

Współpraca projektanta PCB z wykonawcami (2)

Zastosowanie współczesnych standardów IPC



Skupmy się głównie na problematyce elementów bibliotecznych PCB. Prawidłowo opracowana biblioteka elementów, to ogromny skarb. Dobra i kiepska biblioteka mogą różnić się bardzo, albo też, mogą różnić się drobiazgami. Jednak te różnice wpływają ostatecznie na czas, jaki mija między pomysłem, a powstaniem gotowego urządzenia. Dlatego też każdy element biblioteki, który został sprawdzony, jest dla projektanta bardzo cenny.

Uporządkowany system nazewnictwa padów

Osoby, które miały doświadczenie głównie z systemami projektowymi firmy Altium, mogą być zaskoczone faktem, że norma IPC-7351 wprowadza także system nazewnictwa dla różnych kształtów padów. W systemie Altium nie istnieje coś takiego jak określone i nazwane pady. Pad definiujemy oddzielnie w każdym elemencie. Jednak przykładowo, w programie takim jak Cadstar, pad wybieramy z listy, którą definiujemy oddzielnie. W takim przypadku przyjęcie jasno zdefiniowanego sposobu ich nazywania upraszcza pracę.

Pełny opis tworzenia oznaczeń dla dowolnych padów znaleźć można w dokumencie na stronie firmy PCB Matrix [15]. Tak czy inaczej, podstawowa znajomość przyjętej konwencji pomaga posługiwać się oprogramowaniem firmy PCB Matrix. Tutaj zamieszczam jedynie najbardziej niezbędne informacje. Przykładowa nazwa okrągłego padu, z otworem 0,8 mm i o rozmiarze padu 1,4 mm:

c140h80

Zwracam uwagę, że oznaczenie jest wykonane za pomocą małych liter, co od razu odróżnia nazwę padu od nazwy całego footprintu. Wszystkie wymiary podane są z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Jeszcze dwa przykłady:

Pad prostokątny 3×2 mm z otworem 1 mm: **r300_200h100**

Pad kwadratowy 1×1 mm bez otworu: **s100**

Podłużny pad, z zaokrąglonymi krótszymi brzegami (stosowany często w SMD, „rozciągnięty okrągły”) 1,5×0,8 mm: **b150_80**

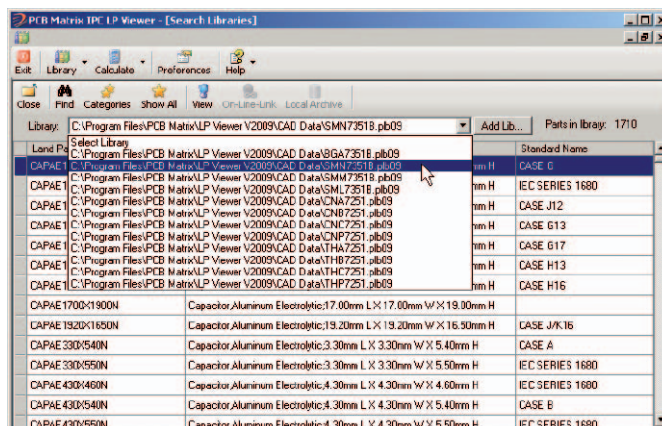
Darmowe narzędzia

Podstawowym dostawcą narzędzi związanych z omawianymi standardami IPC jest firma PCB Matrix. Ich flagowym produktem jest narzędzie LP Wizard (LP – Land Pattern). Narzędzie to umożliwia automatyczne generowanie całych bibliotek dla szerokiej gamy dostępnego oprogramowania EDA. W praktyce jednak, ze względu na politykę licencyjną firmy, która jest omówiona w ramce na temat PCB Matrix, zdania projektantów odnośnie do sensowności zakupu tego narzędzia są dość sceptyczne. Zakup tego programu rozważają raczej duże firmy, w których wydatek kilku tysięcy dolarów jest uzasadniony, jest pozwala oszczędzić kilka, kilkanaście godzin pracy projektanta. Niemniej jednak firma udostępnia nieodpłat-

