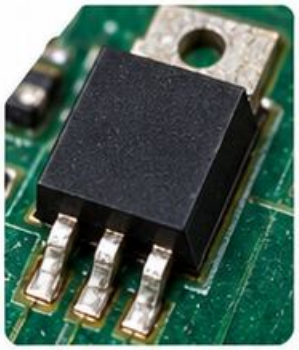
Sterownik bramki



Kondensator odsprzęgający



Rezystor bramkowy



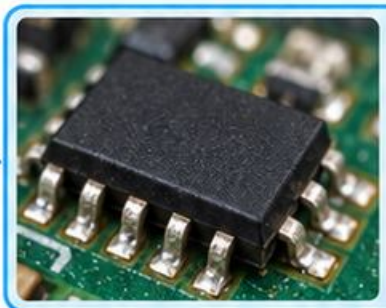
MOSFET

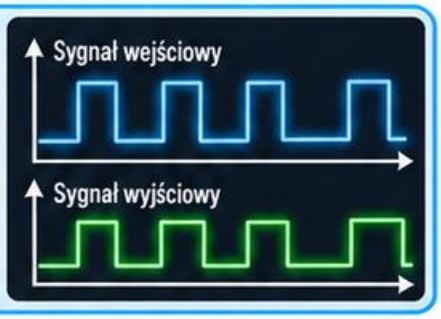
Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Ustal odniesienia

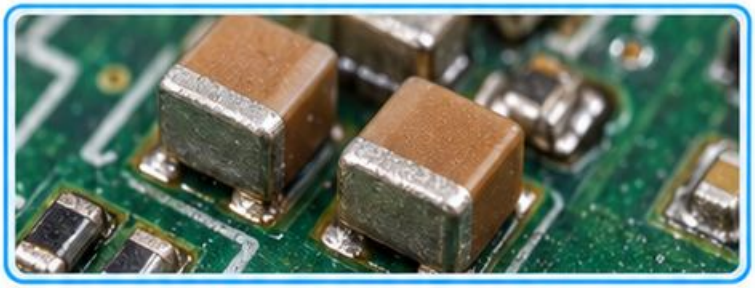
Wejście oceniaj względem powrotu wejścia, wyjście względem jego powrotu. W sterowniku izolowanym lub high-side te potencjały mogą być różne.





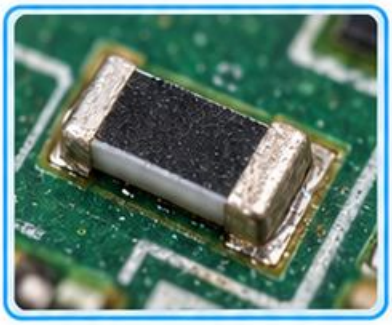
2. Sprawdź warunki pracy

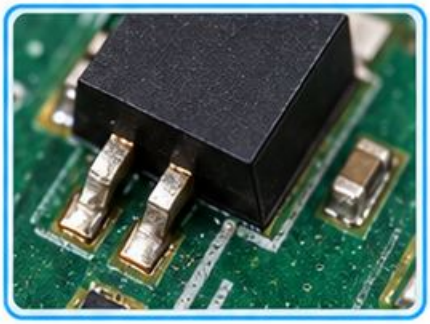
Według noty oceń zasilanie, UVLO, zezwolenie i ewentualny sygnał błędu. Do pomiarów dobierz właściwą izolację i zakres wspólny.



3. Oddziel obciążenie

Bez zasilania sprawdź zwarcie bramki, rezystor i odsprzęganie. Poprawne wejście przy nieprawidłowym wyjściu zawęża diagnozę, lecz najpierw wyklucz przeciążenie.





Nie rób tego

Nie uruchamiaj stopnia mocy z dowolnie odłączoną bramką. Nie zwieraj sygnału błędu ani zabezpieczenia sterownika.

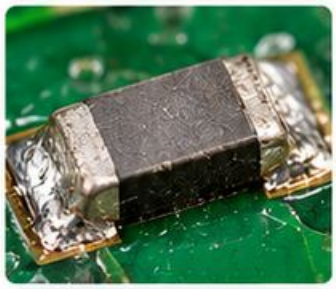
Następny krok

Odtwórz prawidłowy tor i warunki pracy. Po naprawie sprawdź VGS, czasy przełączania i temperaturę w zakresie wymaganym przez urządzenie.

Źródła: [4], [6], [16], [17].

Fałszywy sygnał CS

Zbyt krótkie impulsy mogą wynikać z zakłócenia pomiaru prądu. Najpierw wyklucz rzeczywiste przeciążenie stopnia mocy.



Rezystor pomiarowy



Filtr CS



Sterownik

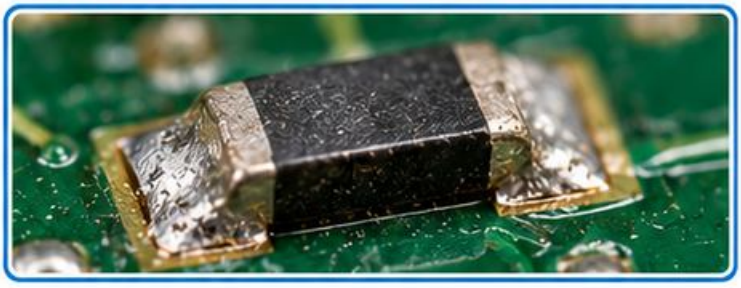


Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Zidentyfikuj wejście

Ustal w nocie nazwę wejścia prądowego, jego powrót i sposób filtrowania. CS może być realizowane inaczej w różnych sterownikach.



2. Porównaj momenty

Odpowiednią metodą zmierz sygnał CS względem właściwego powrotu. Powiąż jego szpilkę z chwilą przełączenia; sprawdź opis filtracji lub blankingu.



3. Sprawdź bez zasilania

Oceń rezystor pomiarowy, filtr, luty i połączenia powrotu. Rzeczywisty szybki wzrost prądu wymaga diagnostyki obciążenia i stopnia mocy.



Nie rób tego

Nie zwiększaj filtru ani progu ograniczenia na próbę. Możesz opóźnić wykrycie niebezpiecznego prądu.

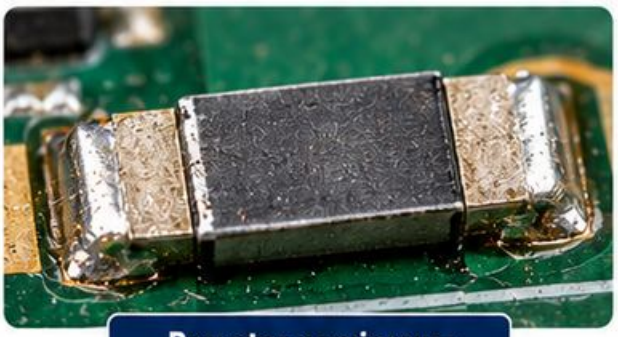
Następny krok

Przywróć wartości zgodne ze schematem. Po naprawie potwierdź prawidłowy sygnał i działanie ochrony zatwierdzoną metodą, bez wymuszania zwarcia.

Źródła: [4], [6], [18].

Przerwa rezystora pomiarowego

Brak pomiaru prądu może blokować pracę lub pozbawiać układ właściwego ograniczania. Sprawdź funkcję rezystora w danej topologii.



Rezystor pomiarowy



Połączenie pomiarowe



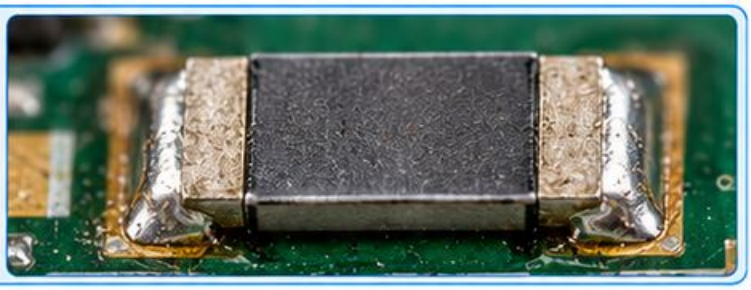
Pole lutownicze

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Odczytaj wartość

Porównaj oznaczenie ze schematem. Nie pomyl zapisu małej rezystancji z numerem seryjnym; ustal także tolerancję i parametry impulsowe.



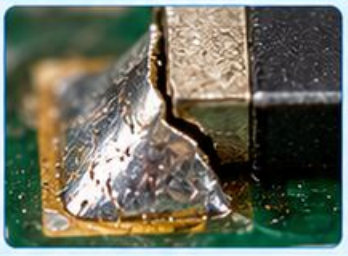
2. Zmierz właściwie

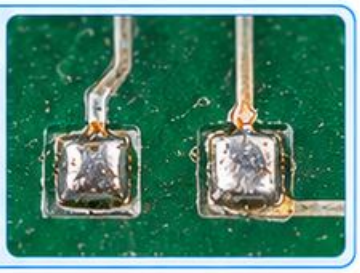
Po odizolowaniu elementu dobierz metodę do małej rezystancji. Uwzględnij rezystancję przewodów; gdy wymaga tego dokładność, zastosuj pomiar czteroprzewodowy.



3. Rozdziel przerwy

Sprawdź osobno rezystor, pola lutownicze oraz połączenia pomiarowe. Ciągłość toru mocy nie gwarantuje ciągłości oddzielnej gałęzi pomiarowej.





Nie rób tego

Nie zwieraj rezystora i nie zwiększaj jego wartości na próbę. Zmiana wpływa na próg ograniczenia prądu lub pracę regulacji.

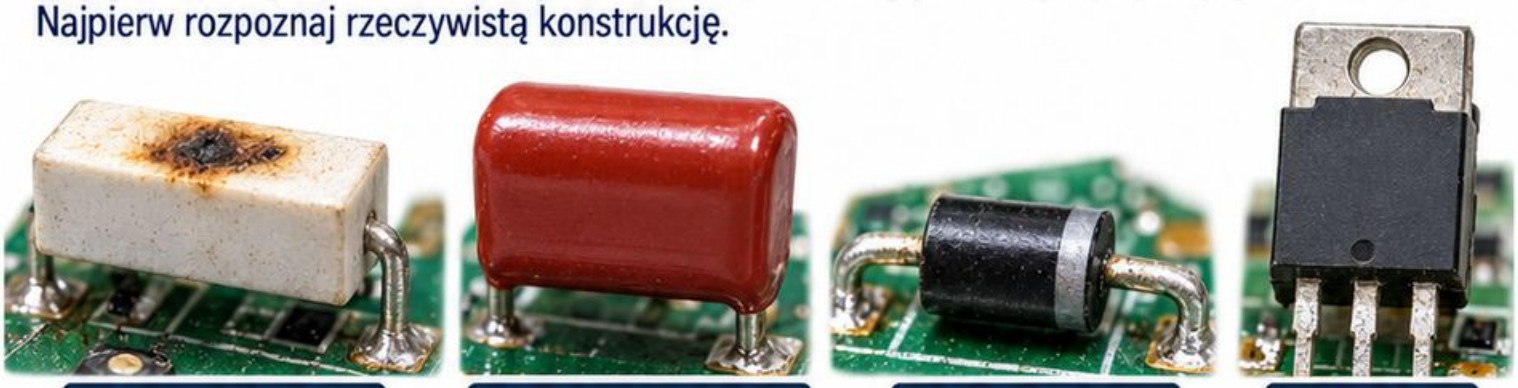
Następny krok

Znajdź przyczynę przeciążenia. Zamontuj zgodny element i sprawdź odtworzenie toru pomiarowego przed kontrolowanym uruchomieniem urządzenia.

Źródła: [4], [6].

Uszkodzony obwód tłumiący

Przegrzany rezystor lub uszkodzona dioda tłumika mogą towarzyszyć przepięciom klucza. Najpierw rozpoznaj rzeczywistą konstrukcję.



Rezystor tłumika | Kondensator tłumika | Dioda tłumika | MOSFET

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Ustal topologię

Odczytaj schemat: RC, RCD i układ aktywny działają inaczej. Nie przenoś wartości z podobnego zasilacza ani przypadkowej aplikacji.



2. Sprawdź bez zasilania

Odizoluj potrzebne elementy. Zmierz rezystancję, pojemność oraz diodę w obu kierunkach, dobierając metodę do konkretnego elementu.



3. Powiąż uszkodzenia

Sprawdź luty i zgodność zamienników. Awaria tłumika może zwiększać naprężenia klucza, ale może też być skutkiem nieprawidłowej pracy całej przetwornicy.



Nie rób tego

Nie zwiększaj pojemności na próbę. Zmiana może podnieść straty i przeciążyć rezystor, diodę lub klucz.

Następny krok

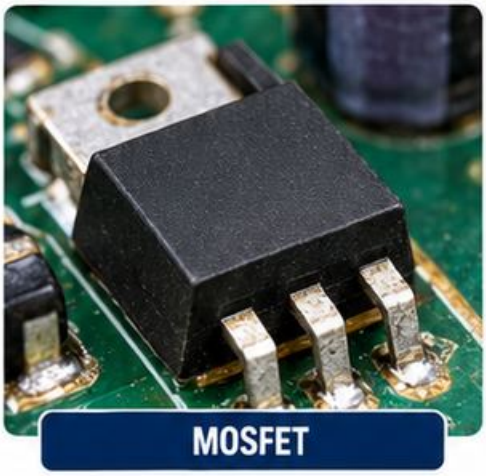
Odtwórz wartości i parametry impulsowe według dokumentacji. Dalszą kontrolę VDS wykonaj właściwą sondą różnicową z oceną szczytów, nie samego poziomu średniego.

Źródła: [4], [6], [18].

Mapa 052 • PWM i kluczowanie

Nadmierne przepięcia klucza

Wysokie szczyty VDS mogą niszczyć MOSFET. Najpierw potwierdź, że rejestrowany przebieg nie jest artefaktem pomiaru.



MOSFET



Obwód tłumiący



Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Dobierz pomiar

Mierz dren–źródło sondą różnicową lub właściwym systemem izolowanym. Sprawdź napięcie wspólne, zakres różnicowy, pasmo oraz dopuszczalne przepięcia.



2. Zapisz warunki

Przy procedurze serwisowej utrwal rozruch i wymagane obciążenie. Porównaj szczyty z parametrami MOSFET-a, uwzględniając ograniczenia konkretnej konstrukcji.



3. Sprawdź przyczynę

Bez zasilania oceń tłumik, diody, transformator, luty i zgodność zamienników. Powiąż moment szczytu z wyłączeniem oraz zmianą obciążenia.



Nie rób tego

Nie zakładaj, że dopuszczalna energia lawinowa usprawiedliwia powtarzające się przeciążenie. Nie usuwaj uziemienia oscyloskopu.

Następny krok

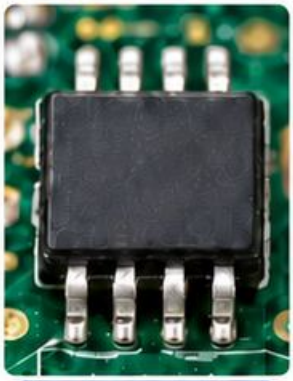
Usuń przyczynę i powtórz zapis identyczną metodą. W razie przekroczenia granic przerwij pracę zamiast prowadzić kolejne próby obciążeniowe.

Źródła: [4], [6], [18].

Mapa 053 • PWM i kluczowanie

Asymetria sterowania

Różne przebiegi obu kanałów mogą wynikać z topologii, warunków pomiaru lub usterki. Najpierw ustal, jak powinien działać układ.



Sterownik



Klucz górny



Klucz dolny



Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednimi sondami.

1. Ustal oczekiwania

Sprawdź dokumentację: przebiegi push-pull, półmostka i mostka nie muszą mieć tych samych odniesień ani sekwencji.

2. Porównaj poprawnie

Każde VGS mierz względem własnego źródła. Dla high-side uwzględnij pływający potencjał; użyj systemu odpowiedniego do napięcia wspólnego i szybkości zmian.

3. Wskaż różnicę

Przy porównywalnych warunkach oceń amplitudę, czasy, kolejność oraz czas martwy. Bez zasilania sprawdź elementy obu torów i zasilanie sterowników.

Nie rób tego

Nie łącz źródeł kluczy masami sond. Nie wymuszaj symetrii przez zmianę elementów, jeśli dokumentacja przewiduje odmienne sterowanie.

Następny krok

Usuń potwierdzoną usterkę i sprawdź brak niezamierzonego nakładania załączeń. Kryteria przyjmij dla konkretnej topologii oraz sterownika.

Źródła: [4], [6], [16], [17].

Moduł 05

Strona wtórna i wyjście



Prostownik



Kondensator wyjściowy



Dławik



Złącze



Odbiornik

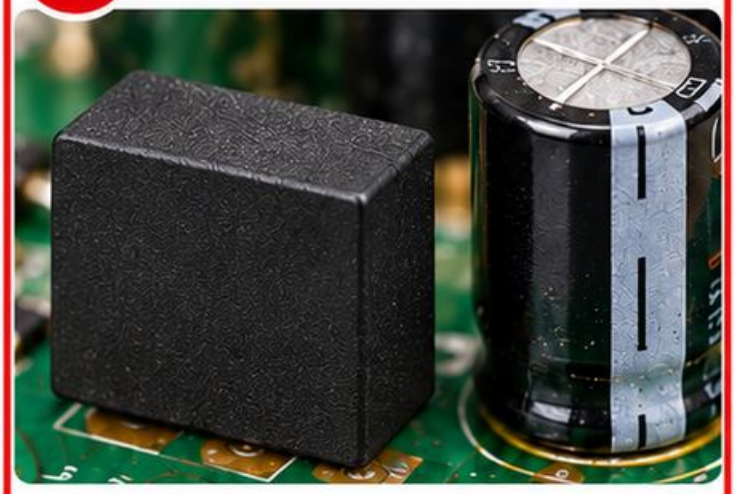
Cel modułu

Oddziel uszkodzenie prostowania i filtracji od spadku w przewodach oraz zachowania odbiornika. Sprawdzisz również zależność między obciążeniami kilku wyjść i warunki pracy bez obciążenia.

