



Obsługa monochromatycznych wyświetlaczy OLED ze sterownikiem SSD1325 za pomocą Bascom AVR (1)



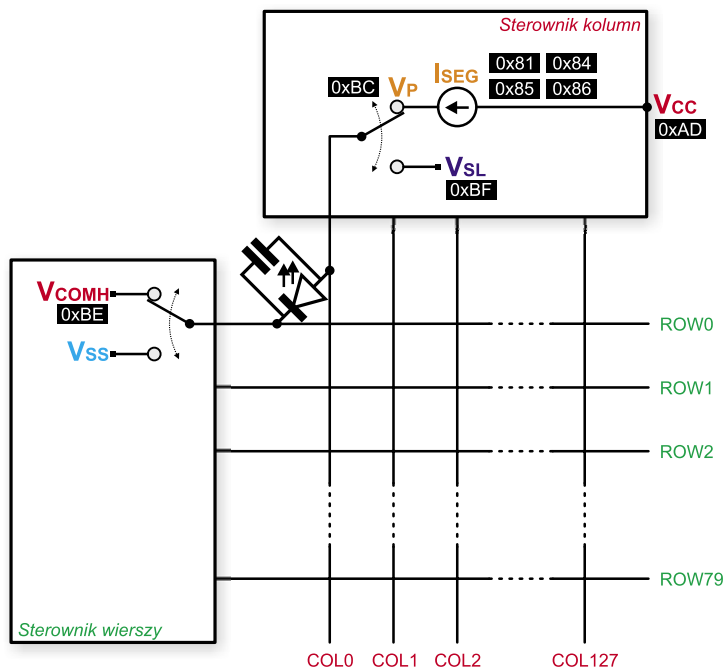
Szybki rozwój elektroniki użytkowej powoduje, że różnego rodzaju wyświetlacze stały się jednym z głównych i nieodzownych elementów każdego urządzenia RTV i AGD. Nic w tym dziwnego, gdyż powszechnie używane urządzenia dysponują coraz to większą liczbą dostępnych funkcji, co czyni ich obsługę nieco bardziej skomplikowaną. Dlatego jest niezbędne wykonanie czytelnego i łatwego w obsłudze interfejsu użytkownika. W artykule pokażemy jak szybko i wygodnie poradzić sobie z obsługą nowoczesnych wyświetlaczy OLED, które coraz częściej są stosowane w urządzeniach przenośnych.

Piksele wyświetlacza OLED przypominają swoją budową diody LED z tą różnicą, iż jako półprzewodniki typu *p* i *n* zastosowano w nich organiczne polimery (zwykle polipropylowinylen PPV oraz cyjanopolipropylowinylen CN-PPV). Nie wdając się w szczególności fizyki zachodzących zjawisk należy zauważyć, iż przyłożenie napięcia w kierunku przewodzenia do tak skonstruowanego „złącza” powoduje emisję światła

poprzez warstwę emisyjną polimeru (tutaj CN-PPV). Jak to zwykle bywa, taki prosty zestaw dwóch polimerów nie nadaje się jeszcze do budowy pełnowartościowego wyświetlacza, gdyż głównym problemem pierwszych paneli OLED był fakt nierównomiernej emisji światła na całej powierzchni materiału spowodowany różnicą szybkości przepływu ładunków dodatnich i ujemnych pomiędzy elektrodami. Problem ten

Dodatkowe informacje:
Testy przeprowadzono z wykorzystaniem modułu Winstar WEGC012864AL udostępnionego przez firmę Unisystem.

rozwiązano poprzez zastosowanie kilku dodatkowych warstw specjalnie dobranych materiałów, których zadaniem jest równomierne rozproszanie ładunków elektrycznych na całej powierzchni polimeru. Tak oto powstały elementy niemalże idealne, cechujące się doskonałym odwzorowaniem barw (dla wyświetlaczy kolorowych), wręcz niespotykanym kontrastem (ponad 2000:1, matryca OLED sama jest źródłem światła), wysoką jasnością (ok. 100 cd/m²), doskonałą czernią (w przeciwieństwie do modułów LCD, których czerń jest po prostu szara za sprawą niezbędnego podświetlenia), szerokim kątem widzenia wynoszącym w każdej płaszczyźnie prawie 180 stopni, krótkim czasem reakcji wynoszącym poniżej 10 mikrosekund oraz niskim poborem mocy. Jedynymi wadami takich



