

MIKROPROCESOR A MIKROKONTROLER

PACIOREK Jakub, PL

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest wyjaśnienie zasadniczych różnic pomiędzy elementami składowymi systemu mikroprocesorowego - mikroprocesorem a mikrokontrolerem. Istotny zamiar stanowi również prezentacja scalonych układów cyfrowych, ich budowy i sposobu działania oraz możliwości zastosowań.

Słowa kluczowe: mikroprocesor, mikrokontroler, układ scalony.

MICROPROCESSOR VERSUS MICROCONTROLLER

Abstract

This paper sets out to explain the major differences between the constituent components of a microprocessor system, i.e. microprocessors and microcontrollers. Another goal is to present digital integrated circuits, their structure, modes of operation and the possibilities for application.

Key words: microprocessor, microcontroller, integrated circuit.

Wprowadzenie

Pojęcie mikroprocesora znane jest chyba wszystkim, głównie za sprawą powszechności komputerów klasy PC. Kojarzy nam się on z „sercem” komputera bez którego nie jest on w stanie pracować, a także z dużymi możliwościami i potencjalną tkwiącą w nim siłą. W przypadku mikrokontrolera sprawa wygląda już nieco inaczej. Pojawia się zdziwienie wykazujące nie tylko nieznamość przedmiotu, ale nawet samego określenia. Czasami nawet podświadomie doszukujemy się pomyłki lub zamienności w nazewnictwie (1).

Mikroprocesor jest specjalizowanym układem scalonym bardzo wysokiej skali integracji, zdolnym do realizowania operacji arytmetyczno-logicznych. Sam mikroprocesor bez względu na możliwości i cenę nie jest jednak zdolny do wykonania nawet najprostszego zadania. Dzieje się tak za sprawą iż pozbawiony jest wszystkiego co służy bezpośredniej komunikacji ze światem zewnętrznym w wyniku czego pozbawiony reszty systemu mikroprocesorowego staje się „niemy” i „głuchy”.

Termin mikrokontroler także oznacza układ scalony, różnica jednak polega na tym, że w porównaniu do mikroprocesora zdolny jest on do autonomicznej pracy, czyli w najprostszych zastosowaniach nie wymaga żadnych dodatkowych układów pomocniczych, np. pamięci. Drugą bardzo ważną informacją jest to, że posiada rozbudowany system komunikacji z otoczeniem, zarówno przy użyciu sygnałów cyfrowych jak i analogowych ponieważ musi dysponować układami do komunikacji ze światem zewnętrznym i wewnętrzną pamięcią danych oraz programu. Najważniejsze jest jednak to, że mikrokontroler zawiera w sobie mikroprocesor, stanowiąc jego wyższą elektroniczną formę.

Najistotniejszą różnicę pomiędzy mikroprocesorem a mikrokontrolerem stanowi moc obliczeniowa, czyli zdolność do przetwarzania danych. W przypadku mikrokontrolerów ich głównym atutem jest uniwersalność i łatwość implementacji, a sama wydajność pozostaje na drugim miejscu. Jeśli chodzi o mikroprocesory sytuacja jest odwrotna, to właśnie wydajność

decyduje o ich możliwościach a o konkretnym zastosowaniu decyduje reszta systemu mikroprocesorowego (2).

1 Mikroprocesor - budowa i sposób działania

Jak już powiedzieliśmy na początku mikroprocesor jest specjalizowanym układem scalonym bardzo wysokiej skali integracji, zdolnym do realizowania operacji arytmetyczno-logicznych, a jego działanie zależy od programu, ciągu rozkazów.

