

WS0010

Rewolucyjny kontroler wyświetlaczy OLED

Wyświetlacze OLED, ze względu na bardzo wiele zalet w porównaniu z wyświetlaczami LCD zdobywają z każdym miesiącem coraz większą popularność. Wiele wskazuje na to, że mogą w niedalekiej przyszłości zastąpić z powodzeniem wyświetlacze wykonane niemal we wszystkich znanych obecnie technologiach. W artykule omawiamy sterownik wyświetlaczy Winstar, który ma szansę znacząco przyspieszyć rynekową rewolucję.

Dobrze wykonany wyświetlacz OLED w zasadzie nie ma wad. Trudno jest wręcz wskazać jakiegokolwiek jego słabe strony. Cechy, takie jak: bardzo duży kontrast, kąt widzenia równy niemal 180° z każdej strony, bardzo szeroki zakres temperatury pracy, niewielka grubość, niespotykana w LCD szybkość działania, duża jasność, brak konieczności ustawiania kontrastu, odporność na wahania napięcia zasilającego, stosunkowo niskie napięcie pracy oraz niewielki pobór mocy, stanowią o bardzo dużej atrakcyjności tych wyświetlaczy. Niestety, do niedawna decyzja o użyciu wyświetlacza OLED wiązała się z koniecznością wprowadzenia dużych zmian w projekcie, zarówno mechanicznych jak i sprzętowo-programowych. Trudności te



w połączeniu z wyższą ceną OLED-ów sprawiły, że do tej pory niewielu producentów zdecydowało się na użycie tych wyświetlaczy w swoich produktach. Sytuacja zmieniła się, gdy firma Winstar wprowadziła wyświetlacze OLED mechanicznie zgodne z najpopularniejszymi wyświetlaczami alfanumerycznymi LCD oraz oparte o kontroler WS0010, który jest praktycznie kompatybilny ze standardem wprowadzonym wraz z układem HD44780 przez firmę Hitachi. Niniejszy artykuł jest opisem tego kontrolera wraz z dodatkowymi informacjami przydatnymi każdemu konstruktorowi chcącemu stosować wyświetlacze OLED firmy Winstar w swoich projektach.

Opis instrukcji kontrolera

Kontroler WS0010 od strony interfejsu komunikacyjnego jest niemal całkowicie kompatybilny z układem HD44780. Dodatkowo, został wzbogacony o obsługę trybu graficznego oraz interfejs SPI. Ze względu na

Dodatkowe informacje:
Materiały do artykułu dostarczyły firmy Unisystem i Satel.

powszechną znajomość wśród konstruktorów oraz liczne opisy kontrolera HD44780 w niniejszym artykule skupimy się głównie na różnicach obydwu układów.

Układ WS0010, podobnie jak HD44780, ma zasadniczo dwa rodzaje 8-bitowych rejestrów: instrukcji (IR) oraz danych (DR). Wybór pomiędzy rejestrami instrukcji lub danych następuje za pomocą linii RS. Gdy linia RS ustawiona jest w poziomie niskim (L) możliwy jest zapis do rejestru instrukcji. Niemożliwy jest wtedy odczyt z rejestru instrukcji poza odczytem flagi zajętości oraz stanu licznika adresu. Gdy linia RS jest na poziomie wysokim (H), jest możliwy zapis lub odczyt z rejestru danych.

Zestaw instrukcji kontrolera WS0010 zamieszczono w tabeli 1. Przed przystąpieniem

Tabela 1. Zestaw instrukcji kontrolera WS0010

Instrukcja	Kod									
	RS	R/WB	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Cursor/Display Shift/Mode/ PWR	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0
							G/C	PWR	1	1
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	FT1	FT0
Set CGRAM Address	0	0	0	0	1	DL	N	F	FT1	FT0
Set DDRAM Address	0	0	0	1	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG
Read Busy Flag & Address	0	1	1	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD
Write data into the CGRAM or DDRAM	1	0								Write Data
Read Data from the CGRAM or DDRAM	1	1								Read Data

RS	R/WB	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0
0	0	0	0	0	1	G/C	PWR	1	1

