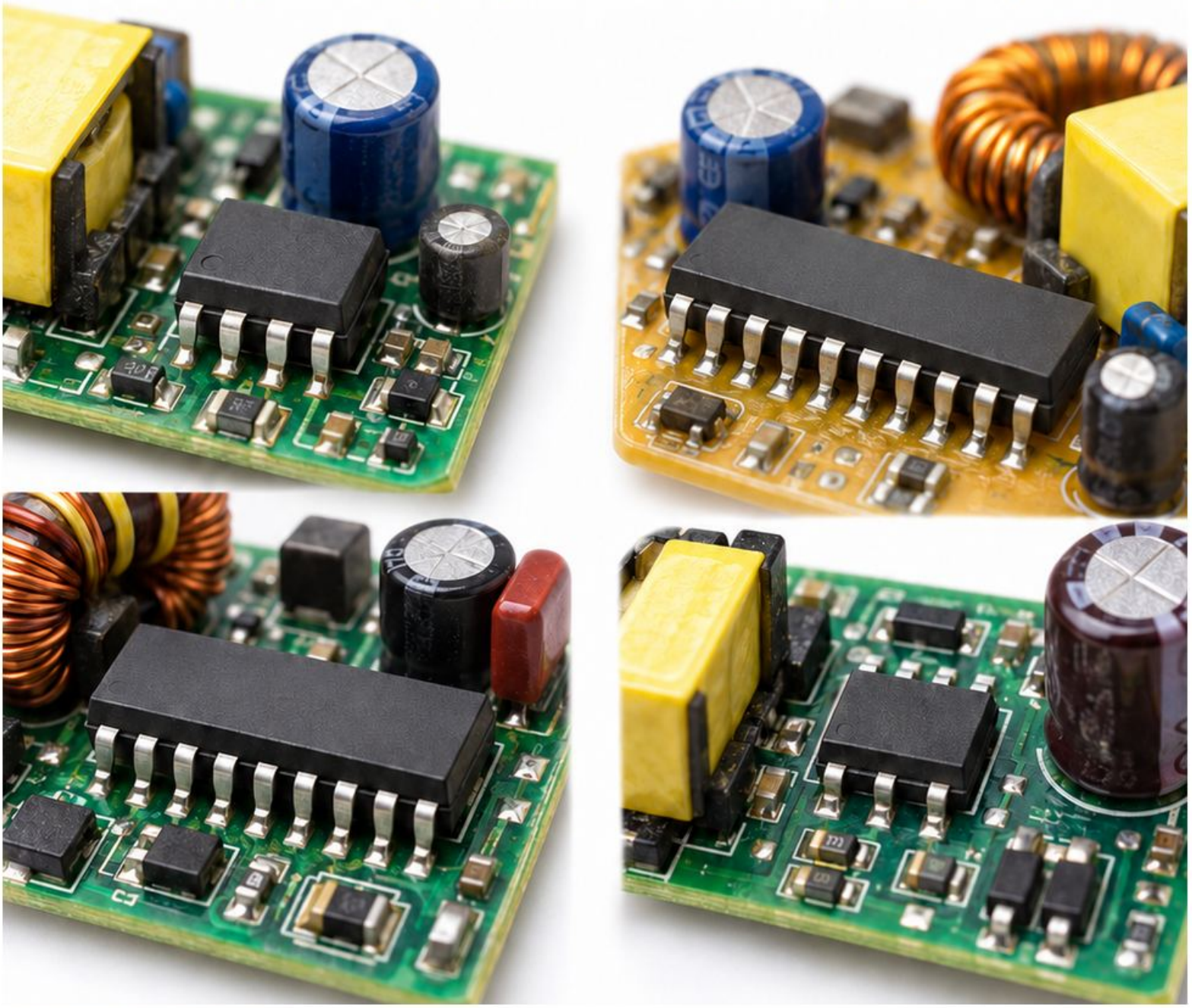
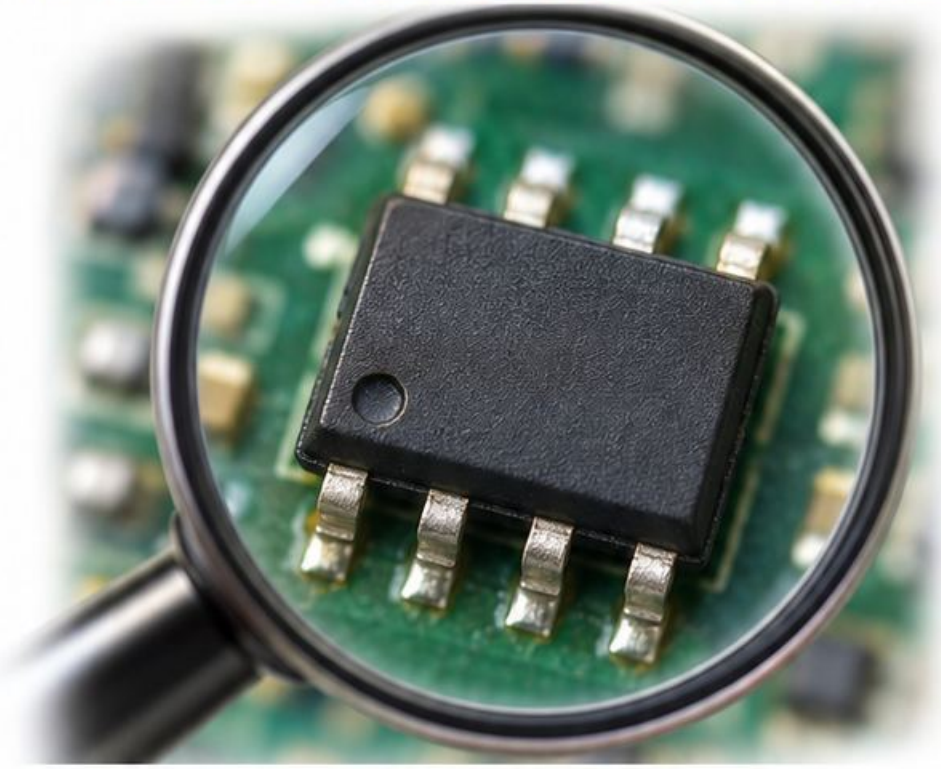
Szybki przewodnik po najważniejszych sterownikach PWM i czytaniu noty katalogowej

Czytaj notę katalogową tak, aby rozumieć działanie płytki. Rozpoznawaj zasilanie, sterowanie i zabezpieczenia na przykładach UC384x, TL494, SG3525A oraz UCC28740. Zamieniaj parametry w sprawdzalne hipotezy diagnostyczne.



Dobierz dokument do konkretnego układu



1. Zacznij od pełnego oznaczenia sterownika, producenta i obudowy. Zapisz również oznaczenie płytki: ten sam model urządzenia może występować w kilku wersjach.

2. Pobierz notę z oficjalnej strony producenta. Zachowaj plik, numer dokumentu, rewizję oraz datę dostępu, aby później odtworzyć podstawę diagnozy.

