



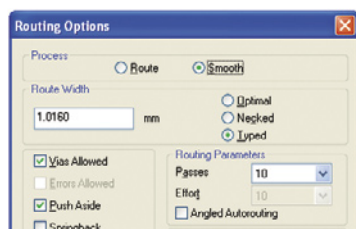
# Cadstar w praktyce (12)

## Edytor połączeń – Embedded Router

W kolejnej części kursu kontynuujemy opis projektowania płytek drukowanych. Najpierw opisujemy dostępne narzędzia, pozwalające na optymalizację przebiegu poprowadzonych automatycznie połączeń. Następnie – zastosowanie testu DRC, pozwalającego na wykrycie ewentualnych odstępstw od ustalonych wcześniej zasad projektowych. Kolejnym zagadnieniem będzie uaktualnienie schematu oraz płytki w przypadku dokonania jakichkolwiek zmian w projekcie. Ten odcinek kursu, a zarazem opis edytora PCB, zakończymy wygenerowaniem danych niezbędnych do produkcji płytki w warunkach amatorskich, a w przypadku powierzenia produkcji wyspecjalizowanemu zakładowi – danych w formacie Gerber.

W poprzednim odcinku zaprojektowaliśmy płytkę dla naszego przykładowego projektu. Ścieżki poprowadziliśmy automatycznie przy pomocy Autoroutera i z tego powodu ich przebieg nie zawsze może się zgadzać z naszym wyobrażeniem. Program „nie wie” jak chcielibyśmy mieć poprowadzone ścieżki i prowadzi je według ustalonego wcześniej algorytmu. Dlatego przed wygenerowaniem danych niezbędnych do produkcji płytki warto się płytce jeszcze raz dokładnie przyjrzeć i wszelkie niedociągnięcia poprawić ręcznie lub automatycznie. Korektę tę można wykonać za pomocą edytora połączeń.

Okienko ustawień Autoroutera służy również zmianie parametrów programu pozwalającego na optymalizację poprowadzonych już połączeń. W polu Process należy zaznaczyć wtedy kontrolkę Smooth (rys. 166) spowoduje to, że po wybraniu komendy Autoroute program przeprowadzi optymalizację wybranych przez nas ścieżek. Projektant ma możliwość określenia liczby cykli optymalizacji, służy temu kontrolka Passes. Nadmierne zwiększanie liczby cykli czasami mija się z celem. Jeżeli w początkowych cyklach program uzna sposób poprowadzenia ścieżek za optymalny, to kolejne nie wprowadzą już żadnych zmian, zabiorą tylko niepotrzebnie czas. W praktyce najodpowiedniejsza jest liczba dziesięciu cykli optymalizacji. Jeżeli program nie zdoła poprawić trasy ścieżek do dziesiątego przebiegu, to jest tylko niewielka szansa na to, że uda mu się to w kolejnych cyklach. Po opuszczeniu okienka możemy zaznaczyć wybrane ścieżki (dla przypomnienia – aby zaznaczyć wszystkie obiekty możemy użyć skrótu klawiszy Ctrl +A), po czym wybrać komendę Autoroute z paska Routing. Możemy oczywiście najpierw wybrać komendę, a dopiero później wskazywać interesujące nas ścieżki. Naturalnie na liczbę wskazanych segmentów mają



Rys. 166. Ustawienia pozwalające na uruchomienie funkcji optymalizacji połączeń

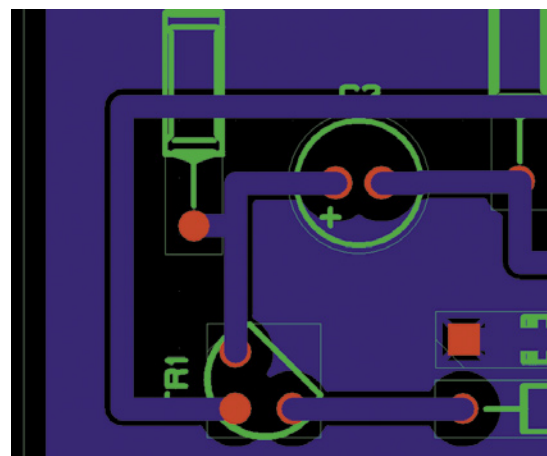
Pass	Total	Att'd	Vias	Segs	Length	Time
1	19	20	0	43226	4820	00:00:00
2	19	20	0	43226	4820	00:00:00
3	19	20	0	44228	9714	00:00:00
4	19	20	0	43226	4820	00:00:00
5	19	20	0	41228	3416	00:00:00
6	19	20	0	44227	1117	00:00:00
7	19	20	0	41228	3416	00:00:00

