

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA ^{CD} + FTP

● Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów

● MAJ ● 05/2011



Konkursy • Prowansja za projekt

TEMAT NUMERU

Zestawy
ewaluacyjne
dla Cortex-M

- Sterownik silnika krokowego z Ethernetem
- Aparatura do zdalnego sterowania
- Mówiący odległościomierz • Pilot do iPod'a
- Odtwarzacz komunikatów głosowych MP3
- Cortexino • Oświetlenie wagonu z DCC
- Wyświetlacz LED do Arduino

inspirujące
użyteczne
projekty

podzespoły
sprzęt

tutoriale

- STM32 i Ethernet • AFE: sposób na sensory
- Energy harvesting – czyli prąd z niczego
- Nagrywarka audio ISD151xx • Oscyloskop Agilent U1252B
- Ujarmianie energii z Metrahit Energy

- Sterowanie diodami LED za pomocą STM32 i PCA9633
- Cyfrowe zwrotnice głośnikowe
- Zestawy ewaluacyjne dla Cortex-M
- Wprowadzenie do Linuxa Embedded

- Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer
- Możliwości energooszczędnych mikrokontrolerów EFM32 w teorii i praktyce
- Kurs programowania mikrokontrolerów PIC
- Technologia GSM w elektronice
- Kurs Arduino

KURSY



Potrzebujesz
podzespołów
do automatyki?

Mamy wszystko w magazynie.

Siemens

Omron

SMC

Weidmüller

ELFA

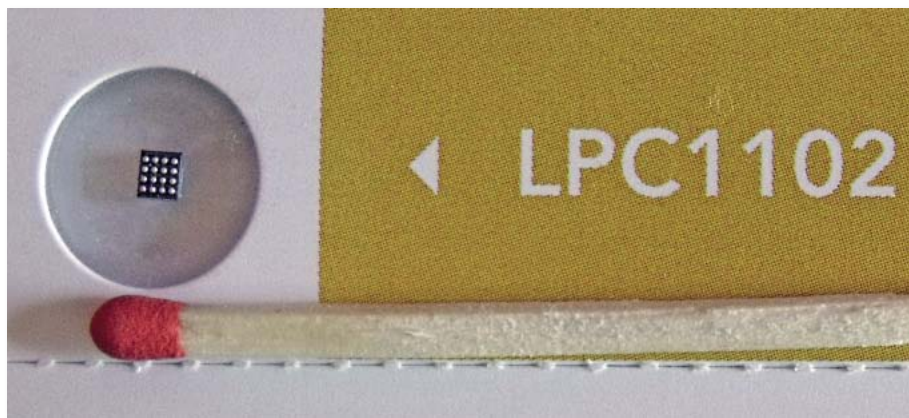


EP ISSN 1230-3526 Indeks 357677

05

32-bitowe „miniaturki”

Jestem subskrybentem newsletter'a rozsyłanego przez firmę NXP. Dzięki temu na bieżąco otrzymuję informacje o różnych nowinkach i nowoczesnych podzespołach, które pojawiają się w ofercie tego producenta. Kiedyś, z ciekawości, zapisałem się do programu próbek rozsyłanych przez NXP i właśnie znalazłem w kopercie nową przesyłkę, która bardzo dobrze wiąże się z tematem bieżącego numeru. Przy okazji chciałbym nadmienić, że nie jest to program zarezerwowany dla przedstawicieli prasy i może się do niego zapisać każdy elektronik. Wróćmy jednak do przesyłki.



Zawartość koperty przedstawia zamieszczona obok fotografia. Jest to mikrokontroler LPC1102 w obudowie BGA. Moc 32-bitowego rdzenia zamknięta na powierzchni 5 mm² w obudowie z 16 wyprowadzeniami. Nieprawdopodobne! Nie sprawdzałem w danych katalogowych, ale policzyłem w pamięci: 16 wyprowadzeń, z czego minimum 2 muszą być przeznaczone na doprowadzenie zasilania – pozostaje 14, a więc niecałe dwa porty 8-bitowe. Dotychczas takie „miniaturki” były wytwarzane na bazie rdzeni 8-bitowych, a tu siła 32-bitowego Cortex-M0! Zaciekało mnie, jakie zasoby ma ta „miniaturka”. Zainteresowanych odsyłam do wyszukiwarki internetowej i katalogów, jednak są one w porównaniu z moim pierwszym komputerem osobistym naprawdę imponujące, a rdzeń ma większą wydajność. Wydaje mi się, że przy takim postępie technologicznym i zaangażowaniu czołowych producentów dyktujących trendy rynkowe, za kilka lat znajomość programowania ARM będzie powszechna, aby nie powiedzieć obowiązkowa. Już kiedyś pisałem o tym, że takie działania dają szansę na ujednolicenie metod programowania mocno zróżnicowanego segmentu embedded i doprowadzenie do rzeczywistych możliwości przenoszenia programów pomiędzy urządzeniami. Dlatego aby ułatwić naszym Czytelnikom zapoznanie się z ARM'ami, tematem bieżącego wydania są zestawy ewaluacyjne dla mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M. Ich oferta jest tak duża, że publikujemy pierwszą część przeglądu, natomiast w kolejnym wydaniu pojawi się kolejna lub kolejne. Oprócz tego można przeczytać ciekawy artykuł nadesłany przez firmę Atmel nt. migracji programów z ARM7 do Cortex-M oraz zapoznać się z projektem płytki kompatybilnej pod względem wyprowadzeń z Arduino (co umożliwia wykorzystanie ogromnej oferty płytek peryferyjnych), jednak wyposażonej w mikrokontroler z rdzeniem Cortex-M0. To zapowiadane w poprzednim numerze Cortexino.

Kwiecień był bardzo brzemienny w wydarzenia dla rynku elektroniki. W marcu wszystkimi wstrząsnęła wiadomość o trzęsieniu ziemi w Japonii i jego skutkach. Wielu producentów podzespołów poniosło znaczne szkody, a do redakcji docierały informacje o zamknięciu niektórych fabryk. W kwietniu gruchnęła wieść o zakupie przez Texas Instruments firmy National Semiconductor (mówi się o tym, że trzęsienie ziemi mogło być przyczyną sprzedaży NS), przez co portfolio produktów tego ostatniego powiększyło się o dodatkowych kilkanaście tysięcy podzespołów. Zapewne marka produktów tak znanych, jak National Semiconductor nie zniknie z rynku, a połączenie działań tych dwóch gigantów zaowocuje opracowaniem i produkcją wielu interesujących podzespołów.

Jacek Bogusz

Miesięcznik „Elektronika Praktyczna” (12 numerów w roku) jest wydawany przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. we współpracy z wieloma redakcjami zagranicznymi.

Wydawca:

AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11
tel.: +48 22 257 84 99, faks: +48 22 257 84 00

Adres redakcji:

03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11
tel.: +48 22 257 84 49, +48 22 257 84 60
tel.: +48 22 257 84 65, +48 22 257 84 48
faks: +48 22 257 84 67
e-mail: redakcja@ep.com.pl
www.ep.com.pl

Redaktor Naczelny:

Wiesław Marciniak

Redaktor Programowy,

Przewodniczący Rady Programowej:
Piotr Zbysiński

Zastępca Redaktora Naczelnego,

Redaktor Prowadzący:
Jacek Bogusz, tel. +48 22 257 84 49

Redaktor Działu Projektów:

Piotr Witczak, tel. +48 22 257 84 61

Redaktor Działu Podzespołów i Sprzętu:

Jerzy Pasierbiński

Szef Pracowni Konstrukcyjnej:

Grzegorz Becker, tel. +48 22 257 84 58

Dyrektor Działu Marketingu i Reklamy:

Katarzyna Wiśniewska, tel. +48 22 257 84 65

Product Manager:

Justyna Warpas, tel. +48 22 257 84 62

Marketing i Reklama:

Katarzyna Gugala, tel. +48 22 257 84 64
Bożena Krzykawska, tel. +48 22 257 84 42
Grzegorz Krzykowski, tel. +48 22 257 84 60
Andrzej Tumański, tel. +48 22 257 84 63
e-mail: reklama@ep.com.pl

Sekretarz Redakcji:

Grzegorz Krzykowski, tel. +48 22 257 84 60

DTP:

Dariusz Welik, tel. +48 22 257 84 48

Projekt graficzny okładek:

Jakub Tarnowski

Redaktor strony internetowej:

Marek Dzwonnik

Stali Współpracownicy:

Arkadiusz Antoniak, Rafał Baranowski, Marcin Chruściel, Jarosław Doliński, Andrzej Gawryluk, Krzysztof Górski, Tomasz Jabłoński, Krzysztof Paprocki, Krzysztof Pławiuk, Sławomir Skrzyński, Jerzy Szczeciński, Ryszard Szymaniak, Marcin Wiązania, Tomasz Włostowski, Robert Wolgajew

Uwaga! Kontakt z wymienionymi osobami jest możliwy via e-mail, według schematu: imię.nazwisko@ep.com.pl

Prenumerata:

tel.: +48 22 257 84 22, faks: +48 22 257 84 00
e-mail: prenumerata@avt.pl
Sklep: tel. +48 22 257 84 66



Wydawnictwo
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
należy do Izby Wydawców Prasy

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o.

03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11

Projekty publikowane w „Elektronice Praktycznej” mogą być wykorzystywane wyłącznie do własnych potrzeb. Korzystanie z tych projektów do innych celów, zwłaszcza do działalności zarobkowej, wymaga zgody redakcji „Elektroniki Praktycznej”. Przedruk oraz umieszczanie na stronach internetowych całości lub fragmentów publikacji zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej” jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu zgody redakcji. Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej”.



EnergyLite

STM32L STM8L

energooszczędne mikrokontrolery
dla aplikacji zasilanych bateryjnie



Energooszczędne mikrokontrolery ST w skrócie:

- wydajne rdzenie (Cortex-M3 w STM32L, STM8 w STM8L)
- nowoczesna architektura
- zaawansowane mechanizmy przyspieszania wykonywania programu
- duża wydajność obliczeniowa
- zaawansowane systemy przerwań
- bogate wyposażenie w peryferia
- wysokie maksymalne częstotliwości taktowania:
 - STM32L do 32 MHz
 - STM8L do 16 MHz
- niewielki pobór mocy:
 - STM32L od 230 $\mu\text{A/MHz}$
 - STM8L od 150 $\mu\text{A/MHz}$

www.st.com



Dystrybutor:

MASTERS Sp. z o.o., ul. Objazdowa 5b, 83-010 Straszyn k. Gdańska
tel. +48 58 691 06 91, masters@masters.com.pl, www.masters.com.pl

Wzmacniacz lampowy o mocy

2×10 W

Projekt nieskomplikowanego, taniego lampowego wzmacniacza mocy do zestawu audio. Pomarańczowy blask, charakterystyczny zapach rozgrzanej bańki lampy, delikatny szum, miękki i przyjemny dźwięk – to są zalety, które umilą słuchanie ulubionej muzyki.

»
strona 22

strona 30

3-kanalowa aparatura do zdalnego sterowania

Projekt prostej aparatury do sterowania modelami pracującej w paśmie ISM. Mimo prostej konstrukcji aparatura ma spore możliwości.

strona 40

strona 46

Mówiący dalmierz

Dalmierz bez wyświetlacza, wypowiadający wynik pomiaru. Dzięki elastyczności programu, poprzez zmianę typu przetwornika odległości, można dostosować zakres pomiarowy do potrzeb, a dzięki precyzyjnej procedurze kalibracji uzyskać dobrą dokładność pomiaru.

Pilot do iPod'a

iPody mają 32-pinowe złącze Dock Connector, które pozwala dołączyć do niego zewnętrzne moduły rozszerzeń. Układ, który prezentujemy umożliwia wygodne, zdalne sterowanie funkcjami iPod'a w trybie odtwarzania muzyki.

strona 33

Odtwarzacz komunikatów MP3 z RS-485 i odbiornikiem RC5

Uniwersalny odtwarzacz komunikatów głosowych MP3 z interfejsem RS-485 oraz odbiornikiem podczerwieni RC5 przeznaczony do wykorzystania m. in. w systemach automatyki domowej.

Projekty

Stereofoniczny wzmacniacz lampowy 2x10 W dla każdego	22
3-kanalowa aparatura do zdalnego sterowania modeli	30
Sterowany za pomocą RS-485 i RC5 odtwarzacz komunikatów MP3	33
Mówiący dalmierz	40
Zdalne sterowanie do iPod'a	46
MechaNet (2). Sterownik silnika krokowego kontrolowany przez Ethernet	50

Miniprojekty

AVTduino LED. Wyświetlacz LED dla Arduino	55
Cortexino. Kompatybilna z Arduino płytka z LPC1114 (rdzeń Cortex-M0)	56
Oświetlenie wagonu z dekodern DCC	58

Notatnik konstruktora

Sterowanie diodami LED za pomocą STM32 i PCA9633	72
Jak przenieść kod z ARM7 do Cortex-M3?	81

Wybór konstruktora

Zestawy ewaluacyjne dla μC z rdzeniami Cortex-M (1)	60
--	----

Sprzęt

4 in 1 – oscyloskop Agilent MSO-X 3054A	86
Ujarmianie mocy multimetrem METRAHIT ENERGY	91

Podzespoły

Energy harvesting, czyli prąd z niczego	121
Cyfrowe rejestratory dźwięku ISD151xx (1)	132

Kursy

Wprowadzenie do Linux'a embedded (2).	
Klawiatura matrycowa, podsystem input, zaawansowana obsługa wejścia – wyjścia	95
Kurs programowania mikrokontrolerów PIC (3).	
Konfigurowanie portów I/O i timerów. Odmierzanie opóźnień	100
Kurs Arduino (2). Oprogramowanie Arduino IDE	106
Sieć ZigBee w praktyce (2). Zaawansowane funkcje modułów Telegesis ETRX357	110
Technologia GSM w elektronice (11). Open AT – Serwis Audio	112
Jaszczurki zaciskają pasa.	
Możliwości energooszczędnych mikrokontrolerów EFM32 w teorii i praktyce (2)	117
Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer Summer 09 (6)	126
Cyfrowe zwrotnice głośnikowe (1). Zagadnienia wstępne	135

Firma prezentuje

XL Star Board. Zestaw deweloperski skonstruowany przez użytkowników portalu internetowego element14	66
Mikrokontrolery z rdzeniem ARM.	
Zestawy uruchomieniowe, narzędzia i komputery jednopłytkowe	68
STM32 i Ethernet: nowości w ofercie KAMAMI	70
Projektuj z Freescale. Seminarium dla konstruktorów systemów embedded	78
Moduły GSM/GPRS i GPS produkcji Quectel z oferty firmy SOS	124

Automatyka i Mechatronika Praktyczna

TIA Portal. Nowa koncepcja projektowania systemów automatyki przemysłowej	149
Pozycjonowanie napędu SINAMICS (1)	151
Czujniki tensometryczne w urządzeniach ważących	154

Konkursy

ST	63
Od wydawcy	4
Nie przeocz. Podzespoły	10
Nie przeocz. Koktajl niusów	16
Sprzężenie zwrotne. Ankieta	18
Prenumerata	19
Nie przeocz. Niezbędnik elektronika	21
Info	138
Kramik i rynek	141
Księgarnia wysyłkowa	157
Oferta	159
Zapowiedź następnego numeru	164

optoNCDT czujniki laserowe



Pomiar bezkontaktowy
Szeroki zakres pomiarowy
Duży dystans do mierzonej powierzchni
Bardzo mała plamka pomiarowa
Duże prędkości pomiaru
Wysoka precyzja
Możliwość pomiaru względem prawie wszystkich rodzajów powierzchni



1302
1402

Zakres 5 - 600mm
Rozdzielczość max 1µm
Do instalacji w niewielkich przestrzeniach

KOMPAKTOWY ATRAKCYJNA CENA

WWW.MICRO-EPSILON.PL



www.wobit.com.pl

Doradztwo techniczne
+48 61 291 22 25

Obsługa klienta
+48 61 835 08 00

Internet
wobit@wobit.com.pl

nowe podzespoły

Z kilkuset nowości wybraliśmy te, których nie wolno przeoczyć
Bieżące nowości można śledzić na www.elektronikaB2B.pl

Cyfrowe czujniki temperatury z pamięcią EEPROM i nieulotnymi rejestrami konfiguracyjnymi

Na targach Embedded World firma Atmel zaprezentowała rodzinę cyfrowych czujników temperatury z wbudowanym zestawem rejestrów nieulotnych przeznaczonych do przechowywania danych konfiguracyjnych i szeregową pamięcią EEPROM służącą do przechowywania dowolnych parametrów aplikacji użytkownika. Taka architektura pozwala na automatyczne ustawianie właściwej konfiguracji po włączeniu napięcia zasilającego bez potrzeby interwencji mikroprocesora. Czujniki rodziny AT30TS750 są kompatybilne pod względem rozkładu wyprowadzeń z popularnymi czujnikami standardu XX75 oferowanymi przez innych producentów. Występują w pięciu wersjach: bez rejestrów nieulotnych i pamięci EEPROM (AT30TS75), z rejestrami nieulotnymi i bez pamięci EEPROM (AT30TS750) oraz z rejestrami nieulotnymi i pamięcią EEPROM (AT30TS752, -4, -8 o pojemności odpowiednio 2, 4 i 8 kb). Są dostępne w 8-wyprowadzeniowych obudowach MSOP, SOIC i UDFN. Pozwalają na zaprogramowanie dolnej i górnej temperatury progowej oraz rozdzielczości w zakresie od 9 do 12 bitów. Zawierają interfejs I²C/SPI mogący także pracować w trybie high speed z maksymalną częstotliwością taktowania 3,4 MHz. Udostępniają trzy tryby pracy: z ciągłym monitorowaniem temperatury, one shot z wyzwalanym pomiarem temperatury oraz shutdown.

Ważniejsze parametry:

- zakres pomiarowy: od -40°C do +125°C,
- typowa dokładność: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ w zakresie 0...+85°C ($\pm 1,0^\circ\text{C}$ w zakresie -20...+105°C, $\pm 2,0^\circ\text{C}$ w zakresie -40...+125°C),
- maksymalny błąd pomiaru: $\pm 1^\circ\text{C}$ w zakresie 0...+85°C ($\pm 2^\circ\text{C}$ w zakresie -5...+105°C, $\pm 3^\circ\text{C}$ w zakresie -40...+125°C),
- rozdzielczość: 9...12 bitów (0,5°C...0,0625°),
- napięcie zasilania: 2,7...5,5 V,
- pobór prądu: 45 μA w stanie aktywnym, 0,1 μA w trybie shutdown.

<http://www.atmel.com>

Regulator POL o wymiarach 7,7 mm×7,7 mm×1,7 mm i wydajności prądowej 35 A

International Rectifier rozszerza ofertę wysokoprądowych regulatorów napięcia o dwa nowe układy produkowane w obudowach LGA: 25-ampereowy iP1827 i 35-ampereowy iP1837. Są to regulatory pracujące w zakresie napięcia wejściowego od 1,5 do 16 V, charakteryzujące się dużą dokładnością wbudowanego źródła referencyjnego wynoszącą $\pm 0,5\%$ w całym dopuszczalnym zakresie temperatury. Zawierają tranzystor sterujący MOSFET, tranzystor synchroniczny FETKY, diodę bootstrap, kondensator bootstrap i zabezpieczenie nadprądowe. Wymagają dołączenia jedynie elementów pasywnych. Są przeznaczone do zasilania przede wszystkim niskonapięciowych mikroprocesorów o dużej mocy obliczeniowej i układów ASIC. Umożliwiają stabilizację

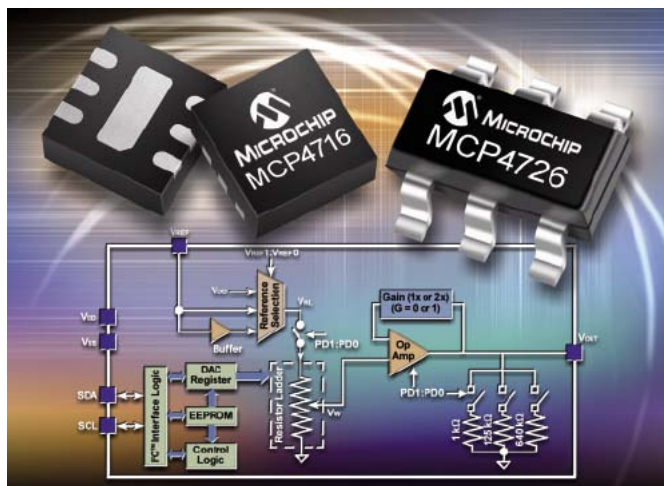


napięcia wyjściowego w zakresie od 0,6 V do 75% V_{IN} . Częstotliwość taktowania może być regulowana w zakresie od 250 kHz do 1,5 MHz. Do standardowego wyposażenia należy zabezpieczenie nadnapięciowe i termiczne, programowalny układ miękkiego startu, wejście Enable i wyjście sygnalizacyjne Power Good.

<http://www.irf.com>

Tanie 8/10/12-bitowe przetworniki C/A z nieulotną pamięcią konfiguracyjną EEPROM

Firma Microchip wprowadziła do sprzedaży serię trzech przetworników C/A z nieulotną pamięcią konfiguracyjną, charakteryzujących się rozdzielczością 8, 10 i 12 bitów (ozn. odpowiednio MCP4706, MCP4716 i MCP4726). Są to miniaturowe układy produkowane w obudowach typu SOT23-6 i DFN-6 wyposażone w interfejs szeregowy I²C. W wewnętrznej pamięci nieulotnej przechowywany jest stan rejestru wejściowego oraz bity konfiguracyjne określające wartość wzmocnienia (1 lub 2 V/V), źródło napięcia referencyjnego (VDD lub VREF) i konfigurację linii wyjściowej VOUT w trybie power-down (rozwarta lub zwarta do masy rezystancjami 1 k Ω /125 k Ω / 640 k Ω).



Zestawy startowe SIMATIC S7-1200

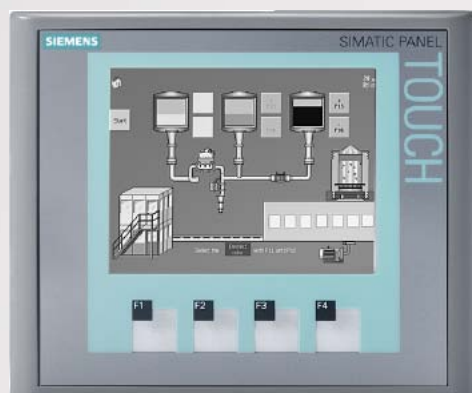


Zestaw SIMATIC S7-1200

CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,

Dostępny już za 1200 zł*

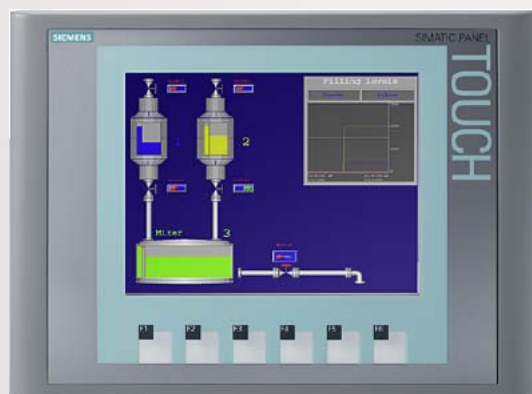
Nr zam. 6ES7 212-1BD30-4YB0



Zestaw SIMATIC S7-1200 + KTP 400 Basic

CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
Panel KTP400 Basic mono PN,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,

Nr zam. 6AV6 651-7AA01-3AA0



Zestaw SIMATIC S7-1200 + KTP 600 Basic

CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
Panel KTP600 Basic color PN,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,

Nr zam. 6AV6 651-7DA01-3AA0

Zestawy startowe S7-1200

Zestaw startowy jest doskonałym narzędziem, za pomocą którego można zapoznać się ze wszystkimi funkcjami sterownika SIMATIC S7-1200 w oparciu o oprogramowanie Step7 Basic. Produkt do kupienia u autoryzowanych dystrybutorów: www.siemens.pl/simatic/dystrybutorzy

* Sugerowana cena detaliczna netto.

www.siemens.pl/S7-1200

SIEMENS



Stereofoniczny wzmacniacz lampowy 2×10 W dla każdego



Tranzystory zaczęto stosować ponad 40 lat temu. Od tamtego czasu na dobre zagościły w różnych urządzeniach powszechnego użytku. Lecz od jakiegoś czasu daje się zauważyć „moda” na posiadanie wzmacniacza lampowego. Pomarańczowy blask, charakterystyczny zapach rozgrzanej bańki, delikatny szum, miękki i przyjemny dźwięk – to są niewątpliwe uroki lamp, które potrafią w znacznym stopniu umilić słuchanie ulubionej muzyki.

Rekomendacje: wzmacniacz ma stosunkowo prostą, powtarzalną budowę i dzięki temu może być wykonany również przez średniozaawansowanych elektroników.

Aby móc samodzielnie zbudować wzmacniacz lampowy trzeba zrobić niewielką retrospekcję i poznać zasadę działania jego najważniejszego podzespołu – lampy elektronowej.

Każda lampa składa się z podgrzewanej elektrycznie katody, jednej lub więcej siatek oraz anody. Lampa niemająca siatek to dioda. Konstrukcja mechaniczna jest usztywniona mostkami wykonanymi ze szkła lub z miki. Okala ją szklana bądź metalowa bańka,

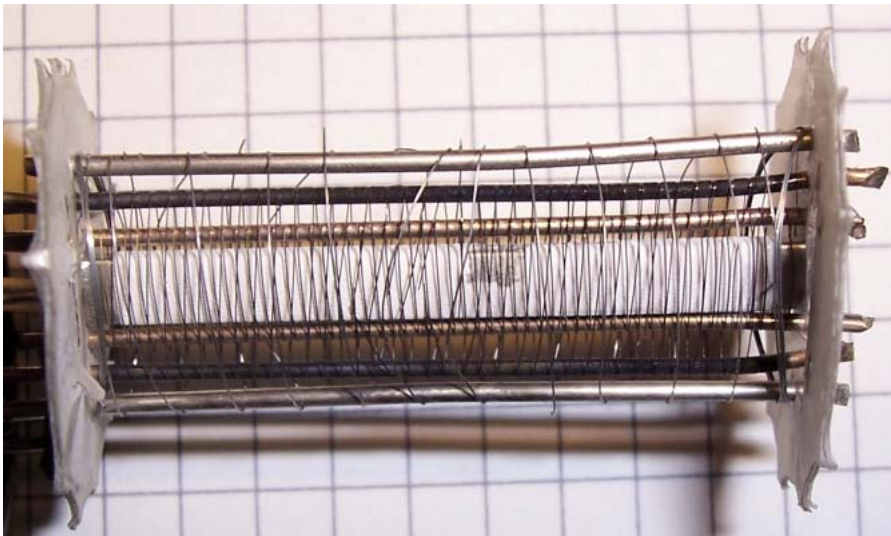
z wnętrza której wypompowano powietrze. Ma to na celu ułatwienie ruchu elektronów od katody do anody. Na **fotografii 1** przykładowy system elektrod lampy, który normalnie jest ukryty wewnątrz blaszanej anody.

W samym centrum umieszczona jest nielowa rurka katody, pokryta białą warstwą tlenków metali, która ułatwia emisję elektronów. Wewnątrz niej znajduje się cienka, odizolowana elektrycznie spiralka, która ogrzewa katodę. Wyemitowane z katody elektrony

są przyciągane w kierunku okalającej ją anody, będącej na wysokim potencjale dodatnim. Pierwsza siatka, sterująca, pozwala na regulację prądu anodowego poprzez zmianę przyłożonego do niej napięcia. W większości małych lamp ma ona potencjał ujemny, przez co nie pozwala elektronom przelecieć dalej. Lampa mająca tylko jedną siatkę to trioda. Została ona zbudowana przez amerykańskiego naukowca Lee de Foresta w 1906 r.

Kolejna siatka, zwana ekranującą, ma za zadanie przyspieszyć elektrony, które zmniejszyły swoją prędkość na skutek odpychającego działania siatki sterującej. Ma wysoki potencjał dodatni, zatem niektóre elektrony uderzają w nią i płynnie przez nią prąd pasożytniczy. Jednak jest ona niezbędna do zwiększenia współczynnika wzmocnienia lampy oraz zmniejszenia pojemności pasożytniczych. Lampa mająca dwie siatki to tetroda.

Następna siatka, zwana zerową bądź antydynatronową, ma luźno ułożone zwoje i ma z reguły potencjał 0 V, czyli połączona



Fotografia 1. Wnętrze lampy 5-elektrodowej (pentody)

jest z katodą (należy pamiętać, że w lampach wszystkie napięcia są mierzone względem katody, a nie masy). Pełni ona ważną funkcję, ponieważ elektrony rozpędzone przez siatkę

ekranującą, mają w pewnych sytuacjach tak wielką energię kinetyczną, że są w stanie wybić z anody inne elektrony, które z kolei lecą w stronę siatki ekranującej. Zwiększają one jej prąd, co jest skutkiem niepożądanym. Efekt ten nosi nazwę zjawiska dynatronowego. Zadaniem siatki zerowej jest zatrzymanie tych elektronów i skierowanie ich z powrotem do katody. Lampa z trzema siatkami to pentoda – takie zastosowano do zbudowania niniejszego wzmacniacza. Specyficznym przypadkiem pentody jest tetroda strumieniowa, np. użyta we wzmacniaczu 6P1P (6П1П). Siatka zerowa ma formę płytek formujących wiązkę elektronów, zaś zwoje siatki sterującej pokrywają się ze zwojami siatki ekranującej, co skutkuje bardzo niskim prądem tej ostatniej.

Istnieją też lampy mające większą liczbę siatek (heksody, heptody, oktody itd.), kilka systemów w jednej bańce (duodiody, duotriody, triodo-pentody, diodo-duodiody, triody itd.), bądź specyficzny kształt elektrod (kineskopy, „magiczne oczka”, wyświetlacze VFD) lub wypełnione są odpowiednim gazem pod zmniejszonym ciśnieniem (neony, tyratrony, wyświetlacze NIXIE).

Budowa i zasada działania

Po omówieniu zasady działania lampy, najwyższy czas przejść do opisu wzmacniacza. Schemat części lampowej pokazano na rysunku 2. Składa się z dwóch identycznych kanałów, zatem przeanalizowany zostanie tylko jeden.

W jednym kanale pracują cztery lampy: dwie 6Z1P (6Ж1П) i dwie 6P1P (6П1П). W urządzeniu modelowym zastosowano wersje militarne (o podwyższonej żywotności i niezawodności), odpowiednio 6Ж1П-EB i 6П1П-EB. Najłatwiej jest je zakupić na portalach aukcyjnych, gdzie ceny nieużywanych lamp wahają się w granicach 1...3 złotych za 6Ж1П-EB oraz 5...8 złotych za 6П1П-EB. Niska cena i dostępność tych

AVT-5289 w ofercie AVT:
AVT-5289A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- wzmacniacz stereofoniczny o mocy wyjściowej 2x10 W przy obciążeniu 8 Ω
- brak przełącznika źródeł i obwodów regulacji barwy dźwięku
- pasmo przenoszenia 20 Hz...30 kHz przy 3 dB spadku wzmocnienia
- napięcie zasilania 230 V_{AC}, pobór energii około 80 W przy maksymalnymysterowaniu
- konstrukcja modułowa: odrębne płytki zasilacza, wzmacniacza kanału prawego i kanału lewego

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementó w kolorze czerwonym

Dodatkowe informacje:

Transformatory można wykonać w firmie Selenoid s.c., ul. 11 Listopada 127, 62-030 Luboń, e-mail: kacper@selenoid.pl. W temacie zamówienia należy napisać „transformatory do wzmacniacza z EP 5/2011”. W momencie ukazania się artykułu szacunkowy koszt zakupu z kosztami wysyłki to 250 złotych. Transformatory są objęte dożywotnią gwarancją producenta.

Projekty pokrewne na CD/FTP:

- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-5267 Lampowy potencjometr siły głosu (EP 12/2010)
- AVT-5254 Wzmacniacz lampowy dla każdego (EP 09/2010)
- AVT-5142 Wzmacniacz lampowy dla nielampowców (EP 8-9/2008)

Wykaz elementów

Rezystory (0,25 W):

R1, R23: 220 kΩ
R2, R7, R16, R17, R24, R29, R38, R39: 22 kΩ
R3, R25: 82 kΩ/1 W
R4, R9, R26, R31: 1 kΩ
R5, R27: 680 kΩ/1 W
R6, R12...R15, R28, R34...R37: 1 MΩ
R8, R10, R30, R32: 24 kΩ/1 W
R11, R33, R50: 200 kΩ/1 W
R18, R19, R40, R41: 10 Ω
R20, R21, R42, R43: 47 Ω
R22, R44, R46: 47 Ω/2 W
R45: (R45A+R45B – opis w tekście)
R47, R48: 220 Ω/2 W
R49: 510 kΩ/2 W

P1: 47 kΩ (potencjometr podwójny, logarytmiczny)

P2, P3, P5, P6: 47 kΩ (potencjometr montażowy)

P4, P7 22 kΩ (potencjometr montażowy)

Kondensatory:

C1, C7: 1 μF/100 V
C2, C8: 100 nF/400 V
C3, C4, C9, C10: 33 nF/630 V
C5, C6, C11, C12: 22 μF/63 V
C13: 10 nF/630 V
C14, C16: 100 μF/400 V
C15: 220 μF/400 V
C17: 22...100 μF/400 V
C18, C21, C23: 22...100 μF/400 V
C19, C20: 3300...4700 μF/16 V
C22, C23: 470...1000 μF/40 V

Półprzewodniki:

B1, B3: Mostek Graetza 1 A/1000 V
B2: Mostek Graetza 6 A/100 V

IC1: LM7924

Inne:

F1: bezpiecznik zwłoczny WTAT-2A

S1: wyłącznik sieciowy

V1...V8: opis w tekście

Podstawki: opis w tekście

Transformatory: opis w tekście

Gniazdo zasilające: np. IEC

Gniazdo wejściowe: np. DIN

Gniazda wyjściowe: np. głośnikowe, sprężynowe

lamp zdecydowały o zastosowaniu ich w tym projekcie.

Sygnal akustyczny poprzez kondensator C1 dostaje się na ścieżkę oporową potencjometru P1. Zadaniem tego kondensatora jest odcięcie składowej stałej, której obecność objawiałaby się trzaskami podczas regulacji głośności oraz wpływałaby na punkt pracy lampy. Rezystor R1 zabezpiecza lampę V1 przed niepożądanymi skutkami przypadkowej utraty kontaktu ślizgacza ze ścieżką oporową, a więc gwałtownym wzrostem prądu anodowego, który objawiłby się głośnym trzaskiem. Rezystory R2, R7, R16 i R17 to tzw. rezystory antyparazytowe. Wraz z pojemnością katoda-siatka tworzą filtr górno-zaporowy, dzięki czemu zmniejszają ryzyko wzbudzenia się wzmacniacza. Rezystor R4 wytwarza ujemne napięcie dla siatki sterującej poprzez podniesienie potencjału katody względem siatki, która jest galwanicznie po-

REKLAMA

WWW.STM32.EU

Jak sobie z poradzić z Ethernetem?

ETHERNET
STM32

Nowa książka Wydawnictwa BTC!



KAMAMI



3-kanalowa aparatura do zdalnego sterowania modeli

Profesjonalne, zawodnicze aparatury do zdalnego sterowania modeli są bardzo drogie. Ich ceny sięgają nawet kilkunastu tysięcy złotych. Również za prostą, 3- lub 4-kanalową, trzeba zapłacić kilkaset złotych.

Prezentowaną aparaturę do zdalnego sterowania, pracującą w paśmie ISM, można wykonać za o wiele niższą cenę.

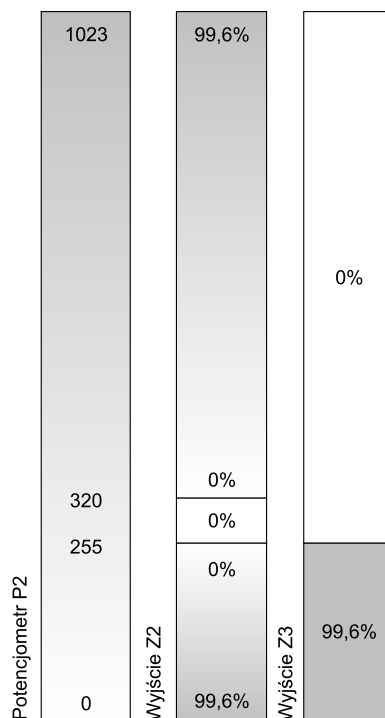
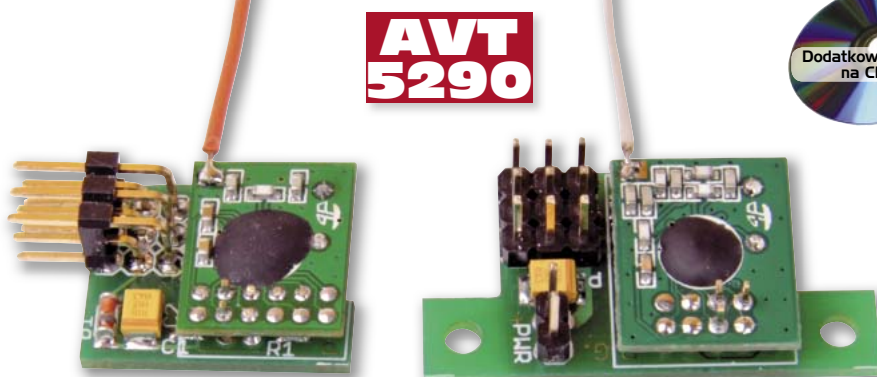
Podzespoły zastosowane do jej konstrukcji są łatwe do zdobycia a tor nadawczo-odbiorczy nie wymaga strojenia.

Rekomendacje: aparatura przyda się do zdalnego sterowania zabawek, ale z racji pracy w paśmie ISM nie jest zalecana do sterowania kosztownymi modelami latającymi.

Przedstawiony tutaj projekt prostej aparatury modelarskiej powstał w przypływie chęci posiadania modelu latającego. Jednymi z założeń projektu były prostota i niska cena urządzenia, które początkujący pilot może zgubić lub zniszczyć przy kraksie.

W celu poszerzenia obszaru zastosowań aparatury jej oprogramowanie potrafi pracować w czterech trybach:

- Tryb 1 (standardowy) z trzema wyjściami o regulowanym czasie trwania impulsów 0,9...2,1 ms, służący do sterowania standardową elektroniką modelarską, taką jak serwomechanizmy czy regulatory obrotów silników.
- Tryb 2 (V-Tail) podobny do Trybu 1, ale z dodanym mikserem „V-Tail” na kanałach 2 i 3 i ze zredukowanym zakresem napięć wejściowych z potencjometrów do 25...75% wartości napięcia zasilania VCC.
- Tryb 3 (mieszany) z jednym wyjściem o regulowanym czasie trwania impulsów 0,9...2,1 ms i dwoma PWM o wypełnieniu 0...99,6% do sterowania urządzeniami elektronicznymi własnej konstrukcji.
- Tryb 4 (auto) z jednym wyjściem o regulowanym czasie trwania impulsów 0,9...2,1 ms,



Rysunek 1. Sygnały wyjściowe w trybie 4 (auto)

jednym wyjściem PWM o wypełnieniu 0...99,6% i jednym informującym o kierunku (rysunek 1) do zastosowania w modelach samochodów.

Zasięg aparatury w terenie otwartym to około 500 m. Na zasięg niekorzystnie wpływają stojące na drodze sygnały przeszkody np. budynki lub drzewa.

Opis układu

Schemat elektryczny nadajnika przedstawiono na rysunku 2. Zbudowano go z wykorzystaniem modułu RFM02 firmy Hope, który jest nadajnikiem wykorzystującym modulację FSK

AVT-5290 w ofercie AVT:

AVT-5290A – płytka drukowana
AVT-5290B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- 3-kanalowa, proporcjonalna aparatura do zdalnego sterowania
- 4 tryby pracy, w tym do sterowania modelami o usterzeniu „V”
- zasięg w terenie otwartym do 500 m
- praca w naliczonym paśmie ISM 868 MHz
- napięcie zasilania nadajnika: 3...5 V_{DC}
- napięcie zasilania odbiornika: 4...5 V_{DC}
- ustawienia fusebitów w nadajniku: Low Byte=0x19, High Byte=0xFA
- ustawienia fusebitów w odbiorniku: Low Byte=0x3A, High Byte=0xFA

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

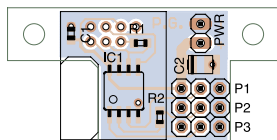
- <ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

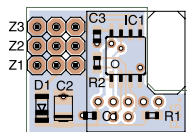
- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-5165 Pojazd Integracyjny (EP 01/2009)
- AVT-2441 Zabawka sterowana pilotem RC5 (EdW 3/2001)
- Układ radarowy do modeli pojazdów (EdW 11/1996)
- Aparatura do zdalnego sterowania (EdW 1/1997)

i w zależności od wykonania, działającym w paśmie 433, 868 lub 915 MHz. W tej aparaturze zastosowałem moduł typu RFM02/868D pracujący w paśmie 868 MHz. Do komunikacji z modulem służy interfejs SPI. Do kontrolowania modułu i odczytu wartości napięcia z potencjometrów zastosowałem jeden z najmniejszych z rodziny mikrokontrolerów AVR – ATtiny13.