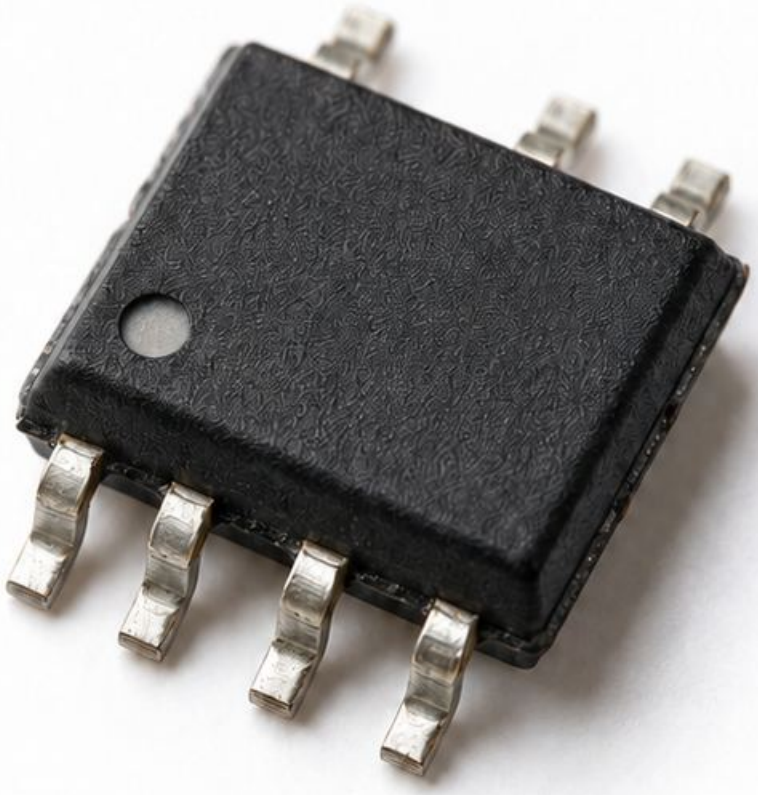
3. Porównaj nazwę rodziny na pierwszej stronie z listą obsługiwanych wariantów. Podobne oznaczenie nie wystarcza do przyjęcia tych samych progów i funkcji.

4. Przykład: nota TI UCx84x obejmuje kilka wersji o różnych progach UVLO i ograniczeniach wypełnienia. Wybór samego nagłówka rodziny pozostawia istotne dane nierozstrzygnięte. [1]

5. W karcie zapisz: „Odczytano UC3842; producent potwierdzony; obudowa ośmionóżkowa; wykorzystano dokument SLUS223H”. Nie zastępuj nieczytelnej cyfry przypuszczeniem.

6. Jeżeli producent albo końcówka oznaczenia są niepewne, rozpocznij od dokumentacji i zdjęć. Nie wybieraj zamiennika na podstawie znalezionego w internecie podobnego rysunku.

Oznaczenie i obudowa: ustal orientację



1. Zdjęcie obudowy musi pozwalać rozpoznać znak pierwszego wyprowadzenia. Przed liczeniem pinów ustal, czy patrzysz na układ z góry, czy od strony lutowania.

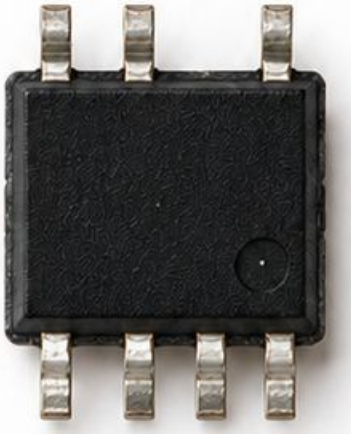
2. Porównaj liczbę wyprowadzeń i wymiary z rozdziałem mechanicznym. Kropka, wycięcie lub ścięcie wymagają zgodności z rysunkiem konkretnej obudowy.

3. Na zdjęciu zaznacz pierwszy pin i kierunek numeracji. Dla spodu płytki przygotuj odbite odniesienie, zamiast obracać układ wyłącznie w pamięci.

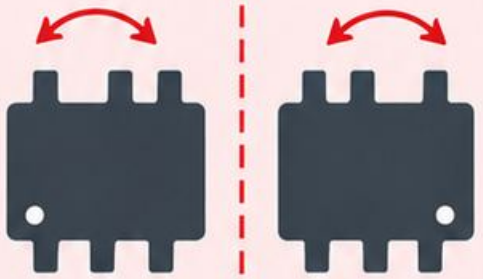
WIDOK Z GÓRY



WIDOK OD STRONY LUTOWANIA



UWAGA: WIDOK ODBITY



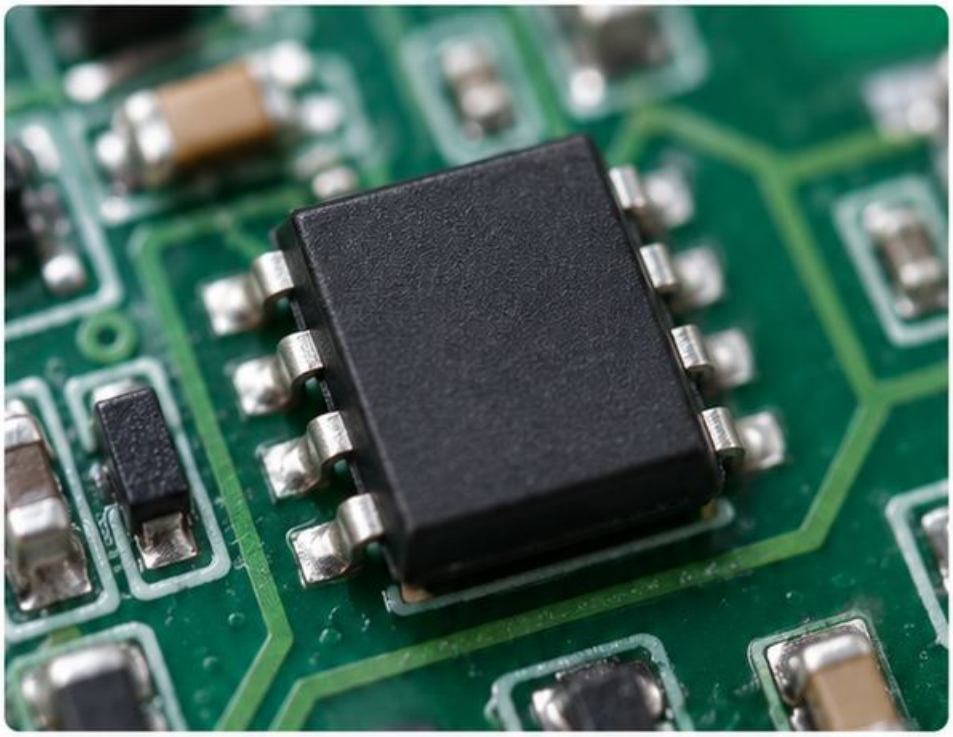
Przykład UCC28740: obudowa ma siedem fizycznych wyprowadzeń, lecz HV nosi numer 8. Brakującego miejsca nie wolno przeliczać jako zwykłej kolejnej nóżki. [4]

Jeżeli widzisz siedem końcówek, nie twórz własnej numeracji od 1 do 7. Przenieś numery dokładnie z widoku obudowy producenta.

Wynik: jedno zdjęcie z potwierdzoną orientacją i numerami. Dopiero na nim wpisuj funkcję; błędna orientacja unieważnia późniejsze przypisanie napięć i sygnałów.