Rys. 1. Uproszczony schemat funkcjonalny układu SSD1325 w zakresie sterownika matrycy OLED (z zaznaczeniem komend sterujących odpowiedzialnych za poszczególne nastawy)

paneli była dotychczas ograniczona żywotność materiałów organicznych. Pierwsze wyświetlacze OLED cechowały się znacznie ograniczonym tzw. czasem życia na poziomie 5000 godzin (LCD około 60000 godzin), jednak w tej chwili bez problemu znajdziemy takie, dla których ten parametr jest porównywalny do rozwiązań LCD (w przypadku naszego wyświetlacza czas ten określono na 55 tys. godzin). Mając to wszystko na uwadze nie pozostaje nam nic

innego, jak przyjrzeć się dokładniej jednemu z praktycznych rozwiązań pasywnego panela OLED. Mowa o module produkowanym przez firmę Winstar o oznaczeniu WEGC012864ALNN12XX00 wyposażonym w specjalizowany, zaawansowany sterownik ekranu SSD1325. Wyświetlacz ten wyposażono w ekran monochromatyczny o przekątnej 2,7" i wymiarach 128x64 piksele, świecący w 16 odcieniach koloru żółtego. Do dołączenia do systemu nadrzęd-

nego służy 30-stykowe złącze ZIF o rastrze 0,5 mm.

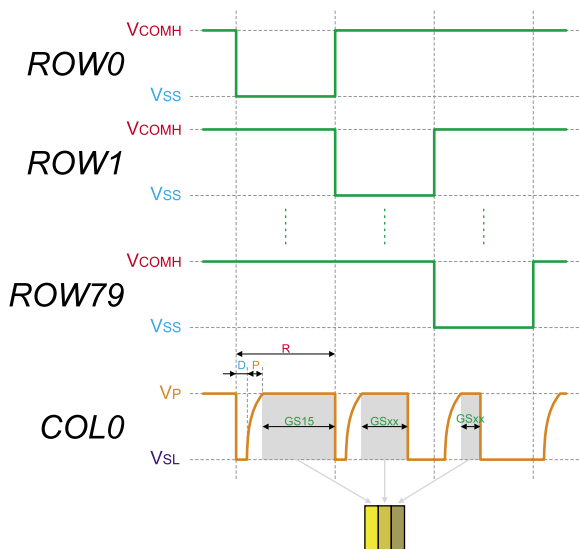
Aby w pełni zrozumieć zasadę działania ekranu tego typu warto nieco przybliżyć budowę specjalizowanego sterownika ekranów OLED - układu SSD1325, produkowanego przez firmę Solomon Systech Limited. Ma on zaimplementowany szereg zaawansowanych, sprzętowych funkcji sterownika ekranu.

Układ SSD1325 wyposażono w 128 źródeł prądowych przeznaczonych do sterowania pracą kolumn matrycy OLED (wyprowadzeń wspólnych anod diod OLED) z możliwością programowej zmiany prądu (w 128 krokach, maksymalnie do wartości 300 μ A), 80 kluczy tranzystorowych przeznaczonych do sterowania pracą wierszy (wspólnych katod diod OLED), blok formujący napięcia referencyjne dla całej architektury sterownika, zintegrowany, stabilizowany oscylator dostarczający przebiegi zegarowe do sterowania pracą wszystkich, wewnętrznych modułów oraz pamięć ekranu GDDRAM o organizacji 128x80x4bity. Uproszczony schemat funkcjonalny układu SSD1325 w zakresie sterownika matrycy OLED pokazano na **rysunku 1**.

Sterowanie pracą poszczególnych diod OLED przebiega sekwencyjnie wiersz po wierszu (ROW0...ROW79) i kolumna po kolumnie (COL0...COL127), przy czym sterownik kolumn określa wartość napięcia ładowania wstępnego V_p i wartość prądu sterującego pracą diody OLED (I_{SEG}) oraz steruje jasnością każdego z pikseli obrazu (stosując technikę PWM). Sterownik wierszy zarządza kluczowaniem kolejnych wierszy grup diod OLED i określa wartość napięcia V_{COMH} . Napięcie V_{COMH} to napięcie występujące na wszystkich grupach wspólnych katod wierszy nieaktywnych - w takim przypadku wiersze te są spolaryzowane w kierunku zaporowym. Na **rysunku 2** zilustrowano wybrane przebiegi sterujące dla sterownika kolumn i sterownika wierszy z zaznaczeniem wartości podlegających regulacji w ramach konfiguracji sterownika SSD1325.

Jak można zauważyć, sterowanie jasnością pojedynczego piksela jest wykonywane poprzez zmianę wypełnienia impulsu generowanego przez sterownik kolumn, przy czym wartości poszczególnych wypełnień są zdefiniowane w ramach dostępnych 16 poziomów jasności (w specjalnej tablicy „kolorów”). Wspomniany impuls sterujący można podzielić na 3 niezależne fazy:

- Faza pierwsza (D) to faza rozładowania, której zadaniem jest rozładowanie pojemności pasozytniczej każdej kolumny wyświetlacza OLED poprzez ściągnięcie do napięcia V_{SL} odpowiedniej wspólnej anody (wykonywane przez sterownik kolumn) na czas określony



