

Mikrokontrolery z rdzeniem ARM, część 4

Poprzednio zajmowaliśmy się opisem budowy jednostki centralnej ARM7TDMI-S.

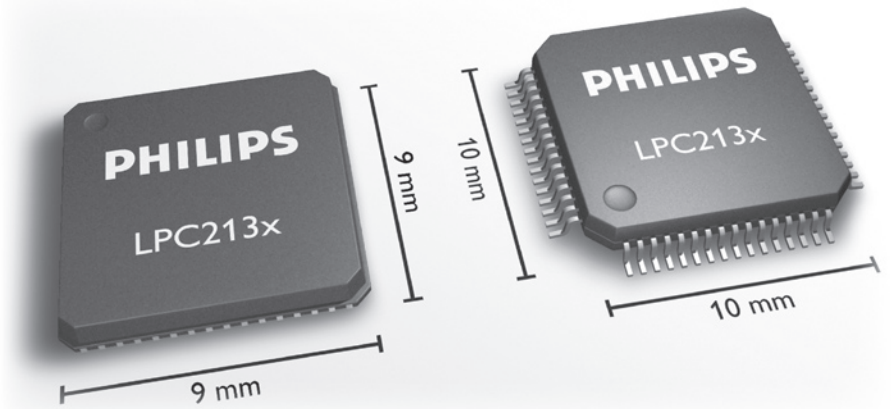
W dalszej części kursu będziemy bazować na dwóch typach mikrokontrolerów opartych na tym rdzeniu: LPC213x oraz jego młodszym bracie LPC214x.

Wybrano te dwa rodzaje układów ze względu na ich niską cenę, bogate wyposażenie w układy peryferyjne oraz zasilanie pojedynczym napięciem. W bieżącym odcinku zapoznamy się ze wstępną charakterystyką mikrokontrolera, sposobem podłączenia zasilania i rezonatora kwarcowego, układem zerowania oraz jego architekturą wewnętrzną.

Podczas projektowania systemu mikroprocesorowego często zastanawiamy się jaki mikrokontroler wybrać dla danego zastosowania. Oprócz odpowiedniej mocy obliczeniowej kluczowe znaczenie ma także bogate wyposażenie w układy peryferyjne. Im więcej zasobów będzie się znajdować we wnętrzu mikrokontrolera, tym mniej dodatkowych układów będziemy musieli dołączyć na zewnątrz, a co za tym idzie projekt płytki drukowanej będzie prostszy.

Mikrokontrolery LPC213x/214x są dość bogato wyposażone w układy peryferyjne. Oprócz wbudowanej wewnętrznej pamięci Flash i ROM w ich wnętrzu znajdują się (rys. 6 i rys. 7):

- porty wejścia-wyjścia GPIO;
- jeden lub dwa 10-bitowe przetworniki A/C z 8- (LPC213x) lub 6-wejściowym (LPC214x) multiplexerem;
- pojedynczy 10-bitowy przetwornik C/A;
- dwa 32-bitowe timery z 32-bitowym preskalarem. Każdy z timerów posiada 4 kanały przechwytyjące, 4 kanały porównujące oraz 6 kanałów PWM;
- układ watchdog;



- zegar RTC z niezależnym generatorem 32,768 kHz oraz osobnym wejściem zasilającym;
- 2 porty szeregowe UART (zgodne programowo z układem 16550) służące do asynchronicznej transmisji szeregowej;
- kontroler I2C – interfejs I2C jest popularnym synchronicznym interfejsem szeregowym opracowanym przez firmę Philips, służącym do komunikacji z innymi układami wewnątrz systemu;
- kontroler SPI – interfejs SPI jest szybkim szeregowym interfejsem synchronicznym służącym do komunikacji pomiędzy procesorem a układami peryferyjnymi;
- kontroler SSP – jest rozbudowanym kontrolerem synchronicznej transmisji szeregowej, potrafiącym pracować w trybach magistrali SPI, 4-wire SSI oraz Microwire;
- wektoryzowany kontroler przerwań (VIC);
- wewnętrzną pętlę PLL służącą do powielania częstotliwości kwarcu;
- dodatkowo LPC214x wyposażono w kontroler

USB z kanałem DMA oraz dodatkowy układ PLL.

