

# Rejestrator temperatury DS1615, część 1

**AVT-836**



*Jeżeli ktoś sądził, że wszystko co dotyczy pomiarów temperatury zostało już wymyślone, to z pewnością zmieni zdanie po zapoznaniu się z możliwościami nowego układu firmy DALLAS, oznaczonego symbolem DS1615.*

Z pomiarami temperatury styka się każdy z nas. Niemal wszyscy zerkamy rano odruchowo na zakienny termometr lub przynajmniej wysłuchujemy prognozy pogody, by dowiedzieć się czy będzie ciepło, czy zimno. Kiedy się źle czujemy, zwykle pierwszym testem, który ma potwierdzić lub rozproszyć nasze obawy o stan zdrowia, jest pomiar temperatury ciała, by przekonać się czy jest ono gorętsze niż magiczne 37°C.

Równie wielkie znaczenie pomiary temperatury zyskują w technice nie wyłączając elektroniki (przegrzanie elementu, np. tranzystora, może doprowadzić do jego zniszczenia i uszkodzenia układu, w którym pracuje). Jednak tak samo ważną informacją, jak ta o bieżącej temperaturze obiektu jest informacja o zmianie temperatury w funkcji czasu.

Dopiero posiadanie takiej wiedzy może pomóc w zoptymalizowaniu działania układu, np. zapobiec jego przegrzewaniu się. Czasami jest to jedyny sposób, aby znaleźć przyczynę pozornie przypadkowych uszkodzeń. Możliwość rejestracji zmian temperatury obiektu jest bardzo użytecznym sposobem nadzoru nad pracą takich urządzeń jak komory chłodnicze. Niezauważone przypadkowe rozmrożenie przechowywanej żywności może zaowocować w przyszłości bardzo

nieprzyjemnymi skutkami dla jej konsumentów. Oczywiście, taki rejestrator można zbudować korzystając z dostępnych elementów, ale nowością w pomysłu DALLAS-a jest zamknięcie wszystkich niezbędnych bloków w obudowie jednego układu scalonego, który do pracy potrzebuje tylko kilku dodatkowych elementów.

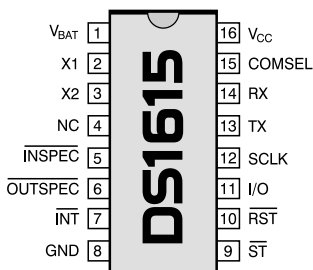
Taki właśnie pomysł leży u podstaw założeń konstrukcyjnych układu DS1615. W pewnym sensie jest to „magnetofon do zapisu temperatury“ (ang. Temperature Recorder) i w tym opisie będzie nazywany rejestratorem temperatury.

## Ogólny opis układu DS1615

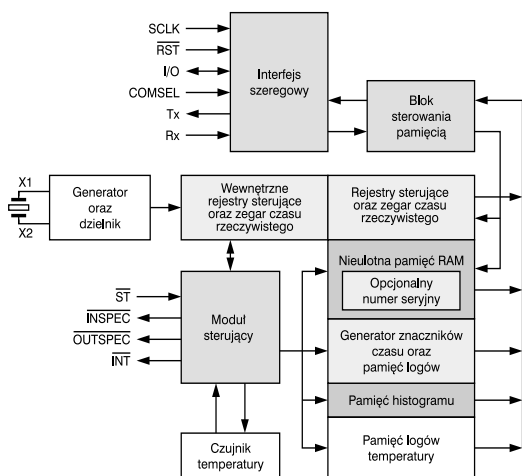
Układ DS1615 zamknięty jest w 16-nóżkowej obudowie DIP. Rozmieszczenie wyprowadzeń pokazano na **rys. 1**.

Nieco więcej informacji na temat wewnętrznej struktury układu można uzyskać po zapoznaniu się z jego schematem blokowym pokazanym na **rys. 2**. Podstawowe funkcje układu realizują bloki: czujnik temperatury, zegar czasu rzeczywistego i pamięć danych. Na schemacie zaznaczono jeszcze układ oscylatora z zewnętrznym kwarcem zegarkowym o częstotliwości 32,768kHz, bloki logiki zarządzające funkcjami układu i blok interfejsów szeregowych do wymiany informacji pomiędzy użytkownikiem a układem.

