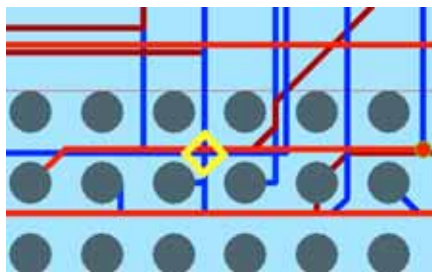


Autorouter Specetra

W przypadku Specetry *routing*, czyli wytyczanie ścieżek pomiędzy poszczególnymi elementami elektronicznymi składającymi się na projektowany obwód drukowany, odbywa się zgodnie z przyjętymi wcześniej zasadami i regułami projektowymi. Należy w tym miejscu przypomnieć, że nie wszystkie z poleceń związanych z kontrolą pracy routera dostępne są z poziomu interfejsu graficznego. Część bardziej zaawansowanych możliwości, w które wyposażono Specetrę (i to zarówno na etapie *routingu*, jak i *placementu*) jest dostępna jedynie z wiersza poleceń tego programu i wykonywana na podstawie odpowiednich komend zadawanych bezpośrednio z klawiatury bądź wprowadzana w odpowiedni sposób za pomocą pliku *.DO*, o którym wspomnieliśmy w drugiej części artykułu. Niesie to za sobą konieczność zapoznania się ze składnią języka, ale gwarantuje jednocześnie całkowitą kontrolę nad routerem.

Generalnie *routing* projektu, niezależnie od tego, czy sterujemy Specetrą z poziomu interfejsu graficznego, poleceń wydawanych w języku Specetry, czy też pliku *.DO*, składa się z trzech etapów: *preroutingu* (funkcje związane z *preroutingiem* opisywaliśmy w poprzedniej części artykułu), właściwego *routingu* oraz *postroutingu*. *Routing* (*General Purpose Routing*) w przypadku Specetry składa się z kilku kolejno następujących po sobie faz. Na początku (w pierwszych kolejnych 5 przejściach) ścieżki są wytyczane najkrótszymi możliwymi trasami z zachowaniem narzuconych wcześniej kierunków i limitów, przy czym są ignorowane konflikty (rys. 10) polegające na powstawaniu niedozwolonych przecięć ścieżek, jak również nie są brane pod uwagę



Rys. 10. W ten sposób sygnalizowana jest niezgodność z predefiniowanymi regułami projektowymi

błędy polegające na niedotrzymaniu odstępów. Na tym etapie podczas każdego kolejnego przejścia wszystkie połączenia są zrywane, a następnie ponownie kładzione zgodnie z techniką *rip-up and retry*. Po wykonaniu pierwszych pięciu przejść strategia działania Specetry ulega zmianie - program próbuje ponownie ułożenia ścieżek, które powodują konflikty, natomiast wszystkie pozostałe nie podlegają zrywaniu. Od szóstego przejścia poprzez każde kolejne celem autoroutera jest wyeliminowanie wszystkich istniejących jeszcze konfliktów i ciągła poprawa ogólnego wyniku *routingowania*, aż do uzyskania 100% poprawnych połączeń.

W przypadku zaawansowanych, gęsto upakowanych druków, liczba przejść może przekroczyć 100. Podczas każdego przejścia jest monitorowany współczynnik redukcji konfliktów, które pozostały jeszcze do rozwiązania. Jeżeli zostanie zarejestrowana sytuacja, że podczas kilku kolejnych przejść współczynnik ten jest mały, autorouter automatycznie zmienia położenie już ułożonych ścieżek i ponawia próbę ich wytyczania.

