



### Najważniejsze parametry:

- wbudowany 8-poziomy, 14-segmentowy wyświetlacz LCD,
- sterowanie za pośrednictwem kontrolera PCA8551A,
- interfejs: I<sup>2</sup>C (złącza zgodne ze standardami QWIIC oraz Grove),
- napięcie zasilania: 3,3...5 V,

- częstotliwość odświeżania: 32...128 Hz,
- obsługa trybu automatycznego migania: 0,5...2 Hz.

\* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB),
  - wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja,
  - wersja [UK] – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

W ofercie AVT\*

**AVT6050**

# Ekspander wyświetlacza 14 segmentowego LCD z interfejsem I<sup>2</sup>C

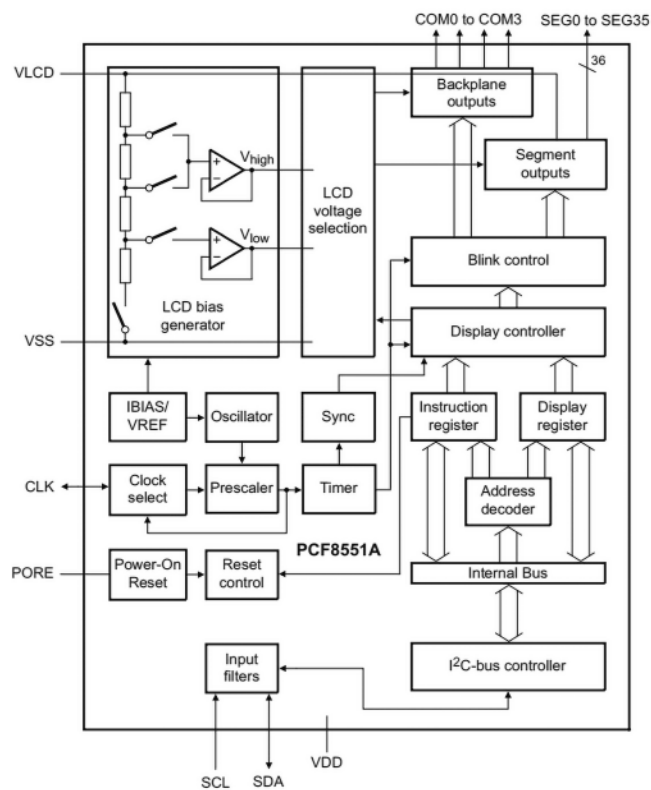
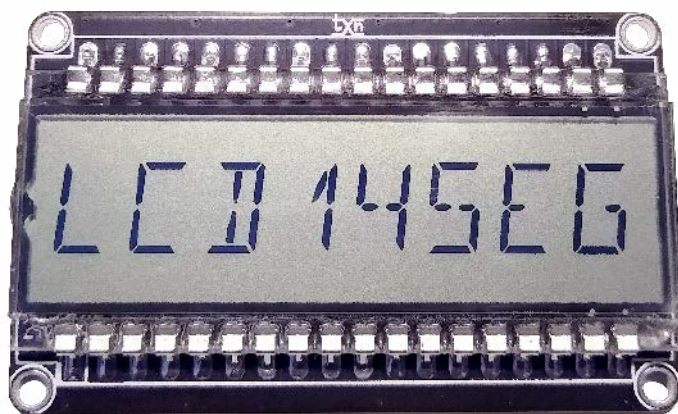
Zaprezentowany *minimoduł ze sterownikiem 14-segmentowego wyświetlacza LCD i interfejsem I<sup>2</sup>C jest przydatny, gdy zastosowany procesor nie ma wbudowanego kontrolera, a zależy nam na wyświetleniu niewielkiej ilości informacji.*

Zastosowany wyświetlacz VIM-878 używany jest w zestawach uruchomieniowych, szczególnie tych, w których położono nacisk na niski pobór mocy. Dlaczego więc nie mielibyśmy użyć go we własnych aplikacjach? Do tego właśnie służy opisany w artykule ekspander. Ośmiem cyfr składających się z 14 segmentów pozwalała na wyświetlenie nie tylko cyfr, ale i liter oraz znaków specjalnych, a zastosowany w układzie wyspecjalizowany kontroler PCA551A upraszcza sterowanie. Moduł jest zgodny z Raspberry Pi Pico, płytkami na bazie STM32, Arduino i wieloma innymi.