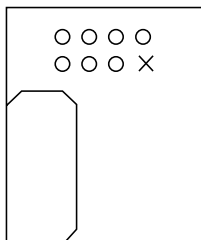
Wartość napięcia z wyjść potencjometrów P1, P2 i P3 pracujących jako dzielniki napięcia jest odczytywana za pomocą wewnętrznego, 10-bitowego przetwornika A/D. Po odrzuceniu najmłodszych dwóch bitów jest formowany pakiet składający się z 8-bitowego adresu, trzech



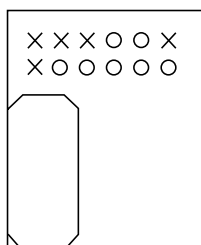
Rysunek 6. Schemat montażowy nadajnika



Rysunek 7. Schemat montażowy odbiornika



Rysunek 8. Zbędne wyprowadzenia modułu nadajnika, które należy usunąć



Rysunek 9. Zbędne wyprowadzenia modułu odbiornika, które należy usunąć

- 2,1 ms odpowiada maksymalnemu wychyleniu.

Okres sygnału sterującego to 20 ms (rysunek 5). Zwykle jeśli sygnał nie występuje, to serwo mechanizm pozostaje w ostatnio ustalonej pozycji.

Montaż układu

Na rysunku 6 i rysunku 7 pokazano rozmieszczenie elementów, odpowiednio – na płyt-

kach nadajnika i odbiornika. Montaż układu rozpoczynamy od elementów o najmniejszych gabarytach (rezystory i kondensatory w obudowach 0603), a kończymy wlotowując moduły radiowe i złącza. Na rysunku 8 i rysunku 9 zaznaczono zbędne wyprowadzenia modułów, które należy wylutować lub wyciąć. W celu zmniejszenia wymiarów zalecam też zdjęcie plastikowych części złączy wlotowanych w moduły. Jako anteny wystarczy kawałek izolowanego przewodu, który po przylutowaniu należy przyciąć do długości około 82 mm. W celu ochrony odbiornika można na niego założyć koszulkę termokurczliwą.

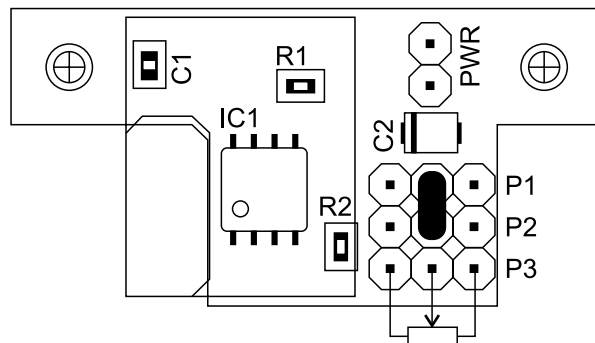
Uruchomienie

Uruchomienie układu rozpoczynamy od programowania nadajnika. Aby zaprogramować nadajnik do pracy w Trybie 1, podłączamy potencjometr do wejścia P3 i zwieramy piny pokazane i zaznaczone na rysunku 10. Potencjometr w tym przypadku służy do wyboru kanału, w którym pracuje nadajnik (nadajnik i odbiornik pracują z wykorzystaniem jednego z 60 kanałów). Po wybraniu kanału włączamy zasilanie nadajnika. Po odczekaniu sekundy nadajnik powinien zapamiętać wybraną częstotliwość, można już wyłączyć zasilanie, zdjąć zwór i podłączyć potencjometry w sposób standardowy.

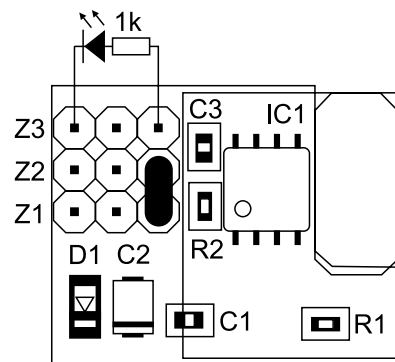
Tryb 2 wybieramy poprzez zaprogramowanie najpierw Trybu 1, a potem zwarcie środkowych wyprowadzeń P1, P2 i P3 i ponowne włączenie zasilania.

Aby zaprogramować aparaturę do pracy w Trybie 3, postępujemy podobnie do Trybu 1, z tą różnicą, że potencjometr zostaje podłączony do wejścia P1, a zewrzeć należy środkowe wyprowadzenia P2 i P3.

Tryb 4 wybieramy podobnie jak Tryb 2 poprzez zaprogramowanie najpierw Trybu 3, a potem zwarcie środkowych wyprowadzeń P1, P2 i P3 i ponowne włączenie zasilania.



Rysunek 10. Doprowadzenia zwierane podczas programowania nadajnika



Rysunek 11. Doprowadzenia zwierane podczas programowania odbiornika

Aby wprowadzić odbiornik w tryb programowania, zwieramy wyprowadzenia pokazane na rysunku 11. Do Złącza Z3 można dołączyć diodę LED, która poinformuje nas o zakończeniu programowania. Włączamy zasilanie odbiornika, włączamy nadajnik. Po upływie kilku sekund odbiornik powinien „złapać” sygnał i rozpoznać wybrany tryb, co zostanie oznajmione przez zapalenie się diody LED. Można już wyłączyć zasilanie, programowanie zostało zakończone. Programowanie odbiornika w każdym trybie wygląda tak samo.

Wybrany tryb i częstotliwość pracy są zapamiętywane w pamięci EEPROM mikrokontrolera i odtwarzane po załączeniu zasilania.

Piotr Gozdur
piotr_go@wp.pl

REKLAMA

www.rk-system.com.pl

Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debuggery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chałubińskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax. (022) 724 30 37

RAISONANCE
Innovative Development Tools

SIAR
SYSTEMS

SPECTRUM
DIGITAL
INSTRUMENTS

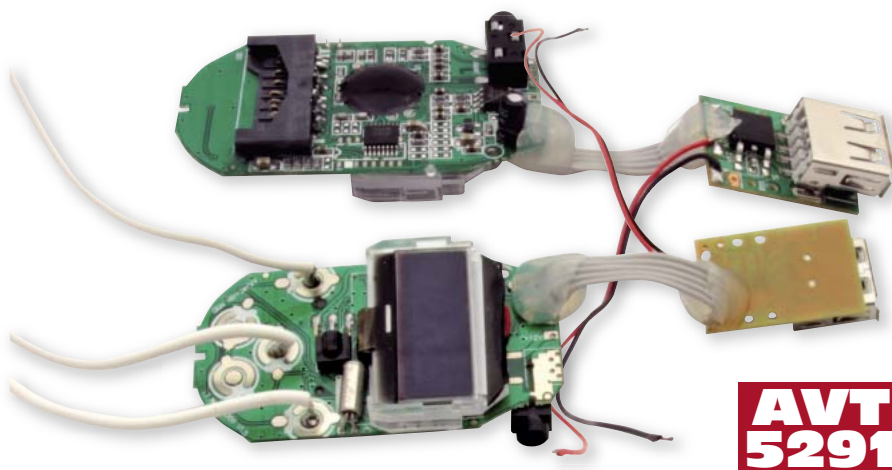
Sterowany za pomocą RS-485 i RC5 odtwarzacz komunikatów MP3



Odtwarzacz jest przeznaczony głównie do zastosowania w systemach automatyki budynków. Sterowanie odtwarzaniem komunikatów głosowych oraz zaawansowana konfiguracja MP3 odbywa się za pomocą komend wysyłanych przez RS-485. Odtwarzacz jest kompatybilny z pozostałymi modułami autora (moduły wyjść na przekładnikach i triakach AVT-5217, moduły wejść cyfrowych AVT-5222), umożliwiając tym samym pracę w rozbudowanej sieci urządzeń. Podstawowe funkcje odtwarzacza można również wywoływać za pomocą nadajnika RC5 pracującego w podczerwieni (możliwa praca autonomiczna).

Rekomendacje: uniwersalny odtwarzacz komunikatów głosowych MP3 jest przeznaczony do wykorzystania m.in. w systemach automatyki domowej. Umożliwia współpracę z dowolnym odtwarzaczem MP3 oraz informowanie za jego pośrednictwem użytkowników o zdarzeniach mających miejsce w systemie.

To kolejny z serii publikowanych na łamach EP, kompatybilnych ze sobą modułów (obok AVT-5217, AVT-5222), przystosowanych do pracy w sieciach RS485 (inteligentne budynki, automatyka przemysłowa). Tym razem jest to odtwarzacz komunikatów głosowych. Podobnie jak w przypadku poprzednich elementów systemu, mamy do czynienia z modułem uniwersalnym, możliwym do zastosowania w dowolnych systemach wykorzystujących przewodowe łącze RS-485. Przykładem takiego systemu sterowania może być komputer PC z konwerterem RS-



232 <-> RS-485 (np. AVT530) z dołączonymi do magistrali wieloma modułami zbierającymi dane, wykonawczymi, spełniającymi przeróżne zadania i role.

Z przyczyn czasowo-zdroworozsądkowych zrezygnowałem z realizacji sprzętowego odtwarzacza MP3. Jeśli za pośrednictwem popularnego serwisu aukcyjnego istnieje możliwość nabycia odtwarzacza MP3 za kwotę około 15 złotych, to jaki jest sens projektować go od nowa?

Pomysł użycia odtwarzacza MP3 do odtwarzania komunikatów głosowych w urządzeniach elektronicznych chodził mi już po głowie od dawna. I choć idea sterowania taką MP3-ką zdawała się być banalna (symulowanie klawiszy sterujących), to w rzeczywistości zadane nie było wcale takie proste. Mimo usilnych prób nie udało mi się znaleźć na rynku taniego odtwarzacza, wolnego od uciążliwej w tym przypadku funkcji zapamiętywania przez MP3 ostatnio odtwarzanego utworu. W większości odtwarzaczy MP3 nie pomaga nawet wyciąganie baterii. W tej niekorzystnej sytuacji stykamy się z pierwszym zasadniczym problemem – brakiem możliwości dokonania prostej synchronizacji informacji o aktualnie odtwarzanym utworze pomiędzy mikrokontrolerem naszego urządzenia a odtwarzaczem MP3. Oczywiście, urządzenia można zsynchronizować ręcznie, ale np. każdy zanik napięcia z dużym prawdopodobieństwem spowoduje powtórny utratę synchronizacji. Mój odtwa-

AVT-5291 w ofercie AVT:
AVT-5291A – płytka drukowana
AVT-5291B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- odtwarzanie komunikatów zapisanych w formacie MP3 za pomocą sterowania przez mikrokontroler praktycznie dowolnym odtwarzaczem MP3,
- sterowanie za pomocą interfejsu RS485 lub nadajnika podczerwieni z kodami RC5,
- mikrokontroler ATmega8,
- oprogramowanie w języku Bascom,
- współpraca z innymi modułami przeznaczonymi do automatyki budynku, których opisy były publikowane w EP

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<http://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
• wzory płytek PCB
• karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
AVT-1700 Magnetofon cyfrowy z układem ISD17xx (EP 12/2008)
AVT-2045 Pozitywka – ISDofon (EdW 11/1997)

rzacz (właściwie sterownik odtwarzacza) w momencie rozpoczęcia odtwarzania pliku zapisuje informację o numerze ścieżki do pamięci EEPROM mikrokontrolera, dzięki czemu po przywróceniu zasilania mikrokontroler ma informację, która ścieżka była ostatnio odtwarzana. Po zaniku napięcia informację o tym przechowuje na własne potrzeby zarówno MP3, jak i mikrokontroler sterownika. Kolejnym problemem jest fakt, że każdy MP3 po odtworzeniu jednego pliku MP3 rozpoczyna automatycznie odtwarzanie

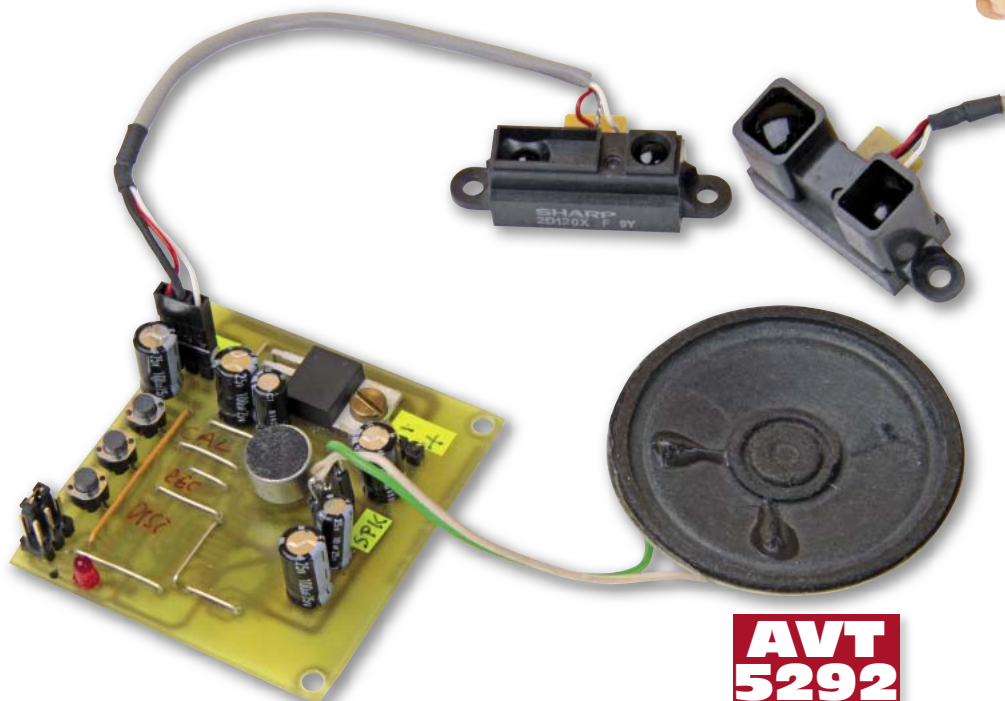
Mówiący dalmierz



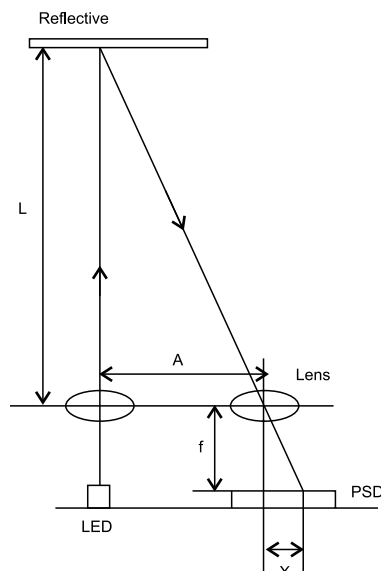
Pomiar odległości jest jednym z podstawowych pomiarów wykonywanych w technice, szczególnie często w urządzeniach pracujących na styku mechaniki i elektroniki. Zaprezentowany miernik można wykorzystać do pomiaru odległości, wysokości lub poziomu np. sypkich elementów w zbiorniku. Dzięki elastyczności programu poprzez zmianę typu przetwornika odległości można dostosować zakres pomiarowy do potrzeb, a dzięki precyzyjnej procedurze kalibracji uzyskać dobrą dokładność pomiaru.

Rekomendacje: miernik może być używany również w sytuacjach, w których jest niemożliwy dostęp do wyświetlacza; chociaż układ nie jest bezpośrednio przeznaczony do takiego zastosowania, może zostać w prosty sposób przystosowany do użycia w robotyce.

Podstawą działania miernika jest optyczny odbiciowy przetwornik odległości serii GP2 firmy Sharp. Czujniki te są stosunkowo łatwo dostępne w atrakcyjnych cenach. W skład rodziny GP2 wchodzi kilka typów czujników, które w zależności od konstrukcji mechaniczno-optycznej pokrywają różne zakresy odległości. Kilka typów czujników przedstawiono na fotografii 1. Kolejno od lewej są na niej zaprezentowane: GP2Y0A710 pracujący w zakresie 1...5 m, GP2Y0A02 – 20...150 cm, GP2D120X – 3...40 cm. Ze względu na zasadę działania czujnik najdokładniej mierzy odległość w pewnym zakresie wynikającym z jego konstrukcji mechanicznej (odległości nadajnika i odbiornika, ogniskowych soczewek, itp.).



**AVT
5292**



Rysunek 2. Zasada działania czujnika GP2

Bardzo prosta budowa i pomysłowa zasada działania czujników tego typu z jednej strony umożliwiła wyprodukowanie taniego podzespołu, chętnie wykorzystywanego w automatyce i robotyce, z drugiej strony powoduje

AVT-5292 w ofercie AVT:
AVT-5292A – płyta drukowana

Podstawowe informacje:

- pomiar odległości w zakresie 2...499 cm (zależnie od użytego czujnika!)
- dalmierz bez wyświetlacza, wynik pomiaru wypowiadany słownie
- urządzenie oparte o mikrokontroler ATtiny461 i układ rejestratora dźwięku ISD1730
- zasilanie 9 V_{DC}

Dodatkowe informacje:

Autorzy artykułu dziękują Panu Krzysztofowi Klemowi z firmy Marthel za pomoc przy uruchamianiu procedur obsługi układu ISD1730

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
- wzory płytek PCB
 - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5097 Mówiący woltomierz (EP 1-2/2003)
- AVT-5063 Mówiący termometr (EP 5/2002)
- AVT-322 Mówiący zegar z DCF77 (EP 3-5/1997)
- AVT-5089 Mówiąca kostka do gry (EP 12/2002)

silnie nieliniową zależność napięcia wyjściowego od odległości. Działanie czujnika triangulacyjnego wyjaśnia rysunek 2 sporządzony na podstawie dokumentacji firmy Sharp.

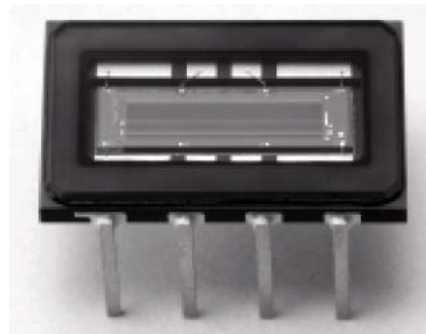
Modułowane promieniowanie z diody IRED jest ogniskowane w soczewce nadajnika i oświetla przestrzeń przed czujnikiem wąskim promieniem. Po dotarciu do przeszkody promień zostaje częściowo rozproszony, a częściowo odbity. Część promieniowania wraca w kierunku czujnika, gdzie po zogniskowaniu w soczewce odbiornika,



Fotografia 1. Rodzina czujników GP2

Tabela 1. Parametry wybranych czujników odległości GP2

Typ czujnika	Zakres pomiarowy	
	Minimum	Maksimum
GP2D120	4 cm	30 cm
GP2D12	10 cm	80 cm
GP2Y0A02YK	20 cm	150 cm
GP2Y0A700K	100 cm	500 cm



Fotografia 3. Przykładowy przetwornik liniowy CCD

oświetla liniijkę CCD. Przykładowy wygląd scalonej liniijki CCD firmy Hamamatsu przedstawia **fotografia 3**.

Można wykazać, że: $X = A \times f / L$,
gdzie: L – odległość odbiornika od nadajnika, f – ogniskowa soczewki odbiornika, X –

wskazuje przesunięcie najjaśniejszej plamki od położenia zerowego, które wpływa wprost proporcjonalnie na napięcie wyjściowe z czujnika.

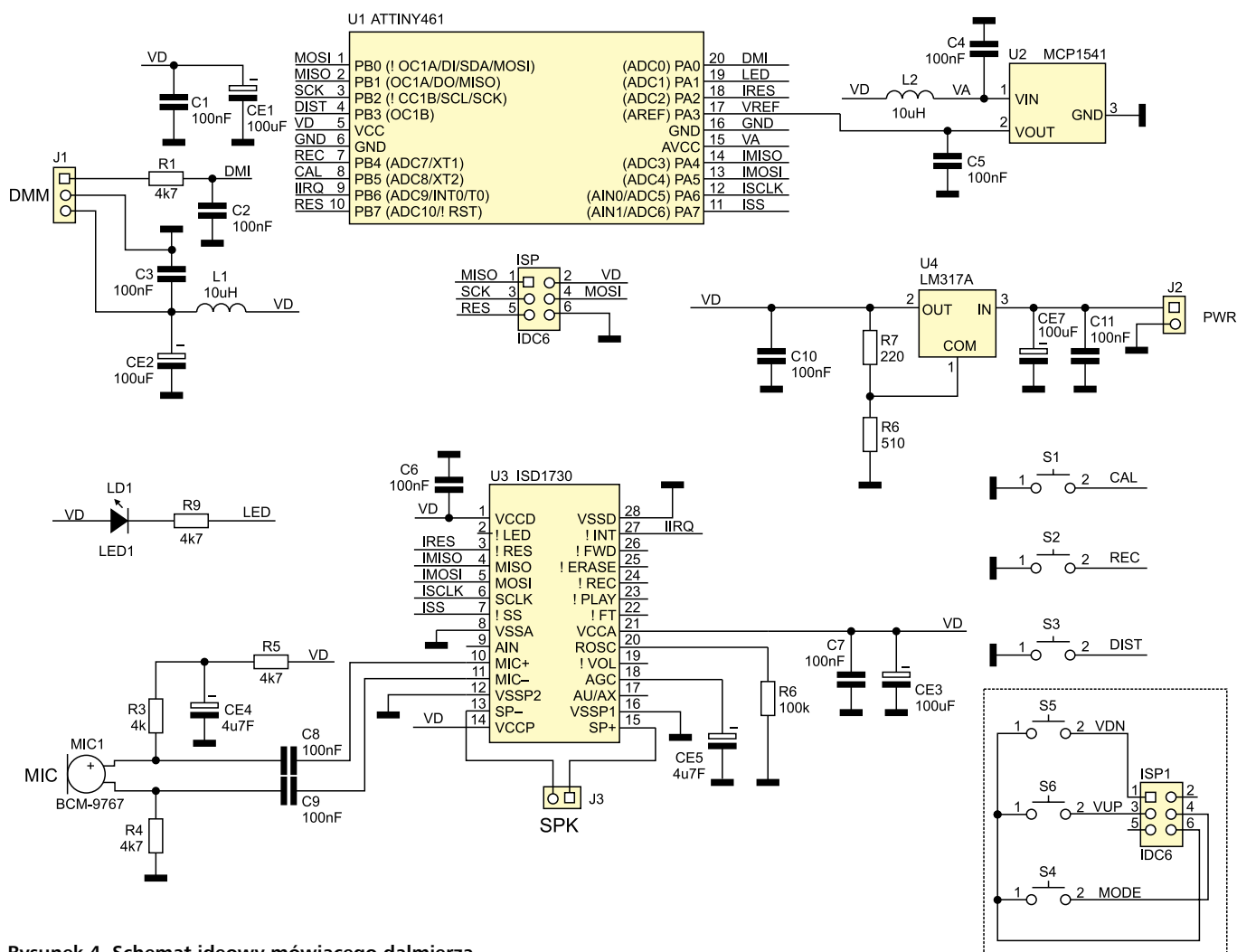
Po przekształceniu otrzymujemy: $L=A \times f/X$, co wyjaśnia hiperboliczną zależność napięcia od odległości. W **tabeli 1** zestawiono kilka typów produkowanych czujników.

Wprawdzie jednym czujnikiem nie można zmierzyć dowolnej odległości, ale niemal zawsze da się dobrać czujnik działający w interesującym nas zakresie. W skrajnym wypadku można zastosować miernik z kilkoma czujnikami i odczytywać tylko ten, który w danej chwili najlepiej zmierzy odległość.

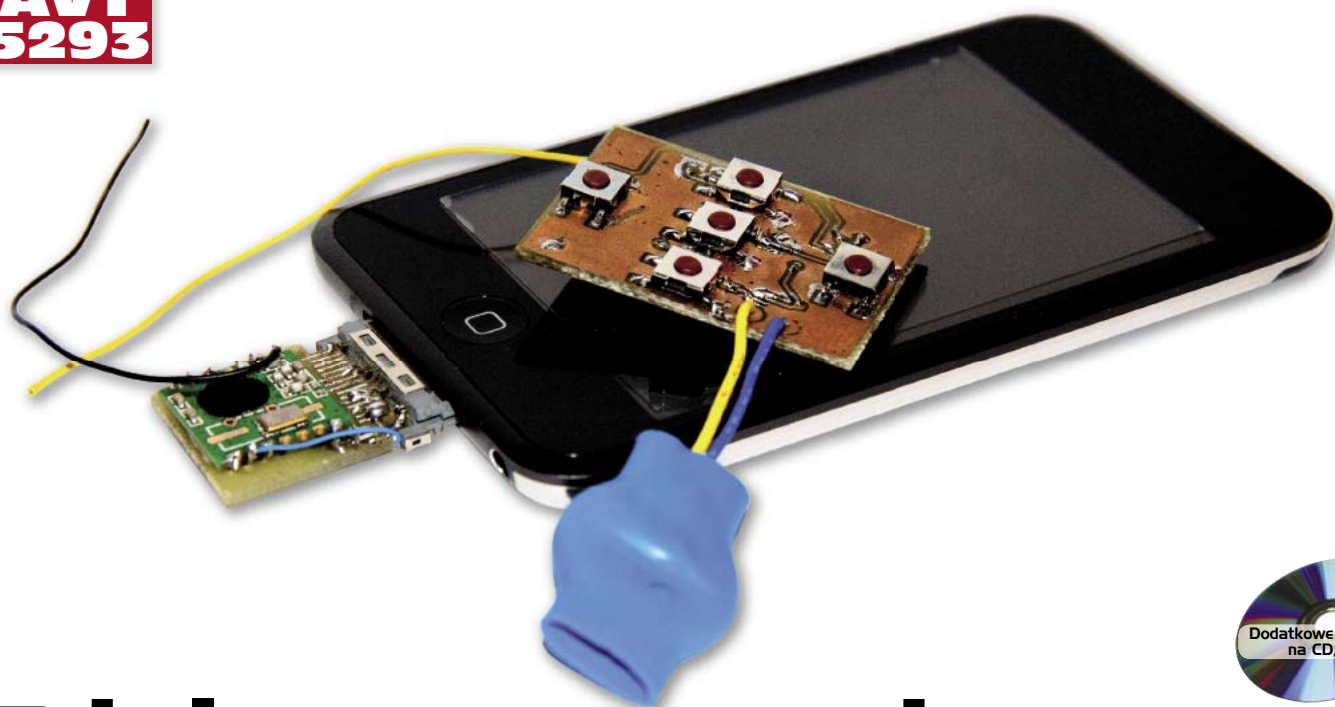
Budowa i zasada działania

Schemat ideowy układu pokazano na **rysunku 4**. Najważniejszym elementem układu jest przetwornik GP2 podłączony do płytki

miernika poprzez złącze J1 DMM. Ze względu na impulsowy pobór prądu zasilanie czujnika jest filtrowane przez L1, CE2, C3. Sygnał wyjściowy przetwornika przed przetworzeniem A/D filtrowany jest dolnoprzestowo przez R1, C2. Sercem miernika jest nowy mikrokontroler jednoukładowy AVR – ATtinyX61. Jest on zgodny z ATtiny26, ale znacznie lepiej wyposażony. Ma pamięci Flash, RAM i EEPROM (w zależności od typu) o większych pojemnościach. W układzie zastosowano ATtiny461 z 4 kB Flash, 256 B RAM i tyleż samo pamięci EEPROM, co zaspokaja potrzeby dość złożonego procesu kalibracji czujnika i pozwala zapamiętać jej wyniki. Ze względu na konieczność dokonywania precyzyjnych pomiarów niewielkich zmian sygnału wejściowego zastosowano podwójny układ stabilizacji napięcia. Pierwszy stopień to zasilacz oparty na U4 (LM317A), dostarczający stabilnego napięcia zasilania dla przetwornika GP2, ponieważ sygnał wyjściowy tego czujnika zależy w pewnym stopniu od napięcia zasilającego. Drugi stopień to zewnętrzne źródło napięcia odniesienia dla A/D o wartości 4,096 V z układem MCP1541. Dzięki temu można wykorzystać pełną, 10-bitową rozdzielczość wewnętrznego przetwornika A/D.



Rysunek 4. Schemat ideowy mówiącego dalmierza



Zdalne sterowanie do iPod'a

iPody mają 32-pinowe złącze Dock Connector, które pozwala dołączać urządzenia zewnętrzne, a także eksperymentować z rozszerzeniem funkcjonalności iPod'a we własnym zakresie.

Wyprowadzone są w nim, prócz portów USB oraz firewire, wejście i wyjście liniowe audio, wyjście wideo, napięcie 3,3 V do zasilania dołączonych akcesoriów oraz interfejs UART. Zastosujemy to złącze do zdalnego sterowania iPod'em w trybie odtwarzacza audio.

Rekomendacje: *zdalne sterowanie przyda się przy dołączeniu iPod'a do domowego zestawu audio, znacznie poprawiając komfort jego użytkowania.*

Protokół komunikacyjny, iPod Accessories Protocol opisuje komendy, którymi można sposób, sterować iPodem oraz eksplorować zawartość biblioteki utworów, a także wyświetlać obrazy na wyświetlaczu.

W projekcie wykorzystano rozwiązanie, które implementuje pilot radiowy o dość dużym zasięgu, pozwalający w podstawowym zakresie, wygodnie, sterować funkcjami iPod'a pracującego jako odtwarzacz muzyki.

Do komunikacji zostały wykorzystane moduły transceiverów RFM12 firmy Hope. Są one produkowane dla częstotliwości 315, 433, 868 oraz 915 MHz. Ich niska cena, małe wymiary (16 mm×16 mm×2,2 mm), brak konieczności stosowania zewnętrznych elementów oraz interfejs SPI czynią

je idealnymi układami komunikacyjnymi, przy założeniu, że nie jest wymagana duża prędkość transmisji. Zasięg maksymalny uzyskany na antenach w postaci 7 cm odcińków przewodu wyniósł 120 m na ulicy w mieście oraz około 30 m w budynku. W układzie docelowym dla zmniejszenia poboru prądu, moc nadawania została programowo zmniejszona, ale zasięg w budynku wynosi nadal ponad 5 m (sygnał przenikał przez 3 ściany).

Interfejs komunikacyjny składa się z pięciu linii. Są to cztery linie interfejsu SPI (SDO, SDI, SCK, nSEL) oraz linia przetrwania nIRQ. Po dołączeniu zasilania moduł nie wymaga restartu i od razu można przystąpić do zapisywania jego rejestrów konfiguracyjnych.

AVT-5293 w ofercie AVT:
AVT-5293A – płytka drukowana

- Podstawowe informacje:**
- sterowanie iPod'em w trybie odtwarzacza muzycznego za pomocą iPod Accessories Protocol
 - zasilanie odbiornika z iPod'a
 - zasilanie nadajnika: bateria CR2032
 - zasięg około 5 m w pomieszczeniu (maks. 120 m w terenie otwartym po zmianie nastaw transceiverów)
 - nadajnik i odbiornik oparte o ATmega8 i moduł RFM12 firmy Hope

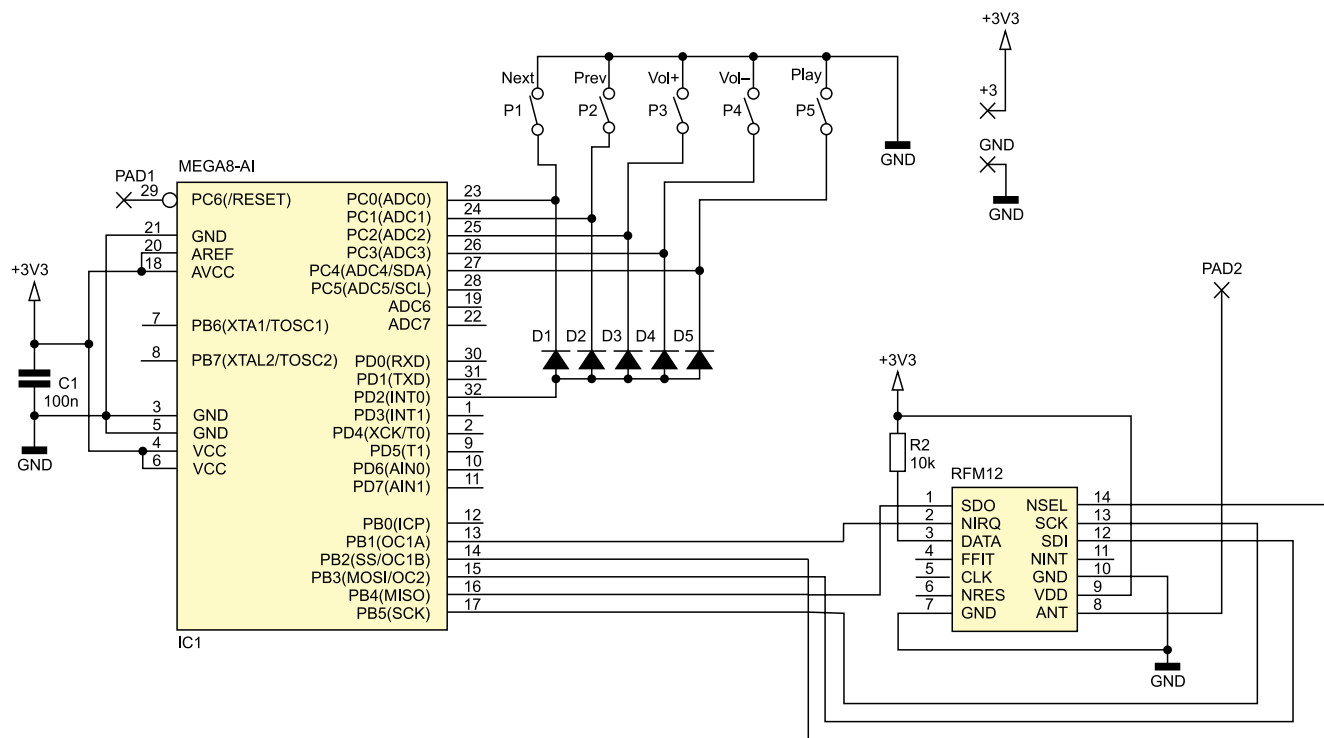
Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
 • wzory płytek PCB
 • karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Opis protokołu

Komunikacja odbywa się z prędkością 19200 bodów. Ramka ma 8 bitów danych, jeden bit stopu i nie ma bitu kontroli parzystości. W tabeli 1 zamieszczono strukturę ramki.

Opis układu

Schemat ideowy nadajnika umieszczono na **rysunku 1**, natomiast odbiornika na **rysunku 2**. Do zasilania nadajnika została wykorzystana bateria CR2032. Układ w stanie czuwania pobiera prąd o natężeniu 0,6 μ A, co przy pojemności baterii wynoszącej 220 mAh pozwala zrezygnować z wyłączni-



Rysunek 1. Schemat ideowy nadajnika

Tabela 1. Struktura ramki protokołu iPod Accessories Protocol		
Pole	Liczba bajtów	Uwagi
Nagłówek	2	255 85
Długość	1	Liczba bajtów (tryb+komenda+parametry)
Tryb	1	Tryb, którego dotyczy komenda
Komenda	2	Komenda
Parametry	0...n	Opcjonalne parametry
Suma kontrolna	1	Suma kontrolna

ka zasilania pilota. Podczas nadawania pobór prądu wynosi ok. 20 mA. By uzyskać tak niskie zapotrzebowanie na energię, ATmega

jest wprowadzana w tryb *Power Down*, a w module radiowym wyłączane są wszystkie podzespoły (nadajnik, odbiornik, rezona-

tor kwarcowy, układ syntezy). Żeby „wybudzić” procesor, należy wywołać przerwanie, podając na wejście INT0 sygnał o zboczu opadającym. Zastosowany układ diod powoduje, że procesor wybudza naciśnięcie dowolnego przycisku pilota.

Na czas programowania należy zarówno w nadajniku, jak i odbiorniku do pól lutowniczych modułów radiowych i wyprowadzonych na padach linii resetujących procesor dolutować przewody, które połączą układ z programatorem.

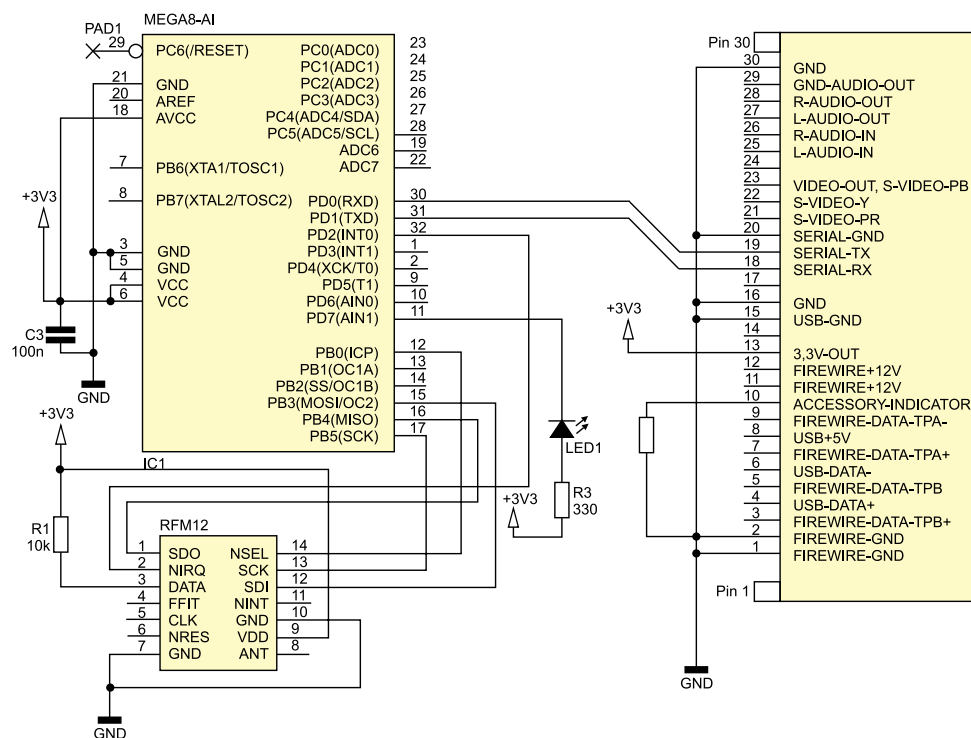
Należy również pamiętać o przylutowaniu anten do transceiverów, ponieważ bez nich nie jest możliwe nawiązanie komunikacji, nawet przy kilkucentymetrowej odległości między modułami.

Opis programu

Na początku programu następuje inicjalizacja modułów nadawczych. Wartości rejestrów, oprócz *Power Management Command*, nie różnią się dla nadajnika i odbiornika.

Configuration setting command = 80E7h. Powoduje ona włączenie wewnętrznego rejestru danych (zgodnie z notą aplikacyjną w takim przypadku pin FSK/DATA musi być podciągnięty do stanu wysokiego), bufora odbiorczego FIFO, wybór pasma 868 MHz oraz ustalenie wartości kondensatorów generatora kwarcowego na 12 pF.

Układ ma dwa 8-bitowe rejestry danych do wysłania, nadajnik rozpoczyna transmisję pierwszego bajtu, gdy zostanie ustawiony bit *ET* w rejestrze *Power Management Command*.



Rysunek 2. Schemat ideowy odbiornika

MechaNet (2)

Sterownik silnika krokowego kontrolowany przez Ethernet



**AVT
5284**

Każdy elektronik hobbysta poszukuje jakichś zastosowań dla swoich projektów. O ile radość z dzieła jest większa, gdy nowe elektrocudo nie jest tylko ozdobnym, świecącym bajerem. Jednym z takich bardziej praktycznych projektów może być układ pozwalający na wykonanie mechanicznej pracy. Ciekawiej może być, jeżeli ta praca będzie sterowana zdalnie z komputera PC poprzez sieć LAN. Proponuję więc ethernetowy sterownik bipolarnego silnika krokowego z protokołem TCP/IP

– MechaNet.

Rekomendacje: ciekawy projekt będący przykładem implementacji i użycia stosu TCP/IP w mikrokontrolerze PIC firmy Microchip; może przydać się w automatyce, robotyce, inteligentnym budynku itd.

Rozkazy sterownika

Każdy rozkaz ma następującą budowę: *Rozkaz(Parametr_1, Parametr_2, ..., Parametr_N)*. Każda instrukcja zaczyna się od słowa kluczowego *Rozkaz* definiującego jego rodzaj. Następnie w nawiasach ujęte są parametry danej instrukcji. Liczba i format parametrów są indywidualne dla każdego rozkazu. Poszczególne parametry są rozdzielane znakiem przecinka. Niekiedy parametr można pominąć, zostawiając w jego miejscu puste pole, co powoduje użycie parametru domyślnego. Poszczególne rozkazy są rozdzielane dowolnymi znakami z wyłączeniem znaków alfanumerycznych, nawiasów okrągłych i przecinka.

1) *IVAL()*. Rozkaz powoduje przesłanie informacji o stanie pracy sterownika i stanie wejść cyfrowych (krańcówek). Funkcja jest wykonywana bezzwłocznie.

