

Na prawach rękopisu

INSTYTUT CYBERNETYKI TECHNICZNEJ
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ
Raport serii SPR nr 5/2004

**Moduł z mikrokontrolerem
MC68HC811E2**

Marek Wnuk

Słowa kluczowe: mikrokontroler, płytką drukowaną, system uruchomieniowy, oprogramowanie
skróśne.

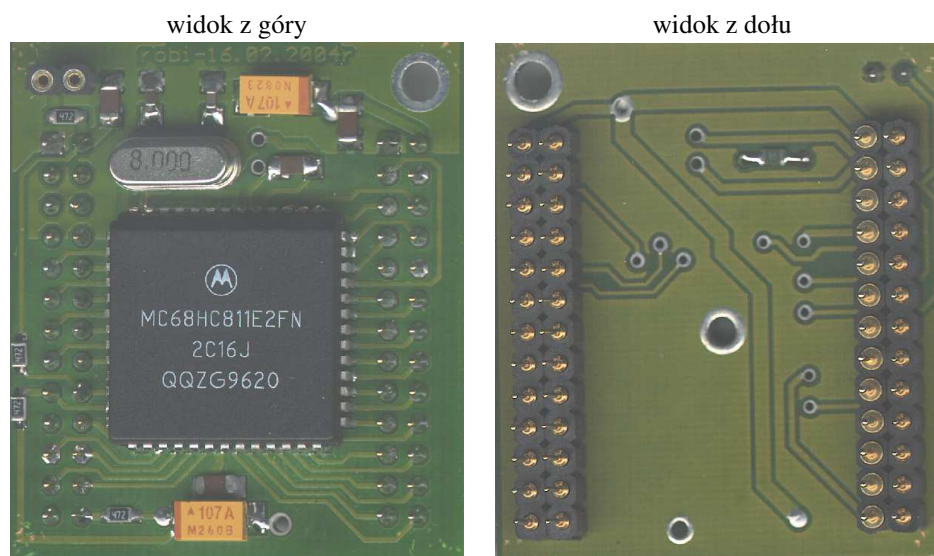
Wrocław 2004

Spis treści

1	Wstęp	2
2	Własności mikrokontrolera MC68HC811E2	2
3	Schemat i montaż	4
4	Złącza i sygnały	4
5	Uruchamianie sprzętu	4
6	Dokumentacje i oprogramowanie pomocnicze	7
	Bibliografia	7

1 Wstęp

Opisywana płytki zawiera 8-bitowy mikrokontroler MC68HC11E2 firmy Motorola oraz minimalny zestaw elementów towarzyszących (rezonator kwarcowy, zworka do wyboru trybu pracy, rezystory podciągające wybrane sygnały do stanu wysokiego i kondensatory blokujące zasilanie). Wszystkie sygnały mikrokontrolera są wyprowadzone na złącza w standardowym rozstawie (0.1 ″), co umożliwia dołączenie zewnętrznych rozszerzeń również przy użyciu uniwersalnej płytki drukowanej. Ma to szczególne znaczenie przy projektach badawczych i dydaktycznych, do których płytka jest przeznaczona. Widok modułu przedstawiono na rys. 1.