Rys. 167. Wynik pracy funkcji optymalizacji

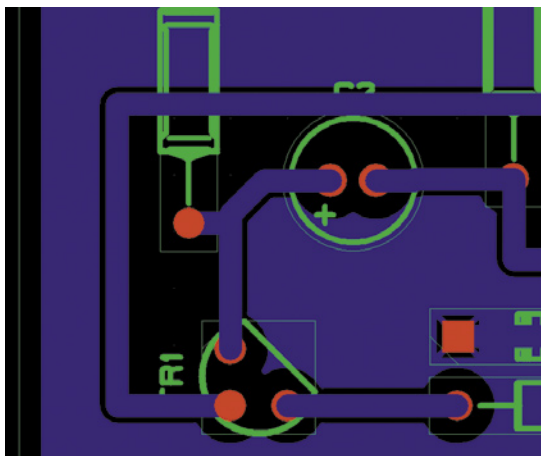
wplyw opisane w poprzedniej części kursu kontrolki Focus (Item, Node, Net). Działanie funkcji optymalizacji manifestuje się okienkiem informacyjnym, którego wygląd umieszczono na rys. 167. Znaczenie poszczególnych jego kolumn było opisane wcześniej. Kliknięcie przycisku Accept spowoduje zaakceptowanie wprowadzonych zmian, natomiast przycisku Decline ich odrzucenie – płytka przyjmie wtedy poprzedni wygląd. Wynik pracy funkcji optymalizacji może być czasami niezauważalny. Dzieje się tak, gdy program uzna, że ścieżka jest poprowadzona optymalnie i nie trzeba zmieniać jej przebiegu.

Kolejnym narzędziem optymalizującym przebieg ścieżek, wymagającym nieco większego zaangażowania projektanta, jest funkcja *Mitre Mode*. Pozwala ona na wygładzanie ostrych zagięć ścieżek, dodając dodatkowe, przebiegające pod kątem 45 stopni, segmenty. Zastosowanie komendy jest banalnie proste. Wystarczy po jej uaktywnieniu (Menu Actions) zaznaczyć ostre zagięcia ścieżek, a te zostaną natychmiast złagodzone. Na rys. 168 przedstawiono fragment płytki przed zastosowaniem funkcji wygładzania. Widać na nim ostre zagięcie ścieżki. Wynik działania komendy możemy zobaczyć na rys. 169. Widać na nim to samo połączenie, ale program wstawił w miejsce ostrego zagięcia dodatkowy segment. Na zakres działania funkcji, podobnie jak poprzednio, ma wpływ ustawienie parametru *Focus*.

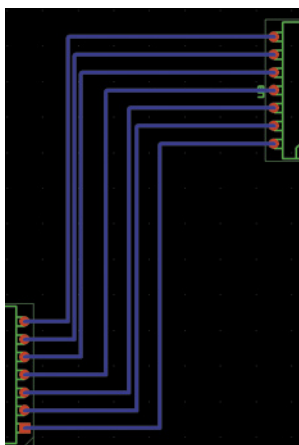
Narzędziem mającym przeciwnie działanie do opisanego powyżej jest funkcja *Unmitre Mode*. Pozwala ona na zmianę łagodnego zagięcia ścieżki w zagięcie ostre. Sposób użycia funkcji jest taki sam, jak poprzednio. Po



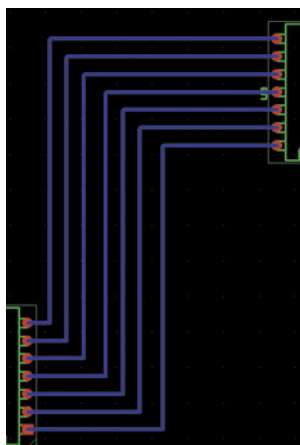
Rys. 168. Fragment płytki przed zastosowaniem funkcji wygładzania zagięć



Rys. 169. Wynik pracy funkcji wygładzania zagięć



Rys. 170. Fragment płytki przed zastosowaniem funkcji optymalizacji odstępów



Rys. 171. Wynik pracy funkcji Optimise Spacing

jej wybraniu wskazujemy interesujące nas zagięcia. Program natychmiast je zaostrzy, usuwając zbędny segment.

Oprócz opisanych wyżej narzędzi, pakiet Cadstar został wyposażony w bardzo użyteczną funkcję automatycznej optymalizacji odstępów pomiędzy ścieżkami oraz innymi obiektami. Funkcja ta nosi nazwę *Optimise Spacing* i jest umieszczona na pasku Routing. Przykład działania funkcji przedstawiono na rys. 170 (przed) oraz rys. 171 (po jej wywołaniu). Należy zaznaczyć, iż funkcja nie wyrównuje odstępów pomiędzy ścieżkami, lecz przemieszcza ścieżki tak, aby odstęp między nimi oraz innymi elementami na warstwie miedzi przyjął optymalne wartości. Wartości te możemy ustalić w okienku *Assignments* na zakładce *Design Rules* (rys. 172). Na działanie narzędzia wpływ mają trzy parametry:

*Optimal Route to Pad* – optymalna odległość pomiędzy ścieżką a polem lutowniczym.

*Optimal Route to Route* – optymalna odległość pomiędzy dwoma ścieżkami.

*Optimal Route to Via* – optymalna odległość pomiędzy ścieżką a przelotką.

