

„Klocki” RS485, część 5

W ostatniej części artykułu opisujemy budowę dwóch modułów terminalowych, za pomocą których można wyświetlać dane przesyłane magistralą RS485. Pierwszy z prezentowanych modułów służy do sterowania czterech wyświetlaczy LED, a drugi alfanumerycznego wyświetlacza LCD.

Rekomendacje: „klocki” RS485 polecamy szczególnie tym Czytelnikom, którzy muszą przysyłać dane na duże odległości z relatywnie dużą prędkością.



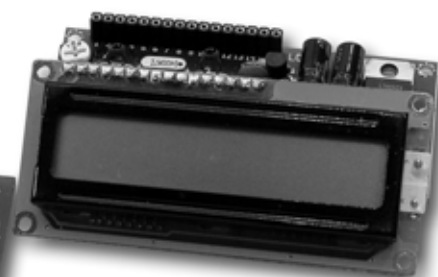
Moduł terminala z wyświetlaczem LED AVT-537

Moduł z wyświetlaczem LED może służyć do wyświetlania wyników pomiarów wykonanych na przykład za pomocą karty wejść analogowych. Wszystkie wyświetlacze mają kropki dziesiętne i każda może być zapalana i gaszona. Sterownik wyświetlacza umożliwia dwustronną komunikację, dzięki czemu można do niego zapisywać dane do wyświetlenia, jak również odczytywać aktualnie wyświetlane cyfry i stan kropek dziesiętnych.

Budowa

Moduł wyświetlacza LED składa się z dwóch płytek: płytki sterownika i płytki wyświetlaczy siedmiosegmentowych.

Na rys. 20 przedstawiono schemat elektryczny sterownika wyświetlaczy. Układem sterującym modulem jest mikrokontroler typu PIC16F872, umieszczony w obudowie 28-nóżkowej. Posiada on wystarczającą do sterowania wyświetlaczami liczbę wyprowadzeń, a jednocześnie zajmuje niewiele miejsca na płytce. Linie portów mikrokontrolera mogą być obciążane prądem o maksymalnej wartości 25 mA, zarówno w stanie jednocyfrowym jak i zera logicznego, dlatego też sterują bezpośrednio kolumnami wyświetlaczy, bez konieczności stosowania dodatkowych układów wzmacniających. Obsługa wyświetlaczy jest realizowana w trybie multipleksowym. Pozwala to m.in. ograniczyć prąd pobierany przez moduł. W obwodzie anodowym wyświetlaczy płynie prąd o wartości około 70 mA, dlatego do sterowania nimi zastosowano klucze tranzystorowe umieszczone na płytce wyświet-



laczy (rys. 21). Mikrokontroler pracuje z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4 MHz. Do jego zerowania po włączeniu zasilania zastosowano układ typu DS1813 (US3).

Za konwersję sygnałów występujących w linii transmisyjnej (o standardzie RS485) na standard TTL odpowiada układ MAX485 (US2). Dokonuje on również konwersji z poziomów TTL na poziomy RS485. W czasie spoczynku układ ten pracuje w trybie odbiornika, ponieważ na wejściach DE i !RE występuje poziom niski wymuszony przez wyjście procesora. Przełączenie w tryb nadawania układu MAX485 następuje tylko na czas wysyłania danych przez moduł wyświetlaczy LED, a następnie zostaje przywrócony tryb odbioru, aby nie blokować linii transmisyjnej.