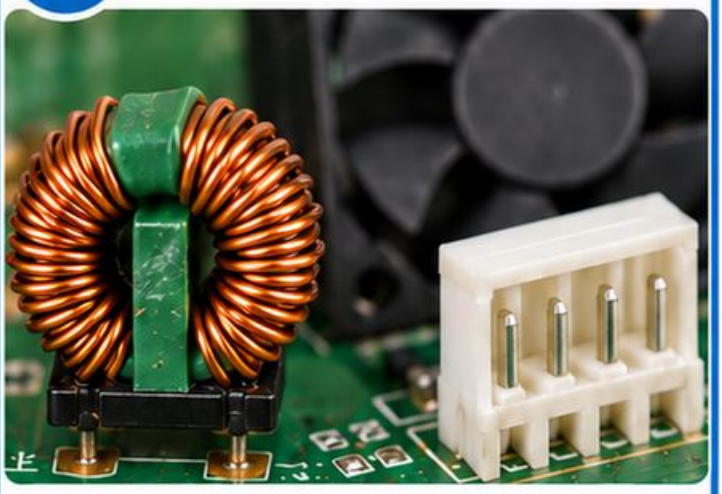
Przed pomiarami rezystancji odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.

Zapisz punkt, tryb i odniesienie pomiaru. Wynik oceniaj wraz z warunkami wejścia, obciążeniem oraz topologią; dobieraj metodę do izolacji badanego obwodu.

1



2



Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Zwarcie diody wyjściowej

Przetwornica próbuje startować, a wyjście pozostaje niskie. Oddziel zwarcie prostownika od zwarcia kondensatora lub odbiornika.



Dioda wyjściowa



Kondensator wyjściowy



Złącze wyjścia

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Rozdziel obciążenie

Odłącz odbiornik i zmierz rezystancję między biegunami wyjścia. Uwzględnij ładowanie kondensatorów oraz niską rezystancję niektórych sprawnych obciążeń.



2. Sprawdź diodę

Odizoluj element i zbadaj każde złącze testem diody w obu kierunkach. W podwójnej diodzie ustal wspólną anodę lub katodę z dokumentacji.



3. Podejmij decyzję

Przewodzenie w obu kierunkach odizolowanego złącza wskazuje zwarcie. Jeżeli zwarcie pozostaje na płytce po odłączeniu diody, sprawdź pozostałe gałęzie.



Zwarcie elementu → wymiana.
Zwarcie płytki → dalsza lokalizacja.

Nie rób tego

Nie oceniaj diody wyłącznie w układzie równoległym do uzwojenia. Nie podłączaj zasilania ze znalezionym zwarciem.

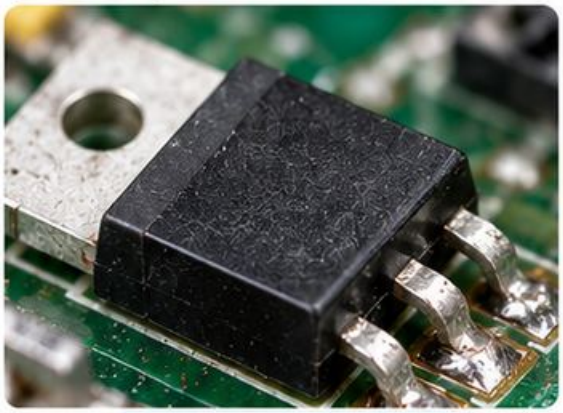
Następny krok

Dobierz właściwą technologię i parametry diody. Sprawdź kondensatory, chłodzenie oraz obciążenie, zanim uznasz usunięcie skutku za naprawę.

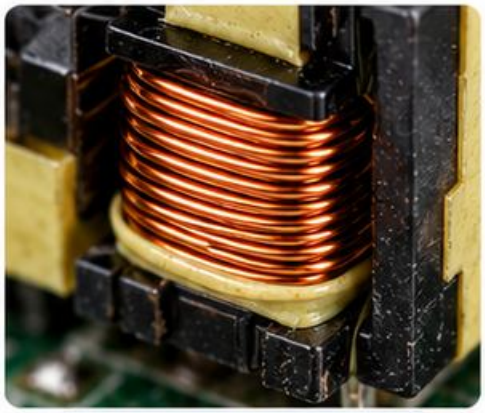
Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Przerwa diody wyjściowej

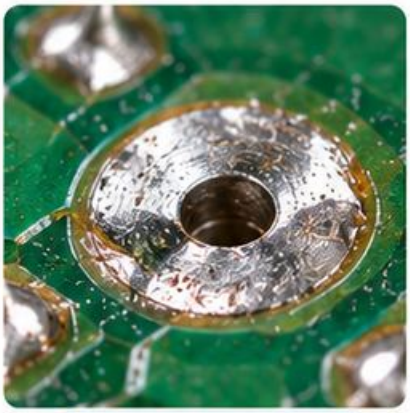
Brak napięcia może wynikać z przerwy prostowania, ale podobny objaw daje brak przełączania strony pierwotnej.



Dioda wyjściowa



Uzwojenie wtórne



Pole lutownicze

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź tor

Bez zasilania skontroluj ciągłość uzwojenia, lutów i połączenia do diody. Rozdziel przerwę elementu od przerwy ścieżki.

2. Zbadaj złącza

Odizoluj diodę i sprawdź oba kierunki trybem diody. Potwierdź pewny styk i zakres miernika; nie zakładaj jednego spadku dla wszystkich technologii.

3. Oceń ograniczenia

Brak przewodzenia w obu kierunkach wskazuje przerwę po wykluczeniu ograniczenia metody. Sprawny wynik niskonapięciowy nie potwierdza zachowania przy napięciu roboczym.

Przerwa diody → wymiana.
Dioda sprawna → sprawdzenie toru.

Nie rób tego

Nie zwiększaj obciążenia w celu potwierdzenia usterki. Nie pomijaj drugiego złącza elementu podwójnego.

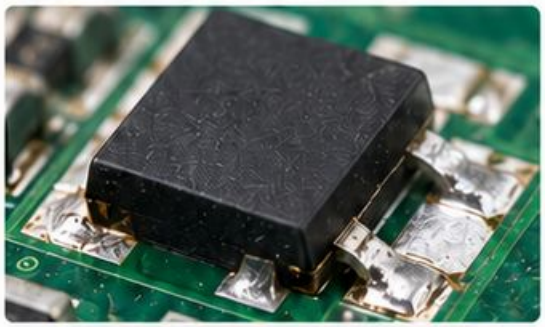
Następny krok

Po wymianie sprawdź polaryzację i chłodzenie. Jeśli tor wtórny pozostaje sprawny, wróć do warunków przełączania i przekazywania energii.

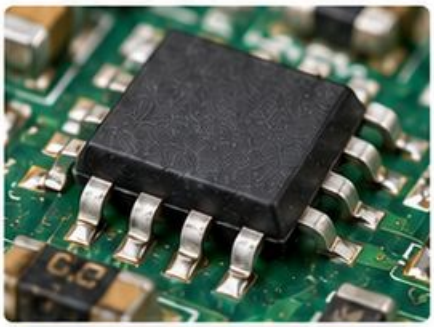
Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Niesprawny prostownik synchroniczny

Zasilacz może pracować przez diodę strukturalną MOSFET-a, choć sterowanie prostowaniem synchronicznym nie działa. Objawem bywa wzrost strat.



MOSFET prostownika



Sterownik prostownika



Kondensator zasilania

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą

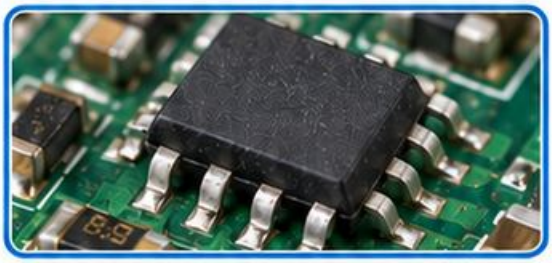
1. Wyklucz zwarcie

Bez zasilania sprawdź MOSFET poza wpływem obwodu, zgodnie z jego technologią. Oceń dren–źródło oraz gałąź bramki.



2. Sprawdź sterowanie

Podczas zatwierdzonego pomiaru oceniaj VGS względem źródła tego MOSFET-a. Sprawdź zasilanie sterownika, warunki aktywacji i zakres pracy opisany w nocie.



3. Rozdziel przyczyny

Brak VGS może być prawidłowy w określonym trybie lekkiego obciążenia. Nieprawidłowe załączenie lub wyłączenie wymaga oceny synchronizacji i pomiaru sterownika.



Zwarcie → naprawa toru.
Brak sterowania → warunki aktywacji.

Nie rób tego

Nie wymuszaj stałego załączenia bramki. Dioda strukturalna nie gwarantuje bezpiecznej pracy urządzenia przy pełnym obciążeniu.

Następny krok

Porównaj zachowanie przy wymaganym obciążeniu z dokumentacją. Sprawdź temperaturę i zgodność zamiennika, zwłaszcza ładunek bramki oraz parametry diody strukturalnej.

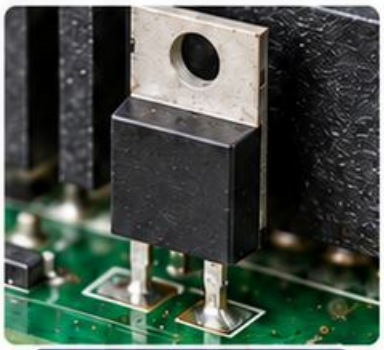
Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Zwarcie kondesatora wyjściowego

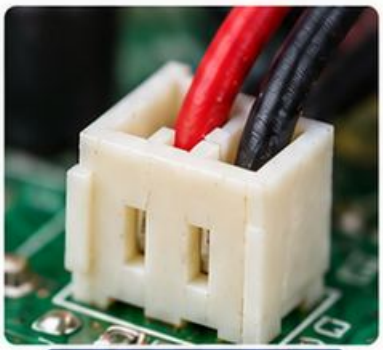
Niska rezystancja wyjścia nie identyfikuje winnego kondensatora. Wyklucz odbiornik, prostownik i pozostałe elementy równoległe.



Kondensator wyjściowy



Dioda wyjściowa



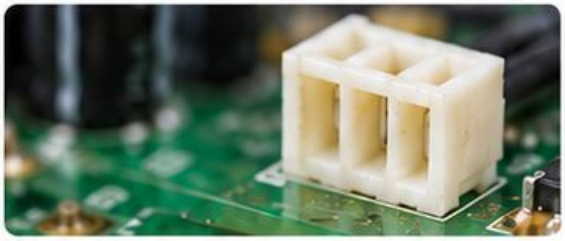
Złącze obciążenia

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Oddziel odbiornik

Odłącz przewody obciążenia i zmierz rezystancję wyjścia między jego biegunami. Obserwuj czasową zmianę wskazania, zamiast oceniać sam brzęczyk.



2. Odizoluj element

Odłącz jedną końcówkę podejrzanego kondensatora. Sprawdź osobno jego rezystancję oraz pozostałą gałąź, po każdorazowym potwierdzeniu braku napięcia.



3. Potwierdź lokalizację

Trwała mała rezystancja kondensatora wskazuje zwarcie. Jeśli zwarcie pozostaje na płytce, sprawdź prostownik i inne kondensatory; możliwych usterek jest więcej.



Zwarcie kondensatora → wymiana.
Zwarcie gałęzi → dalszy podział.

Nie rób tego

Nie podawaj przypadkowego prądu w celu ogrzania uszkodzenia. Nie oceniaj równoległego zestawu wyłącznie pomiarem pojemności.

Następny krok

Dobierz zamiennik pod względem napięcia, temperatury, ESR i prądu tętnień. Sprawdź polaryzację oraz przyczynę przeciążenia przed uruchomieniem.

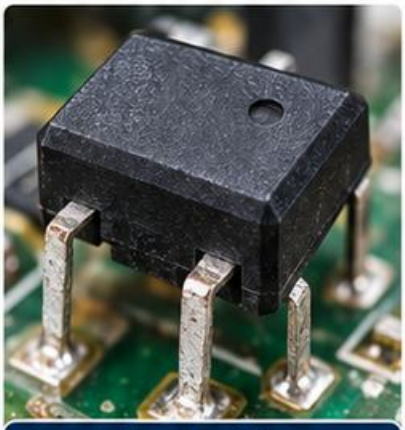
Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Wysokie tętnienia wyjściowe

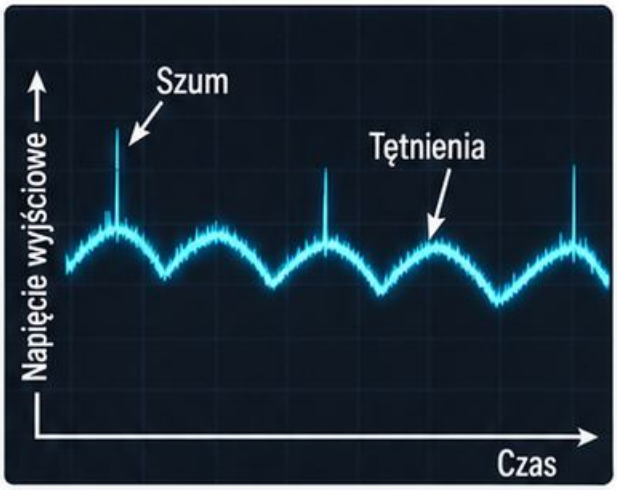
Poprawna średnia napięcia nie wyklucza tętnień powodujących błędy odbiornika. Najpierw ustal wymaganą metodę ich pomiaru.



Kondensator wyjściowy



Prostownik



Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Przygotuj pomiar

Mierz między zaciskami badanego wyjścia, metodą dobraną do jego izolacji. Zapisz pasmo, sprzężenie i ograniczenia sondy oraz warunki obciążenia.

2. Rozdziel przebiegi

Odróżnij okresowe tętnienia od krótkich szpilek i wolnych zmian regulacji. Duża pętla pomiarowa może dodawać zakłócenia niezwiązane z napięciem odbiornika.

3. Sprawdź elementy

Po odłączeniu zbadaj kondensatory, prostownik, dławik i połączenia. Poprawna pojemność nie wyklucza nadmiernej ESR ani złego styku.

Rzeczywiste tętnienia → tor wyjścia.
Artefakt → korekta metody.

Nie rób tego

Nie dobieraj kondensatora tylko według pojemności. Nie stosuj jednej dopuszczalnej amplitudy do wszystkich urządzeń.

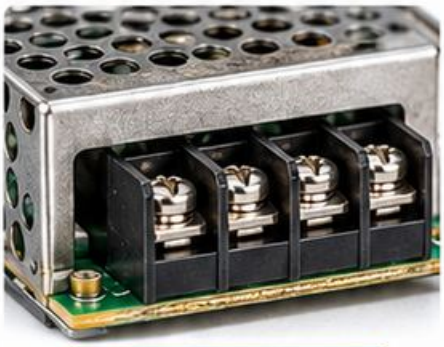
Następny krok

Po naprawie powtórz pomiar identyczną metodą i obciążeniem. Porównaj wynik z wymaganiem zasilacza oraz odbiornika.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Napięcie spada pod obciążeniem

Zapad może powstawać w zasilaczu albo w przewodach. Porównanie dwóch miejsc pozwala rozdzielić te hipotezy.



Wyjście zasilacza



Złącze



Przewód



Odbiornik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz obciążenie

Ustal wymagane napięcie i dopuszczalny prąd. Zwiększaj obciążenie wyłącznie w zakresie przewidzianym przez producenta i przy zatwierdzonych warunkach pracy.



2. Porównaj miejsca

Mierz DC między biegunami wyjścia zasilacza, a następnie bezpośrednio przy odbiorniku. Zachowaj to samo obciążenie i właściwe odniesienie.





3. Wybierz gałąź

Spadek tylko przy odbiorniku kieruje do przewodów i złączy. Spadek już na zasilaczu wymaga oceny ograniczenia prądu, prostowania, kondensatorów i sprzężenia.

Zapad przy odbiorniku → połączenia.
Zapad na wyjściu → zasilacz.

Nie rób tego

Nie przekraczaj mocy urządzenia, aby wymusić objaw. Nie zakładaj, że każda redukcja napięcia oznacza uszkodzenie.

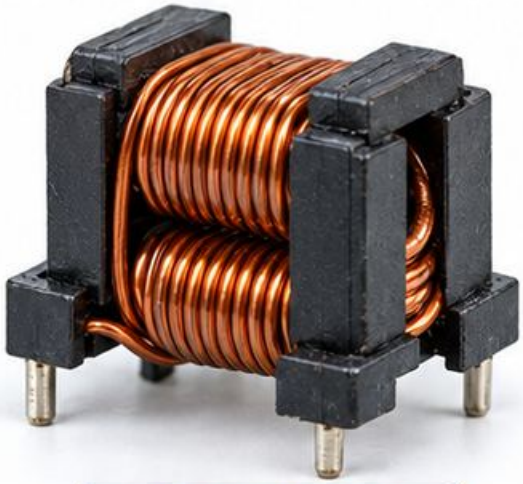
Następny krok

Bez zasilania sprawdź wskazany tor. Odróżnij prawidłową charakterystykę ograniczenia od usterki, porównując prąd i napięcie z dokumentacją.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Przerwa dławika wyjściowego

Napięcie przed filtrem może występować, choć nie dociera do odbiornika. Sprawdź dławik i jego mocowanie.



Dławik wyjściowy



Pole lutownicze



Kondensator wyjściowy

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.
Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal tor

Rozpoznaj końce właściwego uzwojenia ze schematu. W dławiku sprzężonym nie zakładaj, że sąsiednie wyprowadzenia należą do tej samej gałęzi.



2. Zmierz ciągłość

Bez zasilania użyj omomierza między końcami uzwojenia po wykluczeniu dróg równoległych. Skontroluj osobno luty oraz dalsze połączenia.



3. Oceń ograniczenia

Brak ciągłości wskazuje przerwę rozpoznanego toru. Niska rezystancja nie dowodzi poprawnej indukcyjności, braku zwarć międzyzwojowych ani właściwego zachowania pod prądem.



Przerwa uzwojenia → wymiana.
Przerwa lutu → naprawa połączenia.

Nie rób tego

Nie omijaj dławika przewodem.
Nie zastępuj go elementem dobranym jedynie według wymiarów i rezystancji.

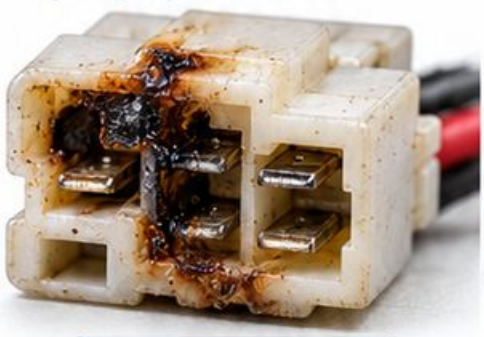
Następny krok

Dobierz zgodny dławik z uwzględnieniem indukcyjności, prądu i konstrukcji.
Po naprawie sprawdź napięcie oraz tętnienia w wymaganych warunkach obciążenia.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Przegrzane złącze

Nadtopienie lub przebarwienie złącza może wskazywać zły styk albo nadmierny prąd. Obie przyczyny wymagają rozdzielenia.