Odpowiednie wartości podajemy w aktualnie określonej jednostce,

Design Rule	Layer	Defined	Value (Thou)	Type
Comp Placement to Comp Placement	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	4.0	Spacing
Copper to Board	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	Spacing
Copper to Copper	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	Spacing
Hole to Hole	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	20.0	Manufacture
Maximum Mitre	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	500.0	Manufacture
Minimum Mitre	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	25.0	Manufacture
Minimum Thicker Track Length	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	25.0	Manufacture
Minimum Thinner Track Length	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	25.0	Manufacture
Optimal Route to Pad	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	15.0	Spacing
Optimal Route to Route	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	75.0	Spacing
Optimal Route to Via	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	15.0	Spacing
Pad to Board	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	Spacing
Pad to Copper	(Default)	<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	Spacing

Rys. 172. Parametry mające wpływ na działanie funkcji *Optimise Spacing*

uważając, aby nie przekroczyć dla danej technologii wykonania płytki, minimalnego wymiaru charakterystycznego.

Oprócz automatycznej optymalizacji ścieżek możemy naturalnie przebieg każdej z nich skorygować ręcznie przy pomocy dostępnych narzędzi. Ścieżkę można również usunąć z użyciem funkcji *Unroute*, po czym ponownie ją połączyć.

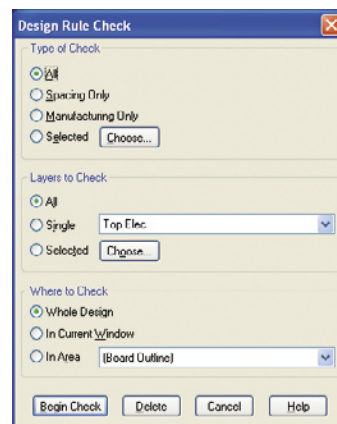
Po korekcie wyglądu połączeń, płytkę należy jeszcze skontrolować. Służy temu narzędzie DRC, pozwalające znaleźć odstępstwa od technologii wykonania płytki drukowanej. Mogą one mieć bardzo przykre konsekwencje, na przykład zawarcie pomiędzy poszczególnymi sygnałami lub przerwane połączenie na skutek podtrawienia ścieżki. W następstwie tych błędów może okazać się, że wykonanie płytki nie będzie możliwe, lub zmontowane urządzenie nie będzie działać. Dlatego przeprowadzenie testu DRC oraz usunięcie ewentualnych błędów jest ważnym etapem projektowania każdej płytki.

Test DRC uruchamiamy z menu *Tools-Reports-designe Roules Check...* Zostaje wtedy otwarte okienko głównego testu (rys. 173), w którym możemy określić główne parametry testu:

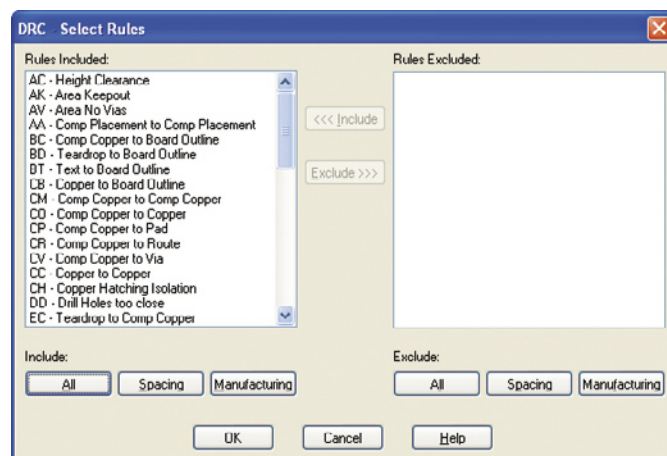
*Type of Check* – program może wykryć 47 rodzajów błędów, które są podzielone na dwie grupy: *Spacing* oraz *Manufacturing*. Pierwsza grupa to błędy związane z nie zachowaniem odpowiednich, minimalnych odstępów pomiędzy poszczególnymi obiektami na płytce. Grupa druga to błędy, które mogą uniemożliwić produkcję płytki. Opisywane pole pozwala na wybór reguł projektowych, według których test DRC sprawdzi projekt płytki. W kolejności zaznaczyć możemy wszystkie błędy (*All*), tylko odstęp (*Spacing Only*), błędy utrudniające produkcję płytki (*Manufacturing Only*) lub wybrać poszczególne zasady z listy (*Selected*). Po kliknięciu klawisza *Choose...* zostaje otwarte okienko wyboru (rys. 174). W jego lewej części wyszczególnione są wszystkie aktywne reguły, natomiast w prawej te reguły, których w danej sesji nie chcemy sprawdzać. Poszczególne rodzaje błędów możemy łatwo przenieść z jednego okienka do drugiego. Wystarczy je zaznaczyć a następnie kliknąć przycisk *Exclude* lub *Include*.

*Layers to Check* – pozwala określić warstwę, na której zostanie przeprowadzony test. W praktyce dla płytek jedno- lub dwuwarstwowych wybiera się albo wszystkie warstwy (*All*), albo pojedynczą warstwę (*Single*). Wyboru dokonuje się z umieszczonego po prawej stronie menu. Ostatnia z opcji pozwala na określenie kilku wybranych warstw, jednak dla płytek jedno- lub dwuwarstwowych nie ma ona znaczenia praktycznego.

