

SDC_One – komputer zdefiniowany programowo (4)

Moduły procesorów

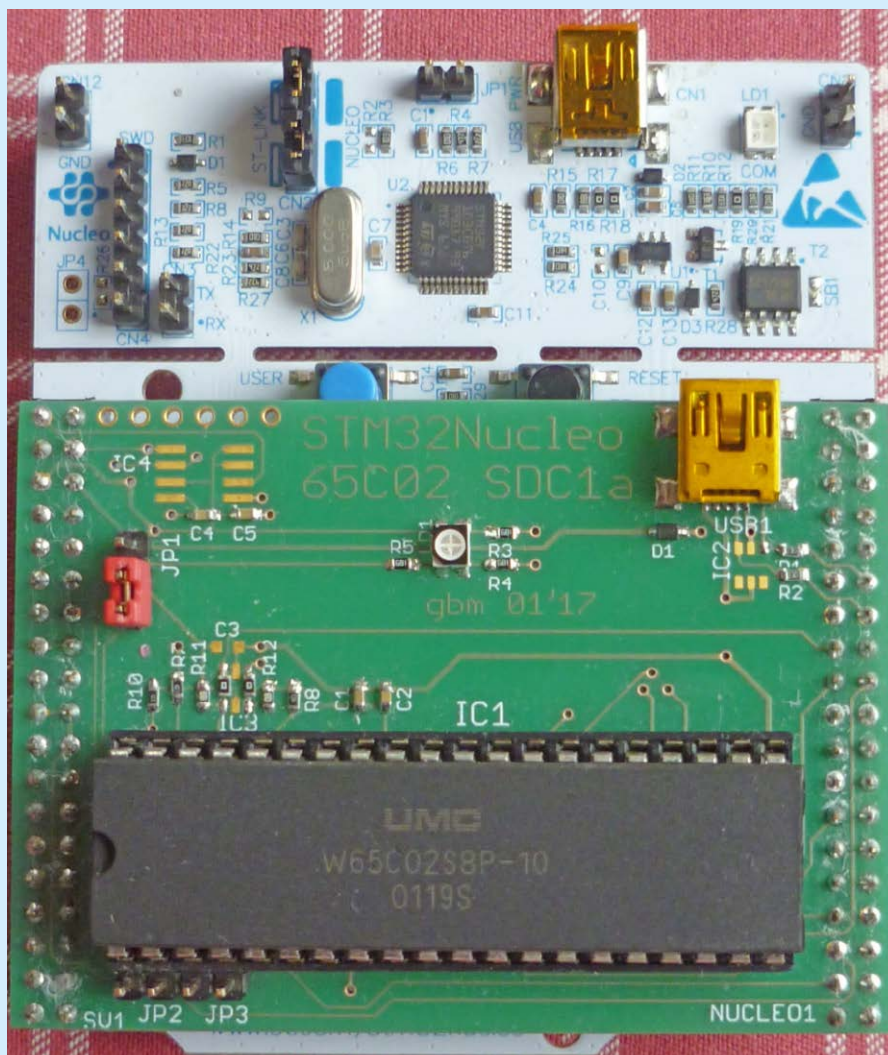
W poprzednich artykułach serii przedstawiliśmy ogólną koncepcję komputera zdefiniowanego programowo, realizację za pomocą mikrokontrolera STM32 krytycznych czasowo operacji związanych z realizacją protokołu szyny mikroprocesora oraz model programowy sterownika wejścia wyjścia. W czwartej części cyklu, przedstawimy założenia projektowe i schematy czterech już działających modułów procesorów.

Komputer SDC_One składa się z płytki bazowej NUCLEO-L476 oraz z płytki procesora. Dotychczas wykonano cztery płytki dla różnych mikroprocesorów – Z80CPU, 8085, W65C02 i MC68008. Pierwsze trzy to typowe, dobrze znane mikroprocesory 8-bitowe, używane w wielu komputerach domowych z lat 1980-tych. Procesor MC68008 jest wyposażony w 8-bitową szynę zewnętrzną wersją pierwszego mikroprocesora 16-/32-bitowego MC68000, zastosowanego m.in. w komputerach Apple McIntosh pierwszej generacji, Atari ST i Amiga 1000. Układ MC68008 był używany w komputerach Sinclair QL, wprowadzonych w 1984 roku.

