

Projektowanie płytek (5)

O pracy projektanta



Rozpoczynając przygodę z projektowaniem obwodów, należy wcześniej uświadomić sobie, iż projekt taki składa się z chronologicznie następujących po sobie etapów. Od pomysłu do wygenerowania poprawnej dokumentacji projektowej. W artykule tym postaram się przybliżyć chronologię, jak i rolę poszczególnych etapów.

Każdy projekt rozpoczyna się od pomysłu. Niektóre projekty trafiają do realizacji, niektóre do szuflady, jednak bez względu na losy projektu, powinien on być przygotowany profesjonalnie, to znaczy wraz z kompletną dokumentacją. W innym wypadku projekt jest mało wartościowy, powoduje powstanie bałaganu w strukturze jednostki projektowej i produkcyjnej. Dobrym zwyczajem jest rozpoczynanie projektu od utworzenia odpowiedniej kartoteki dla dokumentacji projektu, gdzie będą przecho-

wywane wszelkie założenia wstępne, wymagania, pomysły. Elementy te stanowią ważny człon dokumentacji projektowej.

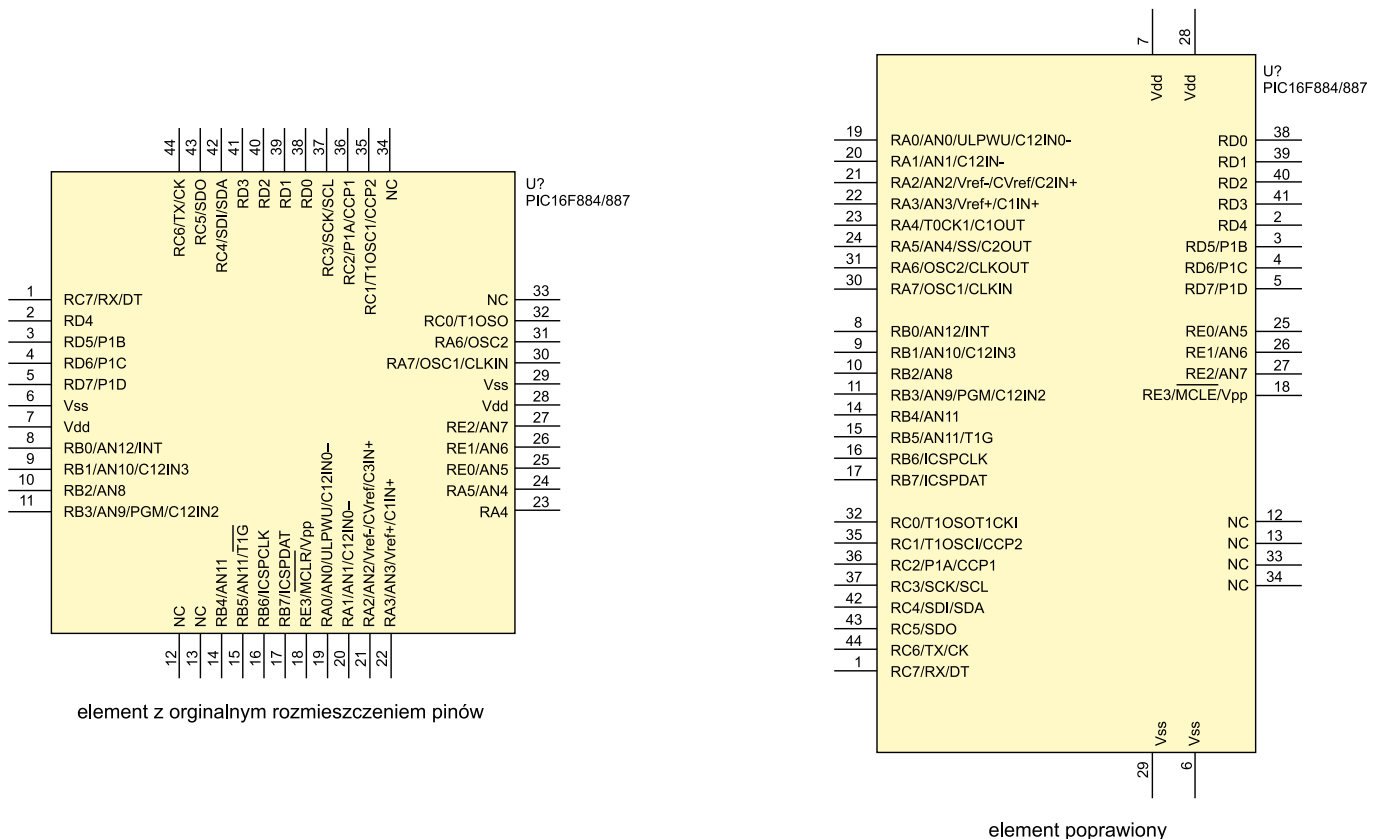
Opracowanie schematu elektrycznego projektu