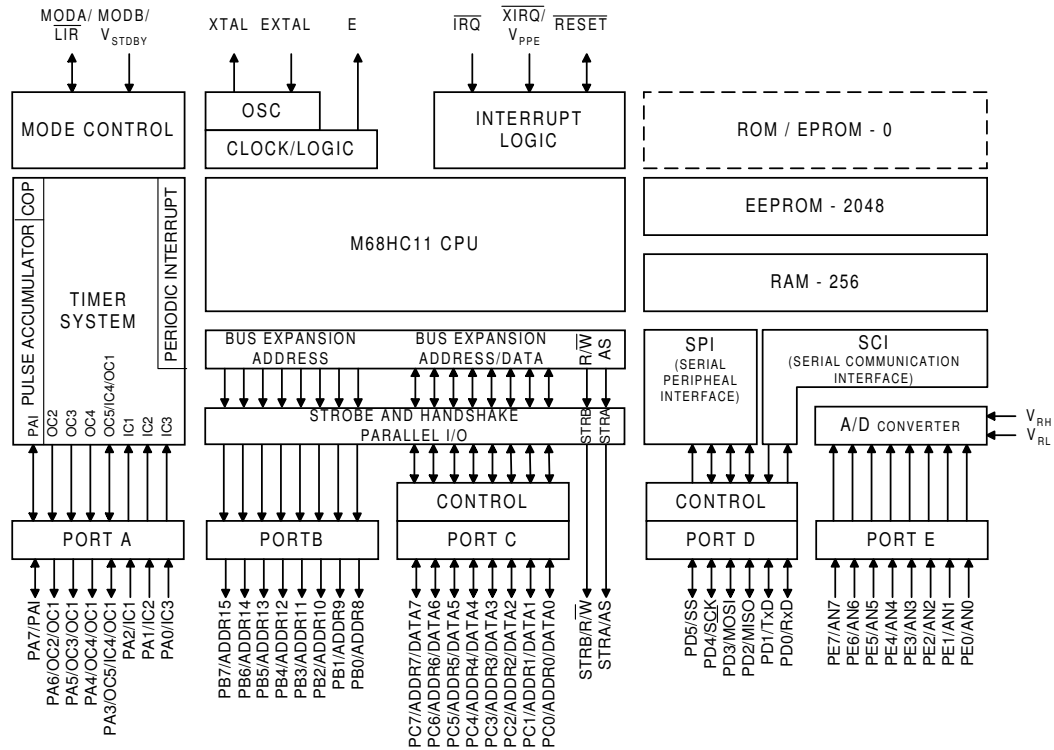


Rysunek 1: Wygląd zmontowanej płytki

2 Własności mikrokontrolera MC68HC811E2

Mikrokontrolery firmy Motorola z rodziny HC11 są od wielu lat stosowane w bardzo wielu konstrukcjach sterowników i układów sensorycznych, w szczególności w robotyce. Są popularne dzięki wydajnej jednostce centralnej (M68HC11), małemu poborowi mocy (zwłaszcza w trybach energooszczędnych) oraz dobremu wyposażeniu w układy wejścia/wyjścia (porty równoległe i szeregowe, timery i przetwornik analogowo–cyfrowy). Podstawowe własności zastosowanej wersji mikrokontrolera to:

- jednostka centralna M68HC11
- energooszczędne tryby pracy (stop, wait),
- 256 bajtów wbudowanej pamięci RAM z możliwością wyboru adresu dostępu,
- 2048 bajtów wbudowanej pamięci EEPROM z możliwością wyboru adresu dostępu,
- asynchroniczny interfejs szeregowy NRZ (SCI),
- synchroniczny interfejs szeregowy urządzeń zewnętrznych (SPI),



Rysunek 2: Struktura i zasoby MC68HC811E2

- 8-kanalowy, 8-bitowy przetwornik analogowo/cyfrowy,
- 16-bitowy system timerów:
 - 3 IC (*Input Capture*),
 - 4 OC (*Output Compare*),
 - 1 kanał z możliwością wyboru (IC, OC),
- 8-bitowy akumulator impulsów,
- układ przerwań cyklicznych o programowalnym okresie,
- COP watchdog (*Computer Operates Properly*),
- 38 uniwersalnych wejść-wyjść binarnych:
 - 16 dwukierunkowych,
 - 11 wyłącznie wejściowych,
 - 11 wyłącznie wyjściowych,
- obudowa PLCC 52.

Strukturę i zasoby mikrokontrolera MC68HC811E2 [4] przedstawiono na rys. 2.

3 Schemat i montaż

Schemat modułu przedstawiono na rys. 3, a sposób montażu na płycie drukowanej na rys. 4.¹ W tab. 1 podano zestawienie użytych elementów.

liczba	wartość	obudowa	oznaczenie na schemacie
rezystory			
4	4k7	0805	R8, R9, R10, R11
1	10M	0805	R7
kondensatory			
2	22p	1206	C7, C10
4	100n	1206	C11, C12, C13, C14
2	100u/6,3V	6032	C8, C9
rezonatory			
1	8MHz	HC49/S	Q1
półprzewodniki			
1	MC68HC811E2	PLCC52	IC1