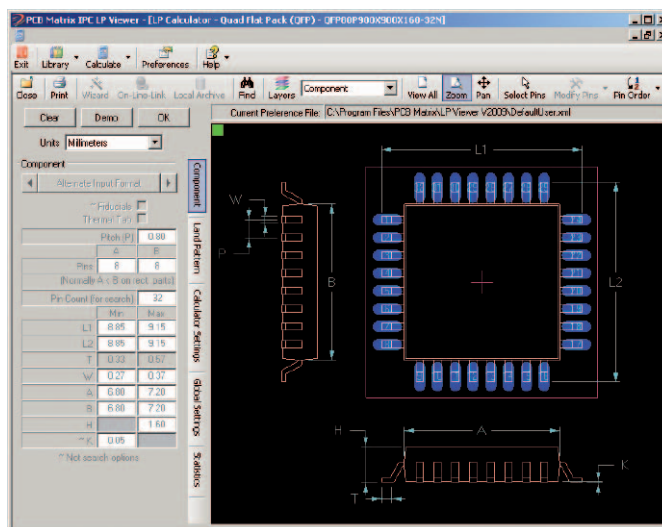
nie znakomite narzędzia, które zdobywają bardzo pochlebne opinie.

Narzędzie LP Viewer. Program LP Viewer można ściągnąć bezpośrednio ze strony PCB Matrix. Nie jest do tego wymagana żadna rejestracja i sam proces przebiega błyskawicznie i bezproblemowo.

Program LP Viewer jest znakomitym narzędziem, z którym można rozpocząć przygodę z bibliotekami zgodnymi ze standardem IPC7x51. Posiada bogatą bazę danych gotowych obudów i umożliwia ich przeglą-



Rysunek 11. Okno przeglądania bibliotek program LPViewer



Rysunek 12. Podgląd elementu QFP80P900X900X160-32N

O firmie PCB Matrix [14]

Firma PCB Matrix istnieje od 2003 roku. Jej wcześniejsza nazwa brzmiała PCB Libraries. Aktywnie współpracuje z firmą IPC w zakresie automatyzacji procesu projektowania i produkcji elektroniki. Jej cele są raczej ambitne i obejmują całkowitą automatyzację procesu projektowania urządzeń elektronicznych. Trudno mi uwierzyć w powodzenie takiego działania – są etapy projektowania, na których ingerencja człowieka zawsze będzie niezbędna.

Jak do tej pory, wzory matematyczne opisujące wymagane wymiary obudów elementów elektronicznych są efektem wspólnej pracy firm IPC oraz PCB Matrix. Utworzony model matematyczny został zaimplementowany w oferowanym przez PCB Matrix oprogramowaniu, które umożliwia tworzenie bibliotek dla dużej gamy istniejących na rynku programów projektowych.

Darmowe wersje programów oferowanych przez firmę zostaną przedstawione w artykule. Znaczenie płatnych wersji tych programów może być znacznie zmniejszone przez dwa fakty:

1. Część oprogramowania ma już wbudowane generatory obudów zgodnych z IPC (chlubnym przykładem jest tutaj Altium Designer od wersji 6.6), a jeszcze więcej ma gotową bibliotekę.
2. Pełne wersje oprogramowania PCB Matrix są, jak na program jedynie generujący footprinty, nieadekwatnie drogie i wymagają oddzielnego płatania za wersję obsługującego format każdego programu projektowego, co dość skutecznie zmniejsza widoczne w pierwszej chwili zalety pełnej wersji oprogramowania.

danie. Jeśli tylko obudowa elementu znajduje się na dostępnej tutaj liście, można śmiało z niej korzystać.

Rysunek 11 pokazuje okno programu w czasie przeglądania bibliotek. Program w wersji 2009.20.00, którego używałem w chwili pisania artykułu, zawiera bibliotekę 1710 elementów SMD, do tego 978 elementów BGA, 1001 złączy różnych producentów oraz 224 różnego typu elementy przewlekane.

Po wybraniu interesującego nas elementu zobaczymy obraz zbliżony do przedstawionego na **rysunku 12**. Menu rozwijane obok przycisku *Layers* umożliwia przełączanie widoku tak, aby oznaczyć wymiary interesujących nas elementów. Sam przycisk *Layers* umożliwia włączanie lub wyłączanie poszczególnych warstw.