Centralna Jednostka Procesora CPU (ang. central processing unit) steruje pracą całego systemu mikroprocesorowego, to znaczy koordynuje działanie wszystkich pozostałych układów. Wykonuje ponadto obliczenia arytmetyczne i logiczne, a także podczas wykonywania instrukcji adresuje pamięć i układy wejścia/wyjścia, odpowiadając tym samym na zewnętrzne sygnały sterujące. Wewnątrz CPU znajdują się odpowiednio ze sobą połączone: rejestry, jednostka arytmetyczno-logiczna ALU (ang. arithmetic logic unit), układy sterujące oraz układ obsługi przerwań. Rejestry stanowią rodzaj pamięci do chwilowego przechowywania różnego rodzaju informacji. Jednostka ALU zawiera sumator umożliwiający dodanie zawartości dwóch rejestrów i służy do wykonywania obliczeń arytmetycznych i operacji logicznych. Układy sterujące na podstawie sygnału zegarowego (taktującego), generują odpowiednie sygnały sterujące pobieraniem kodu instrukcji z pamięci programu i dekodowaniem kodu operacji oraz wysyłają do wewnętrznych i zewnętrznych układów sygnały niezbędne do wykonania przez CPU kolejnych operacji. Układy sterujące odpowiadają również za obsługę przerwań. Zgłoszenie przerwania powoduje, że układ sterujący zawiesza chwilowo wykonywanie programu głównego i wykonuje skok do procedury obsługi przerwania, a po jej wykonaniu wymusza automatyczny powrót do miejsca, w którym przerwane zostało wykonywanie programu głównego (3).

Mikroprocesor stanowi układ sekwencyjny i synchroniczny, oznacza to, że wszystkie operacje wykonywane przez układ procesora odbywają się w określonej kolejności i w ściśle ustalonych momentach czasowych. Musi więc współpracować z generatorem impulsów zegarowych, korzysta on najczęściej z generatorów zewnętrznych (3).

2 Mikrokontroler - na przykładzie mikrokomputera firmy Atmel AT89C2051

Mianem mikrokontrolera określa się pojedynczy układ scalony, którego struktura umożliwia samodzielne wykonywanie operacji arytmetycznych i sterowanie układami lub elementami zewnętrznymi. Mikrokontroler jest zatem układem scalonym zawierającym kompletny system, czyli centralną jednostkę procesora CPU, pamięć i układy wejścia/wyjścia. Mikrokontrolery mają wewnętrzny generator, do którego dołącza się z zewnątrz rezonator kwarcowy lub ceramiczny oraz dodatkowe dwa kondensatory ułatwiające wzbudzenie się generatora. Kompletny system, bez względu na to czy zrealizowany jest na mikroprocesorze czy na mikrokontrolerze nazywany jest systemem mikroprocesorowym (4).

Produkowany przez firmę Atmel mikrokontroler AT89C2051 jest niskonapięciowym mikrokomputerem wykonanym w technologii CMOS, zgodnej z architekturą MCS-51. Powstał przez scalenie w jednej strukturze procesora z rdzeniem '51, pamięci programu FLASH oraz pamięci RAM. Szybki proces zapisu i odczytu oraz niewielkie wymiary pozwalają na stosowanie go w wielu różnych aplikacjach. Mikrokontroler AT89C2051 posiada 2 kB nie ulotnej pamięci programu FLASH, programowanej i kasowanej za pomocą napięcia elektrycznego. Według gwarancji producenta pamięć wytrzymuje do 1000 cykli zapisu/odczytu. Pozostałe charakterystyczne cechy mikrokontrolera to: 128 B pamięci RAM, 15 linii wejść/wyjść, dwa 16-bitowe układy licznikowe, komparator analogowy, interfejs

szeregowy oraz dwupoziomowy układ przerwań. Układ scalony posiada również tryby pracy z redukcją poboru mocy (uśpienie, zamrożenie), częstotliwość taktowania od 0 Hz, a także asynchroniczne ustawianie linii portów w wyniku zerowania mikrokontrolera. Dodatkowa zaleta to możliwość pracy z logiką niskonapięciową 3 V. Opisany mikrokontroler został zastosowany w elektronicznym układzie sterującym pracą serwomechanizmów modelarskich, stanowiących jednostki napędowe w mechanicznym ramieniu robota (5).

3 Zastosowanie scalonych układów cyfrowych

Mikroprocesory znalazły szerokie spektrum zastosowań, głównie w komputerach programowanych przez użytkownika do których należą mikrokomputery osobiste. Począwszy od pierwszych małych komputerów domowych ZX Spectrum, pracujących z zegarem 2,5 MHz aż do nowoczesnych komputerów z procesorem powyżej 2,5 GHz. Mikroprocesory stosowane są również w systemach o dużej wydajności służących symulacji zjawisk meteorologicznych, dynamiki płynów, fraktali oraz grafiki komputerowej. Stosowane są także w systemach wbudowanych które nie dają użytkowi końcowemu możliwości ich programowania. Do takich systemów należy wszelkiego rodzaju sprzęt komputerowy, laboratoryjny (oscylloskopy, generatory, analizatory), a także sprzęt powszechnego użytku taki jak aparaty fotograficzne czy kuchenki mikrofalowe. Mikroprocesory odgrywają także bardzo ważną rolę w instalacjach wojskowych i kosmicznych które ze względu na duży poziom zakłóceń i duży zakres temperatur, wymagają podwyższonej niezawodności. Współczesne mikroprocesory są szeroko stosowane w telekomunikacji jako aparaty abonenckie, centrale, telefaksy, modemy, systemy przywoławcze oraz telefonia bezprzewodowa i komórkowa (6).

