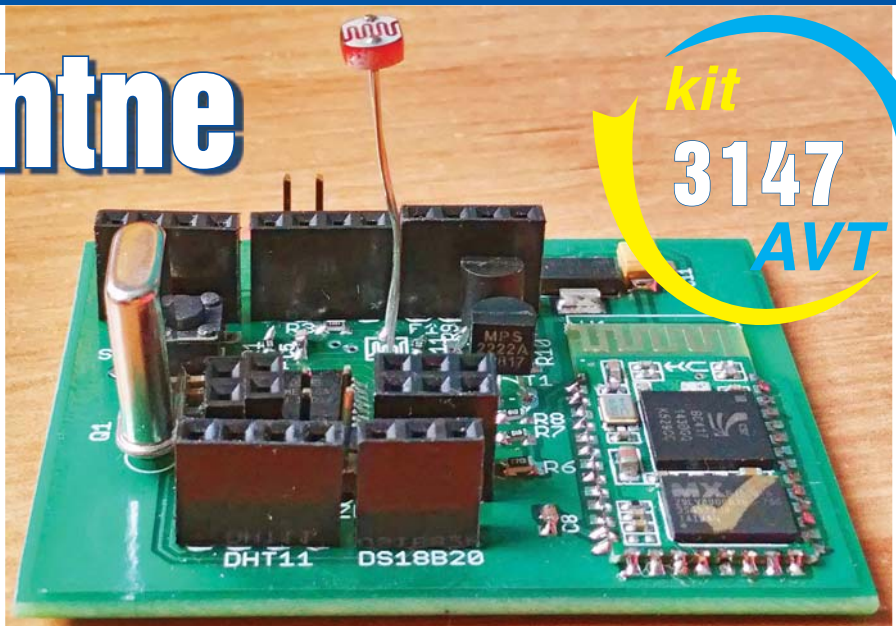


# Inteligentne okno

Zmierz temperaturę otoczenia, wilgotność powietrza, wilgotność gleby w doniczkach i jasność a następnie odczytaj wszystko przy użyciu dowolnego urządzenia z Bluetooth.



W naszym codziennym życiu często chcemy dowiedzieć się, jakie parametry ma otoczenie wokół nas. Prezentowany układ odpowiada nam na te pytanie. Jest bowiem miniaturową stacją pomiarową, umożliwiającą kontrolę wielu parametrów w sposób prosty i łatwo modyfikowalny. W EdW były już przedstawiane liczne układy pomiarowe, lecz chciałbym zaprezentować swoje rozwiązanie, które ma wiele zalet. Warto zwrócić uwagę na prostotę, niski koszt, użycie popularnych elementów i małe wymiary samego urządzenia.

Opisywany układ w wersji podstawowej służy do pomiaru takich parametrów, jak temperatura na zewnątrz okna, temperatura otoczenia w pomieszczeniu, pomiar wilgotności powietrza i gleby w doniczkach oraz natężenia światła. Dodatkowo można sprawdzić, czy zamknęliśmy, otworzyliśmy lub uchyliliśmy okno. Wszystkie informacje są wysyłane w sposób umożliwiający prosty odczyt na dowolnym urządzeniu wyposażonym w Bluetooth.

## Opis układu

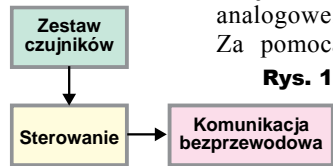
Dla lepszego zrozumienia budowy i działania warto przeanalizować schemat blokowy, pokazany na **rysunku 1**. Całość opiera się na trzech strukturach, które ściśle ze sobą współpracują.

Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 2**. Układ zasilany jest napięciem 5V. Dzięki temu funkcję zasilacza może pełnić stara ładowarka do telefonu, jeżeli tylko ma odpowiednie napięcie. Sercem układu jest tani i popularny mikrokontroler ATmega8.