Pinout i lokalny punkt odniesienia

Dla każdego pinu zapisz nazwę, funkcję i obszar płytki. Sam skrót GND nie oznacza połączenia z ziemią ani z powrotem wtórnym.



Przykład UC3842 w obudowie ośmionóżkowej: VCC to pin 7, GROUND — 5, OUTPUT — 6. Te numery nie dotyczą automatycznie innych obudów rodziny. [1]



1. Najpierw znajdź lokalny powrót sterownika. Następnie dopasuj zasilanie i sygnały do właściwego rysunku obudowy, kontrolując zgodność z widocznymi ścieżkami.



2. Oddziel numer pinu układu od oznaczenia punktu testowego na płytce. Zapis „TP3” nie dowodzi żadnej konkretnej funkcji bez prześledzenia połączenia.



! Przy pomiarze oscyloskopem punkt odniesienia i napięcie względem ziemi decydują o doborze sondy. Nie usuwaj uziemienia ochronnego przyrządu. [5]

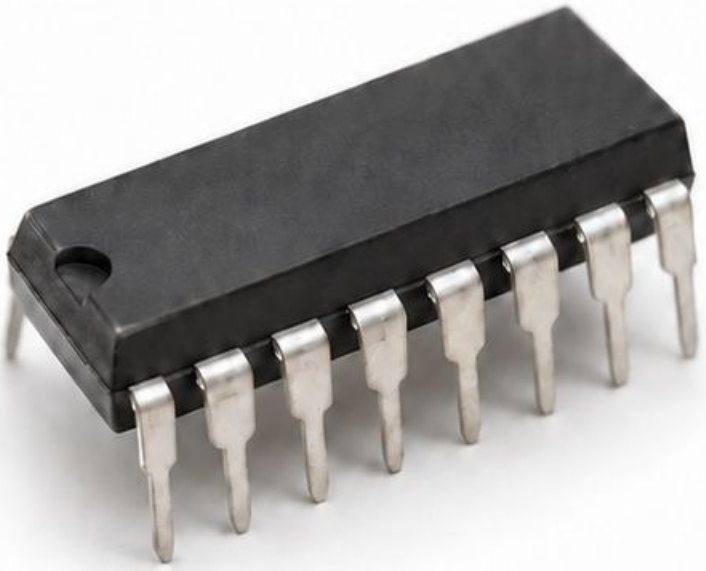


✓ Zakończ stronę roboczą parą; „sygnał — lokalny powrót”. Jeżeli nie umiesz wskazać obu punktów i właściwego sposobu pomiaru, pozostaw badanie jako niezaplanowane.



Limit graniczny nie jest celem pomiaru

Notę czytaj w trzech warstwach: dopuszczalne wartości graniczne, zalecane warunki pracy oraz charakterystyki elektryczne. Każda odpowiada na inne pytanie.



Dopuszczalne wartości graniczne

Wartość graniczna określa obciążenie, którego przekroczenie grozi uszkodzeniem. Nie stanowi potwierdzenia poprawnej pracy układu przy takim napięciu.

Zalecane warunki pracy

Przykład TL494: zalecany zakres VCC wynosi 7–40 V, a granica bezwzględna zasilania wynosi 41 V. Te dwie liczby mają różne znaczenie. [2]

Charakterystyki elektryczne

Obok wartości zapisz warunki: temperaturę, obciążenie, napięcie zasilania oraz to, czy podano minimum, wartość typową czy maksimum.

Dopuszczalne wartości graniczne	Zalecane warunki pracy	Charakterystyki elektryczne
Granica bezwzględna zasilania	Zalecany zakres VCC	Wartość typowa
41 V	**7–40 V**	

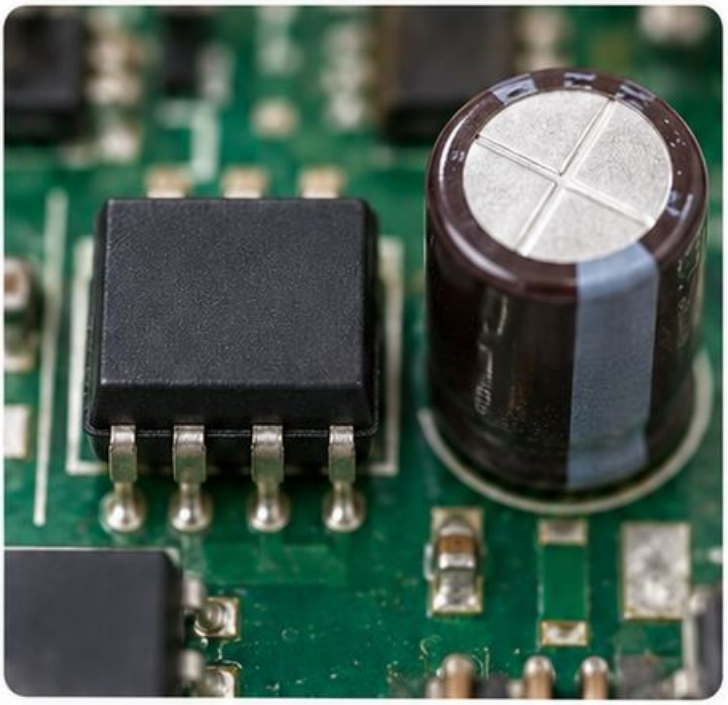
Odczyt wyników

Odczyt zgodny z wartością typową może wyglądać wiarygodnie, lecz nie dowodzi sprawności całego sterownika. Odczyt oceniaj wobec właściwego zakresu i stanu pracy.

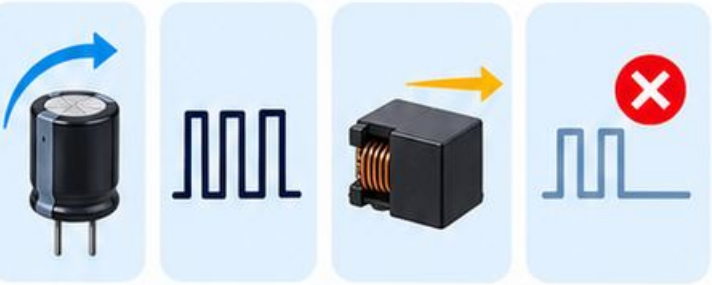
Zrób własne notatki

Przygotuj osobne kolumny „limit”, „warunki pracy” i „oczekiwany sygnał”. Nie przepisuj największej liczby z tabeli jako dopuszczalnego napięcia na każdym pinie.

VCC i UVLO: oceniaj cały cykl rozruchu



Przykład UCC28740: typowy próg włączenia VDD wynosi **21 V**, a wyłączenia **7,75 V**. Dokładne tolerancje sprawdź w tabeli elektrycznej. [4]



UVLO blokuje działanie przy zbyt niskim zasilaniu. Próg rozpoczęcia pracy i próg wyłączenia mogą być różne, dlatego pojedynczy odczyt multimetru bywa niewystarczający.

Na karcie rozdziel fazy: ładowanie kondensatora, rozpoczęcie przełączania, przejęcie zasilania przez tor pomocniczy i ewentualne wyłączenie.