*Where to Check* – pozwala na określenie obszaru, w obrębie którego chcemy przeprowadzić test. Wybór opcji pierwszej – *Whole Design* – spo-



Rys. 173. Okienko główne testu DRC



Rys. 174. Wybór poszczególnych składowych testu DRC



Kolejnym zagadnieniem, którego nie wolno pominąć przy opisie programu Cadstar, jest przenoszenie danych pomiędzy istniejącymi już projektami schematu oraz płytki – aktualizacja projektu. Uaktualnienie projektu jest dosyć ważnym i przydatnym narzędziem, jeśli na przykład w końcowej fazie projektowania płytki okaże się, że musimy dodać jeszcze kilka elementów do schematu. Elementy te zostają umieszczone na schemacie, a edytor płytki nic jeszcze nie wie o jakichkolwiek zmianach. Schemat możemy oczywiście przetransferować do edytora PCB, ale elementy zostaną położone w punkcie odniesienia, a wyprowadzenia zostaną połączone tylko liniami powietrznymi. Projekt będzie wyglądał tak, jak na początku pracy z edytorem płytki i całą pracę trzeba będzie powtórzyć. W niektórych konkurencyjnych programach, projekt płytki oraz schemat są ze sobą ściśle związane, więc jakkolwiek zmiana na schemacie jest natychmiast przenoszona do projektu płytki. Autorzy Cadstara poszli nieco inną drogą. Wprowadzili narzędzie aktualizacji, które pozwala na przenoszenie zmian z edytora schematów do edytora płytki. Nosi ono nazwę ECO Update. Porównuje schemat z projektem płytki, po czym przenosi do niego wszystkie wykryte zmiany. Dlatego do projektu płytki zostaną dodane aktualnie dokonane zmiany i nie trzeba będzie projektować jej od początku. Poniżej opisano zmiany w edytorze, jakie może przenieść funkcja aktualizacji.

Zmiany przeprowadzone na elementach:

- nowo dodane elementy,
- usunięte elementy,
- zmiana nazwy elementu,
- zmiana alokacji elementów, przykładowo zamiana poszczególnych bramek logicznych w jednym układzie scalonym,
- zmiana obudowy elementu,
- zmiana lub dodanie nowych atrybutów.

Zmiany przeprowadzone na połączeniach:

- dodanie nowego połączenia,
- usunięcie istniejącego już połączenia,
- zmiana nazwy połączenia,
- połączenie dwóch już istniejących różnych sygnałów,
- podzielenia połączenia na dwa różne sygnały,
- zmiana lub dodanie nowych atrybutów,
- podłączenie do istniejącego sygnału nowego wyprowadzenia,
- odłączenie od sygnału dowolnego wyprowadzenia,
- w przypadku wyprowadzenia – zmiana lub dodanie nowych atrybutów.

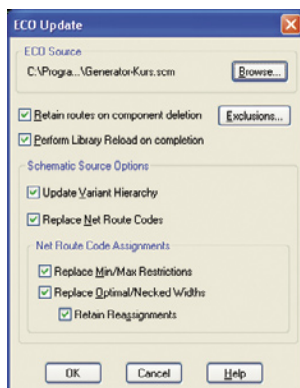
ECO Update uruchamiamy z edytora płytki. Polecenie znajdziemy w menu *File*. Otwarte zostaje okienko główne funkcji, które pozwala na określenie sposobu jej pracy (rys. 180). W pierwszej kolejności należy ustalić schemat, który ma służyć jako źródło aktualizacji dla projektu płytki. Domyślnie został tam umieszczony plik ze schematem, z którego projekt płytki się wywodzi. Jeżeli chcemy zmienić źródło, klikamy na przycisk *Browse*, a następnie wybieramy interesujący nas plik. Kolejne opcje okienka mają następujące znaczenie:

*Retain routes on component deletion* – zaznaczenie kontrolki spowoduje, że segmenty ścieżek podłączone do elementów, które zostaną w czasie aktualizacji usunięte, pozostaną nienaruszone.

*Exclusions* – pozwala na wybranie elementów atrybutów lub połączeń, które nie zostaną poddane procesowi aktualizacji.

*Perform Library Reload On Completion* – na zakończenie aktualizacji, definicje wszystkich dostępnych na płycie elementów zostaną na nowo załadowane z bibliotek.

*Update Variant Hierarchy* – w przypadku projektów składających się z różnych wariantów urządzenia, zaznaczenie kontrolki powoduje, że aktualizowany zostanie również po-



Rys. 180. Okienko główne funkcji ECO Update

dział na poszczególne warianty. W przypadku prostych projektów składających się jedynie z jednego wariantu, kontrolka ta nie ma znaczenia.

*Replace Net Route Codes* – jeżeli dla wybranych sygnałów zmieniliśmy zestaw parametrów ścieżek, to zaznaczenie kontrolki spowoduje przeniesienie tych zmian do projektu płytki.

*Replace Min/Max Restrictions* – dopasowuje ustawienia minimalne oraz maksymalne poszczególnych parametrów ścieżek tak, aby odpowiadały ustawieniom określonym w edytorze schematów.

*Replace Optimal/Necked Widths* – szerokości ścieżek zostaną zastąpione wartościami określonymi na schemacie.

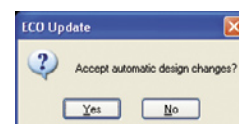
*Retain Reassignments* – określa czy zastaw parametrów określających ścieżki ma zostać usunięty czy zachowany.