Złącze wyjściowe



Styk



Zacisk przewodu



Obudowa złącza

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Obejrzyj bez zasilania

Sprawdź styki, zaciski, blokadę i izolację przewodów. Oceń obie połówki złącza; wymiana samej obudowy nie usuwa wypalonej powierzchni.



2. Oceń spadek

Jeśli procedura dopuszcza bezpieczną pracę, zmierz DC między końcami tego samego styku lub połączenia pod znanym obciążeniem. Dobierz zakres przyrządu.



3. Powiąż wynik

Spadek skoncentrowany na styku kieruje do połączenia. Nadmierny prąd mimo dobrego styku wymaga sprawdzenia odbiornika i doboru złącza.

Uszkodzony styk → wymiana. Nadmierny prąd → diagnoza obciążenia.

Nie rób tego

Nie doginaj wypalonych styków jako naprawy. Brzęczyk multimetru nie potwierdza małej rezystancji styku pod obciążeniem.

Następny krok

Wymień uszkodzone części zgodnie z technologią montażu. Po naprawie sprawdź spadek i temperaturę przy wymaganym prądzie.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Zwarcie w odbiorniku

Zasilacz próbuje startować dopiero po podłączeniu urządzenia. Oddziel zachowanie obciążenia od wewnętrznej usterki wyjścia.



Złącze wyjścia



Przewód odbiornika



Odbiornik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

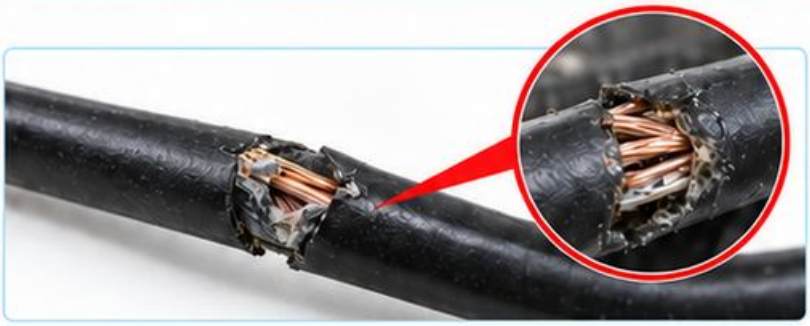
1. Odłącz obciążenie

Bez zasilania odłącz odbiornik. Porównaj rezystancję między biegunami wyjścia zasilacza oraz między wejściami odbiornika, zapisując kierunek i zmianę odczytu.



2. Sprawdź przewód

Zbadaj zwarcie między żyłami i uszkodzenie izolacji. Oddziel przewód od odbiornika, jeśli konstrukcja pozwala; sprawdź zgodność polaryzacji złączy.



3. Oceń znaczenie

Stała mała rezystancja wymaga wyjaśnienia, ale sprawne urządzenia mogą mieć niski odczyt lub ładowane pojemności. Wynik porównaj z ich konstrukcją.

Zwarcie przewodu → wymiana.
Podejrzenie odbiornika → jego diagnostyka.

Nie rób tego

Nie potwierdzaj zwarcia kolejnymi próbami sieciowymi. Nie zakładaj, że start bez odbiornika oznacza pełną sprawność zasilacza.

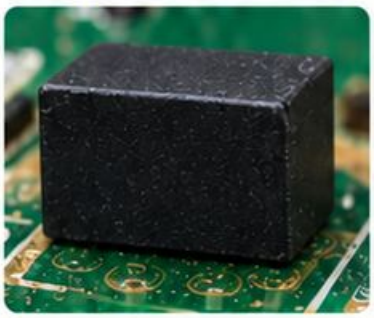
Następny krok

Po usunięciu usterki odbiornika sprawdź zasilacz przy zgodnym, znanym obciążeniu. Przed połączeniem potwierdź wymagane napięcie i polaryzację.

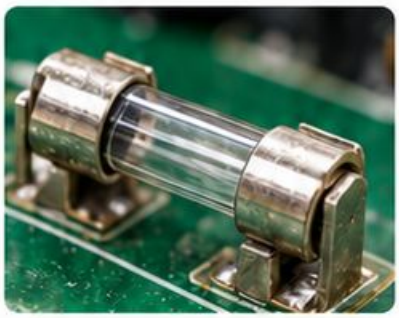
Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Brak jednej gałęzi

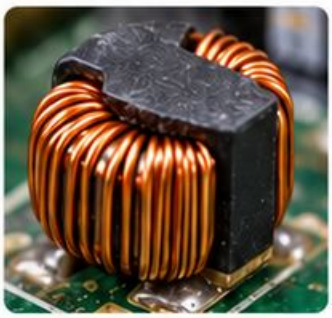
Pozostałe wyjścia działają, a jedno nie daje napięcia. Ustal, czy gałąź ma wspólne prostowanie lub własne sterowanie.



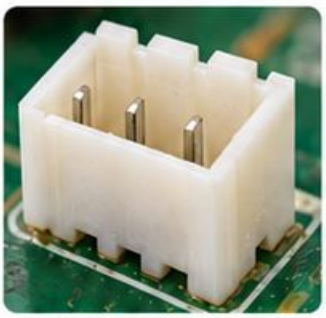
Prostownik gałęzi



Bezpiecznik gałęzi



Dławik



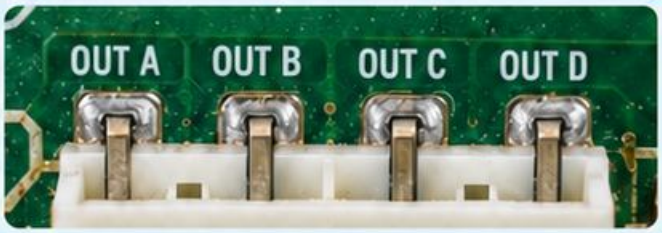
Złącze

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

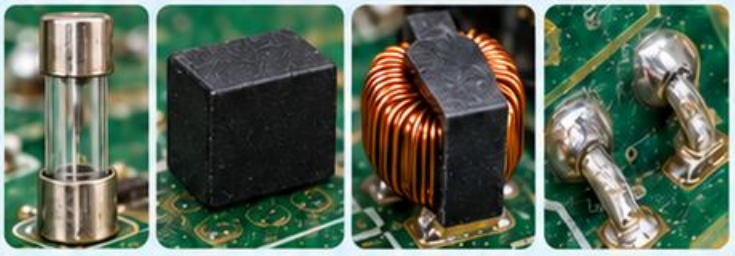
1. Zidentyfikuj odniesienie

Sprawdź nazwę wyjścia i jego powrót. Wyjścia izolowane lub ujemne mogą wymagać innego odniesienia.



2. Sprawdź bez zasilania

Wyklucz zwarcie odbiornika, potem sprawdź bezpiecznik, prostownik, dławik i połączenia gałęzi. Każdy podejrzany element potwierdź poza drogami równoległymi.



3. Rozdziel hipotezy

Przerwa toru kieruje do wskazanego elementu. Ciągły tor i brak zwarcia wymagają sprawdzenia warunku zezwolenia lub przekazywania energii do tego wyjścia.

Przerwa → naprawa toru.
Tor sprawny → warunki aktywacji.

Nie rób tego

Nie łącz powrotów różnych wyjść dla wygody. Nie zakładaj, że wszystkie gałęzie powinny działać w każdym trybie.

Następny krok

Dalszy pomiar DC wykonuj między właściwymi zaciskami gałęzi. Po naprawie sprawdź wzajemne obciążenie wyjść w wymaganych kombinacjach.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Nierówne obciążenie wyjść

Jedno napięcie zmienia się po obciążeniu innej gałęzi. To może wynikać z regulacji grupowej, a nie zwarcia.



Wyjście główne



Wyjście pomocnicze



Kondensatory wyjściowe

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź wymagania

Ustal zakresy obciążeń i ewentualne obciążenie minimalne każdej gałęzi. Nie zakładaj niezależnej regulacji wszystkich napięć.



2. Wykonaj porównanie

W zatwierdzonych warunkach mierz DC każdej gałęzi względem jej powrotu. Zmieniaj jedno obciążenie naraz, pozostając w dozwolonych kombinacjach.



3. Oceń zależność

Powtarzalna zmiana drugiego wyjścia może odpowiadać regulacji skrośnej. Przekroczenie wymagań przy dozwolonym obciążeniu kieruje do prostowania, kondensatorów i sprzężenia.

Zgodność z wymaganiami → cecha pracy. Przekroczenie → diagnostyka.

Nie rób tego

Nie dodawaj przypadkowego rezystora obciążającego jako trwałej naprawy. Nie zwieraj wyjść ani ich powrotów.

Następny krok

Zapisz napięcia i prądy wszystkich gałęzi. Bez zasilania sprawdź podejrzane elementy, a po naprawie powtórz tę samą macierz obciążeń.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Spadek napięcia na przewodzie

Odbiornik otrzymuje niższe napięcie niż zasilacz wystawia na zaciskach. Sprawdź każdy przewód oraz zakończenie osobno.



Przewód dodatni



Przewód powrotny



Zacisk



Odbiornik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal prąd

Zapisz obciążenie i dopuszczalne parametry przewodu. Oględziny wykonuj bez zasilania; szukaj złamanych żył, luźnych zacisków i przegrzania.



2. Zmierz spadek

Jeśli procedura dopuszcza pracę, zmierz DC między końcami tej samej żyły pod stałym obciążeniem. Powtórz dla powrotu, zachowując właściwą izolację.



3. Zlokalizuj stratę

Spadek na całej żyle kieruje do jej przekroju lub uszkodzenia. Spadek skupiony na zacisku wskazuje połączenie; uwzględnij rezystancję obu przewodów.



Strata przewodu → ocena przewodu. Strata zacisku → połączenie.

Nie rób tego

Nie kompensuj straty podnoszeniem napięcia zasilacza poza wymagania odbiornika. Nie oceniaj toru tylko na biegu jałowym.

Następny krok

Napraw zakończenie lub wymień przewód zgodnie z konstrukcją. Potwierdź napięcie odbiornika i temperaturę połączeń przy wymaganym prądzie.

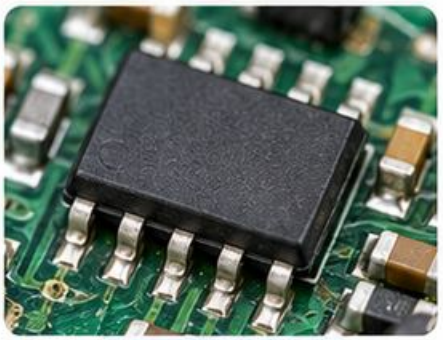
Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Niestabilność bez obciążenia

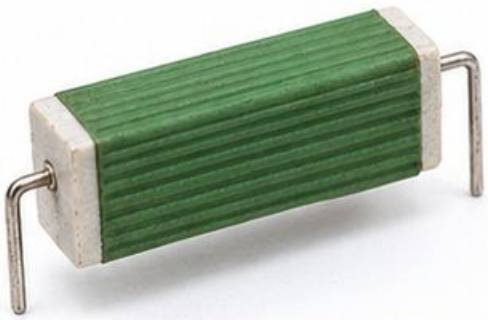
Napięcie pulsuje przy odłączonym odbiorniku, a stabilizuje się pod obciążeniem. Najpierw sprawdź wymagania i tryb oszczędny.



Kondensator wyjściowy



Sterownik



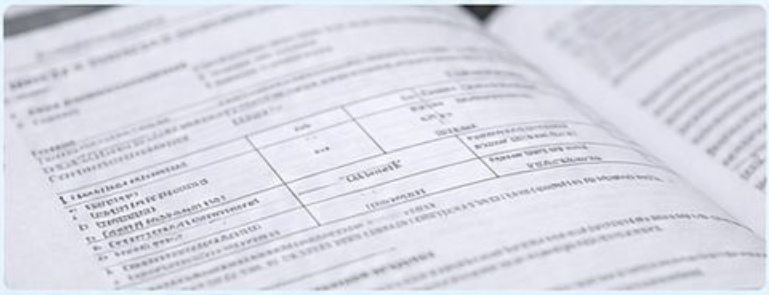
Obciążenie testowe

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal tryb

W dokumentacji sprawdź minimalne obciążenie oraz dopuszczalne zachowanie burst lub skip. Sam nieregularny odstęp impulsów nie dowodzi usterki.



2. Porównaj warunki

W kontrolowanej próbie porównaj napięcie bez obciążenia i z przewidzianym obciążeniem testowym. Mierz między biegunami wyjścia metodą odpowiednią dla izolacji.





3. Oceń skutek

Prawidłowy tryb oszczędny nie powinien przekraczać wymagań wyjścia. Nadmierne wahania kierują do kondensatorów, sprzężenia, zasilania pomocniczego i warunków startu.

Zgodny tryb → zapis obserwacji.
Przekroczenie → diagnostyka regulacji.

Nie rób tego

Nie wymuszaj ciągłej pracy zmianą kompensacji. Nie montuj przypadkowego obciążenia stałego, aby ukryć usterkę.

Następny krok

Po odłączeniu sprawdź wskazane elementy. Po naprawie potwierdź zgodność przy braku obciążenia, jego minimum i wymaganym obciążeniu roboczym.

Źródła: [19], [20], [6], [3], [14].

Moduł 06

Sprzężenie zwrotne i zabezpieczenia

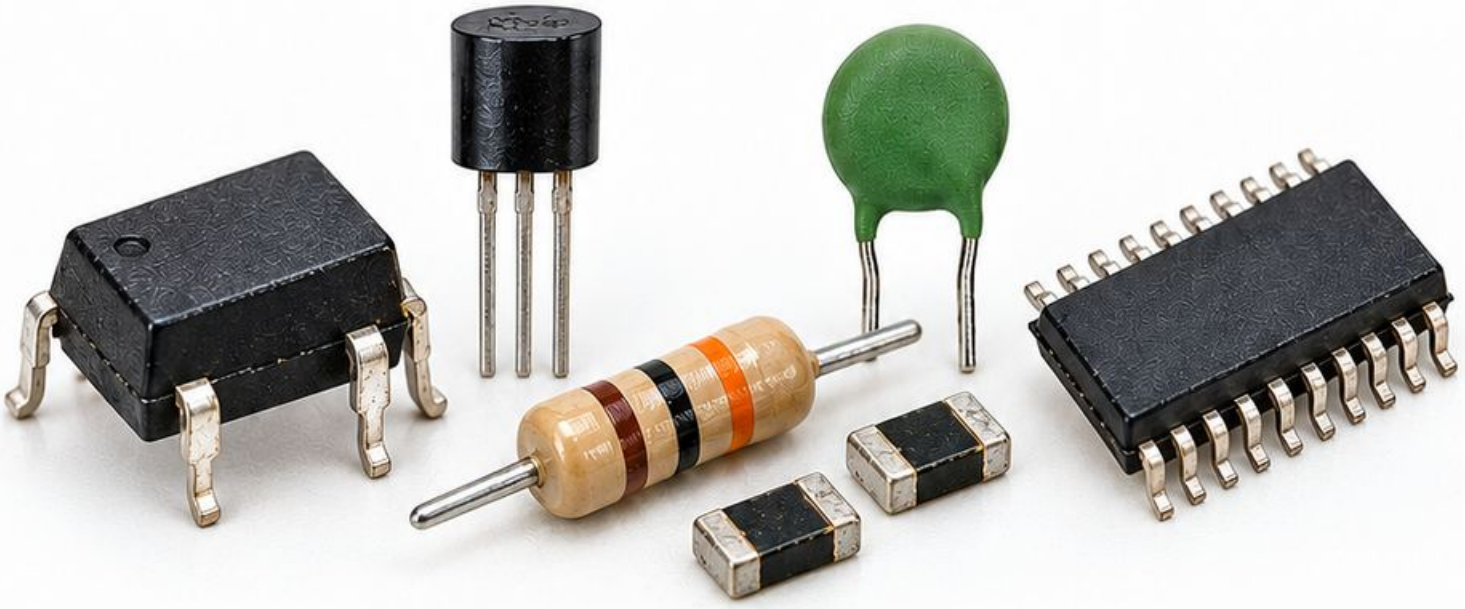


Transoptor | Układ odniesienia | Dzielnik | Czujnik temperatury | Sterownik

Cel modułu

Oddziel rzeczywiste przekroczenie parametrów od błędnego sygnału pomiarowego. Sprawdzisz tor regulacji, warunki aktywacji i sygnały sterujące bez omijania ochrony urządzenia.

Przed pomiarami rezystancji odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.



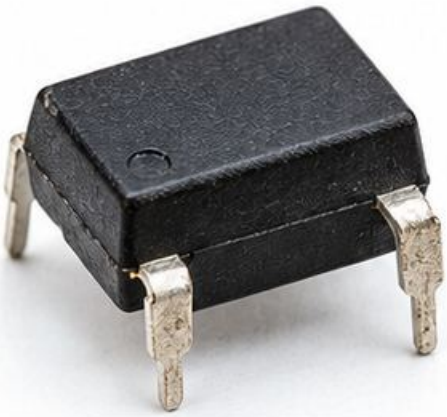
Zapisz punkt, tryb i odniesienie pomiaru.

Wynik oceniaj wraz z warunkami wejścia, obciążeniem oraz topologią; dobieraj metodę do izolacji badanego obwodu.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Przerwany transoptor

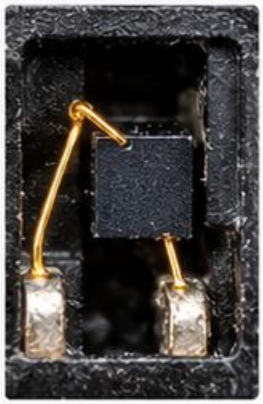
Utrata sprzężenia może podnieść napięcie lub uruchomić zabezpieczenie.
Nie diagnozuj transoptora wyłącznie na podstawie objawu wyjścia.