Odpowiedź: *REIVAL[xyz]*, gdzie:
x – wejście krańcowe_1 (1 – aktywne, 0 – nieaktywne)

y – wejście krańcowe_2 (1 – aktywne, 0 – nieaktywne)

z – stan sterownik silnika skokowego (1 – w ruchu, 0 – nieaktywny)

2) *MOV(Liczba_Kroków, Tryb_Prędkości)*. Rozkaz powoduje rozpoczęcie obracania silnika skokowego. Jest on wykonany w trybie sekwencyjnym.

Liczba_Kroków – parametr określa liczbę kroków (lub mikrokroków) do wykonania. Jest to liczba całkowita z zakresu $\pm(2^{23})$, przy czym znak + można pomijać. Ruch może być wykonany ze stałą prędkością obrotową lub z wykonaniem procedur miękkiego startu i stopu. Procedura może także zwiększać liczbę skoków do wykonania dla aktualnie wykonywanego zdania *MOV*.

Tryb_Prędkości – pojedynczy znak ASCII; „C” – tryb stałej prędkości; „F” – tryb miękkiego rozruchu i hamowania; „+” – dodanie wartości *Liczba_Kroków* do liczby kroków pozostałych do wykonania dla aktualnie wykonywanej instrukcji *MOV*. Pomińnięcie pola powoduje wykonanie rozkazu w sposób domyślny. Odpowiedź: *REMOV[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu.

Uwaga: W trybie aktualizacji prędkości, jeżeli suma aktualnej liczby kroków do wykonania i wartości aktualizującej będzie większa niż 2^{23} , to wartość zostanie zaktualizowana do 2^{23} , a w przypadku, gdy sterownik silnika krokowego jest nieaktywny lub przeprowadza hamowanie, rozkaz jest odrzucany. W trybie miękkiego rozruchu i hamowania minimalna częstotliwość skoków to 30 Hz (wartość stała).

Przykłady:

AVT-5284 w ofercie AVT:
AVT-5284A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- Mikrokontroler PIC18F97J60 z wbudowanym Ethernetem PHY (10BaseT) i sprzętowym kontrolerem MAC
- Układ wykonawczy A3977 firmy Allegro MicroSystems
- Maksymalny prąd obciążenia 2,5 A na cewkę
- Napięcie zasilania 12...32 VDC
- Sterowanie układem odbywa się poprzez Ethernet za pomocą TCP/IP

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- | | |
|----------|--|
| AVT-1585 | Sterownik bipolarnego silnika krokowego (EP 8/2010) |
| AVT-2933 | Sterownik silnika krokowego USB (EdW 2/2010) |
| AVT-1525 | Sterownik unipolarnego silnika krokowego (EP 6/2009) |
| AVT-5137 | Sterownik silnika krokowego z interfejsem MODBUS (EP 6-7/2008) |
| AVT-1314 | Najprostszy sterownik silnika krokowego (EP 8/2001) |

```
MOV(-200,F) //wykonać 200
skoków silnika w kierunku „-”
z miękkim rozruchem i hamowaniem
MOV(456789,) //wykonanie
456789 skoków silnika w kierunku
„+” z domyślnym trybem rozruchu
MOV(345,+) //zwiększenie
liczby skoków do wykonania dla
aktualnie wykonywanej instrukcji
MOV o 345
```


3) *REBOOT()*. Wykonanie rozkazu powoduje restart sterownika. Rozkaz jest wykonany w trybie sekwencyjnym. Odpowiedź: Brak.

Wykonanie rozkazu spowoduje zerwanie połączenie TCP i niewykonanie rozkazów pozostałych w kolejce.

4) *ROT(Kierunek, Częstotliwość_Skoków)*. Wykonanie rozkazu powoduje rozpoczęcie obracania silnikiem krokowym. Rozkaz jest wykonany w trybie sekwencyjnym. *Kierunek* – jest znakiem ASCII „+” lub „-” określającym kierunek obrotów silnika. *Częstotliwość_Skoków* – parametr zawierający maksymalną częstotliwość skoków silnika krokowego. Jest to liczba całkowita z zakresu 120...62500, z jednostką 0,1 Hz. Dodatkowo, parametr 0 wskazuje na prędkość domyślną. Należy zwrócić uwagę, że tryb ruchu z rozpędzeniem jest dostępny dla częstotliwości maksymalnej z zakresu 30 Hz...2083,3 Hz. Odpowiedź: *REROT[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu.

To, czy przy wykonywaniu funkcji zostanie zastosowany miękki rozruch, zależy od domyślnego ustawienia, które można zmieniać za pomocą *SETMOV*. W trybie miękkiego rozruchu i hamowania minimalna częstotliwość skoków to 30 Hz (wartość stała). Pracę sterownika można zatrzymać funkcją *STOP*.

Przykłady:

```
ROT(+,6000) //rotacja w kierunku
„+” z częstotliwością skoków 600 Hz
ROT(-,125) //rotacja w kierunku
„-” z częstotliwością skoków
12,5 Hz
```

5) *SETACC(Przyspieszenie)*. Polecenie ustawia parametr odpowiedzialny za szybkość zmiany częstotliwości podczas miękkiego rozruchu i hamowania silnika krokowego. Rozkaz jest wykonany w trybie sekwencyjnym.

Przyspieszenie – określa tempo zmiany częstotliwości skoków silnika krokowego podczas miękkiego rozruchu i hamowania. Jest to liczba z zakresu 1...65535 z jednostką 0,1 Hz/s. Odpowiedź: *RESETTACC[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu.

Przykład:

```
SETACC(25) //ustawienie
przyspieszenia na 2,5 Hz/s².
```

6) *SETMOV(Częstotliwość_Skoków, Tryb_Prędkości, Krańcówka_1, Krańcówka_2, Relacja_Krańcówek, Mikroskok)*. Rozkaz pozwala na zmianę ustawień domyślnych sterownika silnika krokowego. Jest on wykonany w trybie sekwencyjnym. *Częstotliwość_Skoków* – parametr zgodnie ustala domyślną, maksymalną częstotliwość skoków silnika krokowego. Jest to liczba całkowita z zakresu 120...62500, z jednostką 0,1 Hz. Należy zwrócić uwagę, że tryb ruchu z rozpędzeniem jest dostępny dla częstotliwości maksymalnej z zakresu 30 Hz...2083,3 Hz. Pomińcie parametru skutkuje pozostawianiem tego ustawienia bez zmian. *Tryb_Prędkości* – pojedynczy znak alfanumeryczny: C – tryb stałej prędkości; F – tryb miękkiego rozruchu i hamowania; pomińcie

parametru skutkuje pozostawianiem tego ustawienia bez zmian. *Krańcówka_1* i *Krańcówka_2* – parametry decydują o tym, jaki poziom na danym dyskretnym wejściu krańcowym jest rozpoznawany jako aktywny. Pojedynczy znak alfanumeryczny, L – oznacza, że wejście jest aktywne w stanie niskim; H – oznacza, że wejście aktywne w stanie wysokim; D – oznacza, że wyłącznik jest nieaktywny (nieużywany). Pomińcie parametru skutkuje pozostawianiem tego ustawienia bez zmian. *Relacja_Krańcówek* – Określa sposób reakcji sterownika na aktywność krańcowych wejść dyskretnych. Jeżeli wynikiem operacji na krańcówkach będzie stan aktywny, to będzie to powodowało zatrzymanie pracy sterownika silnika skokowego. Pojedynczy znak ASCII, | – suma logiczna aktywności krańcówek, & – iloczyn logiczny aktywności krańcówek, ^ – suma logiczna modulo 2 (xor) aktywności krańcówek. Pomińcie parametru skutkuje pozostawianiem tego ustawienia bez zmian. *Mikroskok* – Określa tryb pracy mikroskokowej lub pełnoskokowej. Pojedynczy znak numeryczny, 1 – praca pełnoskokowa; 2 – praca półskokowa; 4 – praca ćwierćskokowa; 8 – praca 1/8 skoku. Pomińcie pola skutkuje pozostawianiem tego ustawienia bez zmian. Odpowiedź: *RESETMOV[R]* – komunikat o przyjęciu rozkazu

Przykłady:

```
SETMOV(20000,F,H,H,|,8) //
ustawienie domyślnej częstotliwości
skoków na 2 kHz, domyślnie
wykonywany miękki rozruch
i hamowanie, obydwie krańcówki
aktywne stanem wysokim, aktywność
którejkolwiek krańcówki spowoduje
zatrzymanie silnika. Sterownik
pracuje w trybie mikroskokowym
o rozdzielczości 1/8 skoku
SETMOV(2110,,,,) //tylko
ustawienie domyślnej częstotliwości
skoków na 211 Hz.
```

7) *SETNET(IP,Brama,Maska,Port)*. Rozkaz zmienia ustawienia sieciowe sterownika. Rozkaz jest wykonany w trybie sekwencyjnym. *IP* – adres IP sterownika. *Brama* – brama sieciowa. *Maska* – maska podsieci. *Port* – port nasłuchu serwera kontrolnego sterownika.

Parametry *IP*, *Brama*, *Maska* należy podać w typowej konwencji zapisu adresów IP, czyli jako liczby rozdzielone kropkami (np.: 126.56.7.3). Parametr *Port* należy podać jako liczbę dziesiętną. Pomińcie parametru powoduje pozostawienie danego ustawienia bez zmian.

Odpowiedź: *RESETNET[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu.

Nowe ustawienia będą wprowadzone po ponownym uruchomieniu sterownika. Można to zrobić manualnie lub za pomocą rozkazu *REBOOT*. Przedtem jednak należy zapisać zmienione ustawienia w pamięci nieulotnej za pomocą rozkazu *SAVESET*.

Przykład:

```
SETNET(198.162.10.12,198.162.
10.1,255.255.255.0,9760) //
ustawienie adresu IP sterownika
na 198.162.10.12, bramy sieciowej
na 198.162.10.1, maski podsieci
na 255.255.255.0 i portu nasłuchu
serwera kontrolnego na 9760.
SETNET(,,65535) //zmiana tylko
portu nasłuchu serwera kontrolnego
na 65535.
```

8) *STOP()*. Rozkaz powoduje zatrzymanie pracy sterownika silnika krokowego. Jest on wykonywany bezzwłocznie. Odpowiedź: *RESTOP[1]* – komunikat o wykonaniu rozkazu ze skutkiem w postaci zatrzymaniu pracy sterownika silnika skokowego. *RESTOP[0]* – komunikat o wykonaniu rozkazu bez zatrzymywania pracy sterownika silnika skokowego (ponieważ nie pracował).

9) *MOTPOW(ON_OFF)*. Instrukcja umożliwia włączenie lub wyłączenie zasilania cewek silnika krokowego. Rozkaz jest wykonywany bezzwłocznie. *ON_OFF* – Parametr określa czy instrukcja ma włączać czy wyłączać zasilanie dla cewek silnika krokowego. Pojedynczy znak numeryczny, 1 – włączyć; 0 – wyłączyć. Parametru nie można pominąć. Odpowiedź: *REMOTPOW[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu.

Rozkaz służy głównie do wyłączania zasilania silnika krokowego. W przypadku instrukcji *ROT* i *MOV* załączenie zasilania dla silnika skokowego jest samoczynne, ale po zakończeniu pracy sterownika zasilanie nie jest odłączane. Aby wyłączyć zasilanie, można użyć właśnie rozkazu *MOTPOW*.

10) *SAVESET*. Rozkaz powoduje zapisanie bieżących ustawień sterownika do pamięci nieulotnej. Odpowiedź: *RESAVESET[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu

Jako pamięć konfiguracyjna funkcjonuje część pamięci programu mikrokontrolera PIC18F97J60. Ma ona trwałość 100 tysięcy cykli zapisu i kasowania.

11) *SETIMAX(IP_Max)*. Rozkaz ustawia maksymalny prąd w cewkach silnika skokowego. Funkcja jest wykonywana sekwencyjnie. *I_Max* – parametr określa maksymalny prąd płynący przez cewki silnika skokowego, liczba całkowita z zakresu 1...255, z jednostką 1/255 [I_{max}], gdzie I_{max} = 1,875 A. Odpowiedź: *RESETIMAX[R]* – potwierdzenie przyjęcia rozkazu.

Należy zwrócić uwagę na to, aby zadawany maksymalny prąd nie przekraczał wartości znamionowej dla danego silnika.

Część wykonawcza

Na podstawie otrzymanych rozkazów funkcja *IdRozkaz* generuje zadania dla części wykonawczej aplikacji. Te zadania są dostarczane w postaci kolejki zadań w przypadku rozkazów sekwencyjnych i jako flagi w przypadku rozkazów bezzwłocznych (struktura *ReciveOrder*). Do każdego zadania jest przyporządkowany wskaźnik do obszaru pamięci zawierającego strukturę danych z parametrami instrukcji (w przypadku

Korzysta z zarezerwowanej do tego celu części pamięci FLASH programu. Obszar zarezerwowany najpierw jest kasowany (funkcja *RawEraseFlashBlock*), a następnie kopiuje się do niego strukturę z ustawieniami.

SetCurrentExe. Funkcja bezpośrednio ustawia zadaną wartość na port z drabinką R-2R i kopiuje ustawienie prądu do pola *tempSettings.imax*.

Wejścia dyskretne. Za odszumianie wejść dyskretnych odpowiedzialna jest funkcja *KrankiDebounce* wykonywana w niskim przerwaniu. Udostępnia ona dane o stanie tych wejść w postaci zmiennej *ukrancowki* innym częściom aplikacji.

Zerowanie nastaw. Za zerowanie ustawień sieciowych jest odpowiedzialna funkcja *ServRebotButton*. Jeżeli wykryje ona naciśnięcie przycisku S2 IP_RESET przez co najmniej 3 s, to wprowadza domyślne ustawienie sieciowe (IP:192.168.0.3, Mask:255.255.255.0, Brama:192.168.0.1, Port:50000) i funkcjonalne (przyspieszenie, prąd etc.) i programowo resetuje sterownik.

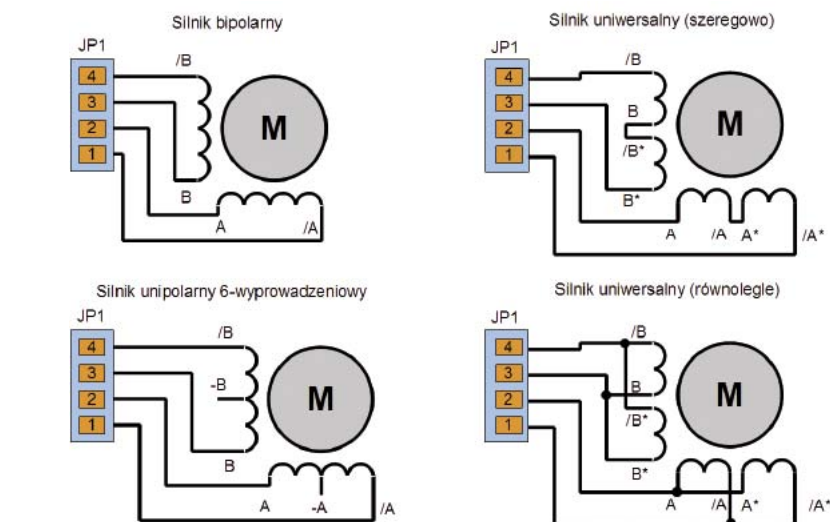
Zdalne oprogramowanie

Do celu uruchamiania sterownika służy zdalne oprogramowanie klienta kontrolującego sterownik „krokowy_0_2” – umożliwia ono wydawanie urządzeniu komend i odbiór odpowiedzi (**rysunek 4**). Ponieważ sterownik przyjmuje rozkazy w postaci ciągów znaków ASCII, do jego kontrolowania może też służyć kiencka tekstowa konsola TCP np. program Console autorstwa Tomasza Ciesielskiego (**rysunek 5**). Do integracji sterownika z indywidualną aplikacją jest wymagane utworzenie adekwatnego oprogramowania po stronie hosta kontrolującego. Zadanie to jest dosyć łatwe z uwagi na obecność standardowych komponentów wspierających komunikację TCP/IP w większości typowo programistycznych narzędzi (np. VisualStudio) oraz dedykowanych do integracji aplikacji kontrolno-pomiarowych (np. LabView).

Na **rysunku 6** pokazano schemat montażowy płytki sterownika. Została ona zaprojektowana raczej jako płytka dydaktyczna. Należy zauważyć, że obwód z przyciskiem S2 został dodany na powierzchni prototypowej, oprócz tego pin MCLR PIC'a został zmostkowany do pinu 12. aby naprawić błąd przypisania pinów do Footprintu układu.

Uruchomienie i testowanie

Poprawność działania mikrokontrolera sprawdzamy, wykrywając go za pomocą programatora lub debuggera (np. ICD2). Mikrokontroler należy zaprogramować. Po włączeniu zaprogramowanego układu działanie sterownika jest sygnalizowane miganiem LED6. Teraz możemy przystąpić do sprawdzenia poprawności działania komunikacji sieciowej. Najpierw jednak musimy odpowiednio skonfigurować ustawienia sieciowe naszego komputera PC. Sterownik ma domyślny adres IP 192.168.0.3 i maskę podsieci 255.255.255.0, więc ustawienia sieciowe komputera PC należy wybrać inne, ale z tej samej pod-



Rysunek 7. Podłączenie silnika do sterownika

sieci (np.: 192.168.0.1). Kolejnym krokiem jest podłączenie sterownika za pomocą odpowiedniego przewodu. Jeśli sterownik jest podłączany bezpośrednio do karty sieciowej komputera PC, to należy użyć przewodu sieciowego UTP z przeplotem. W przypadku włączenia do switcha należy użyć zwykłego przewodu sieciowego UTP.

Poprawność fizycznego dołączenia do sieci LAN lub karty sieciowej urządzenia jest sygnalizowana poprzez świecenie się diod LED w gniazdku ethernetowym sterownika. Ponadto, w przypadku gdy podłączyliśmy urządzenie bezpośrednio do karty sieciowej komputera, w Panelu Sterowania → Połączenia sieciowe przy adekwatnym Połączeniu Lokalnym powinna się wyświetlić informacja Podłączono.

Prawidłowe działanie interfejsu sieciowego sterownika można sprawdzić, wykorzystując funkcję ping. Dla adresu domyślnego będzie to „ping 192.168.0.3”. O ile jest komunikacja ze sterownikiem, to powinniśmy otrzymać szereg komunikatów „Odpowiedź z 192.168.0.3: bajtów=32 czas 2 ms TTL...”.

Kolejnym krokiem jest dołączenie silnika krokowego. Musi być to silnik 2-fazowy z uzwojeniem bipolarnym (4 – wyprowadzenia), silnik uniwersalny (8 – wyprowadzeń) lub ewentualnie 6-wyprowadzeniowy silnik unipolarny. Sterownik oryginalnie był testowany z silnikiem 57BYG801 kupionym w firmie Wobit. Sposób podłączenia silnika do sterownika pokazano na **rysunku 7**.

Jeżeli silnik, zamiast kręcić się, „piszczy” lub „buczy”, to należy zamienić miejscami końce jednej z par uzwojeń wchodzących do sterownika (w przypadku kiedy nie znamy orientacji końców cewek silnika). Z podłączonym silnikiem przystępujemy do testu układu sterowania silnika krokowego. Mamy do wyboru dwa programy: *krokowy_0_2* lub *Console*. Dla wygody korzystam z tego drugiego. Test wykonuje się następująco:

- Sprawdzić, czy adres IP i Port są wpisane prawidłowo, następnie kliknąć przycisk *Połącz*. Nawiązanie komunikacji jest widoczne poprzez zmianę koloru wirtualnej diody

na panelu programu i aktywację pozostałych kontrolerek.

- Aby mócysterować silnik, musimy najpierw skonfigurować parametry ruchu. Dla celutestów dobrze jest ustawić typowe parametry, niezbyt „wyżyłowane”. Ustawiamy więc częstotliwość kroków na np. 500 Hz, wybieramy tryb prędkości *Stała prędkość* i rozdzielczość 1 krok. Następnie klikamy przycisk *Skonfiguruj ruch*. W wyniku tego w polu testowym obok powinna pojawić się wygenerowana treść rozkazu: *settnow(5000,C,d,d,1)* i odpowiedź na rozkaz *RESETMOV[R]*.
- Ustawić prąd sterownika na odpowiedni dla danego silnika, np. dla uzyskania natężenia 1 A zadajemy na suwaku 136 i klikamy przycisk *Ustaw Imax*. W polu tekstowym powinna się pojawić treść rozkazu *setimax(136)* i odpowiedź *RESETIMAX[R]*.
- Obok przycisku *Rotuj* ustawiamy częstotliwość kroków (dla rotacji) na 500 Hz i klikamy przycisk *Rotuj*. W wyniku tego nasz silnik powinien zacząć się równomiernie kręcić, a w konsoli obok pojawić się rozkaz *rot(-,5000)* i odpowiedź *REROT[R]*.

Ostatnim elementem do przetestowania jest para krańcówek. Najprościej je przetestować, sprawdzając poziom wejść niepodłączonych i wejść spolaryzowanych poprzez odpowiednie podłączenie do wyprowadzenia zasilania JP9. Odczytu stanu krańcówek dokonujemy, klikając przycisk *Stan Sterownika?* W wyniku operacji w konsoli powinna pojawić się treść rozkazu *ival()* i odpowiedź np.: *REIVAL[100]*.

Podsumowanie

Sądzę, że elementy oprogramowania tego projektu świetnie nadają się do realizacji podobnych amatorskich sieciowych urządzeń pomiarowych i sterujących. Myślę, że wiele rzeczy dałoby się w nim zrobić lepiej lub dodać jeszcze kolejne możliwości, dlatego zachęcam też innych do wykonywania podobnych projektów.

Andrzej Puzdrowski
a.m.puzdrowski@interia.pl

AVTduino LED. Wyświetlacz LED dla Arduino

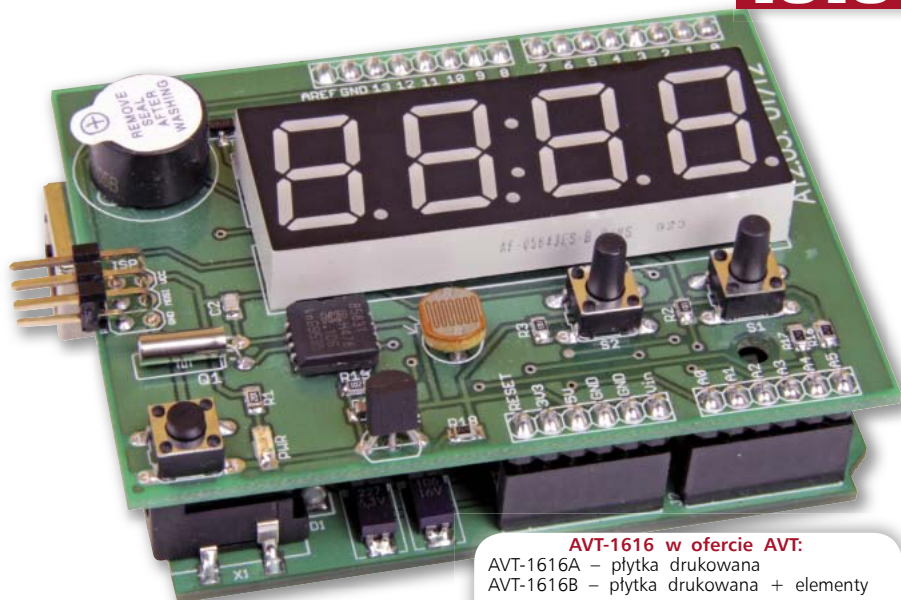
**AVT
1616**


Duża popularność i elastyczność platformy Arduino sprzyjają powstawaniu ciekawych rozwiązań sprzętowych. Dzięki niej każdy bez większych problemów może zbudować i przetestować dowolne urządzenie prototypowe.

Moduł jest nakładką na płytkę bazową projektu AVTduino (AVT5272). Oprócz czterocyfrowego wyświetlacza LED, przycisku RESET i złącza programowania ISP, płytkę została wyposażona w układ zegara RTC z interfejsem I²C oraz układ termometru DS18B20.

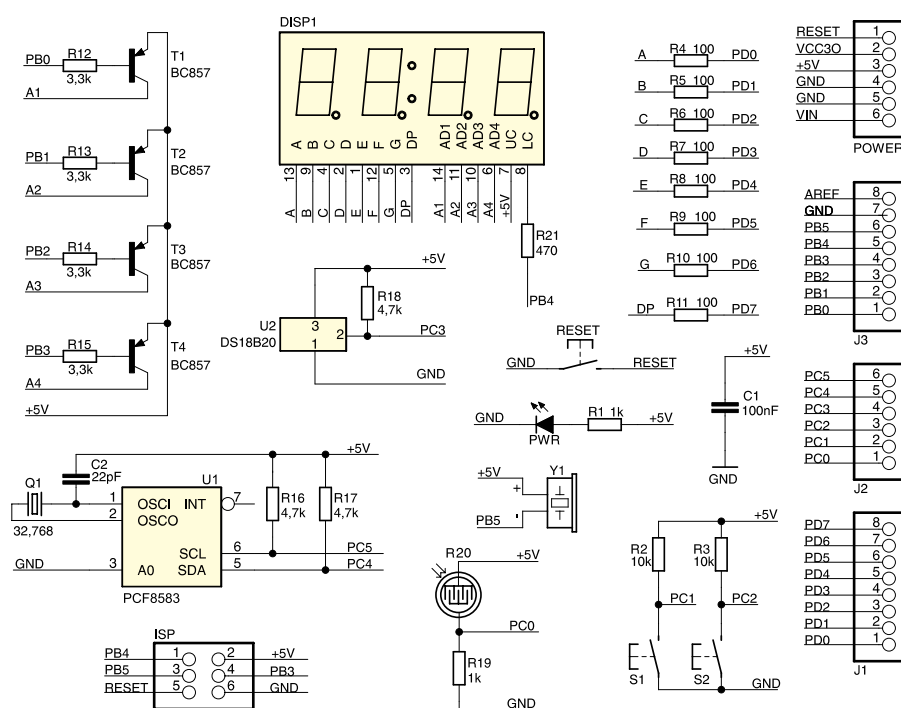
Schemat ideowy modułu pokazano na rysunku 1, natomiast montażowy na rysunku 2. W roli wyświetlacza LED zastosowano zintegrowany moduł ze wspólną anodą. Kategory 4-cyfrowego, multipleksowanego wyświetlacza LED zostały dołączone poprzez rezystory ograniczające prąd R4...R11 do portów PD0...PD7. Rolę kluczy złączających zasilanie wyświetlaczy pełnią tranzystory T1...T4 sterowane z portów PB0...PB3.

Układ zegara RTC typu PCF8583 (U1) został dołączony do magistrali I²C stanowiącej porty PC4 i PC5. Na potrzeby realizacji interfejsu użytkownika lub wprowadzenia nastaw, płytkę wyposażono w dwa przyciski oznaczone jako S1 i S2. Sygnały z przycisków doprowadzone zostały do portów PC1 i PC2. Poziomem aktywnym jest logiczne „0”.

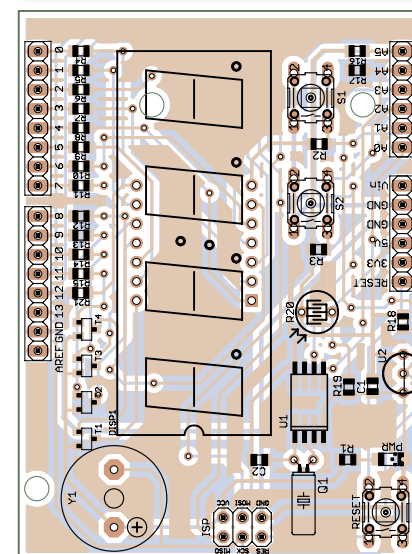


AVTduino
kompatybilne z ARDUINO

Układ termometru U2 typu DS18B20 z interfejsem 1-Wire został dołączony do portu PC3. Wbudowany w płytkę fotorezystor R20, którego sygnał doprowadzony został do portu PC0 (ADC0) umożliwia korzystanie z przetwornika A/C mikrokontrolera. Kolejnym elementem modułu jest przetwornik piezoelektryczny wraz z wbudowanym generatorem Y1. Brzęczyk jest uruchamiany poziomem niskim bezpośrednio z portu PB5. Dioda LED PWR informuje o obecności napięcia zasilania płytki modułu.

EB


Rysunek 1. Schemat ideowy modułu LED



Rysunek 2. Schemat montażowy modułu LED

AVT-1616 w ofercie AVT:
AVT-1616A – płytkę drukowaną
AVT-1616B – płytkę drukowaną + elementy

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
• wzory płytek PCB
• karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
AVT1615 AVTduino LCD (EP 4/2011)

Wykaz elementów:
R1, R19: 1 kΩ (SMD 0805)
R2, R3: 10 kΩ (SMD 0805)
R4...R11: 100 Ω (SMD 0805)
R12...R15: 3,3 kΩ (SMD 0805)
R16...R18: 4,7 kΩ (SMD 0805)
R20: fotorezystor
R21: 470 Ω (SMD 0805)
C1: 100 nF (SMD 0805)
C2: 22 pF (SMD 0805)
U1: PCF8583
U2: DS18B20
T1...T4: BC857
PWR: dioda LED (SMD 1206)
DISP1: wyświetlacz LED typu AF5643
Q1: rezonator kwarcowy 32,768 kHz
Y1: przetwornik piezo z generatorem 5 V
S1...S2: przycisk mikroswitch 10 mm
RESET: przycisk mikroswitch 1 mm
J1...J3, POWER: listwa goldpin

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Cortexino. Kompatybilna z Arduino płytka z LPC1114 (rdzeń Cortex-M0)

**AVT
1620**

Mikrokontrolery z rdzeniem Cortex są ciekawą alternatywą dla popularnych, 8-bitowych np. AVR. Mają 32-bitowy rdzeń, są szybsze, lepiej wyposażone i konkurencyjne cenowo.

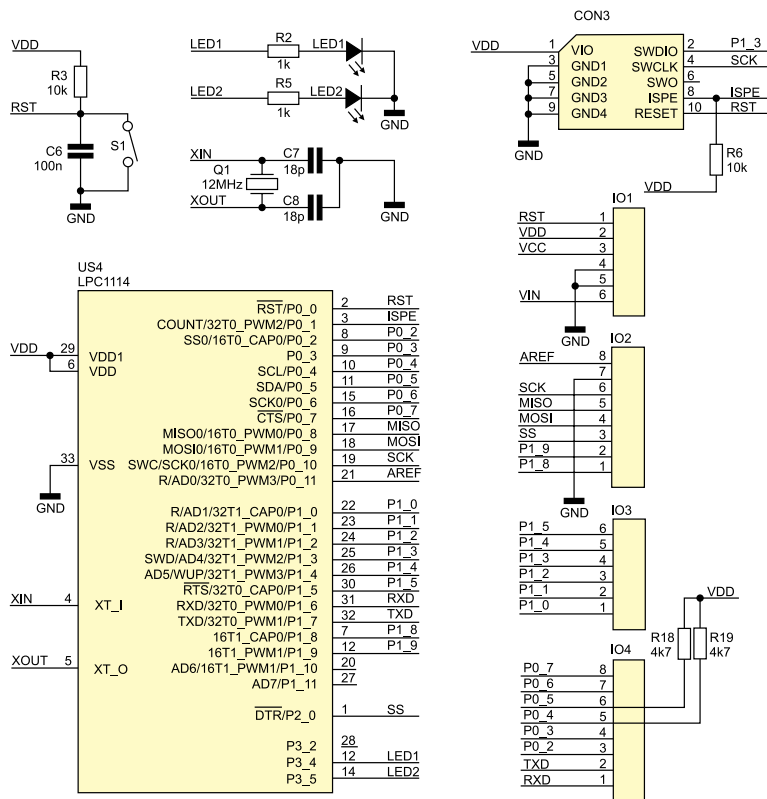
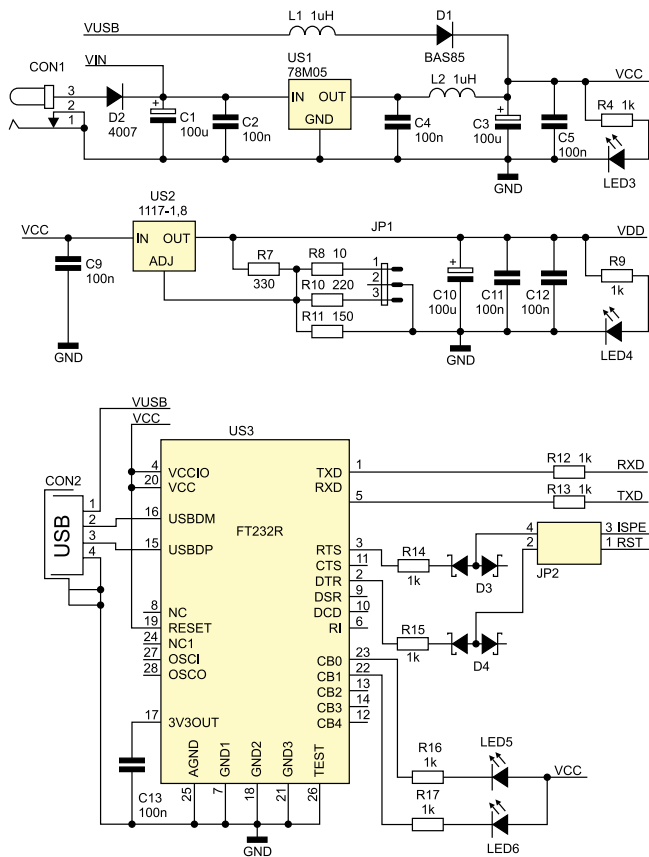
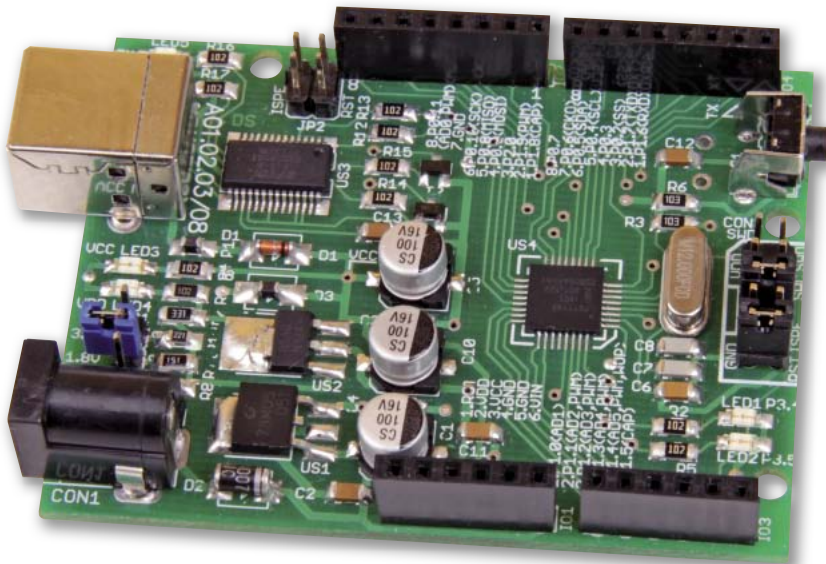
Dla przykładu, popularny mikrokontroler ATmega8 kosztuje tyle samo lub nawet więcej, niż LPC1114 który ma 4-krotnie większą pamięć Flash, 8-krotnie RAM i jest szybszy.

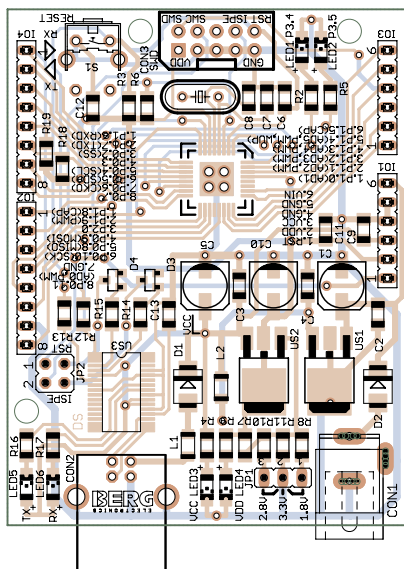
Schemat ideowy Cortexino zamieszczono na rysunku 1, natomiast ideowy na rysunku 2. Na płytce znajdują się wszystkie elementy potrzebne do tego, aby zacząć pracę z mikrokontrolerem. Zasilanie może być pobierane z portu USB. Jeżeli przewidujemy większy pobór prądu np. przez periferia dołączone do płytki, to należy zasilić układ z zewnętrznego zasilacza 7...12 VDC. Wtedy napięcie VCC jest dostarczane przez stabilizator US1 i ma wartość 5 V. Maksymalny pobór prądu może wynosić 0,5 A. Wszystkie napięcia zasilające są wyprowadzone na złączu IO1. Do zasilania mikrokontrolera po-

trzebne jest napięcie z przedziału 1.8...3,6 V. Dostarcza je stabilizator US2. Złącze JP1 pozwala wybrać jedno z 3 napięć: 1,8; 2,8 lub 3,3 V. Diody LED3 i LED4 sygnalizują obecność napięć zasilających.

Układ US3 to konwerter USB/UART, który pełni dwie funkcje. Po pierwsze, pozwala programować pamięć mikrokontrolera. Po drugie, umożliwia komunikację z komputerem za pośrednictwem interfejsu szerego-

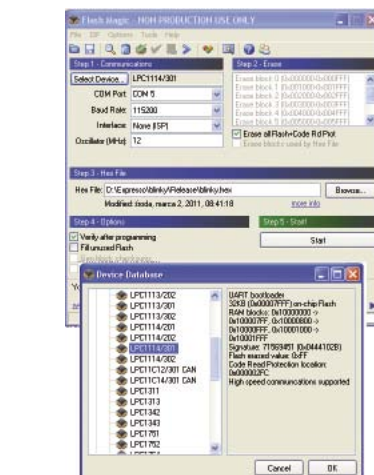
wego. Złącze JP2, poprzez założenie dwóch jumperów, pozwala dołączyć sygnały RESET i ISP ENABLE do dodatkowych wyprowadzeń układu FT232, a to zapewnia pełną automatyzację procesu programowania. Diody LED5 i LED6 sygnalizują aktywność interfejsu USB. Przycisk S1 służy do restartowania mikrokontrolera, Q1 jest źródłem sygnału taktującego, diody LED1 i LED2 pełnią rolę sygnalizacyjną i mogą być użyte w dowolny





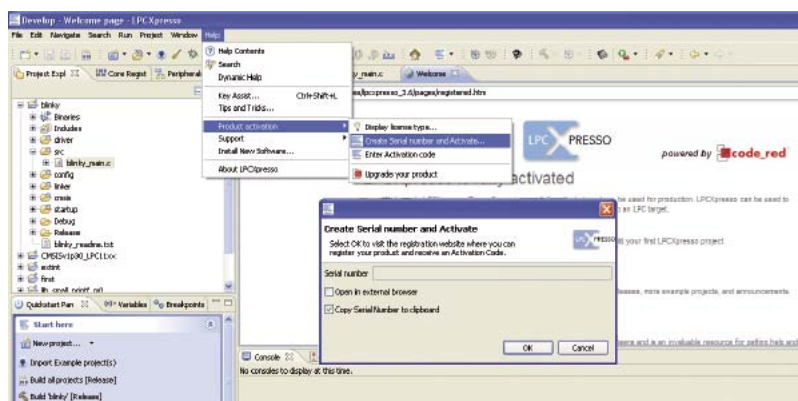
Rysunek 2. Schemat montażowy Cortexino

sposób. Porty mikrokontrolera dołączono do złącz IO2, IO3 i IO4. Złącze CON3 umożliwia dołączenie zewnętrznego programatora/



Rysunek 6. Podstawowe parametry programu Flash Magic

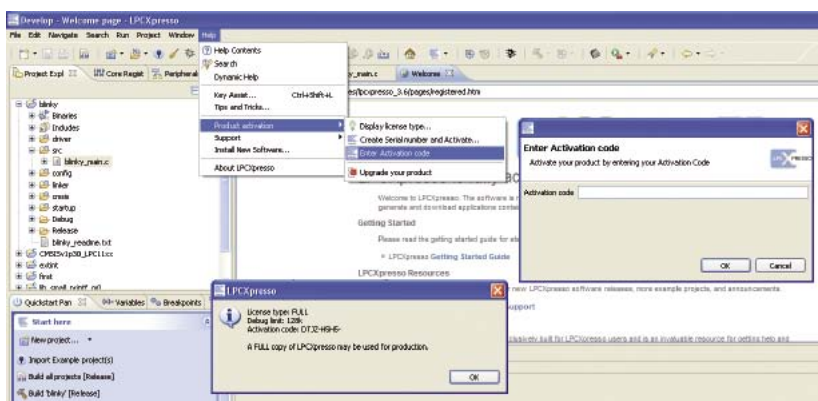
debuggera z interfejsem SWD. Rozmieszczenie gniazd jest kompatybilne z Arduino Delianove Board co pozwala na użycie tych samych modułów rozszerzających. Nóżki PORT0_4 i PORT0_5 są także doprowadze-



Rysunek 3. Kopiowanie numeru seryjnego do Schowka



Rysunek 4. Okno z numerem seryjnym



Rysunek 5. Wprowadzenie kodu aktywującego

niami PC i pracują jako wyjścia open drain, więc zostały wyposażone w zewnętrzne rezystory podciągające.