Zawartość płytki procesora

Płytki procesorów łączą się z płytką Nucleo za pomocą dwóch złączy 38-stykowych, składających się na interfejs nazwany przez ST Microelectronics Morpho. Na tych złączach są dostępne niemal wszystkie linie mikrokontrolera STM32L476. Każda płytka mikroprocesora SDC_One zawiera:

- Złącze USB miniB do współpracy z interfejsem USB mikrokontrolera STM32L476.
- Mikroprocesor umieszczony w podstawce DIL.
- Diodę LED RGB sterowaną przez mikrokontroler STM32L476.
- Elementy dopasowujące poziomy sygnałów logicznych.
- Zworek przełączania napięcia zasilania (na płytkach procesorów występujących w wersjach zasilanych napięciem 3,3 V).
- Miejsce na pamięć Flash z interfejsem SPI oraz złącze umożliwiające alternatywnie dołączenie zamiast pamięci modułu z kartą pamięci SD – jako opcjonalne rozszerzenie pamięci masowej komputera docelowego.

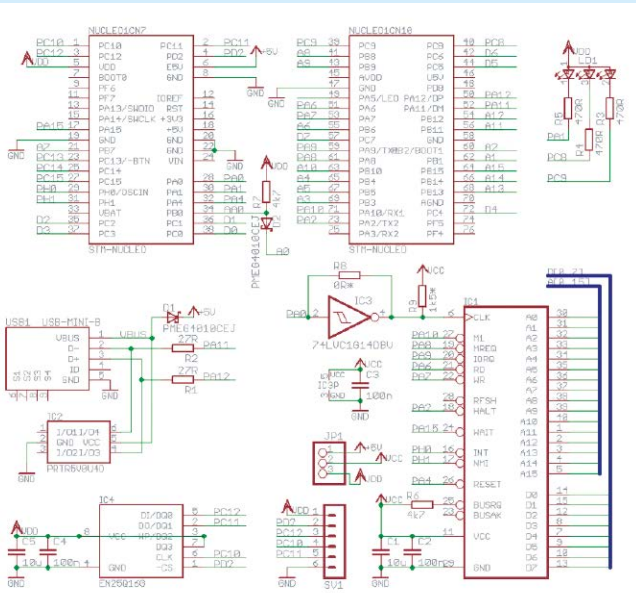


Wszystkie sygnały mikroprocesora potrzebne do działania komputera są połączone z portami mikrokontrolera STM32L476. Projektując połączenia uwzględniono następujące kryteria:

- Łatwość odczytu stanu szyny adresowej i danych mikroprocesora przez mikrokontroler.

Tabela 1. Połączenia sygnałów poszczególnych mikroprocesorów z portami STM32L476 na płytach SDC_One. Kolorem czerwonym oznaczono linie nieakceptujące napięcia powyżej 3,3 V

STM32L476R		Z80	8085	65C02	MC68008	
Port	Numer bitu	Funkcja	Sygnal	Sygnal	Sygnal	
PA	0	TIM5CH1	CLK	X1	SYNC	CLK
	1		-LEDR	-LEDR	-LEDR	-BERR
	2	U2TX	-HALT		-ML	
	3	U2RX				
	4		-RES	-RES	-RES	-VPA
	5	TIM2CH1	NLED	NLED	NLED	NLED
	6		-RD	IO/-M	R/-W	FC0
	7	TIM3CH2	-WR	ALE		FC1
	8	TIM1CH1	-MREQ	-WR	CLK2	FC2
	9	TIM1CH2	-IORQ	-INTA	-SO	-DS
	10	TIM1CH3	-M1	-RD	-VP	R/-W
	11	USBDM				
	12	USBDP				
	13	SWDIO				
	14	SWCLK				
		15		-WAIT	READY	RDY
PB	0		A0	AD0	A0	A0
	1		A1	AD1	A1	A1
	2		A2	AD2	A2	A2
	3		A3	AD3	A3	A3
	4		A4	AD4	A4	A4
	5		A5	AD5	A5	A5
	6		A6	AD6	A6	A6
	7		A7	AD7	A7	A7
	8		A8	A8	A8	A8
	9		A9	A9	A9	A9
	10		A10	A10	A10	A10
	11		A11	A11	A11	A11
	12		A12	A12	A12	A12
	13		A13	A13	A13	A13
	14		A14	A14	A14	A14
	15		A15	A15	A15	A15
PC	0		D0	RST5.5	D0	D0
	1		D1	RST6.5	D1	D1
	2		D2	RST7.5	D2	D2
	3		D3		D3	D3
	4	U3TX	D4	SID	D4	D4
	5	U3RX	D5	SOD	D5	D5
	6		D6	S0	D6	D6
	7		D7	S1	D7	D7
	8		-LEDG	-LEDG	-LEDG	A16
	9		-LEDB	-LEDB	-LEDB	A17
	10		SCK	SCK	SCK	A18
	11		MISO	MISO	MISO	A19
	12		MOSI	MOSI	MOSI	-RESET
	13	BTN				
	14	osc				
	15	osc				
PD	2		NSS	NSS	NSS	-HALT
PH	14		-INT	INTR	-IRQ	-IPL1
	15		-NMI	TRAP	-NMI	-IPL2/0