Po lewej stronie rysunku 12 widzimy pole wprowadzania danych. W programie w wersji *Viewer* jest ono nieaktywne i umożliwia jedynie przeglądanie parametrów footprintu. Dwie dostępne zakładki: *Component* oraz *Land Pattern*, zawierają wszystkie wymiary, potrzebne do ręcznego przeniesienia podglądanego footprintu do wybranego programu projektowego.

Bardzo przydatną funkcją programu jest możliwość wyszukiwania układów na podstawie części wprowadzonego opisu. W tym celu wybieramy funkcję *Calculate* z głównego menu. Wybieramy interesującą nas grupę elementów, przykładowo obudowy QFP. Teraz okno będzie wyglądać podobnie jak na rysunku 12 z tym, że będzie możliwe wprowadzanie danych do pól z menu po lewej stronie. Niestety funkcjonalność kalkulatora jest wciąż nieaktywna. Możemy jednak wpisać na przykład wartość 8 w okienki Pins A i B. Teraz z menu wybieramy funkcję *Find*. Pojawi się lista elementów QFP, które mają po 8 padów z każdej strony.

Pewnym zaskoczeniem może być grupa elementów przewlekanych z literką P na końcu. Standard IPC definiuje elementy typu A, B i C. Z punktu widzenia padów, literki te oznaczają kolejno: największy, średni i najmniejszy pierścień miedzi naokoło otworu. W standardach tych szerokość pierścienia miedzi (rozumiana jako średnica padu minus średnica otworu) pozostaje stała. Elementy z literką P, to pomysł samej firmy PCB Matrix, gdzie wielkość pierścienia miedzi rośnie proporcjonalnie do wielkości otworu.

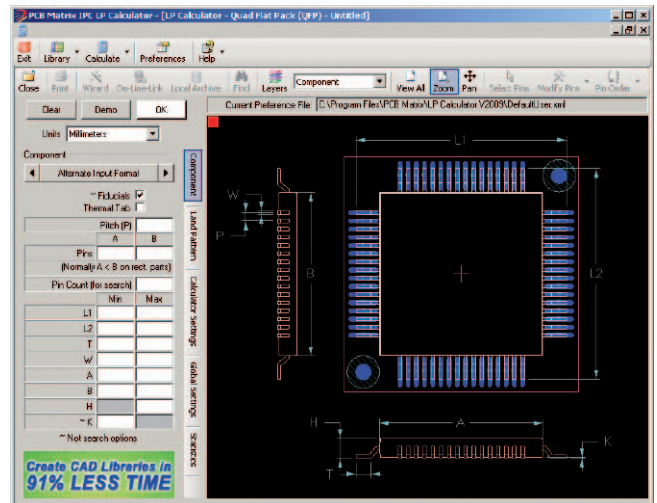
Obsługa programu jest intuicyjna i nie powinna sprawić problemu użytkownikom zaznajomionym z pracą z innymi programami w środowisku Windows.

Narzędzie LP Calculator. Pobranie programu *LP Calculator* wymaga rejestracji na stronie www.pcbmatrix.com. Rejestracja jest bezpłatna, jednak jest weryfikowana przez człowieka, tak więc należy wprowadzić sensowne dane. Sam proces rejestracji trochę trwa. W moim przypadku czekałem prawie 24 godziny na otrzymanie pełnego dostępu do strony. Uważam jednak, że war-

Jednostka mil/thou

Jeden mil to jednostka oznaczająca w dosłownym przekładzie „miliinch”, czyli tysięczną część cala. Została wprowadzona w roku 1844.

Gdy system metryczny zaczął stawać się bardziej popularny, nazwę mil zaczęto zastępować nazwą thou (wymawiane jak w słowie thousand). Zostało to zapoczątkowane ze względu na łatwe mylenie nazwy mil z jednostką milimetr. Jednocześnie nazwa mil jest nazwą jednostki stosowanej w wojsku do pomiaru kąta. Liczba mnoga od thou to także thou. Liczba mnoga od mil to mils. W Polsce przyjęło się pisanie 1 mils.



Rysunek 13. Początek edycji elementu QFP w programie *LP Calculator*

to przejść przez ten proces dla oferowanego programu.