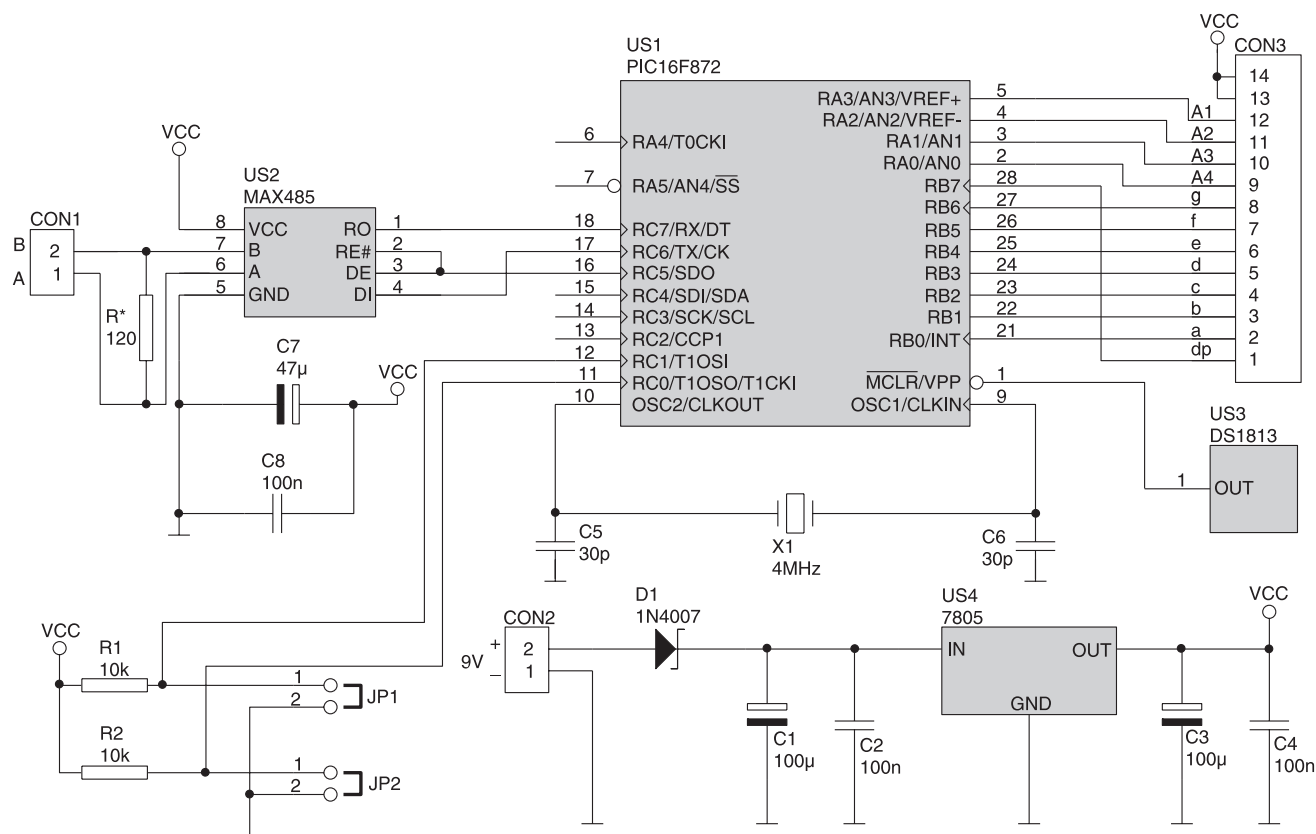
Dodatkowy rezystor R* służy do zapewnienia dopasowania linii i powinien być zamontowany jedynie w jednym module, najbardziej oddalonym od nadajnika (np. opisanego wcześniej konwertera RS232<->RS485). O jego montażu należy jednak zdecydować po pod-

Klocki RS485 to:

- **AVT-530** - konwerter RS232<->RS485,
- **AVT-531** - karta przekaźników,
- **AVT-532** - karta triaków,
- **AVT-533** - karta wyjść cyfrowych (aktywne GND),
- **AVT-534** - karta wyjść cyfrowych (aktywne VCC),
- **AVT-535** - karta wejść cyfrowych,
- **AVT-536** - 8-wejściowa karta wejść analogowych,
- **AVT-537** - 4-cyfrowy wyświetlacz LED,
- **AVT-538** - 32-znakowy wyświetlacz LCD.

Tab. 9. Znaki możliwe do wyświetlenia przez wyświetlacze LED i ich reprezentacja szesnastkowa

Wybrany znak	Kod (hex)	Wyświetlony znak
0	0x30	0
1	0x31	1
2	0x32	2
3	0x33	3
4	0x34	4
5	0x35	5
6	0x36	6
7	0x37	7
8	0x38	8
9	0x39	9
-	0x2D	- (minus)
Spacja	0x20	Wygaszony



Rys. 20. Schemat elektryczny płytki sterownika wyświetlacza LED

łączeniu wszystkich modułów, gdyż podczas testów okazał się zbędny. Zworka JP1 służy do zmiany podstawowego adresu, pod którym będzie się zgłaszał wyświetlacz LED, natomiast zworka JP2 umożliwia powrót do podstawowego adresu. Rezystory R1 i R2 podciągają wejścia RC0 i RC1 do plusa zasilania. Opis zmiany podstawowego adresu karty wyjść cyfrowych zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu, gdyż dla wszystkich modułów przebiega w taki sam sposób.