Do sterowania wyświetlaczem zastosowano kontroler PCA8551A, którego strukturę wewnętrzną pokazuje **rysunek 1**.

PCA8551A zawiera układ drivera i polaryzacji wyświetlacza LCD pracującego w trybie multipleksowym. Umożliwia wysterowanie do 35 segmentów (SEG) z maksymalnie czterema elektrodami wspólnymi (COM). Układ obsługuje tryb statyczny i multipleksowany 1:2/3/4 wraz z generowaniem napięcia zasilającego elektrody wspólne. PCA8551A ma wbudowany generator taktujący, obwody resetu (POR) oraz rejestry pamięci przechowujące kształt wyświetlanego znaku. Nie zabrakło oczywiście kontrolera interfejsu I<sup>2</sup>C o szybkości transmisji do 400 kHz. Dostępna jest też wersja PCA8551B z łączem SPI.

Schemat układu pokazano na **rysunku 2**. Układ U2 taktowany jest wbudowanym generatorem. Magistrala I<sup>2</sup>C doprowadzona została do złączy I<sup>2</sup>C/I<sup>2</sup>CA zgodnych ze standardami QWIIC/Grove. PCA8551A widoczny jest na magistrali I<sup>2</sup>C pod adresem ustalonym na 0x38. Moduł wymaga zasilania w zakresie 3,3...5 V, a wbudowane w U2 obwody resetu POR (aktywowane stanem wysokim wyprowadzenia PORE) zapewniają prawidłowy restart po włączeniu zasilania. Stabilizator U1 doprowadza zasilanie 3 V do wyświetlacza LCD niezależnie od napięcia zasilającego U2, co zapewnia elastyczność aplikacji. Do wyprowadzeń SEG0..31 podłączone zostały segmenty wyświetlacza LCD, zaś elektrody wspólne współpracują z wyprowadzeniami COM0...3. Warto zauważyć, że nie jest zachowana kolejność połączeń z wyświetlaczem – schemat uwzględnia bowiem możliwie prostą mozaikę obwodu drukowanego, gdyż i tak przypisanie segmentów można uporządkować programowo. Model



**Rysunek 1. Struktura wewnętrzna PCA8551A (za notą NXP)**

### Wykaz elementów:

**Rezystory:** (SMD 0603)  
R1, R2: 10 kΩ

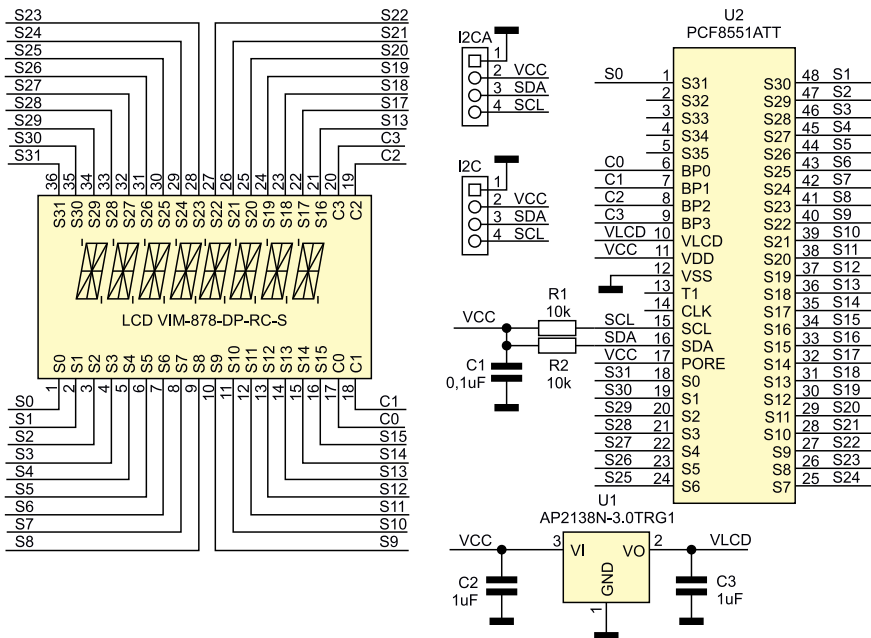
**Kondensatory:** (SMD 0603, 10 V, X7R)  
C1: 100 nF  
C2, C3: 1 μF

### Półprzewodniki:

U1: AP2138N-3.0TRG1 (SOT-23)  
U2: PCF8551ATT (TSSOP48\_050)