Środowisko programistyczne

Przygotowanie kompletnego środowiska spro-

AVT-1620 w ofercie AVT:
AVT-1620A – płytka drukowana
AVT-1620B – płytka drukowana + elementy

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<http://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
• wzory płytek PCB
• karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

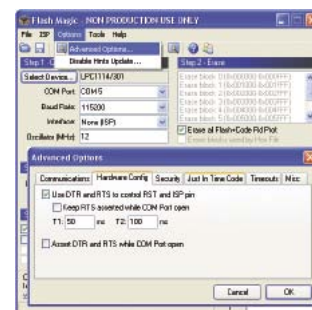
Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5272 Arduino (EP 01/2011)
- AVT-5263 CoolPCB – Zestaw uruchomieniowy CPLD (EP 11/2010)
- AVT-2875 LogicMaster – płytka prototypowa dla CPLD (EdW 8/2008)
- AVT-971 Zestaw uruchomieniowy USB z PIC18F4550 (EP 2-3/2007)
- AVT-939 Zestaw startowy dla mikrokontrolerów ST7FLITE2x (EP 7-8/2006)
- AVT-926 Zestaw startowy dla PsoC (EP 4/2006)
- AVT-920 Zestaw startowy z MSP430F413 (EP 2-3/2006)
- AVT-3505 Płytki testowa do kursu C (EdW 1/2006)
- AVT-3500 Płytki testowa do kursu BASCOM AVR (EdW 10/2002)
- AVT-992 Zestaw uruchomieniowy dla AVR i 51 (EP 1-2/2001)
- AVT-2500 Płytki testowa do kursu BASCOM 8051 (EdW 3/2000)
- AVT-2250 Mikrokomputer edukacyjny z 8051 (EdW 8/1997)
- eMeSPek Komputer z mikrokontrolerem MSP430F1232 (EP 4/2008)

Wykaz elementów:

- R2, R4, R5, R9, R12...R17: 1 kΩ
- R3, R6: 10 kΩ
- R7: 330 kΩ
- R8: 10 Ω
- R10: 220 Ω
- R11: 150 Ω
- R18, R19: 4,7 Ω
- C1, C3, C10: 100 μF/16 V (SMD „C”)
- C2, C4...C6, C9, C11...C13: 100 nF (SMD)
- C7, C8: 18 pF (SMD)
- L1, L2: dławik 0 μH (SMD)
- D1: BAS85
- D2: 1N4007 (SMD)
- D3, D4: BAR43
- LED1...LED6: LED SMD
- U1: 78M05
- U2: LM1117-1.8
- U3: FT232R
- U4: LPC1114 HQFN33/301
- S1: mikrosวิตช์ kątowy
- Q1: kwarc 12 MHz
- JP1: goldpin 1×3
- JP2: goldpin 2×2
- Zworki: 3 szt.
- IO1, IO3: gniazdo goldpin 1×6
- IO2, IO4: gniazdo goldpin 1×8
- CON1: GN DC2.1/5.5 kątowe
- CON2: USB B kątowe
- CON3: goldpin 2×5

wadza się do zainstalowania dwóch programów. Pierwszy z nich to LPCXpresso - zintegrowane środowisko programistycz-



Rysunek 7. Zaawansowane parametry programu Flash Magic



Zestawy ewaluacyjne dla μ C z rdzeniami Cortex-M (1)

W numerze marcowym omówiliśmy zestawy ewaluacyjne dla mikrokontrolerów z rdzeniami ARM7 i ARM9. W tym wydaniu publikujemy pierwszą część przeglądu rynku zestawów ewaluacyjnych z jednymi z najnowszych rdzeni tej samej firmy – układami z rodziny Cortex-M. Te mikrokontrolery są przeznaczone głównie do tworzenia systemów wbudowanych, przy czym ze względu na niewielki pobór mocy i niskie ceny, znajdują zastosowanie także w wielu innych aplikacjach.

Mikrokontrolery z rodziny Cortex-M dzielą się na cztery dosyć istotnie różniące się grupy. Układy z Cortex-M0 przeznaczone są do tworzenia tanich 8- lub 16-bitowych urządzeń. Rdzenie Cortex-M1 służą do tworzenia aplikacji SoC na FPGA. Cortex-M3 to już wydajne, dosyć uniwersalne procesory umożliwiające budowę 16- i 32-bitowych systemów, podczas gdy modele Cortex-M4 zostały zaprojektowane z myślą o urządzeniach, w których konieczne jest zaawansowane przetwarzanie sygnałów. Mimo to postanowiliśmy wspólnie omówić stworzone dla nich zestawy startowe gdyż z założenia wszystkie te układy programowane są w podobny sposób i są przeznaczone do podobnych zastosowań, różniących się głównie zapotrzebowaniem na moc obliczeniową.

Keil

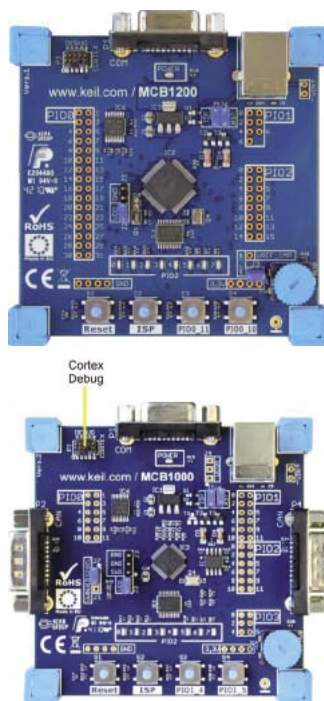
Jednym z bardziej popularnych producentów zestawów ewaluacyjnych dostępnych w Polsce jest Keil. Firma ta oferuje 16 różnych zestawów przeznaczonych dla procesorów z rdzeniami Cortex-M, w tym 3 dla Cortex-M0, a pozostałe dla Cortex-M3.

Keil MCB1114, MCB11C14 i MCB1200

Zestawy marki Keil z układami Cortex-M0 oparte są o scalaki produkowane przez NXP: LPC1114, LPC11C14 i LPC1227. Płytki te dostępne są z adapterem Ulink-ME lub bez. Ceny od ok. 450 zł netto dla MCB1114 bez Ulink-ME i 1100 zł z adapterem.

Cechy wspólne:

- XTAL: 12 MHz
- 4 przyciski (2 ogólnego przeznaczenia, 1 ISP i 1 reset)



- 8 diod LED
- Wejście analogowe, brak wyjść analogowych
- 1 port szeregowy UART
- Brak Ethernetu i LCD
- Złącze debugera JTAG
- Zasilanie przez USB
- Brak komunikacji przez USB

Pozostałe cechy, zależne od wersji:

- Zegar MCU: 33 MHz dla MCB1200 i 50 MHz dla pozostałych
- Procesory: LPC1114, LPC11C14 (8 kB SRAM, 32 kB Flash) albo LPC1227 (8 kB SRAM, 128 kB Flash)
- 2 porty CAN (tylko MCB11C14)
- Brak zewnętrznej pamięci RAM i Flash

Większość przytoczonych cen pochodzi z zagranicznych sklepów i zależy od kursu walut oraz nie uwzględnia kosztów przesyłki. Ceny w polskich sklepach mogą odbiegać od zaprezentowanych

Gdzie kupić?

Niżej prezentujemy nazwy niektórych dystrybutorów producentów zestawów deweloperskich omówionych w artykule:

Embedded Artists

- Future Electronics
- TME

IAR Systems

- RK-System
- IAR Systems AB
- PDW Marthel

Nuvoton

- PDW Marthel

Analog Devices

- Alfine
- Farnell
- Silica/Avnet
- Arrow

Hitex

- MSC Polska

Keil

- WG Electronics Sp. z o.o.

Texas Instruments

- Farnell
- Arrow
- Silica/Avnet
- EBV Elektronik
- Contrans TI

Atmel

- Arrow Electronic
- EBC Elektronik
- JM Elektronik
- MSC Polska
- Kamami
- Seguro

Olimex

- KrisTech

Keil MCB13xx i MCB17xx

W oparciu o układy NXP z rdzeniem Cortex-M3 Keil produkuje 4 różne zestawy – 2 prostsze (MCB13xx) i 2 zaawansowane (MCB17xx). Cena od 1050 zł netto dla MCB1760. Zestawy MCB13xx są nieco tańsze.



Cechy wspólne:

- XTAL: 12 MHz
- 8 diod LED
- Wejście analogowe
- Debugger JTAG
- Złącze zasilania USB
- Brak zewnętrznej pamięci RAM i Flash

Cechy wspólne dla rodziny MCB13xx:

- Zegar MCU: 72 MHz
- 8 kB SRAM, 32 kB Flash
- Brak interfejsu Ethernet,
- Brak interfejsu kart SD
- 1 port szeregowy UART
- Brak interfejsu CAN
- Brak interfejsu LCD

Cechy wspólne dla rodziny MCB17xx:

- Zegar MCU: 100 MHz
- 64 kB SRAM, 512 kB Flash
- Interfejs Ethernet 10/100 Mb/s
- Interfejs kart SD
- Interfejs USB-host/OTG
- 2 porty szeregowy UART i 2 porty CAN
- Wyświetlacz graficzny LCD-TFT o rozdzielczości 240×320 pikseli
- Interfejs ETM
- Pozostałe cechy, zależne od wersji:
- 4 przyciski dla MCB1313, 2 przyciski dla pozostałych
- Brak interfejsu USB-Slave dla MCB1313, Interfejs USB (Slave) dla pozostałych

Keil MCB9B500

Keil produkuje tylko jeden zestaw ewaluacyjny z procesorem marki Fujitsu. Jest on tani – MCB9B500 kosztuje około 300 zł netto.

**Cechy zestawu:**

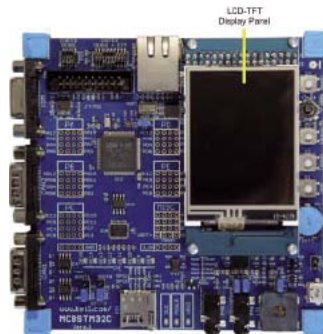
- XTAL: 12 MHz
- MCU: Fujitsu MB9BF506 (32 kB SRAM, 512 kB Flash) taktowany zegarem 80 MHz
- Brak zewnętrznej pamięci SRAM i Flash
- 5 przycisków
- 8 diod LED
- Wejście analogowe, brak wyjść analogowych
- Brak interfejsów szeregowych UART i CAN
- Brak interfejsu Ethernet i kart SD
- Brak LCD
- Interfejs USB (Slave, Host/OTG)
- Interfejs JTAG i ETM
- Zasilanie przez USB

Keil MCBSTM32xxx

W skład rodziny MCBSTM32xxx wchodzi cztery zestawy z procesorami marki STMicroelectronics. Cena: ok. 680 zł netto dla MCBSTM32, 930 zł netto dla MCBST-



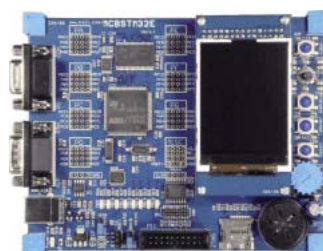
M32E i MCBSTM32EXL oraz ok. 1050 zł netto dla MCBSTM32C. Zakup zestawu z adapterem Ulink2 zwiększa cenę o około 600 zł, a z adapterem Ulink-ME o około 180 zł netto.

**Cechy wspólne:**

- XTAL: 8 MHz
- Zegar MCU: 72 MHz
- 8 diod LED
- Wejście analogowe
- 1 port szeregowy UART
- Interfejs USB-slave
- Interfejs kart SD
- Zasilanie przez USB
- Interfejs debugera JTAG

Pozostałe cechy, zależne od wersji:

- Procesory: STM32F103RB (20 kB SRAM, 128 kB Flash), STM32F103ZE (64 kB SRAM, 512 kB Flash), STM32F103ZG (96 kB SRAM, 1024 kB Flash) albo STM32F107VC (64 kB SRAM, 256 kB Flash)
- 3 (MCBSTM32) lub 4 przyciski dla pozostałych
- 1 MB zewnętrznej pamięci RAM dla MCBSTM32E i MCBSTM32EXL
- 8 MB zewnętrznej pamięci Flash (SPI) dla MCBSTM32E i MCBSTM32EXL lub 8 kB zewnętrznej pamięci Flash (I²C) dla MCBSTM32C
- Analogowe wyjście dla wszystkich poza MCBSTM32
- 2 porty CAN dla MCBSTM32C lub 1 port CAN dla pozostałych
- Interfejs USB-host/OTG dla MCBSTM32C
- Wyświetlacz LCD alfanumeryczny monochromatyczny 16×2 linie dla MCB-



STM32. Dla pozostałych graficzny LCD-TFT firmy Ampire o rozdzielczości 240×320 pikseli.

- Rezystywny ekran dotykowy na wyświetlaczu graficznym MCBSTM32C z interfejsem 4-przewodowym
- Interfejs ETM dla wszystkich poza MCBSTM32

Keil MCBTTPM3xx

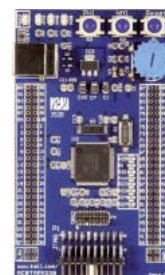
Zestawy Keil z procesorami marki Toshiba są dosyć proste i niedrogie. Najtańszy z nich kosztuje 240 zł netto. W opracowaniu jest także nowy zestaw z płytą MCBTTPM395.

**Cechy wspólne:**

- Wejście audio
- Brak interfejsu szeregowego UART
- Brak wyświetlacza, interfejsu kart SD i Ethernetu
- Zasilanie przez USB
- Złącze debugera JTAG i ETM
- Zasilanie przez USB
- Brak zewnętrznej pamięci RAM i Flash

Pozostałe cechy, zależne od wersji:

- Procesory: TPM330FDG (32 kB SRAM, 512 kB Flash), TPM360F20FG (128 kB SRAM, 2 MB Flash), TPM362F10FG i TPM364F10FG (64 kB SRAM, 1 MB Flash)
- XTAL: 10 (dla MCBTTPM330) lub 12 MHz dla pozostałych
- Zegar MCU: 40 MHz dla MCBTTPM330 i 64 MHz dla pozostałych
- 3 przyciski dla MCBTTPM330 i 6 dla pozostałych
- 3 diody LED dla MCBTTPM330 i 5 dla pozostałych
- Wyjście analogowe dla MCBTTPM330
- Interfejs CAN dla MCBTTPM364
- Interfejs USB (Host/OTG) dla MCBTTPM364

**Hitex**

W zakresie mikrokontrolerów z rdzeniami Cortex-M3 firma Hitex oferuje liczne małe zestawy typu „USB Stick”. Są one wykonane

XL Star Board

Zestaw deweloperski skonstruowany przez użytkowników portalu internetowego element14

Farnell, dostawca katalogowy szerokiej gamy elementów elektronicznych, od około 2 lat rozwija swój portal internetowy dla inżynierów elektroników. W ostatnim czasie nazwa „element14” zyskała dodatkowo miano producenta, ponieważ inżynierowie użytkownicy portalu, skonstruowali pierwszy, własny zestaw ewaluacyjny dla 8-bitowych mikrokontrolerów z rdzeniem HCS08. Jego twórcami są użytkownicy wspomnianego portalu, więc zestaw nosi nazwę Element14 XL Star Board.

Mikrokontrolery z rodziny HCS08 produkowane przez firmę Freescale to 8-bitowe układy wykonane w architekturze CISC. Standardowa metoda programowania interfejsu HCS08 opiera się na wykorzystaniu interfejsu BDM (Background Debug Mode). Pozwala ona także na debugowanie gotowego systemu.

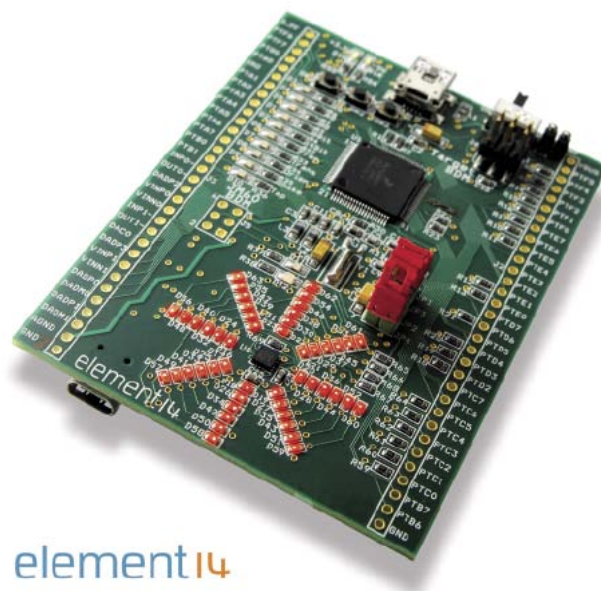
Cechy mikrokontrolera

Sercem płytki Star-XL-S08 jest układ 9S08MM128 należący do rodziny Flexis. Może być taktowany zegarem do 48 MHz, zawiera 128 kB pamięci Flash i 12 kB pamięci RAM, które są zabezpieczone przed niepożądanym dostępem.

Co więcej, na rewersie płytki znajduje się drugi mikrokontroler – pomocniczy, który przydaje się w trakcie debugowania pracy głównego procesora oraz podczas ładowania kodu programu. Jest to układ MC9S07JM60, który zawiera 60 kB pamięci Flash i 4 kB pamięci RAM. Komunikuje się on z 9S08MM128 przez interfejs BDM, pozwalając na sprawne debugowanie pracy głównego układu. Co więcej, zastosowanie dwóch mikrokontrolerów umożliwia jednocześnie podłączenie płytki do komputera PC przez port USB oraz korzystanie ze złącza USB w ramach rozwijanej aplikacji. Dodatkowo, w przeciwieństwie do wielu płytek deweloperskich z układami Freescale, nie ma potrzeby stosowania specjalnego programatora, takiego jak np. P&E USB BDM Multilink, który pozwala na podłączenie komputera przez port USB do interfejsu BDM mikrokontrolera.

Komponenty i układ

Płytki deweloperska Star-XL-S08 to konstrukcja dwustronna, której obie strony mają odmiennie zastosowania. Strona wierzchnia zawiera elementy rozwijanej aplikacji. Oprócz mikrokontrolera zawiera 3 przyciski, włącznik zasilania, 10 zielonych diod LED ułożonych w rzędek i 48 pomarańczowych diod LED ułożonych w 8-ramienną



Fot. 1. Płytki Star-XL-S08 – widok od góry

gwiazdę, od której zestaw wzięł swoją nazwę. W środku gwiazdy umieszczono 3-osiowy akcelerometr MMA8451Q o rozdzielczości 14 bitów. Uzupełnieniem jest złącze USB, które może być swobodnie wykorzystane w projektowanej aplikacji. Wyprowadzono też 6-pinowy interfejs BDM.

Na wierzchniej stronie znajdują się także 4 zworki, które służą do konfiguracji trybu pracy układu MC9S07JM60 oraz umożliwiają niezależny pomiar prądu głównego mikrokontrolera i akcelerometru.

Na spodniej stronie, oprócz mikrokontrolera pomocniczego, umieszczono gniazdo akumulatora litowo-jonowego oraz układ MC34673 służący do ładowania go. Znalazł się tam też port USB do debugowania całego zestawu.

Gdy urządzenie jest podłączone do komputera przez port USB ze strony spodniej, czerpie moc z zewnątrz, ładując jednocześnie akumulatory.

CodeWarrior – instalacja, wymagania i ograniczenia

Zestaw oferowany przez Farnell sprzedawany jest wraz z wgranym programem demonstracyjnym, w którym wykorzystano wbudowany akcelerometr. Składa się na niego kilka trybów wybieranych przyciskami, które prezentują możliwości wykrywania ruchu. W celu zastąpienia wbudowanego programu własnym kodem należy zainstalować odpowiednie środowisko deweloperskie.



Fot. 2. Płytkę Star-XL-S08 – widok od spodu

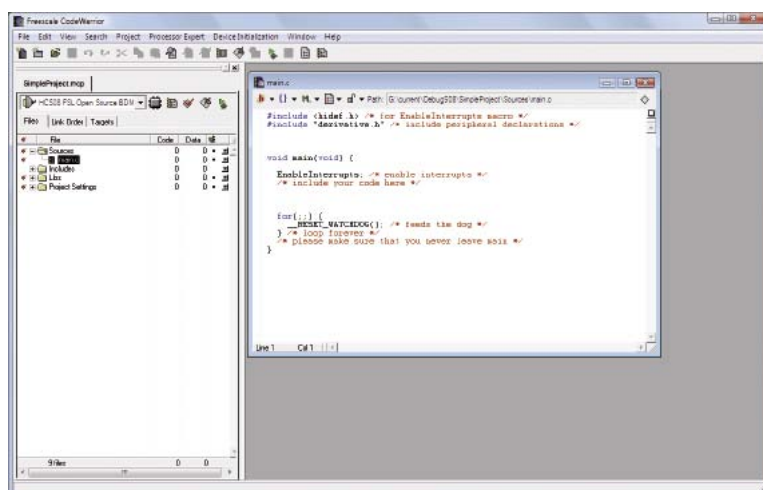
W ramach zestawu XL Star dostarczany jest pakiet CodeWarrior for Microcontrollers V6.3 Special Edition. Jest to zintegrowane środowisko deweloperskie przeznaczone do tworzenia, kompilowania i debugowania kodu. Wersja specjalna jest darmowa, ale wprowadza ograniczenie kodu do 32 kB, co wynika z cech zastosowanego kompilatora języka C. W nowszych wydaniach pakietu ograniczenie to powinno być podniesione do 64 kB.

Pakiet CodeWarrior wymaga systemu operacyjnego Windows XP (choć wszystko wskazuje na to, że działa także z nowszymi) i przynajmniej 512 MB pamięci RAM (przy czym zalecane jest 1 GB). Pozostałe wymagania powinny być spełnione przez nawet 10-letni komputer PC.

Instalacja CodeWarriora nie jest trudna, choć może wymagać aktualizacji posiadanego oprogramowania. Ponadto może zaistnieć konieczność zainstalowania dodatkowych sterowników dla portów USB. Odbywa się to dopiero po pierwszym podłączeniu płytki do komputera. Po pomyślnej instalacji sterowników płytka powinna być widziana w systemie jako dodatkowe porty.

CodeWarrior – tworzenie i debugowanie kodu

Wraz z zestawem dostarczany jest także kod programu wgranego do pamięci mikrokontrolera. Można go wykorzystać jako przykładowy kod do modyfikacji. Oprogramowanie CodeWarrior zawiera wiele usprawnień, dzięki którym praca programisty jest wygodna. Przykładem może być menu kontekstowe uzyskiwane po kliknięciu prawym klawiszem myszki w oknie edytora. Edytor rozpoznaje składnię i wyświetla ewentualne komunikaty o błędach.

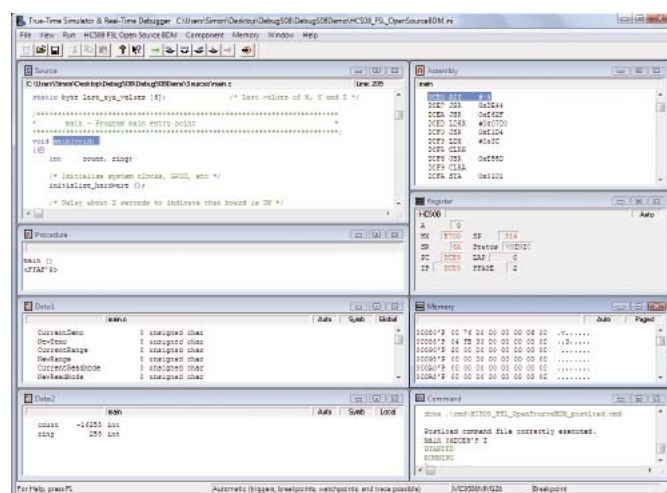


Rys. 3. Główne okno edytora CodeWarrior w trybie MDI (Multiple Document Interface)

W momencie rozpoczęcia debugowania, załadowany zostanie Debugger Hiwave, który automatycznie załaduje stworzony program do

pamięci mikrokontrolera na płytce. Następnie aplikacja jest uruchamiana i działa aż do momentu natrafienia na początek funkcji main lub dowolnego innego miejsca kodu zdefiniowanego w opcjach programu. Sam debugger zawiera wszystkie opcje typowe dla tego rodzaju oprogramowania, takie jak praca krokowa, wkraczanie i wychodzenie z funkcji, wstrzymanie i zrestartowanie programu.

Warto zaznaczyć, że mikrokontroler pomocniczy może nie poradzić sobie z debugowaniem aplikacji, w których zastosowano szybkie taktowanie zegara głównego procesora. W przypadku gdy częstotliwość ta wynosi 24 MHz lub więcej, konieczne jest zastosowanie zewnętrznego debugera, takiego jak wspomniany wcześniej P&E USB BDM Multilink (koszt około 750 zł netto). Należy go wtedy podłączyć bezpośrednio do wyprowadzeń BDM umieszczonych zaraz obok głównego mikrokontrolera.



Rys. 5. Okno debugera Hiwave z pakietu CodeWarrior

Podsumowanie

XL Star to ciekawy zestaw godny polecenia wszystkim, którzy rozpoczynają swoją przygodę z mikrokontrolerami z rodziny HCS08. Co więcej, programy napisane dla wbudowanego MC9S08MM128 mogą być łatwo przeniesione na 32-bitową jednostkę, taką jak MCF51MM128, która również należy do rodziny Flexis. Dzięki zasilaniu bateryjnego, może służyć do demonstracji prostych aplikacji mobilnych, a zestaw wyprowadzeń równy 0,1 cala ułatwia prototypowanie.

Warto dodać, że XL Star ma być oferowany w formie open-source, tj. wszystkie schematy potrzebne do utworzenia płytki, wraz z projektami w plikach gerber, będą oferowane bezpłatnie.

Korzystnie wypada też cena gotowego zestawu – wynosi ona niecałe 97 złotych netto, przy czym zestaw ten – w pierwszej, obecnej wersji oferowanej w sklepie internetowym – pozbawiony jest większości diod ułożonych w kształt gwiazdy oraz uchwytu na baterie. Elementy te trzeba dokupić i zamontować samodzielnie. Koszt uchwytu marki Keystone (model 3008) pasującego do płytki wynosi około 2,4 złotych netto. Cena mikrokontrolera MC9S08MM128 przy większych zamówieniach spada poniżej 20 złotych. Wszystkie omówione podzespoły, jak i cały zestaw, są dostępne w sklepie internetowym Farnell.

Marcin Karbowniczek, EP
marcin.karbowniczek@ep.com.pl

Mikrokontrolery z rdzeniem ARM

Zestawy uruchomieniowe, narzędzia i komputery jednopłytkowe

Układy z rdzeniem ARM zdominowały rynek mikrokontrolerów 32-bitowych. Największą popularność zdobywa rdzeń Cortex-M3, natomiast w prostszych zastosowaniach sprawdza się rdzeń Cortex-M0, tym bardziej że mikrokontrolery tego typu są konkurencyjną cenową nawet dla układów 8-bitowych.

W przypadku aplikacji wymagających uruchomienia systemu operacyjnego jest konieczne zastosowanie rdzeni z jednostką MMU, takich jak ARM9, ARM11 lub Cortex-A8.

Obszar zastosowań mikrokontrolerów z rdzeniem ARM jest szeroki i przypuszczalnie wcześniej czy później projektant układów mikroprocesorowych prawdopodobnie stanie przed koniecznością zapoznania się z nimi. Jednym z warunków „szybkiego startu” z nowym mikrokontrolerem jest profesjonalnie wykonany zestaw uruchomieniowy.

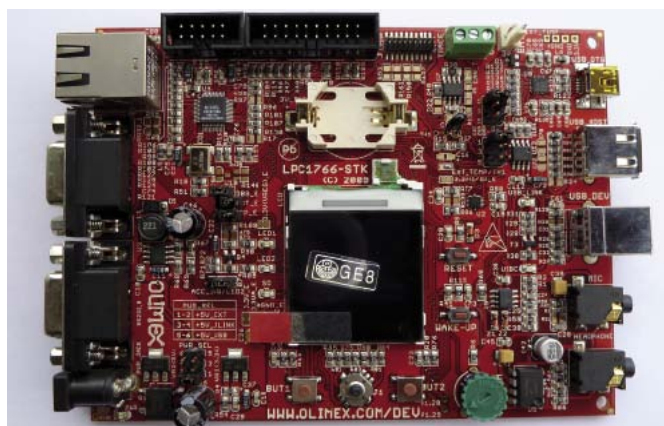
Olimex

Pierwsze płytki uruchomieniowe dla mikrokontrolerów z rdzeniem ARM pojawiły się w ofercie firmy Olimex już w roku 2003, a więc na samym początku „ARM-owej rewolucji” zapoczątkowanej przez firmę Philips, która wprowadziła na rynek rodzinę LPC2000, tj. mikrokontrolery z rdzeniem ARM7TDMI.

Ofertę firmy Olimex w zakresie zestawów z mikrokontrolerami wyposażonymi w rdzenie ARM można podzielić na trzy główne kategorie:

- płytki prototypowe, zazwyczaj wyposażone w podstawowe interfejsy oraz pole prototypowe, umożliwiające użytkownikowi szybkie podłączenie dodatkowych układów,
- płytki ewaluacyjne, bogato wyposażone, z reguły z wyświetlaczami graficznymi,
- moduły, wyposażone najczęściej tylko w mikrokontroler oraz minimalną liczbę podzespołów, które umożliwiają łatwą integrację z docelowym produktem.

Obecnie dostępne są zestawy uruchomieniowe dla mikrokontrolerów z rdzeniami ARM7TDMI, Cortex-M0, Cortex-M3, ARM966E-S i ARM926EJ-S. Układy te produkowane są przez takie firmy jak: NXP, Atmel, STMicroelectronics, Energy Micro, Texas Instruments, Analog Devices, Cirrus Logic i OKI Semiconductor. Do wszystkich zestawów na stronach internetowych są udostępnione przykładowe programy w języku C oraz kompletne schematy. Dla wybranych płytek ewalu-

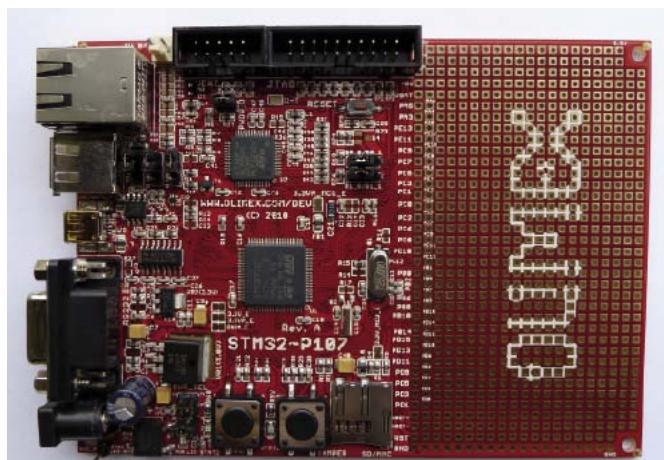


Fotografia 1. Zestaw LPC-1766STK

acyjnych dostępne są także systemy operacyjne: Linux (SAM9-L9260, SAM9-L9261, CS-E9302), uClinux (LPC-2478STK, LPC-E2468), eCOS (LPC-L2294, LPC1766-STK) i NetBSD (CS-E9302).

Większość płytek zawiera wbudowane uniwersalne złącze UEXT, które umożliwia podłączenie modułów zwiększających liczbę funkcji zestawu. Dostępne są moduły:

- wejść/wyjść cyfrowych,
- Wi-Fi,
- GSM,
- GPS,
- MP3,
- z akcelerometrem SMB380,



Fotografia 2. Zestaw STM32-P107



Fotografia 3. Zestaw EM2440-III z wyświetlaczem 4,3"

- z wyświetlaczem LCD Nokia6610,
- z transceiverem NRF24L01,
- z interfejsem Ethernet (ENC28J60 i ENC624J600).

Na **fotografii 1** przedstawiono zestaw LPC-1766STK. Jest to płytką ewaluacyjną dla mikrokontrolera LPC1766 produkowanego przez firmę NXP, w którym zastosowano rdzeń Cortex-M3. Na płytce zostało umieszczonych wiele interfejsów: CAN, Ethernet, USB host, USB device, USB OTG i RS232. Zestaw wyposażony jest również m.in. w akcelerometr, czujnik temperatury, gniazdo kart SD/MMC, wejście i wyjście audio, joystick oraz wyświetlacz graficzny. **Fotografia 2** przedstawia płytkę prototypową z mikrokontrolerem STM32F107VCT6 firmy ST. Umożliwia ona łatwy dostęp do portów mikrokontrolera, a pole prototypowe pozwala na proste podłączenie dodatkowych układów.

Boardcon

Użytkowników, którzy potrzebują większych mocy obliczeniowych, z pewnością zainteresują zestawy firmy Boardcon z mikrokontrolerami marki Samsung. Są to zestawy wyposażone w układy z rdzeniem ARM9 lub ARM11. Do wszystkich modeli są dostępne wyświetlacze LCD-TFT z panelem dotykowym o rozmiarach od 3,5" do 7". Dużą popularnością cieszy się zestaw EM2440-III z mikrokontrolerem S3C2440A i zainstalowanym systemem Linux. Został on przedstawiony na **fotografii 3** wraz z wyświetlaczem LCD 4,3". Najnowszą propozycją firmy Boardcon jest zestaw SBC6410 oparty na mikrokontrolerze S3C6410 z rdzeniem ARM11 i taktowany sygnałem o częstotliwości 667 MHz. Na zestawie tym można zainstalować odpowiednio przygotowane systemy operacyjne Linux lub Android.



Fotografia 4. Interfejs KT-LINK

Made in Poland

Oprócz dystrybucji produktów firm trzecich, Kristech oferuje również w ofercie własne rozwiązania. Przykładem jest przedstawiony na **fotografii 4** KT-LINK. Jest to interfejs JTAG dla mikrokontrolerów z rdzeniem ARM. Współpracuje z popularnym i darmowym oprogramowaniem OpenOCD. Umożliwia uruchamianie programów i monitorowanie ich działania (zapis i odczyt pamięci, ustawienie pułapek, podgląd rejestrów, pracę krokową, itd.) oraz programowanie pamięci Flash wybranych rodzin mikrokontrolerów. Sprzętowo wspiera SWD (Serial Wire Debug) i SWV (Serial Wire Viewer). W momencie pisania artykułu OpenOCD jeszcze nie wspiera SWD, ale prace nad obsługą tego standardu są już mocno zaawansowane. Co ciekawe, prowadzi je Polak, Tomasz Bolesław Cedro, student Politechniki Warszawskiej i specjalista Orange Labs Warsaw, który korzystając z interfejsu KT-LINK, opracowuje otwartą bibliotekę LibSWD. LibSWD w wersji 0.1 przeszła pomyślnie testy i została zintegrowana z programem UrJTAG. Wkrótce będzie również działać z OpenOCD. Wsparcie dla SWD jest obecnie istotne, choćby z uwagi na fakt, że nowe mikrokontrolery z rdzeniem Cortex-M0, produkowane przez NXP (rodzina LPC1100) nie mają wbudowanego interfejsu JTAG, lecz tylko SWD. KT-LINK jest również wspierany przez środowisko CrossWorks firmy Rowley Associates.

KT-LINK ma też wiele innych zalet. Cechuje się szerokim zakresem napięć układu docelowego (od 1,65 do 5,5 V) i pozwala na pomiar jego wartości, a także pomiar prądu pobieranego przez układ docelowy, jeśli jest on zasilany z KT-LINK. Ponadto KT-LINK obsługuje RTCK – JTAG automatycznie dopasowuje się do częstotliwości taktowania układu docelowego. Ma też dodatkowy port szeregowy, który może pracować w standardzie RS-232 lub z zadanymi poziomami napięć (5 V; 3,3 V; 2,5 V lub 1,8 V).

KT-SBC-SAM9-1 (**fotografia 5**) to w pełni funkcjonalny komputer jednopłytkowy z procesorem ARM9. Zawiera 64 MB pamięci RAM oraz 512 MB pamięci NAND Flash. Oprócz często spotykanych interfejsów (RS-232, Ethernet, USB) wyposażony jest również w port RS-485. Komputer ma zainstalowany system Linux. Nie wymaga on współpracy z interfejsem graficznym, gdyż dostęp do niego uzyskuje się dzięki zainstalowanemu serwerowi SSH lub konsoli RS-232. Wraz z komputerem jest dostarczany zestaw narzędzi programistycznych oraz przykładowych programów. Pozwala to od razu przystąpić do pracy nad tworzeniem aplikacji w języku C/C++ przy pełnym dostępie do zasobów systemowych. Do komputera jest oferowana aluminiowa obudowa.

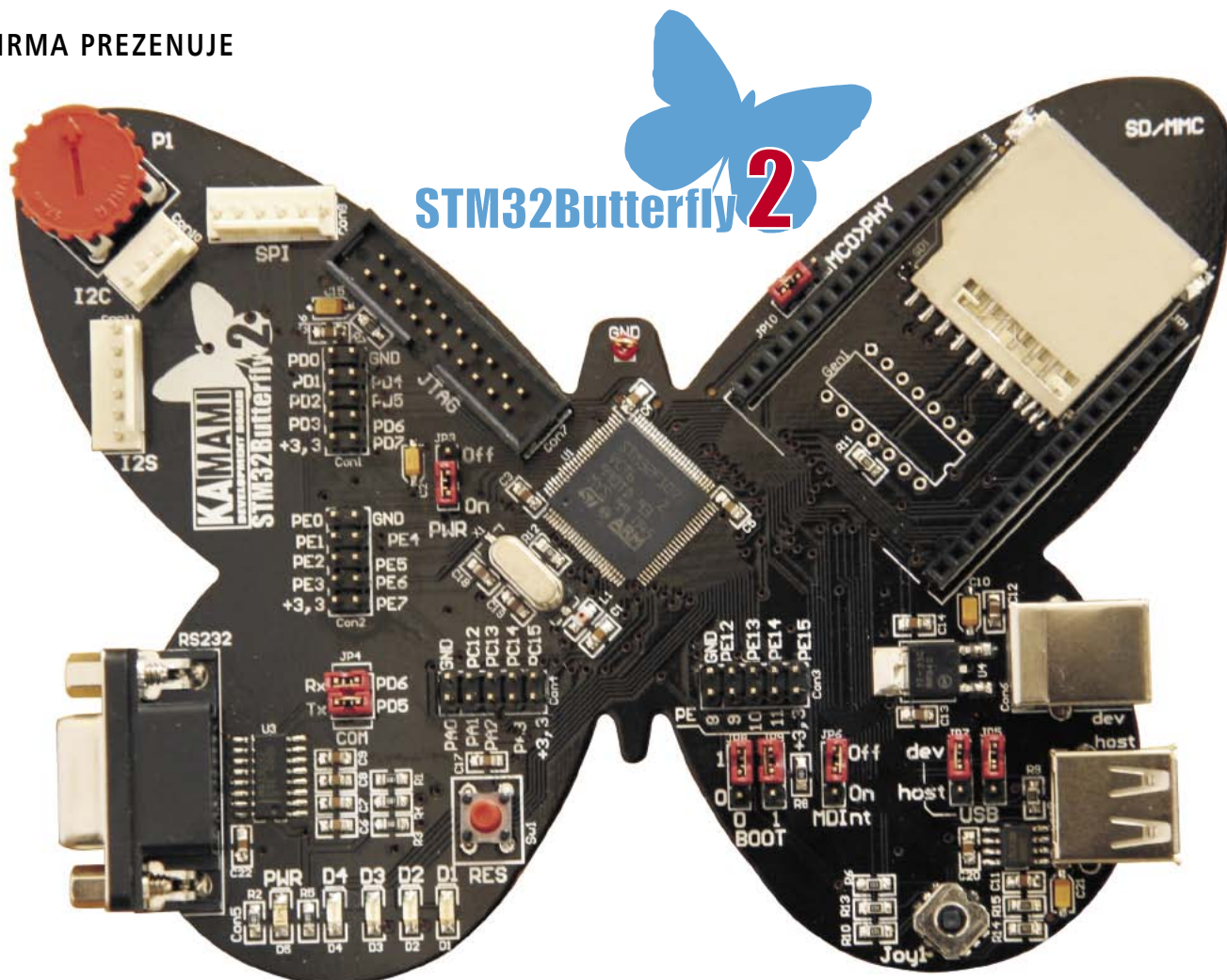
Podsumowanie

W artykule przedstawiono wybrane zestawy uruchomieniowe, narzędzia dla mikrokontrolerów oraz komputery jednopłytkowe z rdzeniem ARM. Pełną ofertę, aktualne ceny oraz stany magazynowe można sprawdzić w sklepie internetowym pod adresem: mikroprocesor.pl. Warto ją odwiedzić, gdyż prawdopodobnie każdy projektant systemów mikroprocesorowych oraz fan mikrokontrolerów, chcący poznać nowe rozwiązania, znajdzie coś interesującego w ofercie firmy Kristech.