Kolejnym etapem projektowym jest opracowanie schematu elektrycznego. Praktycznie każdy dobrej klasy pakiet CAD dla elektroniki posiada możliwość utworzenia schematu elektrycznego z elementów bibliotecznych. Biblioteki elementów zawierają symbole (reprezentacje graficzne) i opisy najpopularniejszych komponentów elektronicznych. Oczywiście istnieje możliwość zdefiniowania własnych symboli i dodania ich bądź utworzenia nowej biblioteki, co najczęściej powinno znacząco poprawić czytelność schematu. Tworząc elementy biblioteczne nie należy ograniczać się do prostych bloków, warto dodatkowo dodać jakaś graficzną ilustrację sposobu działania danego układu, tak aby osoba trzecia bez zaglądania w dokumentację danego podzespołu mogła coś powiedzieć o jego działaniu, jak i aplikacji w której pracuje.

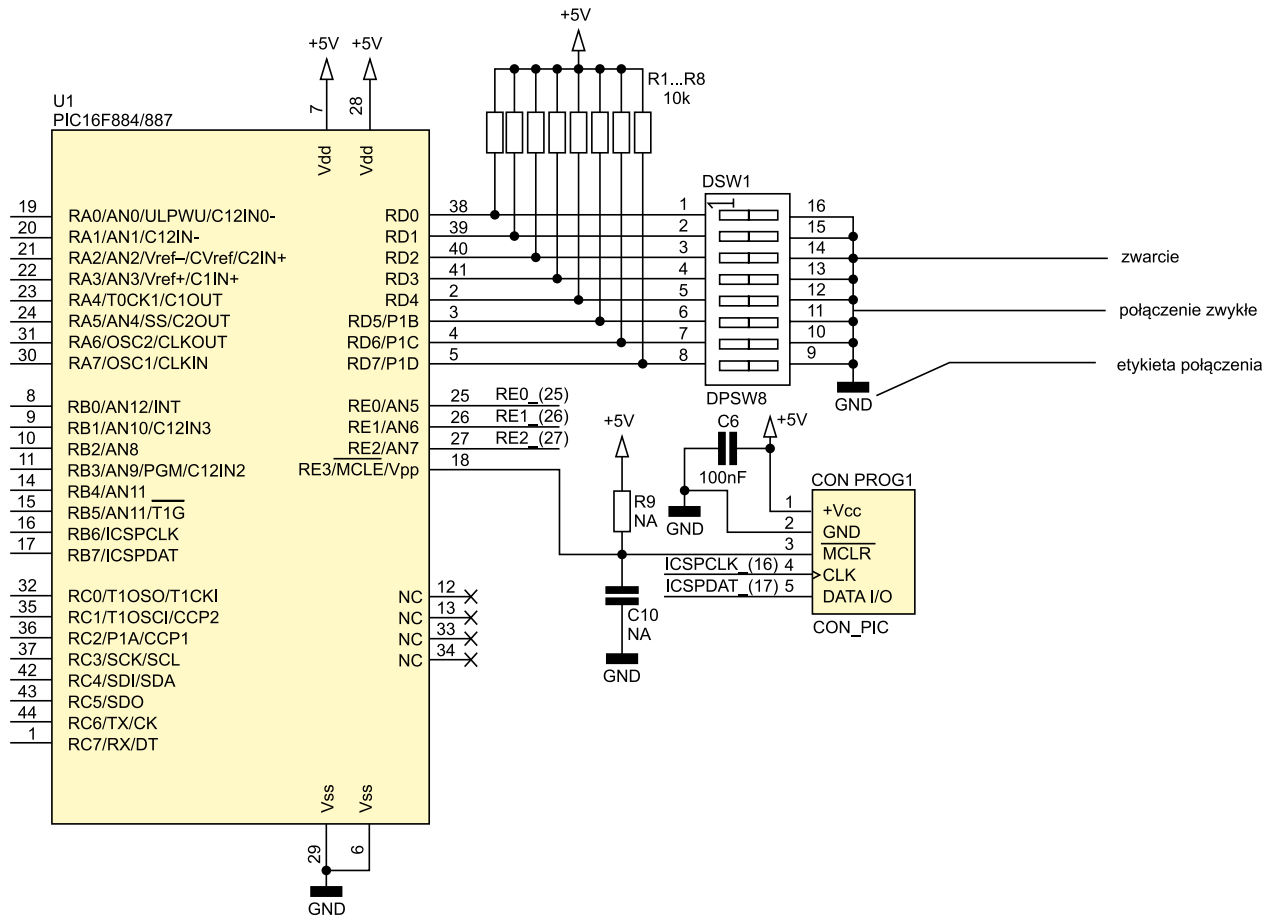
Umieszczając element biblioteczny na schemacie (rys. 31) musimy nadać mu odpowiednie parametry, takie jak: numer porządkowy, wartość, nazwę producenta. Dodatkowo do każdego elementu należy przyporządkować obudowę, czyli reprezentację graficzną widoczną w edytorze PCB.