V_{COMH} - napięcie sterownika wierszy (poziom wysoki). 0xBE
 V_{SL} - napięcie sterownika kolumn (poziom niski). 0xBF
 V_{SS} - masa.
 V_p - napięcie ładowania wstępnego. 0xBC
 D - faza rozładowania. 0xB1
 P - faza ładowania wstępnego. 0xB1
 R - długość cyklu dla pojedynczego piksela (Row period). $R = D + P + GS15$. 0xB2
 $GS15$ - maksymalny czas załączenia sterownika kolumn dla najjaśniejszego odcienia koloru. 0xB8

Rys. 2. Wybrane przebiegi sterujące dla sterowników kolumn i wierszy układu SSD1325 (z zaznaczeniem komend sterujących odpowiedzialnych za poszczególne nastawy)

Lista ważniejszych rejestrów konfiguracyjnych wraz ze skróconym opisem ich znaczenia dla pracy układu SSD1325

Adres rejestru	0x15	Nazwa	Set Column Address
Ilość argumentów	2		

Powyższy rozkaz pozwala na określenie adresu startowego (argument pierwszy) i końcowego (argument drugi) aktywnego obszaru pamięci ekranu w zakresie współrzędnej X (zakres aktywnych kolumn) dla operacji zapisu i odczytu pamięci. Z uwagi na organizację pamięci ekranu GDDRAM, która dla dwóch kolejnych pikseli obrazu (w wierszu) przewiduje jeden adres w przestrzeni adresowej (gdyż pojedynczy piksel obrazu opisany jest przez 4 bity danych) każdorazowa inkrementacja adresu powoduje zmianę wskaźnika adresu o dwa piksele.

Adres rejestru	0x75	Nazwa	Set Row Address
Ilość argumentów	2		

Powyższy rozkaz pozwala na określenie adresu startowego (argument pierwszy) i końcowego (argument drugi) aktywnego obszaru pamięci obrazu w zakresie współrzędnej Y (zakres aktywnych wierszy) dla operacji zapisu i odczytu tej pamięci.

Powyższe komendy sterujące pozwalają zdefiniować aktywny obszar pamięci obrazu przeznaczony dla operacji zapisu i odczytu tej pamięci. W przypadku, gdy chcemy mieć dostępną całą widoczną powierzchnię ekranu, to dla wyświetlacza o organizacji 128×64 piksele będą to odpowiednio argumenty 0 i 63 dla komendy 0x15 (bo każdy bajt opisuje 2 piksele w wierszu) oraz 0 i 63 dla komendy 0x75. Wprowadzenie możliwości definiowania aktywnego obszaru ekranu znacznie upraszcza zapis do pamięci obrazu, gdyż kolejne dane (dla wspomnianego aktywnego obszaru danych) wyświetlane będą od lewej do prawej i od góry do dołu (wyłącznie w przypadku standardowego trybu adresowania) w ramach aktualnej definicji wykorzystującej mechanizm autoinkrementacji wskaźnika adresów bez potrzeby pilnowania jego aktualnej wartości. Jest to bardzo użyteczne, ponieważ można łatwo w ten sposób zaimplementować tzw. generator znaków czy procedurę pozwalającą na wyświetlanie niewielkich obrazków.

Adres rejestru	0x81	Nazwa	Set Contrast Current
Ilość argumentów	1		

Komenda 0x81 pozwala na określenie wartości prądu źródła prądowego sterującego pracą kolumn (wspólnych anod diod OLED), co przekłada się na poziom kontrastu wyświetlacza. Przewidziano 128 kroków regulacyjnych (0...127), przy czym wartość maksymalna określona jest ustawieniami rejestrów 0x84...0x86.

Adresy rejestrów	0x84...0x86	Nazwa	Set Current Range
Ilość argumentów	0		

Rozkazy 0x84...0x86 ustalają maksymalną wartość prądu źródła prądowego sterującego pracą kolumn. Wysłanie wspomnianych rozkazów sterujących powoduje następujące ustawienia maksymalnej wartości wspomnianego prądu:

0x84: ¼ * maksimum,
0x85: ½ * maksimum,
0x86: maksimum,
gdzie maksimum wynosi 300 µA.

Adres rejestru	0xA0	Nazwa	Set Re-map
Ilość argumentów	1		

Komenda 0xA0 ustala tzw. Re-mapping (zmianę sposobu adresowania) dla poszczególnych elementów logicznej organizacji pamięci ekranu GDDRAM, czyli zmianę relacji pomiędzy sterownikiem wierszy a adresacją wierszy pamięci GDDRAM i sterownikiem kolumn a adresacją kolumn tejże pamięci. Znaczenie poszczególnych bitów towarzyszącego argumentu jest następujące:

- **Bit0:** włącza (1) lub wyłącza (0) re-mapping adresów kolumn (remapping osi X).
- **Bit1:** włącza (1) lub wyłącza (0) re-mapping połówek bajta danych pamięci GDDRAM (jeden bajt opisuje kolor 2 kolejnych pikseli w wierszu).
- **Bit2:** włącza wertykalną (1) lub horizontalną (0) autoinkrementację adresów pamięci GDDRAM dla operacji zapisu cz odczytu tejże pamięci.
- **Bit4:** włącza (1) lub wyłącza (0) re-mapping adresów wierszy (remapping osi Y).
- **Bit6:** włącza (1) lub wyłącza (0) przeplot linii obrazu.

