

Spotkania z Protelem 99 SE



Spotkanie 6

Do tej pory zajmowaliśmy się schematami ideowymi, bibliotekami „schematowymi” oraz po prostu kwestią symulacji. Najwyższa pora zająć się projektowaniem płytek drukowanych. Zanim jednak przejdziemy do szczegółów technicznych, muszę Ci dokładnie wytłumaczyć, dlaczego ko-

niecznie trzeba stworzyć nowe biblioteki albo zmodyfikować oryginalne. Mógłbym „pójść na skróty” i zaprezentować Ci szybko procedury automatycznego projektowania z wykorzystaniem domyślnych ustawień Protela. Uzyskałbyś szybko eleganckie projekty płytek, ale... wpuściłbym Cię

na potężną minę. Na pewno nie wykonałbyś takich płytek w warunkach domowych, a montaż na płytkach wykonanych w zakładzie usługowym przysporzyłby Ci wiele kłopotów. Dlatego nie zlekceważ podanego materiału, dokładnie się z nim zapoznaj i zrealizuj podane zalecenia.

Przy pierwszym kontakcie z narzędziami do projektowania płytek zawartymi w Protelu, możesz poczuć się wręcz zagubiony. Jeśli nigdy nie projektowałeś płytek, mnóstwo możliwości i niezrozumiałych właściwości jest w stanie skutecznie Cię przerazić i zniechęcić do dalszego zajmowania się tematem. Także osobom przyzwyczajonym do prostszych programów (Autotrax, Trax Maker) domyślne ustawienia ręcznego trasowania ścieżek i sygnalizacja błędów Protela wydają się co najmniej dziwne i zniechęcają. Niejednokrotnie spotkałem się z opinią, że ten cały Protel jest niby dobry, ale ja wolę po staremu, w Autotraxie.

Wcale się nie dziwię takim reakcjom. Protel „ustawiony” jest pod skomplikowane projekty i wielowarstwowe płytki – to bardzo potężne narzędzie, przeznaczone do realizacji skomplikowanych celów, w którym kolosalną rolę odgrywa daleko posunięta automatyzacja. Końcowym efektem pracy projektanta są liczne pliki z danymi. Jedne przeznaczone są dla wytwórców płytek (do wykonania klisz, do wiercenia otworów), inne dla działu zaopatrzenia (wykazy elementów), jeszcze inne będą sterować automatami montującymi elementy oraz testującymi płytki i gotowe moduły.

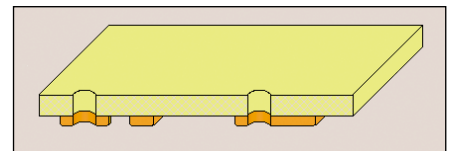
Tymczasem Autotrax czy Trax Maker często wykorzystywane są do projektowania płytek „na piechotę”, bez netlisty, wprost ze schematu ideowego na kartce. Projektant sam musi wszystkiego dopilnować, w szczególności zapewnić zgodność ze schematem ideowym. Efektem pracy jest dokonany na drukarce wydruk ścieżek oraz wydruk warstwy opisu. Płytkę wykonywana jest potem w warunkach amatorskich albo prostymi metodami chemicznymi, albo nawet metodą ręcznego malowania ścieżek i punktów. Tylko w przypadku układów najprostszymi taki sposób ma jako taką rację bytu. Jeśli chcesz projektować płytki w ten sposób, „na piechotę”, raz na za-