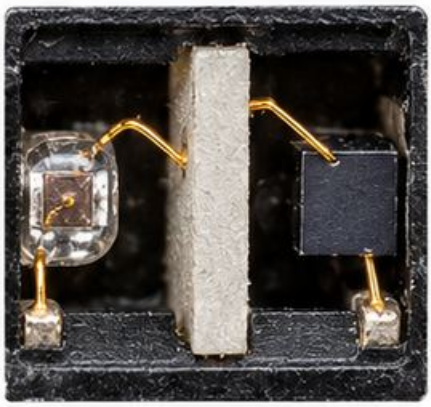
Transoptor



Dioda transoptora



Fototranzystor



Bariera izolacyjna

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.
Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź połączenia

Bez zasilania potwierdź ciągłość połączeń po obu stronach transoptora. Ustal wyprowadzenia oraz funkcję według noty, zachowując rozdział stron izolowanych.

2. Zbadaj część wejściową

Po odizolowaniu użyj testu diody między anodą i katodą. Brak przewodzenia wymaga potwierdzenia styków i możliwości miernika.

3. Oceń granice

Sprawna dioda nie potwierdza przekazywania sygnału przez fototranzystor. Ocena CTR wymaga kontrolowanych warunków prądu i napięcia opisanych w dokumentacji.

Przerwa LED → wymiana.
LED sprawna → ocena przekazywania sygnału.

Nie rób tego

Nie zwieraj bariery izolacyjnej ani wyjścia transoptora. Nie uruchamiaj zasilacza z przerwanym sprzężeniem dla próby.

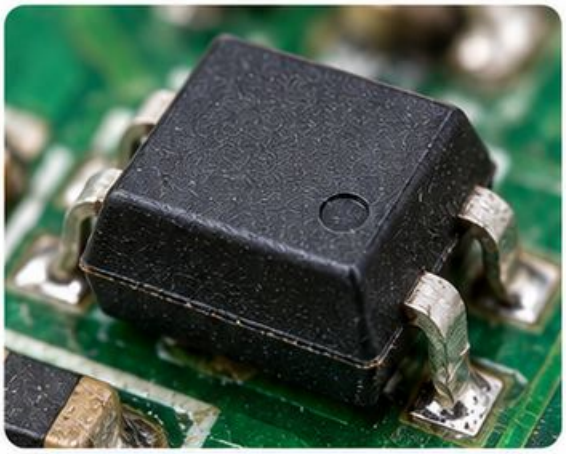
Następny krok

Sprawdź rezystory i układ odniesienia współpracujące z transoptorem. Zamiennik dobierz także pod względem CTR, izolacji i parametrów dynamicznych.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Niesprawna dioda transoptora

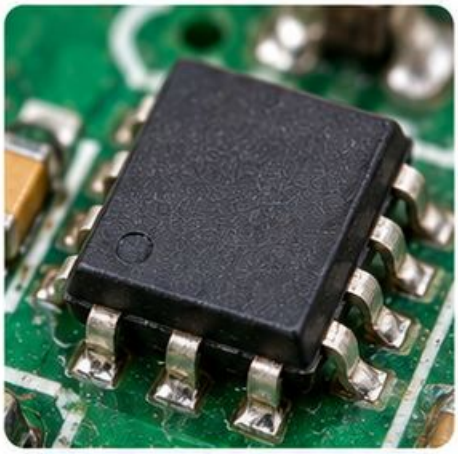
Brak prądu diody może oznaczać jej przerwę, uszkodzenie rezystora albo brak zasilania toru sprzężenia.



Dioda transoptora



Rezystor ograniczający



Układ odniesienia

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź diodę

Bez zasilania odizoluj badane złącze. Testem diody sprawdź oba kierunki, znając anodę i katodę z dokumentacji.

2. Sprawdź otoczenie

Omomierzem oceń rezystor ograniczający oraz połączenia. Uwzględnij układ odniesienia i napięcie gałęzi, z której dioda otrzymuje prąd.

3. Rozdziel wyniki

Zwarcie lub przerwa odizolowanej diody wskazują usterkę. Poprawny spadek nie dowodzi prawidłowego CTR ani właściwego prądu w pracującym zasilaczu.

Dioda wadliwa → wymiana.
Dioda sprawna → tor jej prądu.

Nie rób tego

Nie podłączaj diody bez ograniczenia prądu. Nie dobieraj rezystora na próbę, aby zwiększyć jasność niewidocznej diody.

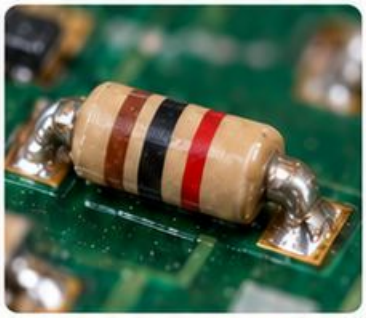
Następny krok

Dalszą ocenę prądu wykonuj zatwierdzoną metodą, na przykład przez spadek na znanym rezystorze przy poprawnym zakresie i odniesieniu pomiaru.

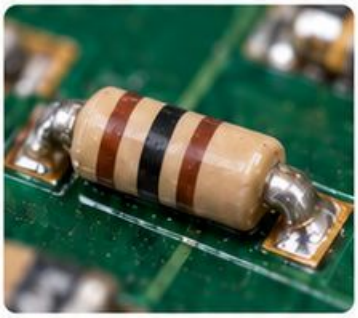
Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Błąd dzielnika wyjściowego

Niewłaściwy podział napięcia może przesuwać punkt regulacji. Sprawdź poszczególne rezystory, a nie tylko rezystancję całego łańcucha.



Rezystor górny



Rezystor dolny



Wejście odniesienia



Powrót wyjścia

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Rozpoznaj dzielnik

Prześledź schemat od regulowanego wyjścia przez punkt pomiarowy do właściwego powrotu. Uwzględnij dodatkowe rezystory i gałęzie kompensacji.

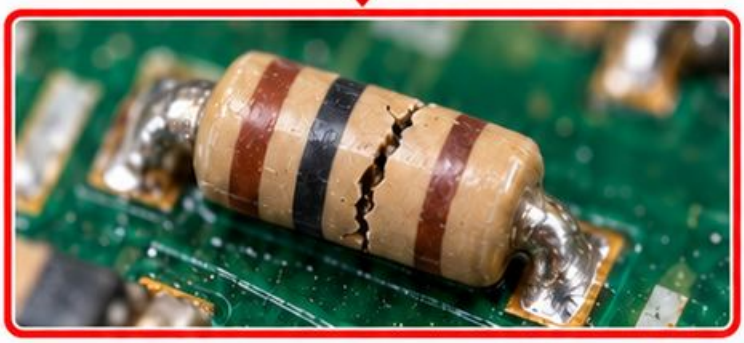
2. Zmierz wartości

Bez zasilania odizoluj potrzebne końcówki. Porównaj każdy rezystor z oznaczeniem, tolerancją i schematem; sprawdź też połączenie punktu środkowego.

3. Oceń proporcję

Zmiana jednego rezystora zmienia podział. Prawidłowa suma rezystancji nie wyklucza błędnej proporcji ani upływu przez zabrudzoną płytkę.

Niezgodne wartości → odtworzenie.
Wartości zgodne → kontrola połączeń.





Nie rób tego

Nie reguluj napięcia wymianą rezystorów, zanim ustalisz przyczynę. Nie oceniaj punktu względem przypadkowej masy.

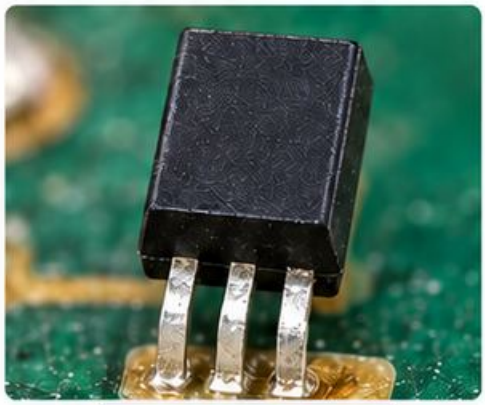
Następny krok

Usuń niezgodność i sprawdź tor odniesienia. Kontrolę napięcia wykonaj względem właściwego powrotu, porównując wynik z dokumentacją konkretnego układu.

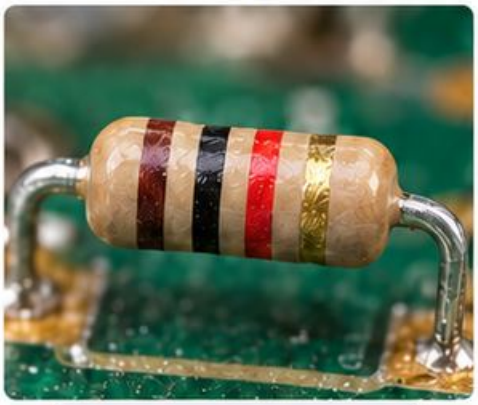
Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Usterka układu odniesienia

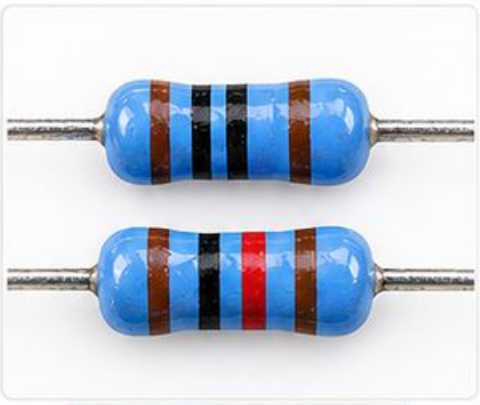
Błędna regulacja może pochodzić z układu odniesienia albo warunków jego pracy. Samo podobieństwo obudowy nie identyfikuje elementu.



Układ TL431



Rezystor polaryzacji



Dzielnik wyjściowy

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Potwierdź typ

Przykład: TI TL431 jest regulatorem bocznikującym z wejściem odniesienia. Wariant, obudowę i wyprowadzenia sprawdź w nocie.

2. Sprawdź warunki

Bez zasilania oceń dzielnik, rezystor polaryzacji i połączenia. Dla pomiaru podczas pracy ustal napięcia względem anody oraz wymagany prąd katody.

3. Rozdziel hipotezy

Niewłaściwy sygnał REF może pochodzić z dzielnika. Zgodny sygnał przy nieprawidłowym prądzie wymaga oceny polaryzacji, obciążenia i zakresu stabilności.

Błąd REF → dzielnik.
Warunki prawidłowe → ocena układu.

Nie rób tego

Nie traktuj testu diody jak pełnego sprawdzenia TL431. Nie zastępuj go dowolnym elementem o podobnej nazwie.

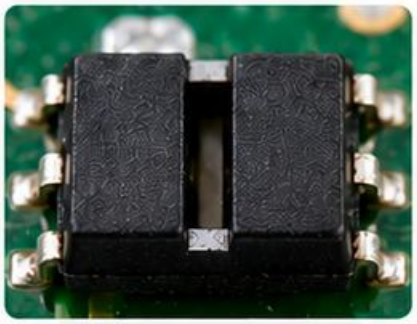
Następny krok

Porównaj zachowanie z notą konkretnego wariantu. Po naprawie sprawdź regulację przy wymaganych obciążeniach oraz rozruch, zachowując sprawne zabezpieczenia.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Przerwa ścieżki sprzężenia

Elementy mogą być sprawne, choć sygnał nie dociera do sterownika. Sprawdź ciągłość każdego odcinka właściwej strony bariery.



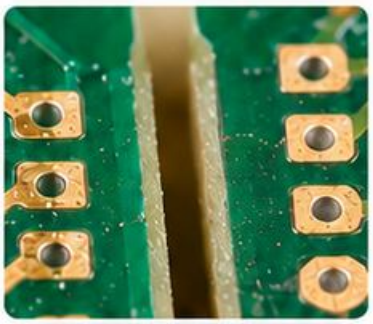
Transoptor



Pole lutownicze



Sterownik



Bariera izolacyjna

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Wyznacz odcinki

Ze schematu ustal połączenie wyjścia, dzielnika, układu odniesienia i transoptora oraz osobny tor po stronie pierwotnej.

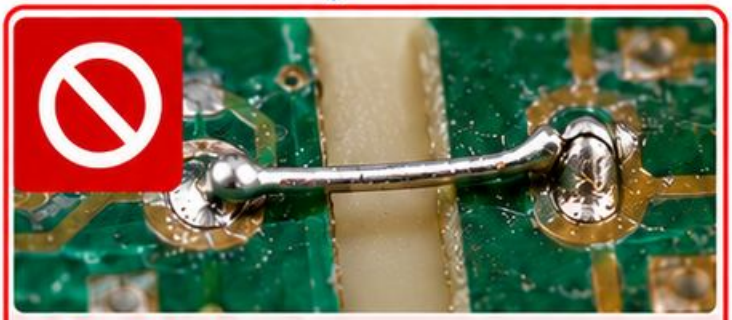
2. Zmierz ciągłość

Bez zasilania mierz omomierzem między końcami konkretnego odcinka przewodzącego. Nie oczekuj ciągłości elektrycznej przez barierę transoptora.

3. Oceń połączenie

Przerwa wskazuje lut, ścieżkę lub złącze do naprawy. Poprawna ciągłość nie potwierdza jakości izolacji ani zachowania sygnału podczas pracy.

Przerwa → naprawa odcinka.
Ciągłość → ocena funkcjonalna sprzężenia.



Nie rób tego

Nie mostkuj bariery izolacyjnej, Nie prowadź przewodu naprawczego dowolną trasą między stroną pierwotną i wtórną.



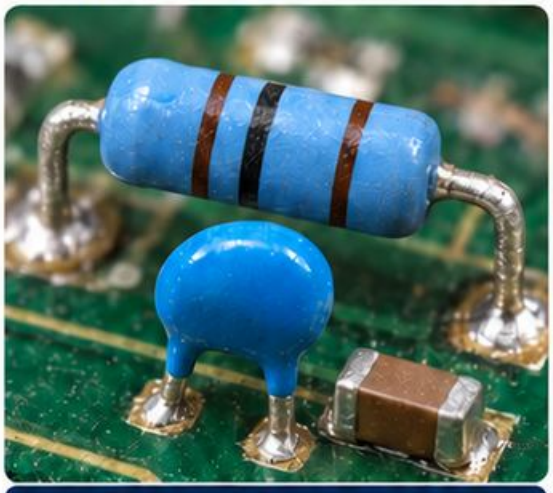
Następny krok

Odtwórz połączenie zgodnie z konstrukcją i sprawdź odstępy. Przed uruchomieniem potwierdź kompletny tor sprzężenia oraz brak niezamierzonych zwarć.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Niestabilna kompensaja

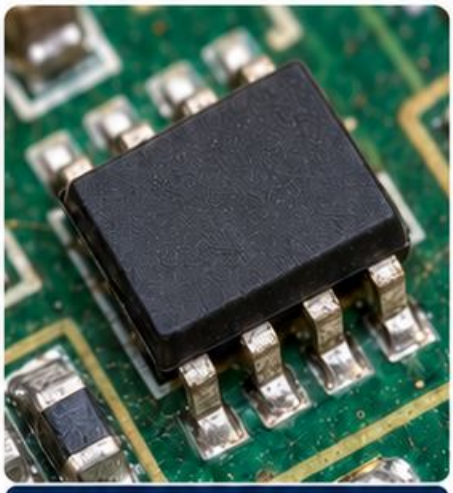
Oscylacje wyjścia nie muszą wynikać z uszkodzenia kompensacji. Wyklucz nieprawidłowe obciążenie, kondensatory i zasilanie sterownika.



Elementy kompensacji



Kondensator wyjściowy



Układ odniesienia

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz objaw

W kontrolowanym pomiarze oceniaj napięcie między biegunami wyjścia, przy znanym obciążeniu i wejściu. Rozdziel wolne wahanja od szumu przełączania.

2. Sprawdź bez zasilania

Porównaj wartości elementów kompensacji ze schematem. Oceń luty, kondensatory wyjściowe, transoptor i zgodność ostatnich zamienników.

3. Rozdziel przyczyny

Niezgodny element przywróć według dokumentacji. Zgodne wartości nie dowodzą właściwego zapasu stabilności; wymagają oceny dynamiki całej pętli.

Niezgodność → odtworzenie.
Elementy zgodne → pomiar dynamiki.

Nie rób tego

Nie strój kompensacji na podstawie wyglądu pojedynczego przebiegu. Nie zwiększaj pojemności wyjścia bez oceny wpływu na pętlę.

Następny krok

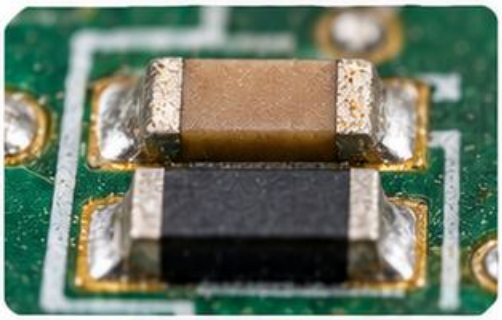
Po naprawie porównaj odpowiedź na dozwoloną zmianę obciążenia. Specjalistyczną ocenę stabilności wykonuj metodą i warunkami przewidzianymi dla konstrukcji.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

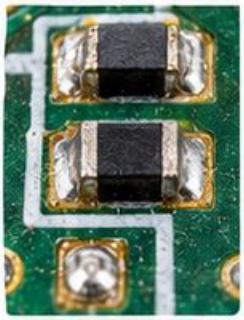
Mapa 073 • Sprzężenie zwrotne i zabezpieczenia

Zadziałanie OVP

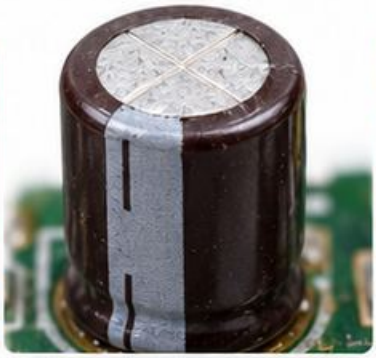
Wyłączenie nadnapięciowe może chronić przed rzeczywistym wzrostem napięcia albo reagować na błędny sygnał pomiarowy.



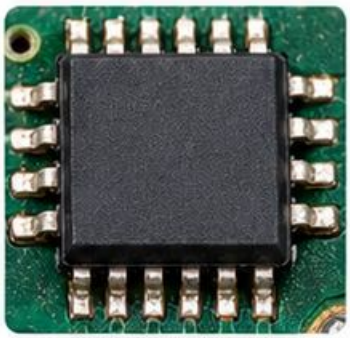
Tor pomiaru OVP



Dzielnik



Kondensator wyjściowy



Sterownik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustał źródło sygnału

Sprawdź dokumentację: OVP może korzystać z wyjścia, uzwojenia pomocniczego lub osobnego wejścia. Odczytaj próg i warunki resetowania konkretnego sterownika.