Adres rejestru	0xA1	Nazwa	Set Display Start Line
Ilość argumentów	1		

Komenda 0xA1 określa adres pierwszej linii ekranu w odniesieniu do całej pamięci GDDRAM.

Adres rejestru	0xA2	Nazwa	Set Display Offset
Ilość argumentów	1		

Komenda 0xA2 określa offset adresów wierszy pamięci GDDRAM.

Aby w pełni zrozumieć sposób organizacji pamięci GDDRAM sterownika SSD1325, warto spojrzeć na rysunek, na którym w sposób schematyczny zaznaczono większość ze wspomnianych wcześniej parametrów zamieszczając także adresy rejestrów konfiguracyjnych odpowiedzialnych za ich wartości.

Adresy rejestrów	0xA4...0xA7	Nazwa	Set Display Mode
Ilość argumentów	0		

Rozkazy 0xA4...0xA7 ustalają tryb pracy ekranu według następującej specyfikacji:

- **0xA4:** rozkaz inicjuje normalny tryb pracy ekranu.
- **0xA5:** rozkaz powoduje zapalenie wszystkich pikseli ekranu.
- **0xA6:** rozkaz powoduje wygaszenie wszystkich pikseli ekranu.
- **0xA7:** rozkaz inicjuje odwrócony tryb pracy ekranu (inwersja wartości wszystkich pikseli, negatyw).

Adres rejestru	0xA8	Nazwa	Set Multiplex Ratio
Ilość argumentów	1		

Rejestr 0xA8 określa częstotliwość ramki wyświetlacza OLED według poniższej zależności: $f_{fm} = f_{osc} / (Div \times R \times Mux)$, gdzie:
fosc – częstotliwość wewnętrznego oscylatora ustawiana rozkazem 0xB3,
Div – dzielnik częstotliwości oscylatora ustawiany rozkazem 0xB3,
R – liczba taktów sygnału zegarowego (DCLK) dla pojedynczego piksela obrazu określana ustawieniem rejestru 0xB2,
Mux – współczynnik procesu multipleksowania określany ustawieniem rejestru 0xA8. Dopuszczalne wartości z zakresu 0x0F...0x4F.

Adres rejestru	0xAD	Nazwa	Set Master Configuration
Ilość argumentów	1		

Komenda 0xAD określa źródło napięcia zasilającego panel OLED. Domyślna wartość 0x02 wybiera zewnętrzne źródło napięcia zasilającego panel (Vcc).

Adres rejestru	0xAE	Nazwa	Display OFF
Ilość argumentów	0		

Wyłącza panel OLED. Stan domyślny po włączeniu zasilania.

Adres rejestru	0xAF	Nazwa	Display ON
Ilość argumentów	0		

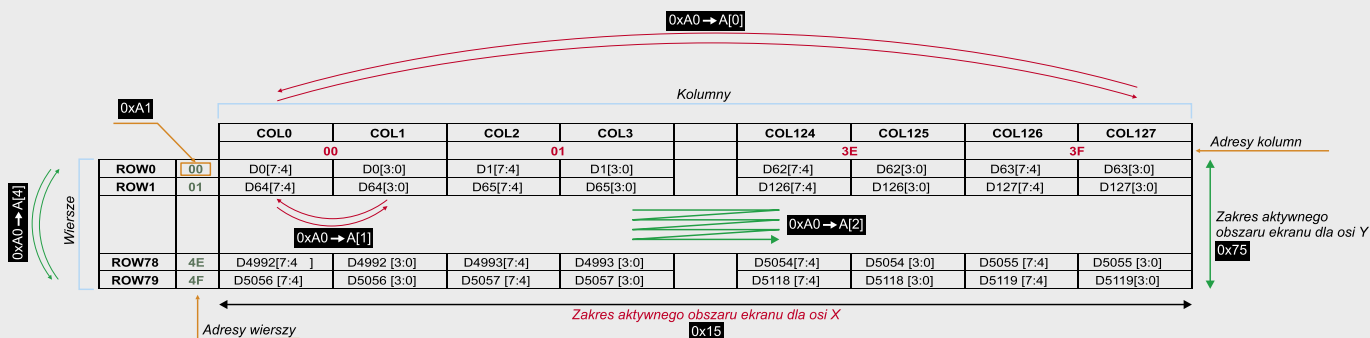
Włącza panel OLED.

Adres rejestru	0xB0	Nazwa	Set Pre-charge Compensation Enable
Ilość argumentów	1		

Włącza (wartość argumentu 0x28) lub wyłącza (0x08) kompensację procesu ładowania wstępnego dla sterownika kolumn.

