



# INSPEKTOR

## – uniwersalny rejestrator

### Do czego to służy?

Prezentowane urządzenie jest rozwiązaniem uniwersalnym i pozwala dołączyć dowolny rodzaj czujnika. Możliwe jest gromadzenie danych, przesłanie ich do komputera, rysowanie wykresów, opracowanie statystyki, obliczenie średniej i zapis na dysk. Kilka przykładów? Pomiar temperatury, oświetlenia, wilgotności, poziomu cieczy w zbiorniku, stres (nie żartuję!), natężenia pola magnetycznego, prędkości silnika, wstrząsy... Cena? Jeden wieczór nad elektroniką bez pizzy!.

Brzmi ciekawie?

### Jak to działa?

Liczba elementów użytych do budowy układu jest minimalna. Cała „moc” została skupiona w oprogramowaniu. Układ posiada trzy kana-

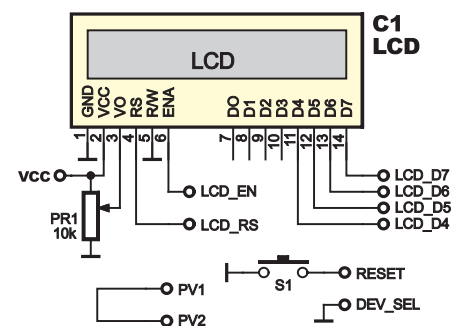
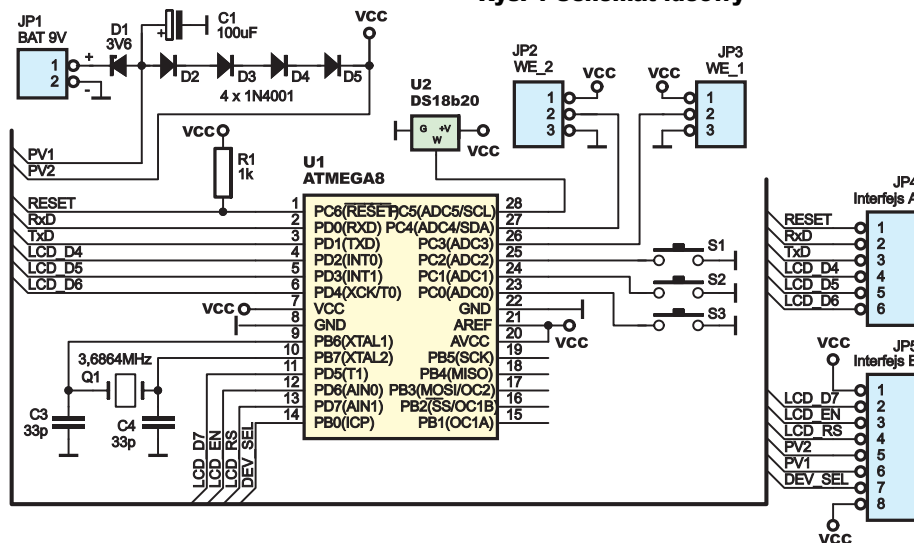
ły. Pierwszy jest przeznaczony tylko dla układów DS18B20 (cyfrowy pomiar temperatury), a pozostałe dwa mogą mierzyć napięcie w zakresie od 0 do 5V z 8-bitową rozdzielczością. Rozwiązanie to pozwala zastosować dowolne czujniki, które dają sygnał analogowy na wyjściu.

Schemat ideowy rejestratora przedstawiony jest na **rysunku 1**, a wyświetlacza – na **rysunku 2**. Jak widać, całym rejestratorem steruje mikrokontroler ATmega8. Posiada on 5-kanałowy przetwornik analogowo-cyfrowy, którego dwa wejścia posłużyły do budowy uniwersalnych kanałów. Doprowadzone do wejść sygnały są mierzone i zapisywane w pamięci RAM w celu późniejszego przetworzenia. Komunikacja z czujnikiem temperatury odbywa się za pomocą jednej linii

(magistrala 1-wire) i steruje nią mikrokontroler (uK). W programie zaimplementowano podprogram zajmujący się wydawaniem poleceń pomiaru, odczytem pamięci układu DS18B20 i sprawdzaniem sumy kontrolnej CRC – dane o temperaturze są chronione przed błędami.

