

Spotkania z Protelem 99 SE



Spotkanie 14

Na najbliższych spotkaniach zajmiemy się zaawansowanymi zagadnieniami, związanymi z przygotowaniem plików produkcyjnych. W

cej miejsca poświęcimy jednak pokrewnemu zagadnieniu, które pokaże Ci całą sprawę w zupełnie odmiennym świetle. Pokażę Ci mianowicie,

jak można okrężną drogą przenieść przynajmniej kluczowe informacje z płytki zaprojektowanej w programie EAGLE do Protela czy Autotraxa.

Zacznijmy od odpowiedzi na proste pytanie: jakie pliki tak naprawdę potrzebne są do wykonania płytki drukowanej? W przypadku płytki jednostronnej w najprostszym przypadku wystarczą dwa pliki: jeden do wykonania kliszy z obrazem ścieżek, drugi z informacjami dla automatu wiertarskiego (ewentualnie trzeci do warstwy opisu – TopOverlay). W Protelu korzystając z narzędzia CAM Manager, możesz łatwo wygenerować pliki dla automatu wiertarskiego. Protel utworzy trzy pliki z rozszerzeniami:

*.drl – plik binarny „strawny” tylko dla odpowiedniej maszyny,

*.drr – mały plik tekstowy z informacją o średnicy wiertel,

*.txt – plik z kompletem informacji w postaci tekstowej.

Rysunek 1 pokazuje początkowy fragment pliku PCB23.TXT, dotyczącego płytki przystawki z **rysunku 2**. Dodałem czerwone komentarze, żebyś przekonał się, że zasada zapisu jest bardzo prosta. Podane są średnice (32mil...125mil) pięciu wiertel (T01...T05). A dalej jest po prostu numer wiertła i współrzędne otworów (a moje czerwone komentarze pokazują, który to otwór). Współrzędne w osiach X i Y podane są w postaci

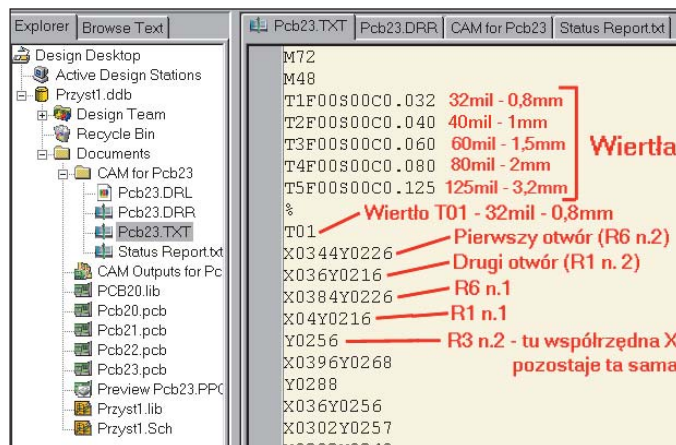
z prawej strony (trailing zeros) pozwala w wygodny sposób korzystać z każdego z trzech opisanych formatów. Wykorzystuje się też sposób z obcinaniem zer z lewej strony (leading zeros).

W dalsze szczegóły zapisu pliku wiertarskiego nie będziemy się wgłębiać, bo zajmujemy się pokrewnym tematem plików do wykonywania klisz. I tu musimy cofnąć się do zamierzchłej przeszłości.

Klisze

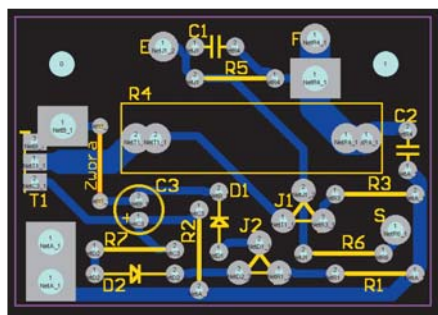
Wykonywanie klisz, zwłaszcza do płytek dwustronnych i wielowarstwowych, wymaga dużej dokładności, by po złożeniu wszystkie warstwy idealnie do siebie pasowały i by nie było żadnych przesunięć. Problem jest, bo klisza przygotowana jest nie dla pojedynczej, małej płytki, ale dla dużej formatki, zawierającej wiele płytek. Przed laty do wykonywania takich precyzyjnych klisz wykorzystywano specjalne urządzenie, zwane fotoploterem wektorowym. Fotoploter to duże, precyzyjne i bardzo kosztowne urządzenie, działające podobnie jak klasyczny ploter. Fotoploter wektorowy zamiast pisaków z tuszem wykorzystuje... plamki świetlne o różnych kształtach i rozmiarach. Zawiera obrotową głowicę (bęben) ze „ślajdami”, czyli różnymi przesłonami. Zgodnie z nazwą „rysuje” obraz ścieżek światłem na specjalnej kliszy fotograficznej. W sumie działanie fotoplotera jest zbliżone do działania automatu wiertarskiego, tylko zamiast pojedynczych otworów fotoploter może zarówno „strzelać światłem”, by naświetlić pojedyncze punkty, np. punkty lutownicze, „ciągnąć” linie, przesuwając plamkę o szerokości ścieżki, a także „malować” większe obszary za pomocą plamki o mniejszej średnicy (takie tryby pracy nazywa się odpowiednio *flash*, *stroke* i *paint*). Jak się słusznie domyślasz, plik do sterowania fotoploterem jest bardzo podobny do wcześniej omówionego pliku wiertarskiego.