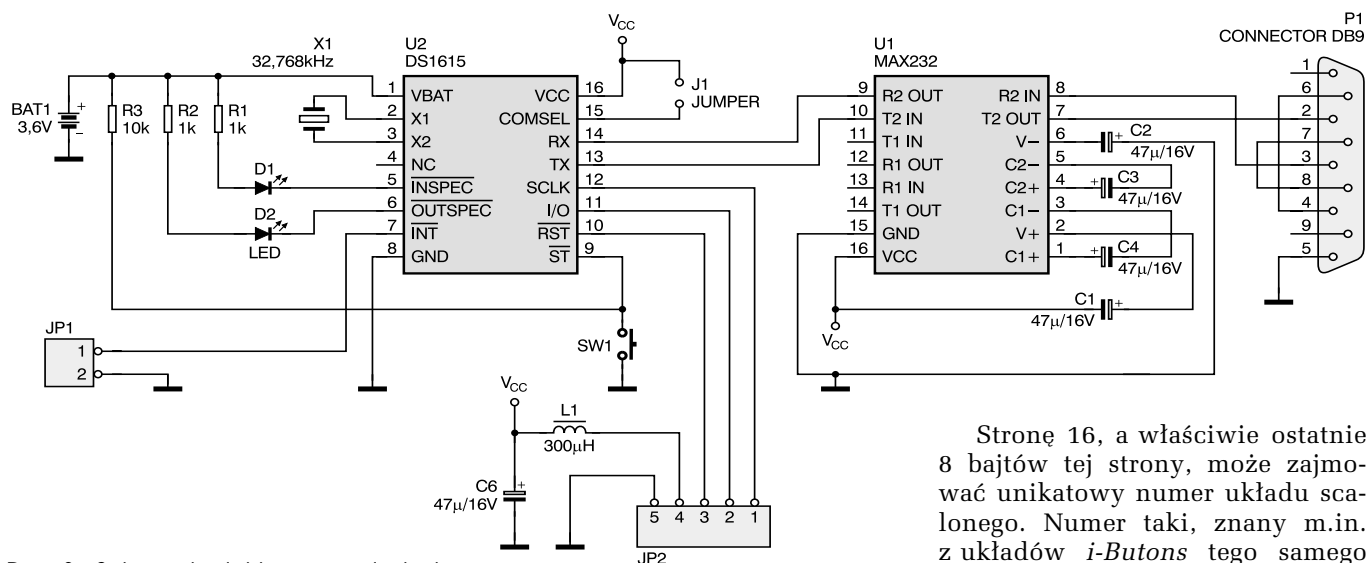
Układ DS1615 potrafi realizować następujące funkcje:



Rys. 1. Wyprowadzenia układu DS1615.



Rys. 2. Schemat blokowy układu DS1615.



Rys. 3. Schemat elektryczny rejestratora.

- Dokonuje pomiaru bieżącej temperatury w zakresie od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+85^{\circ}\text{C}$  z rozdzielczością  $0,5^{\circ}\text{C}$ .
- Zapisuje i odczytuje bieżący czas.
- W trybie automatycznym dokonuje samodzielnie pomiaru temperatury - użytkownik może zaprogramować czas między pomiarami w zakresie od 1 do 255 minut.
- W trybie automatycznym układ zapisuje wyniki pomiaru temperatury w pamięci nieulotnej, mogącej pomieścić 2048 próbek.
- Rejestruje i informuje otoczenie o wystąpieniu przekroczenia niskiej lub wysokiej temperatury granicznej oraz czasu. Wartość temperatur alarmowych definiuje użytkownik.
- Po zakończeniu trybu automatycznego użytkownik może odczytać z układu zapis zmierzonych temperatur, rozkład temperatur i log alarmów temperatur granicznych.
- Układ wyposażony jest w dwa rodzaje interfejsów do komunikacji z użytkownikiem: standardowy interfejs RS i trójprzewodowy, szeregowy interfejs transmisji synchronicznej.

Do pracy w trybie automatycznym układ potrzebuje zasilania bateryjnego o napięciu od 2,7V do 3,6V. W przypadku zużycia baterii układ informuje użytkownika o tym fakcie. W czasie korzystania z interfejsów szeregowych, gdy użytkownik programuje układ lub odczytuje dane z DS1615, potrzebne jest dodatkowe napięcie zasilające +5V.

### Opis rejestratora temperatury

Praktyczny układ rejestratora, wykorzystujący DS1615, pokazano na schemacie ideowym na rys. 3. Zanim przejdziemy do jego omówienia i sposobów wykorzystania, najpierw warto zapoznać się ze szczegółami funkcjonowania tego układu scalonego.

Parametrów pracy układu jest sporo, są one jednak powiązane ze sobą w logiczny sposób i pozwalają użytkownikowi dostosować pracę układu do własnych potrzeb.

#### Rejestry sterujące i pamięć

Znakomitą większość parametrów i trybów pracy zmienia się poprzez zapis poszczególnych bitów i bajtów do rejestrów sterujących. Rejestry znajdują się w pamięci wewnętrznej układu, tak samo jak dane gromadzone przez układ w czasie pracy. Wyboru rejestrów i danych dokonuje się przez określenie adresu, pod którym się one znajdują. Pamięć w układzie DS1615 zorganizowana jest w postaci stron o rozmiarze 32 bajtów. Jej strukturę pokazano na rys. 4.

