

TablicaLED

Protocol

v1.01

Spis treści

1 Komunikacja.....	3
2 Transmisja danych.....	3
2.1 Format komendy.....	4
2.2 Format odpowiedzi.....	4
3 Komendy.....	5
3.1 Get Device Info.....	5
3.2 Set Light Level.....	6
3.3 Clear Display.....	6
3.4 Clear Display Buffer.....	6
3.5 Refresh Display.....	7
3.6 Set Point.....	7
3.7 Fill Block.....	8
3.8 Clear Custom Gprhics.....	8
3.9 Upload Custom Graphics.....	9
3.9.1 Format obrazu GD_t.....	9
3.10 Select Graphics.....	10
3.11 Print String.....	11
3.11.1 Kolor czcionki.....	11
3.11.2 Font Bank.....	12
3.11.3 Cursor Index.....	13
3.12 Set Mask.....	14
3.13 Display Image.....	15

1 Komunikacja

Komunikacja odbywa się przez interfejs RS-485.

Domyślne parametry transmisji:

- ◆ 115200 b/s
- ◆ 8 bitów danych
- ◆ kontrola parzystości
- ◆ 1 bit startu
- ◆ 1 bit stopu

Format ramki:

Preamble	Length	Payload	CRC	Postamble
----------	--------	---------	-----	-----------

- **Preamble** – 1 bajt – Znacznik początku ramki
- **Length** – 2 bajty – Ilość bajtów danych „**Payload**”
- **Payload** – x bajtów – Przesyłane dane
- **CRC** – 2 bajty – Suma kontrolna CRC
- **Postamble** – 1 bajt – Znacznik końca ramki

Preamble – Ten bajt rozpoczyna ramkę i zawsze ma wartość **0x55**

Length – Ilość bajtów danych umieszczonych w „Payload” – maksymalna wartość zależna od konfiguracji wyświetlacza (ilość paneli, rozdzielczość panelu); aktualnie max **6149 bajtów**

Payload – Opcjonalne dane przesyłane w ramce.

CRC – Suma kontrolna, zwiększająca poziom ufności poprawności odebranych danych. Chroni ona dane zawarte w polach Payload.

Postamble – Znacznik końca ramki, musi mieć wartość **0xaa**

1.1 CRC

16’to bitowa suma kontrolna obliczana jest w oparciu o wielomian 0xA001, z wartością początkowa 0xFFFF.

CRC-16

```
uint16_t crc16_update(uint16_t crc, uint8_t a)
{
    uint8_t i;
    crc ^= a;

    for (i = 0; i < 8; ++i)
    {
        if (crc & 1)
            crc = (crc >> 1) ^ 0xA001;
        else
            crc = (crc >> 1);
    }
    return crc;
}

uint16_t crc16_calc (const uint8_t *data_pointer, uint16_t data_length, const uint16_t
crc_init)
{
    uint16_t crc = crc_init;

    while(data_length--)
    {
        crc = crc16_update(crc,*(data_pointer++));
    }
    return crc;
}
```

2 Transmisja danych

Komunikacja odbywa się na zasadach master-slave, gdzie masterem jest zawsze klient. Dane komendy master'a, jak dane odpowiedzi slave'a transmitowane są w polu **Payload**.

2.1 Format komendy

Command	[Data]
---------	--------

Command – 1 bajt – rozkaz przesyłany do urządzenia
[Data] – Opcjonalne dane zależne od urządzenia i rozkazu

2.2 Format odpowiedzi

Odpowiedź na komendę:

Command	Command_status	[Raw_data]
---------	----------------	------------

Command – 1 bajt – komenda, której dotyczy odpowiedź
Command_status – 1 bajt – interpretacja komendy przez urządzenie
[Data] – Opcjonalne dane przesyłane z urządzenia

Command_status – Co „zrobiło” urządzenie z komendą:

0x80	Command OK
0x81	Unknown Command
0x82	Unable to complete Command

Command OK – Urządzenie wykonało rozkaz, w polu **[Raw_data]** znajdują się ewentualne dane

Unknown Command – Urządzenie nie zna tego rozkazu, należy sprawdzić czy nie zaszła pomyłka (kombinacja typu urządzenia, typu urządzenia, wersji software)

Unable to complete Command – Urządzenie nie jest w stanie wykonać tego rozkazu, należy sprawdzić typ urządzenia oraz wersje firmware