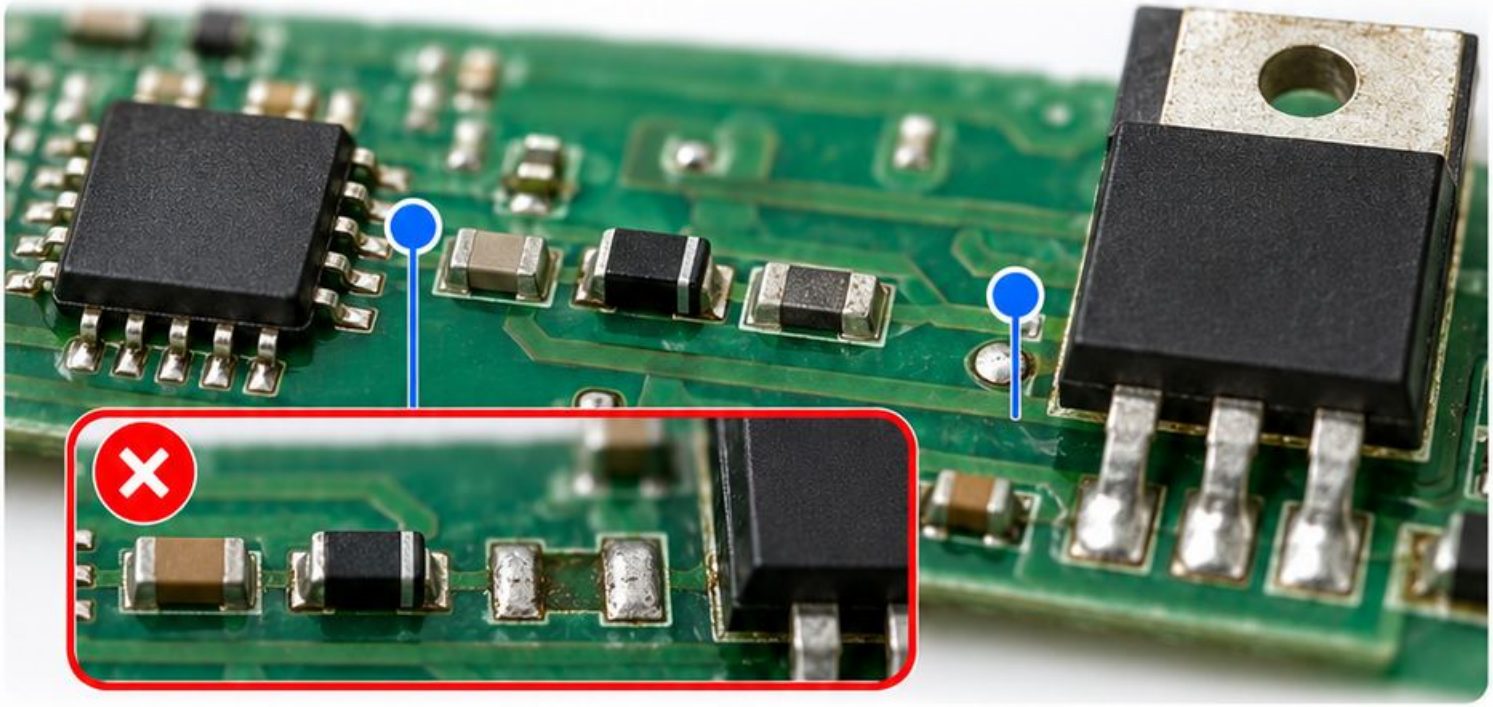
Przebieg piłokształtny **VDD** może wskazywać powtarzanie rozruchu. Nie rozstrzyga sam, czy przyczyną jest kondensator, przeciążenie, brak podtrzymania czy działanie zabezpieczenia.

Zapisz czas obserwacji oraz warunki obciążenia. Porównanie wykonane w innym stanie urządzenia może prowadzić do fałszywego wniosku.

Najpierw zidentyfikuj tor zasilania na bezpiecznie odłączonej płytce. Pomiar pracującego układu planuj dopiero po określeniu właściwej metody, punktu odniesienia i kwalifikacji wykonawcy. [5]

OUT: oddziel polecenie od reakcji tranzystora

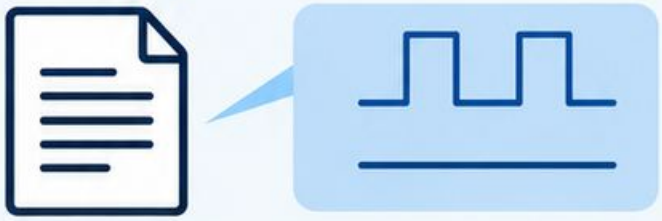
Wyjście sterownika i bramka tranzystora to dwa różne punkty. Pomiędzy nimi mogą znajdować się rezystory, diody, transformator sterujący albo dodatkowy driver.



1 Na odłączonej płytce prześledź cały tor. Dla każdego elementu zanotuj oznaczenie oraz kierunek połączenia, a nie tylko bliskość układu PWM.



2 Z noty ustal typ wyjścia i sposób jego zasilania. Nie zakładaj, że każde wyprowadzenie oznaczone OUT ma tę samą wydajność lub poziom napięcia.



3 Gdy sygnał jest obecny przy sterowniku, a nie dociera do bramki, hipoteza przesuwa się na tor pośredni. Nie jest to automatyczny dowód uszkodzenia MOSFET-a.



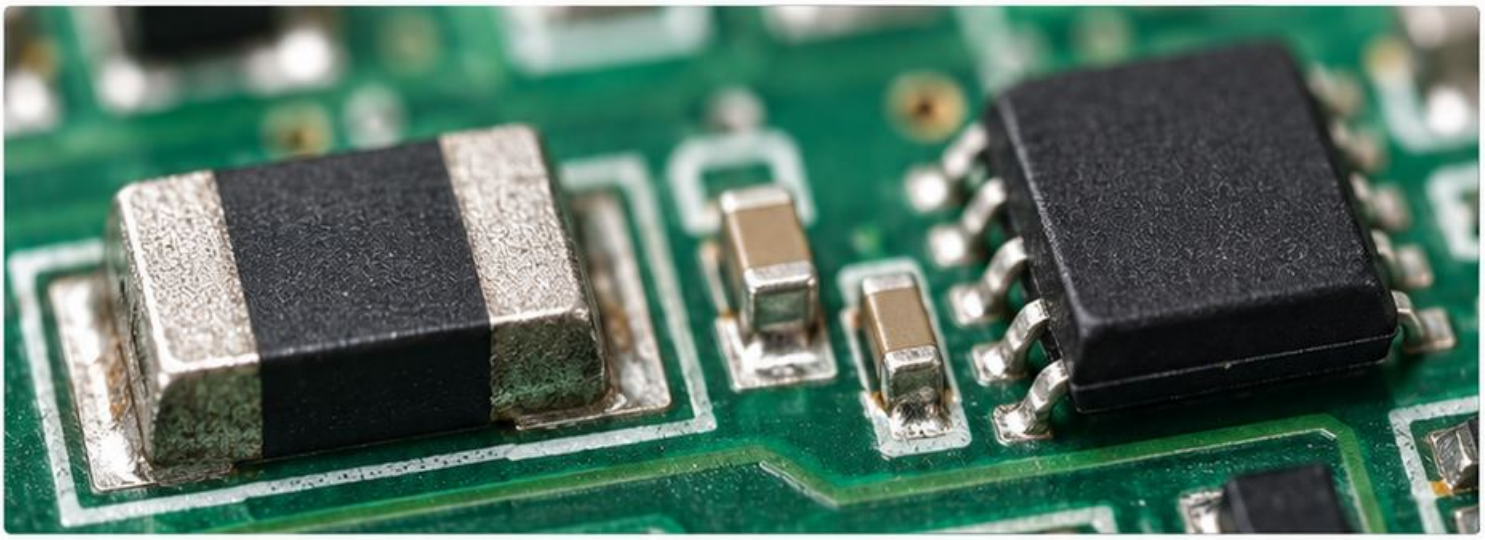
4 Rozróżnij brak impulsów, nieprawidłowy poziom i zniekształcenie zboczy. Każdy opis wymaga innego dalszego sprawdzenia; średnia DC nie opisuje tych cech.