Rysunek 1. Struktura komendy *Cursor/Display shift/Mode/PWR*

RS	R/WB	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	FT1	FT0

Rysunek 2. Struktura komendy *Function set*

Tabela 2. Zestawy czcionek kontrolera WS0010		
FT1	FT0	Zestaw znaków
0	0	angielsko-japoński
0	1	zachodnioeuropejski, typ 1
1	0	angielsko-rosyjski
1	1	zachodnioeuropejski, typ 2

do szczegółowego opisu wybranych komend przydatne może być szybkie przypomnienie jakie rodzaje pamięci znajdują się w kontrolerze WS0010:

- **DDRAM (Display Data RAM)** – pamięć, w której przechowywane są kody ASCII znaków do wyświetlenia (pamięć ta ma długość 128 znaków).
- **CGROM (Character Generator ROM)** – pamięć stała, w której przechowywany jest graficzny wygląd liter, cyfr i znaków dostępnych w tabelach czcionek WS0010.
- **CGRAM (Character Generator RAM)** – pamięć, w której użytkownik może zdefiniować własne znaki (maksymalnie 8 znaków w wymiarach 5×8 pikseli, lub 4 znaki o wymiarach 5×10 pikseli).

Przeglądając się tabeli 1 oraz porównując ją z instrukcjami kontrolera HD44780 znajdziemy tylko dwie instrukcje, w których występują różnice między kontrolerami.

Cursor/Display shift/Mode/PWR

Na **rysunku 1** pokazano strukturę komendy *Cursor/Display shift/Mode/PWR*. Jeśli podczas zapisu tej instrukcji dwa najmłodsze bity będą równe 0, instrukcja wykona dokładnie te same operacje co w kontrolerze HD44780, tj. przesunięcie zawartości ekranu lub kursora. Jeśli jednak dwa najmłodsze bity zostaną ustawione, instrukcja pozwoli na zmianę funkcji niedostępnych w kontrolerze HD44780.

Bit G/C – bit ten pozwala na przełączanie się między trybem graficznym oraz alfanumerycznym. Dla G/C=1 wybrany jest tryb graficzny, natomiast dla G/C = 0 wybrany jest tryb alfanumeryczny, domyślny po włączeniu zasilania.

Bit PWR pozwala na kontrolę pracy wewnętrznej przetwornicy napięcia, niezbędnej do działania matrycy OLED. Wyłączenie przetwornicy powoduje praktycznie całkowite zgaszenie znaków widocznych na ekranie. Może to zostać wykorzystane do zredukowania pobieranego prądu w momentach gdy wyświetlacz nie jest potrzebny. Dla PWR=1 przetwor-

nica jest włączona, dla PWR=0 przetwornica jest wyłączona. Przetwornica jest domyślnie uruchomiona po włączeniu zasilania.

Function set

Na **rysunku 2** pokazano strukturę komendy *Function set*. W tej instrukcji, oprócz standardowych bitów DL, N oraz F (długość szyny danych, liczba wyświetlanych linii oraz wielkość czcionki), dodano także możliwość wyboru zestawu czcionek. Jest to znaczne rozszerzenie w stosunku do HD44780, w którym czcionka była zdefiniowana podczas produkcji, a w praktyce wybierana podczas zamawiania wyświetlacza. W kontrolerze WS0010 mamy możliwość wyboru jednego z czterech zestawów czcionek, zgodnie **tabelą 2**.

Czcionki można przełączać w trakcie działanie urządzenia. W praktyce oznacza to koniec kłopotów z zamawianiem różnych wyświetlaczy do tego samego produktu wysyłanego np. na wschód lub zachód Europy.

Tryb graficzny

Tryb ten jest bardzo znaczącym rozszerzeniem w stosunku do wyświetlaczy LCD wyposażonych w kontroler HD44780. Winstar projektując linię wyświetlaczy OLED nie pozostał na wyświetlaczach odpowiadających

wyświetlaczom alfanumerycznym. Równocześnie wprowadził linię wyświetlaczy graficznych, identycznych mechanicznie i elektrycznie z wyświetlaczami alfanumerycznymi. Wyświetlacze OLED graficzne (z serii WEG) od alfanumerycznych (z serii WEH) różnią się jedynie sposobem dołączenia matrycy OLED do kontrolera WS0010. W wyświetlaczach alfanumerycznych wybrane linie pikseli zostały niepodłączone do kontrolera dzięki czemu wytworzyły się naturalne przerwy między znakami. W wyświetlaczach graficznych podłączono natomiast wszystkie linie, dzięki czemu możliwe stało się rysowanie bez przerw po powierzchni całego wyświetlacza. Każde z rozwiązań cechuje się pewnymi zaletami oraz wadami, które zostaną omówione w dalszej części tego artykułu.