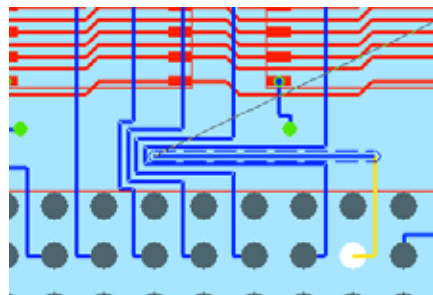
Specetra umożliwia śledzenie postępu pracy routera w sposób ciągły, z możliwością rejestracji wszystkich kroków, jakie zostały wykonane w każdej sesji. Na podstawie informacji, które są wyświetlane w oknie *Output Window*, użytkownik już w początkowej fazie *routingowania* projektu może z prawie 100% prawdopodobieństwem przewidzieć ewentualne „kłopoty” z prawidłowym połączeniem elementów. Jest to bardzo pomocne w przypadkach, gdy płytkę drukowaną jest skomplikowana, a wytyczanie połączeń trwa długo. Dobrym wykładnikiem szans, jakie mamy na uzyskanie 100% połączeń, jest stosunek wszystkich konfliktów (krzyżowań ścieżek oraz konfliktów odległościowych) przypadających na ilość wszystkich połączeń projektu. Jeżeli po pierwszym przejściu routera liczba konfliktów jest pięć razy większa od liczby wszystkich połączeń, jest bardzo prawdopodobne, że wystąpią problemy z prawidłowym wykonaniem projektu.

Oprócz wytyczania ścieżek dla wszystkich połączeń znajdujących się w projekcie, Specetra umożliwia ułożenie ścieżki dla konkretnego połączenia lub wybranej grupy połączeń. Połączenia do „poprowadzenia” możemy zazna-

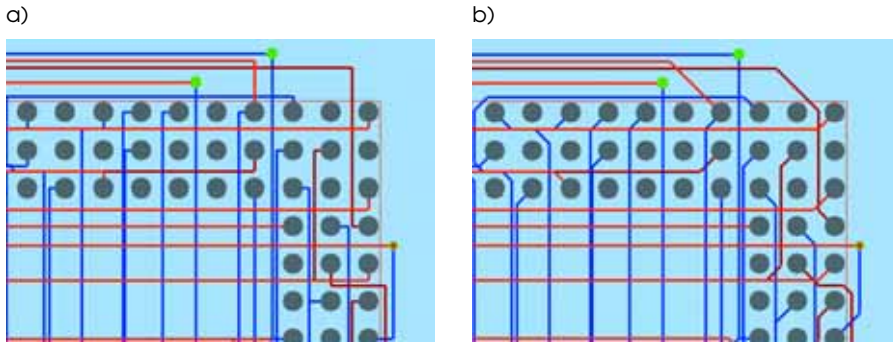
Projektowanie mozaiki ścieżek na płycie drukowanej to proces złożony nie tylko ze względu na konieczność odpowiedniego połączenia elementów elektronicznych za pomocą ścieżek, które musimy zmieścić na zwykle ograniczonej powierzchni druku. Współczesne projekty narzucają bowiem szereg innych wymagań. Podczas projektowania płytek drukowanych niejednokrotnie staje się ważne określenie rezystancji i pojemności ścieżek, przesłuchów pomiędzy nimi czy też impedancji charakterystycznej ścieżki w przypadku układów wielkiej częstotliwości. Konstrukcja mozaiki ścieżek wpływa bowiem bezpośrednio na parametry elektryczne całego urządzenia.

czać bezpośrednio za pomocą myszki (co jest wygodne w przypadku grupy połączeń).

Oprócz prowadzenia ścieżek w sposób automatyczny, Specetra umożliwia oczywiście wytyczanie ścieżek ręcznie (rys. 11). Po przejściu do trybu interaktywnego możemy zarówno wytyczać nowe ścieżki jak i modyfikować istniejące. Dostępne operacje to tworzenie, edycja,



Rys. 11. Podczas ręcznego prowadzenia ścieżki kolidujące z nią ścieżki są automatycznie załamywane podczas „najazdu”



Rys. 12. Rezultat działania funkcji MITER przed (a) oraz po (b) wykonaniu polecenia MITER

przesuwanie, kopiowanie, ucinanie lub kasowanie określonych ścieżek lub ich segmentów. Podobnej obróbce możemy poddawać przelotki, wylewki miedzi i inne elementy projektu np. obszary zabronione. Ponadto Specctra umożliwia edycję topologii połączeń, zmianę atrybutów poszczególnych elementów projektu, takich jak przelotki, segmenty ścieżek (ich szerokość) itd.