wsze zapomnij o Protelu – skorzystaj z Easytraxa, Autotraxa czy Trax Makera. Próba wykorzystania Protela do opisanej dłuhaniny naprawdę nie ma sensu, a właściwości i mnóstwo opcji Protela tylko utrudnią taką zabawę. Jeśli jednak chcesz nauczyć się projektowania płytek w sposób zgodny z ogólnie przyjętymi regułami, Protel znakomicie ułatwi Ci zadanie. To wszystko, co Cię na początku przestraszy, zdziwi i zirytuje, przy bliższym poznaniu okaże się znakomitą pomocą w realizacji celu. Kluczem do problemu jest wiedza – musisz dobrze zrozumieć, dlaczego Protel reaguje tak, a nie inaczej: dlaczego chce prowadzić ścieżki w dziwny sposób, dlaczego nie pozwala poprowadzić ich w pewnych miejscach i dlaczego podświetla niektóre miejsca jaskrawymi kolorami, sygnalizując błąd. To nie są zachcianki Protela, tylko jego troska o poprawność projektu. Protel na pewno nie jest złośliwy – reaguje, bo został tak ustawiony. Cały problem początkujących polega na tym, że nie rozumieją kluczowych zasad, możliwości i znaczenia poszczególnych ustawień. Tymczasem wspomniane ustawienia można zmienić, a nawet wyłączyć. Szczerze mówiąc, można wyłączyć zaawansowane opcje Protela, by zachowywał się niemal jak stary Autotrax. Wierz mi – nie ma to sensu. Jak najbardziej warto zrozumieć i wykorzystać możliwości Protela. Jeśli dobrze zrozumiesz poszczególne opcje programu, docenisz je i naprawdę będą one znakomitą pomocą w pracy. Nastaw się więc pozytywnie do Protela, nawet jeśli Ty lub ktoś ze znajomych ma negatywne wrażenia z pierwszego kontaktu z jego narzędziami do projektowania płytek. Szczegółami zajmiemy się później, a na razie muszę omówić drugi poważny problem – problem bibliotek.

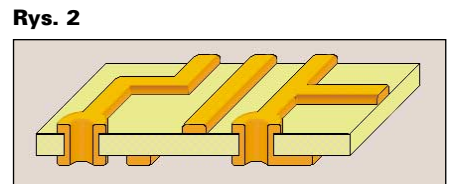
W przypadku bibliotek „schematowych” sprawa jest prostsza, a problem sprowadza się do estetyki oraz możliwości symulacji.

Z „płytkowymi” elementami bibliotecznymi rzecz jest znacznie poważniejsza. Jak być może wiesz, standardowe elementy biblioteczne przeznaczone są do projektowania płytek co najmniej dwustronnych.

Może tu zapytasz, jak wygląda płytka więcej niż dwustronna, na przykład czterostronna. Masz rację, sformułowanie płytka *jednostronna* i płytka *dwustronna* są nieprecyzyjne, ale za to często używane. Na rysunkach 1 i 2 są pokazane w uproszczeniu płytka *jednostronna* (tylko Bottom Layer) i *dwustronna* (Bottom i Top Layer). Prawdziwie jednostronna jest z definicji np. wstęga Moebiusa. Tak naprawdę, każda klasyczna płytka jest dwustronna (strona elementów i strona lutowania) – płytki różnią się tylko liczbą *warstw miedzi* (copper layers). Zasadniczo powinniśmy mówić o płytkach n-warstwowych, a nie n-stronnych, ale to nieistotny szczegół – ja nadal będę używał określeń nie do końca precyzyjnych, za to powszechnie używanych.



Rys. 1

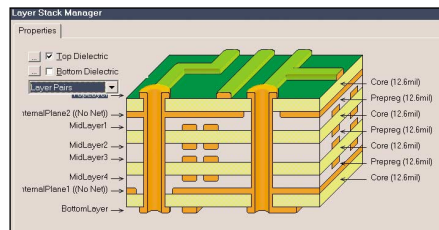


Rys. 2

Czy widziałeś z bliska płytkę wielowarstwową? Prawdopodobnie widziałeś, tylko nie zwróciłeś uwagi – na przykład płytki wielowarstwowe są powszechnie wykorzystywane w komputerach jako płyty główne (Motherboard). Rysunek 3 pokazuje przekrój

