

Spotkania z Protelem 99 SE



Spotkanie 7

Mam nadzieję, że po naszych wcześniejszych rozważaniach przemyślałeś sprawę elementów bibliotecnych, wykorzystywanych do projektowania płytek jednostronnych. Zanim wykonamy wspólnie ćwiczenia praktyczne, konieczne musimy zająć się pewnymi kwestiami natury

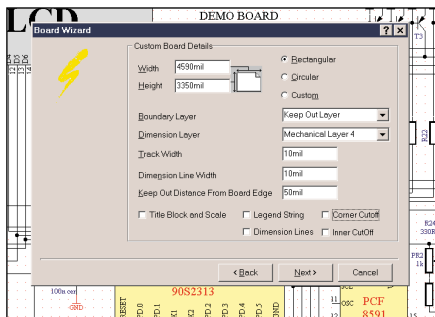
ogólnej. Po pierwsze, najpierw musimy starannie skonfigurować program, by pracował według naszych indywidualnych życzeń, a nie według swoich ustawień domyślnych. Po drugie, moim zadaniem jest przekonać Cię, że projektowanie płytek za pomocą Protela, na pozór

bardzo skomplikowane i dziwne, w rzeczywistości jest lekkie, łatwe i przyjemne, ale pod warunkiem pełnego zrozumienia kluczowych zasad.

Na tym spotkaniu zajmiemy się pierwszymi krokami przy projektowaniu płytki i zaczniemy konfigurować Protela pod swoje potrzeby.

Płytki

Projektowanie płytki zaczynamy, gdy mamy gotowy, sprawdzony schemat ideowy. Niezależnie, czy elementy „wrzucimy” automatycznie, czy ręcznie, przed umieszczeniem elementów zawsze musisz określić rozmiary płytki. Możesz wprowadzić zrobić to ręcznie, ale warto wykorzystać do tego kreatora (*Printed Circuit Board Wizard*), uruchamianego po poleceniu **F – N (File, New)** w zakładce *Wizards*. Z listy wybierz *Custom Made Board* i ustaw potrzebne parametry płytki. Przykład pokazany jest na **rysunku 7**.



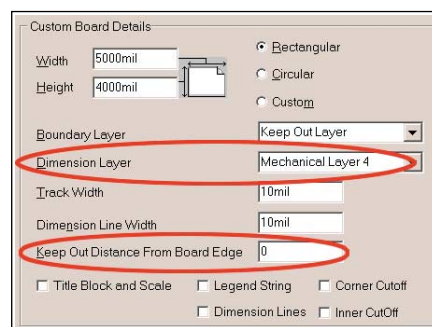
Rys. 7

Z tego kreatora korzystaliśmy już na pierwszym spotkaniu. Możesz go śmiało wykorzystywać. Ale możesz też zrobić inaczej, ręcznie, tak jak we wcześniejszych programach: zaznacz rozmiar płytki w warstwie *KeepOutLayer*. Ręcznie lub półautomatycznie umieszczenie obrysu płytki w warstwie *KeepOutLayer* to czynność absolutnie konieczna, by Protel dowiedział się, gdzie mają być umieszczone elementy. Obowiązkowo zaznacz więc w tej właśnie warstwie obrys nawet wtedy, gdy nie będziesz używać automatów (*Autoplacer*, *Autorouter*). Teoretycznie rzecz biorąc, warstwa *KeepOutLayer* służy tylko do określenia obszaru „elektrycznego”, gdzie umieszczone będą elementy i ścieżki.

W Protelu w zasadzie wymiary płytki powinny być określone w jednej z czterech warstw „mechanicznych” (*Mechanical Layers*) – patrz rysunek 7. W praktyce często obrys w warstwie *KeepOutLayer* nadal określa jednocześnie wymiary mechaniczne - to silne przyzwyczajenie z dawnych czasów i dawnych programów.

