

ARMputer z mikrokontrolerem LPC22xx i dodatkowymi pamięciami SRAM/Flash, część 1 AVT-989



32-bitowe mikrokontrolery z rodziny LPC2000 zdominowały rynek ARM-ów. Ich wewnętrzne wyposażenie jest w większości przypadków wystarczające, ale coraz większa liczba użytkowników – zwłaszcza tych, którzy zamierzają stosować systemy operacyjne różnej maści – odczuwa brak wbudowanych odpowiednio dużych pamięci (SRAM i Flash). W artykule przedstawiamy lekarstwo na większość typowych kłopotów tego typu.

Rekomendacje:

polecamy fanom nowoczesnych rozwiązań „mikrokontrolerowych”, szczególnie tym, którzy chcą w swoich projektach stosować coraz bardziej popularne ARM-y.

Większość mikrokontrolerów z rodziny LPC2000 – poza bogatym standardowym wyposażeniem – wyposażono także w wewnętrzną pamięć SRAM i Flash. Zazwyczaj dostępne zasoby są wystarczające, ale zdarzają się aplikacje o większych niż przeciętne wymaganiach pamięciowych – na przykład systemy operacyjne. Z myślą o takich właśnie potrzebach opracowano ARMputer prezentowany w artykule, który poza 8 Mb zewnętrznej pamięci SRAM (o 32-bitowym słowie danych) i 32 Mb zewnętrznej pamięci Flash, charakteryzuje się także kompaktową budową.

Opis układu

Schemat elektryczny ARMputera pokazano na **rys. 1**, a na **rys. 2** pokazano schemat elektryczny dwunapięciowego zasilacza i dwukanałowego interfejsu RS232 z umożliwiającą programowanie ISP pamięci Flash mikrokontrolera. Wszystkie te elementy zintegrowano na jednej płytce drukowanej, dzięki czemu użytkownik ma do dyspozycji kompaktowy komputer zasilany napięciem o wartości 5 V.

„Sercem” urządzenia może być dowolny mikrokontroler z serii LPC22xx (LPC2210, LPC2212, LPC2214, LPC2220, LPC2290, LPC2292, LPC2294), z których niektóre są wyposażone w wewnętrzną pamięć Flash, a niektóre (LPC2210, LPC2220) są jej pozbawione. Wszystkie wymienione mikrokontrolery wyposażono natomiast w sterownik EMC (*External Memory Interface*) i magistrale umożliwiające dołączenie zewnętrznych pamięci (także 32-bitowych), których wykorzystanie powoduje zmniejszenie liczby dostępnych dla użytkownika uniwersalnych linii I/O.

Pamięć Flash dołączona do mikrokontrolera U2 ma 16-bitową ma-



Pod adresem <http://www.flashmagictool.com/> jest dostępny bezpłatny program umożliwiający programowanie ISP wewnętrznej pamięci Flash mikrokontrolerów LPC2000. Publikujemy go na CD-EP6/2007B.

gistrzę danych, podobnie jak pamięci SRAM, których zastosowano dwie. Dzięki temu mikrokontroler ma 32-bitowy dostęp do przechowywanych w nich danych, co ma spory wpływ na prędkość dostępu do przechowywanych w SRAM danych. W przypadku zastosowania pamięci SRAM wolniejszych niż w egzemplarzu modelowym (10 ns), może się okazać konieczne wpro-



Czytelnikom zainteresowanym 32-bitowymi mikrokontrolerami z rdzeniami ARM polecamy *Elektronikę Praktyczną Plus*, poświęconą w całości właśnie im. Można ją nabyć m.in. w internetowym sklepie: http://www.sklep.avt.pl/go/_info?id=47005.

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytką o wymiarach: 108x78 mm
- Napięcie zasilania: 5...7,5 V
- Pojemność zewnętrznej pamięci Flash: 32 Mb
- Pojemność zewnętrznej pamięci SRAM: 8 Mb
- Możliwość współpracy z mikrokontrolerami: LPC2210, LPC2212, LPC2214, LPC2220, LPC2290, LPC2292, LPC2294
- Wbudowany interfejs do programowania ISP
- Dwa kanały RS232
- Złącze JTAG
- Liczba dostępnych uniwersalnych linii I/O: 38
- Linie I/O kompatybilne z układami cyfrowymi 5 V

wadzenie opóźnień w cyklach zapisu i odczytu, co – na szczęście – umożliwi na drodze programowej wbudowany w mikrokontroler sterownik EMC.