Metodę działania routera w odniesieniu do wybranych funkcji w trybie interaktywnym możemy modyfikować, korzystając z *setupu*. Edycje mogą podlegać reguły projektowe oraz inne parametry. W przypadku ręcznego wytyczania ścieżek Specctra przewiduje szereg udogodnień. Podczas prowadzenia ścieżki są automatycznie obrazowane dopuszczalne kierunki, w których może być ułożony dany segment, *on-line* kontrolowane jest zachowanie przyjętych reguł projektowych, kolidujące ścieżki są automatycznie odsuwane lub załamywane (podobnie dzieje się np. w przypadku przesuwania ścieżki). Odsuwane ścieżki mogą automatycznie przeskakiwać przez przeszkody tj. kolidujące elementy projektu. W przypadku braku możliwości ułożenia ścieżki na danej warstwie przewidziano opcję automatycznego lub ręcznego dodawania przelotek, a także opcję automatycznego łączenia wskazanej ścieżki. Funkcja automatycznego kończenia danej ścieżki jest

bardzo wygodna jeśli np. obróbki ręcznej wymaga jedynie jej określony fragment. W trybie interaktywnym możemy również prowadzić jednocześnie dwie ścieżki (grupy ścieżek), także w przypadku, gdy znajdują się one na różnych warstwach płytki (*Tandem Layer Pair*), jak również dodawać ścieżki typu *floating* tzn. niemające powiązania elektrycznego z żadnym z elementów projektu. Ilość funkcji wspomagających ręczny tryb projektowania jest w przypadku Specctry bardzo szeroka. Tak jak w przypadku wytyczania ścieżek w sposób automatyczny, tak i w trybie interaktywnym Specctra kontroluje *on-line* wszystkie posunięcia projektanta. Tak więc np. wytyczając ręcznie ścieżkę, dla której określono parametr maksymalnej długości, jesteśmy informowani jeśli długość ta jest przekraczana. Wszystkie przekroczenia reguł projektowych pomiędzy obiektami *routowanymi*, takimi jak ścieżki, przelotki, wyprowadzenia elementów, obszary zabronione, obszary miedzi itd. mogą być sygnalizowane graficznie.

Kolejną grupą funkcji, jakie udostępniła Specctra, są funkcje związane z *postroutingiem* projektu, czyli jego optymalizacją pod kątem jakościowym i technologicznym. Podstawowe funkcje *postroutera* to:

CRITIC - funkcja eliminująca zbędne załamania ścieżek. Jej działanie jest

zbliżone do CLEAN, z tym że w tym przypadku ścieżki nie są zrywane i prowadzone od nowa, a jedynie optymalizowane także pod kątem optymalizacji odprowadzeń od przelotek i wyprowadzeń.

SHIELD - funkcja powodująca ułożenie ścieżek ekranujących.

FILTER ROUTING - funkcja używana w przypadku, gdy wynik działania autoroutera nie kończy się 100% sukcesem nawet w wypadku wykonania dużej liczby przejść i konieczne jest ręczne wytyczenie określonego połączenia lub połączeń. Rezultat działania funkcji to zerwanie ścieżek, dla których istnieją konflikty i pozostawienie ich jako *un-routed*.

CENTER WIRES - funkcja optymalizująca położenie ścieżek biegnących pomiędzy dwoma sąsiadującymi ze sobą wyprowadzeniami danego elementu.

SPREAD WIRES - funkcja powodująca równomierne rozprzestrzenienie ścieżek na dostępnym obszarze.

TESPOINTS - funkcja dodająca punkty testowe do kontroli produkcji druku oraz testowania zmontowanych obwodów PCB.

MITER - funkcja tworząca ścięcia narożników ścieżek lub ich zaokrąglenia zgodnie z zadanymi parametrami (rys. 12).

Ostatnią grupą narzędzi, jakie udostępniła Specctra, są rozbudowane funkcje raportujące. Pozwalają one na uzyskanie szczegółowych informacji o poszczególnych elementach fizycznych składających się na projektowany obwód PCB, jak również o wszelkich obiektach definiowanych przez użytkownika w trakcie projektowania płytki. Informacje te prezentowane są w postaci tekstowej i w mogą być zachowane na dysku komputera.

RK

Dodatkowe informacje

Więcej informacji można uzyskać w firmie RK-System, www.rk-system.com.pl.