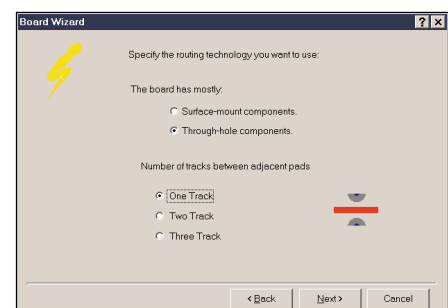
Wbrew pozorom, jest to godny uwagi problem praktyczny. Ten szczegół należy koniecznie uzgodnić z wytwórcą płytki – czy wystarczy obrys płytki w warstwie *KeepOutLayer*, czy chce obrys w *MechanicalLayer*. Nie próbuj jednak wyłączyć w kreatorze warstwy *Dimension Layer* przez wybranie *None*. U mnie próba wyłączenia tej warstwy kończy się zawieszeniem komputera. Bezpieczniej jest wtedy ustalić wymiary mechaniczne takie same, jak obrys *KeepOutLayer*, przez wpisanie liczby zero w okienku *Keep Out Distance From Board Edge*, jak pokazuje **rysunek 8**, co program przyjmie po komunikacji ostrzegawczym. Nigdy nie uważaj, że wystarczy zaznaczenie obrysu płytki w warstwie *TopOverlay* – taki ewidentny błąd popełniają często początkujący. Obrys w warstwie *KeepOutLayer* musi wystąpić na każdej projektowanej płytce. Zwykle jest to ścieżka o szerokości 10mil. Szerokość linii

Rys. 8



nie ma znaczenia, obrys nie musi być prostokątem, a dodatkowe obszary wewnątrz nie zostaną „zaludnione”.

W piątym oknie kreatora trzeba wybrać *Trough-hole Components* (elementy przewlekane) zamiast *Surface-mount components* (elementy SMD) i koniecznie zmienić dopuszczalną liczbę ścieżek między sąsiednimi punktami z 2 na 1 (*One Track*) – patrz **rysunek 9**. Wtedy nie trzeba będzie nic zmieniać w oknie szóstym – możesz tam jedynie zmienić *Minimum Clearence* (minimalny odstęp) z 13 na 12 milów, ewentualnie *Minimum Via Width* (minimalna średnica przelotki) z 63 na 70 milów.



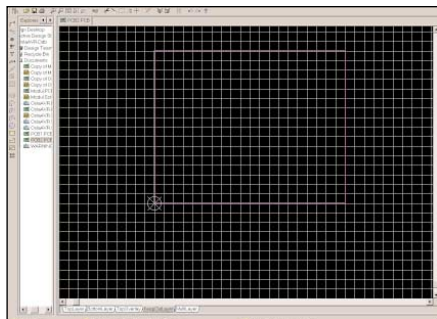
Rys. 9

Płytkę możesz zapisać jako wzorec „dla przyszłych pokoleń”, zaznaczając w następnym oknie kratkę: *Save the board as template?*

Zamiast korzystać z kreatora, można po poleceniu **F – N (File, New)** wybrać z palety *Documents* płytkę drukowaną – *PCB Document*. Pojawi się pusty obszar roboczy. Na dole kliknij zakładkę *KeepOutLayer* i w tej warstwie narysuj obrys płytki ścieżką (**P – T**).

Zwróć uwagę, że domyślnie obszar roboczy ma punkt zerowy (*Absolute Origin*) w swym lewym dolnym rogu. Projektowaną płytkę możesz umieścić w dowolnym punkcie ogromnego (100cali x 100cali) obszaru roboczego. Nie umieszczaj rogu płytki

w punkcie zerowym 0, 0 (*Absolute Origin*), tylko pozostaw margines z lewej strony i z dołu płytki – przyda się podczas ręcznego ustawiania elementów. Choć nie jest to konieczne, dobrym zwyczajem jest umieszczenie dolnego lewego rogu płytki w punkcie o współrzędnych 1000mil, 1000mil (lub lepiej 2000, 2000), czyli w odległości jednego lub dwóch cali od krawędzi obszaru roboczego. Płytką z **rysunku 10** spełnia to zalecenie.



Rys. 10

Choć to mniej ważny szczegół, możesz przenieść punkt zerowy do dowolnego miejsca obszaru roboczego, jak to zrobiłem, przygotowując rysunek 13. Umożliwia to polecenie **E – O – S** (*Edit, Origin, Set*) i kliknięcie kursorem w wybranym punkcie. Ten kliknięty punkt stanie się względnym punktem odniesienia (*Relative Origin*), zostanie zaznaczony, jak na rysunku 10 i współrzędne będą od tego punktu obliczane względem tego nowego punktu odniesienia. Możesz go zmienić kolejnym poleceniem **E – O – S** lub powrócić do pierwotnego punktu zerowego poleceniem **E – O – R**.