Adres rejestru	0xB1	Nazwa	Set Phase Length
Ilość argumentów	1		

Rejestr 0xB1 ustala długość fazy rozładowania (D, bity 3:0) i ładowania wstępnego (P, bity 7:4) cyklu sterującego sterownikiem kolumn (szczegóły na rysunku 2).



Przykładowe ustawienia sterownika SSD1325:
 Zakres adresów aktywnego obszaru ekranu w poziomie: 0x00...0x3F
 Zakres adresów aktywnego obszaru ekranu w pionie: 0x00...0x4F
 Adres pierwszej linii obrazu: 0x00
 Offset obszaru obrazu: 0x00
 Re-mapping adresów wierszy: **wyłączony**
 Re-mapping adresów kolumn: **wyłączony**
 Re-mapping połówek bajtów: **włączony**
 Inkrementacja adresów: **horyzontalna**
 Przeplot obrazu: **wyłączony**

Organizacja pamięci GDDRAM sterownika SSD1325

Adres rejestru	0xB2	Nazwa	Set Row Period
Ilość argumentów	1		

Rejestr 0xB2 określa liczbę taktów sygnału zegarowego (DCLK) dla pojedynczego piksela obrazu (szczegóły na rysunku 2).

Adres rejestru	0xB3	Nazwa	Set Display Clock, Divide Ratio, Oscillator Frequency
Ilość argumentów	1		

Rejestr 0xB3 określa częstotliwość bazową wewnętrznego oscylatora generującego sygnał zegarowy. Za ustawienia częstotliwości są odpowiedzialne bity 7:4, zaś za współczynnik podziału generowanego sygnału (Div we wzorze na częstotliwość ramki) bity 3:0. Wartość 0100 dla bitów 7:4 ustala częstotliwość wspomnianego sygnału na 630 kHz.

Adres rejestru	0xB4	Nazwa	Set Pre-charge Compensation Level
Ilość argumentów	1		

Określa poziom kompensacji procesu ładowania wstępnego dla sterownika kolumn. Wartość zalecana 0x03.

Adres rejestru	0xB8	Nazwa	Set Gray Scale Table
Ilość argumentów	8		

Ustawienia rejestru 0xB8 definiują wartości poszczególnych poziomów jasności dostępnych w ramach 4 bitów, określającej treść każdego piksela obrazu. Modyfikując wartości argumentów dla rozkazu 0xB8 wpływamy na jasność poszczególnych pikseli obrazu w odniesieniu do wartości zapisanej w pamięci GDDRAM.

Adres rejestru	0xBC	Nazwa	Set Pre-charge Voltage
Liczba argumentów	1		

Określa wartość napięcia ładowania wstępnego V_p (szczegóły na rysunkach 1 i 2). Wartość charakterystyczna dla zastosowanego typu panela OLED.

poprzez ustawienia rejestru konfiguracyjnego 0xB1 układu SSD1325. Długość tej fazy impulsu sterującego jest zależna od właściwości fizycznych zastosowanego panela OLED (jego pojemności pasożytniczej).

- Faza druga (P) to faza ładowania wstępnego, której zadaniem jest wstępne ładowanie diody OLED (jej pojemności pasożytniczej) do mo-

mentu osiągnięcia przez jej anodę poziomu napięcia V_p (wykonywane przez sterownik kolumn). Czas trwania fazy drugiej określony jest poprzez ustawienia rejestru konfiguracyjnego 0xB1 układu SSD1325 zaś oczekiwany poziom napięcia V_p poprzez ustawienia rejestru konfiguracyjnego 0xBC. Długość tej fazy impulsu sterującego zależna jest od

właściwości fizycznych zastosowanego panela OLED.

- Faza trzecia to faza „właściwego” sterowania pracą diody OLED. W czasie trwania tej fazy sterowania dioda OLED jest zasilana poprzez źródło prądowe sterownika kolumn, dla którego poziom maksymalny określają wartości rejestrów konfiguracyjnych 0x81, 0x84...0x86. Długość tej fazy jest zależ-

Adres rejestru	0xBE	Nazwa	Set V_{COMH} Voltage
Liczba argumentów	1		

Określa wartość napięcia V_{COMH} sterownika wierszy (szczegóły na rysunkach 1 i 2). Wartość charakterystyczna dla zastosowanego typu panela OLED.

Adres rejestru	0xBF	Nazwa	Set Segment Low Voltage
Liczba argumentów	1		

Określa wartość napięcia V_{SL} sterownika kolumn (szczegóły na rysunkach 1 i 2). Wartość charakterystyczna dla zastosowanego typu panela OLED.

Adres rejestru	0x23	Nazwa	Graphic Acceleration Command Options
Liczba argumentów	1		

Rejestr 0x23 konfiguruje specjalne funkcje akceleracji sprzętowej układu SSD1325 odpowiedzialne za sprzętowe procedury graficzne. Znaczenie poszczególnych bitów przedstawia się następująco:

- **Bit0:** włącza (1) lub wyłącza (0) wypełnianie dla procedury sprzętowej rysującej prostokąt.
- **Bit1:** włącza (1) lub wyłącza (0) ciągłość przestrzeni adresowej osi X dla procedury sprzętowej kopiującej i przewijającej zawartość ekranu.
- **Bit4:** włącza (1) lub wyłącza (0) inwersję obrazu dla procedury sprzętowej kopiującej zawartość ekranu.