Krzysztof Kajstura, Kristech
kristech@kristech.pl



Fotografia 5. Komputer jednopłytkowy KT-SBC-SAM9-1



STM32 i Ethernet: nowości w ofercie KAMAMI

W skład wewnętrznego wyposażenia mikrokontrolerów Connectivity Line (z rodziny STM32) wchodzi m.in. blok MAC (Media Access Controller), dzięki któremu – po dodaniu zewnętrznego interfejsu PHY – budowany system można łatwo wyposażać w kompletny interfejs sieciowy Ethernet. Dzięki nowym zestawom uruchomieniowym opracowanym i wdrożonym do sprzedaży przez KAMAMI.pl, a także nowej książce poświęconej mikrokontrolerom STM32, poznanie sposobów implementacji protokołów sieciowych oraz przykłady ich praktycznego wykorzystania są w zasięgu każdego konstruktora-elektronika.

Motylowo

Prezentację „sieciowych” nowości z oferty KAMAMI.pl zaczniemy od następcy niezwykle popularnego w naszym kraju zestawu ewaluacyjnego STM32Butterfly. Na fotografii wstępnej do artykułu pokazano nową, rozbudowaną wersję „motyla” noszącą nazwę STM32Butterfly2. Poza drobnymi zmianami, jak zwiększenie do 4 liczby diod LED, zwiększenie liczby linii GPIO dostęp-

nych dla użytkowników czy dodanie złącza I²S (oprócz stosowanych we wcześniejszej wersji „motyla” SPI i I²C). Nowego „motyla” wyposażono także w złącze dla kart SD/MMC, interfejs RS232 z konwerterem napięcia (który można wykorzystać m.in. do współpracy z bootloaderem) oraz potencjometr spełniający rolę nastawnika analogowego. Ponadto, modyfikacji uległ interfejs USB, który w STM32Butterfly2 może pracować

Dodatkowe informacje:

Dodatkowe informacje są dostępne pod adresem www.kamami.pl, tel.: 22-767-36-20, sprzedaz@kamami.pl.

zarówno w trybie host jak i device. Przełączania pomiędzy tymi trybami dokonuje się za pomocą dwóch zworek.

Interfejs sieciowy PHY w postaci modułu ZL2ETH (z układem STE100P) lub ZL3ETH (z układem DP83848) – obydwa produkowane przez KAMAMI.pl – jest montowany w specjalnej podstawie ułożonej na prawym skrzydle „motyla”. Przewidziano dwie możliwości taktowania mostka PHY – z lokalnego generatora 25 MHz (na płycie przewidziano miejsce na jego montaż) lub z wyjścia MCO mikrokontrolera STM32F107.

Pomimo „rozrywkowego” wyglądu zestaw STM32Butterfly2 jest bardzo poważną platformą uruchomieniową, wyposażoną w peryferia przydatne do realizacji zarówno przykładów „szkolnych”, jak i wyrafinowanych aplikacji sieciowych.



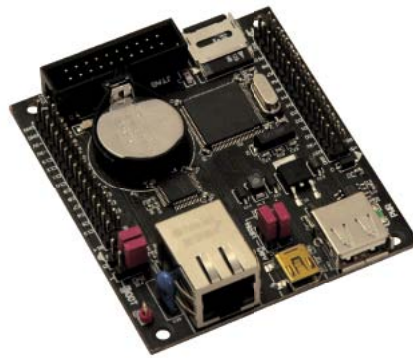
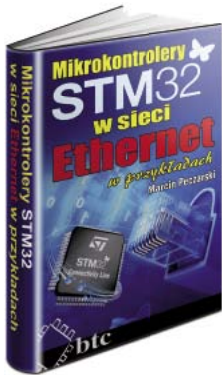
Fotografia 1. Wygląd zestawu ZL29ARM, który jest sprzętową bazą dla książki „Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet”

Łatwość stosowania zestawu podnoszą złącza z wyprowadzonymi liniami GPIO w różnych konfiguracjach, do których można dołączać m.in. moduły peryferyjne z serii KAmoD.

Dla lubiących klasykę

Drugą „sieciową” nowością w ofercie KAMAMI.pl jest zestaw ZL29ARM (fotografia 1), który powstał jako bazowe rozwiązanie sprzętowe dla czytelników książki

Czytelnikom zainteresowanym stosowaniem mikrokontrolerów STM32 w aplikacjach ethernetowych polecamy wydaną przez Wydawnictwo BTC książkę „Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet”, której autor przygotował i doskonale opisał wiele przykładowych aplikacji sieciowych, udostępniając ich kompletne kody źródłowe. Dodatkowe informacje o książce są dostępne m.in. pod adresami: www.KAMAMI.pl oraz www.STM32.eu.



Fotografia 2. Wygląd ethernetowego serwera dla aplikacji *embedded* – ZL26ARM

„Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet”. Wyposażenie tego zestawu jest zbliżone do przedstawionego wcześniej STM32Butterfly2 z tą różnicą, że ZL29ARM wyposażono dodatkowo w dwa złącza umożliwiające instalację wyświetlaczy LCD: graficznego lub alfanumerycznego, interfejs warstwy fizycznej CAN2.0B z gniazdem DB9 oraz przetwornik akustyczny.

Elementy peryferyjne zintegrowane na płycie zestawu ZL29ARM (w tym interfejs ethernetowy) dołączono do mikrokontrolera STM32F107 w taki sam sposób jak na płycie STM32Butterfly, co ułatwia przenoszenie aplikacji pomiędzy zestawami.

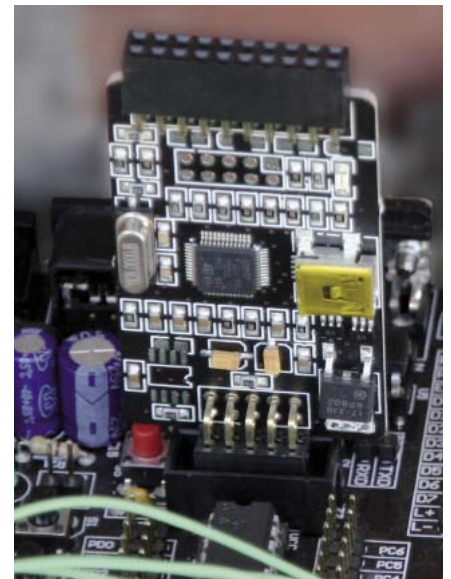
Ethernet w wersji *embedded*

Trzecia, „sieciowa” nowość to ethernetowy serwer z mikrokontrolerem STM32F107 przeznaczony dla aplikacji *embedded*, który nosi oznaczenie ZL26ARM (fotografia 2). Charakteryzują go niewielkie wymiary i ograniczone do minimum wyposażenie peryferyjne: poza interfejsem Ethernet zestaw zawiera złącze kart microSD oraz dwa złącza USB, z których w danej chwili może być aktywne tylko jedno (*host* lub *device*) wybrane za pomocą zworek. Bateria CR2032 podtrzymuje zawartość chronionego sektora pamięci SRAM wbudowanej w mikrokontroler, umożliwia także pracę zegara RTC, gdy urządzenie jest pozbawione zasilania

zewnętrznego. Linie GPIO mikrokontrolera zastosowanego w ZL26ARM wyprowadzono na dwurzędowe złącza *gold-pin*, do których doprowadzono także linie zasilające (serwer jest zasilany napięciem o wartości 5 V_{DC}).

Niezależnie od upodobań...

...konstruktorzy i programiści korzystający w swoich urządzeniach z mikrokontrolerów STM32 potrzebują narzędzia umożliwiającego programowanie pamięci Flash i debugowanie ich pracy. Do tego celu KAMAMI.pl oferuje wyspecjalizowane interfejsy ZL30PRG (fotografia 3), będące odpowiednikami produkowanych przez STMicroelectronics interfejsów ST-Link. Obydwa programatory-debuggerzy współpracują z najpopularniejszymi środowiskami programistycznymi (Keil/ARM, IAR), są także jedynymi interfejsami domyślnie obsługiwanymi przez bezpłatną wersję pakietu TrueSTUDIO firmy Atollic.



Fotografia 3. Programator-debugger ZL30PRG (zgodny z ST-Link) jest zgodny ze wszystkimi popularnymi pakietami programistycznymi dla mikrokontrolerów STM32

REKLAMA

AT91SAM7 • AT91SAM9 • LPC1000 • LPC2000 • STM32 • OMAP3530

BTC Korporacja
ul. lwowska 5
05-120 Legionowo
tel.: (22) 737-36-20
faks: (22) 767-36-33

SBC – komputery jednopłytkowe

Zestawy uruchomieniowe

Programatory

Moduły dodatkowe

www.kamami.pl

Największa oferta narzędzi uruchomieniowych

MIKROKONTROLER.PL

Uwaga! Specjalna promocja dla czytelników portalu mikrokontroler.pl.

Jeżeli zapisałeś się na newsletter portalu mikrokontroler.pl, to w Kamami.pl możesz zamówić zestaw uruchomieniowy **STM3210B-SK/KEI** firmy Keil składający się z płytki **MCBSTM32** (z mikrokontrolerem z rodziny STM32) oraz z interfejsu JTAG **ULINK-ME** w promocyjnej cenie!!!



Ilość zestawów w promocji jest ograniczona

Sterowanie diodami LED za pomocą STM32 i PCA9633

Pojawienie się na rynku relatywnie tanich diod RGB wywołało zapotrzebowanie na układy sterowania źródłami światła tego typu. W artykule prezentujemy sposób sterowania wielokolorowymi diodami elektroluminescencyjnymi z użyciem mikrokontrolerów STM32 i sterownika PCA9633.

Od kilku lat jesteśmy świadkami ciągle postępującej rewolucji w oświetleniu diodami LED. Znaczny postęp w technologii pozwolił na uzyskanie półprzewodnikowych źródeł światła doskonałej jakości. W chwili obecnej znaczącą barierą jest jeszcze cena diod LED mocy, lecz należy się spodziewać, że w przyszłości staną się one na tyle tanie, iż z powodzeniem zaczną masowo zastępować klasyczne źródła światła. Obok diod białych, które są przeznaczone do celów oświetleniowych, coraz większą popularność zdobywają wielokolorowe diody mocy. Szczególnie interesujące są diody zawierające w jednej obudowie trzy struktury o barwach RGB.

Sterowanie diodami RGB można zrealizować albo bezpośrednio za pomocą timerów mikrokontrolera, albo też z użyciem specjalizowanego kontrolera w postaci układu scalonego. Przykładem takiego scalonego kontrolera diod RGB może być układ PCA9633 produkowany przez firmę NXP.

Układ PCA9633

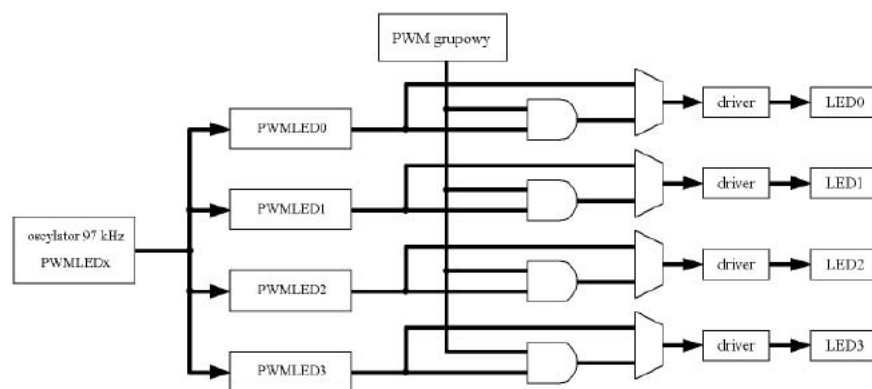
Układ PCA9633 jest sterownikiem diod LED mocy z interfejsem I²C. Uproszczony schemat blokowy układu zamieszczono na **rysunku 1**. Kontroler może sterować pracą do czterech diod LED, przy czym każda indywidualnie ma przypisany swój kanał PWM. Ponadto dostępny jest również piąty generator, który może służyć do jednoczesnego sterowania wszystkimi czterema diodami. Umożliwia to miganie lub ściemnianie/rozjaśnianie wszystkich diod LED jednocześnie. Rozdzielczość generatorów PWM wynosi 8 bitów, przy czym generatory indywidualne pracują z częstotliwością 97 kHz, a generator wspólny (grupowy) z częstotliwością 190 Hz w trybie ściemniania lub z programowaną w zakresie od 24 Hz do około 0,1 Hz, w trybie migania.

Układ występuje w trzech odmianach różniących się liczbą wyprowadzeń. Dostępne są obudowy z 8, 10 lub 16 wyprowadzeniami. Najistotniejszą konsekwencją wynikającą ze zróżnicowania liczby wyprowadzeń jest liczba adresów na magistrali I²C. Obudowy 8-wyprowadzeniowe mają ustalony podczas produkcji adres 0x62. Odmiany z 10 wyprowadzeniami mają konfigurowalne dwa najmłodsze bity adresu, natomiast pozostałe są, podobnie jak wyżej, ustalone w procesie produkcji, co przedstawiono na **rysunku 2**. Pełną swobodę ustawiania siedmiu bitów adresu zapewnia wersja

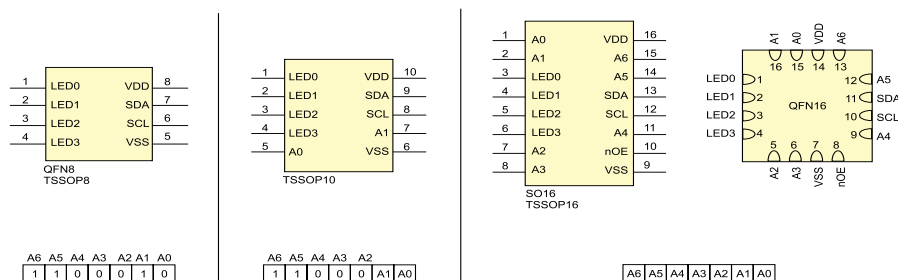
układu zamknięta w obudowie z 16 wyprowadzeniami.

Wyjścia sterujące kontrolera PCA9633 mają dwie możliwe konfiguracje pracy: jako otwarty dren albo „totem pole” (push-pull). W aplikacjach, gdzie diody są podłączone bezpośrednio do wyjść układu scalonego, najlepszym rozwiązaniem jest użycie wyjścia typu otwarty dren. Do wyprowadzeń w tej konfiguracji może wpływać maksymalny prąd 25 mA. Schemat typowego wykorzystania układu PCA9633 w obudowie z 16 wyprowadzeniami w konfiguracji z otwartym drenem przedstawiono na **rysunku 3**, dalsze rozważania w artykule będą dotyczyć takiej właśnie aplikacji.

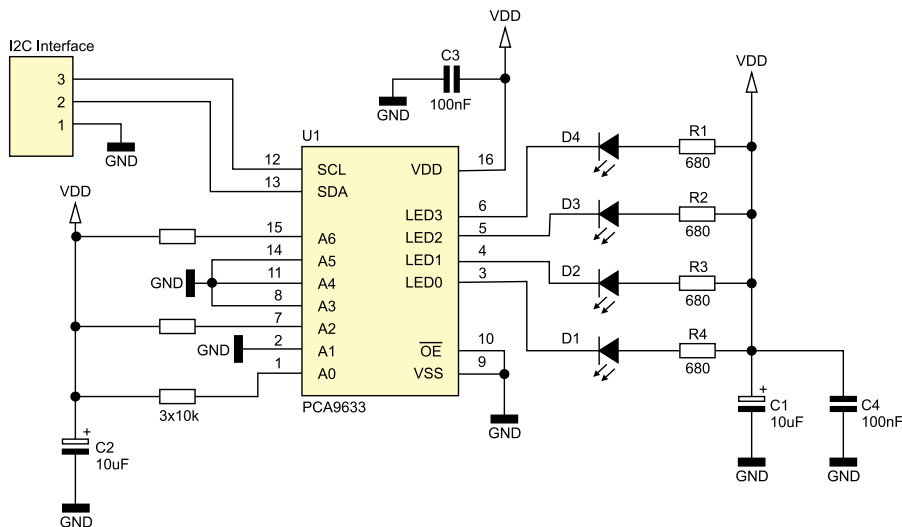
Oprócz podstawowego adresu, programowanego poprzez ustawianie poziomów logicznych na wyprowadzeniach adresowych, układ PCA9633 może mieć jeszcze do pięciu specjalnych adresów. Jeden specjalny adres zarezerwowany jest do jednoczesnego



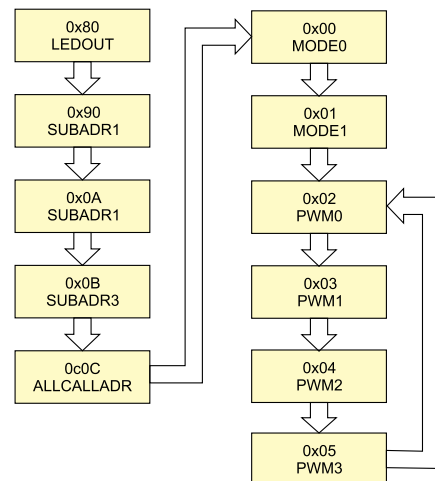
Rysunek 1. Schemat blokowy układu PCA9633



Rysunek 2. Konfigurowanie adresu układu PCA9633 w zależności od wersji obudowy



Rysunek 3. Typowa aplikacja kontrolera PCA9633



Rysunek 5. Komunikacja z autoinkrementacją adresów

Tabela 1. Mapa rejestrów układu PCA9633

Adres	Nazwa	Opis
0x00	MODE1	Rejestr ustawień
0x01	MODE2	Rejestr ustawień
0x02	PWM0	Wypełnienie kanału LED0
0x03	PWM1	Wypełnienie kanału LED1
0x04	PWM2	Wypełnienie kanału LED2
0x05	PWM3	Wypełnienie kanału LED3
0x06	GRPPWM	Wypełnienie kanału wspólnego
0x07	PRPFREQ	Częstotliwość kanału wspólnego
0x08	LEDOUT	Włącza/Wyłącza poszczególne kanały
0x09	SUBADR1	Adres grupy 1
0x0A	SUBADR2	Adres grupy 2
0x0B	SUBADR3	Adres grupy 3
0x0C	ALLCALLADR	Adresuje wszystkie układy PCA9633

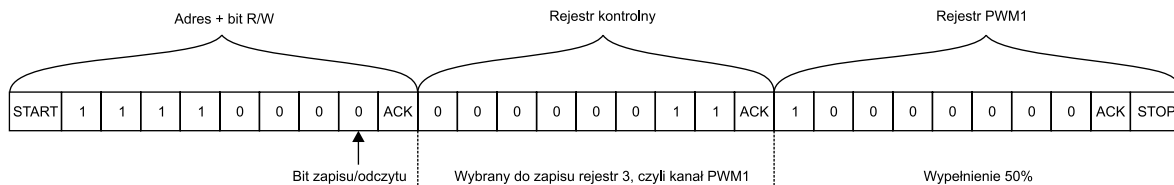
zerowania ustawień wszystkich układów PCA9633 (jeśli jest ich więcej niż jeden) podłączonych do magistrali I²C. Adres programowego zerowania jest już z góry ustalony, jego wartość wynosi 0x03. Bit zapisu/odczytu przysyłanego bajtu adresującego musi być ustawiony na '0', w przeciwnym wypadku sterowniki nie potwierdzą wiadomości i rozkaz zerowania zostanie przez nie odrzucony. Takie programowe zerowanie jest tożsame z przywracaniem ustawień poprzez wyłączenie i włączenie zasilania.

Drugi ze specjalnych adresów pozwala na zaadresowanie jednocześnie wszystkich układów PCA9633, jakie są dostępne. Ta opcja pozwala na ustawienie jednakowych parametrów całej matrycy LED, jeśli tylko diody są sterowane przez przedstawiany kontroler. Domyślnym adresem wspólnym jest 0x70, lecz może być on zmieniony. Predefiniowanie dwóch powyższych adresów sprawia, że maksymalna liczba układów

PCA9633 podłączonych do jednego interfejsu I²C zmniejsza się o dwa, do 126 urządzeń.

Wyżej wspomniano, że kontroler może mieć do pięciu specjalnych adresów. Pozostałe trzy to programowane adresy grupowe. Przydatność adresów grupowych daje o sobie znać w sytuacjach, kiedy sterowana jest cała matryca diod LED. Wtedy można podzielić wszystkie kontrolery na grupy i ustawiać jednocześnie parametry pracy przykładowo tylko dla jednej trzeciej matrycy.

Kontroler PCA9633 ma 12 rejestrów ogólnego przeznaczenia oraz jeden rejestr specjalny (kontrolny). Mapę wszystkich rejestrów wraz z krótkim komentarzem zamieszczono w **tabeli 1**, natomiast schemat komunikacji z układem przedstawia **rysunek 4**. Rejestr specjalny jest zapisywany za każdym razem, kiedy jest inicjowana wymiana danych. W najprostszym przypadku



Rysunek 4. Fragment komunikacji z kontrolerem PCA9633

wystarczy ustawiać tylko jego młodszy pół-bajt, co będzie oznaczało zapis lub odczyt tylko jednego zaadresowanego rejestru. Rozszerzenie funkcjonalności umożliwia trzy najstarsze bity rejestru kontrolnego (AI2, AI1, AI0), odpowiadające za automatyczną inkrementację wewnętrznego licznika adresów.

Opcję autoinkrementacji włącza ustawienie bitu MSB (AI2), natomiast dwa po nim następujące bity dają możliwość kontroli sposobu zwiększania adresów zapisywanych lub odczytywanych rejestrów. Gdy wyzerowane są oba bity AI0 oraz AI1, wtedy inkrementacja przebiega przez wszystkie 12 dostępnych rejestrów. Ta opcja jest najbardziej przydatna podczas inicjalizacji kontrolera. W trakcie normalnej pracy znacznie ciekawsze są pozostałe tryby adresowania automatycznego. Jeśli bity AI0 i AI1 wynoszą odpowiednio 1 i 0, to adresowanie przebiega tylko przez rejestry kontrolujące jasność pojedynczych kanałów. Wyzerowanie w rejestrze kontrolnym bitu AI0 i ustawienie AI1 będzie skutkowało uzyskaniem automatycznego dostępu do rejestrów odpowiedzialnych za sterowanie piątym, wspólnym dla wszystkich kanałów, generatorem PWM. Jak wspomniano wyżej, generator wspólny umożliwia sterowanie jasnością lub miganiem wszystkich diod LED naraz.

Połączenie obydwu powyższych trybów można uzyskać przez ustawienie obu bitów AI0 i AI1 na 1. Wtedy to automatyczna inkrementacja będzie obejmowała zarówno indywidualne kanały LED, jak i generator wspólny.



Projektuj z Freescale

Seminarium dla konstruktorów systemów embedded

Dnia 7 czerwca 2001 r. firma Freescale przeprowadzi w Warszawie pierwsze od wielu lat seminarium połączone z warsztatami dla konstruktorów zainteresowanych oferowanymi przez tę firmę nowoczesnymi mikrokontrolerami z rodziny Kinetis (z rdzeniem Cortex-M4) oraz mikroprocesorami i.MX28 (z rdzeniem ARM926EJ-S).

Seminarium „Projektuj z Freescale” będzie doskonałą okazją poznania w praktyce nowej generacji podzespołów oferowanych przez tę firmę, przede wszystkim nowoczesnych mikrokontrolerów i mikroprocesorów, a także czujników ciśnienia i przyspieszenia MEMS, sterowników klawiatur pojemnościowych, transceiverów radiowych zgodnych ze specyfikacją IEEE802.15.4 oraz układów SoC dla aplikacji ZigBee. Szczególnie duży nacisk kładziony będzie na praktyczne przybliżenie możliwości mikroprocesorów z rodziny i.MX28 oraz cieszących się szybko rosnącym zainteresowaniem mikrokontrolerów z rodziny Kinetis, które jako pierwsze na rynku pojawiły się wyposażone w rdzeń Cortex-M4.

Kinetis w ekspresowym skrócie

Rodzina mikrokontrolerów produkowanych przez Freescale z rdzeniem Cortex-M4 nosi nazwę Kinetis, w jej skład wchodzi pięć podrodzin oznaczonych symbolami K10, K20, K30, K40, K50 i K60, które różnią się wyposażeniem wewnętrznym i wynikają-

cym z niego ukierunkowaniem aplikacyjnym.

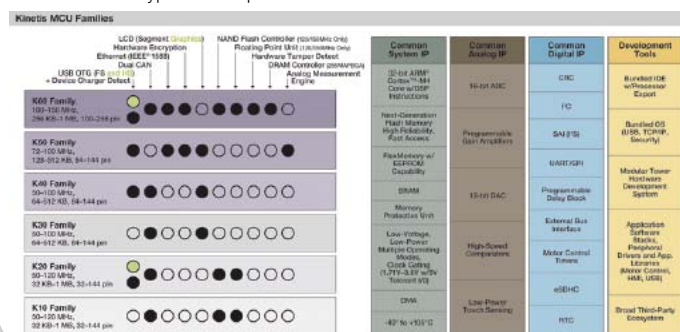
Według jeszcze nieoficjalnych zapowiedzi producenta rodzina Kinetis zostanie w niedługim czasie poszerzona o podrodzinę K70, która ma być podobna do K60, ale dodatkowo wyposażona w kontroler LCD SVGA.

Podrodziny K10 i K20 (w planach producenta taktowane sygnałem zegarowym od 50 do 150 MHz) są ze sobą praktycznie identyczne (i wymienne), najistotniejszą różnicą jest wyposażenie K20 w interfejsy USB-OTG. Obydwie podrodziny mikrokontrolerów – podobnie jak największe z podrodziny K60 – wyposażono w kontrolery pamięci NAND Flash i zmienoprzestrzenną

Dodatkowe informacje:
Dodatkowe informacje o mikrokontrolerach Kinetis można znaleźć pod adresem:
www.freescale.com/kinetis

jednostki obliczeniowe FPU. Wszystkie mikrokontrolery z rodziny Kinetis wyposażono w podwójny interfejs CAN2.0B. Ich standardowym wyposażeniem jest także wiele bloków i interfejsów peryferyjnych, w tym 16-bitowy przetwornik A/C, wzmacniacze analogowe o programowanym wzmacnieniu, szybkie komparatory analogowe, a także interfejsy do obsługi bezstykowych paneli użytkownika. Mikrokontrolery Kinetis wyposażono także w bogaty zestaw interfejsów komunikacyjnych: I²C, SPI, UART, generator-kontroler CRC, cyfrowy interfejs audio I²S, timery z generatorami PWM przeznaczone do sterowania pracą silników

Zestawienie wyposażenia podrodzin mikrokontrolerów Kinetis



W Internecie znajduje się co najmniej kilka portali dla fanów mikroprocesorów i.MX, gdzie mogą oni znaleźć nie tylko wsparcie techniczne, ale także wiele przydatnych informacji praktycznych. Jedną z takich internetowych wspólnot można znaleźć pod adresem <http://www.imxcommunity.org>

elektrycznych, a także sprzętowy interfejs kart SDHC.

Mikrokontrolery Kinetis z podrodziny K30 i K40 (przystosowane do taktowania sygnałami o częstotliwości w zakresie od 50 do 100 MHz) wyposażono w sprzętowy sterownik segmentowych LCD, pozbawiono je natomiast jednostki FPU i kontrolera NAND Flash.

K50 to najnowsza podrodzina mikrokontrolerów Kinetis, składająca się z dwunastu typów układów, różniących się częstotliwością taktowania procesora (72/100 MHz), pojemnością pamięci Flash (128/256/512 kB), SRAM (32/64/128 kB) i Flex (32/256 kB) oraz wbudowanymi peryferiami i interfejsami komunikacyjnymi. Nowością w stosunku do pozostałych rodzin Kinetis jest wyposażenie ich zaawansowaną analogową część pomiarową, na którą składają się: zintegrowane wzmacniacze operacyjne i transimpedancyjne, przetworniki A/C (16-bitowe, ze wzmacniaczami PGA) i C/A (12-bitowe), analogowe komparatory i źródło napięcia odniesienia. Mikrokontrolery z podrodziny K50 są ponadto wyposażone w interfejsy Ethernet (z IEEE1588), USB-OTG FS, sterownik LCD oraz możliwość obsługi bezstykowych klawiatur pojemnościowych paneli dotykowych.

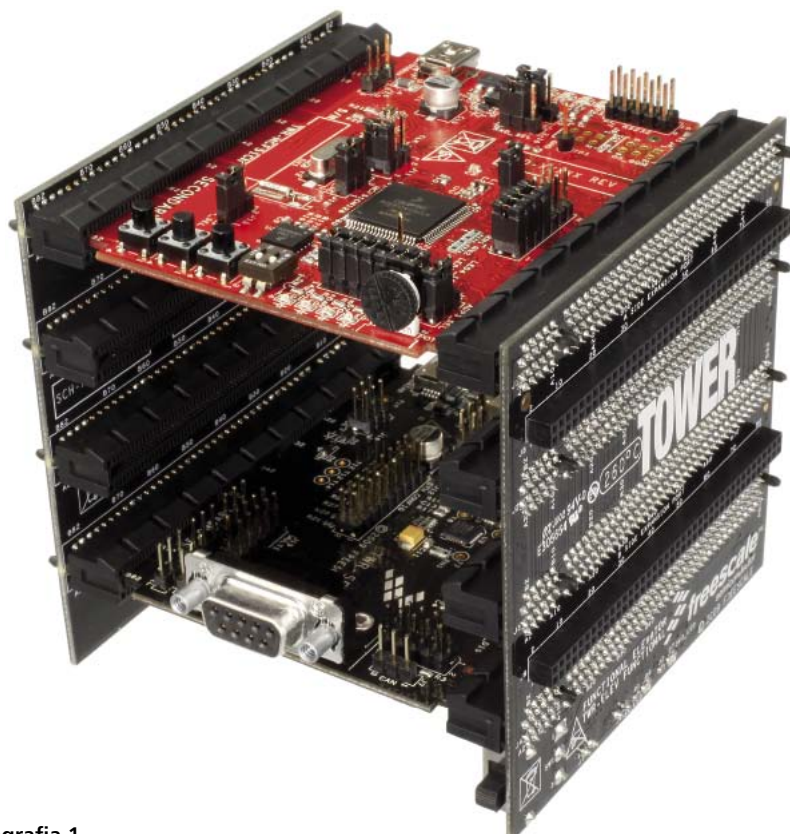
Najlepiej wyposażone są mikrokontrolery z podrodziny K60 (w planach producenta częstotliwości taktowania rdzenia będą wynosić od 100 do 180 MHz): oprócz sprzętowego bloku kryptograficznego (obsługującego algorytmy DES, 3DES, AES, MD5, SHA-1 oraz SHA-256) wbudowano w nie moduł MAC interfejsu Ethernet 10/100 Mb/s (zgodny z IEEE1588, interfejsy MII i RMII) oraz kontroler pamięci SDRAM. Obsługuje

Fotografia 1.

on pamięci DRAM: LPDDR, DDR oraz DDR2 o 16-bitowej magistrali danych i łącznej pamięci do 256 MB. Niektóre wersje mikrokontrolerów wyposażono w kontroler magistrali zewnętrznej FlexBus, dzięki któremu CPU uzyskuje dostęp do zewnętrznej przestrzeni adresowej wynoszącej 2 GB w konfiguracji 8-/16- i 32-bitowej. Można w niej ulokować m.in. pamięci PROM, EPROM, Flash, SRAM i EEPROM, a także dowolne inne peryferia.

Mikrokontrolery Kinetis oznaczone symbolem X (jak np. MK60X256VLL1) wyposażono w rzadko spotykany typ pamięci Flash, noszący firmową nazwę FlexMemory. Jest ona wykonywana w technologii TFS (*Thin Film Storage*) o wymiarze charakterystycznym 90 nm, jest ona przystosowana do pracy przy napięciach zasilania dochodzących do 1,71 V, a deklarowany przez producenta czas dostępu do danych nie przekracza 30 ns. Kontroler pamięci FlexMemory umożliwia użytkownikowi definiowanie niektórych jej bloków jako pamięci EEPROM o typowej liczbie cykli kasowania/zapis wynoszącej 1 mln, charakteryzującej się dodatkowo bardzo krótkim czasem kasowania i zapisu – nie przekracza on 1,5 ms/bajt. Mikrokontrolery wyposażone wyłącznie w klasyczną pamięć Flash są oznaczone symbolami z literą „N” występującą po nazwie rodziny, np.: MK60N512VMD.

Czytelnicy zainteresowani samodzielny sprawdzeniem możliwości mikrokontrolerów Kinetis mogą skorzystać z bardzo elastycznego sprzętowo zestawu ewaluacyjnego o nazwie Tower System. Wygląd



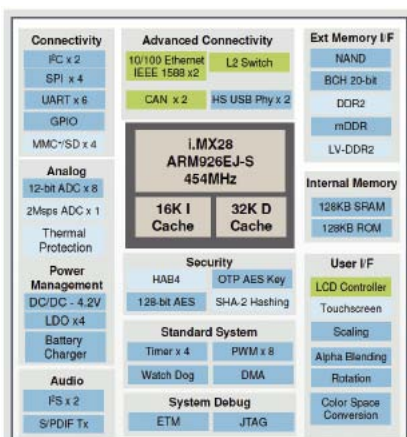
Fotografia 2.

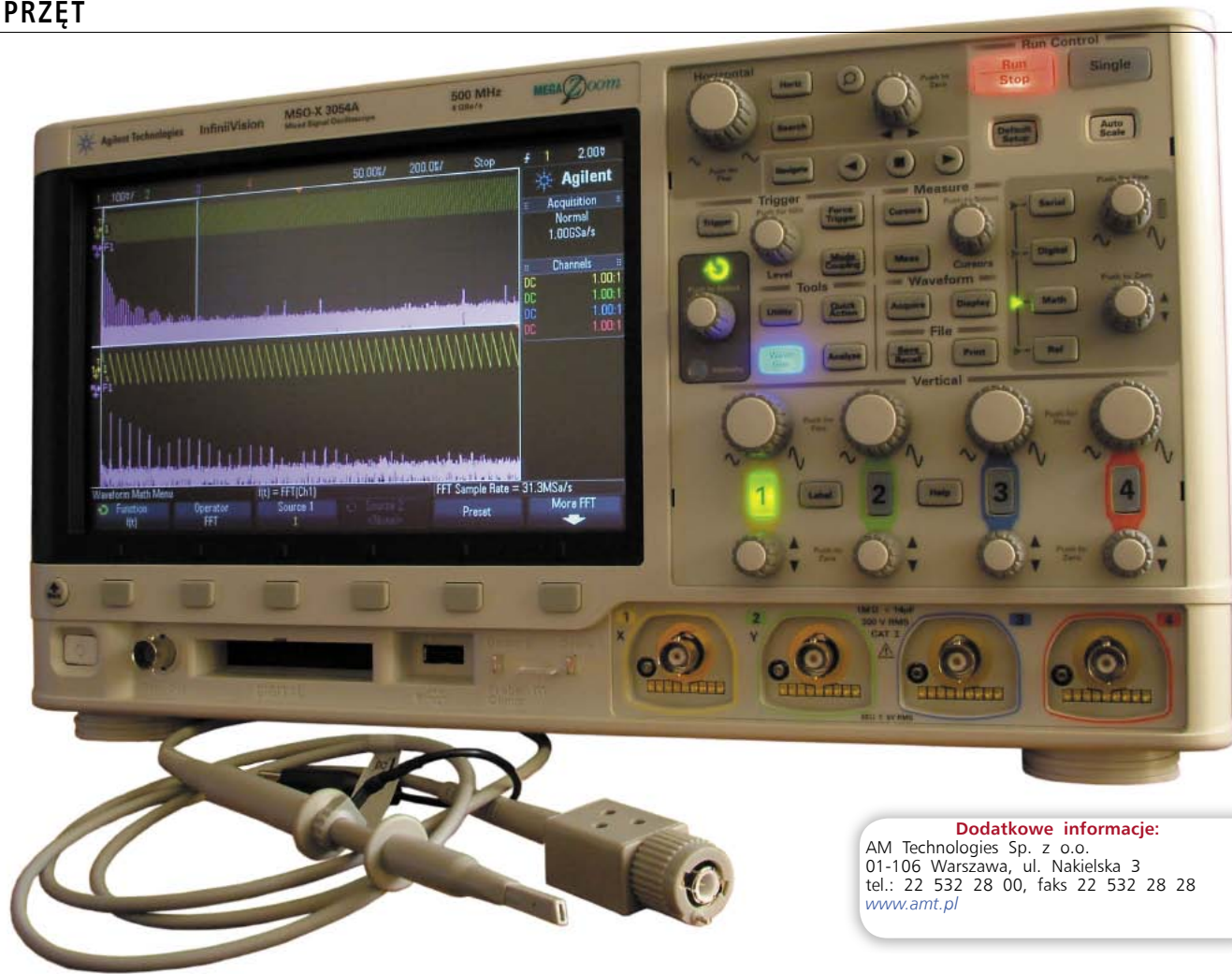
jego jednej z wielu możliwych konfiguracji (płytki jednostki centralnej oraz płytki interfejsów komunikacyjnych) pokazano na fotografii 1.

W zależności od bieżących potrzeb konstruktora używającego „wieży” może on zastosować różne konfiguracje modułów, co pozwala przetestować między innymi mikrokontrolery z różnych rodzin, różne wersje modułów i układów I/O, układy i interfejsy komunikacyjne itp. Ponieważ płytki modułowe wyposażono w złącza krawędziowe zgodne mechanicznie ze standardowym złączem PCIeexpress, konstruktorzy mogą przygotowywać własne wersje płytek, o budowie dostosowanej do indywidualnych wymagań.

Dodatkowe informacje o mikroprocesorach i.MX28 można znaleźć pod adresem: www.freescale.com/imx28

Schemat blokowy mikroprocesorów i.MX28



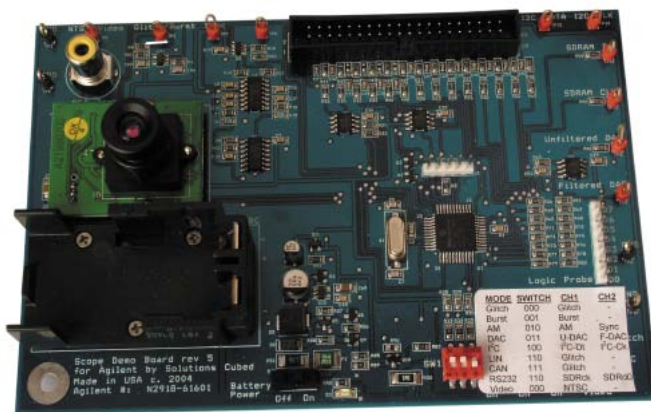
**Dodatkowe informacje:**

AM Technologies Sp. z o.o.
01-106 Warszawa, ul. Nakielska 3
tel.: 22 532 28 00, faks 22 532 28 28
www.amt.pl

4 in 1 – oscyloskop Agilent MSO-X 3054A

Współczesne, zaawansowane urządzenia elektroniczne łączą w sobie technikę analogową i cyfrową. Prawie zawsze występują w nich interfejsy komunikacyjne zapewniające łączność między poszczególnymi blokami funkcjonalnymi, jak również są one używane do łączenia ze sobą kilku urządzeń. Uruchamianie takich systemów wymaga zróżnicowanego oprzyrządowania pomiarowego, ale analizując względy ekonomiczne, warto rozpatrzyć możliwość zakupu jednego, wszechstronnego przyrządu.

