

Starter kit

dla układów firmy Lattice

Tematyka układów programowalnych gości dość często na łamach EP. Wynika to z faktu, że układy programowalne są coraz tańsze i łatwiejsze w stosowaniu, w związku z tym konstruktorzy coraz chętniej je stosują w swoich opracowaniach. Korzystanie z możliwości tych układów wymaga pewnej wiedzy i doświadczenia, które najłatwiej nabyć za pomocą prostych narzędzi, na przykład takich jak prezentowany w artykule układ dydaktyczny.

Zestawy uruchomieniowe, często nazywane starter kitami, coraz częściej pojawiają się w ofertach producentów programowalnych układów scalonych (np. Xilinx, Altera). W skład takich zestawów wchodzi płytka uruchomieniowa z wybranym układem programowalnym i elementami towarzyszącymi oraz okrojone oprogramowanie projektowe. Są one przeznaczone głównie dla początkujących elektroników pragnących wykorzystywać w swoich projektach układy programowalne. Także bardziej zaawansowani projektanci chętnie sięgają po starter kity. Dzięki nim mogą bowiem szybciej zapoznać się z architekturami nowych układów programowalnych oraz doskonalić się w korzystaniu z nowoczesnych, programowych narzędzi projektowych.

Podstawową cechą zestawów uruchomieniowych jest to, że umożliwiają praktyczne sprawdzenie działania układu cyfrowego zaimplementowanego w strukturze układu programowalnego. Na płycie drukowanej, zawierającej taki układ, znajdują się diody LED lub wyświetlacze siedmiosegmentowe (dołączone zazwyczaj do arbitralnie wybranych wyjść), umożliwiające wyświetlanie poziomów logicznych sygnałów wyjściowych oraz przełączniki - klucze umożliwiające „ręczne” sterowanie zaprojektowanym układem. Zestaw taki może więc speł-



nić funkcje narzędzia dydaktycznego pozwalającego na szybkie sprawdzenie wyników naszych poczynań projektowych. Dodatkową zaletą płytek uruchomieniowych jest zazwyczaj, gdy zastosuje się układy ISP, możliwość programowania układów bezpośrednio z komputera poprzez ich łącze JTAG, bez konieczności stosowania specjalistycznych i drogich programatorów.

Układy

Widok zmontowanej płytki modułu dydaktycznego przedstawiono na fot. 1. Znajdują się na niej 4 programowalne w systemie układy firmy Lattice. Są one przedstawicielami następujących serii układów:

- ispGAL22V10 - z serii układów GAL,
- ispGDS14 - z serii przełączników programowalnych,
- ispLSI1016 i ispLSI2032 - z serii układów CPLD.

Na płycie znajduje się również układ programowany w sposób tradycyjny (z użyciem programatora) - GAL16V8. Ten układ nie będzie obiektem testów, gdyż jego rola została ściśle zdefiniowana przez projektanta płytki. Jego zadaniem jest generowanie odpowiednich sygnałów sterujących.

Najprostszym testowanym elementem na płycie jest układ GDS (ang. Generic Digital Switch). Jest to programowalna matryca przełączająca (krosownica), za pomocą której można zmieniać konfigu-

rację połączeń, bez konieczności używania mechanicznych przełączników. Matryca może być zaprogramowana tak, aby na jej wyjściach pojawiały się stałe wartości logiczne „0” lub „1” lub sygnały cyfrowe podawane na wejścia matrycy (w postaci prostej bądź zanegowanej). Również testowany układ ispGAL22V10 nie zalicza się do zbyt skomplikowanych. Choć w swojej klasie nie należy do „najsłabszych” pod względem możliwości funkcjonalnych, to jednak jego możliwości w porównaniu z najmniejszymi nawet układami LSI1016 i 2032 wyglądają dość mizernie. Świadczą o tym liczby określające zasoby logiczne, które w przypadku układu GAL mają kilkakrotnie mniejsze wartości. Do zasobów tych zalicza się: liczbę przerzutników bądź makrokomórek, liczbę wejść i wyjść, wielkość i liczbę matryc programowalnych itp. Właśnie posiadane zasoby logiczne decydują o tym, jak duże projekty można zrealizować z ich użyciem. Należy tutaj dodać, że najnowsze technologie układów PLD/FPGA osiągają obecnie złożoność rzędu 1 miliona bramek.