2. Porównaj zdarzenia

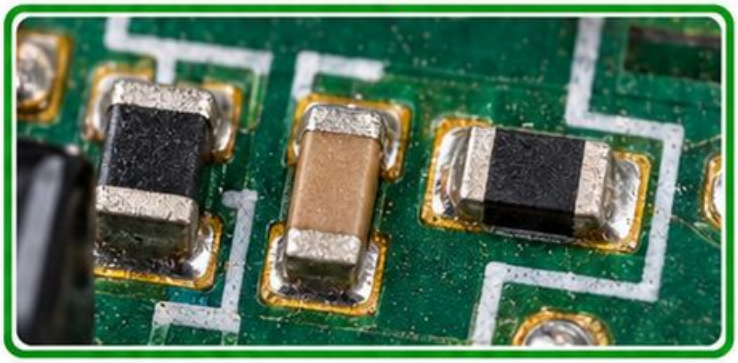
Odpowiednią metodą porównaj napięcie chronionej gałęzi z chwilą wyłączenia. Punkt odniesienia wybierz oddzielnie dla każdego obwodu.

3. Sprawdź tor

Bez zasilania oceń dzielnik, filtr, luty i sprzężenie. Rzeczywisty wzrost kieruje do regulacji; poprawne napięcie wymaga sprawdzenia sygnału OVP.

Nadnapięcie rzeczywiste → regulacja.
Sygnał błędny → tor OVP.





Nie rób tego

Nie podnoś progu ani nie odłączaj ochrony. Szczyt może być krótszy niż czas reakcji multimetru.

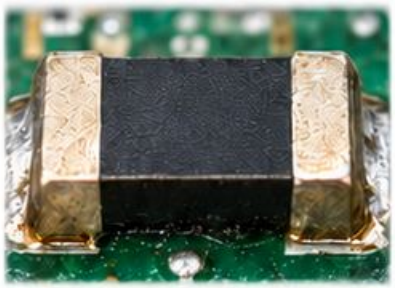
Następny krok

Usuń przyczynę i potwierdź rozruch oraz pracę przy wymaganych obciążeniach. Zachowaj oryginalne parametry zabezpieczenia, nie wymuszaj nadnapięcia poza procedurą.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Zadziałanie OCP

Ograniczenie prądu może być prawidłową reakcją na przeciążenie albo skutkiem błędu pomiaru. Najpierw wyklucz zwarcie.



Rezystor pomiarowy



Filtr CS



Wyjście



Odbiornik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.
Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź obciążenie

Bez zasilania oddziel odbiornik i zbadaj podejrzane zwarcia wyjścia oraz prostownika.
Nie uznawaj samego niskiego odczytu rezystancji za rozstrzygnięcie.

2. Porównaj wymagania

W zatwierdzonym teście obciążeniowym zapisuj prąd i napięcie. Sprawdź, czy układ osiąga ograniczenie w warunkach dopuszczonych przez producenta.

3. Sprawdź pomiar

Jeżeli ogranicza zbyt wcześnie, oceń rezystor pomiarowy, filtr i połączenia powrotu.
Sygnał CS porównuj względem właściwego odniesienia sterownika.

Przeciążenie → odbiornik.
Przedwczesna ochrona → tor pomiarowy.





Nie rób tego

Nie zwieraj rezystora pomiarowego ani nie zwiększaj progu OCP.
Nie wymuszaj zwarcia jako rutynowej próby.

Następny krok

Usuń potwierdzoną przyczynę.
Po naprawie sprawdź zgodną charakterystykę ograniczenia i powrót do pracy metodą przewidzianą w dokumentacji.

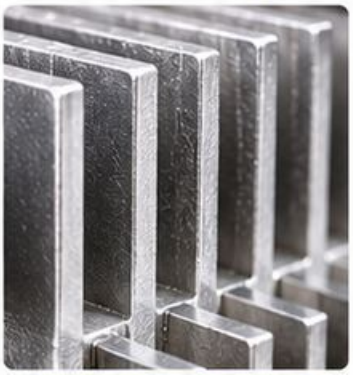
Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Fałszywe wyłączenie termiczne

Wyłączenie przy umiarkowanej temperaturze może wynikać z czujnika, lecz najpierw wyklucz lokalny gorący punkt niewidoczny na obudowie.



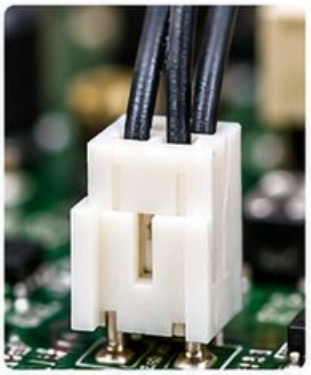
Czujnik temperatury



Radiator



Wentylator



Złącze czujnika

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal ochronę

Sprawdź typ czujnika i sposób sygnalizacji. Ochrona wewnętrzna sterownika może działać niezależnie od czujnika na radiatorze.

2. Sprawdź bez zasilania

Oceń złącze, mocowanie czujnika, chłodzenie oraz rezystancję elementu w znanej temperaturze, porównując z charakterystyką konkretnego typu.

3. Porównaj zależności

W dozwolonej próbie powiąż moment wyłączenia z temperaturą właściwego miejsca. Pomiar powierzchni nie oznacza bezpośredniego pomiaru temperatury złącza półprzewodnika.

Rzeczywiste grzanie → chłodzenie.
Niezgodny sygnał → tor czujnika.





Nie rób tego

Nie zastępuj czujnika stałym rezystorem. Nie ignoruj niewłaściwego kontaktu termicznego ani zatrzymanego wentylatora.

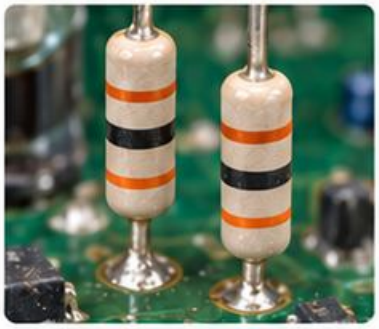
Następny krok

Napraw tor czujnika lub przyczynę grzania. Potwierdź działanie w wymaganym zakresie obciążenia i warunków chłodzenia bez wyłączania ochrony.

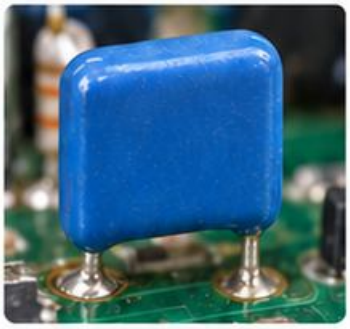
Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Błąd wejścia brownout

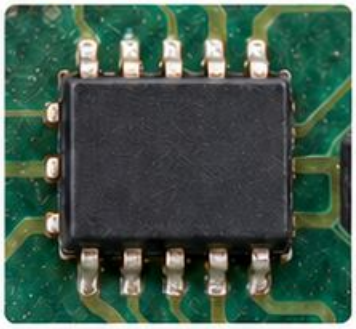
Sterownik rozpoznaje zbyt niskie wejście, choć urządzenie powinno pracować. Porównaj rzeczywiste warunki z sygnałem detekcji.



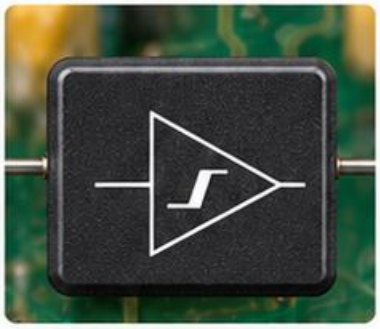
Dzielnik wejścia



Filtr



Sterownik



Tor brownout

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Rozpoznaj metodę

Z dokumentacji ustal, czy brownout pochodzi z osobnego dzielnika, uzwojenia pomocniczego czy innego toru. Sprawdź histerezę i warunki aktywacji.

2. Sprawdź bez zasilania

Zmierz elementy dzielnika poza wpływem gałęzi równoległych. Oceń filtr, luty, połączenia oraz zanieczyszczenia powierzchni płytki.

3. Porównaj sygnały

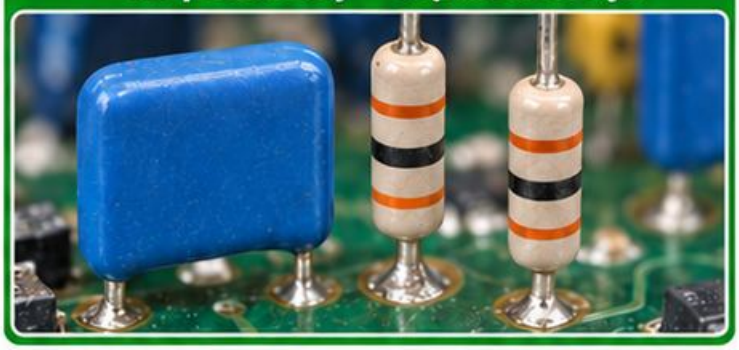
W procedurze serwisowej porównaj rzeczywiste wejście z sygnałem detekcji względem powrotu sterownika. Nie zakładaj, że jego potencjał jest bezpieczny.

Niskie wejście → warunki zasilania.
Błędna detekcja → tor pomiarowy.

Warunki zasilania — niskie wejście



Tor pomiarowy — błędna detekcja



Nie rób tego

Nie zmieniaj dzielnika, aby wymusić start. Praca poniżej przewidzianego zakresu może przeciążyć stopień mocy.

Następny krok

Odtwórz elementy i sprawdź przejście między stanami według dokumentacji. Wartości progowe przyjmuj wyłącznie dla zidentyfikowanego sterownika i konstrukcji.

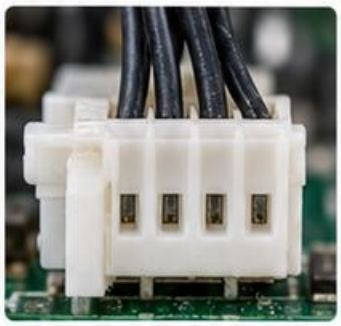
Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Usterka wejścia zezwolenia

Zasilanie sterownika jest obecne, lecz praca pozostaje zablokowana. Ustal znaczenie sygnału zezwolenia w całym urządzeniu.



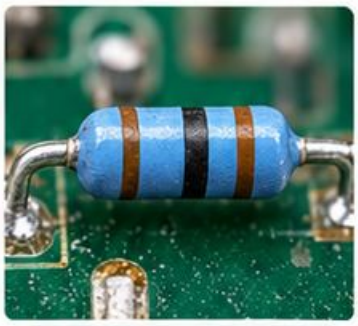
Wejście zezwolenia



Złącze sterujące



Sterownik



Rezystor polaryzacji

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Odczytaj logikę

Sprawdź nazwę wejścia, poziom aktywny i stan po odłączeniu sygnału. EN, shutdown i sygnał błędu mogą działać przeciwnie.

2. Sprawdź połączenia

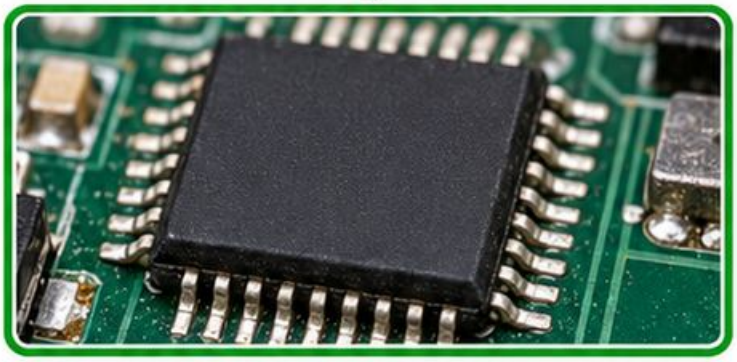
Bez zasilania oceń rezystory polaryzacji, złącze i ciągłość sygnału. Uwzględnij transoptor lub izolator, jeśli występuje w tym torze.

3. Oceń stan

Pomiar DC wykonuj względem właściwego powrotu wejścia i porównuj z progami noty. Poprawna blokada może wynikać z decyzji nadrzędnego układu.

Brak sygnału → układ nadrzędny.
Sygnał zgodny → warunki sterownika.





Nie rób tego

Nie wymuszaj stanu rezystorem ani zwarciem bez procedury. Możesz ominąć sekwencję rozruchu lub zabezpieczenie urządzenia.

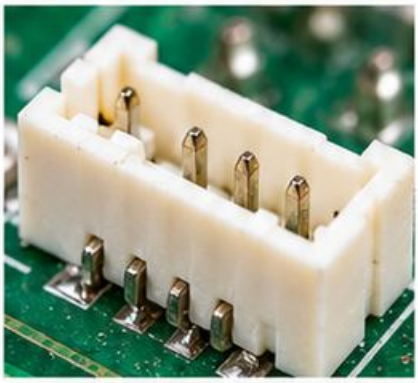
Następny krok

Ustal przyczynę blokady i usuń potwierdzoną usterkę. Po naprawie sprawdź prawidłową kolejność sygnałów oraz wyłączenie na żądanie.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Nieprawidłowy sygnał gotowości

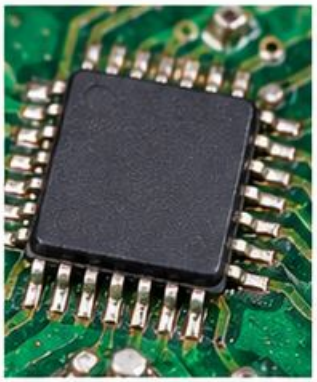
Odbiornik nie rozpoczyna pracy mimo obecnego napięcia. Sygnał gotowości może wymagać poprawnego napięcia, czasu i obciążenia.



Złącze sygnałowe



Rezystor podciągający



Sterownik



Wyjście zasilania

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź specyfikację

Ustal typ wyjścia gotowości, jego powrót, polaryzację i wymagane podciąganie. Otwarty dren bez podciągania nie daje pełnej informacji napięciowej.

2. Sprawdź warunki

Porównaj napięcia wszystkich monitorowanych gałęzi z wymaganiami. Krótki zapad może wycofać gotowość, choć multimetr pokazuje prawidłową średnią.

3. Rozdziel tory

Bez zasilania sprawdź złącze i rezystory. W zatwierdzonym pomiarze powiąż stan gotowości z napięciem wyjścia oraz sekwencją urządzenia.

Napięcia błędne → zasilacz.
Napięcia zgodne → tor gotowości.

Nie rób tego

Nie podłączaj sygnału do dowolnego napięcia logicznego. Nie zwieraj go do stanu aktywnego dla uruchomienia odbiornika.

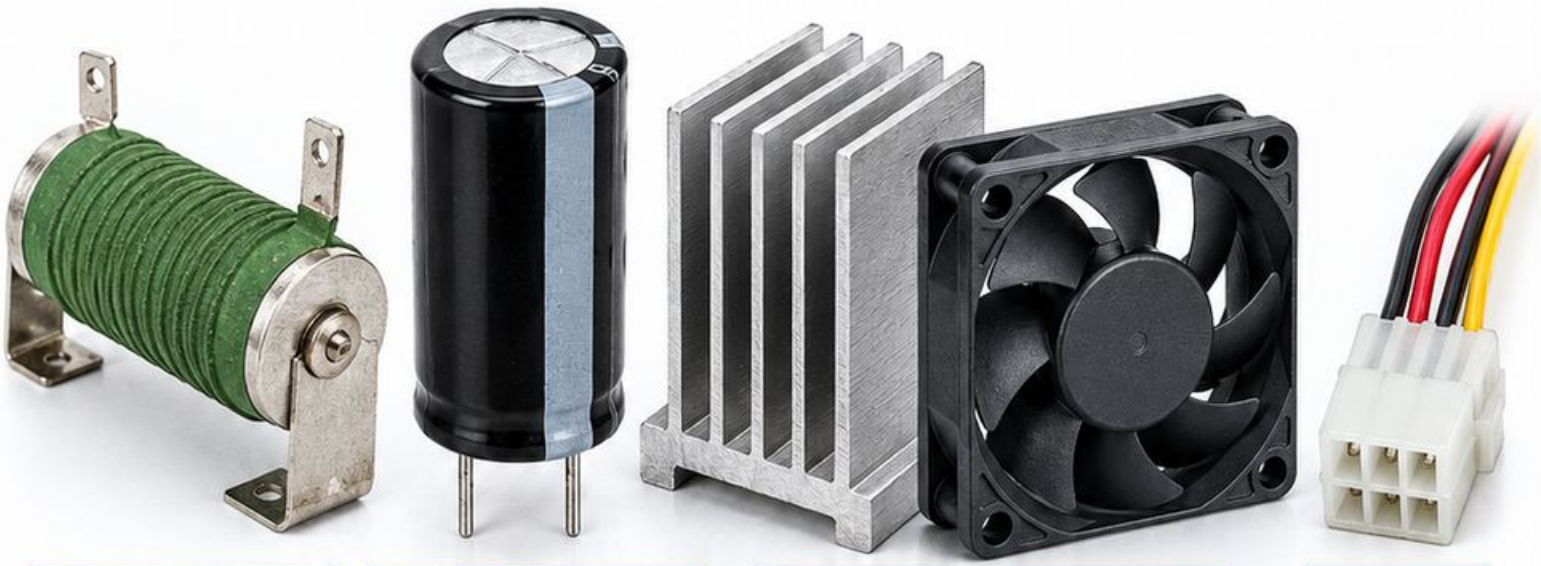
Następny krok

Napraw sygnał lub przyczynę utraty gotowości. Potwierdź zarówno prawidłowe zgłoszenie, jak i jego wycofanie w warunkach przewidzianych dokumentacją.

Źródła: [21], [22], [14], [4], [6].

Moduł 07

Obciążenie i temperatura



Obciążenie testowe | Kondensator wyjściowy | Radiator | Wentylator | Złącze

Cel modułu

Powiąż objaw z obciążeniem, temperaturą i czasem. Odróżnisz stratę w połączeniu od odpowiedzi zasilacza oraz prawidłowy tryb pracy od naruszenia wymagań urządzenia.

Przed pomiarami rezystancji odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.