Rysując schematy należy przestrzegać kilku niepisanych reguł dobrego smaku, tj. umieszczać wejścia po lewej stronie, a wyjścia po prawej stronie arkusza, elementy reprezentujące sieci zasilania powinny być zorientowane ku górze, zaś elementy mas w dół (rys. 32). Kompozycja taka znacząco ułatwia czytanie schematu, jak i pokazuje klasę projektanta.

W momencie, gdy wszystkie elementy zostaną już rozmieszczone na schemacie, można przystąpić do łączenia poszczególnych ich wyprowadzeń, tworząc właściwy schemat elektryczny. W zależności od pakietu w edytorze schematów mamy możliwość dodawania do niego innych reprezentacji graficznych, takich jak sieć (net, net label), doprowadzenia zasilania (power), masy, symbole portów itp. Wiele pakietów

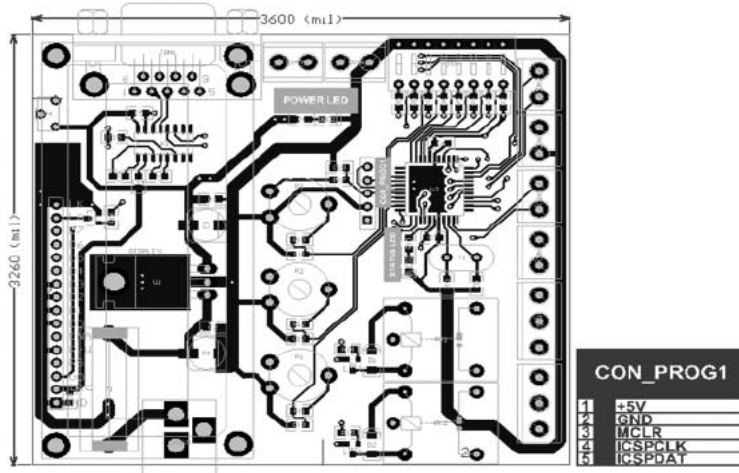


Rys. 31. Korekta rozmieszczenia doprowadzeń celu poprawienia czytelności schematu



Rys. 32. Preferowany sposób dołączenia mas w celu poprawienia czytelności schematy

R
E
K
L
A
M
A



Rys. 33. Przykładowy opis złącza umieszczony w obrębie warstwy użytkownika

pozwala na wielokanałowe tworzenie schematów. Oznacza to, że cały projekt może być rozbity na kilka bloków, tworzących jedno urządzenie. Przykładowo, jeżeli projektujemy odbiornik telewizyjny, to schemat urządzenia możemy podzielić na poszczególne bloki: zasilacz, tor audio, tor wizji, tor wielkiej częstotliwości, tor odchylenia, itd.