Szczególnym utrapieniem inżynierów są nielatte w uruchamianiu interfejsy komunikacyjne. Z elektrycznego punktu widzenia niewiele się w nich dzieje. Najczęściej występują w nich 2-pozycyjne sygnały cyfrowe pozbawione jakichkolwiek elementów charakterystycznych, mogących posłużyć jako pewny sygnał dla typowego układu wyzwalania. W rezultacie, oglądając przebiegi na liniach interfejsu zwykłym oscyloskopem cyfrowym, trudno jest



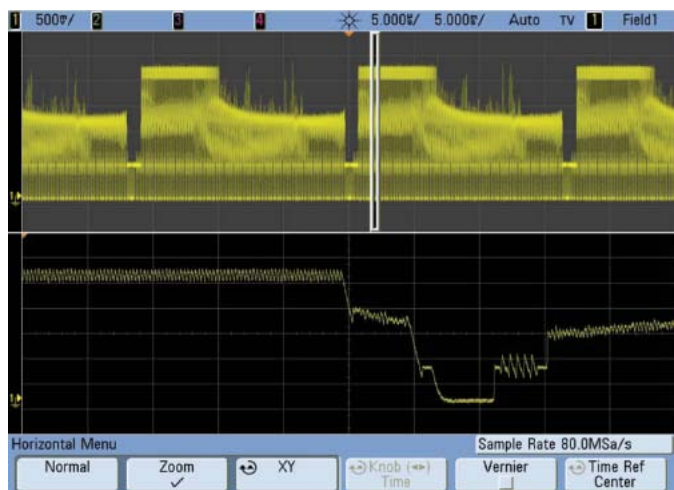
Fotografia 1. Płytką demonstrującą „trudne” do obserwacji przebiegi

uchwycić na ekranie konkretną sytuację. Najczęściej trzeba stosować specjalne zabiegi, na przykład w postaci generowania dodatkowego sygnału wyzwalającego podstawę czasu. Nie zawsze jednak jest to możliwe, chociażby z powodu braku wolnej linii w układzie

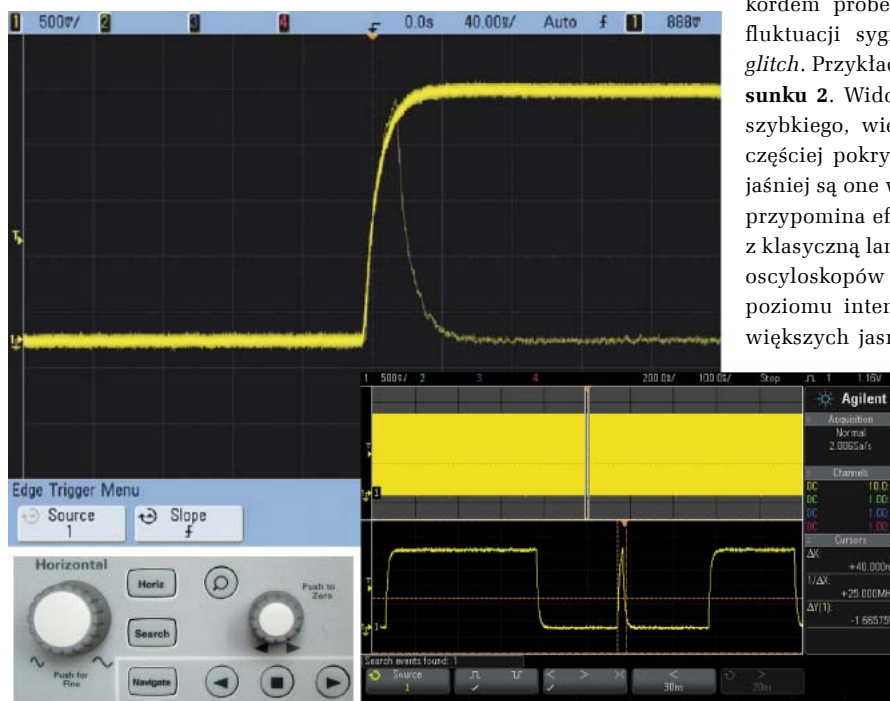
lub niemożności ingerowania w oprogramowanie firmowe. Wyjściem z tej trudnej sytuacji jest użycie analizatora stanów logicznych, a jeszcze lepiej analizatora protokołów, który automatycznie rozpozna określone sekwencje występujące w interfejsie, np. bit startu, początek ramki, adres urządzenia, do którego są kierowane dane itp. Nie od dzisiaj wiadomo, że funkcjonalność taką mają zaawansowane oscyloskopy cyfrowe, do których należy m.in. opisywany w artykule MSO-X 3054A firmy Agilent Technologies. Ale po kolei...

4-kanalowy oscyloskop cyfrowy – przyrząd pierwszy z czterech

MSO-X 3054A, choć łączy w sobie cechy kilku przyrządów pomiarowych, jest przede wszystkim bardzo zaawansowanym oscyloskopem cyfrowym sygnałów mieszanych (MSO – *Mixed Signal Oscilloscope*). Oznacza to, że można nim jednocześnie obserwować i mierzyć sygnały cyfrowe i analogowe. Wymaga to jednak nabycia pewnego doświadczenia i niemałych umiejętności. Krótki kurs nauki obsługi oscyloskopu użytkownik może przejść we własnym zakresie, wykorzystując do tego specjalną płytkę edukacyjną mającą oznaczenie N2918-61601 (**fotografia 1**), udostępnianą na życzenie przez producenta. Umieszczono na niej kilka układów generujących trudne do



Rysunek 2. Oscylogram utworzony techniką quasi-analogową



Rysunek 3. Impuls *glitch* wykryty dzięki dużej szybkości odświeżania ekranu

Tabela 1. Maksymalne częstotliwości próbkowania w zależności od aktywności kanałów

Włączone kanały	Maksymalna częstotliwość prób- kowania [GSa/s]
1	4
2	4
3	4
4	4
1, 2	2
1, 3	4
1, 4	4
2, 3	4
2, 4	4
3, 4	2
1, 2, 3	2
1, 2, 4	2
2, 3, 4	2
1, 2, 3, 4	2

obserwacji na zwykłym oscyloskopie przebiegi, demonstrujących jednocześnie zalety MSO-X 3054A.

Testowany w redakcji model oscyloskopu jest najsilniejszym reprezentantem rodziny 3000 X. Jego pasmo analogowe jest równe 500 MHz, maksymalna częstotliwość próbkowania 4 GSa/s. W tym miejscu trzeba jednak wyjaśnić kilka szczegółów związanych z częstotliwością próbkowania, o których producenci na ogół głośno nie mówią, a z danych technicznych również nie zawsze wszystko dość jasno wynika. Otóż po pierwsze, 4 GSa/s to częstotliwość maksymalna, dostępna tylko, co wydaje się oczywiste, dla najszybszych podstaw czasu (50 μ s/dz...1 ns/dz). Po drugie, wartość ta jest uzyskiwana tylko w trybie tzw. *half-channel interleaved*. W pozostałych przypadkach parametr ten jest równy 2 GSa/s. W praktyce oznacza to, że nie jest obojętne, do których kanałów będą dołączone sondy pomiarowe. W **tabeli 1** przedstawiono maksymalną częstotliwość próbkowania w zależności od aktywnych kanałów.

To nie częstotliwość próbkowania jest jednak parametrem szczególnie eksponowanym przez producenta. Jest nią natomiast szybkość rejestrowania przebiegów wynosząca aż 1000000 obrazów na sekundę. Zdolność ta w połączeniu z 256-poziomową intensywnością tworzenia oscylogramów oraz bardzo dużym rekordem próbek jest szczególnie przydatna podczas analizy fluktuacji sygnałów, wykrywania jitterów i zakłóceń typu *glitch*. Przykład wykorzystania tych zalet przedstawiono na **rysunku 2**. Widoczny tu oscylogram powstał w wyniku bardzo szybkiego, wielokrotnego nałożenia obrazów, przy czym im częściej pokrywają się punkty poszczególnych obrazów, tym jaśniej są one wyświetlane. Tak tworzony wykres do złudzenia przypomina efekt uzyskiwany na oscyloskopach analogowych z klasyczną lampą, co jest bardzo cenioną przez użytkowników oscyloskopów cyfrowych cechą. Warunkiem jest ustawienie poziomu intensywności świecenia ekranu na ok. 50%. Przy większych jasnościach oscylogramy będą wyświetlane jak na popularnych oscyloskopach cyfrowych. Czasami jednak i taka możliwość okazuje się bardzo przydatna.

Długość rekordu w oscyloskopie MSO-X 3054A jest standardowo równa 2 Mpunkty, ale z opcją DSOX3MemUP może być zwiększona aż do 4 Mpunktów. Tak długi rekord umożliwia realizację opatentowanej przez Agilent funkcji MegaZoom, której przydatność doceni z pewnością każdy użytkownik oscyloskopu już przy pierwszych pomiarach. W dolnej części rysunku 2 przedstawiono w bardzo dużym powiększeniu fragment

Kurs programowania mikrokontrolerów PIC (3)

Konfigurowanie portów I/O i timerów. Odmierzanie opóźnień



W tym odcinku kursu podajemy, w jaki sposób wykonać konfigurowanie projektu w środowisku MPLAB oraz pokażemy przykłady prostych programów, które pozwolą zacząć pracę z mikrokontrolerami PIC.

Zanim przejdziemy do programu zatrzymamy się przez chwilę przy zerowaniu mikrokontrolera. Prawidłowo wykonanie zerowania jest jednym z warunków prawidłowej pracy mikrokontrolera i nie wolno go bagatelizować.

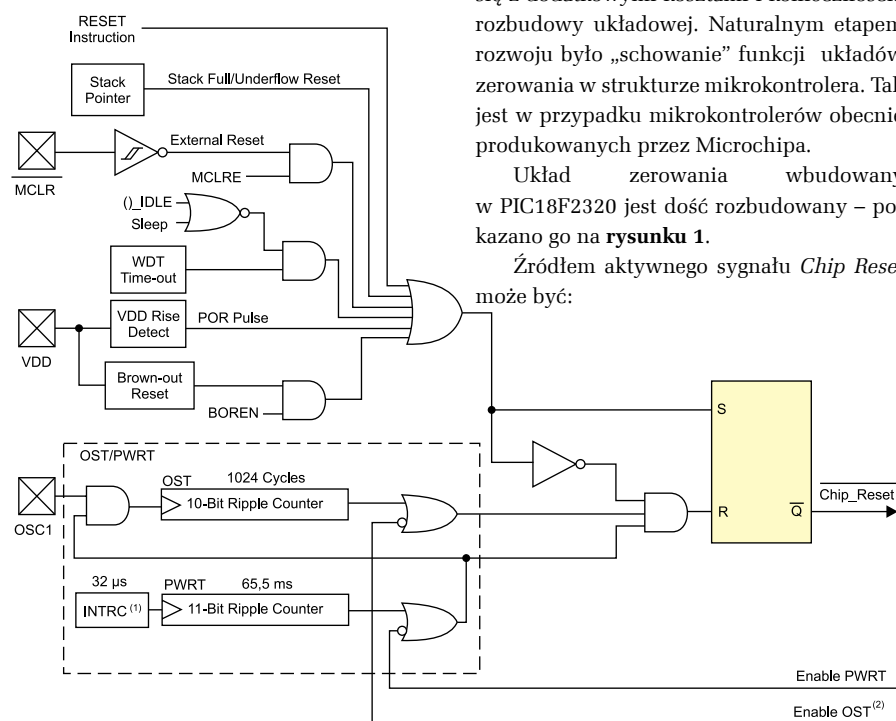
Zerowanie mikrokontrolera

W starszych mikrokontrolerach zerowanie było wykonywane przez wymuszenie stanu aktywnego (wysokiego lub niskiego) na wejściu oznaczanym jako *Reset*. Po

włączeniu zasilania niezbędny impuls był generowany przez prosty układ RC, a zerowanie na żądanie realizowano przez zwarcie styku podłączonego do wejścia zerowania. Szybko się okazało, że te proste środki to za mało w bardziej wymagających aplikacjach i pojawiły się specjalizowane układy scalone potrafiące generować impuls zerowania po włączeniu zasilania, nieoczekiwanym obniżeniu napięcia zasilania oraz z funkcją watchdog'a. Chociaż spełniały swoją funkcję bardzo dobrze, to ich stosowanie wiązało się z dodatkowymi kosztami i koniecznością rozbudowy układowej. Naturalnym etapem rozwoju było „schowanie” funkcji układów zerowania w strukturze mikrokontrolera. Tak jest w przypadku mikrokontrolerów obecnie produkowanych przez Microchipsa.

Układ zerowania wbudowany w PIC18F2320 jest dość rozbudowany – pokazano go na **rysunku 1**.

Źródłem aktywnego sygnału *Chip Reset* może być:



Rysunek 1. Układ zerowania mikrokontrolera PIC18F2320

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
 • pierwsza i druga część kursu

- wykrycie włączenia napięcia zasilającego (Power On Reset, POR).
- obniżenie się napięcia zasilającego (Brown Out Reset, BOR).
- wykrycie stanu niskiego na wejściu zerowania MCLR,
- przepełnienie się licznika watchdog'a WDT,
- przepełnienie się stosu,
- wykonanie instrukcji *RESET*.

Układ zerowania jest konfigurowany w rejestrach konfiguracyjnych i można jego działanie dostosować do wymogów aplikacji.

Jednym z trudniejszych momentów pracy mikrokontrolera jest włączanie zasilania. Microchip dopuszcza tradycyjne generowanie impulsu zerującego po włączeniu zasilania na wyprowadzeniu MCLR przez układ RC (aktywny stan niski). To proste i skuteczne rozwiązanie nie może być stosowane, kiedy chcemy programować pamięć w układzie (ICSP). Programator podaje na wejście MCLR napięcie +12...13 V programując pamięć Flash. Układ RC powoduje, że impuls przełączający jest zniekształcony i programowanie nie jest możliwe, ale za to możliwe jest uszkodzenie programatora. W takim przypadku trzeba połączyć wejście MCLR do plusa zasilania przez rezystor, aby można było wykorzystywać wewnętrzne mechanizmy zerowania i programować układ w systemie.

Zerowania POR jest wspomagane przez 2 liczniki *Power Up Timer* (PWRT) i *Oscillator Start Up Timer* (OST). PWRT jest licznikiem 11-bitowym, zliczającym impulsy o częstotliwości ok. 32 kHz z wewnętrznego generatora RC. Licznik zaczyna odliczanie po włączeniu zasilania, a jego przepełnienie następuje po około 65 ms. Ten czas jest wystarczający dla wygenerowania prawidłowego impulsu

Listing 1. Definicje atrybutów makra __CONFIG

```
// Configuration register 1
#define IESOEN 0xFFFF // Internal/External switch over mode enabled
#define IESODIS 0x7FFF // Internal/External switch over mode disabled
#define FCMEN 0xFFFF // Fail-safe clock monitor enabled
#define FCMDIS 0xBFFF // Fail-safe clock monitor disabled
#define EXTCLKO 0xFFFF // External RC, RA6=CLKOUT
#define RCCLKO 0xF9FF // Internal RC, RA6=CLKOUT
#define RCIO 0xF8FF // Internal RC, RA6=IO
#define EXTIO 0xF7FF // External RC, RA6=IO
#define HSPLL 0xF6FF // HS with PLL enabled
#define ECIO 0xF5FF // EC, RA6=IO
#define ECCLKO 0xF4FF // EC, RA6=CLKOUT
#define HS 0xF2FF // HS osc
#define XT 0xF1FF // XT osc
#define LP 0xF0FF // LP osc
```



Fotografia 2. Umieszczenie mikrokontrolera PIC18F2320 w podstawce

zerowania przy minimalnej prędkości narastania napięcia zasilającego określonego w danych technicznych, a w praktyce dla zdecydowanej większości stabilizatorów liniowych i impulsowych. Licznik można włączyć lub wyłączyć bitem PWRTEN w rejestrze konfiguracyjnym. Ponieważ w naszym module ewaluacyjnym nie ma układu RC dołączonego do MCLR, to licznik będzie zawsze włączony przez wyzerowanie bitu PWRTEN.

Działanie licznika OST jest uwarunkowane rodzajem wybranego oscylatora. Po wybraniu oscylatora kwarcowego jest automatycznie włączany, a dla oscylatorów RC jest wyłączany. OST odlicza 1024 okresy drgań oscylatora kwarcowego o amplitudzie zdolnejysterować wejście cyfrowe.

Zerowanie POR jest najważniejszym elementem zerowania interesującym nas w tej chwili. Nie będziemy wykorzystywać licznika watchdoga WDT i zerowania po obniżeniu napięcia zasilania. Warto jednak zapoznać się z tymi elementami dokładniej, bo są bardzo użyteczne na przykład w aplikacjach pracujących w trudnych warunkach przemysłowych. W rejestrze konfiguracyjnym CONFIG2L wyzerowane są bity !PWRTEN (odblokowanie PWRT) i BOR (BOR wyłączony). Musimy też wyłączyć WDT przez wyzerowanie bitu WDTEW w rejestrze CONFIG2H.

Wybór oscylatora i konfigurowanie mikrokontrolera

Płyta ewaluacyjna ma możliwość dołączenia rezonatora kwarcowego i taktowania mikrokontrolera za pomocą wbudowanego generatora kwarcowego. Ma to swoje dobre strony, głównie stabilny przebieg taktujący z częstotliwością niewiele zależną od temperatury. Wadą jest konieczność zmiany re-

zonatora kiedy zaistnieje potrzeba zmiany częstotliwości. W naszych przykładach wykorzystamy wewnętrzny oscylator RC. Taki wybór jest podyktowany głównie możliwością elastycznego przeprogramowywania częstotliwości taktującej przez zapisywanie rejestru OSCCON omawianego w pierwszej części kursu. W pierwszym rejestrze konfiguracyjnym wybieramy oscylator RC z RA6 do wykorzystania jako linię portu I/O. Ponieważ został wybrany oscylator RC, to IESO i FSCM będą wyzerowane.

Makro definiujące zawartość pierwszego rejestru konfiguracji będzie wyglądało tak: `__CONFIG(1, IESODIS&FCMDIS&RCIO)`.

Atrybuty makra są zdefiniowane w pliku nagłówkowym `pic18f2320.h` – fragment definicji dla rejestru 1 (`CONFIG1H`) pokazano na **listingu 1**.

Rejestr drugi (`CONFIG2L` `CONFIG2H`) konfiguruje działanie licznika PWRT, zerowania BOR i watchdoga:

`__CONFIG(2, BORDIS&PWRTEN&WDTDIS)`

Pozostałe rejestry możemy pozostawić dla potrzeb kursu w stanie domyślnym (same jedyńki po kasowaniu układu).

Program sterujący portami

Jak już wiemy do potrzeb testu został wybrany mikrokontroler PIC18F2320 w obudowie DIP28 do montażu przewlekaneo. W płytce ewaluacyjnej należy go umieścić w podstawce J3 jak pokazano na **fotografii 1**.

Zakładam, że mamy utworzony nowy projekt i w jego katalogu plik tekstowy *main.c*. Pierwszą rzeczą, którą zrobimy będzie dołączenie pliku nagłówkowego z definicjami rejestrów właściwą dla wybranego mikrokontrolera PIC18F2320. W kompilatorze Hi-Tech dołączanie plików nagłówkowych jest stosunkowo proste. Niezależnie od wybranego układu łączy się plik o nazwie *htc.h*. Kompilator na jego podstawie i informacji o wybranym mikrokontrolerze sam łączy niezbędny plik nagłówkowy – w naszym przypadku *pic18f2320.h*. Jeżeli wybierzemy inny typ mikrokontrolera, to wystarczy poprawić dane projektu i nic nie trzeba zmieniać w plikach źródłowych. Po dołączeniu plików nagłówkowych definiujemy makra konfiguracyjne, aby nie trzeba było za każdym razem ustawiać bitów konfiguracji w okienku *Configuraton bits*.

W tym momencie mamy wszystko co potrzebne do napisania własnego, krótkiego programu i co ważniejsze, jest duże prawdopodobieństwo, że ten program zadziała.

Każdy program napisany w języku C wymaga zdefiniowania funkcji *main*. Od niej zaczyna się wykonywanie instrukcji po zerowaniu mikrokontrolera. W najprostszym, wykorzystywanym tutaj przypadku, *main* nie może niczego zwracać i nie przyjmuje żadnych argumentów. Musi też kończyć się pętlą niekończącą, której program nie może opuścić, ponieważ nie ma systemu operacyjnego, który przejąłby kontrolę nad CPU. Na początku funkcji umieszczony jest wpis do rejestru OSCCON ustalający taktowanie z częstotliwością 4 MHz za pomocą wbudowanego generatora RC.

Początkowy „szkielet” programu pokazano na **listingu 2**. Program nie będzie wypisywał nieśmiertelnego „Hello Word”, ale zaświeci jedną z diod LED umieszczoną w module. Żeby było to możliwe, trzeba się najpierw zapoznać z budową portów I/O mikrokontrolerów z rodziny PIC18F.

Zależnie od typu mikrokontrolera (w praktyce, od zastosowanej obudowy) dostępnych jest do pięciu 8-bitowych portów I/O. W układ PIC18F2320 wbudowano 3 porty: PORTA, PORTB i PORTC. Trzeba pamiętać, że prawie wszystkie linie portów są współdzielone z wyprowadzeniami modułów peryferyjnych. Alternatywne funkcje linii portów są uaktywniane po włączeniu modułu peryferyjnego, poza jednym wyjątkiem: przetwornika analogowo-cyfrowego. Z trochę niezrozumiałych dla mnie powodów część linii portów PORTA i PORTB po zerowaniu domyślnie jest wejściami przetwornika. Aby były portami cyfrowymi, trzeba je przeprogramować za pomocą rejestru ADCON1. Często zapominają o tym początkujący programiści i nawet proste programy z użyciem portów nie chcą działać prawidłowo.

Żeby wszystkie porty układu były portami cyfrowymi trzeba do ADCON1 wpisać 0x0F. Dokładniej temu rejestrowi przyjrzymy się przy okazji omawiania przetwornika A/C.

Każdy z portów ma trochę inną budowę wewnętrzną, ale nie będziemy jej dokładnie omawiać. Dla nas ważne jest, że wszystkie porty są dwukierunkowe. Kierunek przepływu informacji jest programowany rejestrem TRISx. Dla portu PORTA będzie to TRISA, portu PORTB, TRISB itd.

Wyzerowanie bitu TRIS ustalenie funkcji linii jako wyjścia, natomiast jego ustawienie

Listing 2. Szkielet programu

```
#include <htc.h>
__CONFIG(1, IESODIS&FCMDIS&RCIO);
__CONFIG(2, BORDIS&PWRTEN&WDTDIS);

void main (void){
    OSCCON=0x63; //częstotliwość 4MHz
    while(1);
}
```

Kurs Arduino (2)

Oprogramowanie Arduino IDE



W EP 4/2011 rozpoczęliśmy kurs programowania Arduino. Omówiliśmy wtedy elementy języka. W tym artykule zajmiemy się Arduino IDE oraz utworzymy pierwszy program, który jeszcze nie będzie użyteczny, ale będzie takim arduinowym „Hello World”.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<http://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
 • pierwsza część kursu

Do programowania w systemie Arduino jest przeznaczone oprogramowanie Arduino IDE, które jest dostępne na stronach <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Można ono pracować pod kontrolą systemów operacyjnych Windows, Linux oraz MAC OS X.

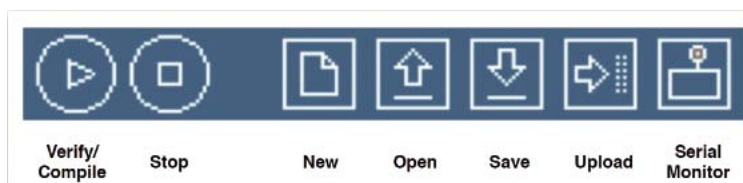
Po zainstalowaniu oprogramowanie Arduino uruchamia się za pomocą skrótu lub przez dwukrotne kliknięcie na plik „Arduino.exe”. Wygląd głównego okna pokazano na **rysunku 1**. Okno programu można podzielić na kilka części. Dostępny jest górny pasek narzędzi, okno na przygotowywany program oraz obszar na dole, w którym będą wyświetlane komunikaty związane z działaniem programu Arduino IDE: o pracy kompilatora, o błędach i programowaniu mikrokontrolera. Pliki z przygotowanym programem dla mikrokontrolera są w Arduino zapisywane z rozszerzeniem *.pde*.

Pasek narzędzi składa się z 7 przycisków. Dostępny jest jeden przycisk (ze strzałką w prawo) przy wyborze kartotek, którego użycie umożliwia dostęp do poleceń zarządzania kartotekami z plikami programu. Dostępne jest również menu podzielone na grupy *File*, *Edit*, *Sketch*, *Tools* oraz *Help*. Dodatkowe przyciski (pokazane na **rysunku 2** i opisane w **tabeli 1**) umożliwiają szybki dostęp do najczęściej używanych poleceń (zapis pliku na dysku, programowanie itp.).

Po wybraniu ikony *Verify/Compile* kompilator sprawdza składnię programu, a na-



Rysunek 1.



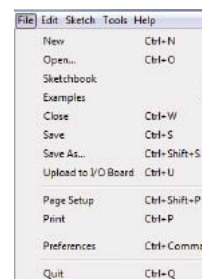
Rysunek 2.

stępnie jest on poddawany kompilacji. Po jej prawidłowym zakończeniu program jest gotowy do wysłania do mikrokontrolera. W przypadku nieprawidłowości w kodzie zostaną w dolnej części okienka systemu Arduino wyświetlone znalezione błędy.

Ikona przycisku *Stop* zatrzymuje działanie *Serial Monitor* (monitor komunikacji szeregowej). Jest to pomocne, gdy przesyłane informacje przez interfejs szeregowy RS232 pojawiają się szybciej, niż można je zaobserwować. Przycisk *New* umożliwia utworzenie nowego, pustego pliku dla programu. Należy podać nazwę nowego pliku i jego lokalizację na dysku. Przycisk *Open* umożliwia otwarcie pliku z programem z dostępnej listy plików w wybranym katalogu. Przycisk *Save* umożliwia zapisanie przygotowanego programu do pliku o podanej nazwie i w wybranym ka-



Rysunek 3.



Rysunek 4.

talogu. Przycisk *Upload* umożliwia przesłanie programu do mikrokontrolera a dokładnie do zestawu Arduino. Wcześniej należy przygotowany program poddać weryfikacji i kompilacji.

Przed wysłaniem programu do mikrokontrolera należy skonfigurować typ zestawu Arduino oraz numer portu w komputerze, do którego jest dołączony zestaw Arduino. Przycisk *Serial Monitor* uruchamia okno monitora komunikacji (**rysunek 3**) przez interfejs RS232. W jego oknie pojawiają się informacje wysyłane przez interfejs RS232 mikrokontrolera (zestaw Arduino). Za jego pomocą jest również możliwość wysyłania danych do mikrokontrolera. W oknie monitora są dostępne opcje automatycznego przewijania otrzymanych znaków, możliwość wyboru prędkości transmisji czy opcji związanych ze znakami końca linii. Monitor będzie po-

Tabela 1. Pasek przycisków

Verify/Compile	Sprawdza i poddaje kompilacji napisany kod programu
Stop	Zatrzymuje działanie monitora interfejsu RS232
New	Tworzy nową pustą zakładkę na program
Open	Otwiera plik z programem
Save	Zapisuje plik z programem
Upload	Umożliwia wysłanie programu do mikrokontrolera z wykorzystaniem szeregowego interfejsu RS232
Serial Monitor	Wyświetla okno monitora interfejsu RS232

Oferta dla prenumeratorów Elektroniki Praktycznej

Avtduino specjalnie z myślą o elektronikach-praktykach!

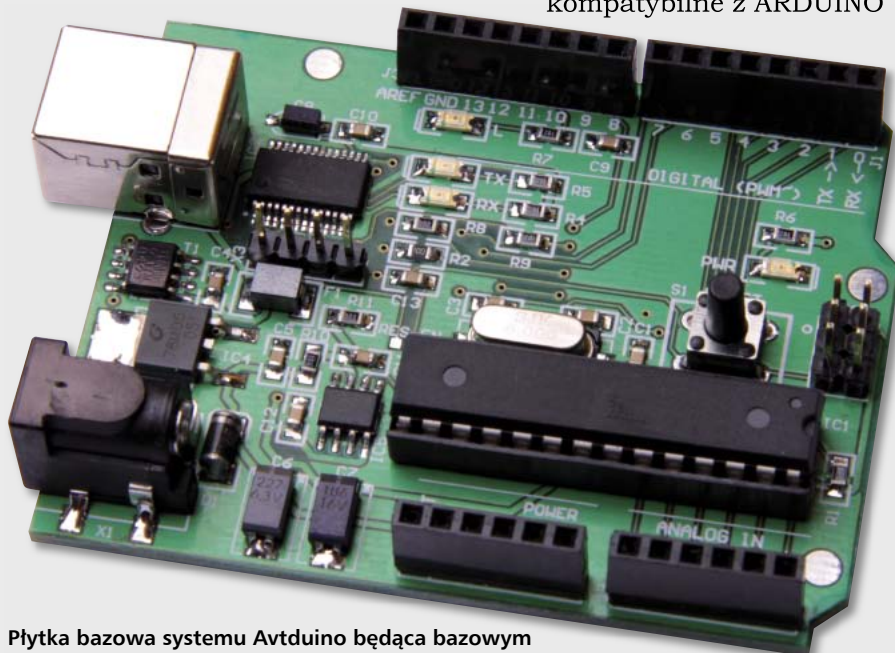
Od numeru EP 04/2011 rozpoczęliśmy kurs programowania mikrokontrolerów AVR z użyciem bezpłatnego środowiska programistycznego Arduino. Kurs będzie się opierał na przykładach przygotowanych dla płytek rozszerzających do bazy (kompatybilnej z systemem modułów Arduino) wyposażonej m.in. w mikrokontroler ATmega, opisanej w EP1/2011 (odpowiednik Arduino Duemilanove, AVT-5272).

Dla prenumeratorów Elektroniki Praktycznej przygotowaliśmy niespodziankę: wszystkim prenumeratorom papierowej wersji miesięcznika w grudniu 2011 zaoferujemy za darmo jedną, wybraną płytkę drukowaną modułu rozszerzenia dla zestawu **Avtduino** (zgodne z Arduino), dla których przykłady aplikacji przedstawimy w ramach kursu publikowanego na łamach czasopisma.

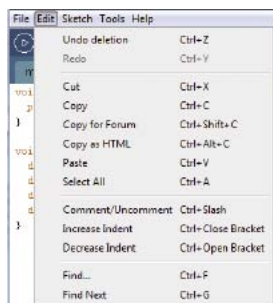
Pierwsze artykuły kursowe o Arduino opublikowaliśmy w EP 4/2011 na stronach: 96 i 98.

Opis pierwszego modułu rozszerzającego do płyty bazowej **Avtduino** opublikowaliśmy w Elektronice Praktycznej 4/2011 na stronie 47 (AVT-1615), kolejnego w bieżącym numerze na stronie 55 (AVT-1616).

AVTduino
kompatybilne z ARDUINO



Płytki bazowej systemu Avtduino będącej podstawowym rozwiązaniem dla uczestników kursu



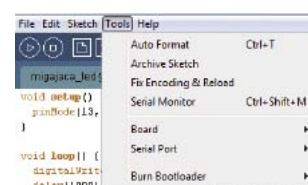
Rysunek 5.

mocny podczas sprawdzania pracy programu i wyszukiwania w nim błędów. Przycisk



Rysunek 6.

Send umożliwia wysłanie danych do mikrokontrolera w zestawie Arduino. Działanie monitora transmisji szeregowej można zatrzymać przyciskiem *Stop*. Aby ponownie uruchomić monitor wystarczy przycisnąć przycisk *Serial Monitor*. Korzystanie z monitora szeregowej transmisji będzie pokazane podczas praktycznych przykładów odczytu



Rysunek 7.

danych z czujników, gdy do zestawu nie będzie dołączony wyświetlacz.

U góry okna Arduino IDE znajduje się menu składające się z przycisków *File*, *Edit*, *Sketch*, *Tools* oraz *Help*. W menu *File*, które pokazano na **rysunku 4** umieszczono funk-

REKLAMA

od pomysłu po wyrób

- Montaż SMT i THT zgodny z normą IPC-A-610D
- Produkcja wiązek kablowych
- Doradztwo techniczne, projektowanie
- Kompleksowa obsługa zamówień
- Testy EMC, badania środowiskowe

**atrakcyjne ceny
szybka realizacja**

EAE Elektronik Spółka z o. o.
ul. Przemyska 24d, 38-500 Sanok
www.eae-elektronik.pl, tel.: +48 13 463 3773

Oficyjalny dystrybutor Arduino

Nettigo

Odkrywamy tajniki elektroniki

Oferta specjalna dla czytelników Elektroniki Praktycznej

<http://nettigo.pl/ep>

Starter Kit dla Arduino UNO - zestaw 20 części i 10 przykładów dla chcących rozpocząć.

Sieć ZigBee w praktyce (2)

Zaawansowane funkcje modułów Telegesis ETRX357



Już dawno temu moduły komunikacyjne przestały służyć tylko do transmisji danych. Zwykle zastosowany w nich mikrokontroler ma zapas mocy obliczeniowej, którą można przeznaczyć na realizację prostych zadań związanych ze sterowaniem. W tym odcinku kursu będą opisane zaawansowane funkcje modułów ETRX357, które umożliwiają zaprogramowanie reakcji modułu na różne zdarzenia.

Oprogramowanie umieszczone w modułach pozwala na wykonanie szeregu działań w przypadku wystąpienia zdarzeń, takich jak: zewnętrzne przerwanie, uruchomienie modułu, dołączenie do sieci, przepełnienie Timera.

Podejmowane działania są definiowane za pomocą wartości wpisywanych do odpowiednich rejestrów. Timery konfiguruje się za pomocą dwóch rejestrów: wartości progowej oraz definiującego podejmowaną akcję. Pozostałe zdarzenia tylko poprzez wartość określającą podejmowaną akcję. Dokładniejszy opis sposobów konfigurowania zostanie omówiony w przykładach programowania modułów. Niektóre z działań możliwych do wykonania to:

- 0000 – nie są podejmowane żadne działania,
- 0001 – zmiana trybu zasilania na 0 (patrz tabela 1),
- 0002 – zmiana trybu zasilania na 1 (patrz tabela 1),
- 0003 – zmiana trybu zasilania na 2 (patrz tabela 1),
- 0004 – zmiana trybu zasilania na 3 (patrz tabela 1),
- 0015 – w przypadku gdy moduł nie jest dołączony do sieci, przeprowadź skanowanie kanałów radiowych i dołącz do sieci o najlepszym sygnale,
- 0018 – kopiuj lokalne wejścia do zdalnych wyjść, czyli: odczytaj lokalny rejestr S1A i jeśli nastąpiła zmiana od poprzedniego odczytu, zapisz stan do rejestru S18 modułu zdalnego, którego adres podany jest w rejestrze S3B,
- 001D – zakończ tryb transmisji danych, jeśli aktywny,
- 003X – zmień stan wejścia/wyjścia X na przeciwny,
- 004X – podciągnij wejście/wyjście X do masy (pull-down) na 250 ms,

- 005X – wyzeruj (0) wejście/wyjście X,
- 006X – ustaw (1) wejście/wyjście X,
- 0108 – wyślij zawartość rejestru S3B do punktu zbiorczego sieci (*sink*),
- 0109 – wyślij zawartość rejestru S3C do punktu zbiorczego sieci (*sink*),
- 0110 – wyślij odczytany stan wejść/wyjść, wartości dwóch przetworników A/C oraz napięcie zasilania (w mV); do wiadomości dołącz 8-bitowy licznik transmisji inkrementowany po każdej transmisji do punktu zbiorczego (*sink*); jeśli punkt zbiorczy nieznany, należy go znaleźć; po 3 nieudanych transmisjach nastąpi wyszukanie nowego punktu zbiorczego.
- 0120 – wyślij zawartość rejestru S3B w trybie transmisji danych,
- 0121 – wyślij zawartość rejestru S3C w trybie transmisji danych,
- 02XX – jeśli moduł jest punktem zbiorczym (*sink*), roześlij tę wiadomość w sieci przez XX skoków (maksymalna liczba skoków wynosi 30); jeśli moduł jest koordynatorem (*COO*), utwórz zbiór ścieżek wymaganych przez centrum uwierzytelniające (*Trust Centre*),
- 0300 – zwiększ o jeden zawartość rejestru S46,
- 0301 – zmniejsz o jeden zawartość rejestru S46,
- 0302 – wyzeruj zawartość rejestru S46,
- 2100 – wyślij zawartość rejestru S3B przez UART; na końcu wartości jest dodawany znacznik powrotu karetki (0D), nie jest konieczne dodawanie przedrostka *at*,
- 2101 – wyślij zawartość rejestru S3C na wejście lokalnego portu UART; na koniec zawartości dodawany jest znacznik powrotu karetki (0D), nie jest konieczne dodawanie przedrostka *at*,
- 24XX – uruchom timery których maska zawarta jest w XX,



Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
 • pierwsza część kursu

- 25XX – zmień stan timerów których maska zawarta jest w XX,
- 26XX – zatrzymaj timery których maska zawarta jest w XX,

Opisane działania mogą zostać wykonane w wyniku wystąpienia jednego z czterech zewnętrznych sygnałów generujących przerwania IRQ0, IRQ1, IRQ2, IRQ3, w chwili dołączenia do sieci, po przepełnieniu jednego z ośmiu timerów/liczników. Zawartość timerów/liczników jest zwiększana co 250 ms (4 razy na sekundę), w chwili przepełnienia timera jest wykonywane działanie określone w odpowiednim rejestrze. Aby timer samoczynnie uruchamiał się po przepełnieniu, należy w rejestrze odpowiedzialnym za jego funkcjonalność ustawić najstarszy bit.

Domyślnie pierwsze cztery timery wykorzystywane są przez moduł do zarządzania zadaniami związanymi z działaniem modułu w sieci. I tak, jeśli moduł działa jako urządzenie końcowe, to timer 0 odpowiedzialny jest za monitorowanie modułu nadrzędnego – rodzica. Działanie timera 0 ustawiane jest za pomocą dwóch rejestrów S29 i S2A. Pierwszy z nich zawiera 16-bitowy próg przepełnienia, drugi – funkcjonalność timera. Fabrycznie rejestr S29 ma wartość 0004 (przepełnianie co 1 s), a S2A – 8010.

Timer 1 wykorzystywany jest do rozgłaszania przez punkt zbiorczy swojej obecności w sieci. Rejestr S2B (próg) ma wartość 00F0 (przepełnianie co jedną minutę), rejestr

S2C określający funkcjonalność – 821E (rozglaszanie przez 30 skoków).

Timer 2 powoduje opuszczenie sieci jeśli jest w niej tylko ten moduł. Próg przechowywany w rejestrze S2D ustawiony jest na 00F4 (przepełnienie co jedną minutę i jedną sekundę). Funkcjonalność w rejestrze S2E – 8014.

Timer 3 przepełnia się co jedną minutę, rejestr S2F – 00F2. Podejmowane działanie o numerze 8015 powoduje wykonanie polecenia dołączenia do sieci (at+jn) jeśli moduł nie jest obecnie połączony z żadną siecią przechowywaną jest w rejestrze S30. Zawartość rejestrów S29 – S30 przechowywana jest w pamięci nieulotnej i może być zmieniana przez użytkownika jeśli zajdzie taka konieczność.

Pozostałe cztery timery mają fabrycznie ustawioną funkcjonalność na 0000 – brak działania.

Ponadto możliwe jest wykonanie niektórych z wyżej wymienionych działań w chwili uruchomienia modułu. Należy pamiętać iż działanie zostanie wykonane przed uruchomieniem protokołu komunikacyjnego ZigBee, a więc nie można wykorzystać działań skutkujących przeprowadzeniem transmisji radiowej do innych modułów. Działanie to jest ustawiane w rejestrze S27.

Określenie działania wykonywanego w chwili podłączenia modułu do sieci ustawiane jest w rejestrze S28.

Wywołanie przerwań IRQ0 – IRQ3 może nastąpić na zboczu narastającym sygnału wejściowego, opadającym, lub na obu jego zboczach. Wybór zbocza definiowany jest w młodszej bajcie 16-bitowego rejestru S11, po ustawieniu odpowiedniego bitu, zgodnie z tabelą 1.

Przykład wykorzystania przerwań w pracy modułu można przedstawić w zadaniu polegającym na cyklicznym przesyłaniu raportu o stanie portów I/O, poziomie przetworników A/C, 8-bitowego numeru transmisji oraz napięciu zasilania do punktu zbiorczego. Aby to osiągnąć użyty będzie Timer 4, konfigurowany za pomocą rejestrów S31 – próg, oraz S32 – działanie. Ustawienie zawartości rejestru S31 na wartość 0014 odpowiada przepełnianiu się timera co 5 sekund. Można to zrealizować na dwa sposoby:

- jeśli z modulem można połączyć się za pomocą portu UART, korzystając z komendy lokalnego zapisu do rejestru *ats31=0014*,
- zdalnie przez zapis do rejestru za pomocą komendy *atremis*, w tym wypadku należy znać adres modułu docelowego np. *atremis:0021ED0000071EEA,31=0014*.

W ten sam sposób należy zmodyfikować zawartość rejestru S32 określając działanie o numerze 0110 podejmowane w momencie przepełnienia timera, a więc modyfikacja lokalna zostanie wykonana za pomocą komendy *ats32=0110*, natomiast zdalna *atremis:0021ED0000071EEA,32=0110*.

Jak napisano wcześniej, samoczynne uruchomienie timera po osiągnięciu wartości progowej można zrealizować ustawiając najstarszy bit rejestru, w którym ustawia się typ podejmowanego działania. Można to uzyskać wpisując w poprzednim kroku do rejestru S32 wartość docelową 8110, bądź też ustawiając później najstarszy bit tego rejestru za pomocą komendy lokalnej *ats32f=1* lub zdalnej *atremis:0021ED0000071EEA,32f=1*. Na koniec należy modułowi lokalnemu przypisać funkcję punktu zbiorczego. Dokonuje się tego za pomocą ustawienia czwartego bitu w rejestrze S10 komendą *ats104=1*.

W wyniku powyższych ustawień, moduł lokalny pracujący jako punkt zbiorczy – *sink* – wysyła poprzez swój port UART komunikaty sygnalizujące odebranie od modułu zdalnego wiadomości. Mogą one wyglądać następująco:

SDATA:0021ED0000071EEA,0000,FFDC,FFDC,00,2177

SDATA:0021ED0000071EEA,0000,FFDC,FFDD,01,2176

SDATA:0021ED0000071EEA,0000,FFDC,FFDC,02,2177

SDATA:0021ED0000071EEA,0000,FFDC,FFDC,03,2175

SDATA:0021ED0000071EEA,0000,FFDC,FFDC,04,2175

...

gdzie:

- 0021ED0000071EEA – 64 bitowy adres modułu zdalnego (szesnastkowo),
- 0000 – stan wejść/wyjść (szesnastkowo),
- FFDC,FFDC – stan przetworników analogowo-cyfrowych (szesnastkowo),
- 04 – 1-bajtowy licznik transmisji (szesnastkowo),
- 2175 – napięcie zasilania modułu [mV].