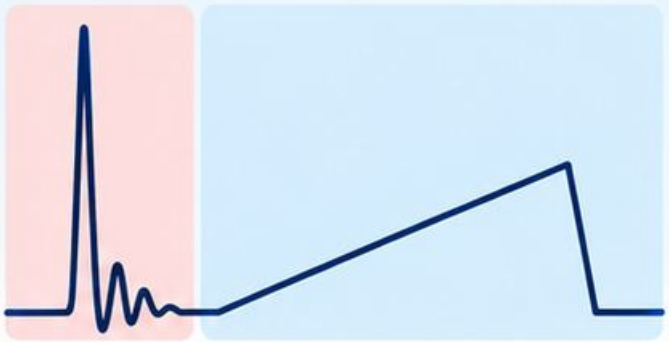
5 Przygotuj dwa miejsca obserwacji oraz właściwe odniesienia. Dobór sondy i jej połączenia ma uwzględniać potencjał badanego węzła, zamiast wynikać z wygody dostępu. [5]

CS: wejście pomiarowe wymaga kontekstu

CS lub ISENSE opisuje funkcję wejścia, lecz nie określa samo w sobie dopuszczalnego napięcia ani sposobu filtrowania. Zacznij od opisu pinu konkretnego układu.



1. Prześledź połączenie od elementu pomiarowego do sterownika. Zaznacz rezystory i kondensatory po drodze oraz lokalny powrót tego sygnału.
2. Sprawdź, czy dokumentacja opisuje opóźnienie, wygaszanie początku impulsu albo kompensację. Krótki pik i użyteczna część rampy nie muszą być interpretowane tak samo.
3. Jeżeli rezystor pomiarowy jest sprawny, nadal możliwa jest przerwa w ścieżce lub zmiana elementu filtra. Sam pomiar rezystancji nie potwierdza poprawności informacji docierającej do sterownika.



Krótki pik i użyteczna część rampy nie muszą być interpretowane tak samo.



Nie przeliczaj przypadkowego wskazania DC na szczytowy prąd klucza.

W karcie oddziel wartość rezystora, przebieg wejściowy i reakcję sterowania.
Nie przeliczaj przypadkowego wskazania DC na szczytowy prąd klucza.

Warunek dobrego rozpoznania: znasz punkt pomiaru, jego odniesienie oraz funkcję elementów pośrednich. Liczbowy próg przepisz wyłącznie z właściwej tabeli dla rozpoznanego wariantu.

FB i COMP: podobne nazwy, różne funkcje

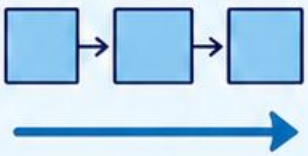


1



Nie traktuj FB i COMP jako zamiennych punktów. Opis pinu oraz schemat blokowy wyjaśniają, gdzie sygnał jest porównywany i gdzie działa kompensacja.

2



Zaznacz drogę od obserwowanego wyjścia do sterownika. Obejmuje ona czasem dzielnik, wzmacniacz, optoizolator i elementy kształtujące odpowiedź pętli.

3



Sprawdź, czy wejście przyjmuje informację napięciową czy prądową. Dopiero potem wybierz parametr, który rzeczywiście odpowiada pracy tego wejścia.

4



Zmiana napięcia przy COMP może być skutkiem reakcji regulatora na problem w innym bloku. Nie uznawaj jej bez kontekstu za dowód uszkodzenia kondensatora kompensacji.

5



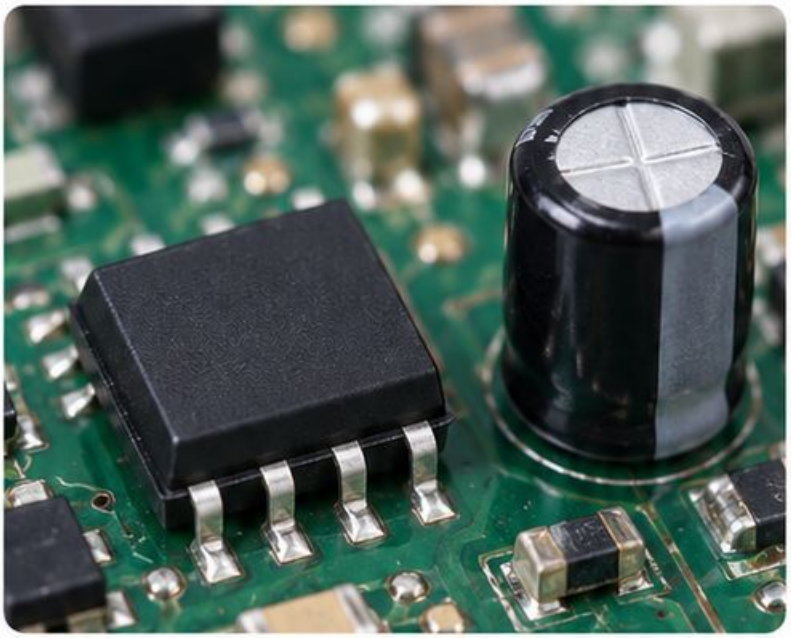
Porównując dwa stany, zachowaj to samo obciążenie i fazę pracy. Rozruch, ograniczenie prądu i ustalona regulacja mogą dawać różne obrazy.

6



Wpisz na karcie: źródło informacji, elementy pośrednie, pin docelowy i przewidywany kierunek reakcji. Jeśli kierunku nie rozumiesz, wróć do schematu blokowego przed ingerencją w pętlę.

HV i rozruch: sprawdź, co ładuje kondensator



Nazwa **HV sugeruje związek** z wysokim napięciem, ale funkcję ustala dopiero nota. Nie łącz tego pinu eksperymentalnie z dowolną szyną.