Adres rejestru	0x24	Nazwa	Draw Rectangle
Ilość argumentów	5		

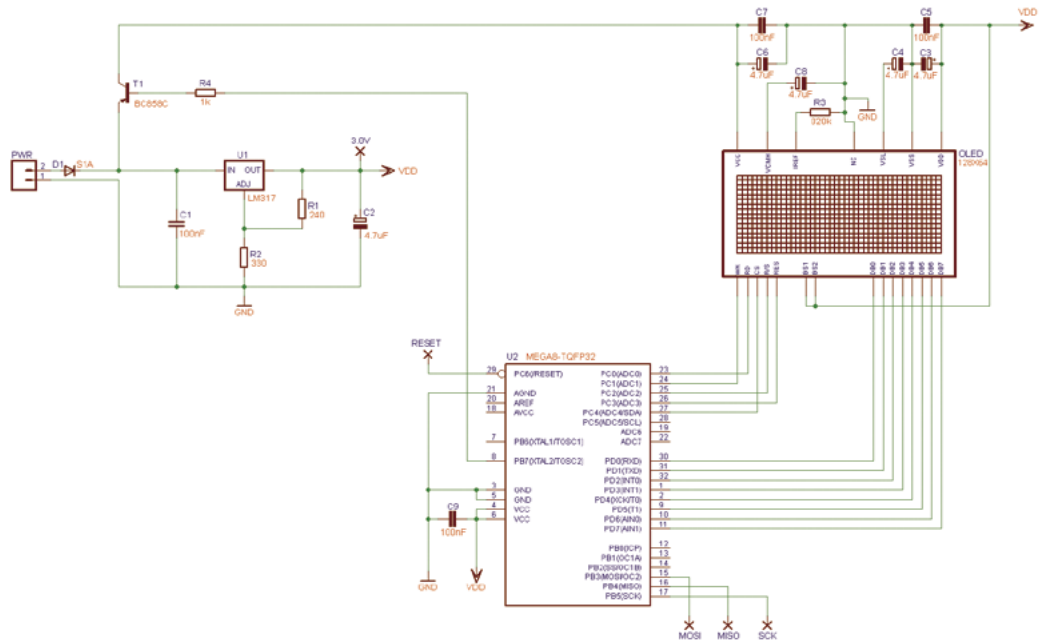
Komenda 0x24 uruchamia sprzętową procedurę rysującą prostokąt na ekranie wyświetlacza OLED. Pierwsze, dwa argumenty określają współrzędne lewego, górnego wierzchołka rysowanej figury (X1, Y1) zaś dwa kolejne argumenty określają współrzędne prawego, dolnego wierzchołka rysowanego prostokąta (X2, Y2). Argument piąty to wzór wypełnienia dla rysowanej figury (jeśli włączono wypełnianie). Należy pamiętać, że dla argumentów określających położenie w osi X, każdy adres odpowiada dwóm pikselom obrazu (wynika to z organizacji pamięci GDDRAM).

na od oczekiwanej jasności świecenia konkretnego piksela obrazu (technika PWM), której to dopuszczalne wartości (poziomy jasności) definiuje rejestr konfiguracyjny 0xB8 układu SSD1325. Im dłużej trwa impuls sterujący, tym jaśniej świeci wybrany piksel obrazu.

Warto podkreślić, że wszystkie wspomniane ustawienia są charakterystyczne dla konkretnego modelu panela OLED i ściśle związane z jego budową. Dlatego ustalając wartości niezbędne do wpisania do rejestrów konfiguracyjnych układu SSD1325 należy ściśle kierować się w tym zakresie dokumentacją producenta. Zapewni to optymalne warunki pracy wyświetlacza OLED i korzystnie wpłynie na długość jego życia.

W tym miejscu posiadamy już niezbędną wiedzę z zakresu funkcjonowania paneli OLED w związku, z czym przejdźmy do konkretnego rozwiązania modułu tego typu produkowanego przez firmę Winstar. Tak jak wspomniano wcześniej, wyświetlacz WEGC012864ALNN12XX00 został wyposażony w 30-stykowe złącze ZIF, którego rozkład wyprowadzeń wraz z opisem ich znaczenia zamieszczono w tabeli 1. Procedury programowe pokazane w dalszej części artykułu przetestowano na prostym zestawie z mikrokontrolerem ATmega, którego schemat przedstawiono na rysunku 3.