Jednostki miary

A teraz kolejny istotny problem: w jakich jednostkach podawać wymiary i odległości? Do tej pory nieprzypadkowo często wspominałem Ci o milsach (1/1000 cala). Większość elementów elektronicznych ma wyprowadzenia w rastrze calowym – na przykład klasyczne układy scalone w obudowach DIL mają wyprowadzenia w rastrze 100 milsów (0,1 cala). 100 milsów to dokładnie 2,54mm, ale raczej nie zaokrąglaj tego do 2,5mm – w przypadku dłuższych układów scalonych, np. 40-nóżkowych, dałoby to niedopuszczalnie duży błąd (kiedyś mieliśmy kłopoty z dopasowaniem układów scalonych byłego ZSRR, które miały wyprowadzenia w rastrze 2,5mm). **Przyzwyczaj się do miary calowej.** Przy projektowaniu płytek jest to naprawdę wygodna miara, lepsza od milimetrów. Przeliczając milimetry na milsy pomnóż wymiar w milimetrach przez 39,37. Przy przeliczaniu milsów na milimetry podziel wymiar w milsach przez 39,37. Za pomocą kalkulatora Windows nie sprawi to żadnego problemu. Po takich obliczeniach bez chwili zastanowienia zaokrąglaj wynik do 25 milsów albo 0,5mm.

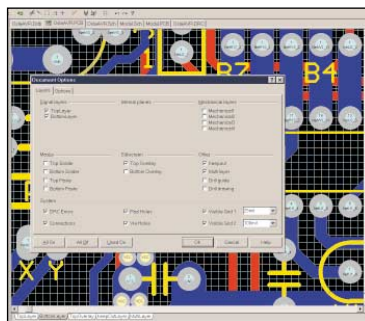
Protel pozwala też błyskawicznie zmienić jednostki „robocze”, pokazywane na dole, w pasku stanu (milsy – milimetry) – można to zrobić poleceniem **V – U** (*View, Units*) albo szybciej, naciskając klawisz **Q**. Na początek, rysując obrys płytki, możesz przełączyć się na milimetry, a potem przy umieszczaniu elementów i prowadzeniu ścieżek używaj miary calowej. Pasek stanu można włączyć/wyłączyć poleceniem **V – S** (*View, Status Bar*). Bieżące jednostki można wprawdzie zmienić błyskawicznie w podany właśnie sposób, ale ważniejsze od tych jednostek jest ustawienie rastru (siatki) i skoku kursora.

Raster, skok kursora

Wbrew pozorom, nie jest dobrze, jeśli skok kursora oraz skok przy umieszczaniu elementów i ścieżek będzie bardzo mały. Dałoby to co prawda płynność i dowolność ustawienia składników, jednak przysporzyłoby innych istotnych kłopotów. Jeśli chcesz, wypróbuj rastry o różnej gęstości. Ja na podstawie swojego doświadczenia **gorąco radzę Ci zawsze wykorzystywać raster „kwadratowy” o jednakowym skoku w osiach X i Y, równym 25 milsów.** I tu początkujący miewają kłopoty, ponieważ parametry związane z rastrem i skokiem trzeba w Protelu ustawić niejako trzykrotnie:

- pomocniczą siatkę widoczną na ekranie,
- skok przesuwu elementów,
- skok przy trasowaniu ścieżek i pokrewnych elementów.

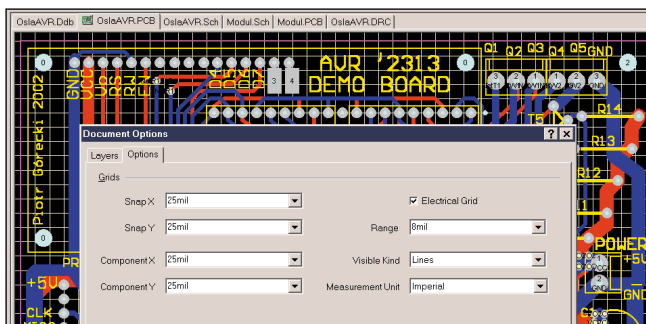
Wszystko ustawisz po wydaniu polecenia **D – O** (*Design, Option*) na dwóch zakładkach: *Layers* i *Option*. Rozmiary pomocniczej siatki ustawisz w zakładce *Layers* (*Visible Grid 1, Visible Grid 2*) – patrz **rysunek 11**, gdzie w tle powinieneś zobaczyć taką siatkę.