Standardowo zaznaczone są wszystkie kontrolki, co powoduje przeniesienie maksymalnej liczby zmian ze schematu do płytki. Po kliknięciu przycisku OK program porównuje projekt płytki z plikiem schematu. Należy tu zaznaczyć, że jeżeli zmiany na schemacie nie zostały zapisane, to program nie znajdzie żadnych różnic. Dlatego przed przeprowadzeniem aktualizacji, należy schemat zapisać. Następnie zostaje otwarte okienko z raportem optymalizacji. Po zapoznaniu się z jego treścią zamykamy je klikając przycisk *Close*. Kolejne okienko (rys. 181) umożliwi podjęcie decyzji, czy chcemy, aby dokonane zmiany pozostały w projekcie płytki, czy też ma ona wyglądać jak sprzed wywołania funkcji aktualizacji. Jeżeli program nie wykrył żadnych różnic pomiędzy schematem a płytką, to okienko nie zostanie wyświetlone. Jeśli chcemy aby dokonane zmiany zostały przeniesione na płytkę, to klikamy na przycisk *Yes*. Ostatnim już okienkiem aktualizacji jest raport z odświeżenia definicji elementów bibliotecznych. Zostaje ono otwarte tylko w przypadku zaznaczenia odpowiedniej kontrolki w okienku głównym funkcji aktualizacji. Jeżeli zgadzamy się ze zmianami spowodowanymi przeładowaniem bibliotek, to klikamy klawisz *Accept*. Jeżeli jednak nie, to na klawisz *Reject* lub *Esc*, co spowodują cofnięcie wprowadzonych zmian. W tym momencie proces aktualizacji jest zakończony.

Opisana powyżej aktualizacja działa w jednym tylko kierunku: ze schematu do płytki. Jeżeli jednak dokonaliśmy jakichkolwiek zmian na płycie (przykładowo zmieniliśmy obudowę rezystora na taką z większym rozstawem wyprowadzeń, ponieważ nie mieściły nam się pod nim wszystkie niezbędne do poprowadzenia ścieżki), to chcielibyśmy również i te zmiany przetransportować do schematu, czyli tym razem uaktualnić schemat a nie płytkę. Cadstar oferuje nam narzędzie działające w przeciwnym do ECO Update kierunku. Pozwala ono na dodanie do schematu zmian dokonanych na płycie. Mowa tutaj o funkcji *Back Annotation*. Funkcja ta jest w stanie przenieść następujące, wprowadzone w edytorze PCB zmiany:

- zmiana alokacji bramek oraz wyprowadzeń (*Gate Swap*, *Pin Swap*),
- zmiana nazwy elementów,
- zmiana nazwy sygnałów,
- dodanie nowych lub usunięcie istniejących już elementów,
- dodanie nowych lub usunięcie istniejących już połączeń,
- modyfikacja połączeń – podłączenie lub odłączenie pojedynczych pól lutowniczych do/od istniejącego już połączenia,
- dodanie, usunięcie lub modyfikacja atrybutów (dla elementów, połączeń, oraz pól lutowniczych),
- zmiany wprowadzone dla różnych wariantów urządzenia,
- zmiany parametrów ścieżek/połączeń.

Jeżeli wprowadziliśmy jakkolwiek zmiany na płycie (przykładowo zmieniliśmy nazwy elementów), to nie zapomnijmy projektu płytki zapisać, ponieważ funkcja aktualizacji porównuje schemat z aktualną wersją płytki zapisaną na dysku. Następnie możemy przejść do edytora schematów i w menu *File* wybrać polecenie *Back Annotation...* Otwarte zostaje okienko ustawień narzędzia (rys. 182). Podobnie jak dla poprzednio opisywanej funkcji, najważniejsze jest wybranie odpowiedniego pliku źródłowego. Jeżeli w górnej części okna wpisany jest niewłaściwy plik, to możemy go zmienić klikając na przycisk *Browse*. Kolejne kontrolki mają następujące znaczenie:



Rys. 181. Okienko pozwalające na zaakceptowanie wprowadzonych zmian

*Add new symbols on sheet* – jeżeli dodaliśmy nowe elementy do płytki, to w polu tym możemy zdecydować, na którym arkuszu schematu mają się one znaleźć.

*Exclusions* – wybór elementów, które nie zostaną poddane aktualizacji.

*Perform Library Reload On Completion* – zaznaczenie kontrolki powoduje odświeżenie definicji symboli ze schematu, aktualnymi definicjami z bibliotek.

*Retain connection paths* – decyduje, czy w przypadku usunięcia elementu, sygnały do niego podłączona mają zostać również usunięte, czy też w miejscach doprowadzeń, mają być dodane punkty tymczasowe (*Danglers*).

*Always add single Node Connections* – sygnały na schemacie mogą być reprezentowane na dwa sposoby: przy pomocy widocznych linii lub bez linii, przy pomocy nazw; opisująca kontrolka definiuje sposób przedstawienia sygnałów łączących nowo dodane elementy.