Stabilizatory IC7 i IC8 zapewniają stabilizowane napięcie zasilania dla rdzenia mikrokontrolera (1,8 V) i portów I/O (3,3 V). Na złącze szpilkowe JP10 wyprowadzono te napięcia, co pozwala użytkownikowi zasilić układy dołączone do

ARMputera – trzeba jedynie zadbać o to, żeby nie przeciążyć stabilizatorów. Złącze JP9 służy do dołączenia interfejsu JTAG (np. uLINK, uLINK 2 lub prostszych, jak ZL14PRG firmy Kamami), a jumper JP2 i JP3 umożliwiają wybranie użytkownikowi źródła *bootowania* mikrokontrolera po jego wyzerowaniu. W tab. 2 zestawiono możliwe sposoby *bootowania* w zależności od ustawienia tych jumperów.

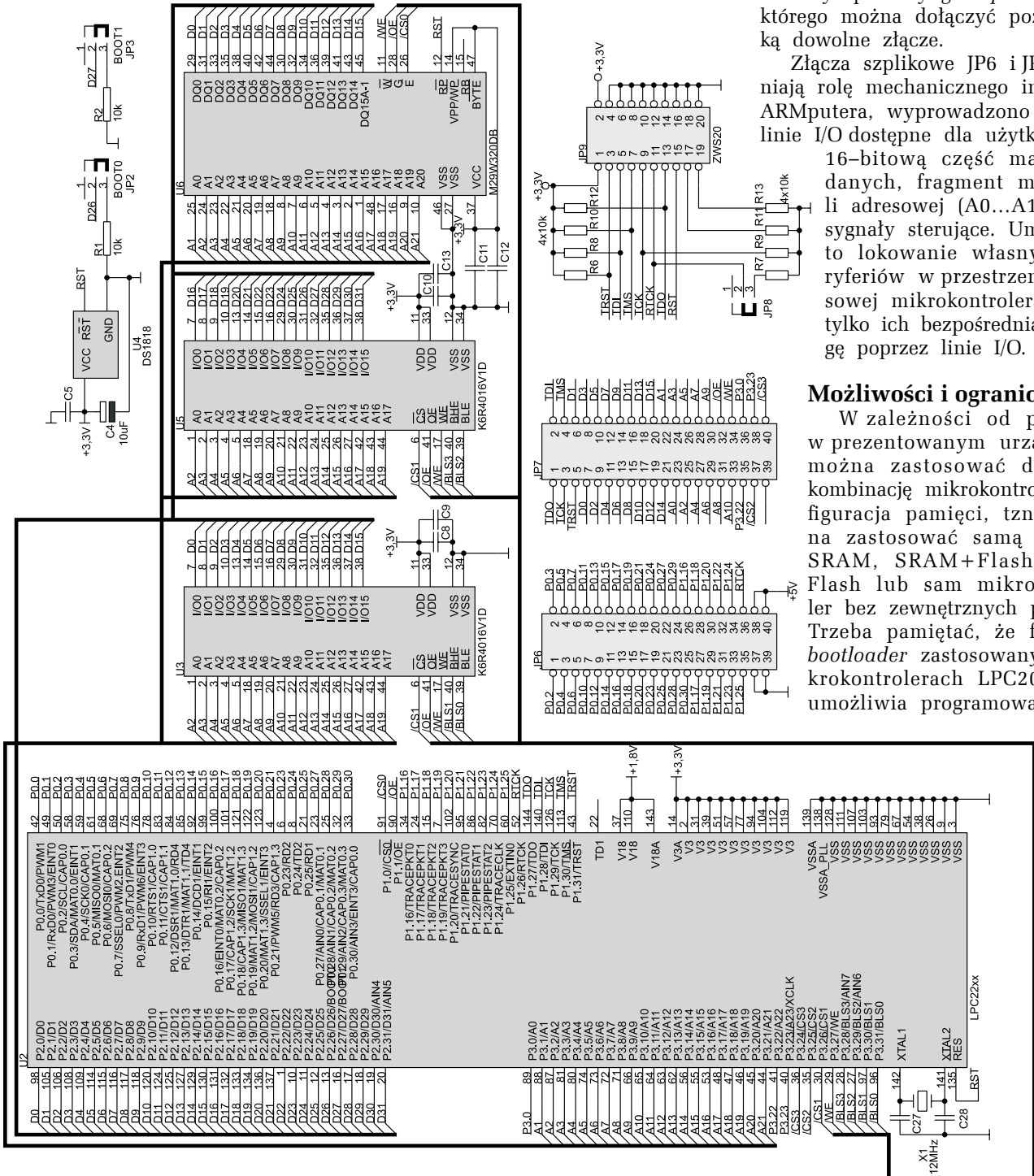
Tranzystory T1 i T2 wraz z elementami towarzyszącymi (w tym układem U1) tworzą klasyczny interfejs służący do automatycznego uruchamiania *bootloadera*, w który są fabrycznie wyposażone wszystkie mikrokontrolery z rodziny LPC2000.