3 Komendy

Lista aktualnie zdefiniowanych komend:

0x10	Get Device Info
0x11	Set Light Level
0x12	Clear Display
0x13	Clear Display Buffer
0x14	Refresh Display
0x15	Set Point
0x16	Fill Block
0x17	Clear Custom Graphics
0x18	Upload Custom Graphics
0x19	Select Graphics
0x1a	Print String
0x1b	Set Mask

3.1 Get Device Info

Pobranie danych identyfikujących

Format rozkazu:

Brak dodatkowych danych

Format odpowiedzi:

Device Type	<i>uint8_t</i>	Typ urządzenia
Device Subtype	<i>uint8_t</i>	Podtyp urządzenia
Firmware Version aa	<i>uint8_t</i>	Główny numer wersji oprogramowania aa.bb (BCD)
Firmware Version bb	<i>uint8_t</i>	Dodatkowy numer wersji oprogramowania aa.bb (BCD)
Resolution X	<i>uint8_t</i>	Rozdzielczość wyświetlacza w poziomie (pixele)
Resolution Y	<i>uint8_t</i>	Rozdzielczość wyświetlacza w pionie (pixele)
Status	<i>uint8_t</i>	Reserved; obecnie wartość 0x00

Tablica LED złożona z trzech modułów o rozdzielczości 64x32 jest urządzeniem typu 1 i podtypu 1.

3.2 Set Light Level

Ustawienie jasności wyświetlacza. Wyświetlacz startuje z jasnością „0”, czyli nic nie wyświetla. Aktualnie hardware realizuje tylko trzy poziomy jasności, więc przesyłanie „0” – dla wyłączenia, „50” – połowa mocy i „100”. W fazie prac rozszerzenie do 5 stopni z krokiem 25%.

Oczywiście można też aktualnie przesyłać inne wartości, zostaną one zaokrąglone do tego, co hardware jest w stanie zrobić (np. przesłanie „90” załączy pełną moc).

Format rozkazu:

Set Light Level	<i>uint8_t</i>	Komenda
Light Level	<i>uint8_t</i>	Procentowa wartość jasności z zakresu 0...100.

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

3.3 Clear Display

Wygaszenie wszystkich pikseli wyświetlacza.

Format rozkazu:

Brak dodatkowych danych

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

3.4 Clear Display Buffer

Wyczyszczenie bufora roboczego generacji obrazu.

Format rozkazu:

Brak dodatkowych danych

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

3.5 Refresh Display

Wygenerowanie obrazu w oparciu o bufor roboczy.

Wszystkie komendy operujące na „zawartości obrazu” w istocie operują na buforze roboczym. W trakcie wykonywania tych operacji obraz wyświetlany jest o równolegle w oparciu o bufor obrazu. Komenda *Refresh Display* generuje zawartość bufora obrazu, zachowując zawartość bufora roboczego. Operację tę można wykonać także ustawiając odpowiednią wartość w polach komend „rysujących” (patrz dalsze komendy).

Format rozkazu:

Brak dodatkowych danych

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

3.6 Set Point

Ustawienie wartości piksela w buforze roboczym.

Format rozkazu:

Set Point	<i>uint8_t</i>	Komenda
X	<i>int16_t</i>	Współrzędna pozioma punktu.
Y	<i>int16_t</i>	Współrzędna pionowa punktu.
Color	<i>uint8_t</i>	Wartość piksela w formacie 0bxxR ₁ R ₀ G ₁ G ₀ B ₁ B ₀ , gdzie: <ul style="list-style-type: none">• R₁R₀ - dwubitowa wartość składowej czerwonej• G₁G₀ - dwubitowa wartość składowej zielonej• B₁B₀ - dwubitowa wartość składowej niebieskiej
Refresh Display	<i>uint8_t</i>	<ul style="list-style-type: none">• 0x00 – nie odświeżaj ekranu• 0xaa – wygeneruj bufor obrazu z bufora roboczego po wykonaniu komendy

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

W komendach operujących na buforze roboczym wartości współrzędnych są typu *int16_t*. Współrzędne (0,0) określają lewy górny piksel tablicy i rosną w kierunkach, odpowiednio, prawym i dolnym. Istnieje możliwość podania współrzędnych ujemnych, jak i współrzędnych wykraczających poza zakres tablicy, niemniej w buforze roboczym ustawione zostaną tylko te piksele, które mieszczą się w zakresie

rozdzielczości wyświetlacza. Ma to znaczenie w przypadku komend operujących na większej niż 1 ilości pikseli.