Rejestry sterujące zajmują stronę 0 pamięci, której bajty posiadają adresy od 0000h do 001Fh (hexadecymalne) - od 0 do 32 (dziesiętne). Następne strony rozciągają się powyżej tych adresów, a czasami występują adresowe dziury. I tak stronę 2 zajmują 32 bajty pamięci nieulotnej, która może być wykorzystana i zapisywana przez użytkownika w dowolny sposób.

Stronę 16, a właściwie ostatnie 8 bajtów tej strony, może zajmować unikatowy numer układu scalonego. Numer taki, znany m.in. z układów *i-Buttons* tego samego producenta, pozwala identyfikować poszczególne egzemplarze układu scalonego. Jest to jednak tylko opcja i w testowanych układach scalonych numer był zawsze zerowy. Dalej, stronę 17 zajmuje pamięć wystąpienia i czasu trwania wszystkich alarmów przekroczenia temperatur (niskiej i wysokiej) podczas trybu pracy automatycznej. Na stronie 64 zapisane są dane statystyczne pozwalające zorientować się w rozkładzie temperatury, czyli po prostu w częstotliwości występowania poszczególnych temperatur w całym zapisie. Wreszcie od strony 128 rozpoczyna się obszar zarejestrowanych temperatur w czasie trybu pracy automatycznej.

Schemat tej strony pokazano w tab. 1, a znaczenie poszczególnych rejestrów jest następujące:

#### Adres 00h..06h. Rejestry Zegara Czasu Rzeczywistego

Układ DS1615 posiada funkcje zegara, podobne jak w specjalizowanych układach RTC czy w komputerach PC. Zegar mierzący czas pozwala użytkownikowi określić moment rozpoczęcia i zakończenia pomiarów temperatury w trybie automatycznym, a także pomaga w identyfikacji momentu wystąpienia alarmów temperatur. Pomiar czasu wykorzystywany jest także w trybie alarmu czasu. Zegar umożliwia ustawienie i pomiar sekund, minut, godzin, dni tygodnia, daty oraz roku. Wszystkie rejestry są zapisywane i odczytywane w trybie BCD. W kodzie BCD każdy bajt podzielony jest na cztery młodsze i czte-

ry starsze bity, w których zapisywana jest wartość jednostek i dziesiątek liczby.

#### *Adresy 07..0Ah. Rejestry Alarmu Zegara Czasu Rzeczywistego*

W rejestrach tych (w formacie BCD) są zapisywane wartości sekund, minut, godzin i numer dnia tygodnia, które porównywane są z analogicznymi rejestrami zegara. W przypadku, gdy wartości w rejestrach zegara i alarmu są identyczne, układ ustawia flagę alarmu czasu. W ten sposób można np. określić moment zakończenia rejestracji i poprzez odczyt odpowiedniej flagi zorientować się, czy określony czas już upłynął.

Poszczególne rejestry alarmu czasu mogą być maskowane, czyli pomijane w czasie porównań. Służą do tego bit 7 każdego rejestru. Jeżeli na miejscu tego bitu wpisana jest logiczna 1, to rejestr jest pomijany w czasie porównań. Zamaskowanie rejestru, np. dnia tygodnia spowoduje, że alarm będzie pojawiał się każdego dnia o godzinie ustawionej w pozostałych rejestrach alarmu. Rejestry alarmu czasu, podobnie jak rejestry zegara, mogą być ustawiane w formacie 12/24-godzinnym.

#### *Adresy 0B..0Ch. Rejestry Alarmu Temperatur Niskiej i Wysokiej*

W rejestrach tych ustawiane są wartości graniczne temperatur, po przekroczeniu których nastąpi alarm. W przypadku temperatury niskiej alarm nastąpi wtedy, gdy temperatura zmierzona będzie miała wartość równą lub niższą od wartości zapisanej w rejestrze. Dla temperatury wysokiej alarm wystąpi, gdy zmierzona temperatura będzie miała wartość równą lub wyższą od wartości zapisanej w rejestrze pod adresem 0Ch.

#### *Adres 0Dh. Rejestr Częstotliwości Próbkowania Temperatury w Trybie Automatycznym*

Wartość zapisana w tym rejestrze określa czas (w minutach), jaki ma upłynąć pomiędzy kolejnymi pomiarami temperatury w trybie automatycznym. Zakres czasu może wynosić od 1 minuty do 255 minut, co przy pojemności pamięci daje całkowity czas skanowania od ponad 1 dnia i 10 godzin do niemal 1 roku.