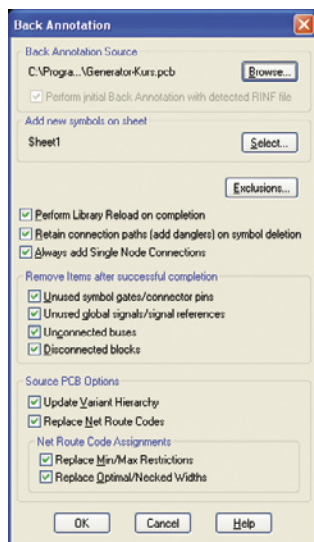
*Remove Items after successful completion* – w polu tym możemy określić, które z niewykorzystanych obiektów mają zostać po aktualizacji usunięte.

*Source PCB Options* – poszczególne opcje zostały opisane wyżej przy opisie funkcji *ECO Update*. Jedyna różnica to kierunek przeprowadzanych zmian; tym razem zmiany zostaną przeniesione z płytki do schematu.

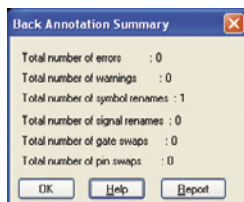
Kliknięcie przycisku *OK* rozpoczyna aktualizację. Jeżeli zostały wykryte jakiegokolwiek różnice pomiędzy schematem a płytką, to zostaje otwarte odpowiednie okienko informacyjne (rys. 183). Po kliknięciu na *OK* pojawia się jeszcze jedno okienko, w którym musimy potwierdzić, że chcemy przeprowadzić aktualizację rozszerzoną. Ostatnie już okienko to raport z przeprowadzonych zmian. Zamykamy je klikając na przycisk *Close*. Jeżeli w czasie aktualizacji nie wystąpiły żadne błędy, to w tym momencie schemat odpowiada w pełni projektowi płytki.

Ostatnim tematem bieżącego odcinka jest wygenerowanie danych niezbędnych do produkcji. W pierwszej kolejności zajmiemy się danymi, które możemy pobrać z edytora schematu, przykładowo wygenerujemy listę elementów. W edytorze schematów otwieramy nasz przykładowy projekt generatora, następnie w menu *Tools – Reports* wybieramy polecenie *Parts List...* Zostaje otwarte znane już okienko konfiguracji raportów. Możemy w nim wybrać miejsce przeznaczenia raportu (monitor, drukarka, plik tekstowy). Użytkownik ma możliwość wprowadzenia drobnych zmian w jego wyglądzie. Służy do tego przycisk *Options...* Po jego kliknięciu zostaje otwarte okienko ustawień (rys. 184). Jeżeli nie chcemy dokonywać żadnych zmian, to możemy je zamknąć, po czym w okienku raportu kliknąć na klawisz *OK*. Zostanie wtedy wygenerowana lista elementów. W zależności od miejsca przeznaczenia, program może otworzyć jeszcze kilka okienek, w których trzeba będzie przykładowo potwierdzić ustawienia drukarki.

Kolejnym, czasami przydatnym w formie wydruku dokumentem, jest schemat urządzenia. Możemy go wydrukować poleceniem *Print...* z menu *File*. Okienko ustawień funkcji drukowania jest przedstawione na rys. 185. Jeżeli chcemy wykonać tylko wydruk próbny, to możemy zaznaczyć kontrolkę *Draft*. Zostaną wówczas wydrukowane tylko zarysy poszczególnych obiektów. Pozwala to na zaoszczędzenie atramentu lub tonera w drukarce oraz przyspiesza wydruk. Poza tym możemy jesz-



Rys. 182. Okienko główne funkcji Back Annotation

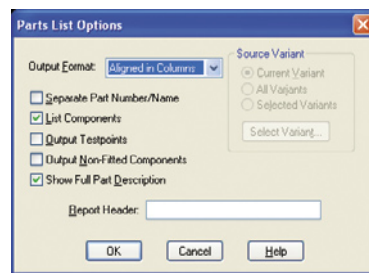


Rys. 183. Informacje na temat wprowadzonych zmian

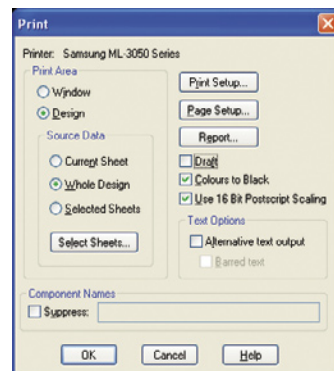
cze zmienić ustawienia strony i drukarki, można również schemat wydrukować do pliku w formacie PDF. W lewej części okna istnieje możliwość wyboru arkuszy schematu, które chcemy wydrukować. Kliknięcie na klawisz *OK* rozpocznie drukowanie. Jeżeli ustawione w edytorze tło ma kolor czarny, to na wydruku przyjmuje ono barwę białą, przez co nie musimy się bać o ilość zużytego atramentu, czy tonera. Może to również spowodować, że niektóre widoczne na schemacie obiekty w kolorze białym, na wydrukach kolorowych będą niewidoczne. Czy wybrane obiekty ze schematu mają zostać umieszczone na wydruku, czy też nie, możemy określić w okienku *Colours* (menu *Settings*). Generalnie na wydruku znajdzie się wszystko to, co widać na schemacie na ekranie monitora. Jeżeli więc dla wybranych obiektów wartość parametru *Visible* ustawimy na *No*, to staną się one niewidoczne tak na ekranie, jak i na wydruku.

