

# System projektowania układów elektronicznych EDWin

## Analiza termiczna obwodu drukowanego

W tym odcinku omówimy moduł do analizy termicznej, pozwalający na ocenę rozkładu temperatury w zaprojektowanym obwodzie drukowanym.

Analiza termiczna jest istotną opcją podczas projektowania układów elektronicznych, a zwłaszcza układów o dużym poborze mocy. Ma ona na celu pokazanie użytkownikowi rzeczywistego rozkładu temperatury w zaprojektowanym układzie. Praktyczne korzyści płynące z tego typu funkcji polegają na tym, że projektant bardzo szybko może określić wzajemne oddziaływanie termiczne poszczególnych komponentów na płycie. Ma to szczególne znaczenie, gdy chcemy oddzielić elementy niskoprądowe, wrażliwe na zmiany temperatury (np. wzmacniacze operacyjne - dryft termiczny), od elementów mocy, które mogą wpływać na parametry projektowanego układu poprzez swoje oddziaływanie termiczne.

Moduł analizy termicznej dodatkowo zawiera funkcje wspomagające projektowanie radiatorów niezbędnych w układach o dużym poborze prądu oraz np. zasilaczach impulsowych.

Zagadnienia te zostaną zilustrowane przykładową bazą danych SPICDEMO.EDB. Jest to układ stereofonicznego wzmacniacza mocy.

Analizę termiczną obwodu drukowanego rozpoczyna się od wykonania różnych czynności konfiguracyjnych, a mianowicie: zdefiniowania właściwości podłoża obwodu drukowanego, określenia właściwości użytych elementów oraz mocy traconej w tych elementach, temperatury otoczenia i warunków chłodzenia.

### Biblioteki

W pierwszej kolejności należy sprawdzić, czy wszystkie komponenty występujące na płycie drukowanej mają przydzielone modele termiczne. Po użyciu ikony *Spis komponentów odnalezionych w bibliotekach*



pojawi się tabela z wykazem wszystkich komponentów znajdujących się na płycie drukowanej. Komponenty posiadające model termiczny będą oznaczone skrótem „Fnd”. Informacje na temat bibliotek udostępnionych do przeszukiwania pojawiają się po wybraniu funkcji *Biblioteka->Wybieranie biblioteki*, natomiast szczegółowy wykaz modeli *Biblioteka->Przeładowanie bibliotek*. Komponent oznaczony skrótem „Msg” nie został odnaleziony w bibliotece parametrów termicznych. Nawet jeśli jakiś model nie jest dostępny, to element będzie mógł brać udział w analizie, o ile zostaną zdefiniowane jego parametry termiczne. Taki element zostanie oznaczony znakiem „X”. Jednak tak wykonane modyfikacje będą obowiązywać tylko do czasu zakończenia pracy z analizatorem termicznym. Trwałe zapamiętanie zmian wymaga zmodyfikowania biblioteki. W tym celu należy poddać edycji - za pomocą zwykłego edytora tekstowego - plik źródłowy z rozszerzeniem \*.DAT. Po wprowadzeniu zmian należy go skompilować do pliku z rozszerzeniem \*.TAL za pomocą funkcji *Biblioteka->Kompilator bibliotek*.

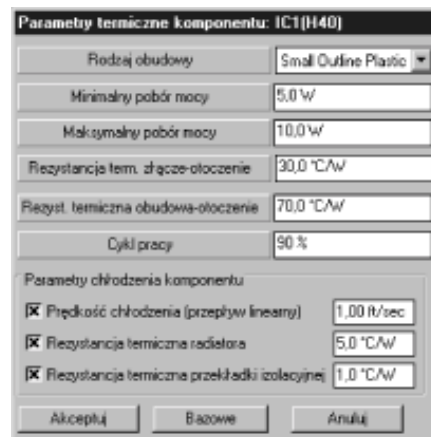


### Parametry termiczne komponentów

Do bezpośredniego modyfikowania parametrów termicznych komponentów służy ikona



Po wskazaniu jednego z komponentów na płycie drukowanej pojawi się poniższe okno:



W omawianym oknie wybiera się rodzaj obudowy, przewidywany maksymalny i minimalny pobór mocy oraz przewidywany cykl pracy komponentu (włączenie/wyłączenie). Jeśli jest potrzebne dokładne wyznaczenie mocy traconej w elemencie, wyznacza się ją wykonując analizę układu za pomocą symulatora analogowo-cyfrowego, który umożliwia dowolne przeliczanie uzyskanych danych (wartość średnia, maksymalna, RMS), w tym także wyciągnięcie mocy na podstawie przebiegów napięciowego i prądowego. Natomiast wprowadzenie danych dotyczących rezystancji termicznej złącze-otoczenie oraz obudowa-otoczenie wymaga dostępu do danych katalogowych producenta półprzewodników. Dodatkowo można uwzględnić wpływ radiatora, podając wartość rezystancji termicznej przekładki izolacyjnej między radiatorem i obudową oraz rezystancję termiczną radiator-otoczenie. Również w tym wypadku należy skorzystać z katalogu producenta radiatorów, ponieważ rezystancja termiczna radiatora bardzo silnie zależy od jego kształtu, wymiarów geometrycznych i pola powierzchni. Małe radiatory mogą wykazywać rezystancję termiczną rzędu kilkudziesięciu °C/W. Radiatory o dużym polu i rozwiniętej powierzchni mogą wykazywać rezystancję termiczną rzędu pojedynczych °C/W lub mniej. W przy-

padku radiatora o rezystancji termicznej 1°C/W wydzielenie się w elemencie mocy 1W spowoduje podniesienie jego temperatury o 1°C.

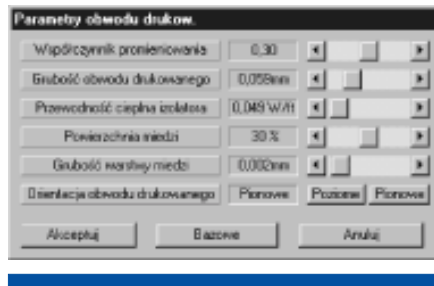
- ✓ Parametr *Prędkość chłodzenia* odnosi się do chłodzenia pojedynczego elementu, a nie całej płytki. Po zaakceptowaniu zmian, w kolumnie *Użytkownika* pojawi się znak „X” sygnalizujący, że parametry termiczne komponentu zostały zmodyfikowane.
- ✓ Modyfikowanie komponentów, które mają modele termiczne przeprowadza się w ten sam sposób.

### Parametry obwodu drukowanego

Na rozkład temperatury mają wpływ również parametry obwodu drukowanego. Po włączeniu ikony *Konfigurowanie parametrów obwodu drukowanego*



należy kliknąć na obszarze roboczym wywołując okno dialogowe *Parametry obwodu drukowanego*.



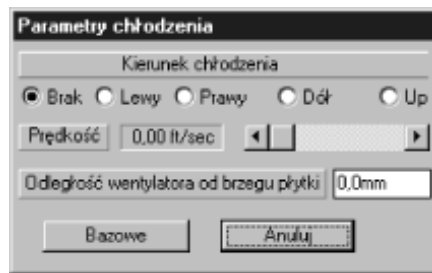
Ustala się w nim wszystkie własności materiału izolacyjnego, z którego została wykonana płytka drukowana: współczynnik promieniowania, grubość, przewodność cieplna, a także inne z nimi związane, np. procentowa powierzchnia miedzi oraz grubość warstwy miedzi. Na rozkład temperatury ma wpływ także pionowe lub poziome ustawienie obwodu drukowanego. Przycisk *Bazowe* powoduje odtworzenie zestawu parametrów standardowych.

### Warunki zewnętrzne

Dalsze czynności konfiguracyjne wiążą się z określeniem warunków chłodzenia obwodu drukowanego. W oknie wywoływanym ikoną *Konfiguracja parametrów chłodzenia*



podaje się kierunek, z którego napływa strumień powietrza chłodzącego, prędkość przepływu oraz odległość wentylatora od brzegu płytki.



Natomiast ikona *Konfigurowanie parametrów środowiskowych*



służy zasadniczo do zdefiniowania temperatury otoczenia podczas pracy, jednak ma także wpływ na sposób prezentowania wyników. Zamiast automatycznego dostosowywania izoterm do prezentacji na ekranie, użytkownik może zawęzić przedział temperatury, uzyskując bardziej dokładne wyniki.