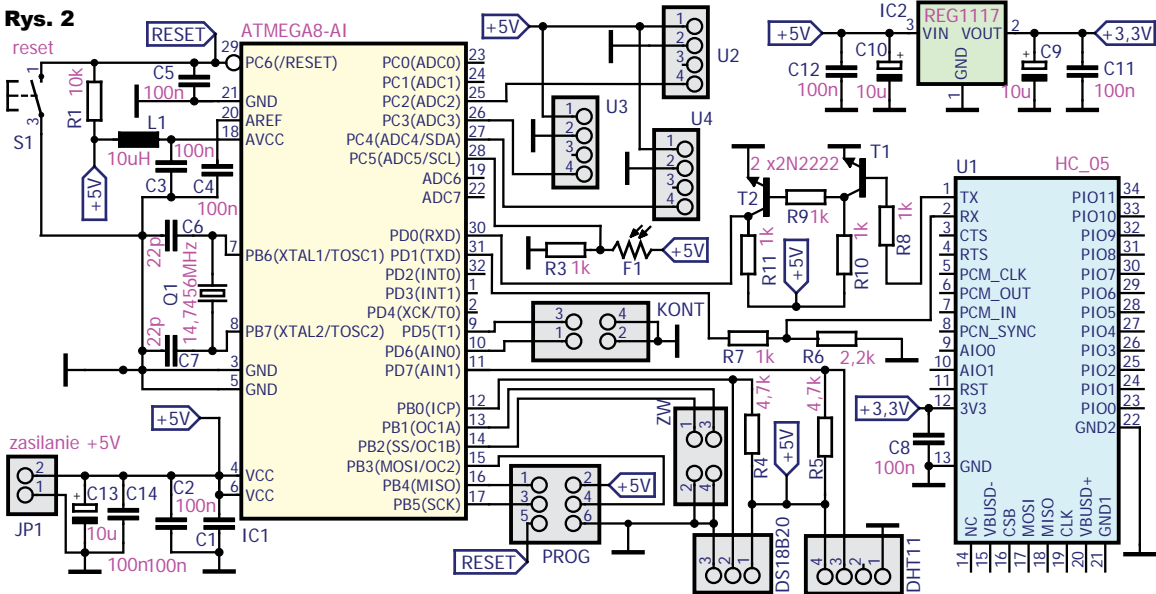
W celu zmierzenia natężenia oświetlenia wykorzystano zwykły fotorezystor GL5616D. Ponieważ jest to mało dokładny element, nie może zostać zastosowany

w precyzyjnych układach pomiarowych. Jednak dla ludzkiego oka jego dokładność jest wystarczająca i można znacząco zlinearyzować jego charakterystykę. Rezystor R3 tworzy dzielnik napięcia wraz z fotorezystorem, jednocześnie gwarantując, że maksymalne napięcie odłożone na nim wyniesie ok. 2,5V. Otrzymaną wartość mikrokontroler skaluje do zakresu 0 ÷ 100%.

Złącza U2, U3 i U4 służą do podłączenia czujnika wilgotności gleby, które można bardzo tanio kupić. Taki czujnik przedstawiono na **fotografii 1**. Czujniki te wyposażone są w wyjście analogowe, cyfrowe i potencjometr. Za pomocą potencjometru ustawiamy zakres wilgotności, od którego ma pojawić się stan wysoki na pinie cyfrowym. W projekcie został wykorzystany pin analogowy, na którym otrzymywana jest wartość napięcia z zakresu 0 ÷ 5V. Następnie tę wartość odczytujemy i przetwarzamy w mikrokontrolerze. Otrzymaną wartość mikrokontroler skaluje do zakresu 0 ÷ 100%.



Rys. 1



Rys. 2

na którym otrzymywana jest wartość napięcia z zakresu 0 ÷ 5V. Następnie tę wartość odczytujemy i przetwarzamy w mikrokontrolerze. Otrzymaną wartość mikrokontroler skaluje do zakresu 0 ÷ 100%.

Złącze ZW odpowiada za ustalenie, z ilu czujników wilgotności gleby chcemy korzystać w projekcie.

W tabeli 1 podane są stany prawdy. Złącze PROG służy do zaprogramowania mikrokontrolera ATmega8.