Drobnym mankamentem mikrokontrolerów LPC213x/214x jest brak wewnętrznej pamięci EEPROM, jednak problem ten można prosto rozwiązać dołączając do magistrali I2C pamięć np. z rodziny AT24Cxx.

W tab. 5 przedstawiono poszczególne typy układów LPC213x/

32 / 64 / 128 / 256 / 512 KB ISP IAP 128-b wide FLASH	E-ICE / RTM Interface Embedded Trace
8 / 16 / 32 KB SRAM	Vectored Interrupt Controller
AHB Interface 32-bit ARM7TDMI-S™ APB Interface	
Power Management, RTC, WDT, PLL	
2 x 8 Channel 10-bit A/D Converter (LPC2134, LPC2136 and LPC2138) 1 x 8 Channel 10-bit A/D Converter (LPC2132) 1-Channel 10-bit DAC (no DAC on LPC2131)	
Capture / Compare Timer 0 / 1	PWM
UART0	2 x I ² C
UART1 (Modem Control LPC2138 only)	SPI 0, 1
I/O Ports (47)	

Rys. 6.

Up to 512 KB ISP/IAP 128-bit wide Flash	E-ICE / RTM Interface Embedded Trace
Up to 40 KB SRAM	Vectored Interrupt Controller
AHB Interface 32-bit ARM7TDMI-S™ APB Interface	
Power Management, RTC, WDT, PLL	
10-bit A/D Converter	USB 2.0 Full Speed Device
Capture / Compare Timer 0 / 1	PWM
UART0	2 x I ² C
UART1	SPI 0, 1
I/O Ports (45)	

214x wraz krótką charakterystyką ich zasobów.

Mikrokontrolery są dostępne w obudowach TQFP64 i są ze sobą kompatybilne pod względem rozmieszczenia wyprowadzeń, różnią się tylko rozmiarem pamięci oraz liczbą wbudowanych układów peryferyjnych. Do dyspozycji mamy układy o pojemności pamięci od 32 kB do 512 kB Flash i od 8 do 40 kB RAM, więc możemy wybrać odpowiedni układ na miarę naszych potrzeb.

Porty IO oraz zasilanie mikrokontrolera

Mikrokontrolery LPC213x/214x dostępne są w niewielkich 64-pinowych

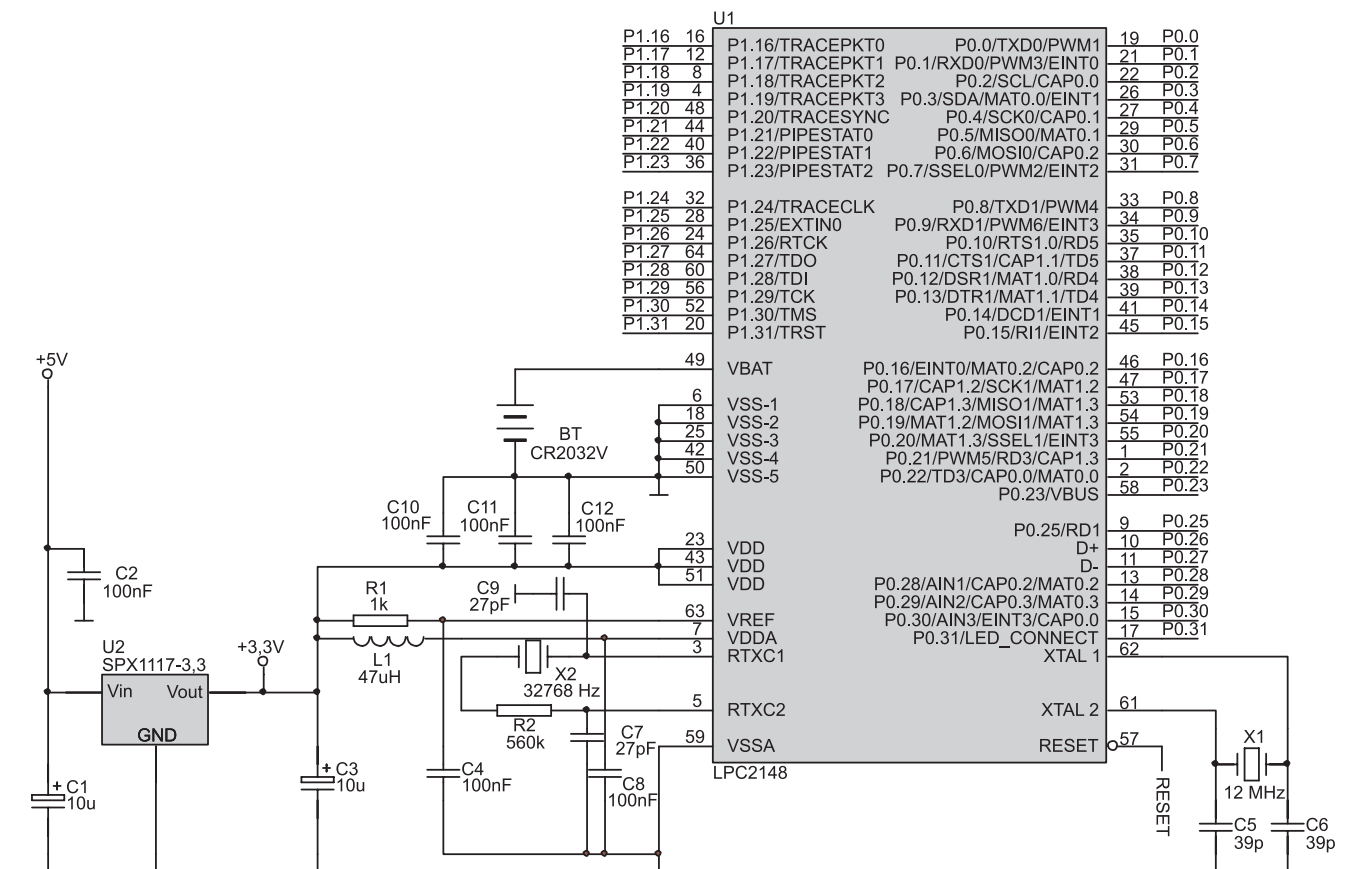
obudowach TQFP64. Pomimo małego rastra wyprowadzeń (0,5 mm), przy odrobinie wprawy, także w warunkach amatorskich nie powinno być problemu z ich montażem.