3.7 Fill Block

Wypełnienie ustawionym kolorem zdefiniowanego pola w buforze roboczym.

Format rozkazu:

Fill Block	<i>uint8_t</i>	Komenda
X	<i>int16_t</i>	Współrzędna pozioma lewego górnego punktu pola.
Y	<i>int16_t</i>	Współrzędna pionowa lewego górnego punktu pola.
Length_X	<i>int16_t</i>	Rozdzielczość pozioma pola; Length_X >= 1
Length_Y	<i>int16_t</i>	Rozdzielczość pionowa pola; Length_Y >= 1
Color	<i>uint8_t</i>	Wartość piksela w formacie 0bxxR ₁ R ₀ G ₁ G ₀ B ₁ B ₀ , gdzie: <ul style="list-style-type: none">• R₁R₀ - dwubitowa wartość składowej czerwonej• G₁G₀ - dwubitowa wartość składowej zielonej• B₁B₀ - dwubitowa wartość składowej niebieskiej
Refresh Display	<i>uint8_t</i>	<ul style="list-style-type: none">• 0x00 – nie odświeżaj ekranu• 0xaa – wygeneruj bufor obrazu z bufora roboczego po wykonaniu komendy

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

Ustawienie wartości **Length_X** = 1 spowoduje wyrysowanie linii poziomej; analogicznie ustawienie wartości **Length_Y** = 1 spowoduje wyrysowanie linii pionowej. Dla **Length_X** >1 oraz **Length_Y** >1 wypełnieni ma kształt prostokąta.

3.8 Clear Custom Grphics

Kasowanie bufora obrazów użytkownika.

Format rozkazu:

Brak dodatkowych danych

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

Kontroler ma zaplikowany w RAM bufor mogący pomieścić jeden obraz o rozdzielczości tablicy lub większą ilość mniejszych obrazów. Instrukcja kasuje ten bufor, zwalniając miejsce na nowe obrazy użytkownika.

3.9 Upload Custom Graphics

Wysłanie obrazu do zapisania w buforze obrazów użytkownika. Obraz musi mieć rozdzielczość nie większą niż rozdzielczość tablicy.

Format rozkazu:

Upload Custom Graphics	<i>uint8_t</i>	Komenda
Graphics Data	<i>GD_t</i>	Dane obrazu w formacie jak powyżej.

Format odpowiedzi:

Uploaded Graphics Index	<i>uint8_t</i>	Index obrazu w buforze obrazów użytkownika.
--------------------------------	----------------	---

Wysłania obrazu o rozmiarze przekraczającym wolne miejsce w buforze spowoduje odrzucenie komendy i odpowiedź „*Unable to complete Command*”.

3.9.1 Format obrazu *GD_t*

Format przesyłanego obrazu:

Length_X	<i>uint16_t</i>	Rozdzielczość obrazu w poziomie.
Length_Y	<i>uint16_t</i>	Rozdzielczość obrazu w pionie.
Pixels Data	<i>uint8_t[]</i>	Tablica wartości kolorów pikseli, w formacie 0bA ₁ A ₀ R ₁ R ₀ G ₁ G ₀ B ₁ B ₀ , gdzie: <ul style="list-style-type: none">• A₁A₀ - dwubitowa wartość składowej przezroczystości• R₁R₀ - dwubitowa wartość składowej czerwonej• G₁G₀ - dwubitowa wartość składowej zielonej• B₁B₀ - dwubitowa wartość składowej niebieskiej

Składowa przezroczystości wartości koloru piksela zaimplementowana jest w sposób uproszczony i działa następująco:

- jeżeli A₁A₀ == 0, wartość piksela przepisywana jest do bufora roboczego
- jeżeli A₁A₀ != 0:
 - jeżeli R₁R₀G₁G₀B₁B₀ != 0, wartość piksela przepisywana jest do bufora roboczego
 - jeżeli R₁R₀G₁G₀B₁B₀ == 0, wartość w buforze roboczym pozostaje niezmienną.