#### *Adres 0Eh. Rejestr Kontrolny*

W tym rejestrze ustawienie bądź wyzerowanie poszczególnych bitów określa pewne szczególne funkcje układu. Znaczenie poszczególnych bitów jest następujące:

- *bit 7 EOSC* - ten bit może włączyć lub wyłączyć wewnętrzny oscylator stabilizowany kwarcem 32,768kHz. W czasie normalnej pracy bit powinien być wyzerowany. Jeżeli układ nie znajduje się w trybie automatycznego pomiaru temperatury, na pozycję bitu można wpisać logiczną "1", co spowoduje zatrzymanie oscylatora oraz wszystkich wewnętrznych funkcji sterowanych zegarem czasu rzeczywistego oraz oczywiście samego zegara. Dzięki temu pobór prądu z baterii jest ograniczony do minimum, a jego wartość mniejsza od 100nA. Zatrzymanie oscylatora nie powoduje utraty danych zapisanych w pamięci ani nie zmienia zawartości rejestrów.
- *bit 6 CLR* - jest to rodzaj bezpiecznika chroniącego przed przypadkowym skasowaniem zawartości pamięci oraz ustawień niektórych rejestrów. Kasowanie pamięci specjalną komendą jest możliwe tylko wtedy, gdy przed użyciem komendy na miejsce bitu CLR wpisana zostanie 1. Bit po operacji kasowania pamięci oraz w przypadku wysłania do układu jakiegokolwiek innej komendy poza komendą kasowania jest automatycznie zerowany.
- *bit 5* - bit nie wykorzystany, zawsze 0.
- *bit 4 SE* - bit określa sposób rozpoczęcia pomiarów temperatury w trybie automatycznym. Jeżeli jest wyzerowany, start pomiarów następuje na drodze programowej bezpośrednio po zapisie do rejestru Częstotliwości Próbkowania (0Dh) wartości innej niż 0. Zapis do bitu SE wartości 1 uaktywnia wyprowadzenie ST układu scalonego i sprzętowy tryb startu. Będzie on możliwy po wpisaniu do rejestru Częstotliwości Próbkowania wartości niezerowej oraz po naciśnięciu przez ok. 0,5s przycisku SW1 (patrz rys. 3).
- *bit 3 RO* - bit ten określa sposób zachowania się układu w przypadku, gdy dokona 2048 pomiarów temperatury, a użytkownik nie

zakończy Trybu Automatycznego. Jeżeli bit jest wyzerowany, kolejne wartości zostaną wpisywane na miejsce starych, począwszy od zerowej pozycji pamięci danych. W ten sposób wartości poprzednich pomiarów zostaną zamazane. Ustawienie wartości bitu RO na 1 nie pozwoli zamazać starych wartości, lecz wartości nowych pomiarów nie zostaną nigdzie zapamiętane. Jednak w dalszym ciągu rejestrator będzie dokonywał porównań temperatury bieżącej z wartościami zapisanymi w rejestrach alarmów oraz będzie prowadził statystykę temperatur.

- *bit 2 TLIE* - bit ten oraz kolejne dwa wiążą się z przerwaniem wystawianymi przez układ w przypadku zaistnienia alarmu temperatur (niskiej i wysokiej). Przerwanie, termin wywodzący się z techniki komputerowej, polega na ustawieniu stanu niskiego na specjalnym wyprowadzeniu układu, co może poinformować zewnętrzne urządzenia o zaistnieniu sytuacji alarmowej bez konieczności ciągłego odczytywania rejestru statusowego rejestratora. W przypadku DS1615 sygnał przerwania podawany jest na wyjście INT. Wyjście jest typu otwarty dren i może sterować np. portem zewnętrznego procesora. Bit TLIE wiąże pojawienie się alarmu niskiej temperatury z wysłaniem sygnału na wyjście INT. Jeżeli bit jest wyzerowany, przerwanie nie pojawi się na wyjściu INT.
- *bit 1 THIE* - bit THIE wiąże pojawienie się alarmu wysokiej temperatury z wysłaniem sygnału na wyjście INT. Jeżeli bit jest wyzerowany, przerwanie nie pojawi się na wyjściu INT.
- *bit 0 AIE* - ten bit decyduje o aktywności wyjścia INT. Jeżeli jest wyzerowany, na wyjściu INT w żadnym przypadku nie pojawi się sygnał przerwania. Jeżeli na miejscu bitu wpisana jest 1, któryś z poprzednich bitów lub oba jednocześnie są także jedynkami i pojawi się alarm temperatury (lub czasu), wyjście INT wystawi sygnał przerwania.

*Adresy 0F..10h. Rejestry nie używane, odczyt zawsze 0*

*Adres 11h rejestr odczytu Temperatury Bieżącej*

Tab. 1.