Konstrukcja zestawu

Budowa zestawu umożliwia programowanie umieszczonych w nim układów poprzez ich łącza JTAG z wykorzysta-



niem portu LPT komputera PC i odpowiedniego kabla ISP. Płytkę jest zasilana z zewnętrznego zasilacza „wtyczkowego”. Sterowanie układów odbywa się za pomocą ośmiu przycisków SW1..SW8, natomiast sygnalizacja stanów wyjściowych przez 31 diod świecących LED. Do rozpoznawania wciśniętych przycisków zastosowano układ klawiaturowy 74C922, który - zapewniając eliminację drgań styków - generuje na wyjściu kod naciśniętego klawisza. Kod ten podawany jest do układu GAL16V8, który generuje sygnały sterujące wejściami badanych układów reprogramowalnych. Stany wejść tych układów sygnalizowane są siedmioma diodami LED.

Przyciski na płytce występują w dwóch grupach. Po lewej stronie ulokowano grupę trzech przycisków służących do wytwarzania sygnałów zegarowych i sygnału zerowania. Natomiast po prawej stronie znajduje się grupa pięciu przycisków umożliwiających zadawanie dowolnych kombinacji pięciu sygnałów doprowadzanych na wejścia badanych układów. Projektując układ należy pamiętać, aby właściwie przyporządkować wejścia projektowanego układu wyprowadzeniom układu programowalnego, gdyż wejściowe sygnały testowe można podawać tylko na wybrane końcówki układów ISP umieszczonych na płytce. Analogicznie, należy także uwzględnić w projekcie „sztywne” przyporządkowanie wyprowadzeń wyjściowych układom programowalnym na płytce.

Podczas stosowania elementów stykowych występuje niepożądane zjawisko wielokrotnego odbicia styków, objawiające się wieloma krótkotrwałymi impulsami powstającymi w chwili zwarcia lub

rozwarcia styków. Pojedyncze naciśnięcie klawisza może być zinterpretowane przez układ np. jako wielokrotne. Aby zapobiec temu zjawisku, w proponowanym układzie uruchomieniowym do współpracy z klawiszami zastosowano specjalizowany układ klawiaturowy 74C922. Posiada on wewnętrzne obwody eliminacji zakłóceń oraz możliwość doboru częstotliwości przeszukiwania klawiatury i ustawiania minimalnego odstępu czasu między kolejnymi przyciśnięciami klawiszy. Umożliwia zapamiętywanie w wewnętrznych rejestrach zatraskowych kodu ostatnio naciśniętego klawisza (z 16 możliwych) oraz posiada możliwość ustawiania wyjść w stan wysokiej impedancji.

Sygnały generowane przez układ GAL16V8 są podawane na wyprowadzenia (deklarowane jako wejścia) czterech „ćwiczebnych” układów ISP, których funkcja jest ustalana podczas eksperymentów z płytką uruchomieniową. Stan wyjść układów ISP oraz sygnałów sterujących, podawanych na te układy, sygnalizowany jest za pomocą 32 diod LED dołączonych poprzez bufony 7404.

Wyprowadzenia testowanych układów przeznaczone do ich programowania są przyłączone do dwóch gniazd (jedno typu Amp, drugie typu RJ45). Za pośrednictwem dowolnego z nich łączy się płytke uruchomieniową z komputerem. Potrzebny jest tylko 8-żyłowy kabel i prosty interfejs dołączany do portu drukarkowego komputera PC.