Po ustawieniu kontrolera WS0010 w trybie graficznym adres linii ustawiany jest poprzez licznik adresu pamięci DDRAM, natomiast adres kolumny ustawiany jest poprzez licznik adresu pamięci CGRAM. Pamięć graficzna kontrolera WS0010 ma wymiary 100×16 pikseli, dane wprowadzane są w postaci całych bajtów. Pojedynczy bajt definiuje wygląd połowy 16-pikselowej kolumny, po zapisie bajtu licznik adresu DDRAM jest automatycznie inkrementowany, dzięki czemu możliwe jest proste pisanie tekstów złożonych ze standardowej czcionki 5×8 pikseli. **Tabela 3** i **tabela 4** pomogą w zrozumieniu sposobu adresowania pamięci graficznej kontrolera WS0010.

Jak już wspomniano istnieją dwa rodzaje niemal identycznych wyświetlaczy OLED Winstara – alfanumeryczne oraz graficzne. Obydwa wyświetlacze zawierają ten sam kontroler, który może pracować w trybie graficznym lub znakowym.

Tabela 3. Instrukcje ustawiana adresu w trybie graficznym.

Format adresu	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
GXA (Współrzędna X)	1	ADD6	ADD5	ADD4	ADD3	ADD2	ADD1	ADD0
GYA (współrzędna Y)	0	1	0	0	0	0	0	CGA0

Tabela 4. Adresy linii oraz kolumn w trybie graficznym.

	1	2	3	4	97	98	99	100
CGA0=0	GXA=1000000 GYA=0100000	GXA=1000001 GYA=0100000	GXA=1000010 GYA=0100000	GXA=1000011 GYA=0100000	D0	...	GXA=1110000 GYA=0100000	GXA=1110001 GYA=0100000	GXA=1110010 GYA=0100000	GXA=1110011 GYA=0100000
					D1					
					D2					
					D3					
					D4					
					D5					
					D6					
					D7					
CGA0=1	GXA=1000000 GYA=0100001	GXA=1000001 GYA=0100001	GXA=1000010 GYA=0100001	GXA=1000011 GYA=0100001	D0	...	GXA=1110000 GYA=0100001	GXA=1110001 GYA=0100001	GXA=1110010 GYA=0100001	GXA=1110011 GYA=0100001
					D1					
					D2					
					D3					
					D4					
					D5					
					D6					
					D7					



Fotografia 3. Wyświetlacz WEG010016FG pracujący w trybie graficznym

Tabela 5. Znaczenie zworek niezbędnych do przełączenia wyświetlacza między trybem SPI i równoległym

Nazwa zworki	Sposób działania
PS (na płytce oznaczona jako L_PS_H)	Przełączanie między trybami (równoległy/SPI) Zwórka w pozycji H – tryb równoległy. Zwórka w pozycji L – tryb SPI.
JCS	Zwórka pozwalająca wyprowadzić sygnał CS na pin 16 w wyświetlaczach z 16 pinami (lub więcej). Zwórka nie występuje w wyświetlaczach z 14 pinami, które nie mają trybu SPI. Musi być wlutowana w trybie SPI.
CS (na płytce oznaczona jako L_CS_H)	Ustawianie poziomu linii CS w stan niski lub wysoki. Wlutowanie tej zworki podłącza linię CS na stałe do masy lub zasilania przez co niemożliwe staje się sterowanie pinem CS. W trybie równoległym zwórka ta powinna być podłączona do masy, natomiast w trybie SPI musi zostać usunięta.
J15 lub JRES	Zwórka pozwalająca na wyprowadzenie sygnału reset wyświetlacza na pin 15 w wyświetlaczach z 16 pinami (lub więcej) lub na nóżkę DB0 w wyświetlaczach z 14 pinami.

W wypadku wyświetlaczy znakowych pracujących w trybie znakowym, poszczególne znaki wyświetlane są w kolejnych komórkach, tak jak w alfanumerycznych LCD. Używanie trybu graficznego w tym przypadku nie przynosi żadnych korzyści, gdyż w trybie tym korzystanie z wewnętrznego generatora znaków (pamięci CGROM) jest niemożliwe. Swobodne rysowanie w obrębie obszaru wyświetlania jest także niemożliwe ze względu na fizyczne przerwy pomiędzy poszczególnymi komórkami.

