Trzy najczęściej wymieniane wymagania stawiane przy projektowaniu urządzeń elektronicznych to: zrobić to mniejsze, zrobić to bardziej funkcjonalne i zrobić to na przyszły tydzień! Łatwa dostępność tanich układów FPGA o wysokiej pojemności daje wiele interesujących możliwości projektowych.

Kochanie, zmniejszyłem płytkę!...

Układy FPGA są stosowane w technice już od dłuższego czasu. Jednakże, aby się rozpowszechnić, musiały wywalczyć swoje miejsce w głównym nurcie projektowania produktów powszechnego użytku. Przez wiele lat ograniczenia w postaci maksymalnej liczby bramek pozwalały stosować większość układów FPGA jako dogodny środek łączący tradycyjne układy logiczne zbudowane z elementów dyskretnych. Z drugiej strony, najbardziej zaawansowane układy FPGA były używane jako podstawa przy projektowaniu układów ASIC, szczególnie takich, które zawierają procesor w chipie - określanych akronimem *system-on-chip (SoC)*. Układy FPGA stosowane w tych aplikacjach, ze względu na wysoki koszt, nie nadają się do zastosowań produkcyjnych.

Jeden krok niżej

Układy programowalne są wykorzystywane w elektronice użytkowej na różnych poziomach. Najprostsze zastosowania FPGA to łączenie tradycyjnych układów logicznych, najbardziej wyrafinowane zaś to zastępowanie układów ASIC. Środkowy poziom wymaga rozpoznania i wykorzystania. Średniej pojemności układy FPGA doskonale nadają się do wykorzystania jako platforma służąca do implementacji całych systemów mikroprocesorowych, które tradycyjnie były budowane z elementów dyskretnych.

Weźmy na przykład rodzinę układów FPGA Xilinx Spartan lub Altera Cyclone. Wymienione układy oferują ponad 500 tysięcy bramek, w przedziale cenowym kilkudziesięciu dolarów. Wielkość tych chipów jest taka, że układ FPGA mógłby wygodnie pomieścić prosty mikrokontroler (taki jak 8051 lub PIC), jak również wiele elementów peryferyjnych. Oznacza to, że możemy faktycznie wziąć całą płytkę z mikroprocesorem 8051 i umieścić ją wewnątrz wybranego układu FPGA kosztującego poniżej 50 dolarów. Te małe 8-, 12- i 16-bitowe procesory są naprawdę końmi roboczymi przemysłu elektronicznego, napędzającymi wszystko: od pralki do systemów kontrolujących pojazdy kosmiczne używane przez NASA. Zakres zastosowań jest ogromny! Co więcej, wszechobecne prawo Moore'a daje pewność, że większe i lepsze układy FPGA nadejdą wkrótce w jeszcze niższych cenach, nieustannie rozszerzając złożoność procesorów i aplikacji, jakie będą w stanie pomieścić.

Prawo Moore'a (a właściwie reguła wysnuta z obserwacji rynku) głosi, iż wydajność układów scalonych wielkiej skali integracji (w tym mikroprocesorów) podwaja się co półtora roku. Zjawisku temu towarzyszy spadek cen.

Zmniejszanie płytki

FPGA może pomieścić cały system mikroprocesorowy - to fakt, ale pytanie brzmi: dlaczego chcielibyśmy projektować w ten sposób? Jeden oczywisty powód to minimalizacja rozmiarów i złożoności projektu płyty drukowanej.

W wielu aplikacjach powszechnie spotykanych w czujnikach przemysłowych, częściach samochodowych, urządzeniach komunikacyjnych i kosmicznych, ograniczenia wymiarów fizycznych wymagają, aby systemy elektroniczne były upchane w niezmiernie małych miejscach. To wymaga od projektantów uciekania się do technik drogich w produkcji, takich jak ślepe i zagrzebane przelotki, wiercenia laserowe, zwiększanie ilości warstw oraz stosowanie niezmiernie cienkich ścieżek i przerw izolacyjnych. Stosowanie takich technik na etapie produkcji może znacznie podnieść koszt gotowej płyty.

Implementując obwód wewnątrz FPGA, możemy zmniejszyć liczbę elementów i złożoność płyty do tego stopnia, że drogie metody produkcji nie będą wymagane. Oczywiście dodatkowe koszty układu FPGA same w sobie mogą, w niektórych przypadkach, przeważyć oszczędności uzyskane na produkcji. Jednak rozwiązania oparte na FPGA posiadają inne cechy wystarczające do tego, by zyskać dla siebie rekomendację.