Olbrzymie możliwości zastosowań mikrokontrolerów występują w przemyśle, głównie w przyrządach pomiarowych, sterownikach, a także urządzeniach sterujących pracą linii technologicznych. Mikrokontrolery wykorzystywane w technice motoryzacyjnej służą do kontroli i sterowania silników spalinowych z zapłonem iskrowym i samoczynnym, urządzeń klimatyzacyjnych, układów antypoślizgowych i testujących stopień zużycia niektórych elementów (7).

Podsumowanie i wnioski

Najistotniejszą różnicę pomiędzy mikroprocesorami a mikrokontrolerami stanowi moc obliczeniowa, czyli zdolność do przetwarzania danych. W przypadku tych pierwszych to właśnie wydajność decyduje o ich możliwościach, głównym atutem mikrokontrolerów jest natomiast uniwersalność i łatwość implementacji. Drugą zasadniczą różnicą jest to iż mikroprocesor jako pojedynczy element składowy systemu nie jest zdolny do wykonania nawet najprostszego zadania. Mikrokontroler natomiast ze względu na strukturę zdolny jest do autonomicznej pracy, czyli w najprostszych zastosowaniach nie wymaga żadnych dodatkowych układów pomocniczych, np. pamięci. Należy wspomnieć przy tym, że mikrokontroler zawiera w swoim wnętrzu mikroprocesor stanowiąc jego wyższą elektroniczną formę „życia”. Bez względu na to czy system zbudowany jest na mikroprocesorze czy na mikrokontrolerze nazywany jest systemem mikroprocesorowym. Bez użycia centralnej jednostki procesora CPU zbudowanie mikrokontrolera nie byłoby możliwe.

Elektronika w zakresie technik komputerowych należy obecnie do jednej z najszybciej rozwijających się dziedzin techniki. Wystarczy uzmysłowić sobie, że w ciągu kilku ostatnich lat moc obliczeniowa komputerów osobistych wzrosła co najmniej 100-krotnie. Obszar zastosowań mikrokontrolerów zastępuje obecnie to co niegdyś było domeną układów logicznych małej i średniej skali integracji i programowanych układów logicznych. Dzieje się

tak przede wszystkim za sprawą niskiego kosztu (w przypadku prostszych mikrokontrolerów) oraz olbrzymiej elastyczności układu osiąganą dzięki oprogramowaniu. Bez użycia systemów mikroprocesorowych we współczesnych układach elektronicznych realizacja większości funkcji nie byłaby możliwa.

Bibliografia

1. PEŁKA R. *Mikrokontrolery - architektura, programowanie, zastosowania*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1999
2. DACA W. *Mikrokontrolery od układów 8-bitowych do układów 32-bitowych*. Mikom, 2000
3. STARECKI T. *Mikrokontrolery 8051 w praktyce*. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2002
4. BRZOZA-WOCH R. *Mikrokontrolery AT 91SAM7 w przykładach*. Wydawnictwo BTC, Legionowo, 2009
5. JANICZEK J., STĘPIEŃ A. *Systemy mikroprocesorowe. Mikrokontrolery*. Wydawnictwo Centrum Kształcenia Praktycznego, Wrocław, 1997
6. HADAM P. *Projektowanie systemów mikroprocesorowych*. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2004
7. SKORUPSKI A. *Podstawy techniki cyfrowej*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2001

Assessed by: Dr hab. Henryk Noga prof. UP

Contact address:

Jakub Paciorek, mgr inż.
Instytut Techniki
Wydział Matematyczno-Fizyczno-Techniczny
Uniwersytetu Pedagogicznego im. K.E.N
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków, PL
tel. 0048 608486466, e-mail: j-paciorek@wp.pl