W **UCC28740** wejście **HV** służy do ładowania kondensatora **VDD** podczas rozruchu przez wewnętrzny układ startowy. Nie jest zwykłym wyjściem sterującym. [4]



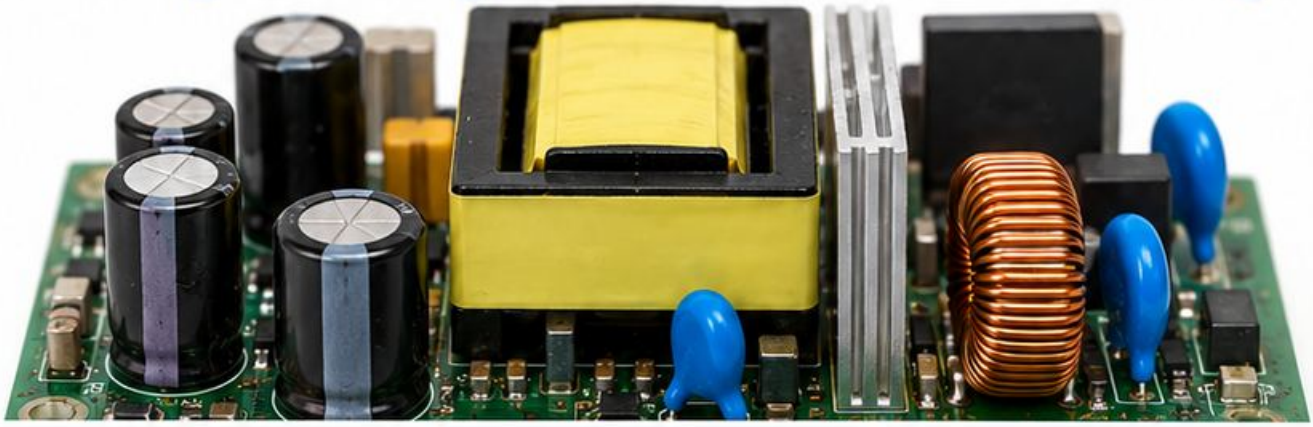
Na płytce rozdziel drogę startową i drogę podtrzymania zasilania. Oznacz elementy, które dostarczają energię przed pierwszym impulsem, oraz po rozpoczęciu pracy.

Kondensator może się ładować, lecz **zasilanie** zanikać po starcie. Taki zapis kieruje uwagę także na tor pomocniczy i pobór prądu, nie tylko na wejście HV.

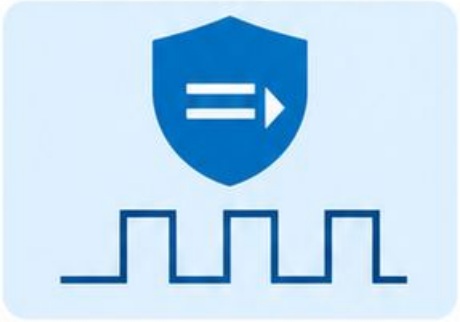
Nie przenoś rozwiązania z układu zintegrowanego na kontroler z zewnętrznym rezystorem rozruchowym. Podobny objaw nie oznacza identycznej architektury.

Wynik identyfikacji ma wskazywać skąd, dokąd i w jakiej fazie płynie energia. Brak czytelnego połączenia zaznacz linią przerywaną, zamiast uzupełniać je domyślnym schematem.

OVP, OCP i brownout: rozpoznaj warunek blokady









Brak impulsów może być prawidłową reakcją zabezpieczenia. Najpierw ustal, jakie warunki układ nadzoruje, a dopiero potem oceniaj sterownik.

1. Dla każdego zabezpieczenia utwórz wiersz: obserwowana wielkość, pin lub tor detekcji, warunek zadziałania, sposób powrotu do pracy.

2. Rozróżnij ograniczenie pojedynczego impulsu, automatyczne ponawianie oraz zatrzask wymagający określonego resetu. Słowo „protection” nie opisuje jeszcze zachowania urządzenia.

Jeśli wejście detekcji widzi niewłaściwą informację z uszkodzonego dzielnika, sterownik może blokować pracę mimo poprawnego napięcia w innym punkcie.

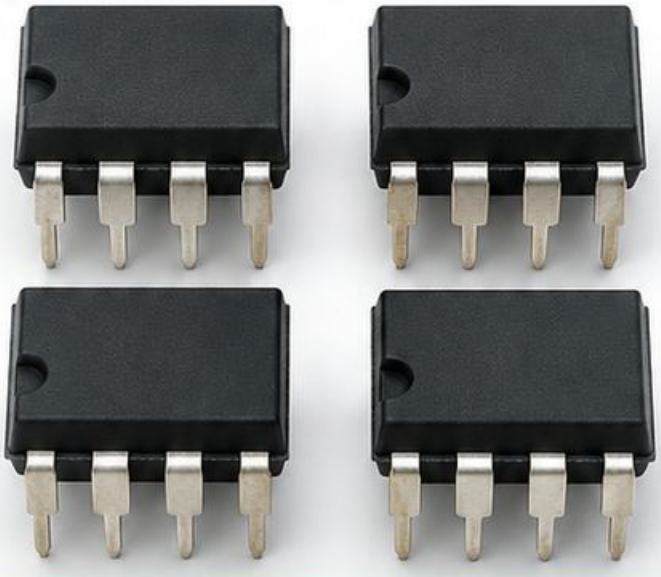
Nie oceniaj brownout wyłącznie z nazwy. Sprawdź, gdzie mierzona jest informacja o zasilaniu i jak elementy zewnętrzne wpływają na progi.

Nie zwieraj wejść ochronnych, aby wymusić pracę. Taka próba usuwa informację diagnostyczną i może dopuścić niekontrolowane obciążenie stopnia mocy.

Dobra hipoteza wskazuje konkretny warunek i sposób jego potwierdzenia. Ogólne stwierdzenie „zabezpieczenie blokuje” pozostaje jedynie opisem przypuszczenia.

UC384x: końcowa cyfra zmienia interpretację

W rodzinie UC384x nie wystarczy odczytać pierwszych pięciu znaków. Różnice wariantów mają znaczenie podczas diagnozy rozruchu i oceny sterowania.



Typowe progi UVLO: UC3842 i UC3844 — włączenie 16 V, wyłączenie 10 V; UC3843 i UC3845 — 8,4 V oraz 7,6 V. [1]

UC3842/43 dopuszczają wypełnienie **zbliżające się do 100%,** a UC3844/45 ograniczają je do **około 50%.** To cecha sterownika, nie zalecenie pracy przetwornicy. [1]

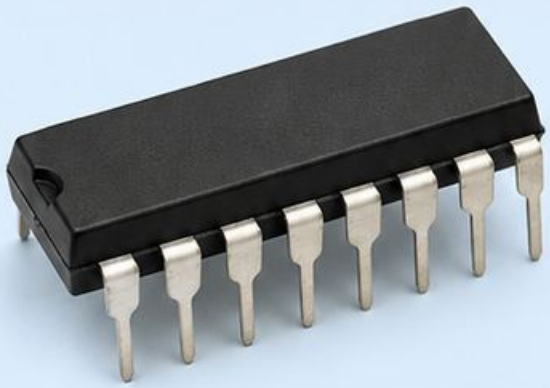
Odczyt 12 V na VCC ma inny sens dla układu oczekującego na pierwszy start niż dla układu już pracującego z histerezą.

Zapisz pełny wariant, obudowę i stan obserwacji.
Dopiero potem porównuj wynik z tolerancjami tabeli, nie tylko z wartościami typowymi.