Jeden kanał interfejsu RS232 (Tx/D0/Rx/D0) wyposażono w gniazdo DB9F, które zamontowano na płycie urządzenia. Jako złącze drugiego kanału RS232 (Tx/D1/Rx/D1) zastosowano trzyszpilkowy *gold-pin* JP1, do którego można dołączyć poza płytką dowolne złącze.

Złącza szpilkowe JP6 i JP7 spełniają rolę mechanicznego interfejsu ARMputera, wyprowadzono na nie linie I/O dostępne dla użytkownika, 16-bitową część magistrali danych, fragment magistrali adresowej (A0...A10) oraz sygnały sterujące. Umożliwia to lokowanie własnych periferiów w przestrzeni adresowej mikrokontrolera, a nie tylko ich bezpośrednią obsługę poprzez linie I/O.

Możliwości i ograniczenia

W zależności od potrzeb, w prezentowanym urządzeniu można zastosować dowolną kombinację mikrokontroler/konfiguracja pamięci, tzn.: można zastosować samą pamięć SRAM, SRAM+Flash, samą Flash lub sam mikrokontroler bez zewnętrznych pamięci. Trzeba pamiętać, że firmowy *bootloader* zastosowany w mikrokontrolerach LPC2000 nie umożliwia programowania ze-



Rys. 1. Schemat elektryczny jednostki centralnej

Tab. 1. Wybrane cechy mikrokontrolerów LPC22xx, które mogą być stosowane w prezentowanym urządzeniu

Typ	SRAM [kB]	Flash [kB]	A/C [ch/b]	CAN	Częstotliwość taktowania [MHz]	Inne
LPC2210	16	-	8/10	-	60	-
LPC2212	16	128	8/10	-	60	-
LPC2214	16	256	8/10	-	60	-
LPC2220	64	-	8/10	-	75	-
LPC2290	16	-	8/10	2	60	-
LPC2290/1	64	-	8/10	2	72	Fast GPIO
LPC2292	16	256	8/10	2	60	-
LPC2294	16	256	8/10	4	60	-

Uwaga! Mikrokontrolery wymienione w tabeli są wyposażone w wiele innych układów peryferyjnych, które są dokładnie opisane w firmowej dokumentacji dostępnej na stronie www.standardics.nxp.com oraz na płycie CD-EP6/2007B.

Tab. 2. Możliwe sposoby bootowania mikrokontrolerów LPC22xx w zależności od położenia jumperów JP2 i JP3

JP3 (BOOT1)	JP2 (BOOT0)	Opis
2-3	2-3	Pamięć 8-bitowa na #CS0
1-2	2-3	Pamięć 32-bitowa na #CS0
2-3	1-2	Pamięć 16-bitowa na #CS0
1-2	1-2	Wewnętrzna pamięć Flash

Uwaga! Na szaro zaznaczono konfiguracje bootowania możliwe do zastosowania w ARMputerze opisanym w artykule z pamięciami jak w wykazie elementów.

wewnętrznej pamięci Flash. Do tego celu trzeba wykorzystać dodatkowy *bootloader*, jak choćby opracowany i udostępniony Czytelnikom EP przez Lucjana Bryndzę – opisaliśmy go w EP2/2007, problem był omawiany także EP+ poświęconej mikrokontrolerom ARM. Za pomocą standardowego *bootloadera* można w mikrokontrolerach pozbawionych wewnętrznej pamięci Flash załadować program do SRAM i zainicjować

jego wykonywanie – pozwala to na uruchamianie programów ulokowanych w wewnętrznej pamięci SRAM lub przygotowanie własnego *bootloadera* uruchamianego „nad” fabrycznym.