Program *LP Calculator* pozwala na utworzenie dowolnego footprintu opisanego przez normy IPC7351 oraz IPC7251. Obsługuje on też kilka rodzajów złączy. Niestety, począwszy od wersji 2009.20.00, darmowy kalkulator nie obsługuje danych z plików bibliotek. Oznacza to, że w praktyce, chcąc korzystać z darmowych programów, będziemy zmuszeni do zainstalowania dwóch oddzielnych aplikacji. Jest to rzeczywiście trochę uciążliwe, jednak wcześniejsza wersja kalkulatora, obsługująca wczytywanie bibliotek elementów, była oprogramowaniem płatnym.

Program ten także nie umożliwia zapisania wprowadzonych danych. Należy więc traktować go jako prosty program do obliczania na bieżąco parametrów footprintu dla obudowy. Mając wyświetlone dane, od razu wprowadzać będziemy odpowiedni footprint do używanego przez nas oprogramowania.

Spróbujmy więc samodzielnie utworzyć footprint dla wymienionego wcześniej procesora ATmega8. Wybieramy z menu kolejno *Calculate* → *SMD Calculator* → *Quad Flat Pack (QFP)*. Ekran powinien wyglądać jak na **rysunku 13**. Czerwony kwadrat w górnym lewym rogu okna podglądu oznacza, że podgląd w tej chwili nie odpowiada wprowadzonym danym. Patrząc teraz ponownie na rysunku 10, wprowadzamy odpowiednie dane. Należy pilnować odpowiedniego przyporządkowania oznaczeń, ponieważ w dokumentacji obudowy, do poszczególnych wymiarów użyto innych liter niż w programie. Jednak dzięki rysunkowi poglądowemu wykonanie odpowiedniego przyporządkowania jest banalnie proste. Odpowiednio wypełnioną tabelkę przedstawia **rysunek 14**. Po wprowadzeniu danych spróbuj wybrać przycisk *Alternate Input Format*. Może taka forma

wprowadzania danych bardziej przypadnie Ci do gustu.

Po zakończeniu edycji danych klikamy na przycisk *OK*. Zostanie wygenerowany podgląd naszego elementu. Kwadracik w górnym lewym rogu podglądu zmienia swój kolor na zielony. W przypadku tej akurat obudowy, prawdopodobnie pojawi się także przycisk ostrzeżeń. Jeśli go klikniemy, dostaniemy informację o tym, że pady zostały przycięte tak aby nie „wchodziły” pod obudowę układu.

Teraz możemy przełączyć się pomiędzy zakładkami z lewej strony okna wprowadzania danych. Zachęcam do rozpoczęcia od zakładki *Calculator Settings*. Domyślnie możemy zmieniać jedynie parametr odpowiedzialny za generowanie footprintu dla trzech klas gęstości. Zachęcam do zaobserwowania, jak taka zmiana wpływa na generowany kształt. W razie konieczności można wybrać opcję *User* i samodzielnie wprowadzić dane dla generatora.

Najbardziej interesujące nas informacje znajdują się pod zakładką *Land Pattern*. Dzięki nim możemy szybko wprowadzić odpowiedni footprint w edytorze bibliotek używanego przez nas programu.

W pierwszej chwili wydawać się może, że konieczność późniejszego ręcznego wpisywania danych do edytora bibliotek sprawia, że używanie programu *LP Calculator* staje pod znakiem zapytania. Tak jednak nie jest. Zauważmy, że wprowadzając dane bezpośrednio z dokumentacji obudowy uzyskaliśmy dane, które możemy wprowadzić bezpośrednio do edytora bibliotek. Mamy odległości między centralnymi częściami padów oraz wymiary samych padów. Wszystko to, co musielibyśmy normalnie wyliczyć ręcznie albo na kartce papieru. W praktyce stosowanie programu znacznie ułatwia pracę. Warto także przejrzeć prezentacje tworzenia różnych symboli, dostępne na stronie producenta.