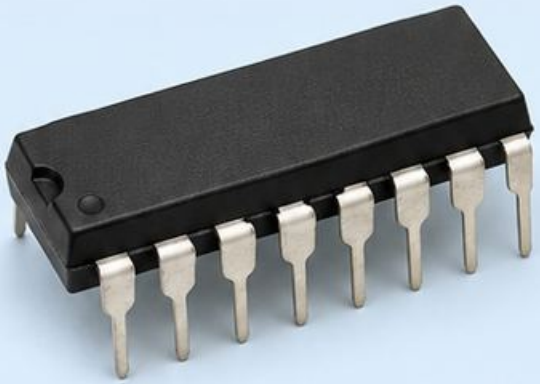
Przy wymianie porównaj także funkcje wyprowadzeń i wymagania aplikacji.
Zgodność obudowy oraz podobna nazwa nie wystarczają do uznania części za zamienną.

TL494 i SG3525A: porównuj architekturę

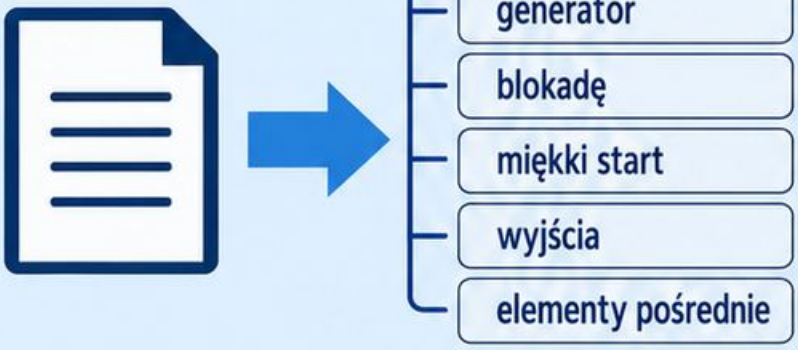
Oba układy kojarzą się z parami wyjść sterujących, lecz nie są zamiennikami pin po pinie. Najpierw porównaj sposób podłączenia do stopnia mocy.



TL494 ma dwa wzmacniacze błędu i wybór sposobu pracy wyjść. Jego napięcie odniesienia wynosi nominalnie 5 V. [2]



SG3525A ma wbudowany miękki start, wejście wyłączenia i dwa wyjścia sterujące. ST podaje zakres pracy zasilania 8–35 V i nominalne odniesienie 5,1 V. [3]



Dla badanej płytki wypisz osobno: zasilanie, generator, blokadę, miękki start, wyjścia i elementy pośrednie. Porównanie nazw pinów wykonaj dopiero po tym podziale.



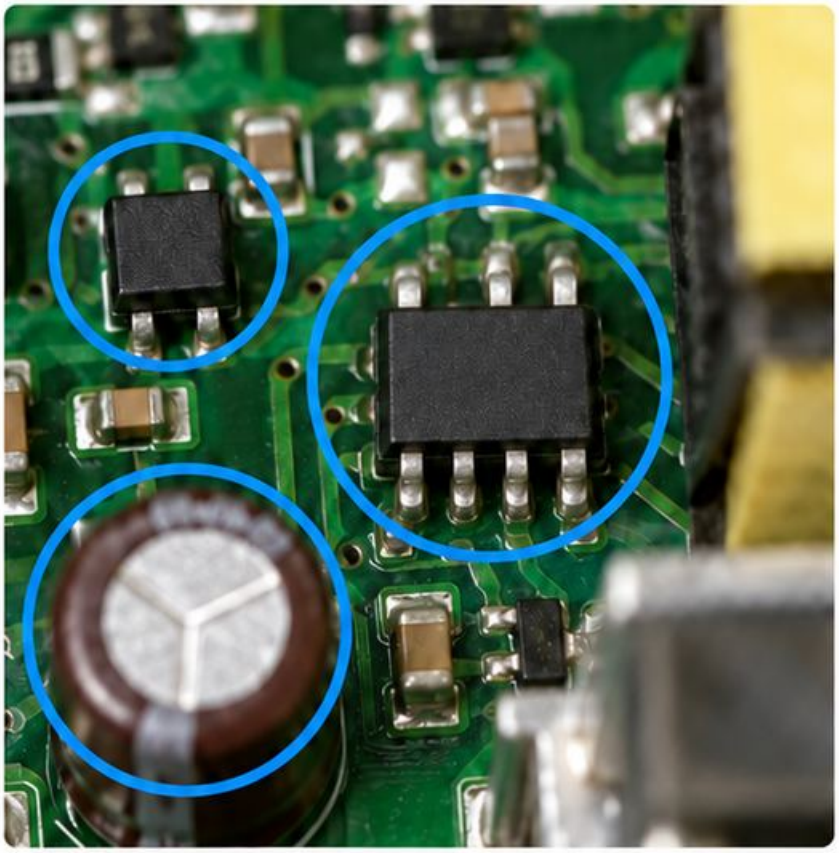
Brak sterowania w dwóch gałęziach może mieć wspólną przyczynę w blokadzie lub zasilaniu. Nie oznacza automatycznie jednoczesnego uszkodzenia obu wyjść.



Wybór dalszego testu oprzyj na konkretnym schemacie blokowym. Częstotliwość generatora i częstotliwość pojedynczego wyjścia zapisuj oddzielnie, z uwzględnieniem konfiguracji.

UCC28740: czytaj funkcję, potem parametr

Ten przykład pokazuje odczyt konkretnej noty, a nie uniwersalną sekwencję testowania wszystkich zasilaczy flyback. Zacznij od zgodności układu i obudowy.



UCC28740 wykorzystuje optoizolator do regulacji napięcia i informację po stronie pierwotnej do regulacji prądu. Wejście VS jest związane z uzwojeniem pomocniczym. [4]

Maksymalna częstotliwość przełączania wynosi 100 kHz. Nie oznacza to, że w każdym obciążeniu oscyloskop powinien pokazać stałe 100 kHz. [4]

1

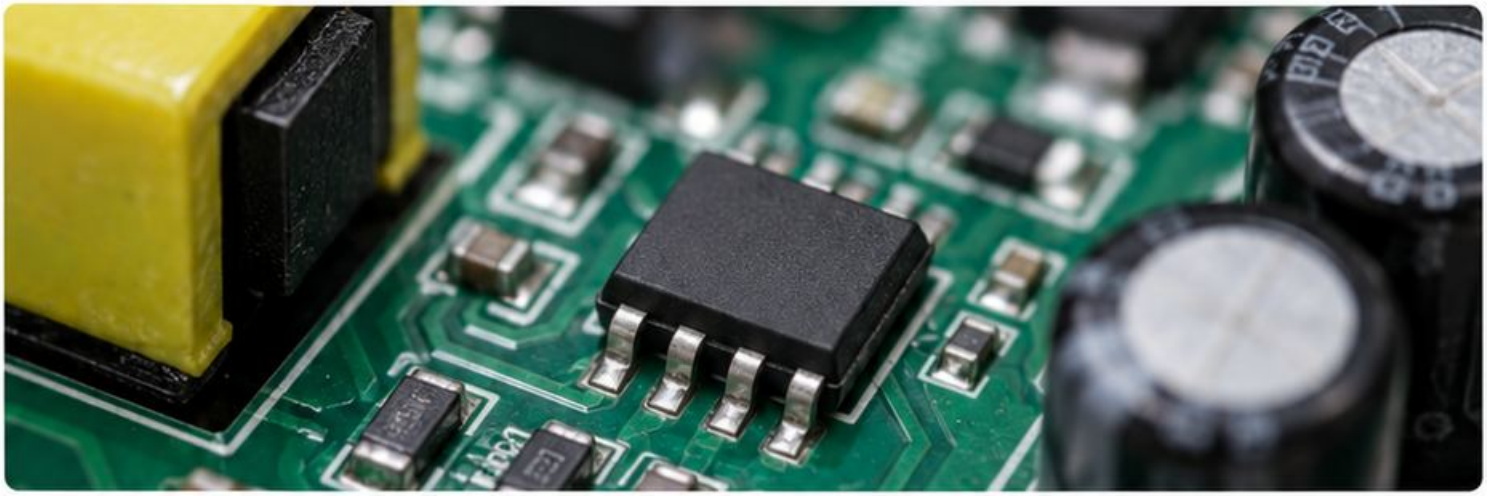
Na zdjęciu przypisz trzy drogi: zasilanie sterownika, informację z uzwojenia pomocniczego i sprzężenie optyczne. Przy każdej zapisz niepewne połączenia.