Pora na przygotowanie danych niezbędnych do produkcji płytki. Przykładowo dla płytki jednowarstwowej, którą chcemy wykonać samemu w domu, potrzebujemy tylko wydruku dolnej warstwy miedzi. Ewentualnie, w czasie lutowania elementów na płytce, przyda nam się jeszcze wydruk zawierający położenie oraz nazwy poszczególnych elementów. Jeżeli natomiast produkcję płytki zlecimy profesjonalnej firmie, to będziemy potrzebowali odpowiednią liczbę plików (najlepiej w formacie Gerbera RS274-X) zawierających wygląd poszczególnych warstw płytki. Dla Automatu wierzącego otwory w płytce, niezbędne będą informacje o ich lokalizacji oraz średnicy. Jeżeli płytka zawiera elementy, które będą na niej montowane automatycznie, to automat potrzebuje również informacji o współrzędnych umieszczenia elementów.

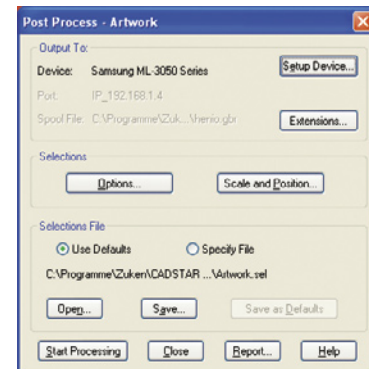
Zajmiemy się najpierw danymi niezbędnymi dla amatorskiej produkcji płytek. Podobnie jak w edytorze schematów, na wydruku zostaną umieszczone wszystkie widoczne na monitorze obiekty. Dlatego najpierw musimy wybrać właściwy widok płytki. Wszystkie niezbędne połączenia poprowadziliśmy na dolnej stronie płytki. Tę właśnie warstwę plus zarys płytki musimy wydrukować. Potrzebny widok możemy wybrać w okienku *Colour File* z paska *General*. Nosi on nazwę *Bottom Elec*. Po jego wybraniu, na ekranie przedstawiona jest tylko dolna warstwa miedzi (plus zarys płytki). Następnie w menu *File – Manufacturing Export* wybieramy polecenie *Artwork...* Program najpierw ostrzeże nas, że wyświetlone są tylko wybrane obiekty. Kwitujemy to klikając na przycisk *Yes*. Otwarte zostaje okienko ustawień funkcji (rys. 186). W zależności od dostępnych drukarek, u Cytelnika może ono wyglądać nieco inaczej. W górnej części możemy wybrać format, oraz urządzenie drukujące. Po kliknięciu na klawisz *Setup Device...* zostaje otwarte okienko, w którym zostały wyszczególnione wszystkie dostępne formaty (rys. 187), między innymi standardowe drukarki



Rys. 184. Okienko ustawień funkcji tworzącej listę elementów



Rys. 185. Okienko ustawień funkcji drukowania schematu



Rys. 186. Okienko ustawień funkcji Export Artwork

systemu Windows. Ponieważ zależy nam na bezpośrednim wydruku, wybieramy jedną z dostępnych drukarek, po czym wracamy do poprzedniego okienka. Teraz warto skontrolować ustawienia umieszczone pod przyciskiem *Scale and Position...*, pozwalają na określenie skali, w jakiej chcemy uzyskać wydruk, jego lokalizację oraz, jeśli jest taka potrzeba, dokonać lustrzanego odbicia oryginału. Po kliknięciu na klawisz *Start Processing* rozpocznie się drukowanie wybranego widoku. W identyczny sposób możemy wydrukować położenie oraz nazwy poszczególnych elementów. Wydruk rozmieszczenia elementów warto wykonać w powiększeniu, ułatwi to ich montaż. Naturalnie przed uruchomieniem funkcji *Artwork* musimy zmienić rodzaj wyświetlanych obiektów – potrzebny widok nosi nazwę *Top silk screen*.

Jeśli płytką ma być wykonana przez profesjonalny zakład, to potrzebujemy jeszcze paru dodatkowych plików niezbędnych do jej produkcji. Aby je uzyskać możemy posłużyć się opisaną powyżej funkcją *Artwork*. Ma ona możliwość generowania danych nie tylko na drukarkę, ale również w potrzebnym nam formacie Gerber. Rozwiązanie takie ma jednak pewną wadę: polecenia należałoby wywoływać wielokrotnie, każdorazowo zmieniając wyświetlane warstwy. Łatwo mogłoby dojść z tego powodu do pomyłki i wygenerowania fałszywych danych. Dlatego twórcy Cadstara wprowadzili dodatkowe narzędzie automatyzujące tworzenie danych wyjściowych. Nosi ono nazwę *Batch Process* i jest dostępne w menu *File – Manufacturing Export...* Główne okno funkcji z załadowanym przykładowym programem przedstawiono na rys. 188. Umieszczone po jego prawej stronie klawisze pozwalają na załadowanie przykładowego programu, jego edycję lub zapisanie zmian. Jeżeli jeszcze nie załadowaliśmy żadnego programu, to kliknijmy na klawisz *Open...* a następnie wybierzmy zestaw dla płytki dwuwarstwowej (*Manufacturing Output 2 Layer.ppf*). W centralnej części okna zostały umieszczone poszczególne kroki tworzące wszystkie niezbędne dane. Pole *Use* pozwala na tymczasowe włączenie/wyłączenie wybranego kroku. Poszczególne wpisy generują następujące dane:

1. Miedź z górnej strony płytki (strona elementów). Nasza płytką jest jednowarstwowa, dlatego krok ten możemy wyłączyć. Jeżeli jednak chcielibyśmy, aby otwory posiadały metalizację, to producent płytki potrzebuje również danych z górnej warstwy miedzi.
2. Miedź z dolnej warstwy płytki – strona lutowania.
3. Solder maska z górnej warstwy płytki.
4. Solder maska dolnej warstwy płytki.