Na płycie wyświetlaczy znajdują się cztery wyświetlacze sied-

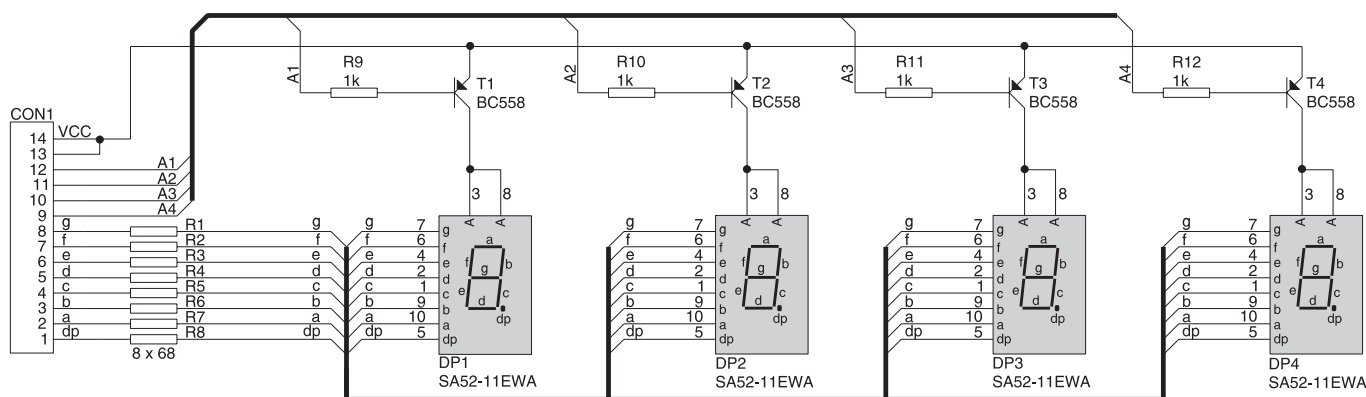
miosegmentowe o wysokości 13 mm (DP1...DP4), rezystory ograniczające prąd płynący przez diody wyświetlaczy (R1...R8) i tranzystory sterujące anodami wyświetlaczy (T1...T4). Ponadto znajdują się rezystory ograniczające prąd bazy tranzystorów T1...T4 (R9...R12) oraz złącze szpilkowe służące do wykonania połączenia z płytką sterownika.

Montaž

Montaż należy rozpocząć od płytki sterownika. Na **rys. 22** przedstawiono rozmieszczenie elementów na płytce. Kondensatory

elektrolityczne i stabilizator napięcia należy zamontować w pozycji leżącej i dlatego należy wcześniej zagiąć ich wyprowadzenia pod kątem 90°. Złącza CON1 i CON2, w zależności od potrzeb, można zamontować od strony elementów lub od strony lutowania. Wskazany jest montaż od strony lutowania, gdyż umożliwi to swobodny dostęp do elementów po połączeniu obydwu płytek (sterownika i wyświetlaczy).

Rozmieszczenie elementów na płycie wyświetlaczy przedstawiono na **rys. 23**. Złącze CON1 należy zamontować od strony lutowania.



Rys. 21. Schemat elektryczny płytki wyświetlaczy LED

Po zmontowaniu płytek należy połączyć je ze sobą za pomocą złącza CON3 (na płytce sterownika) i złącza CON1 (na płytce wyświetlaczy). Do złącza CON1 płytki sterownika należy podłączyć przewody linii komunikacyjnej, a do złącza CON3 źródło zasilania o napięciu około 9 V i wydajności

prądowej równej około 100 mA. Po włączeniu zasilania wszystkie wyświetlacze będą wygaszone.