Obserwowana zmiana częstotliwości staje się hipotezą do porównania ze stanem obciążenia i opisem pracy. Sama różnica względem maksimum nie dowodzi awarii.

Wniosek powinien zawierać stan pracy oraz brakujący dowód. Oddziel fakt „rozpoznano wejście VS” od oceny „informacja na VS jest prawidłowa”, która wymaga dalszego badania.

Arkusz odczytu noty z przykładem

Wypełnij arkusz przed planowaniem pomiaru. Jedna karta dotyczy jednego sterownika i jednej wersji płytki; każde puste pole oznacza brak danych.



Układ / producent / obudowa: _____ **Dokument / rewizja:** _____
Orientacja potwierdzona: _____

Pin i funkcja: _____ **Lokalny powrót:** _____
Połączenie na płytce: _____ **Stan pracy:** _____

Parametr / minimum / typowo / maksimum: _____
Warunki tabeli: _____ **Wynik i przyrząd:** _____

Przykład dydaktyczny: UC3842, obudowa ośmionóżkowa; VCC — pin 7, odniesienie — pin 5. Dla pierwszego rozruchu porównuję wynik z właściwą charakterystyką UVLO. [1]

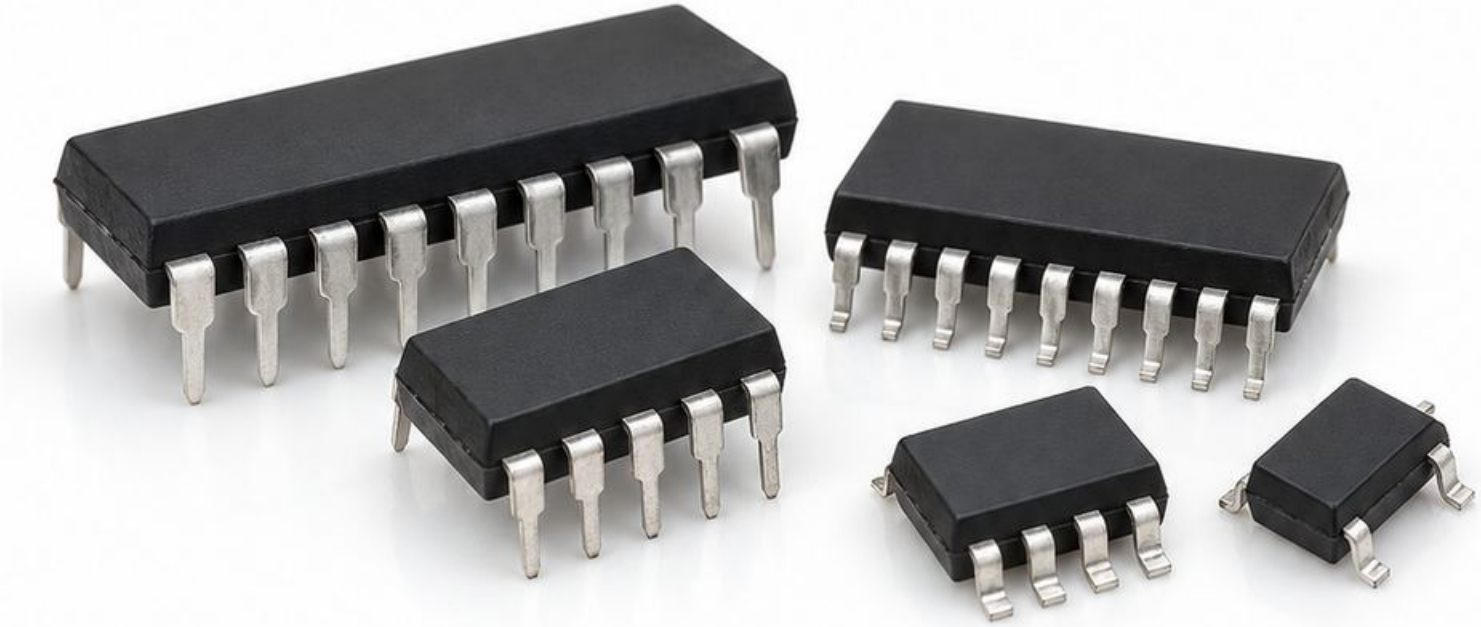
Odczyt nie został jeszcze wykonany. Wniosek: zidentyfikowano punkty i parametr, ale nie potwierdzono poprawności rozruchu ani sprawności sterownika.

Hipoteza: _____ **Dowód potwierdzający:** _____
Alternatywna przyczyna: _____ **Następny bezpieczny krok:** _____

Nie wpisuj oczekiwanej wartości w pole wyniku. Po badaniu zachowaj również warunki, aby porównanie po naprawie miało znaczenie.



Źródła: oficjalna dokumentacja



[1] **Texas Instruments — UCx84x Current-Mode PWM Controllers, SLUS223H.**
ti.com/lit/ds/symlink/uc3842.pdf.
Warianty, pinout, UVLO i ograniczenia wypełnienia.

[2] **Texas Instruments — TL494 Pulse-Width-Modulation Control Circuits, SLVS074J.**
ti.com/lit/ds/symlink/tl494.pdf.
Warunki pracy, odniesienie i architektura sterowania.

[3] **STMicroelectronics — SG2525A / SG3525A, Regulating Pulse Width Modulators.**
st.com/resource/en/datasheet/sg3525.pdf.
Zasilanie, odniesienie, miękki start i wyłączenie.

[4] **Texas Instruments — UCC28740 Constant-Voltage Constant-Current Flyback Controller, SLUSBF3D.**
ti.com/lit/ds/symlink/ucc28740.pdf.
Numeracja obudowy, rozruch, VDD i regulacja.

[5] **Tektronix — Floating Measurements Selection Guide.**
tek.com/en/datasheet/floating-measurements-selection-guide.
Dobór metody pomiaru i sond przy potencjale różnym od ziemi.

Przed użyciem sprawdź aktualną rewizję i pełne oznaczenie części. Przykłady liczbowe dotyczą wskazanych układów; nie są wspólnymi progami wszystkich sterowników PWM.