Jest to system mikroprocesorowy, w którym do sterowania pracą wyświetlacza OLED zastosowano mikrokontroler ATmega8 zasilany napięciem 3 V uzyskiwanym dzięki zastosowaniu stabilizatora liniowego typu LM317. Jego użycie było możliwe dzięki niewielkiemu prądowi, który jest wymagany do zasilania wyświetla-



Rys. 3. Schemat ideowy zestawu ewaluacyjnego dla wyświetlacza Winstar WEGC012864AL

cza, a co za tym idzie - niewielkiej mocy strat. Rozwiązaniem alternatywnym może być zastosowanie napięcia zasilania rzędu 5 V i zbudowanie przetwornicy *step-up* (dla 15 V) np. za pomocą jednego ze specjalizowanych układów firmy National Semiconductor (np. LM4510) oraz *step-down* (dla 3 V), np. z wykorzystaniem układu ST1S12GR produkowanego przez STMicroelectronics.

Typ mikrokontrolera nie jest krytyczny. W jego miejscu możemy zastosować dowolny mikrokontroler, który pracuje prawidłowo przy napięciu zasilania ok. 3 V i może być taktowany przebiegiem zegarowym (najlepiej uzyskiwanym wewnętrznie) z zakresu 4...8 MHz, gdyż wymagania sterownika SSD1325 zarówno czasowe, jak odnośnie do zasobów pamięci nie są zbyt

Tab. 1. Rozkład wyprowadzeń wyświetlacza WEGC012864ALNN12XX00 wraz z ich opisem

Pin	Symbol	Opis
1	NC (GND)	Zarezerwowany. Musi być podłączony do masy zasilania (VSS).
2	VCC	Zasilanie panela OLED (15 V, maks. 66 mA)
3	VCOMH	Wejście napięcia odniesienia VCOMH. Napięcie to może zostać dołączone z zewnątrz lub może też być dostarczone przez sterownik SSD1325. W drugim przypadku pomiędzy wejście VCOMH a masę (VSS) należy dołączyć kondensator.
4	IREF	Wejście referencyjne dla prądu ISEG sterownika kolumn. Dla prądu odniesienia IREF=10 µA, pomiędzy to wejście a masę należy dołączyć rezystor o wartości 820 kΩ.
5...12	D7...D0	Dwukierunkowa, 8-bitowa magistrala danych. W przypadku wyboru szeregowej magistrali danych pin D1 pełni rolę wejścia danych SDIN a pin D0 pełni rolę wejścia sygnału taktującego SCLK.
13	RD	Sygnal żądania operacji odczytu.
14	WR	Sygnal żądania operacji zapisu.
15	RS	Sygnal wyboru rodzaju danych: Polecenie sterujące/Dana pamięci obrazu.
16	RES	Sygnal zerowania chipsetu.
17	CS	Sygnal wyboru układu (aktywacji chipsetu).
18	NC	
19	BS2	Wybór rodzaju magistrali danych: 00 (magistrala szeregową), 11 (magistrala zgodna z interfejsem 80XX), 10 (magistrala zgodna z interfejsem 68XX).
20	BS1	
21	VDD	Zasilanie sterownika ekranu (typ. 2.8V, maks. 400 µA).
22	NC	
23	NC	
24	NC	
25	NC	
26	NC	
27	NC	
28	NC	
29	VSS	Masa zasilania
30	VSL	Wyjście napięcia odniesienia dla sterownika kolumn (wartość minimalna). Po- między wyjście VSL a masę (VSS) należy dołączyć kondensator.

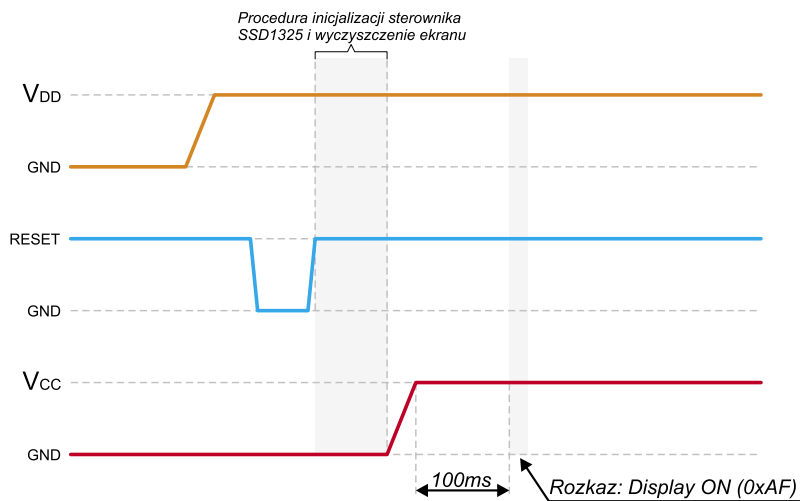
List. 1. Procedura zapisu komendy sterującej (lub argumentu komendy)

```
Sub Write_cmdnd(byval Register As Byte)
  Reset Rs_pin
  Reset Wr_pin
  Reset Cs_pin
  Data_port = Register
  Set Cs_pin
  Set Wr_pin
  Set Rs_pin
End Sub
```