Przytoczony przykład pozwala na zdalne odczytanie stanu portów wejść/wyjść. Jednak jego wadą jest cykliczne – co 5 sekund – przesyłanie komunikatów drogą radiową, nawet jeśli nie nastąpiła zmiana stanu portów. Skutkiem takiego działania jest między innymi zwiększony pobór prądu, co w przypadku zasilania baterijnego ma duże znaczenie. W celu zaoszczędzenia energii

zgromadzonej w bateriach można wydłużyć czas, po którym nastąpi przepełnienie timera i jednocześnie przeprowadzenie transmisji, ale zwiększy się opóźnienie reakcji systemu komunikacyjnego na rzeczywiste zmiany sygnałów na portach wejściowych. Ponadto, chwilowe zmiany mogą zostać całkowicie pominięte. Innym sposobem przesłania stanu portów jest skorzystanie z działania 0018 – kopiuje porty lokalne na porty modułu zdalnego, którego adres jest podany w rejestrze S3B. Wówczas transmisja nastąpi tylko wtedy, gdy odczytany stan portów jest inny od poprzedniego. Użycie tego działania w połączeniu z minimalnym progiem timera (0,25 s) umożliwia energooszczędną realizację monitorowania zdalnych portów. Średni pobór prądu pobieranego przez tak skonfigurowany moduł komunikacyjny będzie wynosił ok. 0,25 mA.

Aby jeszcze bardziej ograniczyć pobieraną energię należy wykorzystać obsługę przerw generowanych przez sygnały zewnętrzne. Do zademonstrowania tego przykładu zostanie użyte przerwanie IRQ2 w module zdalnym, wyzwolane zboczami sygnału podawanego na wejście PB0 (pin 25 modułu ETRX357). W celu obsługi zarówno zbocza narastającego jak i opadającego ustawione zostaną bity 4 i 5 rejestru S11 za pomocą komendy lokalnej *ats114=1* oraz *ats115=1*. Ponadto, zostanie ustawiony 8 bit odpowiedzialny za włączenie filtrowania zakłóceń powstających przez drgające styki przełącznika. W tym celu użyto komendy *ats118=1*. Sprawdzenie prawidłowości powyższych zmian poprzez odczyt rejestru S11 skutkuje uzyskaniem odpowiedzi

0135

OK

Postać heksadecymalna 0135 odpowiada postaci binarnej 0000000100110101, a więc zostały ustawione bity 4, 5 i 8. Bit 0 oraz 2 są ustawione fabrycznie.

W następnym kroku należy ustawić działanie podejmowane przez moduł w chwili wystąpienia przerwania IRQ2, które jest konfigurowane za pomocą rejestru S25. Można skorzystać z dwóch wcześniej użytych działań tj. 0018 lub 0110. W ten sposób skonfigurowany moduł zdalny będzie przysyłał komunikat tylko w chwili rzeczywistej zmiany stanu sygnału zewnętrznego. Jeśli dodatkowo zostanie wprowadzony w trzeci tryb zasilania (tabela 1), a zmiany sygnału zewnętrznego nie będą występowały często, układ może pracować kilka – kilkanaście miesięcy na jednym komplecie baterii R6 (AA).

W kolejnej części opisana zostanie przykładowa aplikacja współpracująca z modułami komunikacyjnymi ETRX357.

Arkadiusz Hutnik
a.hutnik@op.pl

Tabela 1. Znaczenie bitów rejestru S11

Bit	Funkcja
Bit 8	Filtr przeciwwzakłóceńowy (100 ms)
Bit 7	IRQ3 na zboczu narastającym
Bit 6	IRQ3 na zboczu opadającym
Bit 5	IRQ2 na zboczu narastającym
Bit 4	IRQ2 na zboczu opadającym
Bit 3	IRQ1 na zboczu narastającym
Bit 2	IRQ1 na zboczu opadającym
Bit 1	IRQ0 na zboczu narastającym
Bit 0	IRQ0 na zboczu opadającym

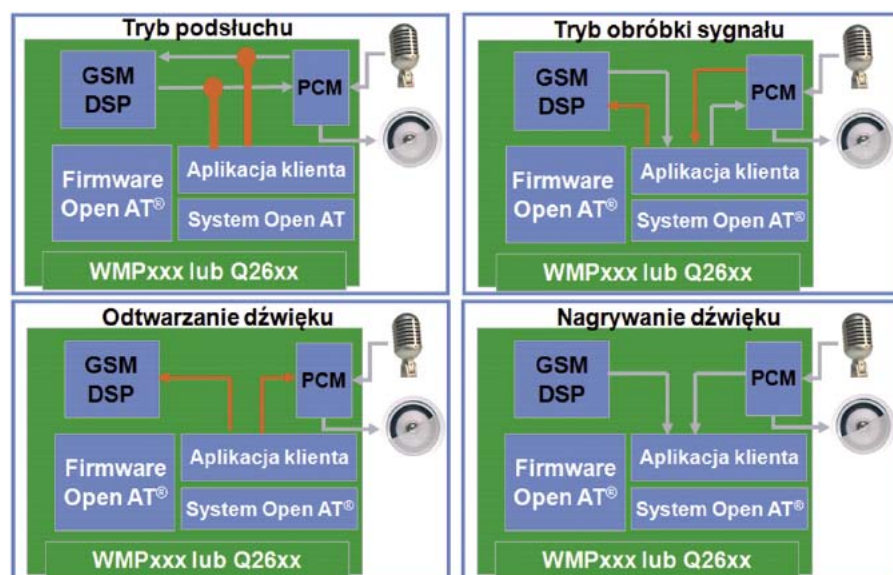
Technologia GSM w elektronice (11)

Open AT – Serwis Audio

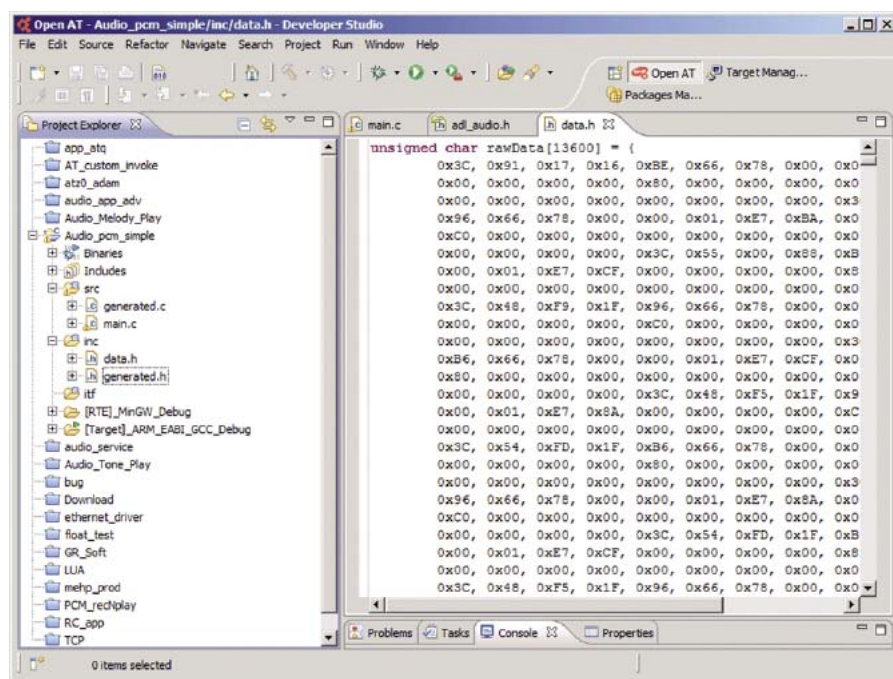


W tym odcinku kursu dotyczącym programowania modułów GSM Sierra Wireless przedstawimy możliwości systemu Open AT w zakresie obsługi funkcji audio. Częściowo wykorzystamy wiedzę na temat przerwań systemowych prezentowaną w poprzednim odcinku kursu.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
 • poprzednie części kursu



Rysunek 1. Strumień audio – możliwe zastosowania



Rysunek 2. Widok tablicy z próbkami dźwięku

System operacyjny Open AT pracujący na programowalnych urządzeniach Sierra Wireless daje programiście liczne możliwości wykorzystania funkcji audio w swojej aplikacji. Mowa tu nie tylko o generowaniu prostych dźwięków i melodii, ale również o tak zaawansowanych funkcjach, jak generowanie i detekcja tonów DTMF, a także odtwarzanie i rejestrowanie dźwięku w formacie PCM lub AMR. Zaczniemy jednak od rzeczy najprostszych, czyli od odtwarzania pojedynczych tonów.

Zgodnie z obowiązującą w Open AT zasadą zdarzeniowości należy najpierw dokonać subskrypcji do serwisu audio. Do tego celu wykorzystujemy funkcję `adl_audioSubscribe()`. Jako parametry funkcji podajemy: używany zasób sprzętowy, funkcję zdarzeniową callback oraz parametr mówiący, czy zasób sprzętowy może być wyłączone (na przykład buzzer może być wyłączony przez system, aby odegrać melodię dzwonka w momencie przychodzącego połączenia GSM). W systemie Open AT mamy do dyspozycji następujące zasoby sprzętowe:

- **ADL_AUDIO_SPEAKER** – aktualnie wybrany głośnik jako urządzenie wyjściowe. Parametry głośnika (np. domyślny głośnik, wzmacnienie, echo) możemy modyfikować za pomocą systemowych komend AT.
- **ADL_AUDIO_BUZZER** – buzzer jako urządzenie wyjściowe. Za jego pomocą można odegrać jedynie proste melodie lub pojedyncze tony.
- **ADL_AUDIO_MICROPHONE** – mikrofon jako urządzenie wejściowe. Parametry jak w przypadku głośnika można modyfikować komendami AT.
- **ADL_AUDIO_VOICE_CALL_RX** – tor audio (urządzenie wejścia) dla trwającego połączenia głosowego GSM.
- **ADL_AUDIO_VOICE_CALL_TX** – tor audio (urządzenie wyjścia) dla trwającego połączenia głosowego GSM.

Przykładową aplikację generującą pojedynczy ton słyszalny w głośniku przedstawiono na **listingu 1**.

Zadaniem aplikacji jest odegranie tonu o częstotliwości 300 Hz, ze wzmocnieniem -10 dB oraz o czasie trwania 500 ms. W przypadku głośnika jest możliwe odegranie równocześnie dwóch tonów, np.: *Ret* =

```
adl_audioTonePlay( handle, 300, -10, 1000, -5, 500 );
```

Nie jest to możliwe w przypadku buzzer, ponieważ akceptuje on tylko jedną częstotliwość.

Oprócz generowania pojedynczych tonów, jest również możliwość odgrywania konkretnych melodii na podstawie zapisu

Listing 1. Przykładowy program generujący pojedynczy ton

```
#include "adl_global.h"
#include „generated.h”
s32 handle; // audio resource handle

void MyAudioEventHandler(s32 audioHandle, adl_audioEvents_e Event)
{
    s32 Ret;
    switch ( Event )
    {
        case ADL_AUDIO_EVENT_NORMAL_STOP :
            TRACE (( 1, „Audio handle %d : stop”, audioHandle ));
            Ret = adl_audioUnsubscribe ( handle ); //unsubscribe to audioService
            break;
        case ADL_AUDIO_EVENT_RESOURCE_RELEASED :
            break;
        default : break;
    }
}

void main_task ( void ){
    s32 Ret;
    handle = adl_audioSubscribe ( ADL_AUDIO_SPEAKER, MyAudioEventHandler,
    ADL_AUDIO_RESOURCE_OPTION_FORBID_PREEMPTION );
    Ret = adl_audioTonePlay( handle, 300, -10, 0, 0, 500 ); // 300 Hz, -10 dB,
    500 ms
}
```

Listing 2. Przykład aplikacji do odtwarzania melodii na podstawie zapisu nutowego

```
#include "adl_global.h"
#include „generated.h”
s32 handle;
#define oktawa 5
static const u16 Melody_Sample[] =
{
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_E, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_FS, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_G, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_A, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_B, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_G, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_B, oktawa, ADL_AUDIO_QUARTER ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_AS, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_FS, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_AS, oktawa, ADL_AUDIO_QUARTER ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_A, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_F, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_A, oktawa, ADL_AUDIO_QUARTER ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_E, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_FS, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_G, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_A, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_B, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_G, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_B, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_E, (oktawa+1), ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_D, (oktawa+1), ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_B, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_G, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_B, oktawa, ADL_AUDIO_HEIGHTH ),
    ADL_AUDIO_NOTE_DEF( ADL_AUDIO_D, (oktawa+1), ADL_AUDIO_HALF ),
    NULL
};

void MyAudioEventHandler ( s32 audioHandle, adl_audioEvents_e Event )
{
    s32 Ret;
    switch ( Event ){
        case ADL_AUDIO_EVENT_NORMAL_STOP :
            TRACE (( 1, „Audio handle %d : stop”, audioHandle ));
            Ret = adl_audioUnsubscribe ( handle );
            break;
        case ADL_AUDIO_EVENT_RESOURCE_RELEASED :
            break;
        default : break;
    }
}

void main_task ( void )
{
    s32 Ret;
    handle = adl_audioSubscribe ( ADL_AUDIO_SPEAKER, MyAudioEventHandler ,
    ADL_AUDIO_RESOURCE_OPTION_FORBID_PREEMPTION );
    Ret = adl_audioMelodyPlay( handle, Melody_Sample, 100, 2, 0); //
    tempo:100,0dB,odt:2x
}
```

nutowego. Przykład takiej aplikacji przedstawiono na **listingu 2**.

W powyższym przykładzie melodia została zawarta w postaci zapisu nutowego przez podanie wartości nuty, oktawy oraz czasu jej trwania. Argumentami funkcji *adl_audioMelodyPlay()* oprócz uchwytu i tablicy z zapisem nutowym są także, tempo (bpm), liczba cykli odtwarzania melodii oraz poziom głośności (dB).

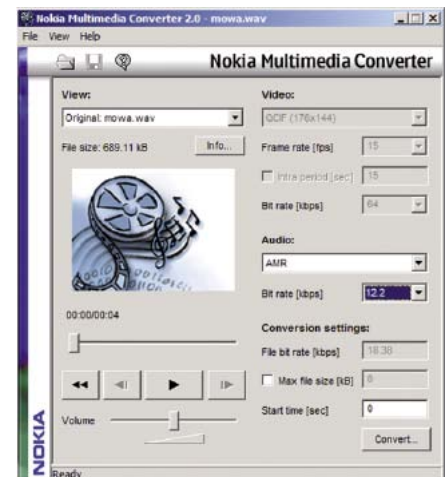
Zarówno w przypadku pojedynczego tonu, jak i całej melodii jako urządzenie wyjściowe możemy przyjąć jedynie speaker albo buzzer. Dużo większe możliwości dają serwisy *audio stream* pozwalające na odtwarzanie lub nagrywanie dźwięków w formacie PCM lub ARM. Tu jako urządzenie wejścia/wyjścia możemy wykorzystać zarówno interfejsy lokalne w postaci mikrofonu (we) lub głośnika (wy), jak również strumień dźwięku aktualnie trwającego połączenia GSM. Takie możliwości pozwalają na nagrywanie bądź odtwarzanie dźwięku urządzenia, które uzyskało połączenie głosowe z naszym modułem GSM.

Przykładową aplikację wykorzystującą możliwości odtwarzania strumienia audio zamieszczono na **listingu 3**.

Aplikacja tworzy dodatkową komendę *at+graj*. Wywołana z parametrem 0 spowoduje odtworzenie strumienia audio przez głośnik lub słuchawki. Jeśli komenda ta zostanie wywołana z innym parametrem, np. *at+graj=1*, to aplikacja najpierw nawiąże połączenie audio ze wskazanym numerem telefonu, a po odebraniu połączenia przez drugą stronę zacznie odtwarzać dźwięk.

Na potrzeby aplikacji wykorzystano zarówno przerwanie niskiego poziomu, jak i przerwanie wysokiego poziomu, więc w formacie *generated.c* należy zadeklarować wartość stosu dla procesów obsługi przerwania.

W obsłudze przerwania LowLevel cyklicznie do bufora *StreamBuffer* ładowane są kolejne próbki dźwiękowe. Jeśli już zo-



Rysunek 3. Konwersja do formatu AMR

Moduły GSM/GPRS i GPS produkcji Quectel z oferty firmy SOS



Firma Quectel dostarcza wysokiej jakości, niezawodne moduły przeznaczone do komunikacji bezprzewodowej M2M oraz odbiorniki GPS. Koncentrując się na tym obszarze zastosowań, firma nie produkuje urządzeń na rynek konsumencki, lecz spełniające surowe wymagania aplikacji przemysłowych i motoryzacyjnych. W artykule zaprezentujemy przegląd wybranych modułów z oferty Quectel, dostępnych w ofercie znanego dystrybutora – firmy SOS electronic.

Firma Quectel jest producentem znanych na całym świecie modułów GSM/GPRS i GPS w wersjach OEM oraz tracker'ów przeznaczonych do zdalnego śledzenia i monitoringu różnych obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem pojazdów. Firma wytwarza również tracker'y osobiste umożliwiające nie tylko śledzenie położenia osoby, ale również wezwanie przez nią pomocy ze zdalnym informowaniem o położeniu. Takie urządzenia stają się coraz bardziej powszechne i są używane nie tylko przez firmy ochraniające osoby i mienie, ile przez ludzi chorych, którzy w nagłych przypadkach mogą za ich pomocą wezwać służby medyczne.

Moduły GSM

W momencie oddania tego artykułu do druku, firma Quectel produkuje 7 modułów GSM. Były to moduły typu: M10, M12, M16, M20, M30, M33 i M62. Wszystkie oferowane moduły są zgodne ze standardem GSM0710, dzięki czemu jedno połączenie fizyczne może być stosowane do transmisji danych z wielu połączeń logicznych. W przypadku produktów Quectela są to 4 kanały wymiany danych. Sterowanie pracą modułów odbywa się za pomocą poleceń AT+ (GSM07.07 i GSM07.05). Oprócz poleceń standardowych dostępne są również niestandardowe, charakterystyczne dla Quectel'a (tzw. grupa Quectel AT+). Pozwalają one w pełni wykorzystać zasoby sprzętowe i programowe, w tym linie GPIO, interfejsy komunikacyjne (SPI, I²C, dodatkowy UART, wejścia A/C, wyjścia C/A).

4-zakresowy moduł GSM/GPRS typu M10 i 2-zakresowy M12

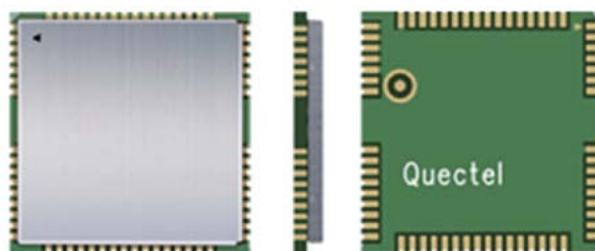
Moduł M10 (**rysunek 1**) jest 4-zakresowym modułem GSM umieszczonym w obudowie przeznaczonej do montażu SMD o wymiarach 29 mm × 29 mm × 3,6 mm. Może być wbudowany w dowolną aplikację wykorzystującą pasma 850, 900, 1800 i 1900 MHz.

Moduł M12 jest kompatybilny pod względem obudowy, wyprowadzeń i firmware z M10, jednak może komunikować się tylko w pasmach 900 i 1800 MHz.

Oba moduły umożliwiają transmisję głosu, danych, faksów oraz komunikatów SMS. Dzięki małemu zapotrzebowaniu na energię elektryczną, mogą być stosowane w systemach pomiarowych, termi-

Dodatkowe informacje:

SOS electronic
ul. Tatarska 17, 92-753 Łódź, Poland, tel.: +48 42 6484576, fax:
+48 42 6484576, info@sosselectronic.pl, www.sosselectronic.pl

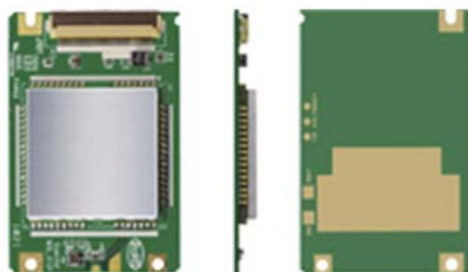


Rysunek 1. Moduł GSM/GPRS typu M10

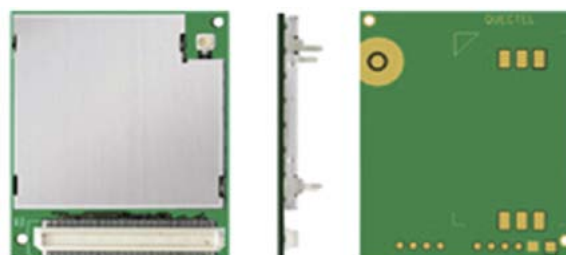
nalach płatniczych, do monitoringu obiektów i innych. Oprócz tego producent wyposażył je w stosy programowe zapewniające obsługę komunikacji przez Internet z wykorzystaniem protokołu TCP/IP.

4-zakresowy moduł GSM/GPRS typu M16 ze złączem ZIF. Złącze ZIF jest często stosowane np. przez producentów routerów GSM i innych urządzeń, które są wykorzystywane stacjonarnie. Dzięki złączu moduł można szybko wymienić na inny, na przykład w sytuacjach, gdy jest potrzebna inna technologia transmisji danych, większa prędkość – po prostu moduł nowego typu, a cena samego modułu jest o wiele niższa od ceny urządzenia, w którym jest zamontowany.

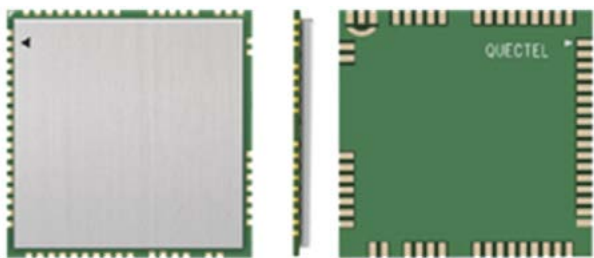
Z punktu widzenia użytkownika moduł M16 ma ten sam firmware, co omawiane wcześniej M10 i M12. Jego obudowa (**rysunek 2**) ma



Rysunek 2. Moduł GSM/GPRS typu M16 ze złączem ZIF



Rysunek 3. Moduł GSM/GPRS typu M20 ze złączem B2B (50 wypyr.)



Rysunek 4. Moduły GSM/GPRS typu M30/M33 ze złączem B2B (100 wypr.)

wymiary 54,5 mm×36 mm×4,5 mm i jest przystosowana do osadzenia w standardowym złączu ZIF, co pozwala stosować moduły M16 w miejscu, w którym były dotychczas używane wyroby innych producentów.

4-zakresowe moduły GSM/GPRS typu M20 i M30 ze złączem B2B. Moduł M20 został przez producenta wyposażony w złącze B2B (rysunek 3), które jest powszechnie stosowane również przez innych producentów. Dzięki temu moduł M20 może zastąpić wyroby innych firm w aplikacjach, w których jest konieczność np. podniesienia prędkości transmisji, komunikacji z siecią Internet itp. Obudowa ma wymiary 35 mm×32,5 mm×2,95 mm. Firmware jest kompatybilny z opisywanymi wcześniej M10 i M12, ale trzeba zwrócić uwagę, że M33 ma zaimplementowany stos TCP/IP z szeregiem protokołów komunikacyjnych.

Inny rodzaj złącza B2B i obudowę o nieco większych wymiarach (40 mm×32,2 mm×4 mm) ma moduł M30 (rysunek 4). Jego złącze ma aż 100 wyprowadzeń, a na obudowie producent umieścił 4 punkty lutownicze, które umożliwiają trwałe zamocowanie obudowy modemu.

Moduł GSM/GPRS typu M33 ze sprzętowym kodekiem obrazu. Moduł M33 może komunikować się za pomocą 4 pasm GSM. Oprócz podstawowych usług transmisji głosu, danych i faksów, ma zaimplementowany stos protokołów TCP/IP oraz 8-bitowy kodek obrazu CCIR656, co predysponuje ten moduł do transmisji obrazów oraz wiadomości MMS. To jednak nie koniec ułatwień. Oprócz kodeka moduł ma również interfejs kamery CMOS wspierający formaty YUV422/YUV411/YUV420 do rozdzielczości 300 kpiksli. Dzięki niemu kamera może być bezpośrednio podłączona do modułu bez żadnych dodatkowych układów pośredniczących.

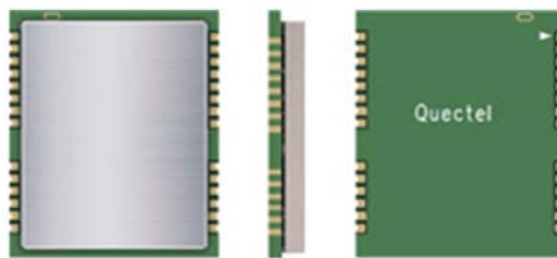
Obudowa modułu i jego złącze są prawie takie same, jak omówionego wcześniej M30. Jedyną różnicą jest umieszczenie po stronie punktów lutowniczych dodatkowej „puszki” metalowej zawierającej zapewne układy kodeka obrazu, przez co grubość obudowy wzrosła o 2 mm (40 mm×32,2 mm×6 mm).

2-zakresowy moduł GSM/GPRS typu M62. Moduł M62 to kolejny z produktów przeznaczony do montażu SMD. Jego obudowa ma wymiary 33 mm×33 mm×3,6 mm i może być przylutowana do płytki bazowej (rysunek 4). Moduł może komunikować się z użyciem 2 pasm GSM (900 i 1800 MHz). Ma zaimplementowany programowy stosu zapewniający obsługę protokołu TCP/IP. Zgodnie z zapewnieniami producenta, jest to moduł, w którym uzyskano najlepszy stosunek ceny do możliwości i zastosowanych rozwiązań technologicznych.

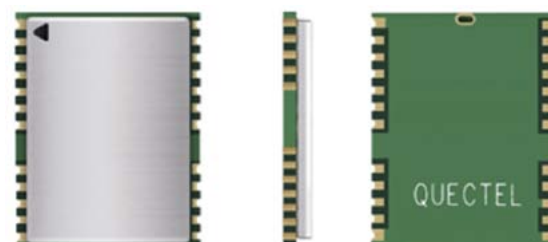
Moduły GPS

Firma Quectel wytwarza również moduły GPS. Charakteryzują się one doskonałymi parametrami użytkowymi, niewielkim poborem mocy, możliwością pracy w trybie A-GPS, w szerokim zakresie temperatury otoczenia. Odbiorniki te mają dwa protokoły wymiany danych: standardowy NMEA0183 oraz natywny protokół firmy Quectel o nazwie PTK. Moduły te komunikują się z otoczeniem za pomocą interfejsów USB i UART.

Aktualnie w ofercie firmy Quectel są 3 moduły różniące się obudowami i możliwościami. Pokazany na rysunku 5 moduł typu L10 jest wyposażony w chipset MediaTek, który ma 66 kanałów do przeszukiwania oraz 22 kanały umożliwiające jednoczesne śledzenie satelitów.



Rysunek 5. Odbiornik GPS typu L10



Rysunek 6. Odbiornik GPS typu L20

Wysoka czułość (−165 dBm) oraz specjalna technika śledzenia satelitów i korygowania pozycji szczególnie predysponują ten moduł do zastosowania w terenie zabudowanym. Niewielki pobór prądu (38 mA z anteną pasywną) pozwala na stosowanie modułu w urządzeniach zasilanych z baterii, a technika wykonania nazwana przez producenta *anti-jamming* umożliwia łatwą integrację modułu z innymi modułami bezprzewodowymi, takimi jak: WiFi, WiMax, CDMA i GSM. Moduł L10 ma interfejs USB 2.0, za pomocą którego dane o pozycji mogą być przesyłane z częstotliwością 0,5 Hz.

Moduł L20 (rysunek 6) jest wyposażony w chipset SIRFstar IV wykorzystujący technologię SIRFware. Ten moduł również jest przeznaczony głównie do wykorzystania w terenie zurbanizowanym. Moduł mający czułość −168 dBm i możliwość korzystania z 48 kanałów PRN ma krótki czas ustalania pozycji. Niewielka obudowa o wymiarach 16 mm×12,2 mm×2,4 mm sprawia, że jest on idealny do aplikacji przemysłowych i służących do śledzenia pojazdów. Wyposażony w pasywną antenę moduł pobiera ze źródła zasilania 41 mA.

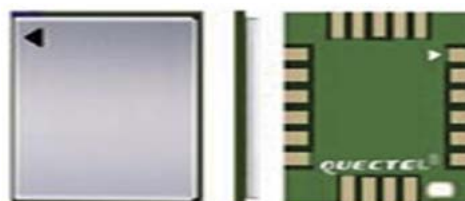
Najbardziej zaawansowanym technologicznie odbiornikiem GPS z oferty Qualcomm jest pokazany na rysunku 7 moduł typu L30. Podobnie jak L20 producent wyposażył go w chipset SIRFstar IV umożliwiający korzystanie z 48 kanałów PRN. Bardzo mała obudowa o wymiarach 9 mm×9 mm×1,6 mm oraz specjalne, energooszczędne tryby pracy czynią ten moduł idealnym do zastosowania w aplikacjach przenośnych jak dla przykładu osobiste tracker'y i urządzenia zabezpieczające przewożone obiekty.

Zestawy ewaluacyjne

Firma Quectel oferuje do wszystkich swoich modułów zestawy ewaluacyjne, które zawierają wszystkie elementy niezbędne do projektowania oraz prób zastosowania modułów. Są to między innymi: anteny, złącza kart SIM, konwertery interfejsów transmisyjnych (np. USB/RS232), źródła zasilania i inne.

Wszystkie opisane wyżej produkty są dostępne w ofercie firmy SOS.

Jacek Bogusz, EP



Rysunek 7. Odbiornik GPS typu L30

Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer Summer 09 (6)



Obecnie każdy zajmujący się projektowaniem urządzeń elektronicznych korzysta z pomocy programów EDA, jednym z nich jest Altium Designer. Niniejszy cykl artykułów ma na celu przedstawienie możliwości programu Altium Designer Summer 09 i nauczanie Czytelników korzystania z tego oprogramowania w zakresie projektowania obwodów drukowanych. W tym odcinku kursu zajmiemy się projektami wieloarkuszowymi oraz wielokanałowymi.

Projekty wieloarkuszowe

Projekty wieloarkuszowe stosuje się z różnych powodów, przy czym najważniejszym jest rozmiar projektu. Niektóre projekty są zbyt duże lub zbyt skomplikowane, aby mieściły się na jednym arkuszu. Nawet jeśli konstrukcja nie jest szczególnie skomplikowana, korzystne może być rozmieszczenie projektu na wielu arkuszach. Innym powodem może być, że ten sposób projektowania umożliwia stosowanie małych wydruków, takich jak wydruki z domowych drukarek.

Projekt wieloarkuszowy jest zorganizowany jako struktura hierarchiczna, złożona z logicznych bloków, w której każdy blok może być albo arkuszem schematu, albo plikiem HDL (VHDL lub Verilog). Na górze tej struktury jest jeden nadrzędny arkusz schematu, nazywany nadrzędnym arkuszem projektu. Struktura arkusza jest tworzona przez zastosowanie specjalnego symbolu – symbolu arkusza. Każdy z dokumentów źródłowych tworzących projekt jest reprezentowany na arkuszu nadrzędnym przez symbol arkusza. Z kolei podarkusz może również zawierać dalsze symbole arkuszy, odwołujące się do podrzędnych arkuszy schematów lub plików HDL. Należy pamiętać, że w konstrukcjach hierarchicznych projekt może zawierać tylko jeden arkusz nadrzędny. Wszystkie inne dokumenty źródłowe muszą być wskazywane przez symbole arkuszy.

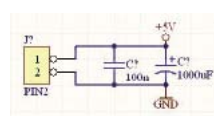
Altium Designer umożliwia tworzenie projektów wieloarkuszowych na dwa sposoby: „od góry do dołu” oraz „od dołu do góry”. Pierwszy sposób polega na tym, że w pierwszej kolejności tworzony jest schemat nadrzędny. W nim umieszczane są symbole arkuszy poszczególnych części składowych projektu, a następnie na ich podstawie tworzone są arkusze podrzędne. W przypadku drugiego sposobu w pierwszej kolejności tworzone są arkusze podrzędne, następnie nadrzędny arkusz projektu, w którym tworzone są symbole arkuszy na podstawie wcześniej utworzonych podarkuszy.

W tej części kursu zaprezentuję sposób w jaki tworzy się projekt metodą „od dołu do góry”. Do tego przykładu potrzebne będą biblioteki zawierające kilka mikrokontrolerów z rodziny AVR oraz elementy optoelektroniczne. W materiałach dodatkowych znajdują się pliki *avr.rar* oraz *optoelektroniczne.rar*, które należy rozpakować w folderze C:\Altium\Biblioteki, a następnie znajdujące się tam biblioteki doinstalować do zbioru programu Altium Designer. W tym celu wybieramy

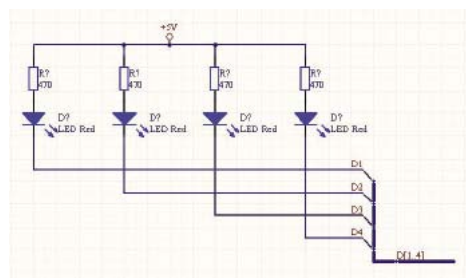
Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 12147, pass: 2e7u6a2a

DXP -> Preferences, następnie wskazujemy zakładkę System - Installed Libraries i w prawym dolnym rogu klikamy przycisk Install. W otwartym oknie wskazujemy plik *mikrokontrolery_AVR.IntLib* z lokalizacji C:\Altium\Biblioteki\AVR\Project Outputs for mikrokontrolery_AVR. Podobnie postępujemy z biblioteką *optoelektroniczne.IntLib*. Zamykamy okno ustawień, klikając przycisk OK.

Tworzymy teraz nowy projekt PCB o nazwie np. *panel_operatora.PrjPcb*. Następnie dodajemy do projektu nowy arkusz schematu, w którym rysujemy schemat zgodny z **rysunkiem 88**.

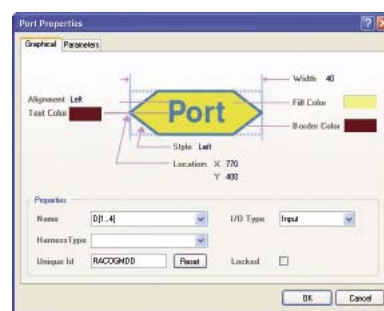


Rysunek 88.
Schemat obwodu zasilania

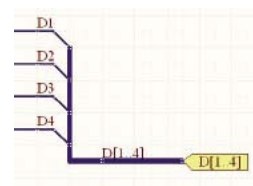


Rysunek 89. Schemat obwodu diod LED

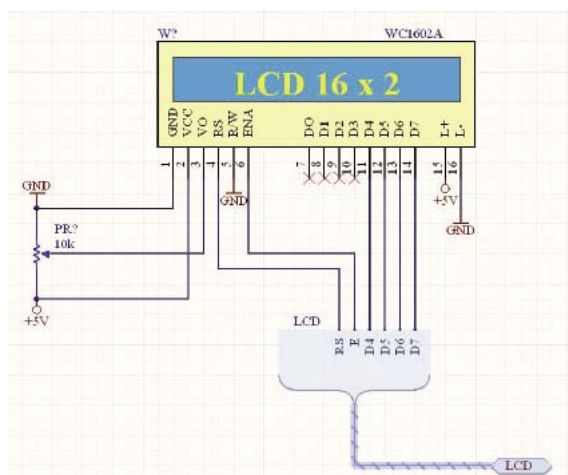
Zapisujemy schemat pod nazwą *zasilanie.SchDoc*. Dodajemy kolejny arkusz schematu i edytujemy go zgodnie z **rysunkiem 89**. Sposób tworzenia magistral został opisany w poprzedniej części kursu. Na końcu magistrali musimy jeszcze dodać port. Wybieramy *Place -> Port*, a następnie wciskamy klawisz Tab. Otworzy się okno zatytułowane *Port Properties*, w którym w polu *Name* wpisujemy dokładnie ten sam ciąg znaków, jak w opisie magistrali, czyli D[1..4]. Należy także pamiętać o zdefiniowaniu kierunku portu (*I/O Type*). Przykład konfiguracji portu przedstawia **rysunek 90**. Następnie umieszczamy port na końcu magistrali (**rysunek 91**). Zapisujemy schemat pod nazwą *LED.SchDoc*. Dodajemy do projektu następny arkusz schematu, w którym rysujemy schemat połączeń tak jak na **rysunku 92**. Widoczne przy czterech niepodłączonych wyprowadzeniach wyświetlacza LCD czerwone krzyżyki wstawiamy, wybierając *Place -> Directives -> No ERC*.



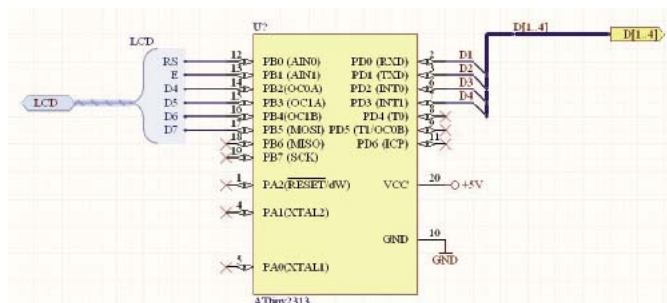
Rysunek 90. Parametry połączenia typu Port



Rysunek 91. Sposób dołączenia portu



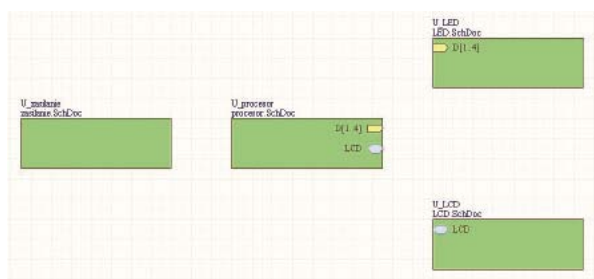
Rysunek 92. Schemat dołączenia wyświetlacza



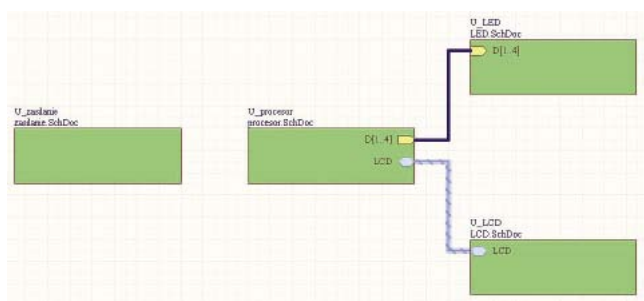
Rysunek 93. Schemat obwodów mikrokontrolera

Jest to informacja dla programu, że oznaczone w ten sposób wyprowadzenia zostały celowo pozostawione „wiszące w powietrzu” i podczas kompilacji projektu nie zostanie zgłoszone ostrzeżenie. Schemat zapisujemy pod nazwą *LCD.SchDoc*. Dodajemy do projektu jeszcze jeden arkusz schematu i edytujemy go tak, jak przedstawia **rysunek 93**. Tym razem port o nazwie D[1..4] konfigurowujemy jako Output. Zapisujemy schemat pod nazwą *processor.SchDoc*.

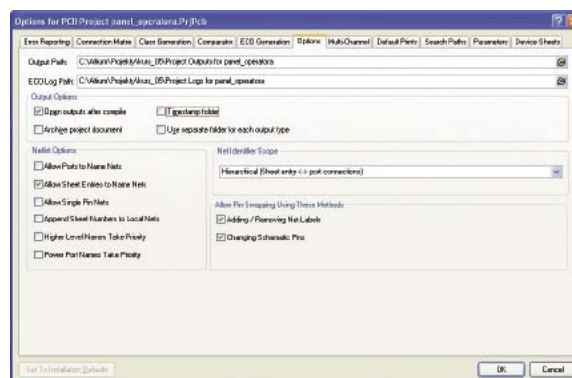
W tym momencie mamy już utworzone wszystkie schematy podrzędne. Czas teraz utworzyć schemat nadrzędny. W tym celu ponownie dodajemy do projektu nowy arkusz schematu. Następnie wybieramy polecenie *Design -> Create Sheet Symbol From Sheet or HDL*.



Rysunek 94. Bloki utworzone na podstawie schematów



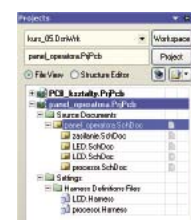
Rysunek 95. Sposób połączenia bloków za pomocą wiązki i magistrali



Rysunek 96. Wybór opcji *Hierarchical* w oknie opcji projektu

i w otwartym oknie wskazujemy plik *zasilanie.SchDoc*. Utworzony symbol arkusza umieszczamy na schemacie. Podobnie postępujemy z pozostałymi plikami. Po wstawieniu wszystkich symboli arkuszy powinniśmy ujrzeć obraz podobny do przedstawionego na **rysunku 94**. Na symbolach widoczne są reprezentacje portów, które zostały wcześniej umieszczone na poszczególnych schematach podrzędnych. Można je dowolnie przemieszczać wzdłuż krawędzi symbolu danego arkusza. Teraz wybieramy *Place -> Bus* i łączymy porty o nazwie D[1..4], a następnie wybieramy *Place -> Harness -> Signal Harness* i łączymy porty o nazwie LCD (**rysunek 95**).