Uwaga odnośnie licencji. Licencja darmowych programów *LP Viewer* oraz *LP Calculator* jest o tyle sympatyczna, że pozwala na dowolne wykorzystanie utworzonej na ich podstawie ręcznie pracy. Stworzone footprinty możemy bez obaw sprzedawać, wymieniać czy udostępniać publicznie. Zabronione jest natomiast jakiegokolwiek wykorzystywanie udostępnionych bibliotek do automatycznego generowania footprintów. Licencja taka powinna całkowicie odpowiadać potrzebom samodzielnych projektantów i niewielkich firm.

Praktyczne wprowadzenie bibliotek do programów projektowych

W chwili zapoznawania się z elementami zgodnymi z normą IPC-7351 (później IPC-7251), wszystko wydawało się natu-

ralne i oczywiste. Jednak z chwilą pierwszego podejścia do wybranego programu projektowego może pojawić się problem – na jakich warstwach umieścić poszczególne składowe elementy tworzonego footprintu? Wątpliwości budzą przede wszystkim warstwy *Assembly* oraz *Courtyard*.

Zacznijmy od programów, w których implementacja standardu warstw określona przez IPC przychodzi najprościej:

PADS firmy Mentor Graphics: Popularny w Polsce program. Niezwykle atrakcyjna jest możliwość wymiennego przenoszenia danych pomiędzy potężnym pakietem *Expedition*.

PADS ma zdefiniowane wstępnie warstwy *Assembly Top*, *Assembly Bottom* i *Placement Courtyard Top* oraz *Placement Courtyard Bottom*. Pozostałe warstwy także nie wzbudzają wątpliwości. W tym przypadku wprowadzenie bibliotek zgodnych z IPC-7x51 jest całkowicie intuicyjne.

Cadstar firmy Zunkun: Jest to atrakcyjny pakiet o dużych możliwościach. Ta sama firma produkuje potężny program CR-5000 i Cadstar, w wersji z modulem PREditor dziedziczy po nim część funkcji. Mimo że w tej chwili nie ma wielu użytkowników w Polsce, spotkamy go dość często chociażby w Wielkiej Brytanii. Darmowa wersja Express przysporzyła programowi pewne grono użytkowników, zwłaszcza wśród hobbystów.

Sprawa implementacji bibliotek zgodnych z IPC-7x51 jest tutaj tak samo przyjemna, jak w przypadku programu PADS. Wszystkie warstwy są zdefiniowane i gotowe do wprowadzenia danych.

Eagle firmy CadSoft: Program dość popularny w Polsce w dużej mierze ze względu na niewielką cenę w stosunku do możliwości. Jednocześnie firma CadSoft, chyba jako jedna, z pierwszych, wypuściła darmową wersję programu bez ograniczeń czasowych, jednak z ograniczeniami co do objętości projektu. Ten ruch przysporzył jej duże grono użytkowników hobbystów.

Program Eagle ma predefiniowane wszystkie niezbędne warstwy o odpowiedniej funkcjonalności, jednak zostały one inaczej nazwane. Tak więc warstwy *tDocu* i *bDocu* odpowiadają warstwom *Top* i *Bottom Assembly*. Warstwy *tPlace* i *bPlace* odpowiadają warstwom *Top* i *Bottom Silkscreen*. Warstwy *tKeepout* i *bKeepout* odpowiadają warstwom *Top* i *Bottom Courtyard*.

Protel/Altium Designer firmy Altium: Dzięki dobrej polityce informacyjnej firmy Alt+9 cxium oraz dzięki sprawnym zabiegom marketingowym, program ten jest dziś uznawany za najpotężniejsze narzę-

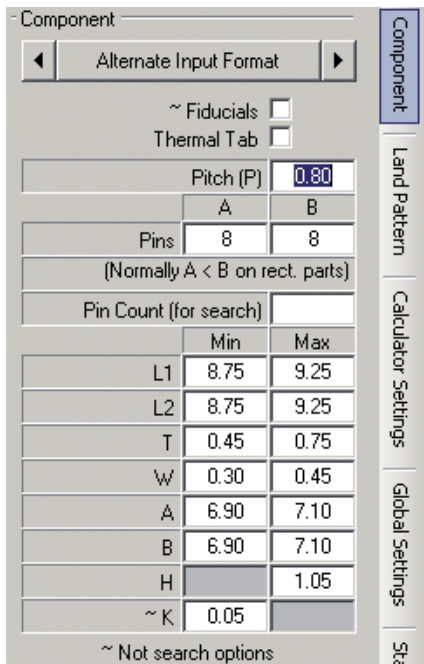
LP Viewer/Calculator a pasta lutownicza na dużych padach