„Programowalny“ sprzęt

Jedną z najbardziej ekscytujących możliwości, jakie daje FPGA, jest perspektywa swobodnego uaktualnienia sprzętu tak samo łatwa do wykonania, jak uaktualnianie oprogramowania. Poza tym otwierają się możliwości budowy sprzętu, którego strukturę możemy uaktualniać w terenie. Wiele projektów, szczególnie tych stosowanych w aplikacjach komunikacyjnych, pracuje w środowisku, w którym standardy i protokoły zmieniają się bardzo szybko. Implementując taki projekt w FPGA, struktura obwodu może zostać zaktualizowana bez fizycznych przeróbek sprzętu. Oznacza to, że produkty mogą być wprowadzane na rynek bardzo szybko po zakończeniu projektowania, a późniejsze zmiany sprzętowe robione szybko i łatwo, bez konieczności przeróbek płyty drukowanej lub innych zmian w procesie produkcji.

Jeszcze inne cechy układów programowalnych pozwalają na przedłużenie życia istniejących klasycznych projektów opartych na procesorach. Weźmy na przykład wersję „soft“ fizycznego procesora takiego jak 8051 - taki wirtualny procesor, zaimplementowany wewnątrz układu FPGA, może pracować z kilka razy szybszym zegarem niż jego fizyczny odpowiednik. Ten fakt powinien pozwolić firmom tchnąć nowe życie w istniejące linie produktów, bez potrzeby pełnego przeprojektowywania na inną architekturę, wykorzystującą mocniejsze procesory.

Przeszkody w implementacji

Pomysł wykorzystania niedrogich układów FPGA jako platformy dla małych i średniej wielkości projektów opartych na procesorach jest bardzo atrakcyjny, lecz aktualnie istnieje kilka przeszkód do stosowania tej metodologii projektowania. Podstawową barierą jest brak odpowiednich narzędzi. Większość narzędzi projektowych przeznaczonych do implementowania systemów mikroprocesorowych w FPGA jest skierowana na wsparcie procesu projektowania układów ASIC. Dlatego są to zwykle drogie rozwiązania, polecane do wysoko specjalizowanych zastosowań, zamiast pełnić rolę narzędzi projektowych dla szerokiej rzeszy inżynierów. Stanowią one problem nie tylko z powodu wysokiej ceny, ale również dlatego, że są przeważnie oparte na językach HDL.

Narzędzia oparte na specyfice projektowania układów ASIC są również zwykle nakierowane na weryfikację - absolutny wymóg przy projektowaniu chipów, ze względu na wysokie koszty przygotowania produkcji. Natomiast w świecie tanich układów programowalnych ma to mniejsze znaczenie, gdyż strukturę układu można zmieniać wielokrotnie, i weryfikować metodą prób i błędów.

Główna przeszkoda w dzisiejszym procesie projektowania FPGA to trudność umieszczenia procesora wewnątrz chipu. Choć spotyka się obecnie wiele projektów wykorzystujących w dużym stopniu układy FPGA, prawie zawsze zawierają one osobny procesor, poza strukturą FGPA. Prowadzi to do zwiększenia liczby wejść/wyjść, niezbędnych do połączenia całej logiki systemu mikroprocesorowego, negując część korzyści, jakie przynoszą układy zintegrowane na poziomie chipu FPGA.

Inne przeszkody, które utrudniają przeniesienie procesora do układu FPGA z wykorzystaniem dostępnych obecnie środków, to złożoność procesu komunikacji z procesorem wewnątrz FPGA, niezbędnej podczas jego programowania i uruchamiania kodu. Ponadto dochodzą trudności z pozyskaniem i licencjonowaniem odpowiednich IP-core'ów (rdzeni) procesorów oraz innych komponentów wysokiego poziomu.

Aby nadchodzące niedrogie układy FPGA stały się dostępne dla większości inżynierów, narzędzia muszą być opracowane w taki sposób, aby wykorzystać doświadczenia projektantów nabyte w pracy z klasycznymi projektami PCB. Możliwe stanie się wówczas bezpośrednie ich stosowanie przy projektowaniu systemów na platformie FPGA, włączając w to przeniesienie procesora do chipu oraz projektowanie i uruchamianie oprogramowania wewnątrz niego. Dokładnie temu celowi ma służyć Nexar - najnowszy produkt firmy Altium, który został zaprezentowany na stronie *www.altium.com/nexar*.

Grzegorz Witek

Tekst powstał na podstawie artykułu autorstwa Roba Irwina z firmy Altium, opublikowanego w magazynie EDA NEWS 2003/3.

Dodatkowe informacje

Więcej informacji można uzyskać w firmie Evatronix, tel. (33) 815 92 24, www.evatronix.com.pl