Na podstawie utworzonych połączeń, program automatycznie generuje sieć połączeń (netlist). Najczęściej jest to plik tekstowy zawierający opis połączeń związany z obudowami przyporządkowanymi do elementów.

Częstym błędem popełnianym przez początkujących jest łączenie schematu tylko i wyłącznie za pomocą linii. Jest to sposób poprawny, jednak powoduje, że schemat staje się nieczytelny. Warto korzystać z dobrodziejstw aplikacji, wstawiając bardziej czytelne metody konstrukcji schematu, tj. symbole sieci, magistrale, itd. Należy jednak zachować umiar w ich stosowaniu w obrębie projektu, ponieważ może to również znacząco pogorszyć czytelność schematu.

Po dokładnym narysowaniu schematu i opisanu wyprowadzeń możemy przystąpić do sprawdzenia projektu, narzędziami wbudowanymi w nowoczesne pakiety CAD. Najczęściej narzędzia takie wykrywają kolizję zadeklarowanych typów połączeń, np. gdy pin elementu, zadeklarowany jako zasilania, jest na schemacie podłączony do sygnału występującego w obwodzie.

Symulacja obwodu elektrycznego

Następnym etapem projektowania jest symulacja obwodu, na podstawie schematu elektronicznego. Jeżeli elementy biblioteczne posiadają dyrektywy do symulatora wbudowanego w pakiet, możemy uruchomić moduł symulacji. Najczęściej musimy najpierw określić warunki pracy urządzenia, czyli podłączyć do poszczególnych wyprowadzeń źródła zasilania, źródła sygnałów zmiennych oraz odbiorniki. Po określeniu

tych parametrów uruchamiamy symulację. Możemy również dokonać pomiarów napięć i prądów w punktach schematu, jak również zaobserwować przebiegi zmienne na wbudowanym oscyloskopie. Przeprowadzona symulacja upewnia nas, że założenia projektowe są prawdziwe.

Niestety nie wszystkie pakiety mają wbudowane symulatory. W tych mniej zaawansowanych można tylko narysować schemat i wykonać na jego podstawie płytke. Te bardziej rozbudowane umożliwiają nie tylko symulację obwodu, ale również – po zaprojektowaniu płytki – termiczną, ilustrującą nagrzewanie się elementów oraz rozpraszanie ciepła w danych warunkach otoczenia.

Projektowanie modelu obwodu drukowanego

W trakcie projektowania płytki na podstawie wcześniej narysowanego schematu, trasujemy fizyczne połączenia elektryczne pomiędzy padami montażowymi elementów elektronicznych. Rozmieszczenie i wymiary padów są określane w odpowiednich bibliotekach. Program przenosząc poszczególne elementy z edytora schematu do edytora PCB wybiera odpowiednie symbole podstawek z bibliotek, przyporządkowane danym komponentom. Zwykle korzysta się z własnych bibliotek elementów, odpowiadających stanowi magazynowemu jednostki produkcyjnej (rys. 33). Tworząc mozaikę połączeń musimy brać pod uwagę wiele aspektów i wymagań dotyczących tego zagadnienia. Zasady te wstępnie zostały przedstawione w poprzednich odcinkach kursu.

Weryfikacja gotowego modelu obwodu drukowanego

Gotowy projekt obwodu przed wygenerowaniem dokumentacji oraz plików produkcyjnych, należy poddać weryfikacji. Zazwyczaj proces weryfikacji modelu obwodu można podzielić na dwa etapy.

Etap pierwszy, w którym sprawdzamy zgodność projektu:

- ze schematem elektrycznym,
- z założeniami projektu,
- z wymaganiami mechanicznymi projektu (obudowa, rozmieszczenie komponentów).