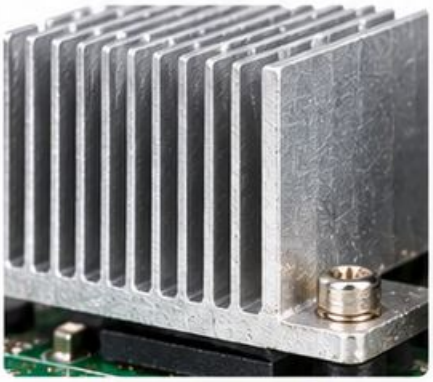
Zapisz punkt, tryb i odniesienie pomiaru. Wynik oceniaj wraz z warunkami wejścia, obciążeniem oraz topologią; dobieraj metodę do izolacji badanego obwodu.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Mapa 079 • Obciążenie i temperatura

Wyłączenie po nagrzaniu

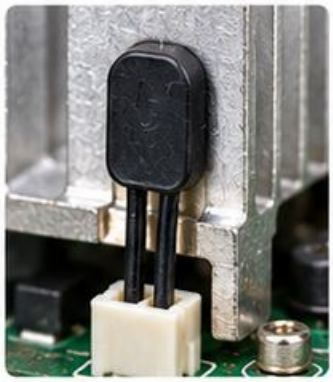
Urządzenie wyłącza się po nagrzaniu. Rozdziel przegrzanie od usterki czujnika lub zasilania.



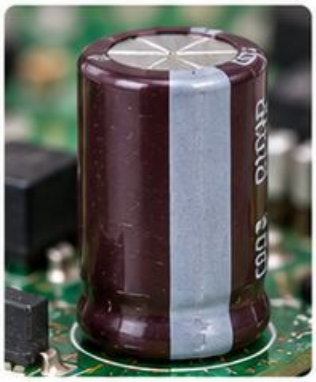
Radiator



Wentylator



Czujnik temperatury



Kondensator VCC

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.
Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz zależność

Ustal obciążenie, temperaturę otoczenia i czas do wyłączenia. Sprawdź wymagany przepływ powietrza; nie zdejmuj osłon podczas próby.

2. Porównaj zdarzenia

W zatwierdzonej obserwacji powiąż temperaturę właściwego miejsca z zanikiem wyjścia. Błyszczący radiator może zafałszować termowizję; uwzględnij metodę i emisyjność.

3. Sprawdź po odłączeniu

Oceń wentylator, mocowanie radiatora, izolator, czujnik i jego złącze. Jeśli temperatura nie wyjaśnia objawu, sprawdź VCC oraz połączenia zależne od nagrzania!

Przegrzanie → chłodzenie i straty.
Błędny sygnał → tor czujnika.





Nie rób tego

Nie omijaj ochrony termicznej. Temperatura powierzchni nie jest temperaturą złącza półprzewodnika; nie przyjmuj jednego progu dla wszystkich elementów.

Następny krok

Usuń potwierdzoną przyczynę. Powtórz próbę przy tym samym obciążeniu, otoczeniu i chłodzeniu, sprawdzając także prawidłowy powrót do pracy.

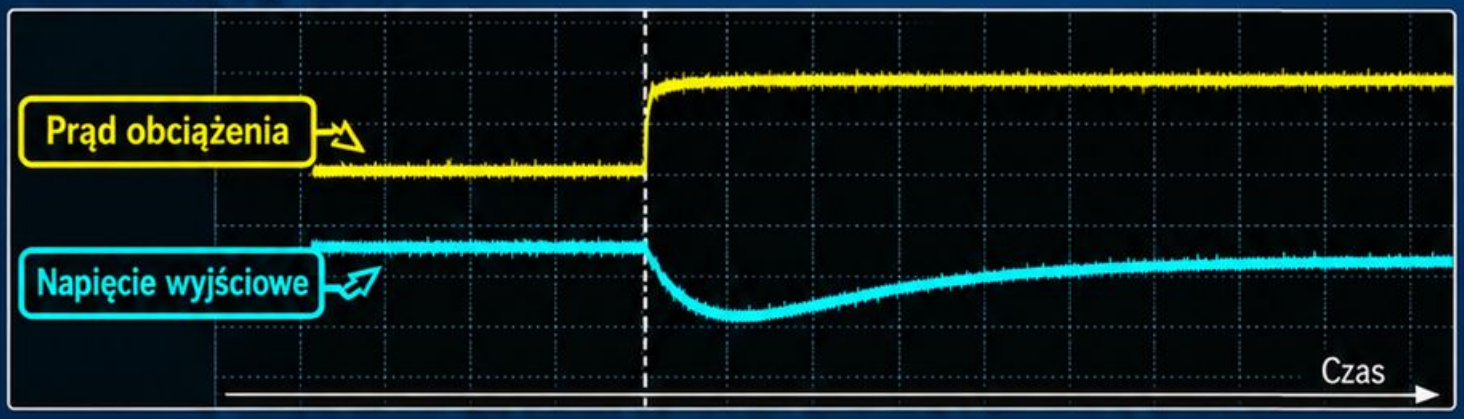
Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Reset przy skoku obciążenia

Prawidłowe napięcie bez obciążenia nie potwierdza sprawności zasilacza.



Przebiegi pogłądowe



Porównaj moment skoku prądu z momentem wystąpienia zapadu napięcia.

1. Zapisz warunki



Ustal napięcie, obciążenie początkowe i końcowe oraz szybkość zmiany.
Nie przekraczaj parametrów zasilacza.

2. Porównaj dwa punkty



Zmierz napięcie na wyjściu i przy odbiorniku. Jeśli zapad występuje tylko przy odbiorniku, sprawdź przewody, złącza i ich impedancję.

3. Sprawdź odpowiedź



Jeśli zapad występuje już na wyjściu, sprawdź kondensatory, prostowanie, ograniczenie prądu i sprzężenie zwrotne.

Nie rób tego

Nie uznawaj odczytu multimetru za dowód braku krótkich zapadów. Nie zmieniaj kompensacji na próbę.

Następny krok

Po naprawie powtórz identyczny test. Porównaj zapad i czas powrotu z wymaganiami odbiornika.

Dobierz sposób pomiaru do izolacji wyjścia i zakresów przyrządów.

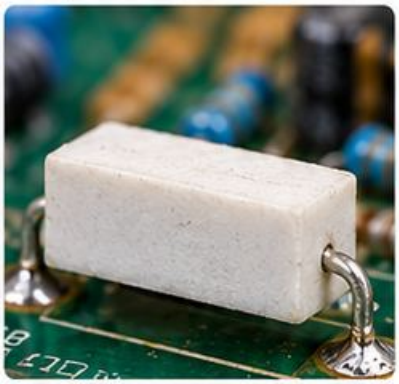
Mapa 081 • Obciążenie i temperatura

Awaria tylko na zimno

Urządzenie nie startuje po ostygnięciu, a później pracuje. Rozdziel warunki rozruchu od usterki zależnej od temperatury.



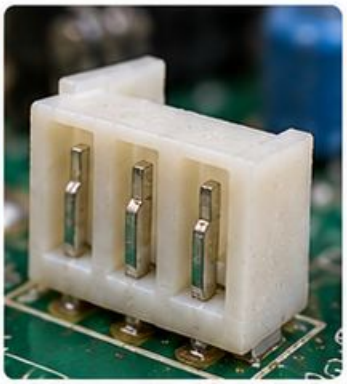
Kondensator VCC



Rezystor rozruchowy



Dioda pomocnicza



Złącze

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz stan

Ustal temperaturę otoczenia, czas bez zasilania i obciążenie początkowe. Powtarzaj próbę dopiero po porównywalnym ostygnięciu urządzenia.

2. Oceń rozruch

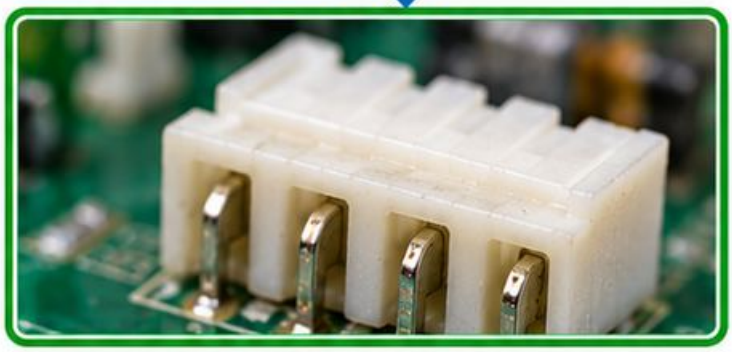
W zatwierdzonym pomiarze sprawdź VCC względem powrotu sterownika oraz napięcie wyjścia względem jego powrotu. Ustal, który sygnał zawodzi pierwszy.

3. Sprawdź bez zasilania

Oceń kondensator VCC, tor rozruchu, diodę pomocniczą, luty i złącza. Wyniki porównuj z dokumentacją oraz temperaturą pomiaru.

Brak startu VCC → rozruch.
Start poprawny → dalsze stopnie.





Nie rób tego

Nie ogrzewaj nieosłoniętego układu sieciowego, aby wymusić start. Zależność temperaturowa nie wskazuje automatycznie kondensatora.

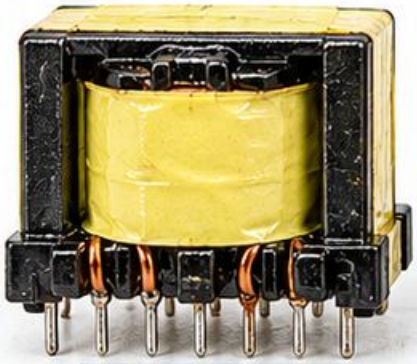
Następny krok

Usuń potwierdzoną usterkę i sprawdź kilka rozruchów po ostygnięciu. Sprawna praca po nagrzaniu nie zastępuje tej kontroli.

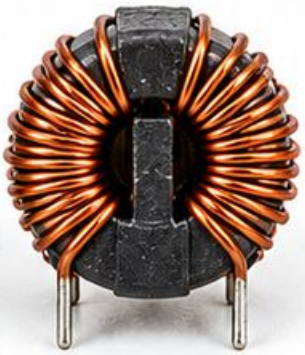
Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Pisk przy małym obciążeniu

Dźwięk przy lekkim obciążeniu może towarzyszyć trybowi oszczędnemu albo nieprawidłowej pracy. Sprawdź napięcie, zanim ocenisz sam hałas.



Transformator



Dławik



Kondensator ceramiczny



Sterownik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Powiąż warunki

Zapisz obciążenie i tryb pracy. Sprawdź, czy dokumentacja przewiduje burst lub pomijanie impulsów oraz wymagane obciążenie minimalne.

2. Oceń elektrycznie

W kontrolowanym pomiarze sprawdź wyjście między jego biegunami. Poszukaj nadmiernych wahań, powtarzanego rozruchu i utraty wymaganego zakresu napięcia.

3. Obejrzyj mechanikę

Po odłączeniu oceń mocowanie transformatora i dławika oraz stan kondensatorów. Dźwięk może pochodzić z elementu innego niż najbliższy punkt odsłuchu.

Napięcie niezgodne → diagnostyka.
Napięcie zgodne → ocena akustyczna.





Nie rób tego

Nie dotykaj pracującej płytki narzędziem, aby uciszyć element. Nie zalewaj uzwojeń przypadkowym klejem.

Następny krok

Potwierdź dopuszczalne zachowanie według wymagań urządzenia. Naprawę mocowania wykonuj wyłącznie metodą i materiałem odpowiednimi dla temperatury oraz izolacji.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Mapa 083 • Obciążenie i temperatura

Nadmierny hałas pod obciążeniem

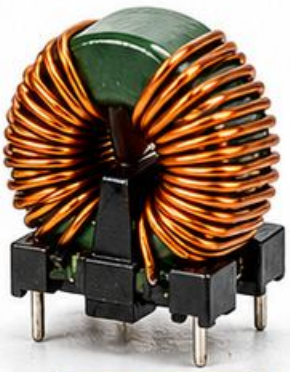
Hałas rośnie z poborem mocy. Ustal, czy źródłem jest przepływ powietrza, drganie magnetyczne czy nieprawidłowa praca elektryczna.



Wentylator



Transformator



Dławik



Osłona

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz zależność

Porównaj hałas przy znanym obciążeniu i temperaturze. Sprawdź, czy zmiana wiąże się z obrotami wentylatora czy stanem przetwornicy.

2. Obejrzyj bez zasilania

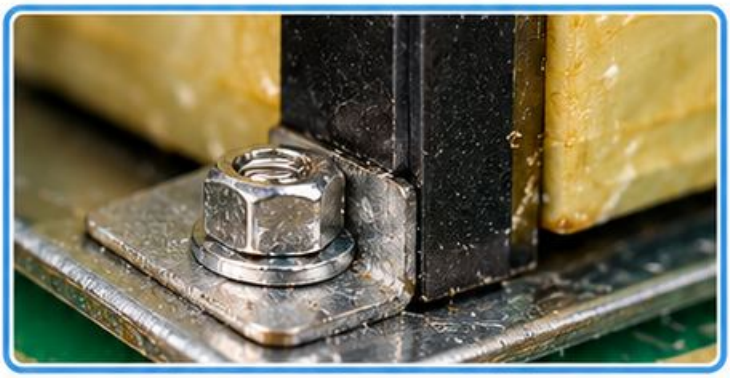
Sprawdź mocowania, osłony, przeszkody w wentylatorze i luźne części. Oceń ślady tarcia, przegrzania oraz pęknięcia elementów magnetycznych.

3. Oceń napięcie

W zatwierdzonej próbie sprawdź wyjście względem jego powrotu. Niezgodne napięcie lub powtarzane próby startu kierują do diagnostyki elektrycznej.

Tarcie → mechanika. Niezgodne wyjście → obwody zasilania.





Nie rób tego

Nie blokuj wentylatora podczas pracy. Nie dociskaj transformatora na czynnej płytce ani nie usuwaj osłony jako sposobu naprawy.

Następny krok

Usuń potwierdzoną przyczynę. Powtórz kontrolę przy wymaganym obciążeniu i chłodzeniu, porównując również temperaturę oraz stabilność wyjścia.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

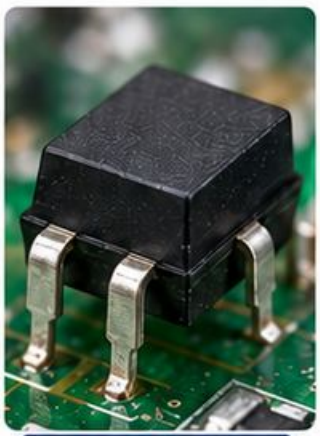
Mapa 084 • Obciążenie i temperatura

Wolna odpowiedź przejściowa

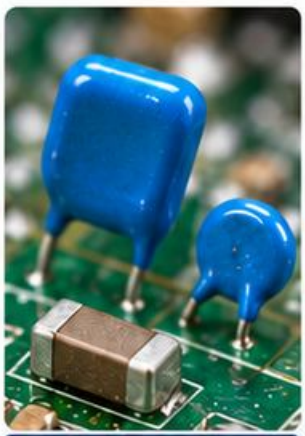
Po zmianie obciążenia napięcie zbyt długo wraca do wymaganego zakresu. Sprawdź warunki próby i ograniczenia źródła.



Kondensator wyjściowy



Transoptor



Elementy kompensacji



Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zdefiniuj zmianę

Zapisz poziomy prądu, szybkość zbocza i czas ustalania. Mierz na zaciskach wyjścia metodą dobraną do izolacji.

2. Rozdziel ograniczenie

Sprawdź, czy próba nie uruchamia ograniczenia prądu ani nie przekracza możliwości wejścia. Praca w ograniczeniu nie jest zwykłą odpowiedzią małosygnałową.

3. Sprawdź elementy

Bez zasilania oceń kondensatory, transoptor, kompensację i zgodność zamienników. Zbyt mała pojemność i niewłaściwa dynamika pętli mogą dawać podobny objaw.

Ograniczenie → warunki próby.
Brak ograniczenia → regulacja.

Nie rób tego

Nie zwiększaj pasma pętli przez przypadkową zmianę elementów. Szybka odpowiedź bez zapasu stabilności nie jest poprawną naprawą.

Następny krok

Po naprawie odtwórz tę samą próbę. Porównaj zapad, przeregulowanie i czas powrotu z wymaganiami urządzenia.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Mapa 085 • Obciążenie i temperatura

Zanik przy drgaiach

Urządzenie wcześniej wyłączało się przy poruszeniu. Odtwarzaj ruch mechaniczny wyłącznie po bezpiecznym odłączeniu wszystkich źródeł.



Złącze



Ciężki dławik



Pole lutownicze



Przewód

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Obejrzyj punkty obciążone

Sprawdź gniazda, ciężkie elementy, przewody oraz dystanse. Szukaj pierścieni pęknięcia lutu, luźnych zacisków i odspojonych pól.

2. Zmierz stabilność

Omomierzem sprawdzaj konkretny odcinek między jego końcami. Delikatnie poruszaj odłączonym przewodem lub złączem, obserwując ciągłość i rezystancję.

3. Potwierdź miejsce

Zmiana wskazania przy nieruchomych sondach kieruje do badanego odcinka. Stabilny wynik nie potwierdza izolacji ani wszystkich połączeń urządzenia.

Niestabilne przejście → połączenie.
Stabilne → kolejny podejrzany odcinek.

Nie rób tego

Nie uderzaj w pracujący zasilacz. Nie wyginaj czynnej płytki, aby znaleźć pęknięcie.



Następny krok

Napraw lut lub wymień złącze i usuń przyczynę naprężeń. Przed uruchomieniem sprawdź izolację, mocowania oraz powtarzalność ciągłości naprawionego toru.



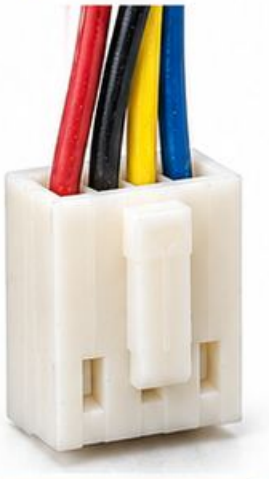
Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Usterka wentylatora

Brak obrotów może wynikać z awarii wentylatora albo prawidłowego trybu sterowania zależnego od temperatury i obciążenia.



Wentylator



Złącze wentylatora



Czujnik temperatury



Osłona

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal wymagania

Sprawdź napięcie, polaryzację i funkcje przewodów według dokumentacji. Sygnały prędkości i sterowania nie mają uniwersalnej pinologii ani kolorystyki.