Rys. 11

Uwaga! Nie ustawiasz tu skoku kursora, tylko rozmiar siatki widocznej na ekranie – na razie nie ma to nic wspólnego z wymuszonym skokiem kursora.

Skok kursora ustawisz w zakładce *Options* – patrz **rysunek 12**. W okienkach *SnapX*, *SnapY* (główny skok) koniecznie wpisz 25mil. W okienkach *ComponentX*, *ComponentY* możesz wpisać jednakowe wartości: albo 25, albo 50mil. Skok 50-milsowy przy rozmieszczaniu elementów też jest bardzo dobry. Proponowany domyślny skok 10 czy 20 milsów jest w przypadku klasycznych elementów przewlekanych za mały – ma sens tylko przy elementach SMD



Rys. 12

Ważną sprawą jest tak zwany *Electrical Grid* – zapewnia znakomitą pomoc przy prowadzeniu ścieżek. Ten *Electrical Grid* określa zakres przyciągania obiektów elektrycznych podczas edycji. W praktyce chodzi o ścieżki i punkty lutownicze. Zdarzają się elementy, których wyprowadzenia nie są rozmieszczone w węzłach siatki 25-milsowej. Przy ręcznym prowadzeniu ścieżki kursor skacze po węzłach 25-milsowej siatki i nie trafiałyby dokładnie w środek punktu lutowniczego. Jeśli włączysz *Electrical Grid* i wpiszesz w okienko *Range* sensowną wartość (np. 8...20mil), końce ścieżek zawsze trafią w środki punktów, także tych umieszczonych poza węzłami siatki. Możesz włączać/wyłączać *Electrical Grid* w panelu pokazanym na rysunku 12. Szybszym sposobem jest jednocześnie naciśnięcie klawiszy **SHIFT+E**. Podczas trasowania ścieżek możesz też chwilowo wyłączyć *Electrical Grid*, naciskając klawisz **CTRL** na czas operacji.

W okienku *Visible Kind* proponuję wybrać linie (*Lines*), bo kropki (*Dots*) są moim zdaniem mało widoczne - tym razem chodzi o siatkę widoczną na ekranie, której parametry ustaliliśmy na zakładce *Layers* (rysunek 11).

Chyba nie muszę Cię przekonywać, że warto ustawić moduł jednej siatki zgodny ze skokiem kursora, czyli 25mil. Ja ustawiłem drugą widoczną na ekranie siatkę o rastrze 100mil, żeby podczas pracy łatwiej oceniać odległości. Jeśli chcesz, możesz pozmienić kolory linii: (**T – P**, zakładka *Colors*).

Konfiguracja środowiska

Protel PCB to środowisko oparte na warstwach. To chyba nie budzi Twoich wątpliwości. Warstwami są nawet linie czy punkty siatki, obecne na ekranie podczas projektowania.

Według własnego uznania możesz włączać i wyłączać widoczność poszczególnych warstw na zakładce *Layers* po poleceniu **D – O** (*Design, Options*) według **rysunku 11**. Zaznaczone okienka pokazane na rysunku 11 określają widzialność poszczególnych warstw. Włącz tylko niezbędne warstwy, przede wszystkim *Bottom Layer* i *Top Layer*. Warstwę *Top Layer* włącz nawet wtedy, gdy będziesz projektował wyłącznie płytki jednostronne – będzie potrzebna dla zwór. Zwykle nie ma potrzeby wyświetlania żadnych warstw mechanicznych, znaczników wiertarskich (*Drill ...*), izolacyjnych masek lutowniczych (*solder mask*) ani warstwy kleju SMD (*paste mask*). Ponieważ na typowej płytce sitodrukowy opis wykonany jest farbą tylko od strony elementowej, włączymy jedną warstwę opisu, mianowicie *Top Overlay*. Zwróć uwagę na okienko *DRC Errors* – tu moglibyśmy wyłączyć wizualną sygnalizację kolizji (błędów) podczas projektowania. Choć jaskrawo podświetlone fragmenty irytują początkujących, którzy nie wiedzą, dlaczego program sygnalizuje zastraszającą liczbę kolizji i błędów, ale Ty w żadnym wypadku nie wyłączaj tej sygnalizacji. Włącz też warstwę tymczasowych połączeń (*Connections*); nie zaszkoździ też włączenie wyświetlania wielkości otworów (*Pad Holes, Via Holes*).