Rysunek 1. Schemat płytki procesora Z80CPU

- Konieczność sterowania wejść zegarowych mikroprocesorów z wyjść timerów mikrokontrolera.
- Konieczność doprowadzenia wyjść strobojących mikroprocesora do wybranych wejść timerów mikrokontrolera w celu umożliwienia realizacji krytycznych czasowo fragmentów protokołu szyny (co opisano szczegółowo w drugiej części cyklu).
- Minimalizację potrzeb stosowania układów dopasowania elektrycznego.

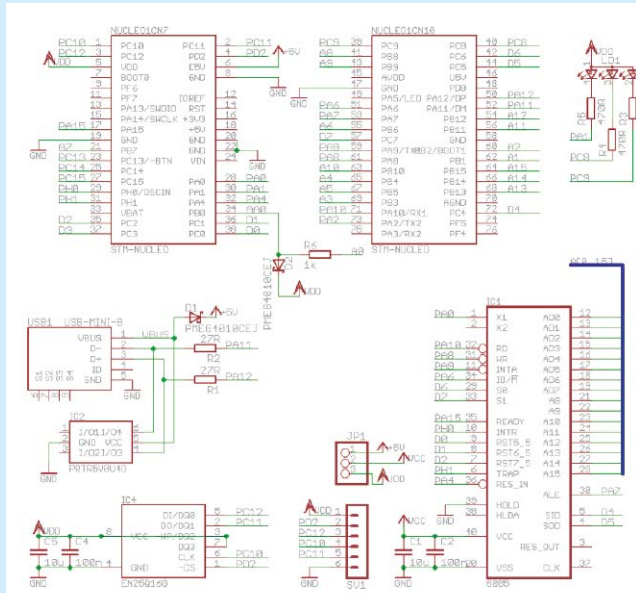
Zestawienie połączeń mikroprocesorów z liniami portów mikrokontrolera L476 przedstawiono w tabeli 1. Oznaczono w niej różnymi kolorami poszczególne grupy sygnałów. W kolumnie z oznaczeniami linii portów STM32L476. Kolorem czerwonym oznaczono linie nietolerujące napięcia wejściowego powyżej 3,3 V.

Dopasowanie poziomów logicznych

Większość mikroprocesorów zastosowanych w SDC_One jest zasilana napięciem 5 V. Mikrokontroler STM32L476 jest zasilany napięciem 3,3 V, więc należy zadbać o właściwą współpracę obu układów tworzących komputer.

Większość linii portów mikrokontrolerów STM32L4 akceptuje napięcia wejściowe do 5 V. Z kolei, większość mikroprocesorów ma poziomy wejściowe zgodne ze standardem TTL, co czyni je zgodnymi z wyjściami układów MOS działających z zasilaniem 3,3 V.