Jak większość współczesnych układów cyfrowych, mikrokontrolery LPC213x/4x są dostosowane do zasilania pojedynczym napięciem 3,3 V ±10%. Linie I/O są przystosowane do współpracy z układami zasilanymi napięciem o wartości 5 V.

Mikrokontrolery wyposażono w 32-bitowe porty wejścia-wyjścia P0 i P1, przy czym port P1 ma wyprowadzone tylko 16 najstarszych bitów (P1.16...P1.31). Wszystkie porty są dwukierunkowe i mają maksymalną wydajność prądową do 45 mA, zarówno od plusa, jak i minusa napięcia zasilającego. Każde z wyprowadzeń ma przypisaną od jednej do trzech funkcji alternatywnych. (np. wejście przetwornika A/C).

Ze względu na zakłócenia powstające w cyfrowej części mikrokontrolerów, rozdzielono napięcia zasilające część cyfrową i analogową. Do zasilania części cyfrowej służą wyprowadzenia Vdd (+) oraz Vss (-), natomiast zasilanie części analogowej stanowią wyprowadzenia Vdda (+) oraz Vssa (-).

Rys. 7.



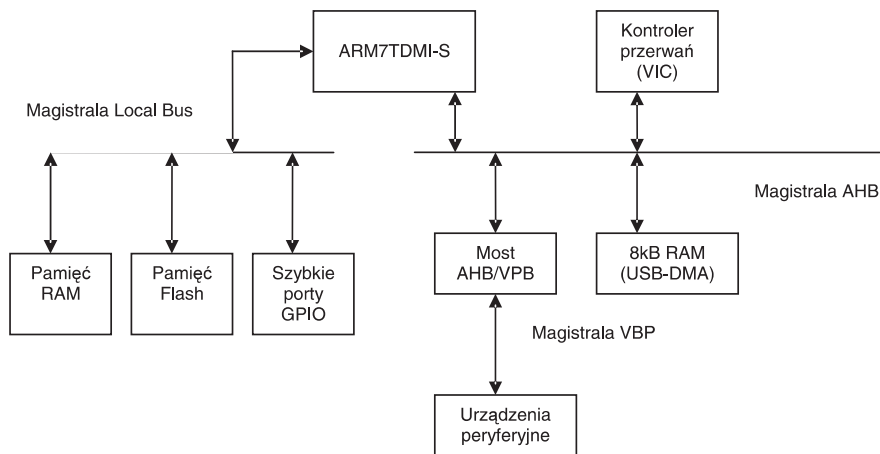
Rys. 8.