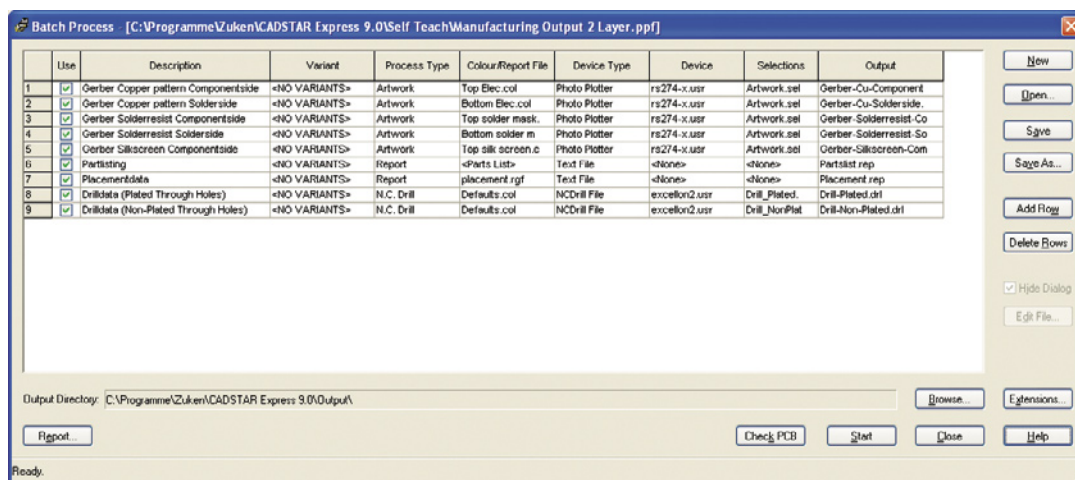
Rys. 187. Zmiana formatu danych wyjściowych

5. Opis elementów z górnej warstwy płytki.
6. Lista elementów.
7. Plik ze współrzędnymi niezbędnymi dla automatu rozmieszczającego elementy. Dane te potrzebujemy oczywiście tylko wtedy, jeżeli elementy będą montowane na płytce automatycznie.
8. Otwory metalizowane.
9. Otwory pozbawione metalizacji.

Klikając na poszczególne pola w centrum okna możemy zmienić związane z nimi parametry. Klawisz *Edit File* pozwala dodatkowo na zmianę ustawień w poszczególnych plikach z kolumn *Colour/Report File* oraz *Selections*. Z edycją tych ustawień musimy jednak postępować bardzo ostrożnie. Mają one bowiem kolosalny wpływ na kształt danych wyjściowych. Jeżeli nie jest to konieczne, lub nie posiadamy wystarczającej wiedzy, to nie zmieniamy ich. Ustawienia domyślne wykonane przez producenta pozwalają na wygenerowanie bezbłędnych danych. W dolnej części okna umieszczona jest ścieżka dostępu do katalogu, w którym zostaną zapisane tworzone pliki. W razie konieczności możemy ją zmienić klikając na przycisk *Browse*. Aby sprawdzić czy funkcja będzie mogła bezbłędnie wygenerować wszystkie potrzebne dane, kliknijmy na przycisk *Check PCB*. Wówczas program sprawdzi wszystkie parametry, po czym wyświetli raport z ewentualnymi ostrzeżeniami oraz błędami. Jeżeli nie ma w nim żadnych błędów, to możemy być spokojni. Ewentualne ostrzeżenia możemy zazwyczaj zignorować. Raport zamykamy naciskając klawisz *Esc*. Przcisnięcie klawisza *Start* rozpoczyna generowanie danych. Po zakończeniu pracy zostaje otwarte okienko z raportem. Po zapoznaniu się z jego zawartością możemy je zamknąć. Wszystkie niezbędne pliki zostały zapisane w wybranym katalogu. Możemy je teraz przejrzeć za pomocą dostępnych przeglądarków gerbera (przykładowo programem *ViewMate* firmy Pentalogix) lub po prostu wysłać do producenta obwodów drukowanych.

W następnej, ostatniej już części kursu, zostanie opisany sposób tworzenia elementów bibliotecznych używanych w edytorze schematów oraz płytek.

Inż. Henryk Wieczorek  
henrykiewicz@gm.x.net



Rys. 188. Okno funkcji generującej dane niezbędne do produkcji płytki

R E K L A M A

**Od lat najprostszy i najlepszy**

**AVT1007**

**regulator obrotów silnika elektrycznego 230 VAC**

**www.sklep.avt.pl • tel. 022 257 84 50**