Obsługa wyświetlaczy LED

Moduł wyświetlaczy LED ma adres odpowiadający kodowi znaku „7” (ASCII). Współpraca z nim

może być realizowana po podaniu tego adresu. Zapis wyświetlanych cyfr może być dokonywany pojedynczo, oddzielnie dla każdego wyświetlacza lub grupowo, po podaniu w jednym pakiecie danych dla wszystkich wyświetlaczy. Ponadto jest możliwe sterowanie kropkami dziesiętymi - tak jak w przypadku cyfr możliwe jest ustalenie stanu dowolnej kropki lub wszystkich jednocześnie. Możliwy jest także odczyt wyświetlanej cyfry oraz stanu dowolnej kropki, jak również wszystkich wyświetlaczy i wszystkich kropek.

Każda komenda rozpoczyna się od znaku „ESC” (klawisz *Escape* na klawiaturze). Następnie należy podać adres karty wyświetlaczy, rozkaz jaki ma być wykonany lub dane do wyświetlenia. Wyświetlacz umożliwia wyświetlenie cyfr w zakresie 0...9, znaku „-” (minus) oraz znaku spacji, czyli wygaszenia wyświetlacza.

W tab. 9 zamieszczono zestawienie wszystkich możliwych do wyświetlenia znaków oraz ich

Tab. 10. Polecenia umożliwiające sterowanie modułem wyświetlaczy LED		
Rodzaj komendy	Wydana komenda	Reakcja karty wyjście cyfrowych
Zapis jednego znaku na podany wyświetlacz	ESC 7□w□c□n□z□enter c - zapis cyfr n - numer cyfry (pozycja) 1...4 z - wyświetlony znak (0...9,-,)	Zapisuje znak podany w□parametrze “z”, na pozycji podanej w□parametrze “n”
	Przykład: ESC 7□w□c□3□1□enter	Zapis cyfry 1□na wyświetlaczu o□numerze 3□
Zapis cyfr na wszystkie wyświetlacze jednocześnie	ESC 7□w□c□a□c1 c2 c3 c4 enter c□- zapis cyfr a□- zapis wszystkich cyfr c1 - wartość cyfry na pozycji nr 1 c2 - wartość cyfry na pozycji nr 2 c3 - wartość cyfry na pozycji nr 3 c4 - wartość cyfry na pozycji nr 4	Zapis nowych wartości na wszystkie wyświetlacze, odpowiednio c1 dla wyświetlacza DP1, c2 dla wyświetlacza C2, itd.
	Przykład: ESC 7□w□c□a□1□2□3□4□enter	Zapis do wyświetlacza cyfr 1234
Zapis stanu jednej kropki dziesiętnej	ESC 7□w□k□n□s□enter k□- zapis stanu kropki dziesiętnej n□- numer kropki (1...4) s□- stan kropki (0,1)	Zapala lub gasi kropkę dziesiętną o□numerze podanym w□parametrze “n”. Jeśli s=0, to kropka zostanie wygaszona, jeśli s=1, to kropka zostanie zapalona.
	Przykład: ESC 7□w□k□1□1□enter	Zapala kropkę dziesiętną na wyświetlaczu o□numerze DP1
Zapis stanów wszystkich kropek dziesiętnych jednocześnie	ESC 7□w□k□a□k1 k2 k3 k4 enter k□- zapis stanu kropki a□- zapis wszystkich kropek k1 - stan kropki nr 1 (0,1) k2 - stan kropki nr 2 (0,1) k3 - stan kropki nr 3 (0,1) k4 - stan kropki nr 4 (0,1)	Ustala stany wszystkich kropek jednocześnie, jeśli kn=1 to kropka zapalona, jeśli kn=0, to kropka zgaszona
	Przykład: ESC 7□w□k□a□1□0□1□0□enter	Zapala kropki na wyświetlaczach DP1 i□DP3, a□gasi kropki na wyświetlaczach DP2 i□DP4
Odczyt cyfry wyświetlanej na jednym wyświetlaczu	ESC 7□r□c□n□enter r□- odczyt c□- dotyczy cyfr n□- numer wyświetlacza (1...4)	Zwraca wartość wyświetlaną na wyświetlaczu podanym w□parametrze “n”. Jeśli wyświetlacz jest wygaszony, to zwraca spację.
	Przykład: ESC 7□r□c□2□enter	Odczytuje wartość zapisaną na wyświetlaczu DP2
Odczyt wszystkich cyfr jednocześnie	ESC 7□r□c□a□enter	Zwraca wartości wszystkich cyfr wyświetlanych (cztery znaki) na wyświetlaczach zaczynając od wyświetlacza DP1. Jeśli wyświetlacz jest wygaszony, to zwraca spację.
	Przykład: ESC 7□r□c□a□enter	Zwraca wartości wszystkich wyświetlaczy
Odczyt stanu wskazanej kropki dziesiętnej	ESC 7□r□k□n□enter r□- odczyt k□- dotyczy kropek n□- numer kropki (1...4)	Odczytuje stan kropki na wyświetlaczu wskazanym w□parametrze “n”. Jeśli kropka jest zapalona, to zwraca “1” (ASCII), jeśli jest zgaszona, to zwraca “0” (ASCII)
	Przykład: ESC 7□r□k□3□enter	Zwraca stan kropki na wyświetlaczu DP3
Odczyt stanów wszystkich kropek jednocześnie	ESC 7□r□k□a□enter	Zwraca stan wszystkich kropek, poczynając od kropki na wyświetlaczu DP1. Jeśli kropka jest zapalona, to zwraca “1” (ASCII), jeśli zgaszona, to zwraca “0” (ASCII).
	Przykład: ESC 7□r□k□a□enter	Zwraca stan wszystkich kropek jednocześnie