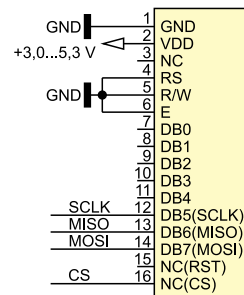
W wypadku wyświetlaczy graficznych, podczas pracy w trybie graficznym możemy swobodnie rysować w obrębie całego wyświetlacza. Niestety, wtedy nie możemy korzystać z wbudowanego generatora znaków i w związku z tym musimy samodzielnie generować czcionki, jak w każdym wyświetlaczu graficznym. Po przełączeniu wyświetlacza graficznego w tryb znakowy możliwe stanie się automatyczne generowanie znaków z pamięci CGROM, jednak ze względu na brak fizycznych przerw między komórkami poszczególne znaki będą ze sobą „sklejone” co bardzo przeszkadza w czytaniu tak utworzonych napisów.

Decyzja o użyciu wyświetlacza graficznego lub znakowego zależy od wielu czynników i nie można podać prostej recepty, który z wyświetlaczy jest lepszy. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że w dzisiejszych projektach dostępność pamięci Flash mikrokontrolera niezbędnej do przechowywania wzorów typowej czcionki 5×8 pikseli nie stanowi już na ogół żadnego

problemu (560 bajtów z polskimi znakami), wybór wyświetlacza graficznego może być bardziej korzystny. Na fotografii 3 pokazano wyświetlacz WEG010016FG w trybie graficznym z wygenerowaną czcionką oraz ikoną. Wyświetlenie takiej treści nie jest możliwe w wyświetlaczach LCD z kontrolerem HD44780.

Tryb SPI

Oprócz standardowego równoległego trybu komunikacji kontroler WS0010 obsługuje także komunikację z mikrokontrolerem poprzez interfejs SPI. Jest to jednak tryb domyślnie wyłączony przez producenta i nie jest dostępny we wszystkich modelach wyświetlaczy. W celu uruchomienia komunikacji poprzez SPI niezbędne jest przestawienie kilku zworek na płytce wyświetlacza. Oczywiście, można zamówić wyświetlacz z fabrycznie uruchomionym trybem SPI – wystarczy zaznaczyć to



Rysunek 4. Sposób dołączenia interfejsu SPI wyświetlacza WEG010016B

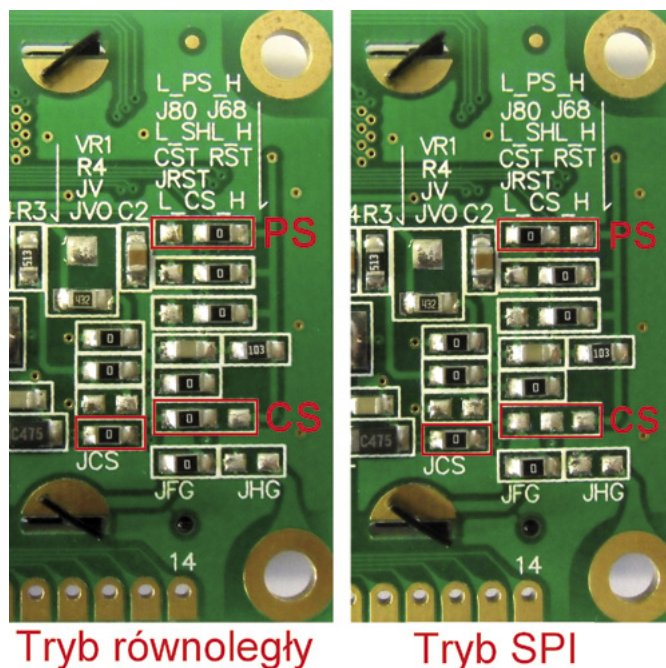
podczas składania zamówienia w firmie Unisystem. W tabeli 5 zamieszczono opis nastaw zworek niezbędnych do przełączania wyświetlacza między trybem SPI oraz równoległym.