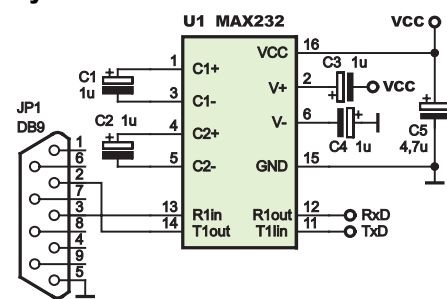
Atmelek odlicza również upływający czas. Nie wykorzystałem wbudowanego układu czasu rzeczywistego (RTC), bo nie ma osobnego wejścia dla kwarcu 32,768kHz (jak ma to miejsce w układzie ATmega32). Do poprawnej pracy uK wymagana jest wyższa częstotliwość (w układzie 3,6864 MHz).

Rys. 1 Schemat ideowy



Rys. 2

Rys. 3



Teoretycznie można wykorzystać wewnętrzny obwód RC, ale nie zapewnia on stabilnej częstotliwości – mogłoby to źle wpłynąć na pracę np. układu UART. **Listing 1** (w Elporcie) pokazuje sposób realizacji zegara. Jednej sekundzie odpowiada  $(3686400 / 256 / 64) = 225$  przerwań Timera 2.

Główny moduł rejestratora zawiera jeszcze klawiaturę do konfiguracji.

Urządzenie może pracować w dwojaki sposób: z komputerem i bez komputera. W pierwszym wypadku nie jest konieczne montowanie kosztownego wyświetlacza, jego rolę spełnia emulator wbudowany w aplikację sterującą. W tej sytuacji należy wykonać przewód komunikacyjny (**rysunek 3**), który pozwoli wymieniać dane z komputerem. Jego głównym elementem jest układ MAX232. Zajmuję się on konwersją napięć ze standardu CMOS na RS232 (i vice versa). W drugim przypadku nie jest potrzebny przewód komunikacyjny no i, oczywiście, komputer. To rozwiązanie powinno być przydatne wszędzie tam, gdzie nie ma dostępu do PC – np. na wakacjach, na działce... Rejestrator umożliwia przeglądanie banku próbek na LCD. Poruszanie się po pamięci jest możliwe za pomocą klawiatury.

Bank mieści się w pamięci RAM, więc utrata zasilania spowoduje stratę danych. Myślę, że nie jest to duży problem w przypadku zasilania baterijnego, dla którego wykonano to urządzenie. Wystarczy wysłać (lub spisać) cały bank do komputera i zapisać na dysku twardym. W dowolnej chwili będzie można ponownie obejrzeć dane, otwierając je z pliku.

Na pomiary przeznaczono 200 komórek pamięci. Są one cyklicznie wypełniane próbkami (temperatura, kanał 1, kanał 2). Odstęp pomiędzy kolejnymi pomiarami

jest ustalany po uruchomieniu urządzenia, w programie konfiguracyjnym. Wartość ta może się wahać w granicach od jednej sekundy do 120 godzin. Całkowite zapelnienie dostępnej pamięci spowoduje, iż następne pomiary będą, za każdym razem, zapisywane na ostatniej, dwusetnej pozycji.

Na koniec zostawiłem opis małej sztuczki sprzętowej. Obudowa miała być z założenia mała, więc zdecydowałem się na popularną baterię 9V. Symulacje wykazały, że układ pobiera około 5mA prądu, co powinno wystarczyć na pracę przez 40 godzin. Napięcie 9V jest za wysokie dla uK i LCD, więc wstawiłem jeszcze diodę Zenera na napięcie 3,6V, co obniżyło napięcie zasilające do wartości 5,4V. Jako niewierzący elektronik podłączyłem mul-

timetr, który pokazał, że pobór prądu wynosi około 9mA, a więc układ może pracować tylko przez 20 godzin. Obniżając napięcie, zmniejszamy pobór prądu. Praca mikrokontrolera jest możliwa już przy napięciu 2,7V, DS18B20 przy 3V, LCD niestety przy 4,5V. Do głowy wpadł mi szatański pomysł: cztery diody połączone szeregowo obniżą napięcie o dalsze 2,4V, czyli do wartości 3V. Po podłączeniu LCD zwierane będą punkty PV1, PV2, a tym samym diody i urządzenie otrzyma pełne 5V. Przeprowadziłem testy z tym wynalazkiem i całość spisywała się jak należy.