### Prezentacja wyników

Do rozpoczęcia analizy termicznej służy ikona *Uruchomienie analizy termicznej*



Po jej zakończeniu można dostosować sposób prezentacji wyników do własnych upodobań. Wyświetlenie kolorowej mapy termicznej następuje po wybraniu funkcji *Widok->Wykres barwny*. Zmiana przyporządkowania kolorów do poszczególnych temperatur jest możliwa za pomocą ikony *Konfigurowanie skali barw*. Jednak bardziej czytelne jest prezentowanie rozkładu temperatur w formie izoterm, czyli linii łączących punkty o jednakowej temperaturze (*Widok->Izoterm*). Z reguły konieczne jest dobranie optymalnego zagęszczenia linii za pomocą ikony

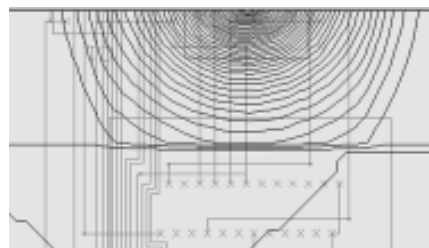


Pole *Temperatura* powyżej obszaru roboczego na bieżąco podaje temperaturę miejsca wskazywanego kursorem. Dla trwałego zilustrowania temperatur panujących w różnych miejscach płytki, można wstawić etykiety z warto-

ściami temperatur. W tym celu należy kliknąć ikonę narzędziową *Umieszczenie/usunięcie etykiety z temperaturą izoterm (skrót \*TD)*, a następnie wskazać myszką punkt obwodu drukowanego, w którym chcemy zmierzyć temperaturę.

### Interpretacja wyników

Należy mieć na uwadze, że opisywane narzędzie do analizy termicznej daje tylko przybliżone wyniki. Dzieje się tak dlatego, że modele termiczne komponentów są z założenia uproszczone, jak również nie są uwzględniane wszystkie złożone zjawiska występujące podczas nagrzewania niejednorodnego obiektu, jakim jest obwód drukowany. Poniższy rysunek ilustruje pewną ciekawą sytuację. Granica obszaru o podwyższonej temperaturze kończy się dość raptownie. Natomiast w rzeczywistym układzie dolny element prawdopodobnie po pewnym czasie ogrzałby się od elementu o wyższej temperaturze. Innym możliwym wytłumaczeniem niższego efektu jest duża pojemność cieplna elementu, lub trudno nagrzewająca się obudowa dolnego elementu.



Na podstawie otrzymanych wyników można zauważyć, że tranzystory T15 i T16, które są tranzystorami mocy, nagrzewają się do temperatury znacznie powyżej 200°C. Potrzebny więc będzie radiator o rezystancji termicznej rzędu pojedynczych °C/W. Również tranzystory T13 i T14, które są tranzystorami sterującymi, mogą potrzebować radiatora o rezystancji termicznej ok. 7°C/W. W celu zasymulowania obecności radiatora, należy wybrać ikonę narzędziową *Konfigurowanie/edycja parametrów termicznych komponentu*, i następnie kliknąć na komponente T15. Pojawi się okno dialogowe, gdzie można wyznaczyć wpływ radiatora zmieniając wartość parametru *Rezystancja termiczna radiatora* oraz *Rezystancja termiczna przekładki izolacyjnej*. Operację należy powtórzyć także dla pozostałych komponentów.

Pomimo tego, że wyniki uzyskiwane za pomocą analizatora termicznego są przybliżone, to może on być pomocny w początkowym etapie projektowania obwodu drukowanego i dobierania rozmieszczenia elementów.

Innym rodzajem analizatora, dostępnym w pakiecie EdWin, jest analizator elektromagnetyczny, służący do oceny rozkładu pól magnetycznych na powierzchni i wokół obwodu drukowanego. Zostanie on opisany w kolejnym odcinku.

**Robert Kacprzycki,**  
**RK-System (tel. (0-22) 724-30-39),**  
**robertk@univcomp.waw.pl**

*Projekt, na przykładzie którego prowadzony jest kurs, znajduje się w Internecie pod adresem: [www.ep.com.pl/ftp/other.html](http://www.ep.com.pl/ftp/other.html).*