WYKAZ ELEMENTÓW

Płytki sterownika

Rezystory

R1, R2: 10kΩ

Kondensatory

C1: 100μF/16V

C2, C3: 100nF

C4: 100μF/16V

C5, C6: 30pF

C7: 47μF/16V

C8: 100nF

Półprzewodniki

D1: 1N4007

U1: PIC16F872 zaprogramowany

U2: MAX485

U3: DS1813

U4: LM7805

Różne

JP1, JP2: goldpiny 1x2 + jumper

CON1, CON2: ARK2 (5mm)

CON3: goldpin 1x14 żeński

Podstawki: DIP8 - 1 szt.,

DIP28 (300 mils) - 1 szt.

Płytki wyświetlaczy

Rezystory

R1...R8: 68Ω

R9...R12: 1kΩ

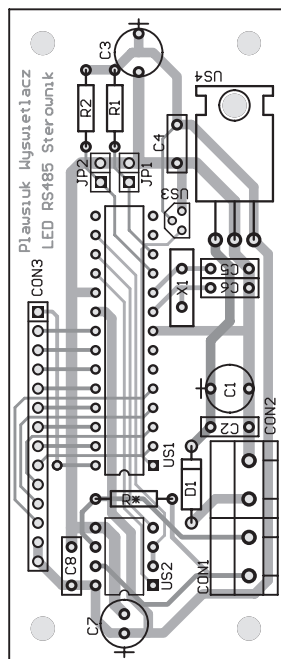
Półprzewodniki

DP1...DP4: SA52-11EWA

T1...T4: BC558

Różne

CON1: goldpin 1x14 męski



Rys. 22. Rozmieszczenie elementów na płycie sterownika wyświetlacza LED

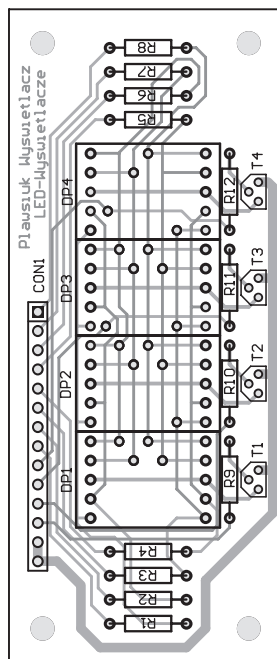
kodów w zapisie szesnastkowym. Zestaw wszystkich komend umożliwiających sterowaniem wyświetlaczami LED, przykładowe polecenia i reakcja modułu wyświetlacza przedstawiono w **tab. 10**.

Alfanumeryczny wyświetlacz LCD AVT-538

Ten moduł składa się z alfanumerycznego wyświetlacza LCD o organizacji 2x16 znaków (z podświetlaniem) i prostego interfejsu, wykonanego na mikrokontrolerze PIC. Moduł umożliwia wyświetlenie 32 dowolnych znaków przesyłanych w kodzie ASCII poprzez magistralę RS485. Zastosowany wyświetlacz ma wbudowane diody podświetlające, których intensywność świecenia można regulować zdalnie. Moduł wyświetlacza LCD umożliwia komunikację dwustronna, dzięki czemu możliwy jest zapis danych i komend do procesora oraz odczyt aktualnie wyświetlanych znaków. Na wyświetlaczu można wyświetlać polskie znaki diakrytyczne.