ADDR.	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	Funkcja	
00	0	dziesiątki sekund			jednostki sekund					Rejestry zegara czasu rzeczywistego
01	0	dziesiątki minut			jednostki minut					
02	0	12/24	10 h A/P	10 h	jednostki godzin					
03	0	0	0	0	0	dzień tygodnia				
04	0	0	10 Date		jednostki dni miesiąca					
05	0	0	0	10 m.		jednostki miesięcy				
06	dziesiątki lat			jednostki lat						
07	MS	dziesiątki sekund alarmu			jednostki sekund alarmu					
08	MM	dziesiątki minut alarmu			dziesiątki sekund alarmu					
09	MH	12/24	10 ha. A/P	10 h Alm.	jednostki godzin alarmu					
0A	MD	0	0	0	0	dzień tygodnia alarmu				
0B	dolny próg porównania temperatury									Komparator temperatury
0C	górny próg porównania temperatury									
0D	odstęp czasu (w minutach) pomiędzy kolejnymi pomiarami									Częstotl. próbkow.
0E	EOSC	CLR	0	SE	RO	TLIE	THIE	AIE	Sterowanie	
0F	(odczyt zawsze 00h)									Zarezerwowane
10	(odczyt zawsze 00h)									Zarezerwowane
11	bieżąca temperatura									Temperatura
12	Rejestr opóźnienia startu (LSB)									Opóźnienie startu
13	Rejestr opóźnienia startu (MSB)									Opóźnienie startu
14	TR	MEM CLR	MIP	SIP	LOBAT	TLF	THF	ALMF	Status	
15	Minuty									Znacznik czasu startu pomiaru
16	Godziny									
17	Data									
18	Miesiąc									
19	Rok									
1A	Bajt najmniej znaczący									Licznik bieżących próbek
1B	Bajt średnio znaczący									
1C	Bajt najbardziej znaczący									
1D	Bajt najmniej znaczący									Licznik próbek
1E	Bajt średnio znaczący									
1F	Bajt najbardziej znaczący									
20-3F	(odczyt zawsze 00h)									Zarezerwowane

Rejestr ten zawiera wartość ostatnio odczytanej temperatury. Temperatura może być odczytana specjalnym rozkazem jak i automatycznie, gdy układ jest w tym trybie. W związku z tym, że układ posiada ograniczenia wartości mierzonej temperatury, a jego rozdzielczość wynosi 0,5°C, w celu zamiany bajtu zapisanego w rejestrze na rzeczywistą wartość temperatury należy zastosować następującą formułę:

$Temperatura [^{\circ}C] = 0,5(T) - 40$ , gdzie T to wartość odczytana z rejestru.

W takiej samej formie zapisywane są wartości w rejestrach *Alarmów Temperatur* i w pamięci danych podczas trybu *Automatycznego*.

*Adres 12..13h. Rejestry Opóźnienia Startu Skanowania*

Oba rejestry tworzą dwubajtowy licznik zmniejszający swą zawartość co minutę, od momentu programowego bądź sprzętowego startu trybu automatycznego. W momencie, kiedy licznik zostanie wyzerowany, rejestrator dokona pierwsze-

go pomiaru temperatury kontynuując następnie jej pomiar z częstotliwością ustawioną w *Rejestrze Częstotliwości Próbkowania*. Sens ustawienia takiego opóźnienia można uzasadnić dwoma przykładami. Jeżeli rejestrator ma pracować w innym miejscu niż to, gdzie był programowany, zbędne są pomiary temperatury w czasie jego przeniesienia do miejsca pracy. Jeszcze większego znaczenia rejestr opóźnienia nabiera w sytuacji, gdy umieszczanie rejestratora w miejscu pracy zaburza na pewien czas rzeczywistą temperaturę, którą ma nadzorować (np. małe objętościowo komory chłodnicze). W przypadku ustawienia w liczniku wartości 0, pomiar temperatury rozpocznie się w chwili, gdy licznik sekund zegara czasu rzeczywistego zmieni swoją zawartość z 59 na 0.

*Adres 14h. Rejestr Statusowy*

W rejestrze tym poszczególne bity pełnią rolę flag informujących użytkownika o stanie najważniejszych układów i procesów, które bieżąco realizowane są przez

rejestrator. Znaczenie poszczególnych bitów jest następujące:

- bit 7 flaga TR - flaga informująca użytkownika czy w rejestrze *Temperatury Bieżącej* zapisana jest aktualna wartość temperatury. Jeżeli flaga jest wyzerowana, będzie to oznaczać, że kompletacja danych w rejestrze nie została jeszcze zakończona.
- bit 6 flaga MEM CLR - jeżeli flaga ma wartość 1, oznacza to, że wewnętrzna pamięć oraz niektóre rejestry (m.in. rejestr *Opóźnienia*, rejestry *Alarmów* i inne) są wyzerowane i rejestrator jest przygotowany do pracy w trybie automatycznym.
- bit 5 flaga MIP - flaga informująca o trybie pracy, w jakim aktualnie znajduje się rejestrator. Jeżeli jest ustawiona (jest jedynką) oznacza to, że układ pracuje w trybie automatycznym, co m.in. uniemożliwia zmianę ustawień rejestrów. Flaga jest zerowana przez układ bezpośrednio po zakończeniu trybu automatycznych pomiarów temperatury.
- bit 4 flaga SIP - ustawienie tego bitu przez układ oznacza, że w danym momencie przeprowadza on pomiar temperatury i w tym czasie (ok. 750ms) transmisja danych pomiędzy użytkownikiem a rejestratorem powinna być zawieszona.
- bit 3 flaga LOBAT - ustawienie bitu flagi na wartość 1 informuje użytkownika o wyczerpaniu baterii i groźbie utraty danych, gdyż zawartość wewnętrznej pamięci nieulotnej układu podtrzymywana jest właśnie przez baterię. W tym miejscu stosowna może być dygresja dotycząca trwałości przeciwnej baterii litowej, niezbędnej do prawidłowej pracy układu.