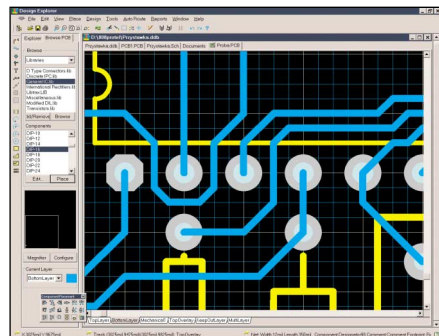
plytki ośmiowarstwowej, w której oprócz standardowych warstw Top i Bottom, mamy cztery warstwy wewnętrzne i dwie płaszczyzny zasilania (Power Plane). Protel, niesamowicie potężne narzędzie, pozwala projektować nawet płytki 48-warstwowe (aż tak rozbudowanych płytek w praktyce się nie spotyka). W Protelu masz do dyspozycji 32 warstwy sygnałowe: Top Layer, Bottom Layer i 30 warstw wewnętrznych (Mid Layers), a do tego 16 wewnętrznych płaszczyzn zasilania (tzw. Power Planes).

Rys. 3



W elementach ze standardowych bibliotek Protela typowy okrągły punkt lutowniczy ma średnicę 62 milsów, czyli mniej niż 1,6mm. Tak małe punkty lutownicze umożliwiają przeprowadzenie ścieżki o szerokości 12...13 milsów między nóżkami układu scalonego, gwarantując odstępy izolacyjne o szerokości co najmniej 12 milsów. Wygląda to bardzo zachęcająco, jak pokazuje rysunek 4.

Rys. 4

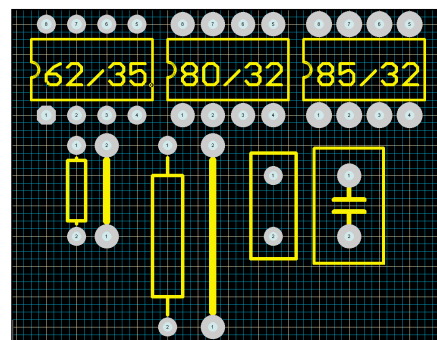


Mam nadzieję, że już widzisz problem.

Bubloteki?

Jeśli mamy płytkę co najmniej dwuwarstwową z metalizowanymi otworami (według rysunku 2), możemy pozwolić sobie na niewielkie punkty lutownicze. Taki „dwustronny” punkt lutowniczy z metalizowanym otworem zachowuje się jak nit i jest doskonale związany z płytką. W przypadku płytki najprostszej, z jedną warstwą miedzi (rysunek 1), mały punkt lutowniczy nie trzyma się dobrze i może zostać łatwo uszkodzony (odklejony, odpalony) podczas lutowania. Być może już miałeś do czynienia z odklejającymi się punktami lutowniczymi. Oprócz powierzchni punktu, duże znaczenie mają tu: rodzaj podłoża (epoksyd, papier) i siła adhezji miedzi i podłoża, która jest różna dla płytek poszczególnych producentów.

Sprawa odklejania punktów lutowniczych podczas lutowania to naprawdę poważny problem w przypadku płytek „jednostronnych”. Pracownicy Działu Serwisowego AVT mogli Ci długo opowiadać na temat nieumiejętnego lutowania i odpalania punktów lutowniczych przez początkujących, zwłaszcza tych, którzy wykorzystują lutownice transformatorowe. Problem dotyczy jednak nie tylko początkujących – małe punkty na płytce jednostronnej naprawdę łatwo mogą ulec odklejeniu i uszkodzeniu czy to podczas montażu, czy później przy wstrząsach urządzenia. Dlatego **projektując płytki „jednostronne”, obowiązkowo trzeba stosować elementy biblioteczne o większych punktach lutowniczych.** Różnicę już na pierwszy rzut oka widać na rysunku 5. Standardowe elementy z bibliotek Protela mają okrągłe punkty o średnicy 62 milsów (1,575mm) i otwory 35mil (0,9mm), natomiast te „tłustsze” mają punkty o średnicach 80mil (2,03mm) i 85mil (2,16mm) oraz otwór 32mil (0,8mm). Różnica w powierzchni miedzi jest ogromna: dla „standardowego” punktu 62/35mil **powierzchnia punktu po odliczeniu otworu wynosi 1,33mm²**, dla 80/32mil – **3,61mm²**, dla 85/32 – **4,14mm²**. Porównaj te liczby – komentarz jest chyba zbędny. Znam paru elektroników, którzy „zachłysznieli” się możliwościami Protela, ale nie dopilnowali problemu wielkości punktów i grubości ścieżek na płytkach jednostronnych – przysporzyli sobie i innym dużo kłopotów.