### Pozostałe:

I<sup>2</sup>C: złącze JST 1 mm  
I<sup>2</sup>CA: złącze Grove SMD kątowe  
LCD: wyświetlacz LCD 8×14 segmentów (typ: VIM-878-DP-RC-S-LV)



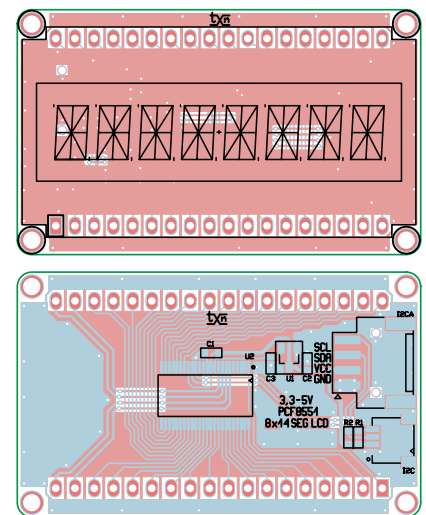
Rysunek 2. Schemat ideowy układu

współpracuje z miniaturowym wyświetlaczem VIM-878-DP-RC-S-LV, który umożliwi wyświetlenie ośmiu znaków czternastosegmentowych o wysokości 7 mm, wraz z przecinkami i separatorem dziesiątek (apostrofem).

Układ zmontowany jest na niewielkiej dwustronnej płytce drukowanej – rozmieszczenie elementów na PCB pokazano na **rysunkach 3a** i **3b**. Montaż jest typowy i nie wymaga dokładniejszego opisu. Podczas montażu należy zachować wymogi ESD, gdyż układ PCF i wyświetlacz mogą zostać uszkodzone przez ładunki statyczne. Przed przylutowaniem wyświetlacza warto ustalić mechanicznie jego położenie za pomocą paska samoprzylepnej dwustronnej taśmy piankowej, unikając przy tym naprężania wyprowadzeń drutowych tego delikatnego komponentu. Zmontowany moduł można zobaczyć na fotografii tytułowej.

Tabela 1. Przypisanie segmentów LCD

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	Rejestr
	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	0x04
	DP4	M4	DP3	M3	DP2	M2	DP1	M1	
	S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	0x05
	DP8	M8	DP7	M7	DP6	M6	DP5	M5	
	S23	S22	S21	S20	S19	S18	S17	S16	0x06
	D6	L5	D6	L6	D7	L7	D8	L8	
	S31	S30	S29	S28	S27	S26	S25	S24	0x07
	D1	L1	D2	L2	D3	L3	D4	L4	
	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	0x09
	C4	N4	C3	N3	C2	N2	C1	N1	
	S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	0x0A
	C8	N8	C7	N7	C6	N6	C5	N5	
	S23	S22	S21	S20	S19	S18	S17	S16	0x0B
	E5	K5	E6	K6	E7	K7	E8	K8	
	S31	S30	S29	S28	S27	S26	S25	S24	0x0C
	E1	K1	E2	K2	E3	K3	E4	K4	
	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	0x0E
	B4	G4	B3	G3	B2	G2	B1	G1	
	S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	0x0F
	B8	G8	B7	G7	B6	G6	B5	G5	
	S23	S22	S21	S20	S19	S18	S17	S16	0x10
	F5	J5	F6	J6	F7	J7	F8	J8	
	S31	S30	S29	S28	S27	S26	S25	S24	0x11
	F1	J1	F2	J2	F3	J3	F4	J4	
	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	0x13
	A4	H4	A3	H3	A2	H2	A1	H1	
	S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	0x14
	A8	H8	A7	H7	A6	H6	A5	H5	
	S23	S22	S21	S20	S19	S18	S17	S16	0x15
	CA5	I5	CA6	I6	CA7	I7	CA8	I8	
	S31	S30	S29	S28	S27	S26	S25	S24	0x16
	CA1	B1	CA2	B2	CA3	B3	CA4	B4	

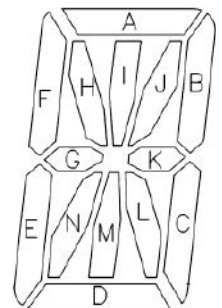


Rysunek 3. Rozmieszczenie elementów na płycie modułu (a – strona górna, b – strona dolna)

Do sterowania konieczna jest konfiguracja układu oraz przypisanie segmentów LCD. Literowe oznaczenia poszczególnych pól wyświetlacza 14-segmentowego zobrazowano na **rysunku 5**. Znaki ponumerowane są od lewej strony wyświetlacza cyframi 1...8.