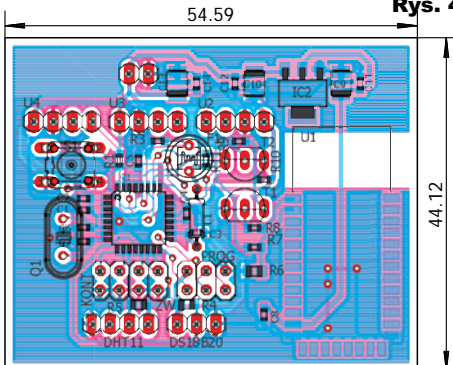
Jako czujnik temperatury na zewnątrz budynku zastosowano układ DS18B20. Umożliwia on pomiar temperatury w zakresie  $-55^{\circ}\text{C} \div +125^{\circ}\text{C}$ . Dzięki temu może pracować w każdej porze roku. Cechuje się również stosunkowo małym błędem pomiarowym  $0,5^{\circ}\text{C}$ , jeżeli temperatura nie spadnie poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$ . Przy niższej temperaturze błąd pomiarowy wynosi do  $2^{\circ}\text{C}$ . Korzysta on z magistrali 1-wire. Dla 12-bitowej rozdzielczości czas pomiaru trwa aż 750ms.

Funkcję czujnika temperatury i wilgotności powietrza spełnia układ DHT11. Umożliwia on pomiar temperatury w zakresie  $0^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$  i wilgotności  $20 \div 90\% \text{RH}$ . Są to wystarczające zakresy do zastosowań w pomieszczeniu. Czujnik ten charakteryzuje się błędem pomiarowym rzędu  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  i  $\pm 5\% \text{RH}$ . Korzysta on z magistrali Single-Wire, która jest bardzo podobna do magistrali 1-wire. W celu polepszenia parametrów pomiarowych i ich błędów można zastosować układy DHT21 lub DHT22. W tabeli 2 przedstawiono porównanie najważniejszych cech wszystkich trzech mierników.

W przypadku zastosowania innego czujnika niż DHT11 należy pamiętać o odpowiedniej modyfikacji programu. W kodzie programu odpowiada za to funkcja *DHT11()*. Przed zakupem warto również



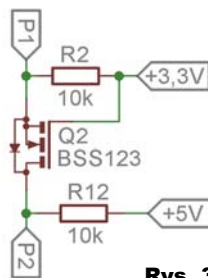
Rys. 4



zastanowić się, jaką dokładność potrzebujemy. Im lepszy czujnik, tym droższy.

W celu stworzenia komunikacji bezprzewodowej Bluetooth zastosowano moduł HC-05. Pracuje on w trybie *slave* i komunikuje się z mikrokontrolerem za pomocą magistrali USART. Moduł ten pracuje przy zasilaniu napięciem 3,3V, z tego powodu zastosowano regulator napięcia REG1117. Ponieważ jest to regulator LDO, jego napięcie wejściowe może wynosić 5V. Dzięki temu cały układ jest zasilany tylko z jednego źródła napięcia o wartości 5V. Układ charakteryzuje się przyzwoitym zasięgiem, dzięki czemu możemy odbierać dane, będąc w innym pomieszczeniu. Należy pamiętać, że realny zasięg modułu Bluetooth jest uzależniony od przeszkód, przez które sygnał musi przejść.

Rys. 3



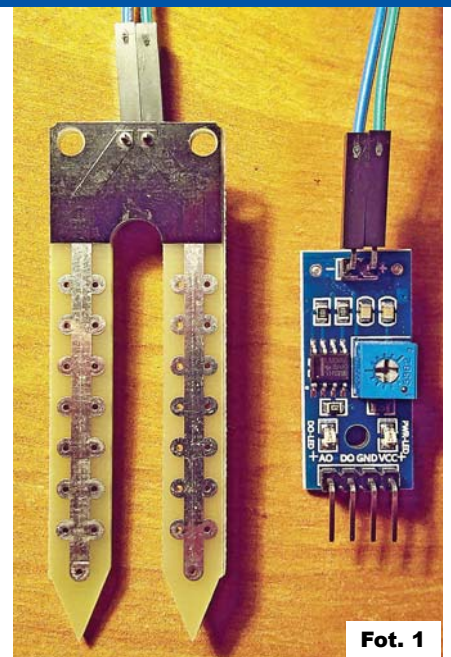
Rezystory R6 i R7 tworzą dzielnik napięcia. Tranzystory bipolarne wraz z rezystorami tworzą konwerter napięć. Linie TX i RX należy skrosować. Alternatywne rozwiązanie budowy konwertera napięć z wykorzystaniem tranzystorów MOSFET przedstawiono na rysunku 3.