Rysunek 4 prezentuje sposób podłączenia wyświetlacza do interfejsu SPI, natomiast fotografia 5 pokazuje na przykładzie wyświetlacza WEG010016B jak poprawnie ustawić zworki by uruchomić tryb SPI lub równoległy.

Rozpoczęcie komunikacji poprzez SPI następuje zawsze w trybie 10-bitowym. Na początku transferu przesyłane są bity RS oraz R/W, określające czy przesyłana będzie komenda czy dana, oraz czy nastąpi zapis czy odczyt z wyświetlacza. Rysunki 6...9 prezentują przebiegi podczas komunikacji z kontrolerem WS0010 w trybie SPI.

Zmiana wyświetlacza LCD na OLED

Pomimo że w porównaniu WS0010 z HD44780 przybyło rejestrów, projektanci zadbali jednak o to, aby wymiana wyświetlacza LCD na OLED była możliwa jak najłatwiejsza. Po włączeniu zasilania rejestry układu WS0010 są tak skonfigurowane, by zachowywał się dokładnie jak HD44780. Dlatego też



Fotografia 5. Ustawienie zworek w celu uruchomienia różnych trybów komunikacyjnych

podstawowe procedury inicjalizacyjne obu układów są identyczne. Dzięki temu, po wybraniu modelu wyświetlacza OLED, który odpowiada mechanicznie wyświetlaczowi LCD (wraz z rozmieszczeniem wyprowadzeń), zamiana sprowadza się jedynie do zastąpienia wyświetlacza LCD przez OLED, bez konieczności zmiany oprogramowania. Należy jednak zwrócić uwagę na wyprowadzenia podświetlenia, ponieważ w wyświetlaczach OLED nie jest ono potrzebne i zazwyczaj te wyprowadzenia są używane do czegoś innego. Najbezpiecz-

niej jest odłączyć te piny poprzez wycięcie lub przerwanie połączeń na płycie obwodu drukowanego.

Na potrzeby tego artykułu zamieniono wyświetlacz LCD w manipulatorze firmy SATEL na wyświetlacz OLED, dzięki czemu znacząco podniesiono atrakcyjność tego produktu. Na **fotografii 10 i fotografii 11** zaprezentowano manipulator przed i po wymianie wyświetlacza. Jak można zauważyć, po modyfikacji komunikaty wyświetlane przez manipulator stały się znacznie bardziej czytelne. Dzięki

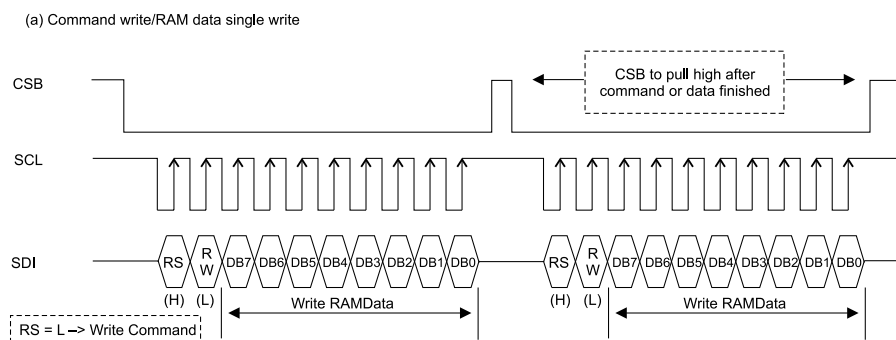
takiej wymianie wzrasta ergonomia produktu, a manipulator może być używany w każdych warunkach oświetlenia zewnętrznego.