Z poziomu programu *LP Viewer*, proponuję teraz wybrać element TO267P1410X457-4N z dostępnej listy. Element ten jest widoczny na rysunku 9 (aby uzyskać obraz, podobny do tego na rysunku, należy włączyć podgląd warstwy pasty lutowniczej). Frustrujące może być poszukiwanie informacji na temat kształtu umieszczonego w warstwie pasty lutowniczej w przypadku padu 4. Rzeczywiście, odpowiednie wymiary nigdzie się nie pojawiają. Musimy przejść na zakładkę *Land Pattern*. Tutaj znajdują się nazwy wykorzystanych padów. W przypadku padu, który w tej chwili nas interesuje, jego nazwa to: r1040_795p12r178_156. Na podstawie opisu nazewnictwa padów [15] możemy go rozszyfrować jako: prostokąt o bokach 10,4 i 7,95 mm ze zmodyfikowaną warstwą pasty lutowniczej. Opis modyfikacji mówi o 12 prostokątnych obszarach o wymiarach 1,78 i 1,56 mm. Na tej podstawie i wspomagając się wyświetlanym obrazem, jesteśmy w stanie wprowadzić odpowiednie dane do naszego edytora bibliotek. Domyślna redukcja obszaru pasty lutowniczej na wszelkich wyprowadzeniach termicznych wynosi 40%. W razie potrzeby wartość tę możemy zmienić z poziomu menu *Preferences* → *Global Setting* w zakładce *Drafting*. Program *Calculator* daje także możliwość modyfikacji tego parametru dla aktualnie edytowanej obudowy z poziomu zakładki *Global Settings*.

dzie przez wielu młodych elektroników w Polsce. Na świecie ma jednak słuszną opinię niedrogiemu systemu do prostszych projektów płyt drukowanych. Trzeba jednak przyznać, że aktualnie jest to potężny kombajn, umożliwiający znacznie więcej niż tylko projektowanie PCB. Jednak przy projektowaniu samej płyty drukowanej do urządzenia o większym stopniu złożenia, każdy, kto miał okazję korzystać z nieco silniejszych narzędzi, szybko zatęskni za ich funkcjonalnością.

Ani Protel, ani nowszy Altium Designer, nie posiadają odpowiednich warstw do zaimplementowania funkcjonalności warstw *Assembly* oraz *Courtyard* z normy IPC. W tym przypadku musimy ratować się odpowiednim wykorzystaniem dostępnych warstw mechanicznych. Tutaj niestety pewna przykrość czeka wiernych użytkowników programów Protel 98 oraz Protel 99SE. Otóż w programach tych nie jest możliwe uzyskanie pełnej funkcjonalności warstw *Assembly* oraz *Courtyard* za pomocą odpowiedniego przypisania warstw mechanicznych. Dopiero w programie Protel DXP wprowadzono możliwość parowania warstw mechanicznych.

Co oznacza parowanie warstw mechanicznych? Oznacza to w praktyce, że jeśli zdefiniujemy warstwę *Mechanical 13* jako *Top Assembly*, możemy sparować



Rys. 14. Ustawienia programu kalkulatora dla obudowy procesora ATmega8

ją z warstwą *Mechanical 14* i nadać jej nazwę *Bottom Assembly*. Jeśli teraz przeniesiemy element na dół płytki, rysunki umieszczone na warstwie *Mechanical 13 (Top Assembly)* zostaną przeniesione na sparowaną z nią warstwę *Mechanical 14 (Bottom Assembly)*.

Opisanej funkcjonalności nie miały wcześniejsze wersje programu Protel i zrozumiałe jest, że w takim przypadku pełna implementacja standardu IPC jest bardzo utrudniona. Można jednak skorzystać z zamieszczonej tutaj informacji, w celu projektowania footprintów i w tych programach, po prostu pomijając warstwę, *Assembly* oraz *Courtyard*.