Budowa

Schemat elektryczny modułu wyświetlacza LCD przedstawiono na **rys. 24**. Elementem sterującym pracą modułu jest mikrokontroler typu PIC16F628. Częstotliwość sygnału zegarowego jest stabilizo-



Rys. 23. Rozmieszczenie elementów na płytce wyświetlaczy LED

wana za pomocą rezonatora kwarcowego o częstotliwości 4MHz. Mikrokontroler ma wbudowany wewnętrzny generator zegarowy, lecz zastosowanie go w tej aplikacji mogłoby spowodować błędy w transmisji, gdyż jest to generator typu RC i jego stabilność nie jest wystarczająca do komunikacji asynchronicznej. Do zerowania mikrokontrolera zastosowano zewnętrzny układ typu DS1813. Komunikacja mikrokontrolera z wyświetlaczem odbywa się w trybie 4-bitowym, z wykorzystaniem portu RB do przesyłu danych i portu RA do sterowania wyświetlaczem. Do ustawienia kontrastu wyświetlacza zastosowano potencjometr PR1. Sterowanie podświetlaniem możliwe jest w sposób zdalny poprzez interfejs RS485. Do sterowania podświetlaniem wykorzystano wyprowadzenie RB3 mikrokontrolera, które poprzez klucz tranzystorowy (T1) steruje diodami świecącymi zawartymi w wyświetlaczu LCD. Wyprowadzenie RB3 jest wyjściem sygnału modulatora PWM (modulacja szerokości impulsu), dzięki temu możliwe jest zdalne ustawienie intensywności podświetlania wyświetlacza. Sprzętowy sterownik PWM sprawia, że sterowanie podświetlaniem wyświetlacza jest wykonywane niezależnie od pracy jednostki centralnej mikrokontrolera.

Za konwersję sygnałów występujących w linii transmisyjnej na standard TTL odpowiada układ MAX485 (US2). Dokonuje on również konwersji z poziomów TTL na poziomy zgodne z RS485.

Układ US2 został dołączony do portu RB, ponieważ na wyprowadzeniach RB1 i RB2 znajduje się wejście i wyjście sprzętowego interfejsu transmisji szeregowej, co pozwala na jego wykorzystanie do transmisji. Port RB0 steruje kierunkiem transmisji danych. Jeśli na tym wyjściu występuje poziom niski, to układ MAX485 jest w trybie odbioru. W tym trybie układ US2 jest przez cały czas. Jedynie na czas wysyłania danych przez mikrokontroler jest zmieniany tryb pracy układu MAX485 na nadawanie, aby tuż po jego zakończeniu powrócić do trybu odbiorczego.

Rezystor R* służy do dopasowania linii i powinien być zamontowany jedynie w jednym module, najbardziej oddalonym od nadajnika.

Zworka JP1 służy do zmiany podstawowego adresu, pod którym będzie zgłaszał się moduł wyświetlacza LCD. Natomiast zworka JP2 umożliwia powrót do podstawowego adresu urządzenia.

Aby zapewnić bezkonfliktowy odbiór danych i sterowanie wyświetlaczem, w pamięci RAM procesora został utworzony „wirtualny” wyświetlacz. Wyświetlacz ten jest 32-bajtowym buforem będącym kopią pamięci standardowego wyświetlacza. Zastosowanie bufora znacznie skraca czas zapisu i odczytu danych, co jest ważne, gdyż odbierane dane są zapisywane w trakcie odbioru poszczególnych bajtów danych. Szczególnie jest to ważne przy interpretowaniu komend, ponieważ wykonanie niektórych komend może zająć sterownikowi wyświetlacza LCD nawet 2 ms.

Wykonanie dowolnej operacji na pamięci RAM zajmie co najwyżej kilkadziesiąt mikrosekund. Dzięki temu podczas odbioru danych z linii transmisyjnej mikrokontroler ma dużo czasu na interpretowanie danych i - w zależności od potrzeb - odpowiednie ich modyfikowanie. Po każdorazowej modyfikacji zawartości bufora następuje jego