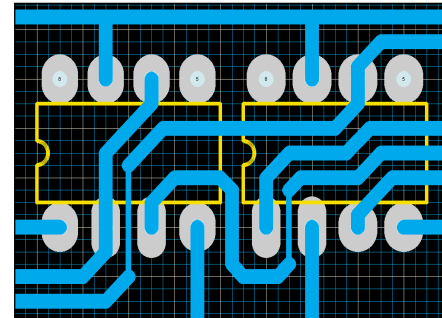
Rys. 5

Jeśli zamierzasz projektować płytki jednostronne, musisz postarać się o elementy biblioteczne z odpowiednio „tłustymi” punktami. Albo przerobisz oryginalne biblioteki, albo stworzysz nowe od podstaw, albo wreszcie ktoś Ci takowe udostępni. I tu masz pierwsze bardzo ważne zadanie: stworzenie albo dostosowanie bibliotek do potrzeb druku jednostronnego. Nie jest to zbyt dobra wiadomość z kilku względów. Nie chodzi tylko o przeróbkę – można jednorazowo przerobić biblioteki albo lepiej stworzyć jedną, nową, przeznaczoną dla płytek jednostronnych. Ale jest tu jeszcze jeden problem, którego nie możemy pominąć. Jak pokazują poprzednie rysunki, pomiędzy sąsiednimi wyprowadzeniami „standardowego” układu scalonego można śmiało poprowadzić ścieżkę. Nie da się tego zrobić

w przypadku okrągłych punktów o średnicy 80 czy 85 milsów. To jest poważny problem przy automatycznym projektowaniu druku: stosując takie „tłuste” punkty, utrudnisz albo nawet uniemożliwisz automatyczne zaprojektowanie druku na takich jednostronnych płytkach.

Zwiększenie średnicy pól lutowniczych typowych elementów dyskretnych (rezystorów, kondensatorów, diod i tranzystorów) nie sprawi kłopotów. W przypadku układów scalonych trzeba wziąć pod uwagę dodatkowe ograniczenia. W typowych przypadkach zalecam, żebyś stosował punkty typu zaokrąglony prostokąt – *Rounded Rectangle* o szerokości 80mil i długości 100mil. Ich powierzchnia jest duża i wierz mi, z takimi dużymi punktami nie ma kłopotów podczas lutowania, nie odklejają się. Gorzej jest podczas automatycznego projektowania: jeśli wykorzystasz biblioteki z układami scalonymi punktami *rounded rectangle* 80x100mil, automat nie poprowadzi żadnej ścieżki między ich nóżkami. A taki zabieg w przypadku płytek jednostronnych często jest wręcz konieczny. Przy ręcznym trasowaniu ścieżek można ręcznie zmienić dwa sąsiednie punkty z 80x100 na 63x125 i poprowadzić między nimi ścieżkę 12 lub 13mil, jak pokazuje rysunek 6. W przypadku projektowania automatycznego wypadałoby zastosować układy scalone ze wszystkimi punktami 63x125.

Rys. 6



Zasygnalizowałem Ci poważny problem związany z płytkami jednostronnymi. Jeśli planujesz takowe projektować, koniecznie musisz stworzyć oddzielną bibliotekę. I to jest zadanie na najbliższy miesiąc. Przejrzyj najpierw wszystkie oryginalne biblioteki Protela (...DesignExplorer99SE\Library\PCB...). Stwórz oddzielną bibliotekę najczęściej używanych elementów z „tłustymi” punktami lutowniczymi. Zasady są tu analogiczne, jak w przypadku bibliotek „schematowych”: możesz kopiować biblioteki, elementy między bibliotekami i dowolnie je modyfikować. Wbrew pozorom, tych najpopularniejszych elementów wcale nie jest dużo. Na naszej stronie internetowej znajdziesz przykład takiej biblioteki, przekonwertowanej z Autotraxa. W swojej możesz śmiało zastosować jeszcze większe punkty.

Piotr Górecki