Zastosowane w urządzeniu pamięci nie są przystosowane do współpracy z układami zasilanymi napięciem większym niż 3,3 V. Powoduje to, że linie I/O mikrokontrolera do których pamięci nie są dołączone mogą współpracować z układami CMOS i TLL zasilanymi napięciem do 5 V, natomiast linie dołączone do wyprowadzeń pamięci – nie. Należy pamiętać o tym ograniczeniu, bowiem – jak pokazała praktyka – linie I/O pamięci SRAM są podatne na przeciążenie napięciowe. Ze względu na dużą szybkość pracy magistral często spotykane rozwiązania dopasowania poziomów napięciowych za pomocą rezystorów włączonych szeregowo pomiędzy linię I/O zasilaną napięciami 5 V i 3,3 V nie sprawdzają się.

W przypadku rozbudowy otoczenia ARMputera, przede wszystkim dołączonego do magistral systemowych, trzeba się liczyć z koniecznością zminimalizowania długości połączeń

zewnętrznych i liczby dołączanych linii I/O – pojemności i indukcyjności pasywnych mogą spowodować niestabilną pracę mikrokontrolera. Wyściem z takiej sytuacji, choć nie zawsze skutkującym, jest zmniejszenie szybkości pracy interfejsu pamięci, można się także pokusić o zastosowanie układów separujących z opcjonalną konwersją napięciową.

Piotr Zbysinski, EP
piotr.zbysinski@ep.com.pl

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 10 kΩ
- R3, R5: 33 kΩ
- R4: 22 kΩ
- R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13: 10 kΩ

Kondensatory

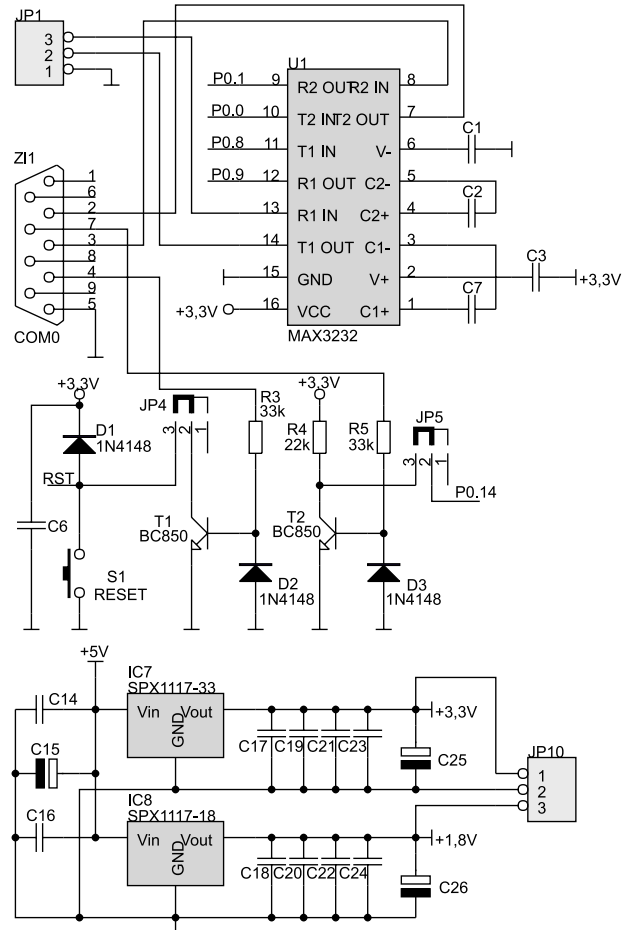
- C1, C2, C3, C7: 1 μF
- C4, C15, C25, C26: 10 μF/10 V
- C5, C6, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22, C23, C24: 100 nF
- C27, C28: 18 pF

Półprzewodniki

- U1: MAX232
- U2: LPC2292/LC2294
- U3, U5: IDT71V416S10PH/TSSOPII
- U4: DS1813/SOT23
- U6: M29W320DB
- IC7: SPX1117-33/TO252
- IC8: SPX1117-18/TO252
- D1, D2, D3: 1N4148
- T1, T2: BC850/SOT23

Inne

- JP1, JP2, JP3, JP4, JP5, JP8, JP10: gold-pin 3x1
- JP6, JP7: gold-piny 20x2
- JP9: IDC10
- X1: 12 MHz/HC49
- Z1: DB9F
- S1: mikroprzełącznik



Rys. 2. Schemat elektryczny układów pomocniczych