Sterowanie wyświetlaczem odbywa się poprzez rejestry PCA8551A – ich mapę pokazano na **rysunku 6**.

Układ udostępnia cztery rejestry sterujące pod adresami 0x00...0x03 i 20 rejestrów przechowujących kształt wyświetlonego znaku przypisanego do elektrody wspólnej (0x04...0x17). W przypadku wyświetlacza typu VIM-878 tryb multipleksowania oraz napięcia elektrod (MUX=1:4, BIAS=1/3) odpowiadają ustawieniom domyślnym PCA8551A. Aby uruchomić wyświetlanie, wystarczy określić częstotliwość odświeżania z zakresu 32 Hz...128 Hz (FF[1:0], domyślnie 64 Hz), załączyć oscylator OSC w rejestrze kontrolnym Device\_Ctrl(0x01), skonfigurować tryb



Rysunek 4. Oznaczenie segmentów LCD

Register name	Address	Bits
AP[4:0]	7	6 5 4 3 2 1 0
<b>Command registers</b>		
Software_reset	00h	SR[7:0]
Device_ctrl	01h	0 0 0 0 FF[1:0] OSC COE
Display_ctrl_1	02h	0 0 0 0 BOOST MUX[1:0] B DE
Display_ctrl_2	03h	0 0 0 0 0 BL[1:0] INV
<b>Display data registers</b>		
COM0	04h	SEG7 SEG6 SEG5 SEG4 SEG3 SEG2 SEG1 SEG0
	05h	SEG15 SEG14 SEG13 SEG12 SEG11 SEG10 SEG9 SEG8
	06h	SEG23 SEG22 SEG21 SEG20 SEG19 SEG18 SEG17 SEG16
	07h	SEG31 SEG30 SEG29 SEG28 SEG27 SEG26 SEG25 SEG24
COM1	08h	- - - - SEG35 SEG34 SEG33 SEG32
	09h	SEG7 SEG6 SEG5 SEG4 SEG3 SEG2 SEG1 SEG0
	0Ah	SEG15 SEG14 SEG13 SEG12 SEG11 SEG10 SEG9 SEG8
	0Bh	SEG23 SEG22 SEG21 SEG20 SEG19 SEG18 SEG17 SEG16
COM2	0Ch	SEG31 SEG30 SEG29 SEG28 SEG27 SEG26 SEG25 SEG24
	0Dh	- - - - SEG35 SEG34 SEG33 SEG32
	0Eh	SEG7 SEG6 SEG5 SEG4 SEG3 SEG2 SEG1 SEG0
	0Fh	SEG15 SEG14 SEG13 SEG12 SEG11 SEG10 SEG9 SEG8
COM3	10h	SEG23 SEG22 SEG21 SEG20 SEG19 SEG18 SEG17 SEG16
	11h	SEG31 SEG30 SEG29 SEG28 SEG27 SEG26 SEG25 SEG24
	12h	- - - - SEG35 SEG34 SEG33 SEG32
	13h	SEG7 SEG6 SEG5 SEG4 SEG3 SEG2 SEG1 SEG0
	14h	SEG15 SEG14 SEG13 SEG12 SEG11 SEG10 SEG9 SEG8
	15h	SEG23 SEG22 SEG21 SEG20 SEG19 SEG18 SEG17 SEG16
	16h	SEG31 SEG30 SEG29 SEG28 SEG27 SEG26 SEG25 SEG24
	17h	- - - - SEG35 SEG34 SEG33 SEG32

Rysunek 5. Mapa rejestrów PCF8561A (za notą NXP)

```

pi@Pi4:~$ i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  38  --  --  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
50:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --

```

Rysunek 6. Detekcja układu PCA8551A

pracy podłączonego wyświetlacza: BOOST, MUX[1:0], B(BIAS) w rejestrze kontrolnym Device\_Ctrl\_1(0x02) oraz aktywować sterownik DE. Dodatkowo można wykorzystać tryb automatycznego migania BL[1:0] z częstotliwością w zakresie 0,5...2 Hz oraz określić tryb sterowania kompensujący składową stałą INV (linia/ramka) w Device\_Ctrl\_2(0x03). Szczegółowy opis rejestrów zamieszczono w karcie katalogowej PCA8551A dołączonej do materiałów dodatkowych.