Ważną sprawą w takim fotoploterze jest liczba dostępnych kształtów i rozmiarów



Rys. 1

Rys. 2



część ułamkowa liczby. W ten sposób format 2.3 pozwala określić współrzędne (wymiary) od zera do 99,999cala z dokładnością do 1 milsa. Zwróć uwagę, że w zastosowaniach tu „oszczędnościowym” sposobie zapisu pomija się zera z prawej strony. Dlatego zapis:

X036Y0216

oznacza

X02600Y02160

Oprócz pięciocyfrowego formatu 2.3 wykorzystywany jest też sześciocyfrowy format 2.4 dający dokładność 0,1mil oraz siedmiocyfrowy format 2.5 o dokładności 0,01mil. Zwróć uwagę, że sposób z obcinaniem zer

plamek świetlnych, która wynika z liczby „slajdów” – przesłan na bębnie. Jeśli dostępna np. jest okrągła plamka o średnicy 100mil, to można błyskawicznie naświetlić zarówno punkty lutownicze o tej średnicy, jak i tak szerokie ścieżki. Jednak do naświetlenia punktu lub ścieżki o średnicy np. 115mil trzeba wykorzystać inne, mniejsze plamki świetlne i „namalować” je stopniowo.

Fotoploter powinien mieć jak największą kształtów i rozmiarów plamek świetlnych, nazywanych aperturami. W praktyce każdy fotoploter działający na opisywanej zasadzie, czyli fotoploter wektorowy, miał liczbę apertur ograniczoną do najwyższej kilkudziesięciu. Tym samym program przygotowujący pliki dla fotoplotera musiał inteligentnie dobrać sposób naświetlania, by zlecone zadanie zrealizować za pomocą apertur dostępnych w konkretnym fotoploterze, z którego korzystał wytwórca płytek. Programowi takiemu koniecznie trzeba było podać informacje o aperturach dostępnych w konkretnym fotoploterze. Nawet popularny, stary Autotrax, czy nawet Easytrax, potrafi stworzyć pliki dla fotoplotera. A informacje o aperturach zawarte są w pliku STANDARD.APT (ew. innych z rozszerzeniem .apt).

Nie chodzi tu oczywiście o wiertła (oznaczane T01...), tylko o różne plamki świetlne. Dla Twojej ciekawości podam, że różne plamki świetlne zazwyczaj oznaczone są D11, D12, D13,... **Rysunek 3** pokazuje kluczowy fragment listy apertur dostarczonej wraz z Autotraxem: STANDARD.APT (wstępna część pliku to komentarz). Zawiera on informacje o 23 „standardowych” aperturach, które tak naprawdę wcale nie są standardowe - nie ma stałego przypisania kształtu i wymiarów do kodów Dxx. Każdy plik .apt może być inny.