Tablica 1: Zestawienie elementów modułu HC811E2

Na płycie zamontowano: mikrokontroler MC68HC811E2 w obudowie PLCC bez podstawki (IC1), rezonator kwarcowy 8MHz (Q1) wraz z elementami towarzyszącymi (C7, C10 - 22pF, R7 - 10M Ω), kondensatory blokujące zasilanie (C11, C12, C13, C14 - 100nF, C8, C9 - 100 μ F) oraz rezystory podciągające sygnały wejściowe przerw (IRQ, XIRQ), restartu (RESET) i wyboru trybu pracy (MODB) do stanu wysokiego (R8, R9, R10, R11 - 4.7k Ω). Wszystkie elementy poza R7 są zamontowane na wierzchniej stronie płytki. Tam również zamontowano zworkę MODB służącą do wyboru trybu pracy (*Single Chip – Special Bootstrap*).

4 Złącza i sygnały

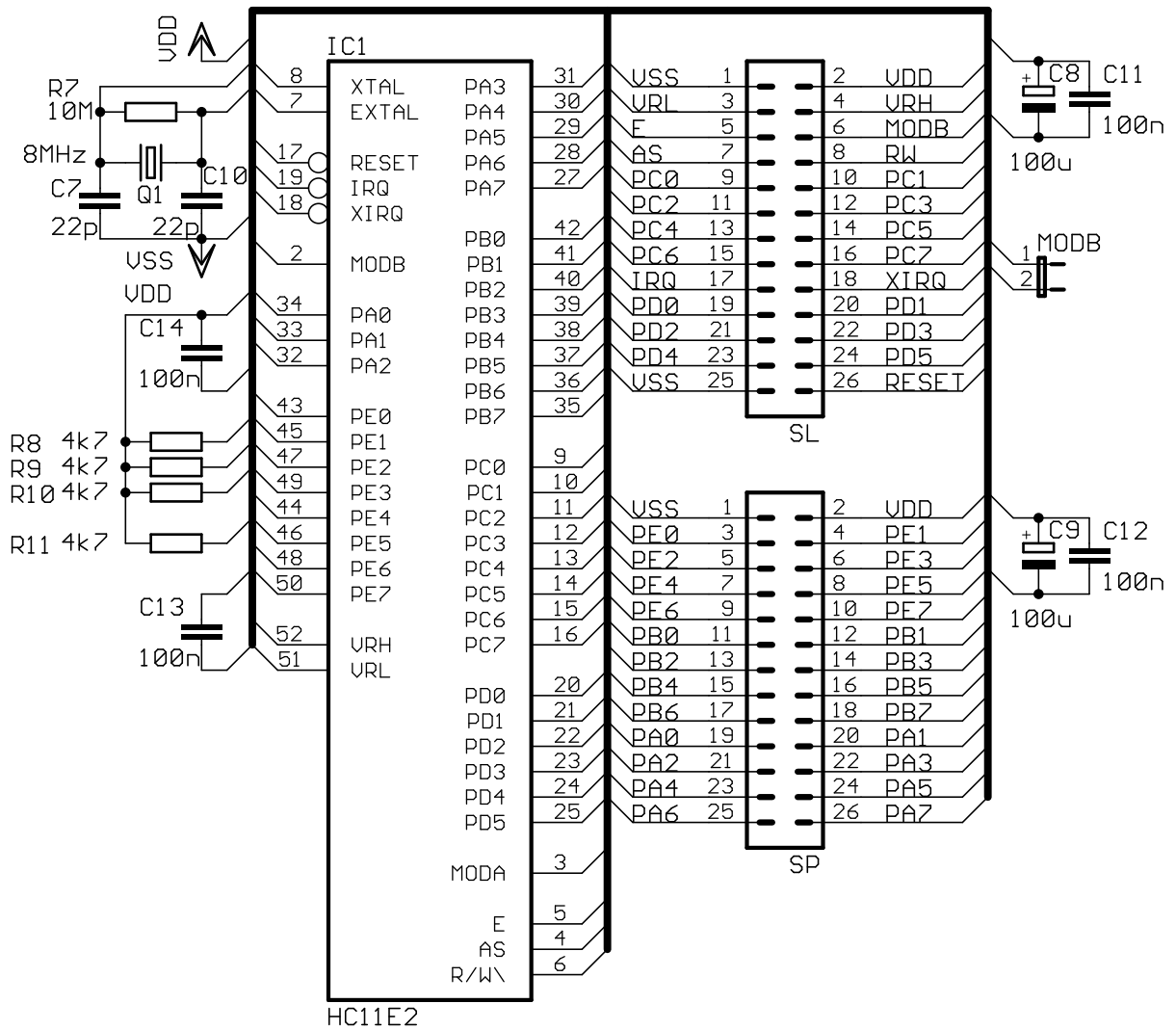
Sygnały mikrokontrolera wyprowadzono na dwa dwurzędowe złącza (SL, SP) zawierające po 26 styków. Użycie listew wtykowych SLP zamontowanych od spodniej strony płytki pozwala włączyć moduł do odpowiednich gniazd zamontowanych na innej płycie. Możliwe jest również użycie dwurzędowych listew stykowych zamontowanych od wierzchniej strony płytki w celu dokonania połączeń zewnętrznym przewodem taśmowym.