Tab. 5. Charakterystyka mikrokontrolerów LPC213x/214x

Typ	Flash	RAM	A/C	C/A	Timery	RTC	SPI/SSP	I2C	UART	USB
LPC2131	32 kB	8 kB	1	–	2	1	2	1	2	–
LPC2132	64 kB	16 kB	1	1	2	1	2	1	2	–
LPC2134	128 kB	16 kB	2	1	2	1	2	1	2	–
LPC2136	256 kB	32 kB	2	1	2	1	2	1	2	–
LPC2138	512 kB	32 kB	2	1	2	1	2	1	2	–
LPC2141	32 kB	8 kB	1	–	2	1	2	1	2	1
LPC2142	64 kB	16 kB	1	1	2	1	2	1	2	1
LPC2144	128 kB	16 kB	2	1	2	1	2	1	2	1
LPC2146	256 kB	40 kB	2	1	2	1	2	1	2	1
LPC2148	512 kB	40 kB	2	1	2	1	2	1	2	1

Podczas projektowania płytki drukowanej musimy pamiętać o prawidłowym zasilaniu części analogowej i cyfrowej. Masy analogowe i cyfrowe powinny być prowadzone oddzielnie i spotykać się w jednym punkcie. Napięcie zasilające V_{dda} powinno być odfiltrowane chociażby za pomocą prostego filtra RC lub jeszcze lepiej LC (jak choćby na rys. 8). W celu eliminacji zakłóceń musimy także pamiętać o kondensatorach blokujących, które powinny znajdować się jak najbliżej wyprowadzeń mikrokontrolera.

Wbudowany układ RTC ma wprowadzone oddzielne napięcie zasilające V_{bat}, które można wykorzystać do podtrzymania pracy zegara. Do poprawnego działania zegara wymagane jest napięcie zasilające o wartości od 2 do 3,6 V, przy poborze prądu o wartości 20 μ A, co pozwala zasilac układ zegara np. z małej baterii litowej. Przy projektowaniu zasilania awaryjnego zegara RTC, musimy pamiętać o tym, że podczas pracy aktywnej mikrokontrolera prąd pobierany przez zegar RTC wzrasta do poziomu 80 μ A. Układ



Rys. 9.

powinien być, więc zaprojektowany tak, aby podczas normalnej pracy zasilanie zegara RTC odbywało się z napięcia głównego, a nie z baterii podtrzymującej. Do prawidłowej pracy zegara RTC wymagane jest podłączenie do pinów RTXC1 i RTXC2 rezonatora kwarcowego o częstotliwości 32,768 kHz. Mikrokontrolery LPC213x/214x nie posiadają wbudowanego źródła napięcia referencyjnego, dlatego do prawidłowej pracy przetwornika A/C i C/A konieczne jest podanie do pinu V_{ref} napięcia referencyjnego. Napięcie to powinno zawierać się w przedziale (3,0...3,3 V). W przypadku, gdy zależy nam na dokładnych pomiarach należy zastosować zewnętrzny układ napięcia referencyjnego np. TL431. Natomiast, gdy pomiary nie muszą być precyzyjne pin V_{ref} można połączyć bezpośrednio z zasilaniem analogowym mikrokontrolera (V_{dda}). Mikrokontroler w stanie aktywnym pobiera prąd rzędu 15 mA przy częstotliwości taktowania 10 MHz, natomiast przy 60 MHz pobór prądu wzrasta do ok. 55 mA. W trybie uśpienia (*Power Down*) jest pobierany prąd o wartości około 60 μ A.

Magistrale wewnętrzne

Każda jednostka centralna do prawidłowej pracy wymaga otoczenia, takiego jak pamięć operacyjna czy układy peryferyjne. Układy te są dołączane do CPU za pomocą magistral. Proste 8/16-bitowe systemy mikroprocesorowe posiadały najczęściej jedną magistralę, do której podłączone były wszystkie układy współpracujące. Szybko okazało się jednak, że takie rozwiązanie jest niewystarczające z uwagi na ograniczoną przepustowość.

ARM-ia

W naszej ofercie znajdują się mikrokontrolery z rdzeniem ARM dwóch dużych producentów:

PHILIPS

Jeśli potrzebujesz ARM-a wyposażonego w pamięć Flash i rozbudowane peryferia – dobrze traficie!