Do sterowania segmentami LCD wykorzystane są rejestry COM0..3, w związku z wykorzystaniem wyprowadzeń SEG0..31, aktywne są tylko cztery z pięciu rejestrów każdego zestawu COM pod adresami 0x04-0x07, 0x09-0x0C, 0x0E-0x11 i 0x13-0x16. Przypisanie fizycznych segmentów LCD przedstawiono w tabeli 1.

Po prawidłowym montażu moduł LCD nie wymaga uruchamiania. W celu szybkiego sprawdzenia działania nakładki, zmontowaną płytkę można podłączyć do Raspberry Pi, co pozwoli zweryfikować obecność modułu na magistrali poleceniem:

```
i2cdetect -y 1
```

którego wynik działania widać na rysunku 6.

Jeżeli układ jest dostępny na magistrali, możemy określić parametry wyświetlania (MUX, BIAS, BL) w rejestrach konfiguracyjnych:

```
i2cset -y 1 0x38 0x01 0x00
```

```
i2cset -y 1 0x38 0x02 0x01
```

```
i2cset -y 1 0x38 0x03 0x00
```

oraz wysterować testowo wszystkie segmenty LCD:

```
i2cset -y 1 0x38 0x04 0xFF
```

..

```
i2cset -y 1 0x38 0x16 0xFF
```

można też wypróbować tryb migania:

```
i2cset -y 1 0x38 0x03 0x06
```

Wszystkie polecenia można wykonać skryptem pca8551a.sh z listingu 1.

Efekt działania skryptu pokazano na fotografii tytułowej. W pierwszej kolejności zaświecone (miganie 1 Hz) są wszystkie segmenty,

```

#!/bin/bash
#PCA8551A test 8x14seg
echo "PCA8551 Test - '8.'8.'8.'8.'8.'8.'8.'8. blink"
i2cset -y 1 0x38 0x01 0x00
i2cset -y 1 0x38 0x02 0x01
i2cset -y 1 0x38 0x03 0x06

i2cset -y 1 0x38 0x04 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x05 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x06 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x07 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x09 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x0A 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x0B 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x0C 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x0E 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x0F 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x10 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x11 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x13 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x14 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x15 0xFF
i2cset -y 1 0x38 0x16 0xFF
sleep 2

echo "PCA8551a Test - LCD14SEG"
i2cset -y 1 0x38 0x03 0x00
i2cset -y 1 0x38 0x04 0x10
i2cset -y 1 0x38 0x05 0x00
i2cset -y 1 0x38 0x06 0x2A
i2cset -y 1 0x38 0x07 0xA8

i2cset -y 1 0x38 0x09 0xA0
i2cset -y 1 0x38 0x0A 0x8A
i2cset -y 1 0x38 0x0B 0x5B
i2cset -y 1 0x38 0x0C 0xA0
i2cset -y 1 0x38 0x0E 0xA0
i2cset -y 1 0x38 0x0F 0x17
i2cset -y 1 0x38 0x10 0xAA
i2cset -y 1 0x38 0x11 0xA1
i2cset -y 1 0x38 0x13 0x28
i2cset -y 1 0x38 0x14 0xA8
i2cset -y 1 0x38 0x15 0x00
i2cset -y 1 0x38 0x16 0x04

echo "Quit"

```

Listing 1. Skrypt testowy PCA8551A

co pozwala skontrolować poprawność montażu. Następnie wyświetlony zostanie tekst „LCD14SEG”.

Podczas testów pobór prądu modułu (zasilanego napięciem 3,3...5 V), w którym wysterowano wszystkie segmenty, wynosił poniżej 5,5 µA przy odświeżaniu 32 Hz i wzrastał do 15,5 µA przy częstotliwości odświeżania 128 Hz. W trybie wyłączonego wyświetlania (DE=0) pobór prądu wynosił poniżej 1 µA, co w praktyce sprowadza się głównie do prądu spoczynkowego stabilizatora U1. Niskie zużycie energii pozwala zasilać wyświetlacz z niewielkiej baterii przez długi czas.

Jeżeli wszystko działa poprawnie, można moduł wykorzystać we własnej aplikacji – powodzenia.

**Adam Tatuś, EP**