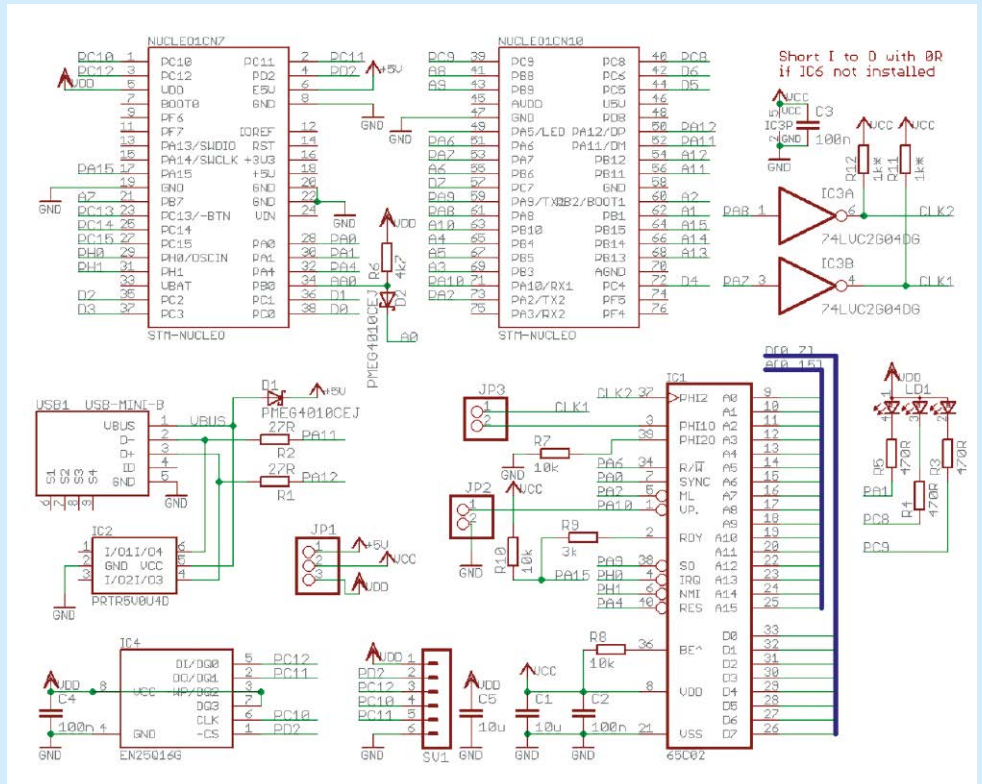
Ponieważ niektóre linie portów L476 nie tolerują napięcia powyżej 3,3 V, a niektóre wejścia poszczególnych mikroprocesorów mogą wymagać poziomów wejściowych niezgodnych ze standardem TTL (a więc np. napięcia poziomu wysokiego powyżej 3 V), na wybranych połączeniach zastosowano obwody dopasowujące złożone z diod



Rysunek 2. Schemat płytki procesora 8085

Schottky i rezystorów lub przewidziano możliwość zastosowania buforów w postaci bramek logicznych. W praktyce okazało się, że dopasowanie aktywne wyjść L476 do wejść zegarowych mikroprocesorów jest zbędne, co umożliwiło rezygnację z aktywnych układów dopasowujących. Ostatecznie na płytkach zastosowano trzy rodzaje obwodów dopasowujących.

Na wszystkich płytkach procesorów linia portu PBO mikrokontrolera jest połączona z linią adresu A0 mikroprocesora. Jest to jedyna linia portu PB nietolerująca napięcia wejściowego powyżej 3,3 V, co implikuje konieczność ograniczenia napięcia, gdy na wyjściu procesora jest poziom wysoki, gdy jest on zasilany napięciem 5 V. Na tej linii zastosowano dopasowanie złożone z szeregowej diody Schottky i rezystora podciągającego, a na płycie mikroprocesora 8085, gdzie linia ta jest dwukierunkowa – w postaci rezystora szeregowego i diody tłumiącej.