Rozmieszczenie sygnałów na złączach SL i SP podano w tab. 2, a ich opis w tab. 3. Założenie zworki MODB wymusza tryb *Special Bootstrap* pozwalający m.in. programować EEPROM w układzie.

5 Uruchamianie sprzętu

Poprawnie zmontowany moduł nie wymaga uruchamiania. Przy włączonej zworce MODB procesor startuje w trybie *Special Bootstrap* i wystawia na TxD sygnał *BREAK* [3]. W celu załadowania 256 bajtów programu do pamięci RAM należy wysłać z zewnętrznego komputera znak \$FF, a po odebraniu jego echa – 256 kolejnych bajtów w postaci binarnej (tryb transmisji: 1200, 8, N, 1). Odebrany blok jest ładowany do pamięci RAM i uruchamiany od adresu 0. Typowe jest załadowanie w tym bloku programatora pamięci EEPROM, który po uruchomieniu komunikuje się z komputerem

¹Projekt płytki drukowanej wykonał Robert Szlowski (Laboratorium Robotyki ICT PWr.).



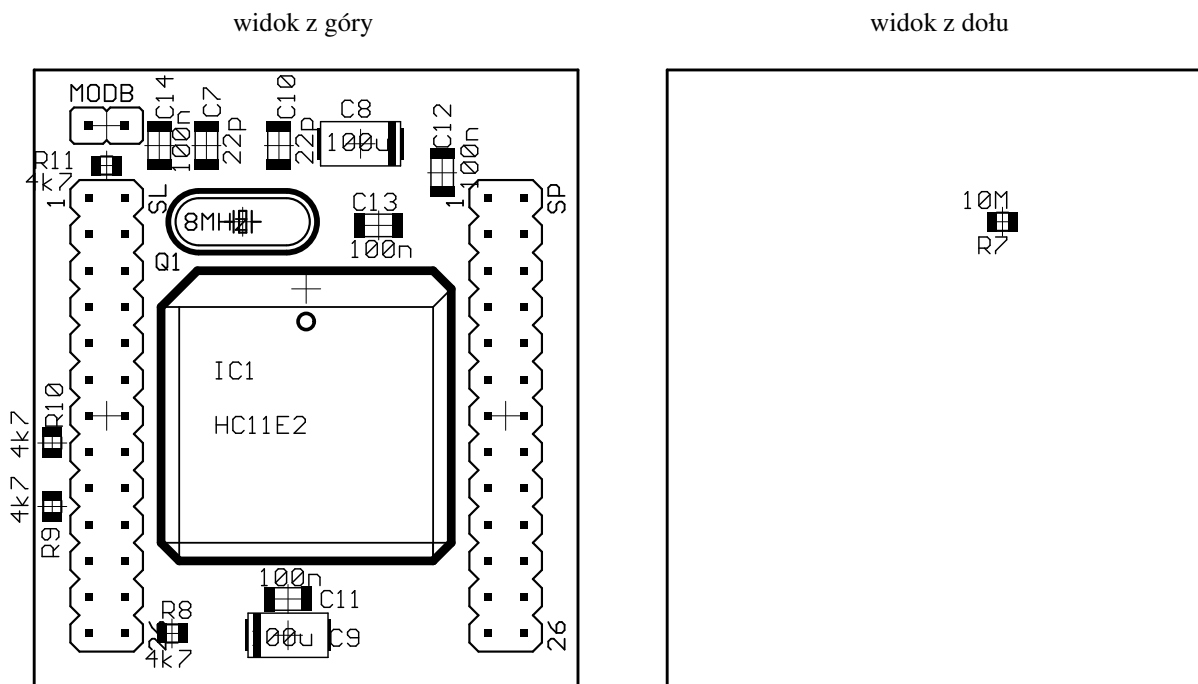
Rysunek 3: Schemat układu

złącze SL				złącze SP			
VSS(GND)	1	2	VDD(+5V)	VSS(GND)	1	2	VDD(+5V)
VRL	3	4	VRH	PE0/AN0	3	4	PE1/AN1
E	5	6	MODB/Vstby	PE2/AN2	5	6	PE3/AN3
STRA/AS	7	8	STRB/RW	PE4/AN4	7	8	PE5/AN5
PC0	9	10	PC1	PE6/AN6	9	10	PE7/AN7
PC2	11	12	PC3	PB0	11	12	PB1
PC4	13	14	PC5	PB2	13	14	PB3
PC6	15	16	PC7	PB4	15	16	PB5
IRQ	17	18	XIRQ	PB6	17	18	PB7
PD0/RxD	19	20	PD1/TxD	PA0/IC3	19	20	PA1/IC2
PD2/MISO	21	22	PD3/MOSI	PA2/IC1	21	22	PA3/OC5/IC4
PD4/SCK	23	24	PD5/SS	PA4/OC4	23	24	PA5/OC3
VSS(GND)	25	26	RESET	PA6/OC2	25	26	PA7/OC1/PAI

Tablica 2: Złącza płytki HC11E2

sygnał	wyprowadzenie	typ	opis