Pewien problem może być związany z faktem, że nie ma określonego standardu wykorzystania warstw mechanicznych. Podpowiedzią może być to, że biblioteki IPC-7351, umieszczone w najnowszej wersji Altium Designer, korzystają z warstwy 13 dla warstwy *Top Assembly* oraz warstwy 15 jako *Top Courtyard*.

Mimo braku odpowiednich warstw, firma Altium trochę wyprzedziła konkurencję wbudowując w Altium Designer od wersji 6.6 generator obudów zgodnych ze standardem IPC. Tworzenie nowego footprintu w takim przypadku sprowadza się do wprowadzenia odpowiednich parametrów i jest procesem wyjątkowo łatwym.

IPC-2581 – czyżby przyszłość?

Dla zainteresowanych, standard IPC-2581 jest dostępny online przez stronę firmy IPC [16]. Standard ten definiuje neutralny format plików, który ma pokrywać wszelkie potrzeby przemysłu elektronicznego. Jeden format używany przez narzę-

dzia CAD, producentów płytek oraz firmy zajmujące się montażem. Pomysł jest ciekawy, a jego wprowadzenie na pewno zaoszczędzi wiele pracy inżynierom projektantom. Język ten jest oparty na bazie XML. Jest w dużej mierze połączeniem formatu plików ODB++ z formatem GenCAM (IPC-2511 [17]).

Emocje wokół nowego standardu są dość zróżnicowane tym bardziej że organizacji nie udało się już wcześniej wprowadzić do powszechnego użycia proponowanego formatu GenCAM. Z drugiej strony, dla aktualnego formatu udało się pozyskać wsparcie dużych firm, takich jak chociażby Mentor Graphics, Cadence, Lucent Technologies, Agilent Technologies. Wiele wskazuje na to, że standard rzeczywiście uda się wprowadzić. Dałoby to naprawdę spore możliwości. Przede wszystkim przyjemną wizją byłaby możliwość udostępniania przez producentów nietypowych układów bibliotek do swoich elementów w uniwersalnym formacie. Wielu producentów udostępnia dziś biblioteki do swoich obudów dla kilku systemów projektowych. Często okazuje się jednak, że używanego przez nas programu nie ma na liście. Format uniwersalny rozwiązałby w tym przypadku wiele problemów.

Na razie jednak idea jest w pewnym stopniu utopijna. Producenci programów projektowych bardzo chętnie wbudowują w swoje programy importery różnych formatów – w ten sposób ułatwiają przeniesienie się do ich systemu z produktów konkurencji. Znacznie mniej zainteresowani są wprowadzaniem nowych eksporterów – przecież pomaga to przenieść się na produkty konkurencji.

Radosław Koppel
www.k-el.pl

Literatura:

[14] www.pcbmatrix.com, materiały „o firmie...”.

[15] (Zbiornicze opracowanie PCB Matrix, bez nazwisk) „IPC-7251 & 7351 Padstack Naming Convention” www.pcbmatrix.com.

[16] IPC Standard „IPC-2581 Generic Requirements for Printed Board Assembly Products Manufacturing Description Data and Transfer Methodology” March 2004 www.webstds.ipc.org/2581/2581.htm.

[17] IPC Standard „IPC-2511B Generic Requirements for Implementation of Product Manufacturing Description Data and Transfer XML Schema Methodology” January 2002 www.webstds.ipc.org/2511/2511Bpub.pdf.

Uwaga: starsza wersja strony PCBMatrix: www.pclibraries.com

R E K L A M A

„Jestem zadowolony z mojej nowej pracy. Znalazłem ją w ogłoszeniach na portalu AutomatykaOnLine”

www.AutomatykaOnLine.pl
WORTAL AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

Wortal AutomatykaOnLine jest źródłem cennych informacji z zakresu automatyki. Codziennie aktualizowane wiadomości gospodarcze, Nowinki techniczne, Baza wiarygodnych podwykonawców, Informacje o produktach, Ogłoszenia pracodawców i poszukujących pracy, Forum wymiany doświadczeń, Rozwiązania techniczne. Twój partner w biznesie.

Wortal AutomatykaOnLine
ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa, tel./fax: 046 857 73 72, e-mail: redakcja@automatykaonline.pl