Program mikrokontrolera został stworzony w sposób umożliwiający prostą modyfikację.

Tabela 1

Piny 1-2/3-4	Liczba kwiatków
00	0
01	1
10	2
11	3

Nazwa parametru	DHT11	DHT21	DHT22
Zakres pomiaru temperatury [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$0 \div 50$	$-40 \div +80$	$-40 \div 80$
Zakres pomiaru wilgotności [%RH]	$20 \div 90$	$0 \div 100$	$0 \div 100$
Dokładność pomiaru temperatury [ $^{\circ}\text{C}$ ]	2	1	0,5
Dokładność pomiaru wilgotności [%RH]	5	3	2



Fot. 1



Rys. 5

Należy zwrócić uwagę na liczne funkcje, które można łatwo modyfikować. Ponieważ układy pomiarowe mają określone czasy trwania pomiaru, zdecydowano się nie przyspieszać działania układu. Dzięki temu dane docierające do urzędze-

Tabela 2

nia pojawiają się co kilka sekund, nie powodując zbytniego nagromadzenia zbędnych danych.

Program dla mikrokontrolera, zarówno w postaci źródłowej z komentarzami, jak i pliki wynikowe, jest umieszczony w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.

### Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 4**. Dzięki zastosowaniu elementów SMD otrzymano bardzo małe wymiary płytki, którą będzie można łatwo ukryć na parapecie okna. Układ jest niewiele większy od pudełka zapalek. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Bardzo pomocna przy montażu jest pinceta o ostrym końcu jak również stojak z lupą.

Na **fotografii tytułowej** pokazano zmontowany układ. Fotorezystor warto przylutować na długich wyprowadzeniach. Przycisk S1 służy do ewentualnego resetu układu. Przy montażu czujników należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe podłączenie wyprowadzeń w stosunku do wyprowadzeń na płytce PCB.

### Wykaz elementów

R1	10kΩ (0603)
R3, R7, R8, R9, R10, R11	1kΩ (0603)
R4, R5	4,7kΩ (0805)
R6	2,2kΩ (0805)
C1, C2, C3, C4, C5, C8, C11, C12, C14	100nF/ceramiczny (0603)
C6, C7	22pF/ceramiczny (0603)
C9, C10, C13	10uF/tantalowy (TAJ B)
IC1	ATmega8 (TQFP32)
IC2	REG1117 (SOT223)
T1, T2	2N2222 (TO92)
Q1	14,7456MHz (HC49U)

L1	10uH
F1	GL5616D
DHT11	goldpin żeński 1x4
DS18B20	goldpin żeński 1x3
JP1	goldpin męski 1x2
KONT	goldpin żeński 2x2
PROG	goldpin żeński 2x3
ZW	goldpin męski 2x2
S1	przycisk
U1	HC-05
U2, U3, U4	goldpin żeński 1x4

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3147.**

Błędny montaż może spowodować trwałe uszkodzenie czujnika.

Układ po zaprogramowaniu nie wymaga żadnego uruchomienia. Zmontowany ze sprawnych elementów powinien od razu prawidłowo pracować.

Osoby niedoświadczone powinny poprosić kogoś o pomoc w zaprogramowaniu procesora.

W celu połączenia układu z dowolnym urządzeniem odbiorczym (smartfon, komputer, tablet) należy sparować oba elementy. W tym celu należy uruchomić Bluetooth

na elemencie odbiorczym a następnie znaleźć układ HC-05 w otoczeniu. Hasło: 1234 wpisujemy po otrzymaniu odpowiedniego komunikatu. Wystarczy tylko raz sparować dane urządzenia ze sobą.

Aby odebrać dane można wykorzystać aplikację Bluetooth SPP na Androida bądź dowolną inną działającą w trybie SPP. Można również użyć popularnego programu PuTTY. Na **rysunku 5** przedstawiono przykładowe działanie programu w aplikacji Bluetooth SPP.

**Mateusz Kuc**  
kucmateusz92@gmail.com