## Klawiatura i konfiguracja

Po włączeniu zasilania uruchamia się program konfiguracyjny. Umożliwia on ustawienie aktualnej godziny oraz odstępu czasu pomiędzy kolejnymi pomiarami (zakres: 1 sekunda do 120 godzin). Konfiguracja jest intuicyjna – należy postępować zgodnie z informacjami wyświetlanymi na ekranie. Ustawienie godziny polega na wprowadzeniu najpierw wartości godzin, a następnie wartości minut. Np. dla godziny 12.34 należy wprowadzić najpierw liczbę 12, a w kolejnym menu 34. Ustalenie wartości polega na dodawaniu odpowiednio +1 lub +10 do aktualnego wskazania na ekranie. Po wprowadzeniu żądanej wartości należy nacisnąć przycisk DALEJ. Przekroczenie dopuszczalnego zakresu (np. 25 w przypadku godziny) spowoduje, że na ekranie wyświetli się zero. Nie trzeba resetować po pomyłce, wystarczy zwiększać wartość dalej, do momentu wyzerowania.

**Poniższa tabelka** przedstawia funkcje przycisków na różnych etapach działania programu.

| S1                      | S2                     | S3                                | Etap  |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|---|
| +1                      | +10                    | DALEJ                             | Ustawienie wartości godziny                                   |
| +1                      | +10                    | DALEJ                             | Ustawienie wartości minut                                     |
| +1                      | +10                    | DALEJ                             | Ustawienie okresu próbkowania                                 |
| SEC                     | MIN                    | GODZ                              | Ustala jednostkę okresu próbkowania                           |
| POPZEDNIA KOMÓRKA BANKU | NASTĘPNA KOMÓRKA BANKU | DO BANKU POKAZUJ AKTUALNE POMIARY | Gdy pokazuje aktualne pomiary<br>Gdy pokazuje zawartość banku |

## Opis aplikacji

Zadaniem aplikacji jest nawiązanie komunikacji z rejestratorem, odbiór danych i ich odpowiednie przetworzenie. Umożliwia również emulowanie wyświetlacza LCD, co pozwoli zaoszczędzić trochę pieniędzy...

Po uruchomieniu programu ekran jest pusty. W menu dostępnych jest kilka opcji, które pozwalają pracować z danymi (wykresy, zapis, odczyt...). Część z tych opcji jest niedostępna. Będą one możliwe do włączenia dopiero po wprowadzeniu danych do pamięci (z rejestratora lub z dysku twardego). W celu odczytania informacji zgromadzonych przez rejestrator należy wybrać menu *Plik*, a następnie *Wczytaj*. Otworzy się okienko i po podłączeniu urządzenia należy nacisnąć przycisk

*Start*. Możliwe jest odczytanie pomiarów uprzednio zapisanych na dysku twardym. Dokonuje się tego poprzez wybranie odpowiedniego polecenia: *Otwórz pomiary*.

W menu *Plik* są następujące pozycje:

– *zapisz pomiary* – pozwala zapisać pomiary na dysku twardym w celu ich późniejszego wykorzystania,

– *statystyka* – pokazuje podsumowanie pomiarów (pozwala obliczyć średnią) i wypisuje, wszystkie pomiary wraz z godziną w okienku. W pola *od* oraz *do* wpisujemy numery próbek,

– *pokaż linie pomocniczą* – pojawia się zielona linia, która porusza się za kursorem myszki. Najechnanie na wykres pokaże na górnym pasku dokładną wartość pomiaru w miejscu linii oraz godzinę dokonania pomiaru,

– *LCD emulator* – wirtualny wyświetlacz LCD.

A w menu *Wykres*:

– *narysuj wykres temperatury* – rysuje wykres dla danych znajdujących się aktualnie w pamięci komputera,

– *narysuj wykres dla kanału 0..1* – j.w. tylko rysuje przebieg zarejestrowany na danym kanale.