Etap drugi, w którym sprawdzamy zgodność naszego modelu z wymaganiami stawianymi przez producenta obwodu. W etapie tym sprawdza się parametry takie jak:

- minimalna szerokość ścieżek,
- minimalny odstęp pomiędzy połączeniami elektrycznymi,
- minimalne, maksymalne średnice otworów,
- parametry przelotek,
- wymiary obwodu.

Generowanie plików produkcyjnych

Z gotowego i sprawdzonego modelu obwodu drukowanego generujemy pliki produkcyjne. Często przygotowując pliki produkcyjne musimy dodatkowo dany projekt obwodu złożyć w tak zwany format składki. Format ten polega na powieleniu pojedynczego obwodu i ustawieniu go w dokumencie kilka razy w niewielkiej odległości od siebie. Poszczególne płytki powinny być ustawione symetrycznie względem siebie. Składanie w formatkę składki ma znaczenie dla szybkości produkcji, ułatwia wykonanie obwodu producentowi oraz późniejszy montaż. Następnie generujemy gotowe pliki produkcyjne. Te z kolei przyjmowane są przez zakłady produkujące obwody i bezpośrednio odpowiadają za sterowanie automatów wiertniczych i innych procesów technologicznych. Najczęściej zakłady produkujące obwody drukowane przyjmują dwa formaty plików:

- Gerber RS-274X - plik tekstowy zawierający spis apertur, kody sterujące oraz współrzędne elementów. Każda warstwa projektu zawarta jest w oddzielnym pliku;
- Excellon ASCII - pliki tekstowe zawierające dane sterujące automatami wiertniczymi.

Jeżeli projekt będzie montowany automatycznie, to należy również wygenerować pliki sterujące wszelkimi procesami zachodzącymi podczas takiego montażu, czyli najczęściej:

- pliki do wykonania szablonek do sitodrukarek,
- pliki zawierające pozycję i dane elementów na płytce bądź formatce płytek dla automatu układającego elementy na obwodzie,
- pliki zawierające pozycję i dane elementów dla automatów inspekcyjnej końcowej.

Podczas generowania wszelkich plików istotne jest zwrócenie uwagi na tak zwany punkt „orygin”. Nasz projekt obwodu, musi znajdować się w jego pobliżu, ponieważ tylko takie ustawienie gwarantuje, iż wygenerowane pliki współrzędnych zmieszczą się w dopuszczalnych granicach tolerowanych przez niektóre urządzenia produkcyjne.

Najlepiej aby po wygenerowaniu plików produkcyjnych dokonać ich dodatkowego sprawdzenia w specjalnych przeglądarkach plików tego typu.

Generowanie dokumentacji projektu

Proces projektowania kończy się przygotowaniem kompletnej dokumentacji projektu. Dokumentacja taka powinna zawierać:

- dokumentację zebraną w pierwszym etapie,
- kompletne schematy projektu,
- opis projektu,
- spis elementów użytych w projekcie,
- wydruk poszczególnych warstw modelu obwodu drukowanego,
- wszystkie pliki projektu, wraz z plikami wyjściowymi.

Organizacja pracy

Przejsie przez poszczególne etapy tworzenia profesjonalnego projektu, nie gwarantuje jeszcze sukcesu. Dodatkowo należy uwzględnić tak zwaną organizację pracy, wraz z obiegiem informacji. Oznacza to pewne dodatkowe wymagania stawiane projektantom.

Dbłość o odpowiednią organizację bibliotek. Optymalną sytuacją jest gdy biblioteki dostępne projektantowi odpowiadają elementom z magazynu danej jednostki produkcyjnej. W takiej sytuacji zapewniona jest 100% możliwość szybkiego bezbłędneho montażu. Należy unikać zbędnego niepotrzebnego podnoszenia stanu magazynowego, ponieważ podnosi to koszty magazynowania, jak i powoduje niepotrzebnie prawdopodobieństwo pomy-

łek. W momencie gdy dodajemy nowy element do biblioteki, powinien on również zostać dodany do magazynu. Niektóre pakiety EDA pozwalają na tworzenie tak zwanych bibliotek zintegrowanych, jeżeli nasz pakiet posiada taką funkcjonalność należy z niej skorzystać.