Wzór do obliczenia średniego poboru prądu przez układ w czasie pracy (podawany przez producenta) jest następujący:

$$I = [Ttc * I_{tc} + (T * T_{tc})I_{osc}] / T,$$

gdzie:

Ttc - czas konwersji temperatury: 150ms;

I<sub>tc</sub> - prąd pobierany przez układ w czasie konwersji temperatury: 0,5mA;

I<sub>osc</sub> - prąd pobierany przez układ poza konwersją temperatury: 0,5µA;

T - czas pomiędzy kolejnymi pomiarami temperatury (w sekundach).

W przypadku ustawienia maksymalnej częstotliwości próbkowania (pomiar temperatury co 1 minutę) średni pobierany przez układ prąd wynosi  $1,7\mu\text{A}$ . W przypadku ogniwa litowego o pojemności 195mAh czas nieprzerwanej pracy rejestratora może wynosić ponad 12 lat! Oczywiście na rzeczywistą trwałość ogniwa wpływ będzie miała temperatura otoczenia, rzeczywisty czas pracy rejestratora (ustawienie bitu EOSC) i odpytywanie rejestratora o tryb pracy, który odpowiada migotaniem diod LED. Bez względu na te czynniki, w przypadku prawidłowego użytkowania układu nie grozi szybkie wyczerpanie baterii.

- bit 2 flaga TLF - flaga alarmu przekroczenia niskiej temperatury. Flaga jest kasowana po zapisie do bitu wartości 0.
- bit 1 flaga THF - flaga alarmu przekroczenia wysokiej temperatury. Flaga jest kasowana po zapisie do bitu wartości 0.
- bit 0 flaga ALMF - ustawienie tej flagi wskazuje na alarm czasu, a równocześnie na wyjściu INT może pojawić się przerwanie. Flaga jest kasowana po zapisie do bitu wartości 0.

#### Adresy 15..19h. Rejestry Czasu Startu Trybu Automatycznego Pomiaru Temperatury

W tych rejestrach układ zapisuje minutę, godzinę, datę i rok rozpoczęcia skanowania temperatury w trybie automatycznym, czyli czas odczytu pierwszej próbki temperatury. Czas zapisany w tych rejestrach stanowi punkt odniesienia do obliczenia czasu wystąpienia poszczególnych temperatur zarejestrowanych przez rejestrator.

#### Adresy 1A..1Ch. Rejestry Numeru Ostatnio Odczytanej Próbkki Temperatury

Zawartość tego 3-bajtowego licznika przed rozpoczęciem automatycznej rejestracji jest zerowana, a po kolejnym odczycie temperatury zwiększana o 1. Choć pojemność pamięci danych wynosi tylko 2048 bajtów, licznik ma długość 3 bajtów, aby użytkownik mógł się zorientować, czy w trakcie pomiarów nastąpiło nadpisanie nowych wartości zmierzonej temperatury na starych (jeżeli bit RO jest 1).

#### Adresy 1D..1Fh. Rejestry Licznika Całkowitej Liczby Próbek

Jest to niekasowalny licznik zliczający liczbę wszystkich próbek temperatury, zliczanych od momentu dołączenia do układu DS1615 nowej baterii podtrzymującej zawartość pamięci danych. Zapamiętując wskazania tego licznika przed startem kolejnej serii rejestracji temperatury można potem wyciągnąć dodatkowe wnioski o liczbie i poprawności danych zapisanych w pamięci.

Układ DS1615 gromadzi dane w różnych obszarach pamięci nieulotnej. Strony od 17 do 19 zajmuje log alarmów temperatur niskiej i wysokiej. W tym obszarze pamięci układ może zapamiętać informacje o 12 przekroczeniach temperatury niskiej i 12 przekroczeniach temperatury wysokiej w czasie automatycznego trybu pracy. Każdy komunikat o alarmie składa się z 4 bajtów. Do pierwszych trzech bajtów przepisywana jest zawartość licznika numeru próbki (1A..1Ch), kiedy zanotowano przekroczenie temperatury alarmowej. W czwartym bajcie zapisywana zostaje liczba próbek temperatury, które nieprzerwanie wskazywały na przekroczenie. Jeżeli przekroczenie trwa dłużej niż kolejne 255 próbek, w podobny sposób zapisany zostaje kolejny komunikat alarmu aż do momentu, gdy przekroczenie ustanie.