PA0/IC3 PA1/IC2 PA2/IC1 PA3/OC5/IC4 PA4/OC4 PA5/OC3 PA6/OC2 PA7/OC1/PAI	SP.19 SP.20 SP.21 SP.22 SP.23 SP.24 SP.25 SP.26	I I I IO O O O IO	wejście <i>Input Capture</i> 3 wejście <i>Input Capture</i> 2 wejście <i>Input Capture</i> 1 wejście <i>Input Capture</i> 4 wyjście <i>Output Compare</i> 5 wyjście <i>Output Compare</i> 4 wyjście <i>Output Compare</i> 3 wyjście <i>Output Compare</i> 2 wyjście <i>Output Compare</i> 1 wejście <i>Pulse Accumulator</i>
PB0 PB1 PB2 PB3 PB4 PB5 PB6 PB7	SP.11 SP.12 SP.13 SP.14 SP.15 SP.16 SP.17 SP.18	O O O O O O O O	port B.0 port B.1 port B.2 port B.3 port B.4 port B.5 port B.6 port B.7
STRA/AS STRB/RW	SL.7 SL.8	IO O	strob wejściowy strob wyjściowy
PC0 PC1 PC2 PC3 PC4 PC5 PC6 PC7	SL.9 SL.10 SL.11 SL.12 SL.13 SL.14 SL.15 SL.16	IO IO IO IO IO IO IO IO	port C.0 port C.1 port C.2 port C.3 port C.4 port C.5 port C.6 port C.7
PD0/RxD PD1/TxD PD2/MISO PD3/MOSI PD4/SCK PD5/SS	SL.19 SL.20 SL.21 SL.22 SL.23 SL.24	IO IO IO IO IO IO	dane odbierane SCI dane nadawane SCI dane <i>SPI Master In Slave Out</i> dane <i>SPI Master Out Slave In</i> zegar SPI wejście wyboru <i>SPI Slave Select</i>
PE0/AN0 PE1/AN1 PE2/AN2 PE3/AN3 PE4/AN4 PE5/AN5 PE6/AN6 PE7/AN7	SP.3 SP.4 SP.5 SP.6 SP.7 SP.8 SP.9 SP.10	I I I I I I I I	wejście analogowe 0 wejście analogowe 1 wejście analogowe 2 wejście analogowe 3 wejście analogowe 4 wejście analogowe 5 wejście analogowe 6 wejście analogowe 7
VRL VRH	SL.3 SL.4	PWR PWR	dolne napięcie odniesienia ADC górne napięcie odniesienia ADC
IRQ XIRQ RESET	SL.17 SL.18 SL.26	I I IO	przerwanie maskowalne przerwanie niemaskowalne restart
MODB/Vstby E	SL.6 SL.5	I O	wyбір trybu pracy i zasilanie bateryjne RAM zegar CPU (<i>Enable</i>)
VSS(GND) VDD(+5V)	SL.1, SL.25, SP.1 SL.2, SP.2	PWR PWR	masa zasilanie (+5V)