W kolejnym kroku tworzenia projektu wybieramy *Project -> Project Options*. Następnie w otwartym oknie przechodzimy do zakładki *Options* i w polu *Net Identifier Scope* wybieramy opcję *Hierarchical* (rysunek 96). Zamykamy okno, klikając na przycisk OK. Musimy jeszcze wykonać przypisanie desygatorów, np. wybierając *Tools -> Annotate Schematics Quietly*. Zapisujemy zmiany wprowadzone na poszczególnych arkuszach schematów. Ostatnim krokiem jest kompilacja projektu. Wybieramy *Project -> Compile PCB Project Panel_operator.PrjPcb* i jeśli wszystko zostało poprawnie wykonane, to nie zostanie zgłoszony żaden komunikat o błędzie. Otwórzmy teraz panel *Project* z zakładki widocznej na belce po lewej stronie okna programu Altium Designer. Widzimy teraz drzewiastą strukturę plików wchodzących w skład projektu (rysunek 97). Widać też dwa pliki o nazwach *LCD.Harness* oraz *processor.Harness*. Są to pliki tekstowe opisujące wiązki wprowadzone na schematach podrzędnych. Obydwa pliki zawierają jedną linijkę tekstu o następującej treści: *LCD=RS,E,D4,D5,D6,D7*.



Rysunek 97. Drzewo projektu

Projekty wielokanałowe

Altium Designer wykorzystuje technologię projektowania wielokanałowego, która wspomaga nawet tworzenie kanałów zagnieżdżonych w innych kanałach. Wiele konstrukcji zawiera powtarzające się obwody. Jedna płytką drukowaną projektowana za pomocą Altium Designer może zawierać tę samą sekcję powtórzoną trzydzieści dwa razy lub zawierać cztery identyczne bloki z ośmioma podkanałami w każdym. Wykorzystanie projektowania wielokanałowego daje korzyści w postaci uproszczenia edycji schematu (potrzebne zmiany muszą być wykonane tylko w jednym arkuszu schemat, a podczas ponownego kompilowania projektu zmiany są wprowadzane do każdego utworzonego kanału), a także oszczędność czasu przy projektowaniu obwodu drukowanego.

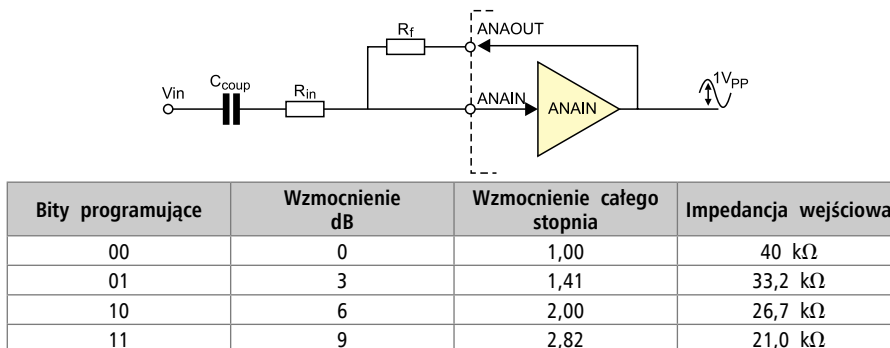
W pierwszej kolejności przedstawię sposób w jaki tworzy się proste projekty wielokanałowe. To ćwiczenie będzie wymagać użycia kolejnej biblioteki o nazwie *układy_analogowe.IntLib*. Odpowiednie pliki znajdują się w materiałach dodatkowych do tej części kursu, a sposób instalacji został opisany wcześniej.

Tworzymy teraz nowy projekt PCB, a następnie nowy dokument schematu, w którym umieszczamy elementy zgodnie z **rysunkiem 98**.

Cyfrowe rejestratory dźwięku ISD151xx (1)

Układy z rodziny ISD151xx to zaawansowane, cyfrowe układy służące do rejestracji dźwięku. Mogą być elastycznie konfigurowane, a wbudowane kompresory/dekompresory pozwalają na zapisanie nawet 30 minut komunikatów słownych w najbardziej pojemnym układzie ISD15132. Producent nie zapomniał też o dźwięku lepszej jakości wyposażając układy w interfejsy I²S i możliwość operowania na 16-bitowych nieskompresowanych danych audio.

Od pewnego czasu nagrywanie i odtwarzanie jest realizowane za pomocą techniki cyfrowej. Przeciętnemu użytkownikowi dźwięk cyfrowy kojarzy się z płytą CD, a teraz z kompresją MP3 i popularnymi „empetrójkami”. Postrzeganie tych technik na rynku konsumpcyjnym zostało ukształtowane przez działy reklamy wielkich koncernów. Stąd wzięły się na przykład slogany o krystalicznie czystym dźwięku cyfrowym. Miały one na celu przekonanie potencjalnych nabywców urządzeń o wyjątkowo-



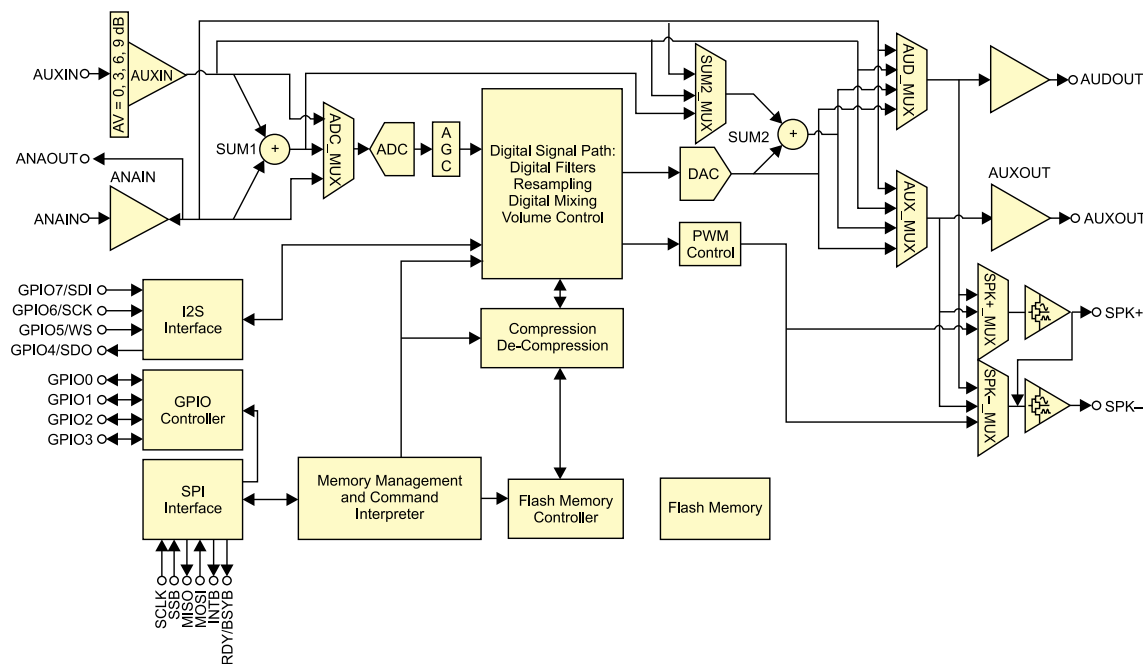
Rysunek 2. Wzmocnienie wejścia ANAIN

ści nabywanych urządzeń. Oprócz zastosowań konsumpcyjnych konwersja sygnału analogowego na cyfrowy i odwrotnie była równolegle stosowana w zastosowaniach profesjonalnych. Jednym z zasadniczych elementów tych technik były algorytmy kompresji danych cyfrowych. W wielu zastosowaniach konieczne jest przesyłanie i nagrywanie sygnału mowy. Ten sygnał może mieć mocno ograniczone pasmo i łatwo poddaje się silnej kompresji, bo zazwyczaj najważniejszym kryterium jest zrozumiałość przesyłanego lub nagrywanego dźwięku przy ograniczonym paśmie. Silna kompresja powoduje, że kanały transmisyjne nie są obciążone, a do zapisywania krótkiego komunikatu nie potrzeba megabajtów pamięci.

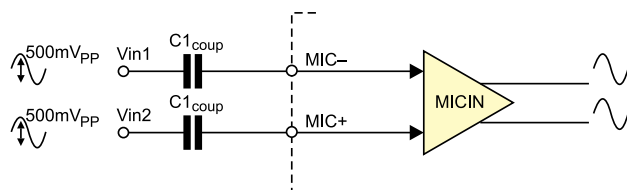
Konwersja na postać cyfrową jest stosunkowo łatwa dzięki powszechnej dostępności scalonych kodeków i przetworników A/C. Gorzej wygląda sprawa kompresji. Użycie do tego celu mikrokontrolerów, nawet tych wyposażonych w rdzenie DSP, wymaga napisania specjalizowanego oprogramowania. Dużo łatwiej jest skorzystać z gotowych, scalonych kompresorów. Poszukiwania takiego kompresora naprowadziły mnie na ślad niezwykłej rodziny układów rodziny ISD151xx produkowanych przez firmę Nuvoton.

ISD151xx mają handlową nazwę *ChipCorder*. Jak łatwo domyślić się podstawową funkcją układu jest nagrywanie i odtwarzanie dźwięku. W rzeczywistości jest to jed-

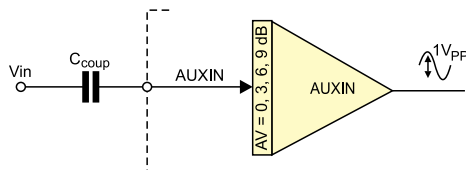
nak cyfrowy kombajn wykraczający poza tak rozumiane przeznaczenie. Jak w każdym rejestratorze cyfrowym, próbki są zapisywane w pamięci nieulotnej. Tu do zapisywania danych została użyta wbudowana pamięć Flash. Poszczególne układy rodziny różnią się między sobą pojemnością pamięci. Pierwszy z nich, ISD15101 ma pamięć o pojemności 2 Mb, a najbardziej pojemny ISD15132 aż 64 Mb. Źródłem zapisywanych danych mogą być sy-



Rysunek 1. Schemat blokowy układu rodziny ISD151xx



Rysunek 3. Wejście ANAIN skonfigurowane jako wejście mikrofonu



	BTL	AXOUT	PWM
Sposób sterowania	Napięciowy sygnał symetryczny. Wymagany zewnętrzny wzmacniacz z regulacją głośności	Wymagany zewnętrzny wzmacniacz	Bezpośrednie sterowanie
Moc wyjściowa	Zależy od zewnętrznego wzmacniacza	Zależy od zewnętrznego wzmacniacza	360 mW
Jakość sygnału	Wysoka S/N 80 dB z tłumieniem szumów	Wysoka S/N 80 dB	S/N typowo 60 dB
Dodatkowe koszty	Koszty zewnętrznego wzmacniacza	Koszty zewnętrznego wzmacniacza	brak

Rysunek 4. Porównanie parametrów wyjść ISD151xx

gnały analogowe podawane na dwa niezależne, konfigurowalne wejścia analogowe oraz interfejsy SPI lub I²S.

Wejścia analogowe

Pierwsze wejście jest nazwane ANAIN. W podstawowej aplikacji wzmocnienie sygnału podawanego na ANAIN jest określone za pomocą zewnętrznych rezystorów (rysunek 2) zgodnie z wyrażeniem $Av = Rf/Rin$.

Źródłem sygnału może być również mikrofon elektretowy – umożliwia to specjalny tryb pracy ANAIN oraz ANAOUT (rysunek 3). Zastosowanie wejścia różnicowego w połączeniu z układem AGC pozwala uzyskać niski poziom szumów tego toru.

Drugie wejście nosi nazwę AUXIN. Ma ono programowane wzmocnienie w czterech krokach: 0, 3, 6 i 9 dB. Wzmocnienie należy tak ustawić, by amplituda sygnału na wyjściu nie przekraczała $1 V_{pp}$ (rysunek 4).

Sygnały z obu wejść można miksować (rysunek 5), ale mikser jest automatycznie wyłączany, gdy ANAIN jest skonfigurowany jako wejście mikrofonowe.

Wyjścia analogowe

ISD151xx ma dwa asymetryczne (SE) wyjścia analogowe AXOUT i ADOUT. Są to wyjścia o małej obciążalności prądowej i do sterowania głośnikiem jest wymagany dodatkowy wzmacniacz mocy. ADOUT można skonfigurować jako wyjście prądowe SE i po dołączeniu tranzystora NPN można sterować głośnikiem małej mocy.

Oprócz asymetrycznych wyjść AXOUT i ADOUT, sygnał wyjściowy może być wprowadzany na symetryczne, współdzielone z wyjściem sygnału PWM, wyjścia różnicowe

różnicowego SPK+ i SPK-. Wyjścia różnicowe również nie mogą bezpośrednio sterować głośnikiem i wymagany jest zewnętrzny wzmacniacz. Istnieje możliwość skonfigurowania SPK+ i SPK- jako wyjść PWM. Mogą wtedy

sterować bezpośrednio głośnikiem, ale moc wyjściowa nie przekracza 360 mW. Jest to idealne rozwiązanie np. do dołączenia słuchawek, do sterowania których nie jest potrzebna duża moc.

Ścieżki sygnałowe są konfigurowalne i umożliwiają elastyczne łączenie i miksowanie sygnałów wejściowych z odtwarzanymi z pamięci układu (z wyjścia przetwornika D/C – rysunek 6).

Tor danych cyfrowych

Tor przesyłania sygnałów cyfrowych umożliwia wykonywanie na danych audio wielu operacji. Jest to filtrowanie, konwersja częstotliwości próbkowania (*upsampling* i *downsampling*), miksowanie, cyfrowa regulacja poziomu i kompresja/dekompresja. Tor cyfrowy pracuje z częstotliwością próbkowania (master FS) ustaloną przez zaprogramowanie układu zegara systemowego. Z częstotliwością FS pracują przetworniki ADC i DAC, port I²S, oraz filtry upsamplera i downsamplera. Ścieżkę sygnału cyfrowego można elastycznie konfigurować (rysunek 7). Dane wejściowe mogą pochodzić z wejść analogowych (po konwersji ADC), z wyjściowego interfejsu SPI i portu I²S. Po zapisaniu i dekompresji są przesyłane do przetwornika DAC, do portu I²S, modulatora PWM lub wyjściowego interfejsu SPI. Możliwe są kombinacje:

REKLAMA





FLASH & DRAM MEMORIES



founded by winbond

- **CORTEX-M0 MICROCONTROLLERS**
- **CODECS**
- **ISD CHIPCORDER**

DYSTRYBUCJA

WWW.MARTHEL.PL

P.D.W. MARTEL
 UL. SOSNOWA 24-5
 55-040 BIELANY WROCŁAWSKIE
 TEL. +48 71 311 07 11
 FAX +48 71 311 07 13

Automaticon 2011 – dużo małych zmian

Tegoroczny Automaticon wydawał się nieco różnić od imprez z ubiegłych lat. Być może to wina niższej frekwencji na początku targów lub też zasługa wielu nowych niedużych firm, które wcześniej nie brały udziału w tej imprezie. A może to dlatego, że po raz pierwszy od dwóch lat temat widmo kryzysu nie wisiało nad wystawcami.



Pierwszy dzień targów okazał się bardzo spokojny. O ile wystawców było równie dużo co w zeszłym roku, to odwiedzający raczej nie dopisali. W alejkach widać było głównie młodzież, która interesowała się przede wszystkim robotami przemysłowymi i hostesami. Wśród zmian dało się zauważyć,



że otwarto dodatkowe wejście do hal od strony ul. Prądzyńskiego, a łącznik z halą 4 został wykonany z przezroczystego materiału. Co więcej, uruchomiono długo zapowiadaną rejestrację gości. W tym roku jest ona dobrowolna, ale



z czasem ma być obowiązkowa, dzięki czemu wystawcy będą mogli otrzymywać informacje o gościach odwiedzających targi.

Drugiego dnia targów rozpoczęły się liczne seminaria i prezentacje. Wśród



nich warto wyróżnić prelekcje firm WG Electronics i Contrans, które zgromadziły bardzo wielu gości. Ruch pomiędzy stoiskami znacznie wzrósł, choć w opinii wielu wystawców nadal był mniejszy niż w ubiegłych latach. Problem frekwencji był prawdopodobnie wynikiem równoległej organizacji targów Hannover Messe, na których wystawiało się także część firm obecnych na Automaticonie. Frekwencja trzeciego dnia targów była zadowalająca, a czwartego, zgodnie z przewidywaniami, znów spadła.

Profil targów

Na przestrzeni ostatnich lat widać, jak zmienia się profil targów poprzez



to, jakie firmy się nich prezentują i jakie osoby je odwiedzają. Z czasem targi te stają się coraz mniej skupione na automatyce i bardziej otwarte na tematy pokrewne. Pojawia się coraz więcej firm oferujących różnego rodzaju produkty

elektroniczne i technologie stosowane nie tylko w dużym przemyśle, ale także w laboratoriach, warsztatach elektronicznych, itp. Niemniej, przyznawane jak co roku nagrody znów zostały roz-



dane firmom specjalizującym się w produktach związanych typowo z automatyką. Nagrodzeni medalami targów zostali: Alter, B&R, Endress+Hauser, Kuka, Phoenix Contact i Poltraf.

W tym roku bardzo istotną grupę odwiedzających stanowili uczniowie i studenci. Ich obecność wcale nie cieszy wystawców, gdyż preferowani są goście reprezentujący sobą konkretne firmy, którzy już teraz mogą nawiązać kontakty biznesowe, a nie tylko dobrze rokować



na dalszą przyszłość. Z drugiej strony, wielu wystawców narzekało na trudności w znajdowaniu nowych, a zarazem kompetentnych pracowników. Być może warto byłoby by w przyszłym roku wystawcy skorzystali z faktu, że impreza odwiedzana jest przez wielu młodych ludzi i by potraktowali ich jako kandydatów na wolne stanowiska w firmach.

Marcin Karbowniczek, EP
m.karbowniczek@ep.com.pl



Międzynarodowe targi Światło 2011 i Elektrotechnika 2011

Pod koniec marca w Warszawskim Centrum Wystawienniczym EXPO XXI odbyły się dwie równoległe imprezy branżowe poświęcone instalacjom elektrycznym i stosowanym w nich komponentom.

Trudno powiedzieć, która część wystawy była większa, gdyż ich tematyka wzajemnie się przenikała. Największą część powierzchni targowej zajmowały firmy oferujące diodowe źródła światła. Wśród nich znaleźć można było zarówno polskich dostawców, jak i licznych dalekowschodnich producentów którzy przyjechali do Warszawy, by znaleźć europejskich dystrybutorów. Pokazywano liczne zalety stosowania oświetlenia diodowego zamiast lamp halogenowych, żarowych i świetlówek. Dla potwierdzenia prezentowano wyniki pomiarów zużycia mocy i temperatury powietrza w otoczeniu lamp. Pokazywano również czym różnią się barwy poszczególnych diod i jakie efekty świetlne można uzyskać odpowiednio komponując ze sobą różne źródła światła.

Bardzo dużą grupę wystawców stanowiły firmy specjalizujące się w oświetleniu wnętrz, które prezentowały różnorodne żyrandole i lampy. Dominację LED'ów potwierdzały także seminaria zorganizowane w ramach „Konferencji LED”, w których prelekcje wygłosili m.in. przedstawiciele firm produkujących diody, takich jak Cree i Seoul Semiconductor. Ponadto, zaprezentowały się także liczne firmy oferujące kable, przekładniki, osłonki na kable oraz różnego rodzaju instalacje elektryczne i ich elementy.

Z roku na rok te targi gromadzą coraz więcej uczestników, a przecież jeszcze kilka lat temu alejki między stoiskami wystawców świeciły pustkami. Kolejne, już dwudziesta edycja targów „Światło” i dziesiąta targów „Elektrotechnika”, odbędą się w tym samym miejscu w dniach 28-30 marca 2012 r.

Marcin Karbowniczek
m.karbowniczek@ep.com.pl

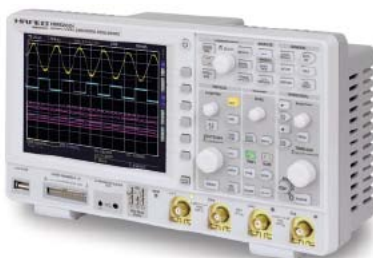


Firma Hameg wprowadza do sprzedaży nową serię oscyloskopów

Oscyloskopy HMO3524/3522/2524 zostały wprowadzone do sprzedaży około dwóch lat temu. Do dzisiejszego dnia przodują na rynku ze względu na elastyczność konfigurowania (możliwość wzbogacenia o dodatkowe funkcje również po zakupie przyrządu, a nie tylko przy jego zamawianiu) oraz wyzwalanie wyświetlania wspomagane poprzez sprzętowy dekodery obsługujący protokoły komunikacyjne interfejsów I²C, SPI, UART, RS232. Nowa seria tych przyrządów została wzbogacona o dodatkowe funkcje i teraz będzie dostępna dla klientów dysponujących budżetem już od 1150 euro.

Nowe oscyloskopy HMO będą dostępne w wersjach 2- i 4-kanalowych o częstotliwościach granicznych do 70, 100, 150 i 200 MHz. Wszystkie umożliwiają próbkowanie sygnałów wejściowych z częstotliwością 1 GSa/s i mają pamięć o pojemności 1 miliona próbek na kanał. W pojedynczym kanale prędkość próbkowania może wynosić do 2 GSa/s, a pamięć może pomieścić aż 2 miliony próbek.

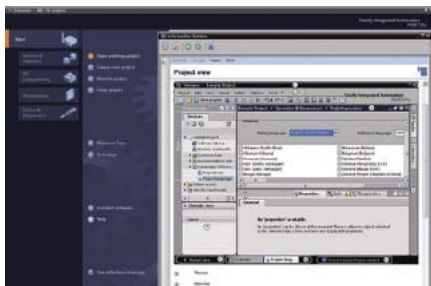
Każdy z nowych oscyloskopów jest też przygotowany do pracy jako analizator sygnałów cyfrowych. Po użyciu opcjonalnej sondy



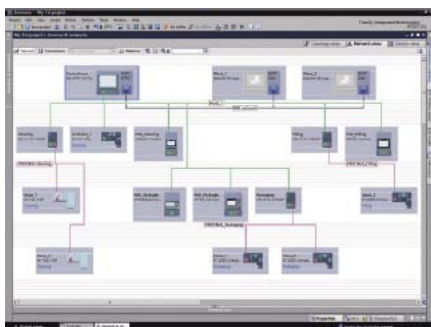
logicznej HO3508, można obserwować sygnały w 8 kanałach. Z dostępną teraz standardowo HMO10 można analizować dwa sygnały I²C, SPI, UART lub RS232. Sygnał wyzwalania może być dostarczany przez sprzętowy dekodery protokołów po odebraniu predefiniowanej sekwencji sygnałów. Do obserwacji wspomnianych sygnałów można użyć obu kanałów cyfrowych lub analogowych. Tym samym oscyloskopy HMO722 i HMO724 są jedynymi, dostępnymi na rynku oscyloskopami o 70 MHz paśmie przenoszenia z wbudowanym analizatorem protokołów komunikacyjnych.

Nowe oscyloskopy HMO w cenie od 1150 do 2180 są aktualnie jedynymi dostępnymi na rynku przyrządami, które zapewniają rzeczywistą czułość 1 mV/działkę w połączeniu z bardzo niskim poziomem szumów własnych oraz ogromną pamięcią mieszczącą 2 miliony próbek. Są unikatami w swojej klasie cenowej i mają niespotykany w innych wyrobach stosunek jakości do ceny. Opcje, które są dodatkowymi u innych producentów, takie jak: funkcje matematyczne, zintegrowana transformata FFT, filtrowanie sygnałów i wbudowany test sygnałów bazujący na masce zdefiniowanej przez użytkownika) są dostępne bez dodatkowych opłat.

Nowe oscyloskopy są wyposażone w 3 porty USB przeznaczone do dołączenia pamięci zewnętrznych, drukarek i sygnałów zdalnego sterowania oraz złącza sygnałów wewnętrznych (generatora przebiegu prostokątnego, interfejsów szeregowego i równoległego) służące do



Rysunek 1. TIA Portal. Widok projektu zorientowany na zadania



Rysunek 2. Widok struktury sieci komunikacyjnych

ność, intuicyjność obsługi i niezawodność.

Możliwości zastosowania, które po prostu sprawiają przyjemność

Wprowadzenie na rynek TIA Portalu stanowi kolejny przełom dokonany przez Siemens. Nowa struktura nie ma sobie równej pod względem uniwersalności, przejrzystości i konstrukcji przyjaznej dla użytkownika. TIA Portal stanowi przede wszystkim wspólną platformę do projektowania układów sterowania i zdecentralizowanych urządzeń peryferyjnych, jak też do wizualizacji pracy maszyn oraz procesów technologicznych i produkcyjnych (SCADA). Powiązanie z napędami Simatics zostanie dokonane w kolejnym kroku rozwoju oprogramowania. Efektem ujednolicenia i optymalizacji interfejsu użytkownika jest wyraźne uproszczenie postępowania z różnymi narzędziami projektowymi. Ponieważ możliwe jest korzystanie ze wszystkich narzędzi projektowych w ramach jednego środowiska projektowego – Engineering Framework, obsługa i projektowanie odbywa się szybciej i łatwiej. Uwzględniając prawa wynikające z poszczególnych licencji, użytkownik uzyskuje dostęp do różnych edytorów zgodnie ze swoimi potrzebami.

Już przy pierwszym spojrzeniu na interfejs użytkownika TIA Portalu (rysunek 1) można zauważyć, że począwszy od efektywności poprzez ergonomię, a skończywszy na grafice, wszystko zostało gruntownie prze-myślane, tak aby nie tylko nic nie zakłócało przejrzystości tworzenia projektu, ale też aby praca z takim interfejsem była czystą

przyjemnością. Czas potrzebny do zapoznania się z nowym środowiskiem projektowym oraz nabranie wprawy w obsłudze poszczególnych edytorów programowych zostały znacznie zmniejszone dzięki ujednoliceniu wszystkich wspólnych funkcji – także ich układu graficznego – oraz jednolitej koncepcji obsługi. Inteligentne edytory wyświetlają wszystko, co jest potrzebne użytkownikowi do wykonania konkretnego zadania: funkcje, właściwości, biblioteki. Dzięki zastosowaniu innowacyjnej techniki okien graficznych w tym samym czasie otwartych może być kilka edytorów, ponadto możliwa jest między nimi wymiana danych wykorzystująca funkcję „przeciągnij i upuść”.

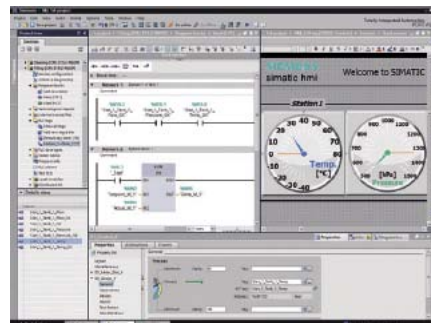
Nowy interfejs użytkownika gwarantuje optymalną przejrzystość także w przypadku tworzenia sieci komunikacyjnych (rysunek 2). Wspólna konfiguracja urządzeń i połączeń sieciowych umożliwia w pełni graficzne zaprojektowanie całego systemu sterowania. Wystarczy kliknąć myszką, aby przełączyć widok urządzeń na widok sieci, w którym przejrzyste przedstawiono wszystkie sieci od Profinet przez Profibus do AS-Interface.

Wspólna baza danych zapewnia spójność i transparentność wszystkich danych całego projektu (rysunek 3). Wystarczy tylko jednorazowe wprowadzenie wszystkich danych, a będą one potem wykorzystywane w poszczególnych edytorach programowania, np. do projektowania sterowników lub systemu HMI. Administracja dostarczonymi lub samodzielnie stworzonymi bibliotekami programowymi jest tworzona w sposób intuicyjny. W ramach projektu takie obiekty bibliotek można w każdej chwili ponownie wykorzystać w lokalnych lub globalnych bibliotekach obejmujących całość projektu.

Obecnie dostępne w TIA Portalu

Aktualne wersje programów Step7 V11 i WinCC V11 już dziś stanowią część TIA Portalu (rysunek 4). Intuicyjne projektowanie i jednolita koncepcja obsługi edytorów i bibliotek programowych są szczególnie przydatne przy tworzeniu programów dla sterowników Simatic typu Fail-Safe dla układów bezpieczeństwa, których zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa zarówno w programach standardowych, jak i ukierunkowanych na zagadnienie bezpiecznej pracy maszyn.

Za pomocą WinCC V11 można w TIA Portalu realizować wszelkie zadania HMI. WinCC V11 zapewnia ogólne rozwiązania techniczne, od prostych zadań HMI po zastosowania SCADA. Możliwość dopasowania pakietu pozwala na zachowanie optymalnego stosunku ceny do wydajności, dostosowanego do projektowanego systemu oraz wyznaczonych zadań. Zakres możli-



Rysunek 3. Wszystko dostępne na jednym ekranie: program użytkownika oraz projekt HMI



Rysunek 4. Widok urządzeń: konfiguracja i parametryzacja sterownika SIMATIC

wości rozciąga się od paneli Basic Panels, które zapewniają podstawową funkcjonalność w mniejszych zadaniach wizualizacji, poprzez wysoko-wydajne panele Mobile Panels, Multi Panels oraz nowe Comfort Panels, aż do systemów bazujących na komputerach PC, za pomocą których można też rozwiązywać zadania SCADA. Podobnie jak w Step7, również i tu zapewniono kompatybilność z przyszłymi rozwiązaniami, dzięki czemu zawsze jest możliwa rozbudowa wyposażenia w przyszłości.

Zapewniono także możliwość migracji dotychczasowych projektów Step7, WinCC flexible i WinCC do nowego środowiska projektowego.

Same korzyści

TIA Portal ma obsługiwać intuicyjnie interfejs użytkownika o funkcjonalności wymaganej dla współczesnych systemów automatyki przemysłowej, w tym również dla systemów bezpieczeństwa Fail-Safe. Wspiera on działania użytkownika w trakcie całego cyklu życia produktu, podczas planowania systemu, serwisu i dokumentacji oraz wprowadzanych zmian w projekcie. Personel utrzymania ruchu na pewno doceni funkcję podglądu on-line, bez konieczności otwierania danego projektu.

Pierwsi użytkownicy portalu są zgodni co do jednego: „Poprzez wprowadzenie TIA Portalu wkraczamy wspólnie z Siemensem w nową erę technik automatyzacji”.

Siemens Sp. z o.o.



Pozycjonowanie napędu SINAMICS (1)

W artykule pokażemy, w jaki sposób można pozycjonować silnik serwomechanizmu za pomocą sterownika napędu Siemens Sinamics S110 z wykorzystaniem interfejsu impulsowego sterownika S7-1200 CPU1214C.

Dodatkowe informacje:

Więcej informacji na temat Sinamics S110 można znaleźć pod adresem:
<http://www.siemens.com/sinamics-s110>

Aktualną wersję narzędzia STARTER można ściągnąć stąd: <http://support.automation.siemens.com/WWW/view/en/26233208>

Zarówno napęd serwomechanizmu, jak i S7-1200 CPU mają wewnętrzne liczniki im-

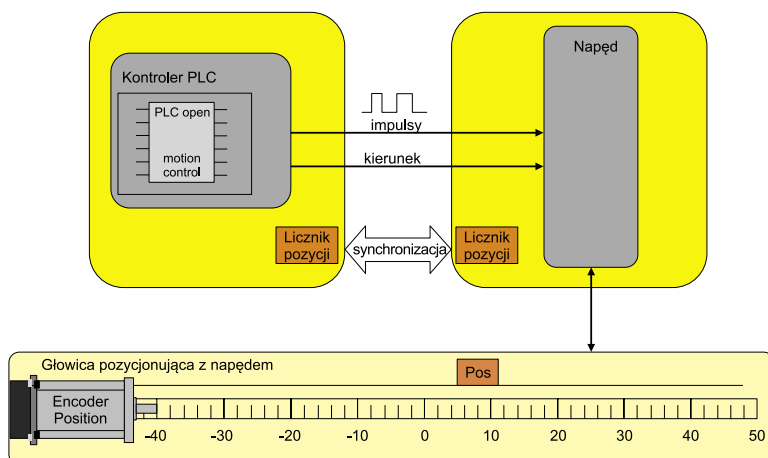
pulsów, których zawartość reprezentuje bieżącą pozycję napędu. Przed przemieszcze-

niem do pozycji bezwzględnej licznik w S7-1200 CPU musi zostać zsynchronizowany z pozycją fizyczną osi silnika (**rysunek 1**).

Zadanie wymaga pozycjonowania bezwzględnego, niezależnie od pozycji początkowej i prędkości (**rysunek 2**). Obiekt technologiczny S7-1200 o nazwie „axis” wraz z blokiem funkcjonalnym „PLCopen Motion Control” zapewnia niezbędne funkcje.

Na podstawie pamiętanych wartości:

- przyspieszenia „a” i zwalniania „d” [mm/s²],
- prędkości „v” [mm/s],
- pozycji docelowej „♦” [mm],
- obliczana jest odległość s w [mm] na podstawie bieżącej pozycji początkowej „♦” oraz pozycji docelowej, po czym następuje przesunięcie do pozycji docelowej „♦”.



Rysunek 1. Synchronizacja licznika z fizyczną pozycją osi silnika



Czujniki tensometryczne w urządzeniach ważących

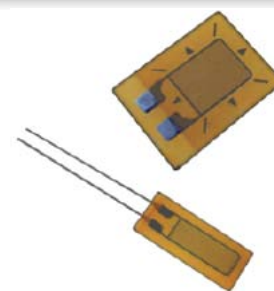
Urządzenia ważące z czujnikami tensometrycznymi są stosowane w układach automatyki w sytuacjach, w których istnieje konieczność kontrolowania ogólnie rozumianego ciężaru. Mogą to być na przykład zbiorniki magazynujące różnego typu substancje, zbiorniki mieszalnicze, systemy dozujące, przenośniki taśmowe i inne. Firma WObit, istniejąca na rynku automatyki przemysłowej już 20 lat, dostarcza swoim Klientom wiele komponentów przeznaczonych właśnie do takich urządzeń. Są to przede wszystkim: tensometryczne czujniki siły, wzmacniacze współpracujące z tymi czujnikami, wskaźniki cyfrowe oraz panele operatorskie.

Podstawowym elementem każdej wagi elektronicznej, urządzenia do pomiaru sił ściskających, rozciągających i naprężeń, jest czujnik tensometryczny, potocznie zwany tensometrem. Czujniki te zazwyczaj są umieszczane pod podporami zbiornika lub platformy wagi. W połączeniu z odpowiednimi urządzeniami pomiarowymi można realizować pomiary ciężaru, wywieranej siły

lub pośrednio – dozowania surowców (np. przy napełnianiu butelek płynem).

O zastosowaniu odpowiedniego typu tensometru decyduje wiele czynników. Przede wszystkim są to warunki i wymagania pomiaru związane z ważonym materiałem, kształtem elementu konstrukcyjnego czujnika, rodzajem obciążeń oraz temperaturą pracy. Obecnie najszersze zastosowanie znalazły tensometry opo-

Dodatkowe informacje:
P.P.H. WObit E.K.J. Ober s.c., ul. Gruszkowa
4, 61-474 Poznań, +48 61 835 0800, e-mail:
wobit@wobit.com.pl, www.wobit.com.pl



Fotografia 1. Tensometry foliowe

rowe, które są najczęściej stosowane przy pomiarach laboratoryjnych i użytkowych. Mają one wiele zalet. Charakteryzują się m.in. dużą czułością i dokładnością, małymi wymiarami, odpornością na drgania i udary, możliwością pracy w wysokich temperaturach i pod dużym



Fotografia 2. Czujnik belkowy z tensometrami foliowymi



Fotografia 3. Czujniki siły z oferty WObit

ciśnieniem. Mogą też być zamocowane na powierzchniach zakrzywionych.

Zasada działania tensometru oporowego

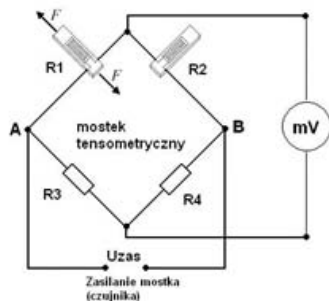
Zasada działania tensometru oporowego wykorzystuje właściwości fizyczne drutu metalowego polegające na zmianie jego rezystancji przy ściskaniu lub rozciąganiu. Druk oporowy (lub folia) jest naklejany za pomocą specjalnego kleju na element odkształcający się pod wpływem działających sił lub momentów. Dzięki temu materiał oporowy czujnika ulega identycznym odkształceniom jak element, do którego został przyklejony.

W zależności od kształtu i ułożenia elementu oporowego wyróżnia się:

- tensometry wężykowe wykonane z drutu oporowego o średnicy ułamków milimetrów uformowanego w kształcie wielokrotnego wężyka,
- tensometry kratowe zbudowane z wielu drucików ułożonych równolegle i połączonych znacznie grubszymi odcinkami taśmy miedzianej,
- tensometry oporowe-foliowe, które są zbudowane z siatki rezystancyjnej w postaci wężyka wykonanego z cienkiej, metalowej folii sklejonej z podkładką nośną (to ostatnie rozwiązanie jest stosowane najczęściej).

Na fotografii 1 przedstawiono przykładowe tensometry foliowe przeznaczone do naklejania na element, który będzie odkształcany.

Najczęściej w przemyśle są jednak stosowane gotowe czujniki w postaci tensometru foliowego przyklejonego do obudowy. W zależności od konstrukcji elementu nośnego (obudowy), taki czujnik może służyć do pomiaru małych sił o wielkości pojedynczych niutonów, jak i ogromnych sił liczonych w dziesiątkach kiloniuutonów. Na fotografii 2 przedstawiono przy-



Rysunek 4. Typowy układ pracy czujnika tensometrycznego

kładowy czujnik tensometryczny (belkowy) z widocznymi tensometrami foliowymi (zaznaczone w kółkach).

WObit ma w ofercie czujniki siły różnego typu. Niektóre z nich zostały pokazano na fotografii 3. Są to następujące typy czujników:

- **KB52** o zakresach mierzonych sił: 500 N, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN,
- **K302** o zakresach: 30 N, 50 N, 100 N, 300 N, 500 N, 1 kN, 2 kN,
- **K1505** o zakresach: 0,5 kN, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN,
- **EMS150** o zakresach 0,5 kN, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN, 20 kN, 50 kN, 100 kN, 200 kN.

Pomiar siły z wykorzystaniem czujników tensometrycznych

Tensometry w technice pomiarowej pracują najczęściej w układzie mostka Wheatstone'a, którego schemat pokazano na rysunku 4. Mostek ten składa się z czterech gałęzi utworzonych z czterech elementów. Zazwyczaj jest to tensometr o rezystancji R_1 , tensometr kompensacyjny o rezystancji R_2 oraz dwa rezystory R_3 i R_4 . Tensometr kompensacyjny zmniejsza wpływy czynników ubocznych, a szczególnie temperatury i wilgoci. Stosuje się także inne konstrukcje, mające zainstalowaną większą liczbę tensometrów.

Mostek tensometryczny zasilany jest w punktach A i B za pomocą źródła napięcia stałego o znanej, stabilnej wartości U_{zas} . Na przekątnej gałęzi mostka pojawia się napięcie niezrównoważenia mostka proporcjonalne do mierzonej siły. Ponieważ zmiany rezystancji są bardzo małe (0,01...1 Ω), to zmiany napięcia niezrównoważenia mostka również są niewielkie i mieszczą się w granicach 0,1% U_{zas} . Przykładowo, przy zasilaniu czujnika napięciem 10 V napięcie wyjściowe będzie zmieniało się w zakresie 0...20 mV, zależnie od obciążenia mostka.

Wielkość zmian napięcia jest charakteryzowana poprzez stałą mostka „K” podawaną w jednostkach mV/V. Oznacza to, że dla czujnika o stałej $K=2$ mV/V przy maksymalnym jego obciążeniu wyjściowe napięcie niezrównoważenia wynosi 2 mV na każdy volt zasilania mostka. Przykładowo dla czujnika tensometrycznego o nominalnej sile 200 N i stałej $K=2$ mV/V zasilanego napięciem 10 V,

μE
MICRO-EPSILON

optoNCDT
czujniki laserowe



Pomiar bezkontaktowy
Szeroki zakres pomiarowy
Duży dystans do mierzonej powierzchni
Bardzo mała plamka pomiarowa
Duże prędkości pomiaru
Wysoka precyzja
Możliwość pomiaru względem prawie wszystkich rodzajów powierzchni



17x0
1700LL
1700DR

Zakres 2 - 1000mm
Rozdzielczość max 0.1 μ m
Wewnętrzny kontroler
Do nierównych i odbijających powierzchni

**WYSOKA
WYDAJNOŚĆ**

WWW.MICRO-EPSILON.PL



www.wobit.com.pl



Doradztwo techniczne
+48 61 291 22 25



Obsługa klienta
+48 61 835 08 00



Internet
wobit@wobit.com.pl