Dbłość o odpowiednie prowadzenie dokumentacji. Rozpoczynając pracę, wielu początkujących projektantów zapomina o prawidłowej dokumentacji powodując tym samym często niemałą dezorganizację pracy. Najczęstszym problemem powstawania bałaganu w jest powstawanie kolejnych wersji obwodu drukowanego tego samego projektu. Rozwiązań tego problemu jest wiele, jednak z doświadczenia proponuję, aby każdy schemat kolejnej wersji projektu opisywać nazwą, datą i tak zwaną rewizją. Następnie tę samą nazwę projektu, datę i numer rewizji należy umieścić na obwodzie. Takie oznaczenie to absolutne minimum. Dodatkowo dobrze jest na kolejnych schematach, bądź w innych plikach, umieszczać opis wprowadzonych zmian w stosunku do wersji poprzedniej. W plikach z modelem obwodu można umieszczać tabelki z informacjami zawierającymi opis sygnałów na złączach, opis położenia zworek, bądź inne informacje w zależności od potrzeby.

Dobrej klasy projektant dba również o odpowiednie szkice zapewniające czytelność co do sposobu montażu w obudowie, wiązek kablowych itd.

Kolejny często spotykany problem dotyczy tak zwanych wariantów montażowych. Problem ten pojawia się w przypadku obwodów mogących pracować w zależności od potrzeb w zadanej konfiguracji. Konfiguracja taka może polegać na odpowiednim obsadzeniu, bądź nieobsadzeniu odpowiednich elementów, bądź też o zmianie wartości danych elementów. Na barkach projektanta często spoczywa odpowiedzialność za dziesiątki tysięcy produkowanych serii urządzeń. Jedna pomyłka może mieć więc katastrofalne skutki.

Materiały

Na zakończenie pragnę w wspomnieć istotnym czynnikiem przy dobrze materiału, jakim jest jego źródło pochodzenia. Okazuje się, iż normy nie określają dokładnie wszystkich materiałów dopuszczonych do produkcji danego laminatu ani procesów technologicznych. Dopuszczalne temperatury przejścia mogą zawierać się w ustalonych przedziałach. A przecież od tych czynników zależy bezpośrednio jakość uzyskanej płytki. Dodatkowo, należy zwrócić uwagę czy w przypadku pożaru laminatu nie będą wydobywały się trujące bądź żrące substancje niebezpieczne dla zdrowia potencjalnych użytkowników. Odpowiednio dobrany surowiec do produkcji płytki obwodu drukowanego stanowi warunek konieczny (aczkolwiek niewystarczający), aby uzyskać profesjonalny produkt. Dlatego często nie warto oszczędzać na tanich laminatach o wypełniaczach papierowych. A dla obwodów o specjalnych wymaganiach (częstotliwość pracy, stratność) warto stosować laminaty profesjonalne, produkowane np. przez firmę ROGERS.

Zakończenie

Tym artykułem kończymy niniejszy krótki cykl o projektowaniu obwodów drukowanych. Cykl ten miał na celu zapoznanie Czytelnika z ewentualnymi problemami, jakie może napotkać projektant obwodów. Należy go traktować jako szereg wskazówek, które należałoby zgłębić we własnym zakresie. Niestety, zgłębienie wszelkich tajników tej trudnej sztuki wymaga dużego nakładu pracy, a całości potrzebnej wiedzy nie da się przekazać w kilku krótkich artykułach. W przypadku dodatkowych pytań, proszę o wiadomość e-mail. W miarę swoich możliwości będę starał się pomóc rozwiązać dany problem. Na zakończenie nie pozostaje mi nic innego jak życzyć wielu owocnych projektów.

inż. Tomasz Świątek
tomekfx@o2.pl

R E K L A M A

Termostat elektroniczny

AVT950/1

www.sklep.avt.pl