W skrócie, dla pikseli o wartości 0 (wygaszenie) składowa *Alpha* decyduje czy piksel w buforze roboczym ma być wygaszony, czy pozostać niezmienionym, co czyni piksel o obrazie przezroczystym. Ten prosty mechanizm pozwala na nienadpisywanie tła przez określone piksele obrazu użytkownika.

3.10 Select Graphics

Kopiowanie do bufora roboczego obrazu z bufora obrazów użytkownika.

Format rozkazu:

Select Graphics	<i>uint8_t</i>	Komenda
X	<i>int16_t</i>	Docelowa współrzędna pozioma lewego górnego punktu obrazu.
Y	<i>int16_t</i>	Docelowa współrzędna pionowa lewego górnego punktu obrazu.
Graphics Index	<i>uint8_t</i>	Indeks obrazu w buforze obrazów użytkownika.
Refresh Display	<i>uint8_t</i>	<ul style="list-style-type: none">• 0x00 – nie odświeżaj ekranu• 0xaa – wygeneruj bufor obrazu z bufora roboczego po wykonaniu komendy

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych

Podanie indeksu obrazu wykraczającego poza zakres istniejących indeksów spowoduje odrzucenie komendy i odpowiedź „*Unable to complete Command*”.

3.11 Print String

„Wypisuje” zadany tekst w buforze roboczym obrazu.

Format rozkazu:

Fill Block	<i>uint8_t</i>	Komenda
X	<i>int16_t</i>	Współrzędna pozioma początku tekstu.
Y	<i>int16_t</i>	Współrzędna pionowa początku tekstu.
Color	<i>uint8_t</i>	Kolor czcionki $0bA_1A_0R_1R_0G_0B_1B_0$, gdzie: <ul style="list-style-type: none">• A_1A_0 - dwubitowa wartość składowej przezroczystości• R_1R_0 - dwubitowa wartość składowej czerwonej• G_1G_0 - dwubitowa wartość składowej zielonej• B_1B_0 - dwubitowa wartość składowej niebieskiej
Font Bank	<i>uint8_t</i>	Wybrany zbiór czcionek.
Refresh Display	<i>uint8_t</i>	<ul style="list-style-type: none">• 0x00 – nie odświeżaj ekranu• 0xaa – wygeneruj bufor obrazu z bufora roboczego po wykonaniu komendy
String	<i>uint8_t[]</i>	Tablica znaków zakończona znakiem końca tekstu ('\0'); polskie znaki kodowane w standardzie Windows-1250 (CP-1250).

Format odpowiedzi:

Cursor Index	<i>uint8_t</i>	Współrzędna pierwszej kolumny za wygenerowanym tekstem.
---------------------	----------------	---

Brak znaku końca tekstu jako ostatniego w tablicy znaków spowoduje odrzucenie komendy i odpowiedź „*Unable to complete Command*”.

3.11.1 Kolor czcionki

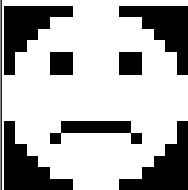
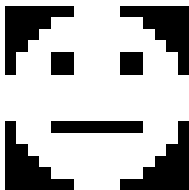

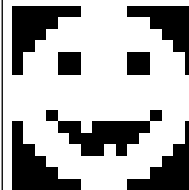
Składowe $R_1R_0G_0B_1B_0$ definiują kolor aktywnych pikseli wyświetlanej czcionki. Składowa przezroczystości A_1A_0 decyduje, czy tło czcionki ma być ustawione na 0 (wygaszone) czy pozostawione takim jakim jest.

Ustawienie składowej przezroczystości na wartość różną od 0 a składowych koloru na 0 (np. 0b11000000) pozwala na generowanie „czarnych” znaków na kolorowym tle.

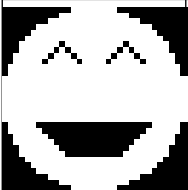

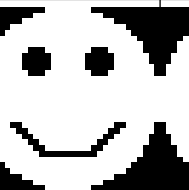
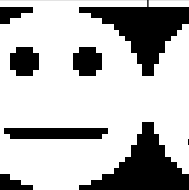



3.11.2 Font Bank

W kontrolerze zaimplementowano następujące zbiory znaków:

- Bank 0
 - wysokość: 8 pikseli; podstawowa wysokość znaków wynosi 6 pikseli; po 1 pikselu od góry i od dołu wolnym na wyświetlanie „ogonków”, „kresiek” i „kropek” oraz odstęp między liniami
 - długość: zmienna
 - pełen zestaw znaków alfanumerycznych wraz z polskimi literami
 - symbole: ! „ % ‘ * + , - . / : ; < = > ? @ °
- Bank 1
 - wysokość: 16 pikseli; podstawowa wysokość znaków wynosi 10 pikseli; po 3 piksele od góry i od dołu wolne na wyświetlanie „ogonków”, „kresiek” i „kropek” oraz odstęp między liniami
 - długość: zmienna
 - pełen zestaw znaków alfanumerycznych wraz z polskimi literami
 - symbole: ! „ % ‘ * + , - . / : ; < = > ? @ °
- Bank 2
 - wysokość: 13 pikseli; podstawowa wysokość znaków wynosi 12 pikseli; 1 pikselu od dołu wolny na odstęp między liniami
 - długość: zmienna
 - cyfry: 0 do 9; litery: C R h
 - symbole: % - . : °
- Bank 3
 - wysokość: 16 pikseli
 - długość: 16 pikseli
 - zestaw czterech emotek indeksowanych od znaku ‘A’

A	B	C	D
			

- Bank 4
 - wysokość: 32 pikseli
 - długość: 32 pikseli
 - zestaw siedmiu emotek indeksowanych od znaku 'A'

A	B	C	D	E	F	G
						

Znaki nie występujące w wybranym banku wyświetlane są jako puste miejsca (spacja).

3.11.3 Cursor Index

Komenda **Print String** zwraca współrzędną pierwszej wolnej kolumny za wyświetlonym tekstem. Pozwala to, przy zmiennej długości czcionek, na kilkietapowe składanie tekstu do wyświetlenia przy braku znajomości długości poszczególnych znaków.

3.12 Set Mask

Ustawienie maski na operacje wykonywane na buforze roboczym obrazu.

Format rozkazu:

Set Mask	<i>uint8_t</i>	Komenda
Set Mask Cmd Mode	<i>uint8_t</i>	<ul style="list-style-type: none">• 0x00 - ustaw maskę domyślną• 0x88 – ustaw zadane granice
X Left Boundary	<i>int16_t</i>	Lewa współrzędna pola maski.
X Right Boundary	<i>int16_t</i>	Prawa współrzędna pola maski.
Y Top Boundary	<i>int16_t</i>	Górna współrzędna pola maski.
Y Bottom Boundary	<i>int16_t</i>	Dolna współrzędna pola maski.

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych.

Ustawienie maski powoduje, że piksele poza zdefiniowanym w masce polem nie będą modyfikowane podczas operacji na buforze roboczym obrazu.

Maska domyślna pokrywa całe pole wyświetlacza w buforze roboczym obrazu.

Rozkazy, na które działa maskowanie:

- **Select Graphics**
- **Print String**

3.13 Display Image

Wysłanie obrazu do wyświetlenia (zapisania w buforze roboczym obrazu).

Format rozkazu:

Fill Block	<i>uint8_t</i>	Komenda
X	<i>int16_t</i>	Współrzędna pozioma lewego górnego punktu obrazu. $0 \leq X < \text{Resolution X}$.
Y	<i>int16_t</i>	Współrzędna pionowa lewego górnego punktu obrazu. $0 \leq Y < \text{Resolution Y}$.
Length_X	<i>uint16_t</i>	Rozdzielczość obrazu w poziomie.
Length_Y	<i>uint16_t</i>	Rozdzielczość obrazu w pionie .
Refresh Display	<i>uint8_t</i>	<ul style="list-style-type: none">• 0x00 – nie odświeżaj ekranu• 0xaa – wygeneruj bufor obrazu z bufora roboczego po wykonaniu komendy
Pixels Data	<i>uint8_t[]</i>	Tablica wartości kolorów pikseli, w formacie 0bxxR ₁ R ₀ G ₀ B ₁ B ₀ , gdzie: <ul style="list-style-type: none">• R₁R₀ - dwubitowa wartość składowej czerwonej• G₁G₀ - dwubitowa wartość składowej zielonej• B₁B₀ - dwubitowa wartość składowej niebieskiej

Format odpowiedzi:

Brak dodatkowych danych.

Próba wyświetlenia obrazu wykraczającego, ze względu na współrzędne i/lub rozdzielczość, poza ekran, spowoduje odrzucenie komendy i odpowiedź „*Unable to complete Command*”.