Aplikacja nie umożliwia drukowania wykresu, ale jest prosty trik: nacisnąć klawisz „Print Screen” (zawartość ekranu zostanie skopiowana do schowka), otworzyć program MSPaint i w menu Edycja wybrać Wklej. Zawartość ekranu zostanie przeniesiona do tego programu, co umożliwi wydrukowanie wykresu.

Pionowy suwak w lewym dolnym rogu pozwala regulować grubość linii wykresu.

Aplikację napisano w Visual Basic 6, więc do jej uruchomienia mogą być potrzebne dodatkowe biblioteki. Jeżeli próba uruchomienia się nie powiedzie i pojawi się komunikat o braku jakiegoś pliku \*.dll, należy ściągnąć go z Internetu (np. wpisując jego nazwę do wyszukiwarki [www.google.pl](http://www.google.pl)).

Pełne oprogramowanie można ściągnąć z Elportalu EdW.

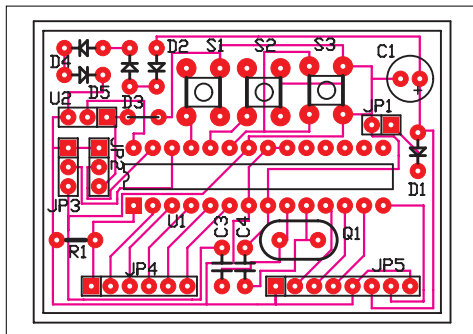
## Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 4**. Montaż jest kłopotliwy i nie powinien nikomu sprawiać trudności.

Polecam wyposażenie rejestratora w „złazcze interfejsu” (DB 15 – takie jak w PC ma Game Port) i wyprowadzenie w ten sposób sygnałów poza obudowę (zasilanie, sygnały do LCD, MAX232...). W takim przypadku wystarczy tylko przejściówka DB15->LCD lub DB15->RS232, a podczas pracy można te, jakkolwiek by patrzeć, niepotrzebne elementy odłączyć i oszczędzać pobieraną energię. Na spodzie obudowy przykleiłem mały magnesik wyciągnięty ze starego dysku twardego – pozwala to na przyczepienie urządzenia do metalowych przedmiotów, jak np. rynna lub parapet.

Zasilanie – to jest kwestia wymagająca przemyslenia. Można pokusić się o zakup dwóch baterii CR2477, które mają pojemność 1000mAh i dwie takie baterie połączyć szeregowo. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie baterii 9V. Odradzam stosowanie stabilizatora 7805, bo pobiera on więcej prądu niż cały układ. Lepszym rozwiązaniem jest włączenie szeregowo diody Zenera o napięciu 3,6V w obwód zasilania – powstanie na niej spadek napięcia, który zapewni napięcie wyjściowe rzędu 5,4V, co jest wystarczające. Teoretycznie układ będzie działał przy napięciu 3V, ale niemożliwe będzie podłączenie wyświetlacza i być może układu MAX232. Układ pobiera około 5 mA.

Rys. 4 Schemat montażowy

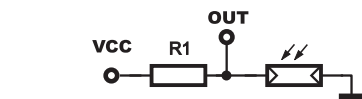


Jak wykonać szybko i skutecznie kabelek do łączenia z LCD? W obudowie do wtyku DB15 wywierciłem otwór, w który wsunąłem microswitch i przykleiłem korpus przycisku do obudowy, natomiast wyprowadzenia podłączyłem do masy i sygnału RESET. Po takim zabiegu istnieje możliwość resetowania układu. W obudowie zmieścił się również miniaturowy potencjometr. Przed skręceniem należy wyregulować kontrast wyświetlacza. Można również, jeżeli tekst będzie czytelny, podłączyć wyprowadzenie VO bezpośrednio do masy.

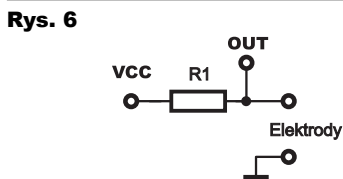
Wyświetlacz można odłączyć od urządzenia. Ponowne jego dołączenie wymaga chwilowego przytrzymania S1 po umieszczeniu przewodu LCD w gniazdku rejestratora.