Wszystkie układy powinny być zasilane napięciem stabilizowanym o wartości 5VDC. Zestaw wyposażono w lokalny stabilizator oraz mostek prostowniczy, dzięki czemu można stosować zasilacze AC i DC o wyższych napięciach znamionowych z zakresu 6..9V.

Oprogramowanie projektowe

Oprogramowanie, które można stosować do przygotowania projektów układów na płytce uruchomieniowej i ich zaprogramowania to: ispDesignEXPERT Starter, IspDCD oraz GASM. Zestaw tych trzech programów jest wystarczający do prowadzenia eksperymentów z układami programowanymi na płytce.

Wymienione oprogramowanie jest nieodpłatnie udostępniane przez firmę Latitec i można je znaleźć na stronie WWW tej firmy. Z założenia ma ono służyć celom edukacyjnym i nie wolno stosować tego oprogramowania w działaniach komercyjnych. Poniżej skrótowo zostaną omówione funkcje i możliwości poszczególnych programów.

IspDesignEXPERT Starter

Jest to zestaw narzędzi do projektowania układów w strukturach GAL i CPLD. Opracowywanie projektu układu w tym środowisku jest realizowane w kilku etapach, z których najważniejsze to:

- narysowanie schematu tworzonego układu z użyciem modułów bibliotecznych lub stworzenie opisu tekstowego w języku ABEL HDL,
- przygotowanie wektorów testowych z wykorzystaniem edytora przebiegów czasowych lub z użyciem edytora języka ABEL,
- kompilacja przygotowanego opisu, polegająca na sprawdzeniu poprawności składniowej i przekształceniu go do postaci równań logicznych,
- symulacja funkcjonalna układu (sprawdzenie opisujących go równań) w oparciu o przygotowane wektory testowe,
- minimalizacja opisu logicznego, polegająca na redukcji liczby składników iloczynowych (termów) w formach boolewskich opisujących projektowany układ,
- automatyczne „wpasowanie” zaprojektowanej konfiguracji układu cyfrowego w strukturę wybranego układu scalonego,
- wytworzenie pliku konfiguracyjnego,
- analiza wyników raportów z procesów syntezy logicznej,
- programowanie układu.

IspDCD

Ładowanie plików konfiguracyjnych to podstawowe, lecz nie jedyne, zadanie tego programu. Program automatycznie rozpoznaje rodzaje układów włączonych w łańcuch ISP (konfigurację łańcucha), co jest możliwe dzięki 8-bitowej elektronicznej sygnaturze oraz numerowi porządkowemu układu w łańcuchu.

GASM

Projektowanie układów przełączników programowalnych ispGDS odbywa się za pomocą specjalnego assemblera GASM.EXE, który kompiluje pliki źródłowe opisujące konfigurację połączeń do formatu JEDEC. Przykładowy wydruk pliku źródłowego TEST.GDS, prezentujący możliwości specyfikacji układu przełącznika jest przedstawiony na **list. 1**.

Przedstawiony zestaw uruchomieniowy ma duże walory edukacyjne. Jego prosta konstrukcja pozwala na prezentację właściwości układów programowalnych w najbardziej przekonujący sposób, jakim jest możliwość samodzielnego sprawdzenia działania układu.

Zbigniew Jachna
zjachna@wel.wat.waw.pl

List. 1.

```
"To jest komentarz
title = 'IRQ DIP SWITCH'
" typ układu ispgds (ispgds14)
device = ispgds14
" pin 1 jest wyjściem połączonym
" z wejściem 11
pin 1 = pin 11
pin 2 = pin 12
" pin 3 jest następnym wyjściem
" połączonym z wejściem 11
pin 3 = pin 11
" na wyprowadzeniu 19 jest zawsze
" poziom wysoki (high)
pin 19 = h
" na wyprowadzeniu 18 jest zawsze
" poziom niski (low)
pin 18 = l
pin 8 = pin 13
pin 9 = pin 12
```