Co ciekawe, D01...D10 zwykle rezerwuje się nie na oznaczenie plamki świetlnej, tylko polecenia:

Kod	Opis	Wymiar
D01	CIRCULAR	40 40 0
D12	SQUARE	10 10 0
D13	CIRCULAR	10 10 0
D14	CIRCULAR	12 12 0
D15	CIRCULAR	15 15 0
D16	SQUARE	20 20 0
D17	CIRCULAR	20 20 0
D18	CIRCULAR	25 25 0
D19	CIRCULAR	30 30 0
D20	SQUARE	50 50 0
D21	CIRCULAR	50 50 0
D22	SQUARE	62 62 0
D23	CIRCULAR	70 70 0
D24	CIRCULAR	70 70 0
D25	CIRCULAR	75 75 0
D26	CIRCULAR	85 85 0
D27	CIRCULAR	100 100 0
D28	CIRCULAR	110 110 0
D29	CIRCULAR	125 125 0
D30	CIRCULAR	150 150 0
D31	CIRCULAR	200 200 0
D32	CIRCULAR	250 250 0
D33	CIRCULAR	40 40 0

Rys. 3

Rys. 4

D12*	- wybierz aperturę (plamkę świetlną) D12
X02300Y01200D02*	- przejedź "na pusto" do punktu o współrzędnych X=2300mil Y=1200mil
X02500Y01400D01*	- naświetl ścieżkę do punktu o współrzędnych X=2500mil Y=1400mil
D22*	- zmień aperturę na D22
X02600Y01400D03*	- przejedź do punktu X=2600mil Y=1400mil i tam "błyśnij" - naświetl punkt

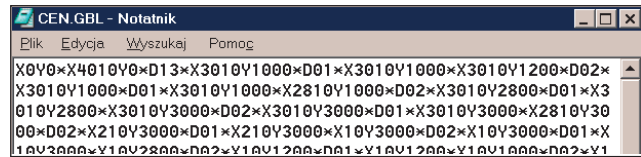
komentarzem). W pliku możesz także znaleźć tzw. kody G, np. G54 (przygotuj zmianę narzędzia), G04 (komentarz), G01, G02, G03, F74, G75 (rysowanie linii prostych, łuków i okręgów), G91, G92 (współrzędne bezwzględne i przyrostowe), kody M, np. M02 (koniec rysowania), kody I oraz J (przy rysowaniu łuków). **Rysunek 5** pokazuje początek pliku dla fotoplotera do narysowania ścieżek płytki *Prostej centralki alarmowej* zamieszczonej w numerze 10/2002, wygenerowany za pomocą Autotraxa przy wykorzystaniu STANDARD.APT. Natomiast **rysunek 6** pokazuje początek pliku wygenerowanego przez Protela przy domyślnych ustawieniach (format 2.3, obcięcie zer z lewej strony). Protel sam wygenerował listę apertur i umieścił ją w pliku, wykorzystując odmianę formatu (RS-274X; gdzie X od extended - rozszerzony), pozwalającą na taką operację.

Ponieważ na początku dominujące znaczenie na rynku fotoploterów miała firma Gerber (*Gerber Scientific Instruments Company*), przyjęto nazwę Gerber także dla formatu plików wyjściowych dla fotoploterów. Ścisłej taki język zapisu (format nazywa się RS-274. Dziś w użyciu są różne odmiany standardu: podstawowy RS-274D i rozszerzony RS-274X. W każdym razie tak zwane pliki Gerbera (*Gerber files*) to pliki dla fotoplotera.

Przypominam: aby wygenerować plik Gerbera dla fotoplotera wektorowego, trzeba było poinformować program o dostępnych aperturach.

Tak było kiedyś i wtedy doświadczeni projektanci płytek znacznie obniżali koszty naświetlania, stosując w swoich projektach punkty i ścieżki, które łatwo można było naświetlić za pomocą dostępnych apertur. To obszerne zagadnienie, którego nie będę omawiał, bo problem... zniknął.

Z czasem zamiast fotoploterów wektorowych z ograniczoną liczbą apertur pojawiły się bowiem fotoplotery rastrowe, pracujące na zasadzie podobnej do drukarki laserowej. Zasada naświetlania kliszy się zmieniła, ale nie zmienił się format plików Gerbera, wywodzący się z fotoploterów wektorowych. Nadal w jakiś sposób wykorzystywana jest lista apertur (którą często zamieszcza się w pliku roboczym, a nie oddzielnie), a zawartość pliku nadal określa współrzędne i ruchy plamek świetlnych. Zawsze mamy w nim współrzędne (w osiach X, Y) oraz informacje dotyczące narzędzi, choć tych narzędzi w fotoploterze rastrowym nie ma.