2. Obejrzyj bez zasilania

Sprawdź przeszkody, łożysko, przewody i złącze. Potwierdź drożność kanału powietrza oraz poprawną orientację zamontowanego wentylatora.

3. Rozdziel sterowanie

W dozwolonej próbie oceniaj zasilanie względem powrotu wentylatora oraz wymagany sygnał sterujący. Brak obrotów przy prawidłowych warunkach wskazuje wentylator.

Brak sterowania → tor regulacji.
Warunki zgodne → wentylator.

Nie rób tego

Nie podawaj napięcia według koloru przewodów. Nie zastępuj wentylatora przypadkowym modelem o tej samej średnicy.

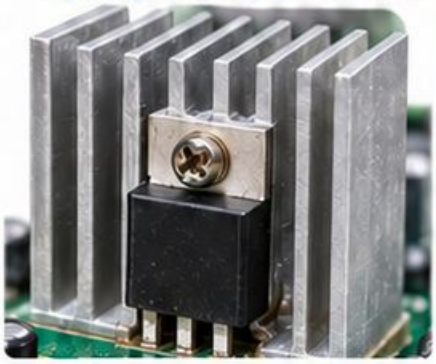
Następny krok

Dobierz zgodny model pod względem przepływu, ciśnienia, sterowania i sygnalizacji. Potwierdź chłodzenie przy wymaganym obciążeniu i temperaturze otoczenia.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Miejscowe przegrzewanie

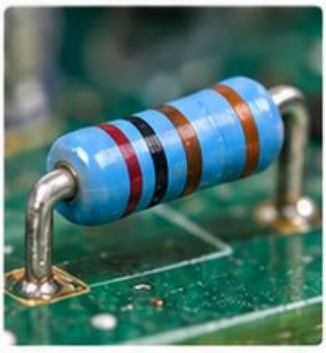
Gorący punkt może wskazywać straty, zły styk lub niewłaściwe chłodzenie. Pomiar temperatury wymaga oceny powierzchni i warunków.



Radiator



Złącze



Rezystor



Wentylator

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz warunki

Ustal wejście, obciążenie, temperaturę otoczenia i czas pracy. W zatwierdzonej próbie obserwuj właściwe miejsce bez naruszania osłon oraz izolacji.

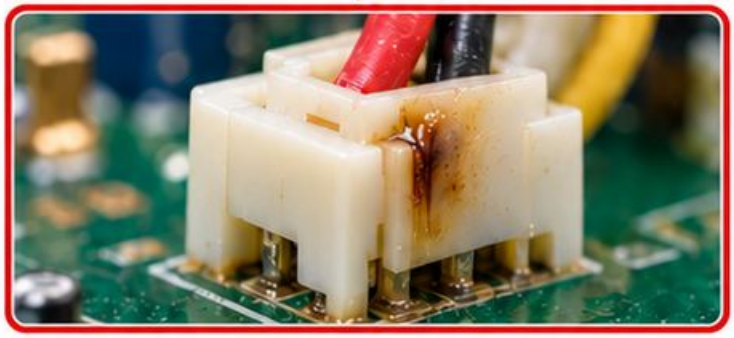
2. Zweryfikuj pomiar

Termowizja błyszczącego metalu może pokazywać odbicia. Uwzględnij emisyjność i instrukcję przyrządu; temperatura powierzchni nie jest temperaturą złącza półprzewodnika.

3. Sprawdź przyczynę

Po odłączeniu oceń mocowanie radiatora, izolator, pastę zgodną z konstrukcją, złącza i przepływ powietrza. Porównaj parametry zamienników.

Połączenie gorące → styk.
Element gorący → straty i chłodzenie.





Nie rób tego

Nie dotykaj czynnego elementu, aby ocenić temperaturę. Nie przyjmuj jednej granicznej temperatury dla wszystkich części.

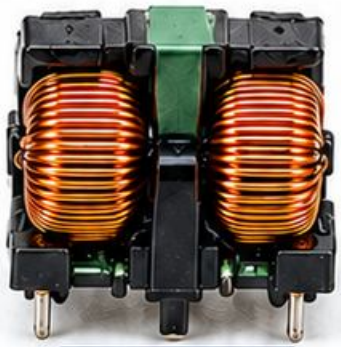
Następny krok

Usuń przyczynę i powtórz pomiar w tych samych warunkach. Granice oceniaj według dokumentacji elementu i urządzenia.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Niestabilność przy niskim wejściu

Urządzenie działa przy zwykłym zasilaniu, lecz przerywa przy niższym napięciu wejściowym. Sprawdź, czy warunki nadal mieszczą się w specyfikacji.



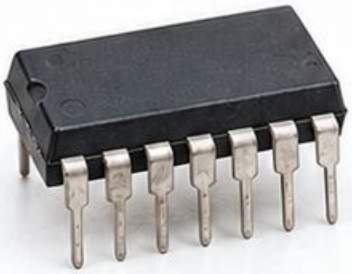
Filtr wejścia



Mostek



Kondensator szyny



Sterownik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal zakres

Porównaj rzeczywiste wejście i obciążenie z dokumentacją. Nie obniżaj napięcia prowizorycznym układem; używaj zatwierdzonego stanowiska.

2. Rozdziel zasilanie

W procedurze porównaj szynę między biegunami kondensatora oraz VCC względem powrotu sterownika. Ustal, czy wcześniej zanika energia, czy działa detekcja brownout.

3. Sprawdź bez zasilania

Oceń prostownik, kondensator szyny, połączenia, zasilanie pomocnicze oraz tor detekcji wejścia. Niskie wejście może zwiększać wymagany prąd.

Poza zakresem → warunki pracy.
W zakresie → diagnostyka toru.

Poza zakresem



W zakresie



Nie rób tego

Nie obniżaj progu brownout ani nie zwiększaj ograniczenia prądu. Zabezpieczenie może zapobiegać przeciążeniu.

Następny krok

Po naprawie potwierdź działanie przy wymaganym minimum wejścia i obciążeniu. Zapisz napięcia, prąd oraz zachowanie podczas rozruchu.

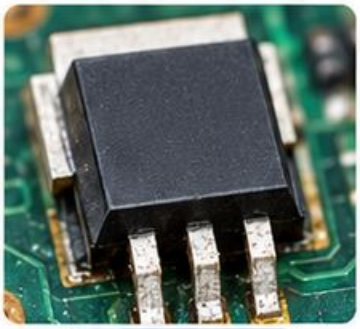
Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Niestabilność przy wysokim wejściu

Problemy przy podwyższonym wejściu mogą ujawniać błędy regulacji, ochrony lub naprężenia elementów. Najpierw potwierdź dopuszczalny zakres urządzenia.



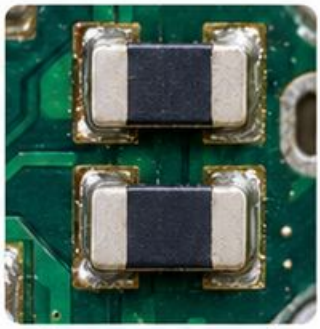
Kondensator szyny



MOSFET



Obwód tłumiący



Dzielnik

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal warunki

Zapisz rzeczywiste wejście, obciążenie i temperaturę. Nie przekraczaj zakresu producenta w celu odtworzenia usterki.

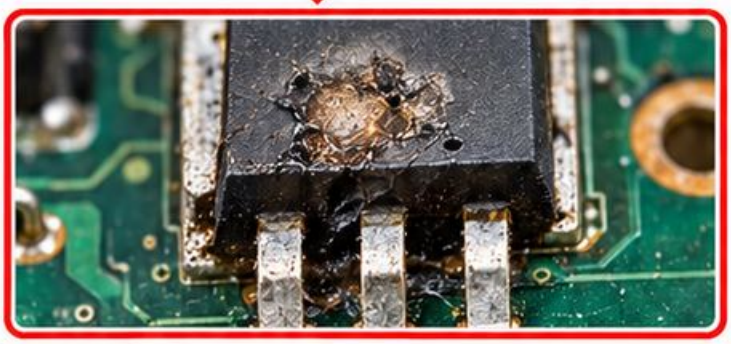
2. Zapisz zależność

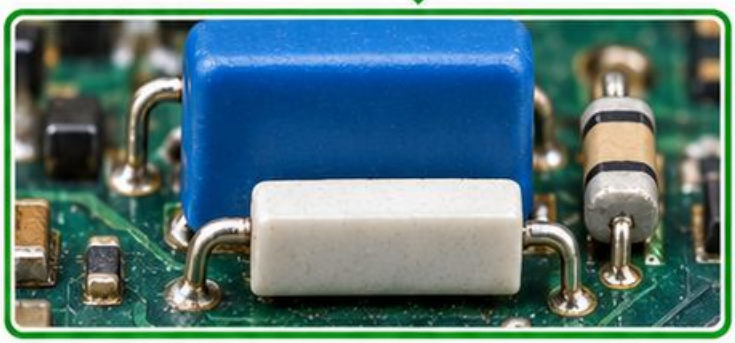
W zatwierdzonym pomiarze porównaj szynę, wyjście i moment wyłączenia. Każdy sygnał oceniaj względem własnego odniesienia, odpowiednią metodą izolowaną lub różnicową.

3. Sprawdź bez zasilania

Oceń tłumik, dzielniki, kondensatory oraz zgodność klucza i diod. Nieprawidłowy sygnał ochrony rozdziel od rzeczywistego przekroczenia napięcia.

Przekroczenie rzeczywiste → stopień mocy.
Błąd sygnału → pomiar.





Nie rób tego

Nie wyłączaj OVP ani nie montuj elementu wyłącznie według wyższego napięcia znamionowego. Parametry dynamiczne również wpływają na pracę.

Następny krok

Usuń przyczynę i potwierdź wymagany zakres wejścia. Jeśli pomiar wykazuje przekroczenie granic elementu, przerwij próbę zamiast zwiększać obciążenie.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Losowe restarty

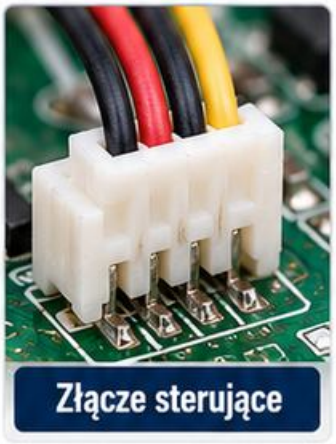
Sporadyczny restart może pochodzić z wejścia, zasilacza, połączeń lub sygnału sterującego. Zapis zdarzenia pozwala uniknąć przypadkowej wymiany części.



Wejście



Wyjście



Złącze sterujące



Kondensator VCC

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zapisz kontekst

Notuj obciążenie, temperaturę, czas pracy i działanie odbiornika. Sprawdź, czy objaw wiąże się ze zmianą poboru, ruchem przewodu lub nagrzaniem.

2. Wybierz obserwację

Odpowiednią metodą rejestruj napięcie wyjścia między jego biegunami. Jeżeli to potrzebne, porównaj z VCC lub sygnałem zezwolenia, zachowując właściwe odniesienia.

3. Ustal pierwsze zdarzenie

Zapad wyjścia przed resetem kieruje do toru energii. Stabilne wyjście przy zmianie zezwolenia kieruje do sterowania; sam restart nie rozstrzyga przyczyny.

Zapad napięcia → energia.
Zmiana sterowania → sygnały.



Nie rób tego

Nie oceniaj sporadycznej usterki wyłącznie krótkim pomiarem multimetru. Nie pozostawiaj nieosłoniętego stanowiska bez nadzoru.



Następny krok

Bez zasilania sprawdź wskazany tor. Po naprawie powtórz warunki wywołujące zdarzenie i zapisz zakres potwierdzonej obserwacji.

Źródła: [23], [14], [24], [25], [6].

Moduł 08

Usterki po wymianie



Zamiennik



Pole lutownicze



Izolator



Kondensator



Karta pomiarów

Cel modułu

Oddziel uszkodzony element od przyczyny jego awarii. Sprawdzisz zgodność części, montaż, izolację i pozostałości naprawy, a wynik potwierdzisz w warunkach związanych z pierwotnym objawem.

Przed pomiarami rezystancji

odłącz wszystkie źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia.

Zapisz punkt, tryb i odniesienie pomiaru.

Wynik oceniaj wraz z warunkami wejścia, obciążeniem oraz topologią; dobieraj metodę do izolacji badanego obwodu.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Mapa 091 • Usterki po wymianie

Ponowne zwarcie MOSFET-a

Nowy klucz ponownie uległ zwarciu. Wstrzymaj wymiany, dopóki nie zostanie ustalona przyczyna naprężenia elektrycznego lub cieplnego.



MOSFET



Rezystor bramkowy



Rezystor pomiarowy



Obwód tłumiący

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Potwierdź uszkodzenie

Bez zasilania odizoluj tranzystor. Testem diody sprawdź dren–źródło przy stanie bramki ustalonym procedurą; uwzględnij diodę strukturalną.

2. Sprawdź otoczenie

Oceń sterowanie, pomiar prądu, tłumik, prostowanie i obciążenie. Zweryfikuj izolator, radiator oraz parametry zamiennika, nie tylko jego napięcie znamionowe.

3. Ustal mechanizm

Zwarcie potwierdzone nie wskazuje samo przyczyny, Błędne VGS, przepięcie VDS, przeciążenie i przegrzanie wymagają różnych dalszych pomiarów.

Awaria potwierdzona → przyczyna.
Przyczyna usunięta → kontrola montażu.

Nie rób tego

Nie montuj kolejnego klucza w niezweryfikowanym torze. Nie zwiększaj progu ograniczenia ani wartości bezpiecznika.

Następny krok

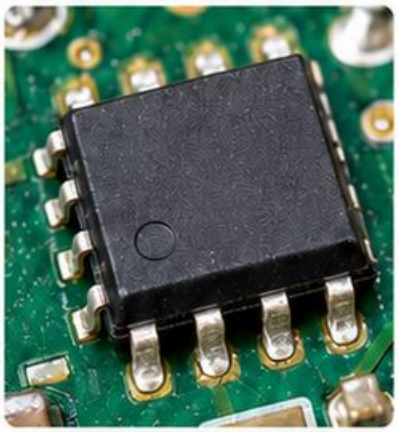
Zaplanuj kontrolowany rozruch z kompletnymi zabezpieczeniami. Oceniaj VGS względem źródła, a VDS między drenem i źródłem właściwą metodą pomiarową.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

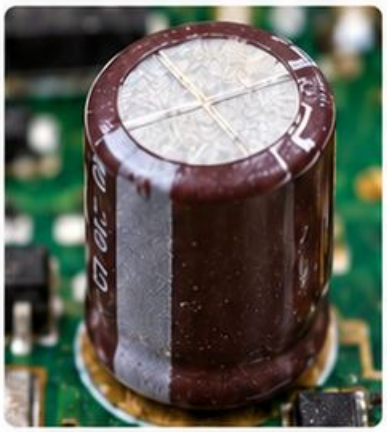
Mapa 092 • Usterki po wymianie

Ponowna awaria PWM

Sterownik po wymianie ponownie nie działa. Sprawdź, czy uszkodzenie pochodzi z jego zasilania, wyjścia lub zewnętrznych sygnałów.



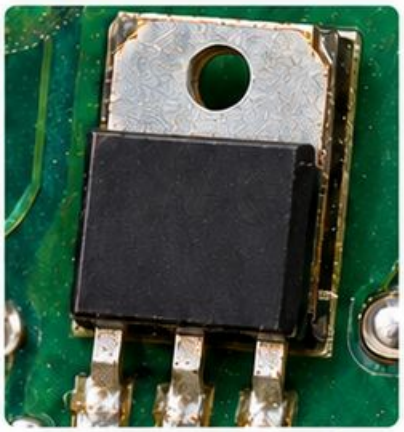
Sterownik PWM



Kondensator VCC



Ogranicznik VCC



MOSFET

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź zgodność

Porównaj pełne oznaczenie, obudowę i orientację z dokumentacją. Podobne nazwy sterowników mogą oznaczać inne UVLO, wypełnienie i funkcje wyprowadzeń.

2. Zbadaj bez zasilania

Sprawdź zwarcia VCC, wyjścia sterującego i gałęzi bramki. Oceń diodę pomocniczą, kondensator oraz ewentualny ogranicznik napięcia.

3. Wskaż źródło naprężenia

Po usunięciu uszkodzeń dalszy pomiar VCC wykonuj względem powrotu sterownika. Sprawdź szczyty i rozruch, nie tylko wartość średnią.

Niezgodny układ → właściwy typ.
Zgodny → kontrola otoczenia.

Nie rób tego

Nie wymieniaj PWM bez sprawdzenia klucza. Nie podawaj zewnętrznego napięcia na nierozpoznaną gałąź zasilania.

Następny krok

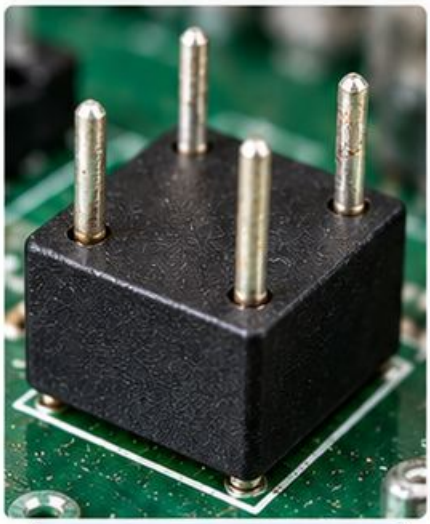
Sprawdź też połączenia wejść pomiarowych i masy sterownika. Kontrolowane uruchomienie wykonaj dopiero po odtworzeniu kompletnego toru oraz zabezpieczeń.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Mapa 093 • Usterki po wymianie

Ponowna awaria mostka

Nowy mostek uległ uszkodzeniu. Sprawdź przeciążenie za prostownikiem, warunki rozruchu oraz prawidłowość montażu.



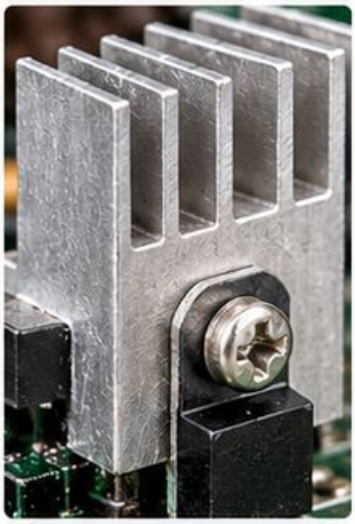
Mostek prostowniczy



Kondensator szyny



NTC



Radiator

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Potwierdź złącza

Odizoluj mostek i zbadaj cztery diody w obu kierunkach. Oznaczenia AC, plus i minus ustal z obudowy oraz noty.