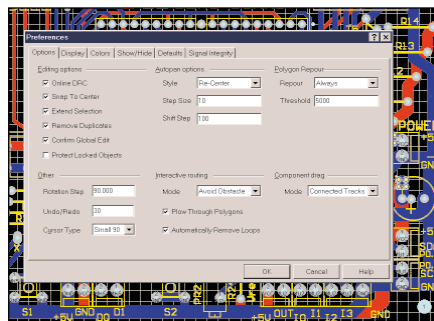
Włączone kluczowe warstwy pojawią się jako zakładki na dole okna, jak widać to na rysunku 11. Klikając na te zakładki, możemy przełączać aktywną warstwę (pracując nad płytką, pracujemy niejako w jednej warstwie, umieszczając tam ścieżki, napisy, itp.).

Preferencje

Zainteresuj się teraz bogatym oknem pojawiającym się po wydaniu polecenia **T – P** (*Tools, Preferences*). Szczegółowy opis znaczenia wszystkich okienek byłby zbyt obszerny, a większość z nich ma niewielkie znaczenie praktyczne. Dlatego proponuję, żebyś sprawdził, czy u Ciebie pierwsza zakładka *Options* wygląda jak na **rysunku 13**. Zaznacz *Editing options*, *Other* oraz *Component drag* jak na rysunku. W grupie *Autopan options* ja wybieram styl (*Style*) *Re-Center*, bo inne style na dość szybkim komputerze mnie denerwują z uwagi na dużą „bezwładność” przesuwania. Ty możesz pozostawić domyślny styl *Adaptive*, ewentualnie zmieniając wartości określające automatyczne przesuwanie aktywnego obszaru roboczego podczas edycji (*Speed*). Wypróbuj opcje panoramowania (*Autopan options*) także z naciśniętym klawiszem *Shift* i dostosuj styl i szybkość do własnych upodobań. Grupa *Polygon repour* niech Cię nie interesuje – nie będziesz na razie z tego korzystał (chodzi o przeprowadzanie ścieżek przez specyficzne wypełnienia, zwane *Polygons*). Grupa *Interactive Routing* określa bardzo, bardzo ważne właściwości podczas ręcznego trasowania

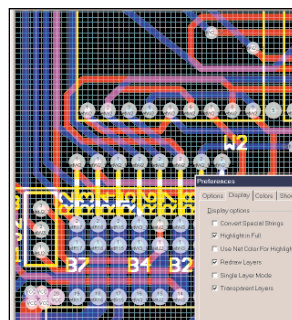
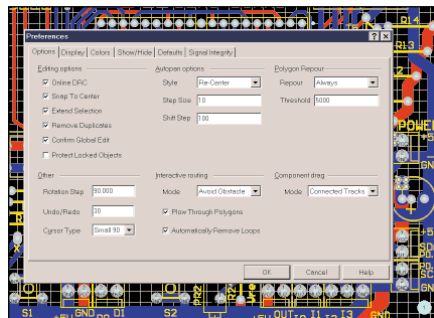
ścieżek. Zagadnienie to omówimy bardzo szczegółowo na jednym z następnych spotkań. Standardowo na początek wybiera się opcję *Avoid Obstacle*, i wtedy Protel nie pozwoli Ci poprowadzić ścieżek w sposób kolizyjny – przekonasz się później, że to wbrew pozorom nie jest wada, tylko duża zaleta. Nie uważaj, że opcja *Ignore Obstacle* jest najlepsza i nie przyzwyczajaj się do niej – to utrudniłoby Ci pracę w przyszłości.

Pod zakładką *Display* określasz parametry wyświetlania. U mnie wygląda to jak na **rysunku 14** (zmieniłem *Origin Marker* oraz *String* z 11 na 7. Warto wiedzieć, że zaznaczenie opcji *Transparent Layers* pozwala uczynić ścieżki półprzezroczystymi i zobaczyć na siebie składniki – efekt pokazany jest na **rysunku 15**.



Rys. 13

Rys. 14



Rys. 15

Kolory warstw możesz zmienić poleceniem **T – P** (*Tools, Preferences*) w zakładce *Colors*, ale to są sprawy oczywiste i dla większości użytkowników mało istotne. W zakładce *Show/Hide* zaznacz pełne wyświetla-

nie wszystkich warstw – *Final*. Możesz też wypróbować *Draft*, ale wyświetlanie konturów potrzebne i korzystne bywa niezwykle rzadko.