Tablica 3: Sygnały płytki HC11E2



Rysunek 4: Montaż elementów na płytce

nadrzędnym przez port szeregowy przy innych parametrach transmisji (9600, 8, N, 1), odbiera dane (kod programu) w postaci S-rekordów i zapisuje je w pamięci EEPROM. Uruchomienie tak wprowadzonego programu odbywa się przez zresetowanie układu z usuniętą zworką MODB.

UWAGA: w celu połączenia mikrokontrolera z komputerem nadrzędnym wyposażonym w port szeregowy RS232C należy użyć układu translacji napięć z TTL do RS232C (np. MAX232 [5]).

6 Dokumentacje i oprogramowanie pomocnicze

Dokumentacje mikrokontrolera MC68HC11E2 oraz całej rodziny M68HC11 są dostępne na serwerze firmy Motorola (<www.mot.com>). Na lokalnym serwerze Laboratorium Robotyki ICT PWr. (<rab.ict.pwr.wroc.pl>) są dostępne ich kopie zamieszczone za zgodą Motorola Polska, jak również wybrane narzędzia programistyczne i przykłady zastosowań.

Oprogramowanie dla M68HC11CPU przygotowuje się w języku asemblera [1] [2]. Dostępne są proste skrócone asemblery dla środowiska DOS/Windows, zarówno darmowe (<www.mot.com>), jak i komercyjne (np. <www.pemicro.com>).

Programowanie w trybie *Special Bootstrap* jest opisane w nocie aplikacyjnej [3]. Można je zrealizować przy pomocy dostarczonego przez firmę Motorola programu w języku QBASIC lub za pomocą zintegrowanego środowiska dla Windows, obejmującego edytor, asembler i programator, dostępnego na (<rab.ict.pwr.wroc.pl>).²

Bardziej rozbudowane środowiska, obejmujące również kompilatory C/C++ to pakiety darmowe (GNU) i komercyjne (np. nieistniejącej już firmy HIWARE).

Przydatnymi narzędziami są symulatory, dostępne również w wersji darmowej (lub demo) i komercyjnej. Pozwalają one wstępnie przetestować program przed jego załadowaniem na docelowy moduł.

²Autorem tego programu jest Paweł Kulikowski, absolwent ICT

Literatura

- [1] *M68HC11 Reference Manual*, M68HC11RM/AD Rev. 3, Motorola Inc., 1991.
- [2] *M68HC11 E Series Programming Reference Guide*, M68HC11ERG/AD, Motorola Inc., 1997.
- [3] *M68HC11 Bootstrap Mode* AN1060 Rev. 1.0, Motorola Inc., 1999.
- [4] *M68HC11 E Family Technical Data*, M68HC11E/D Rev. 2.0, Motorola Inc., 2000.
- [5] *+5V Powered, Multichannel RS232 Drivers/Receivers*, MAX220-MAX249 Rev. 9, Maxim Integrated Products, 2000.

dr inż. Marek Wnuk
Instytut Cybernetyki Technicznej
Politechniki Wrocławskiej
ul. Janiszewskiego 11/17
50-372 Wrocław

Niniejszy raport otrzymują:

- 1. OINT - 1 egz.
- 2. Zleceniodawca - 1 egz.
- 2. Autor - 2 egz.

Razem : 4 egz.

Raport wpłynął do redakcji I-6
w maju 2004 roku.