2. Sprawdź obciążenie

Bez zasilania sprawdź zwarcie szyny, klucza i kondensatora. Oceń ogranicznik rozruchu, ewentualne obejście oraz połączenia wejścia.

3. Oceń dobór

Porównaj parametry mostka, prąd udarowy, chłodzenie i obudowę z wymaganiami konstrukcji. Sama zgodność średniego prądu nie wystarcza.

Zwarcie szyny → naprawa obciążenia.
Tor sprawny → rozruch i chłodzenie.

Nie rób tego

Nie zastępuj mostka większym prądowo bez analizy przyczyny. Nie omijaj NTC ani bezpiecznika.

Następny krok

Usuń potwierdzoną usterkę i odtwórz mocowanie. Przed kontrolowanym uruchomieniem ponownie sprawdź polaryzację, brak zwarcia i kompletność zabezpieczeń wejściowych.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Mapa 094 • Usterki po wymianie

Nowa dioda przegrzewa się

Wymieniony prostownik szybko się nagrzewa. Rozdziel niewłaściwy zamiennik, zły montaż i przeciążenie gałęzi.



Dioda wyjściowa



Radiator



Izolator



Kondensator wyjściowy

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Porównaj parametry

Sprawdź technologię, napięcie wsteczne, prąd, charakterystykę przewodzenia i parametry dynamiczne. Zgodna obudowa nie oznacza zgodnego elementu.

2. Obejrzyj montaż

Bez zasilania sprawdź polaryzację, luty, kontakt cieplny, izolator i docisk według dokumentacji. Oceń kondensatory oraz zwarcia odbiornika.

3. Powiąż temperaturę

W zatwierdzonej próbie zapisz obciążenie, czas i warunki chłodzenia. Temperatura powierzchni nie jest bezpośrednim pomiarem złącza; uwzględnij metodę pomiaru.

Zamiennik niezgodny → wymiana.
Zgodny → montaż i obciążenie.





Nie rób tego

Nie zakładaj, że każda ciepła dioda jest uszkodzona. Nie dokręcaj mocowania dowolną siłą ani nie usuwaj wymaganego izolatora.

Następny krok

Usuń przyczynę i porównaj temperaturę przy wymaganym prądzie. Sprawdź też napięcie oraz tętnienia, aby potwierdzić prawidłową pracę prostowania.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Mapa 095 • Usterki po wymianie

Niewłaściwy zamiennik

Urządzenie działa inaczej po wymianie części. Porównaj pełne wymagania, zamiast polegać na zgodnym rozmiarze lub nazwie.



Oryginalny element



Zamiennik



Oznaczenie obudowy



Dokumentacja

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal identyfikację

Sprawdź pełne oznaczenie, producenta, wariant i obudowę. Nie odczytuj skróconego kodu bez wiarygodnej tabeli producenta.

2. Porównaj funkcję

Dla sterownika oceń wyprowadzenia i progi; dla klucza także sterowanie i ładunek bramki; dla kondensatora ESR, prąd tętnień i temperaturę.

3. Oceń warunki

Sprawdź parametry w tych samych punktach pracy i temperaturach. Większa wartość graniczna jednego parametru nie gwarantuje zgodności dynamicznej ani cieplnej.

Niezgodność → zatwierdzony element.
Zgodność → kontrola montażu.





Nie rób tego

Nie dopasowuj pinów przez improwizowane połączenia. Nie oceniaj zamiennika wyłącznie po maksymalnym napięciu i prądzie.

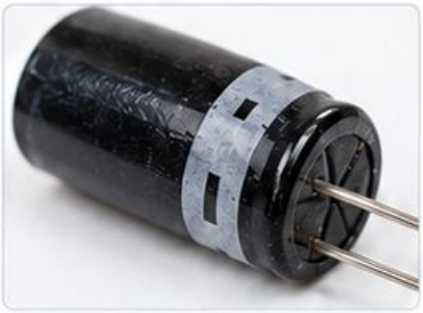
Następny krok

Zastosuj element zatwierdzony dla konstrukcji lub udokumentuj pełną zgodność. Przed uruchomieniem sprawdź orientację, mocowanie, izolację i otoczenie wymienionej części.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Błędna polaryacja kondensatora

Odwrócony kondensator elektrolityczny może zostać uszkodzony, nawet jeśli nie zdążył się wybrzuszyć. Nie ponawiaj zasilania.



Kondensator elektrolityczny



Oznaczenie bieguna



Pole dodatnie



Pole ujemne

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Potwierdź orientację

Bez zasilania porównaj oznaczenie kondensatora ze schematem i polami płytki. Sposób oznaczania zależy od technologji; nie kieruj się długością przyciętych wyprowadzeń.

2. Oceń ekspozycję

Ustal, czy po błędnym montażu podano napięcie. Jeśli tak, zastosuj wymianę zgodnie z procedurą; prawidłowa pojemność nie wyklucza uszkodzenia dielektryka.

3. Sprawdź otoczenie

Oceń zwarcia, prostownik i elementy gałęzi. Wyciek wymaga bezpiecznego usunięcia pozostałości metodą właściwą dla płytki i podzespołów.

Błąd bez zasilenia → korekta.
Zasilenie odwrotne → ocena uszkodzeń.



Nie rób tego

Nie odwracaj używanego elementu i nie zakładaj, że odzyskał sprawność. Nie testuj odporności na napięcie odwrotne.



Następny krok

Zamontuj zgodny kondensator we właściwej orientacji. Potwierdź brak zwarcia i kompletność toru przed kontrolowanym uruchomieniem.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Mapa 097 • Usterki po wymianie

Błąd montażu izolatora

Po wymianie elementu radiator może uzyskać niebezpieczny potencjał. Sprawdź cały zestaw montażowy, nie tylko podkładkę.



Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Ustal konstrukcję

Sprawdź, z którym wyprowadzeniem łączy się metalowa część obudowy. Ustal wymagane podkładki, tuleje i docisk według dokumentacji elementu oraz urządzenia.

2. Obejrzyj montaż

Bez zasilania oceń przebicia, zadziory, przesunięcie izolatora i kontakt śruby. Pasta termiczna nie zastępuje wymaganej izolacji elektrycznej.

3. Sprawdź granice testu

Omomierz może wykryć bezpośrednie zwarcie radiatora z częścią przewodzącą, lecz nie potwierdza wytrzymałości izolacji pod napięciem.

Zwarcie → poprawa montażu.
Brak zwarcia → wymagane kontrole izolacji.





Nie rób tego

Nie wykonuj dowolnej próby wysokonapięciowej na kompletnej elektronice. **Nie dobieraj momentu dokręcania na wyczucie.**

Następny krok

Zastosuj właściwy zestaw i wymagane kontrole bezpieczeństwa urządzenia. Przed uruchomieniem potwierdź także skuteczny kontakt cieplny i kompletność ochrony.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Przeoczona uszkodzona ścieżka

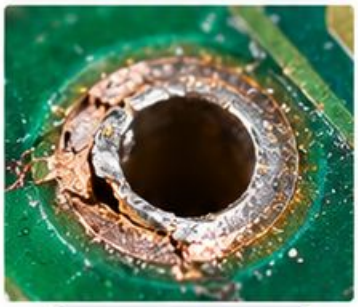
Nowy element nie pracuje, ponieważ tor pozostaje przerwany. Sprawdź połączenie od wyprowadzenia do dalszego punktu, nie tylko wygląd lutu.



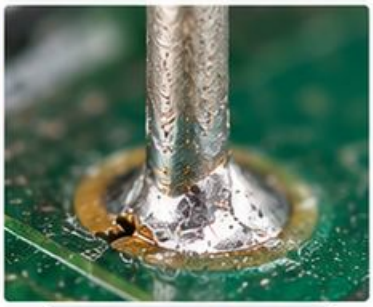
Pole lutownicze



Ścieżka



Przelotka



Wyprowadzenie

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Wyznacz odcinek

Na podstawie schematu ustal, które punkty powinny być połączone bezpośrednio. Uwzględnij przelotki i połączenia między warstwami płytki.

2. Sprawdź ciągłość

Bez zasilania mierz omomierzem między końcami wskazanego odcinka. Rozdziel przejście przez element od bezpośredniego połączenia miedzi.

3. Oceń naprawialnosc

Przerwa może wynikać z oderwanego pola, uszkodzonej przelotki lub ścieżki. Zwęglenie i naruszenie bariery wymagają oceny izolacji, nie samego mostka.

Przerwa lokalna → naprawa. Uszkodzona izolacja → ocena płytki.





Nie rób tego

Nie prowadź przypadkowego przewodu przez barierę izolacyjną, Nie zakładaj, że kropla lutu odtwarza obciążalność uszkodzonego toru.

Następny krok

Odtwórz połączenie zgodnie z konstrukcją i sprawdź brak zwarć. Jeśli nie można potwierdzić izolacji lub połączeń wewnętrznych, wymień płytkę.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Błąd wartości rezystora

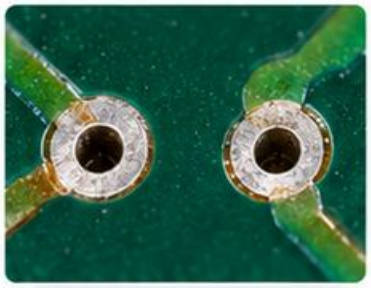
Pozornie podobny rezystor może zmienić rozruch, regulację lub ograniczenie prądu. Potwierdź jego funkcję i rzeczywistą wartość.



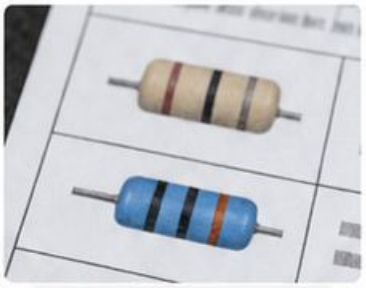
Rezystor



Oznaczenie



Pole lutownicze



Dokumentacja

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Odczytaj oznaczenie

Porównaj kod z dokumentacją producenta. Rozróżnij zapis dziesiętny, mnożnik i jednostki; dla oznaczeń skróconych nie zgaduj wartości.



2. Zmierz poza obwodem

Odizoluj końcówkę i użyj odpowiedniego zakresu omomierza. Dla małej rezystancji uwzględnij przewody; dla dużej ogranicz wpływ zabrudzeń i kontaktu palców.



3. Sprawdź wymagania

Oprócz rezystancji porównaj tolerancję, moc, napięcie pracy i parametry impulsowe. Element bezpiecznikowy nie jest zwykłym rezystorem.



Wartość błędna → właściwy element.
Wartość zgodna → pozostałe parametry.

Nie rób tego

Nie poprawiaj objawu przypadkową zmianą wartości. Nie zastępuj rezystora bezpiecznikowego dowolnym elementem o podobnej mocy.

Następny krok

Zamontuj zgodną część i sprawdź sąsiednie połączenia. Przed rozruchem oceń, czy wcześniejszy błąd nie przeciążył sterownika lub stopnia mocy.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Zanieczyszczenie po naprawie

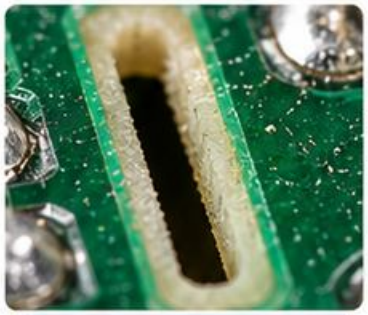
Pozostałości topnika, metalowe drobiny lub wilgoć mogą powodować upływ i niestabilną pracę. Oględziny obejmują obie strony płytki.



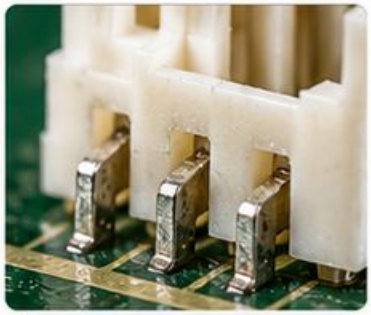
Pozostałość topnika



Drobina metalu



Bariera izolacyjna



Złącze

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Zidentyfikuj pozostałości

Bez zasilania obejrzyj obszar naprawy w powiększeniu. Sprawdź przestrzeń między wyprowadzeniami, pod złączami i przy szczelinach izolacyjnych.

2. Oczyść właściwie

Zastosuj środek i metodę zgodne z płytką oraz podzespołami. Uwzględnij zalecenia dla kondensatorów i elementów wrażliwych; zapewnij pełne wyschnięcie.

3. Oceń skutek

Omomierz może wykryć wyraźne niezamierzone przejście, ale nie potwierdza wymaganej izolacji. Zwęglenie nie jest zwykłym zabrudzeniem do zmycia.

Drobina → usunięcie.
Zwęglenie → ocena laminatu i izolacji.





Nie rób tego

Nie używaj przypadkowego rozpuszczalnika. Nie włączaj mokrej płytki ani nie przykrywaj zanieczyszczeń lakierem.

Następny krok

Powtórz oględziny i wymagane kontrole po czyszczeniu. Potwierdź brak ciał obcych, odtworzenie odstępów oraz kompletność montażu przed uruchomieniem.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Mapa 101 • Usterki po wymianie

Brak potwierdzenia naprawy

Jednorazowy start nie potwierdza usunięcia usterki. Zakończ pracę dopiero po kontroli warunków związanych z pierwotnym objawem.



Karta pomiarów



Złącze



Osłona



Obciążenie testowe

Warunek testu

Odłącz źródła, rozładuj kondensatory w sposób kontrolowany i potwierdź brak napięcia. Pomiary podczas pracy: tylko według procedury, z zabezpieczeniami i odpowiednią metodą.

1. Sprawdź przed zasileniem

Potwierdź zgodność części, polaryzację, mocowania, izolację, brak zwarć i kompletne zabezpieczenia. Wykonaj wymagane kontrole bezpieczeństwa właściwe dla urządzenia.

2. Powtórz objaw

W kontrolowanym teście odtwórz wcześniejsze warunki wejścia, obciążenia i temperatury. Zapisuj napięcie we właściwym punkcie i wymagane parametry dynamiczne.

3. Oceń zakres

Porównaj wyniki z wymaganiami, nie tylko ze stanem sprzed naprawy. Jeśli usterka była sporadyczna, określ czas i warunki obserwacji.

Kryteria spełnione → zapis odbioru.
Brak dowodu → dalsza diagnostyka.



Nie rób tego

Nie uznawaj świecącej kontrolki za pełny test. Nie pomijaj osłon, ochrony ani sprawdzenia odbiornika.



Następny krok

Zapisz przyczynę, wymienione części, metodę pomiaru i wyniki. Oddaj urządzenie z udokumentowanym zakresem sprawdzenia oraz wskazaniem ewentualnych nierozstrzygniętych kwestii.

Źródła: [26], [27], [4], [6], [1].

Źródła i dokumentacja

Część 1 • dokumentacja wykorzystana w mapach

[1] Fluke — bezpieczeństwo pomiarów pod napięciem. www.fluke.com

[2] Fluke — test diod multimetrem. www.fluke.com

[3] Fluke — pomiar pojemności. www.fluke.com

[4] Texas Instruments — UCx84x. www.ti.com/lit/ds/symlink/uc3842.pdf

[5] Texas Instruments — UCC28740. www.ti.com/product/UCC28740

[6] Tektronix — Floating Measurements Selection Guide. www.tek.com

[7] Littelfuse — Fuseology Selection Guide. www.littelfuse.com

[8] Keysight — dokument 5991-3583: skok obciążenia. www.keysight.com • 5991-3583.pdf

[9] STMicroelectronics — SG3525A. www.st.com/…/sg3525.pdf

[10] Texas Instruments — TL494. www.ti.com/lit/ds/symlink/tl494.pdf

[11] TDK — dobór warystorów SIOV. www.tdk-electronics.tdk.com • siov-selection.pdf

[12] TDK — termistory NTC ograniczające prąd rozruchowy. www.tdk-electronics.tdk.com • ntc-thermistors-icl-an.pdf

[13] Texas Instruments — UCC28019. www.ti.com/lit/ds/symlink/ucc28019.pdf

[14] Texas Instruments — UCC28740, nota katalogowa. www.ti.com/lit/ds/symlink/ucc28740.pdf

Numery w mapach odnoszą się do powyższych materiałów. Parametry, wyprowadzenia i procedury sprawdź w dokumentacji dokładnego modelu i wersji urządzenia.

Źródła i dokumentacja

Część 2 • dokumentacja wykorzystana w mapach

[15] Texas Instruments — dokument SLUA143.
www.ti.com/lit/an/slua143/slua143.pdf

[16] Texas Instruments — dokument SLUA964.
www.ti.com/lit/an/slua964/slua964.pdf

[17] Infineon — ładunek bramki i dobór sterowania MOSFET.
www.infineon.com

[18] Texas Instruments — dokument SLUAAI2.
edgeworker.ti.com/document-viewer/lit/html/sluaai2

[19] Texas Instruments — prostowanie synchroniczne.
www.ti.com

[20] Texas Instruments — dokument SSZT810.
www.ti.com/document-viewer/lit/html/SSZT810

[21] Texas Instruments — dokument SLVAF37.
www.ti.com/lit/an/slvaf37/slvaf37.pdf

[22] Texas Instruments — TL431.
www.ti.com/lit/ds/symlink/tl431.pdf

[23] Texas Instruments — dokument SSZTAL4.
www.ti.com/document-viewer/lit/html/SSZTAL4/GUID-7F6F1083-112D-40D8-8BDE-073BF66142B9

[24] Fluke — wpływ odbić na termografię.
www.fluke.com

[25] Fluke — wykrywanie gorących punktów.
www.fluke.com

[26] Infineon — zalecenia montażowe obudów TO.
www.infineon.com • infineon-applicationnote-package-recommendations-assembly-topackages-applicationnotes-en.pdf

[27] TDK — kondensatory: ostrzeżenia i warunki użytkowania.
www.tdk-electronics.tdk.com • pdf-cautionsandwarnings.pdf

Numery w mapach odnoszą się do powyższych materiałów. Parametry, wyprowadzenia i procedury sprawdź w dokumentacji dokładnego modelu i wersji urządzenia.

Ostoja • wsparcie@ostoja.online