Zakładki *Defaults* i *Signal Integrity* możesz z całym spokojem zignorować – to trochę wyższa szkoła jazdy.

Po opisanym ustawieniu Palet wywołanych poleceniami **D – O** oraz **T – P** wstępnie skonfigurowałeś środowisko. Na razie naprawdę nie musisz rozumieć wszystkich drobiazgów. To, co omówiliśmy, całkowicie wystarczy, a do niektórych co ważniejszych szczegółów jeszcze wrócimy.

Zadania domowe

Na tym spotkaniu omówiliśmy bardzo ważną w praktyce sprawę określenia rozmiarów płytki. Otrzymałeś też elementarne informacje o konfiguracji programu. Potrafisz już ustawić główne właściwości obszaru roboczego.

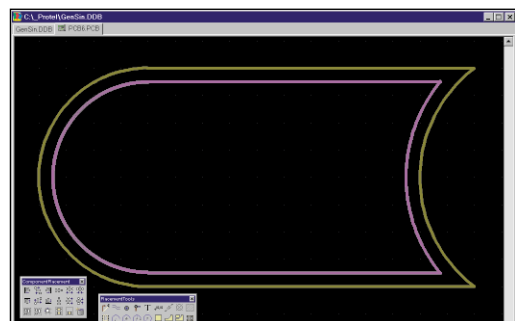
Zanim weźmiemy się za dalsze etapy tworzenia płytki, starannie przeanalizuj omówione dziś zagadnienia. Koniecznie poćwicz też tworzenie płytek o różnych kształtach i wymiarach. Czy na przykład potrafisz za pomocą kreatora zaprojektować płytkę syreny alarmowej, do umieszczenia w obudowie przetwornika PCA-100? Taka płytka musi mieć średnicę 50,5...51mm, czyli dokładnie 2000 milów.

Poćwicz przygotowanie płytek za pomocą kreatora *PCB Wizard*. Sprawdź, że jeśli chcesz zapamiętać wzorzec (w przedostatnim oknie kreatora), Protel zapisze go jako plik `...Design Explorer 99 SESystemTemplates.Ddb`. Oprócz wzorcowych płytek przechowywane są tam też makra napisane w dialekcie języka BASIC oraz wzorce arkuszy do schematów.

Dobrze byłoby, gdybyś wziął kilka obudów plastikowych i zaprojektował do nich porządne płytki bazowe. Obrys płytki zaznacz w warstwie *KeepOutLayer*. Jeśli wykorzystasz kreatora, niech obrys w warstwie *Mechanical Layer* będzie taki sam, jak w warstwie *KeepOutLayer*. Zwróć też uwagę na kolejny konkurs.

Poćwicz też tworzenie płytek o nieregularnym kształcie. Czy za pomocą kreatora potrafisz osiągnąć kształt płytki, jak na **rysunku 16**? Podpowiem, że trzeba w kreatorze wykorzystać

Rys. 16

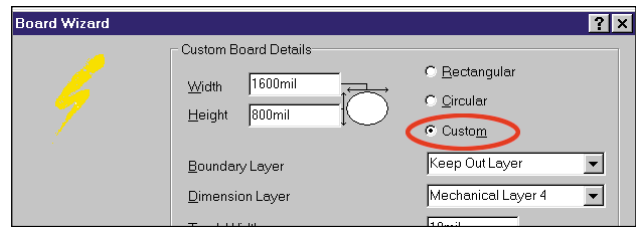


opcję Custom, jak pokazuje **rysunek 17**, a w następnym oknie wpisać dwie liczby: jedną dodatnią, drugą ujemną; jedna ma być zbliżona do wysokości płytki (Height), ale nie może być jej równa. Prawdziwa zagadka, prawda? Wypróbuj możliwości, jakie daje opcja *Custom* w kreatorze, niezależnie od tego, jak często będziesz wykorzystywał kreatora. Zastanów się, jakie kształty płytek da się osiągnąć za pomocą

kreatora (*PCB Wizard*), a jakie trzeba rysować „na piechotę” z wykorzystaniem łuków (Arc) i linii.

Jeśli nie odpowiadają Ci domyślne kolory warstw, dobierz kolory według własnych upodobań.

Piotr Górecki



Rys. 17