FUTURE ELECTRONICS POLSKA Sp. z o.o.
03-704 Warszawa, ul. Paniańska 9
tel.: (22) 618 92 02, fax: (22) 618 80 50
<http://www.futureelectronics.com>

wość. Problemem było także to, że do jednej magistrali były podłączone układy o bardzo różnej prędkości działania. Przykładowo, dostęp do bardzo wolnego urządzenia peryferyjnego powodował zablokowanie całej magistrali na czas oczekiwania na dane z tego urządzenia. W systemach 32-bitowych wprowadzono kilka oddzielnych magistral, co umożliwia znaczne zwiększenie wydajności. W dużych systemach mikroprocesorowych istotny jest także problem kompatybilności, gdyż wprowadzenie nowej szybszej magistrali powoduje, że układy współpracujące ze starą magistralą stają się zupełnie bezużyteczne. Poza tym nie wszystkie układy peryferyjne wymagają dużej szybkości pracy. Rozwiązaniem tych problemów jest opracowanie układu pomostu pośredniczącego pomiędzy nową (szybką), a starą (wolną) magistralą. Rdzeń ARM7TDMI-S posiada dwie magistrale mianowicie: magistralę lokalną (*local bus*) oraz magistralę AHB (*Advanced High Performance Bus*).

Magistrala lokalna wykorzystywana jest najczęściej do podłączenia pamięci operacyjnej, natomiast magistrala AHB służy do podłączenia urządzeń peryferyjnych. Podłączenie urządzeń peryferyjnych i pamięci do oddzielnej magistrali zapewnia większą wydajność systemu. W mikrokontrolerach LPC213x do magistrali lokalnej podłączona jest pamięć Flash i SRAM, natomiast do magistrali AHB podłączony jest kontroler przerwań VIC (*Vectorized Interrupt Controller*) oraz most do magistrali VBP (*VLSI peripheral bus*). Magistrala VBP służy do podłączenia wszystkich pozostałych układów peryferyjnych mikrokontrolera. Zastosowanie dodatkowej magistrali (VPB) umożliwia pracę wolniejszych urządzeń bez spowalniania pozostałych układów mikrokontrolera. Po starcie magistrala VPB pracuje z 1/4 prędkości jednostki CPU, jednak wszystkie wbudowane peryferia umożliwiają pracę z pełną częstotliwością CPU (60 MHz). Na rys. 9 przedstawiono architekturę wewnętrzną mikrokontrolerów LPC213x/214x.

Warto w tym miejscu wspomnieć, że w mikrokontrolerach LPC213x porty wejścia-wyjścia (I/O) są podłączone do CPU za pomocą magistrali VBP, tak więc dostęp do nich jest stosunkowo wolny, co było już sygnalizowane na łamach EP. Konstruktorzy Philipsa szybko zauważyli ten problem i w mikrokontrolerach LPC214x porty IO podłączone są do magistrali lokalnej (*Local Bus*), co zapewnia bardzo krótki czas dostępu. W mikrokontrolerach LPC2146/2148 do magistrali AHB dołączono także dodatkowe 8 kB pamięci RAM, która jest wykorzystywana przez kanał DMA kontrolera USB. Wykorzystanie DMA umożliwia transfer danych pomiędzy USB, a pamięcią, bez ingerencji jednostki centralnej. Pomimo, iż układy peryferyjne podłączone są do różnych magistral, z punktu widzenia programisty wszystkie zasoby są widoczne w liniowej 32-bitowej przestrzeni adresowej.

Lucjan Bryndza, EP
lucjan.bryndza@ep.com.pl

ARM7TDMI®
ADuC7000

...układy i narzędzia uruchomieniowe - już dostępne !

ANALOG DEVICES

ALFINE
uznany dostawca rozwiązań dla
ANALOG DEVICES
teraz, jako partner

THE DSP COLLABORATIVE
ANALOG DEVICES

www.analog.com/dsp/3rdparty

ALFINE P.E.P.
ul. Poznańska 30-32 • 62-080 Tarnowo Podgórne
tel.: (61) 89 66 934, 89 66 936 • fax: (61) 81 64 414, 81 64 076
e-mail: analog@alfine.pl • http://www.alfine.pl

Designed by Etkon-Fixon • reklama_ELE_30