Podsumowanie

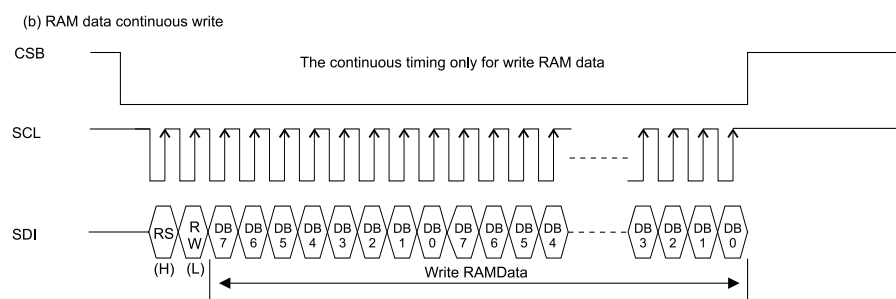
Znając obecny rynek wyświetlaczy OLED można pokusić się o stwierdzenie, że wyświetlacze firmy Winstar przełamują bariery oraz stereotypy. Dzięki kompatybilności wyświetlaczy LCD i OLED możliwe stało się przygotowanie dwóch wersji tego samego produktu – podstawowej z wyświetlaczem LCD oraz ulepszonej z wyświetlaczem OLED. Taka czynność pozwala na sprawdzenie jak rynek przyjmie nowy produkt, praktycznie bez ponoszenia żadnego ryzyka. Nie bez znaczenia jest także fakt, że wyświetlacze OLED firmy Winstar mają trwałość na poziomie 100 tys. godzin, co najczęściej znacznie przewyższa czas pracy podświetlenia LED w wyświetlaczach LCD. Jest to bardzo istotne, gdyż wśród konstruktorów ciągle panuje (obecnie już błędne) przekonanie, że wyświetlacze OLED mają niską trwałość.

Warto wspomnieć, że firma Winstar za wyświetlacze OLED otrzymała w 2011 roku dwie ważne nagrody: Taiwan Excellence Award oraz Innovation Award, co uwiarygodnia najwyższą jakość tych produktów. Jak przewidują eksperci, przyszłość należy do wyświetlaczy OLED, więc warto już dziś rozważyć użycie ich we własnych konstrukcjach.

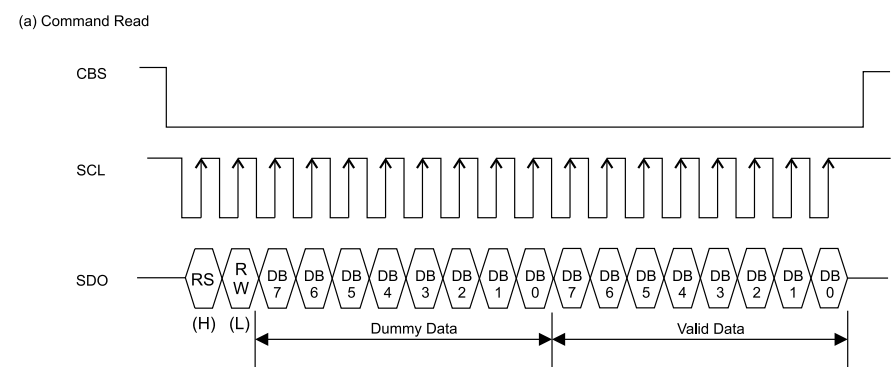
Kamil Kozłowski
Unisystem
kamil@unisystem.pl



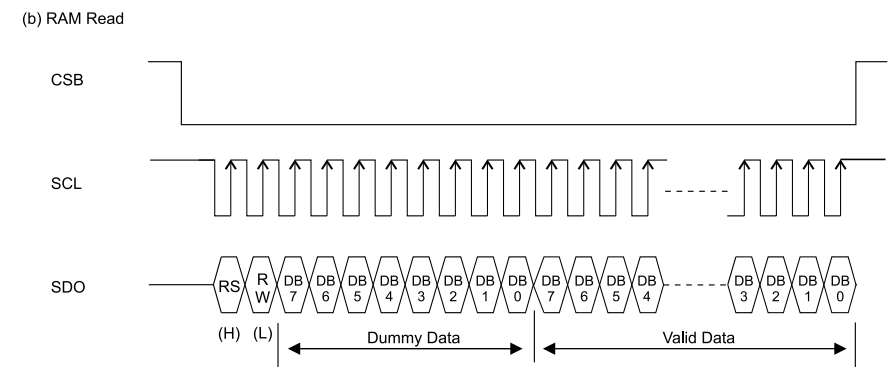
Rysunek 6. Przesłanie danych przez SPI do pamięci RAM lub rejestru komend



Rysunek 7. Tryb zapisu przez SPI pamięci RAM z autoinkrementacją adresu



Rysunek 8. Odczyt komendy przez SPI



Rysunek 9. Odczyt zawartości pamięci RAM przez SPI



Fotografia 10. Manipulator firmy Satel z wyświetlaczem LCD



Fotografia 11. Manipulator firmy Satel po wymianie wyświetlacza na OLED