Komunikaty o alarmie niskiej temperatury zapisywane są od adresu 220h, natomiast komunikaty o alarmie temperatury wysokiej roz-

poczynają się od adresu 250h. Kontrola logu alarmów umożliwia użytkownikowi szybkie ustalenie, czy nastąpiły jakieś przekroczenia ustawionych przez niego temperatur granicznych oraz jak długo trwały.

Układ DS1615 umożliwia także otrzymanie statystyki zarejestrowanych temperatur - służą temu dane zapisywane na stronach od 64 do 67. Histogram temperatury zawierają 63 dwubajtowe liczniki zliczające liczbę odczytów temperatur w przedziałach co  $2^{\circ}\text{C}$ . Pierwszy licznik o adresie w pamięci 800h (młodszy bajt) zlicza liczbę zmierzonych temperatur z przedziału  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $-38,5^{\circ}\text{C}$ . Następny licznik zlicza temperatury z przedziału  $-38^{\circ}\text{C}$  do  $-36,5^{\circ}\text{C}$  itd. W **tab. 2** pokazano strukturę tej części pamięci.

#### Polecenia

Użytkownik ma możliwość sterowania pracą układu za pomocą pięciu komend. Komendą jest liczba hexadecymalna, po której mogą występować dodatkowe parametry rozkazu.

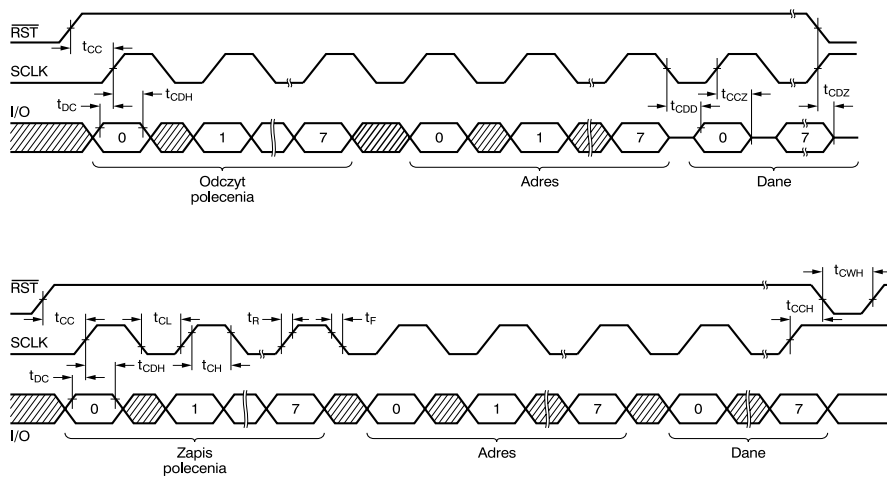
Układ DS1615 reaguje na następujące rozkazy:

*Write Byte (Zapis bajtu) [22h]*

Po kodzie rozkazu należy wysłać adres, pod którym ma zostać zapisany bajt danych. Ponieważ rejestrator dopuszcza jedynie zapis na stronie 0 i 2, w bajcie adresowym znaczących będzie tylko 6 młodszych bitów - starsze muszą być ustawione na 0. Po bajtach rozkazu i adresu, jako trzeci wysyłany jest bajt danych do zapisu.

0000H do 001FH	Zegar czasu rzeczywistego i rejestry sterujące	PAGE 0
0020H do 003FH	Zarezerwowane	PAGE 1
0040H do 005FH	Nieulotna pamięć RAM użytkownika	PAGE 2
0060H do 0217H	Zarezerwowane	PAGE 3 TO PAGE 16 (bez ostatnich 8 bajtów PAGE 16)
0218H do 021FH	Opcjonalny numer seryjny	PAGE 16 (ostatnich 8 bajtów)
00220H do 027FH	Znaczniki czasu	PAGE 17..19
0280H do 07FFH	Zarezerwowane	PAGES 20..63
0800H do 087FH	Histogram temperaturowy (63, 2-bajtowe liczby binarne)	PAGE 64..67
0880H do 0FFFH	Zarezerwowane	PAGES 68..127
1000H do 17FFH	Pamięć logów temperatury	PAGE 128..191
1800H powyżej	Zarezerwowane	PAGE 192 i powyżej

Rys. 4. Mapa pamięci układu DS1615.



Rys. 5. Przebiegi charakterystyczne dla pracy interfejsu układu DS1615.