Rys. 5

Rys. 6

```

%FSLAX23V23=X
%MOIN=X
G70*
G01*
G75*
%ADD10C,0.030=X
%ADD11C,0.120=X
%ADD12C,0.300=X
%ADD13C,0.080=X
%ADD14R,0.100X,080=X
%ADD15C,0.100=X
%ADD16C,0.150=X
%ADD17C,0.100=X
%ADD18C,0.075=X
%ADD19C,0.050=X
%ADD20R,0.175X,300=X
%ADD21R,0.050X,300=X
%ADD22R,0.430X,135=X
%ADD23R,0.300X,045=X
%ADD24R,0.540X,145=X
%ADD25R,0.190X,925=X
%ADD26R,0.325X,400=X
%ADD27R,0.225X,200=X
%ADD28R,0.250X,045=X
%ADD29R,0.230X,035=X
%ADD30R,0.300X,325=X
%ADD31R,0.325X,250=X
%ADD32R,0.625X,175=X
%ADD33R,0.375X,175=X
%ADD34R,0.125X,125=X
%ADD35R,0.300X,100=X
%ADD36R,0.375X,075=X
%ADD37R,0.100X,475=X
%ADD38R,0.975X,150=X
%ADD39R,0.150X,400=X
%ADD40R,0.125X,250=X
%ADD41R,0.650X,075=X
%ADD42R,0.075X,300=X
%ADD43R,0.225X,115=X
%ADD44R,0.100X,085=X
D10*
X10797Y7166D02*
Y7241D01*
X1044Y7841D02*
Y846D01*
X18372Y7241D02*
Y7591D01*
    
```

Definicje użytych apertur

Normalne rozkazy

Fotoploter wektorowy wykonuje posłusznie kolejne polecenia z pliku, natomiast fotoploter rastrowy musi najpierw „przetłumaczyć” zapis wektorowy na postać potrzebną do naświetlenia kliszy punkt po punkcie, linia po linii, podobnie jak w drukarce laserowej. Zwróć uwagę, że w fotoploterze rastrowym nie ma ograniczenia na liczbę i rozmiar apertur, bo nie ma rozmaitych plamek świetlnych. Dlatego nowsze programy projektowe mogą albo po staremu korzystać z zewnętrznej listy apertur, albo też generują własną, związaną z wymiarami świeconych elementów.

Pamiętaj też, że program, np. Protel czy Autotrax, dla każdej kliszy musi wytworzyć oddzielny plik. W przypadku płytki dwustronnej są to trzy pliki (ścieżki od strony lutownia, ścieżki od strony elementów, opis). Zwykle mają one taką samą nazwę i różne rozszerzenia. Nie ma ściśle ustalonych rozszerzeń dla plików Gerbera poszczególnych warstw. Twórcy Protela proponują następujące rozszerzenia, nawiązujące do nazw warstw:

- Top Overlay.GTO
 - Bottom Overlay.GBO
 - Top Layer.GTL
 - Bottom Layer.GBL
 - Mid Layer 1.G1
 - Power Plane 1.GP1
 - Mechanical Layer 1.GM1
 - Drill Drawing.GDD
 - Drill Guide.GDG
 - Pad Master, Top.GPT
 - Pad Master, Bottom.GPB
 - Keep Out Layer.GKO
- Tyle na temat plików Gerbera.

Ciąg dalszy na stronie 37.

Ciąg dalszy ze strony 29.

Ostatnio zamiast fotoploterów do naświetlania klisz wykorzystuje się naświetlarki postscriptowe, które normalnie wykorzystywane są do zupełnie innych celów, choćby do naświetlania klisz dla drukarni. Wtedy plik roboczy do wykonania kliszy nie ma nic wspólnego z omówionym właśnie formatem Gerber (RS-274), tylko jest to plik w znanym i szeroko stosowanym formacie, a właściwie języku PostScript. Aby korzystając z Protela wytworzyć taki plik, nie wykorzystuje się CAM Managera. W komputerze (nie w Protelu, tylko w systemie Windows) należy zainstalować kolejną drukarkę, którą jest albo

rzeczywiste urządzenie postscriptowe, albo sterownik postscriptowy. Potem każdy program Windows może wykorzystywać tę (wirtualną) drukarkę, która wytworzy pliki postscriptowe. Można też zainstalować i spróbować wykorzystać inne sterowniki, przeznaczone do tworzenia plików PDF (*PDF Writer; Acrobat Distiller*).

Choć wykorzystywanie PostScriptu jest coraz szersze, a plików Gerbera coraz mniejsze, nieprzypadkowo poświęciłem formatowi RS-274 aż tyle uwagi. Przyczynę poznasz w następnym odcinku, w kolejnym numerze EdW.

Piotr Górecki