**Możliwości zmian**

Zmiany polecam w zakresie zasilania, moje rozwiązanie nie jest szczególnie optymalne ze względu na niedużą pojemność baterii 9V.



Rys. 5



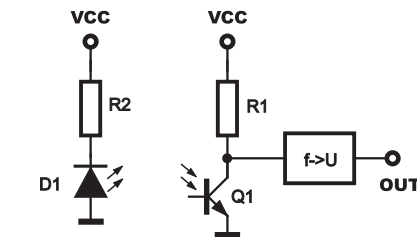
Rys. 6

Może warto minimalnie zwiększyć obudowę i wstawić trzy paluszki?

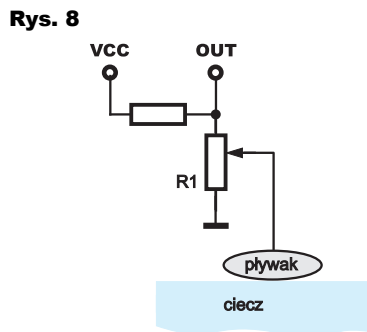
**Czujniki.** W najprostszym przypadku można zastosować pokazany na rysunku 5 czujnik rezystancyjny (fotorezystor, czujniki wilgotności, itp.) połączony szeregowo ze zwykłym rezystorem. Zmiana wartości rezystancji pod wpływem mierzonego czynnika spowoduje zmianę napięcia (na wyjściu OUT), którą zarejestruje urządzenie.

**Czujnik stresu.** Rezystancja ludzkiej skóry zmienia się pod wpływem emocji. Im bardziej jesteśmy zrelaksowani, tym bardziej rezystancja wzrasta. Teraz wystarczy potraktować palec jako potencjometr sterowany stresem. Podłączamy z nim szeregowo rezystor o stałej wartości i rejestrujemy zmiany napięcia. Polecam eksperyment: wpływ literatury sensacyjnej na rezystancję skóry – ustawiamy czas próbkowania na 5 minut, bierzemy książkę i... eksperymentujemy :). Podczas pomiarów elektrody powinny dotykać skóry ze stałym naciskiem albo wyniki wyjdą zafalszowane. Na rysunku 6 przedstawiony jest prosty schemacik podłączenia „się” do rejestratora.

**Rejestracja prędkości silnika?** Cóż, to jest bardziej skomplikowane... Można zbudować układ według rysunku 7. Obrót wału silnika przesłoni na chwilę fototranzystor, co zaowocuje powstaniem stanu H zamiast L, a po chwili ponownie będzie poziom L. Takie cykliczne zmiany wytworzą częstotliwość proporcjonalną do prędkości obrotowej silnika. Dalej znajduje się konwerter częstotliwość->napięcie. W efekcie otrzymujemy na wyjściu napięcie proporcjonalne do prędkości.



Rys. 7



Rys. 8



**Pomiar poziomu cieczy.** Tu sprawa jest jeszcze bardziej intrygująca. Ideę przedstawia rysunek 8. Do pływaka na sztywno zamocowany jest kawałek drutu. Jego drugi koniec połączony jest z potencjometrem suwakowym. Podniesienie się poziomu cieczy (więc i pływaka) spowoduje, że sztywne połączenie przesunie potencjometr. Zmieni się rezystancja, a zatem i napięcie na wyjściu. I odwrotnie – obniżenie poziomu cieczy sprawi, że potencjometr przesunie się w dół pod wpływem masy pływaka.

Mam nadzieję, że zaprezentowane urządzenie okaże się użyteczne i dostarczy trochę zabawy podczas przeprowadzania różnych pomiarów.

Jakub Borzdyński  
jotbeage@interia.pl

| Wykaz elementów  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| Płytki procesora | S1-S3 ... mikroswitche goldpiny |
|                  | Kabel LCD                       |
| R1               | PR1                             |
| C1               | C1                              |
| C2               | C1                              |
| C3,C4            | S1                              |
| D1               | Kabel PC                        |
| D2-D5            | C1-C4                           |
| U1               | C5                              |
| U2               | JP1                             |
| Q1               | JP2                             |
|                  | U1                              |

Płytki drukowana jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2816.