**Read Page (Odczyt Strony) [33h]**

Po kodzie rozkazu należy wysłać dwubajtowy adres wskazujący na miejsce w pamięci, od którego układ ma rozpocząć odczyt. Jako drugi po kodzie rozkazu powinien być wysłany starszy bajt adresu.

Po odebraniu kompletnego kodu rozkazu, układ rozpoczyna transmisję danych odczytywanych z pamięci. Zależnie od typu interfejsu wykorzystanego do komunikacji między użytkownikiem a układem, zachowanie tego ostatniego będzie się różniło. W przypadku asynchronicznego interfejsu szeregowego (RS232), rejestrator rozpocznie wysyłanie kolejnych bajtów danych począwszy od wskazanego adresu aż do końca bieżącej strony. Na zakończenie układ

wysła dwa dodatkowe bajty sumy kontrolnej. W przypadku transmisji interfejsem synchronicznym transmisja będzie trwała tak długo, jak długo na linii zegara będą pojawiać się impulsy taktujące.

**Specification Test (Test Diod LED) [44h]**

Po wysłaniu tego kodu rejestrator odpowiada czterema krótkimi impulsami diod LED, których sekwencja zależy od trybu pracy rejestratora. Jak widać na schemacie (rys. 3), diody dołączone są do wyjść OUTSPEC i INSPEC. W przypadku rozpoczęcia trybu automatycznego, gdy trwa jeszcze odliczanie czasu opóźnienia, obie diody błysną 4 krótkimi impulsami. Gdy temperatura zacznie być rejestrowana, lecz nie wystąpi żaden alarm, 4 razy rozbłyśnie dioda dołączona do wyjścia INSPEC, a jeżeli doszło do choćby jednego alarmu, będzie migotać dioda dołączona do wyjścia OUTSPEC. Podobny efekt, jak po wysłaniu rozkazu testu, można osiągnąć naciskając przycisk SW1, gdy układ pracuje w trybie automatycznym.

**Read Temperature (Konwersja Temperatury)[55h]**

Jeżeli układ nie znajduje się w trybie automatycznego pomiaru temperatury, wysłanie tego rozkazu uruchamia natychmiastową konwersję temperatury. Po jej zakończeniu w rejestrze Temperatury Bieżącej można odczytać jej wartość.

**Clear Memory (Kasowanie Pamięci)[A5h]**

Rozkaz spowoduje skasowanie zawartości pamięci danych, rejestrów histogramu, logu alarmów,

rejestrów: alarmów temperatury, liczby próbek, czasu startu i opóźnienia startu oraz częstotliwości rejestracji temperatury. Operacja kasowania będzie możliwa, jeżeli bit CLR został w rejestrze Kontrolnym ustawiony bezpośrednio przed wysłaniem rozkazu.

**Interfejsy komunikacyjne**

Jak to zostało już wcześniej powiedziane, układ DS1615 może komunikować się z użytkownikiem albo za pomocą szeregowego interfejsu asynchronicznego, albo za pomocą trójprzewodowego interfejsu synchronicznego. Wyboru dokonuje się za pomocą wyjścia COMSEL i zworki J1. Pozostawienie zworki rozwartej oznacza wybór interfejsu asynchronicznego. Zwarcie wyprowadzenia COMSEL z napięciem zasilającym +5V uaktywnia interfejs synchroniczny.

Interfejs asynchroniczny to klasyczny port RS o szybkości transmisji 9600 bitów na sekundę, z ośmioma bitami danych, po jednym bicie startu i stopu oraz bez bitu parzystości. W czasie operacji odczytu układ, wysyłając dane tym portem, uzupełnia każdą transmisję o 2 bajty sumy kontrolnej liczonej według wzoru  $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$ .

Port synchroniczny wykorzystuje 3 wyprowadzenia układu scalonego: SCLK, I/O, RST. Transmisję rozpoczyna podanie na wyprowadzenie RST stanu wysokiego. Odczyt i zapis kolejnych bitów danych następuje synchronicznie z narastającym zboczem impulsów zegarowych, podanych na wyprowadzenie SCLK. Dane są zapisywane i odczytywane z wyprowadzenia I/O. Zależności czasowe sygnałów tego interfejsu pokazuje rys. 5.

**Ryszard Szymaniak, AVT**  
**ryszard.szymaniak@ep.com.pl**

Tab. 2.

ADRES	FUNKCJA REJESTRU
800	-40°C dane binarne (LSB)
801	-40°C dane binarne (MSB)
802	-38°C dane binarne (LSB)
803	-38°C dane binarne (MSB)
804	↓
879	
87A	82°C dane binarne (LSB)
87B	82°C dane binarne (MSB)
87C	84°C dane binarne (LSB)
87D	84°C dane binarne (MSB)
87E	Zarezerwowane (00h)
87F	Zarezerwowane (00h)