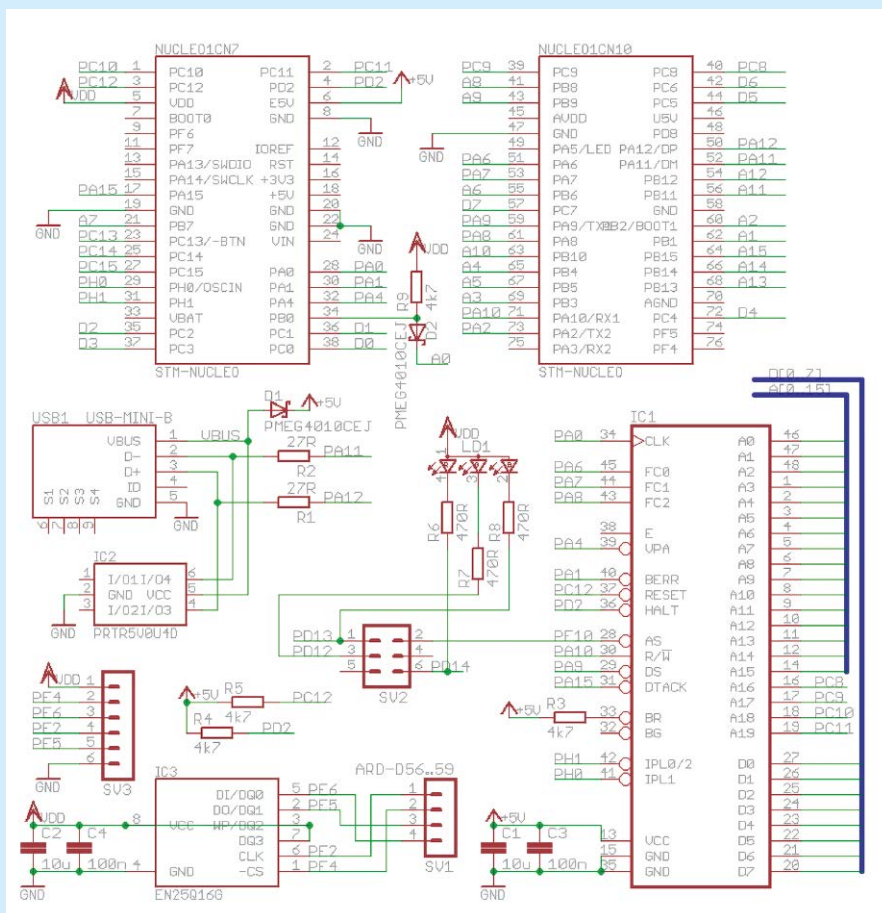
Rysunek 3. Schemat płytki procesora 65C02

Mikroprocesor Z80CPU w wersji NMOS wymaga niestandardowego napięcia wejściowego na linii sygnału zegarowego (powyżej 4,3 V). Pierwotnie założono możliwość zastosowania do translacji poziomów logicznych układu aktywnego (bramki 74LVC1G14). Pomiary przy użyciu oscyloskopu wykazały jednak, że wystarczające dopasowanie można osiągnąć ustawiając wyjście mikrokontrolera na tryb „otwarty dren” i podciągając je do napięcia zasilania mikroprocesora rezystorem 1,5 kΩ. Obwód taki działa skutecznie przy częstotliwości przebiegu zegarowego nieprzekraczającej 4,5 MHz. Podobny układ dopasowujący dla sygnałów zegarowych przewidziano na płytce mikroprocesora 65C02, która była projektowana z myślą o umożliwieniu użycia w niej również układów MC6800. Na żadnych innych liniach nie wystąpiła potrzeba użycia obwodów dopasowujących.

Schematy płytek

Schematy ideowe płytek SDC_One pokazano na **rysunkach 1, 2, 3 i 4**. Płytki z mikroprocesorami Z80CPU, 8085 i 65C02 mają wymiary mniejsze od płytki Nucleo-64 i mieszczą się w jej obrysie. Płytkę mikroprocesora MC68008 jest dłuższa, ze względu na większą obudowę samego mikroprocesora (DIL48) oraz z powodu dopasowania jej do współpracy również z płytką NUCLEO-L496ZG, należąca do serii Nucleo-144. Ze względu na zwiększoną w porównaniu z mikroprocesorami 8-bitowymi liczbę sygnałów, nie jest w tym przypadku możliwe sterowanie diody RGB ani pamięci SPI z płytki Nucleo-64.

Płytki Z80CPU, 8085 i 65C02 mogą działać z napięciem zasilania mikroprocesora 5 lub 3,3 V. Zostały one najpierw przetestowane przy napięciu 5 V. Zastosowanie napięcia 3,3 V jest możliwe tylko w przypadku użycia układów mikroprocesorów wykonanych w technologii



Rysunek 4. Schemat płytki procesora MC68008

CMOS. Układy OKI MSM80C85AH oraz WDC W65C02S są specyfikowane oficjalnie na niższe napięcia pracy. Co ciekawe, również wersja CMOS Z80CPU – Z84C00, działa poprawnie przy obniżonym napięciu zasilania przy nominalnej częstotliwości zegara.

Układ MC68008 występuje wyłącznie w wersji NMOS zasilanej napięciem 5 V, więc na płytce MC68008 nie przewidziano możliwości przełączania napięcia zasilania.

Julia Kosowska
Grzegorz Mazur

REKLAMA



Najlepszy Mobilny Adres w Sieci

<http://m.ep.com.pl>