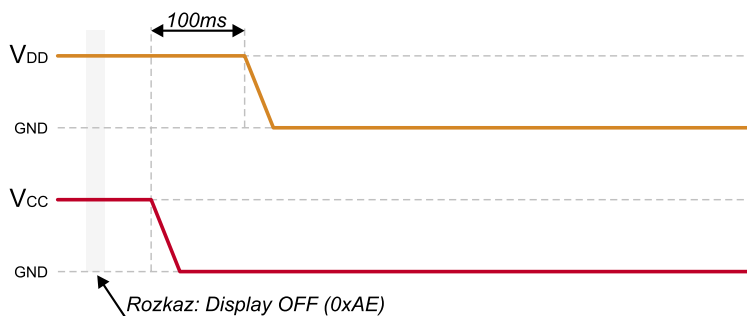
List. 2. Procedura zapisu danej pamięci obrazu GDDRAM

```
Sub Write_gddram(byval Dta As Byte)
  Reset Wr_pin
  Reset Cs_pin
  Data_port = Dta
  Set Cs_pin
  Set Wr_pin
End Sub
```

Włączenie wyświetlacza OLED



Wyłączenie wyświetlacza OLED



Rys. 4. Zalecana procedura włączania/wyłączania panela OLED

wygórowane. Napięcie dostarczane do wyprowadzenia VCC panelu OLED podlega kluczowaniu z użyciem typowego klucza tranzystorowego PNP (T1) i wykorzystaniu wyprowadzenia PB7 mikrokontrolera. Wymóg kluczowania wynika z zalecanej przez producenta panela OLED kolejności podawania napięć zasilających i sygnałów

sterujących, którą to zaprezentowano na **rysunku 4** (dotyczy w szczególności procedury włączania panela OLED).

Sterowanie pracą wyświetlacza tego typu polega na wysłaniu komend sterujących, za pomocą których, ustawiamy wstępne parametry konfiguracyjne korzystając z dedykowanych rejestrów konfigu-

racyjnych (do których zapis następuje na skutek wykonania tychże komend sterujących) oraz na zapisie (lub odczycie) danych do/z pamięci obrazu, który powoduje ich natychmiastowe wyświetlenie. Interpretacja rodzaju danych, które mają być odebrane przez chipset SSD1325 jest zdeterminowana stanem wyprowadzenia RS. To typowe rozwiązanie w sterowaniu wyświetlaczami. Poziom niski na wyprowadzeniu RS powoduje, że przesyłana wartość zostanie zinterpretowana jako komenda sterująca lub też argument przesłanej wcześniej komendy sterującej, natomiast poziomy wysoki, iż dana zostanie zinterpretowana jako słowo pamięci obrazu GDDRAM. W związku z powyższą organizacją procedur sterujących można wyróżnić dwa rodzaje sekwencji operacji zapisu do układu SSD1325 (operacje odczytu przebiegają analogicznie, lecz nie będą tematem naszych rozważań):

- sekwencja zapisu komendy sterującej (zapisu danych do rejestrów konfiguracyjnych),
- sekwencja zapisu danych do pamięci obrazu GDDRAM.

Powyższe sekwencje zapisu danych „przełożone” na procedury sterujące napisane w języku Bascom Basic będą wyglądały jak na **listingach 1 i 2**.

Dla zwiększenia czytelności programu obsługi przyjęto symboliczne aliasy dla portów sterujących pracą wyświetlacza OLED. Definicje wspomnianych aliasów dla schematu z rys. 3 są następujące:

Data_port	Alias	PortId
Wr_pin	Alias	Portc.1
Rd_pin	Alias	Portc.0
Cs_pin	Alias	Portc.4
Rs_pin	Alias	Portc.2
Reset_pin	Alias	Portc.3

R E K L A M A

Cleverscope CS328A – przystawka oscyloskopowa do PC

cleverscope

- 2 wejścia BNC
- maksymalne próbkowanie do 100MS/s/kanal
- pasmo DC-100MHz (-3dB)
- rozdzielczość 10, 12 lub 14 bitów
- zakresy napięć ±20mV – ±20V (sonda ×1)
- sprzężenie wejścia AC, DC, GND
- impedancja wejściowa 1MΩ / 20pF
- zabezpieczenie wejść do 300Vrms
- pamięć 4MS/kanal lub 8MS/kanal
- 8 wejść cyfrowych -16V – +20V
- 1 wyjście generatora sygnałowego
- funkcje: oscyloskop cyfrowy, analizator widma, analizator stanów logicznych
- praca synchroniczna z przystawką
- interfejs USB 2.0 High Speed lub Ethernet 10/100

Egmont

Egmont Instruments, ul. Chłodna 39, pawilon 11, 00-867 Warszawa
 tel. 228506205, 692501750, faks 226540248
 e-mail cleverscope@egmont.com.pl, http://www.egmont.com.pl/cleverscope

