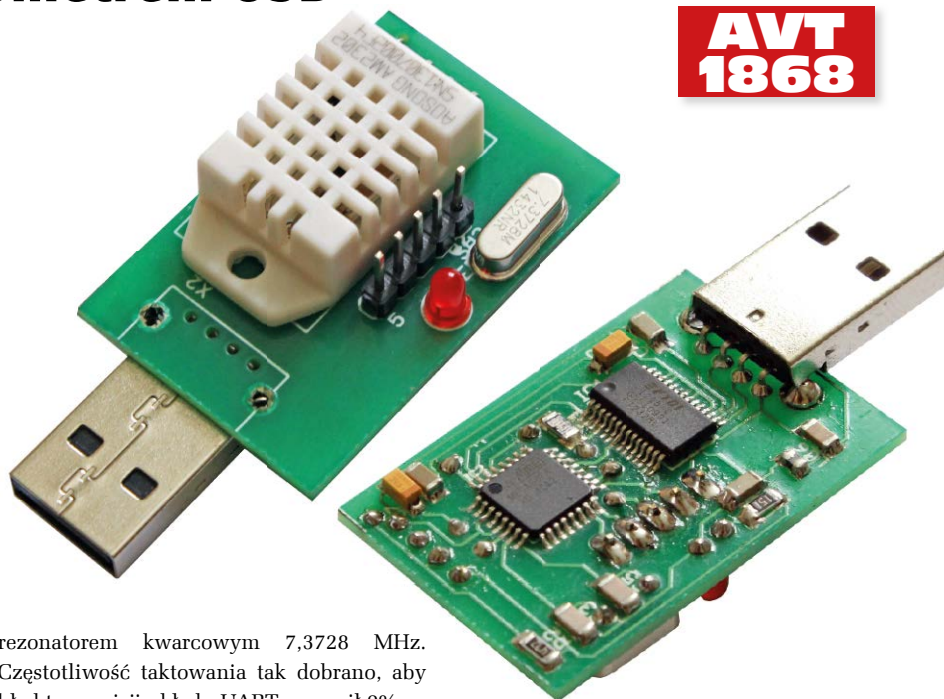


Termometr z higrometrem USB

**AVT
1868**

Przez tysiąclecia ludzie starali się przewidywać pogodę oraz mierzyć warunki atmosferyczne.

Obecnie coraz popularniejsze są stacje pogody, przewidujące pogodę na najbliższy dzień. Nieodzownym elementem nawet najprostszej stacji pogody jest pomiar temperatury oraz wilgotności. Parametry te są również bardzo istotne w innych sytuacjach, np. przy przechowywaniu żywności.



Prezentowany układ jest przystawką do komputera służącą do pomiaru temperatury oraz wilgotności powietrza. Mierzy temperaturę od -40 do 80°C z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$ i dokładnością $0,2^{\circ}\text{C}$ oraz wilgotność od 0 do 100% z rozdzielczością $0,1\%$ i dokładnością 2% . Urządzenie zostało zaprojektowane na małej płytce o wymiarach z przewagą elementów do montażu powierzchniowego, dzięki czemu może być stosowane jako przystawka do laptopa lub komputera stacjonarnego.

Schemat ideowy termometru pokazano na **rysunku 1**. Jego „sercem” jest mikrokontroler ATmega8 pracujący z zewnętrznym

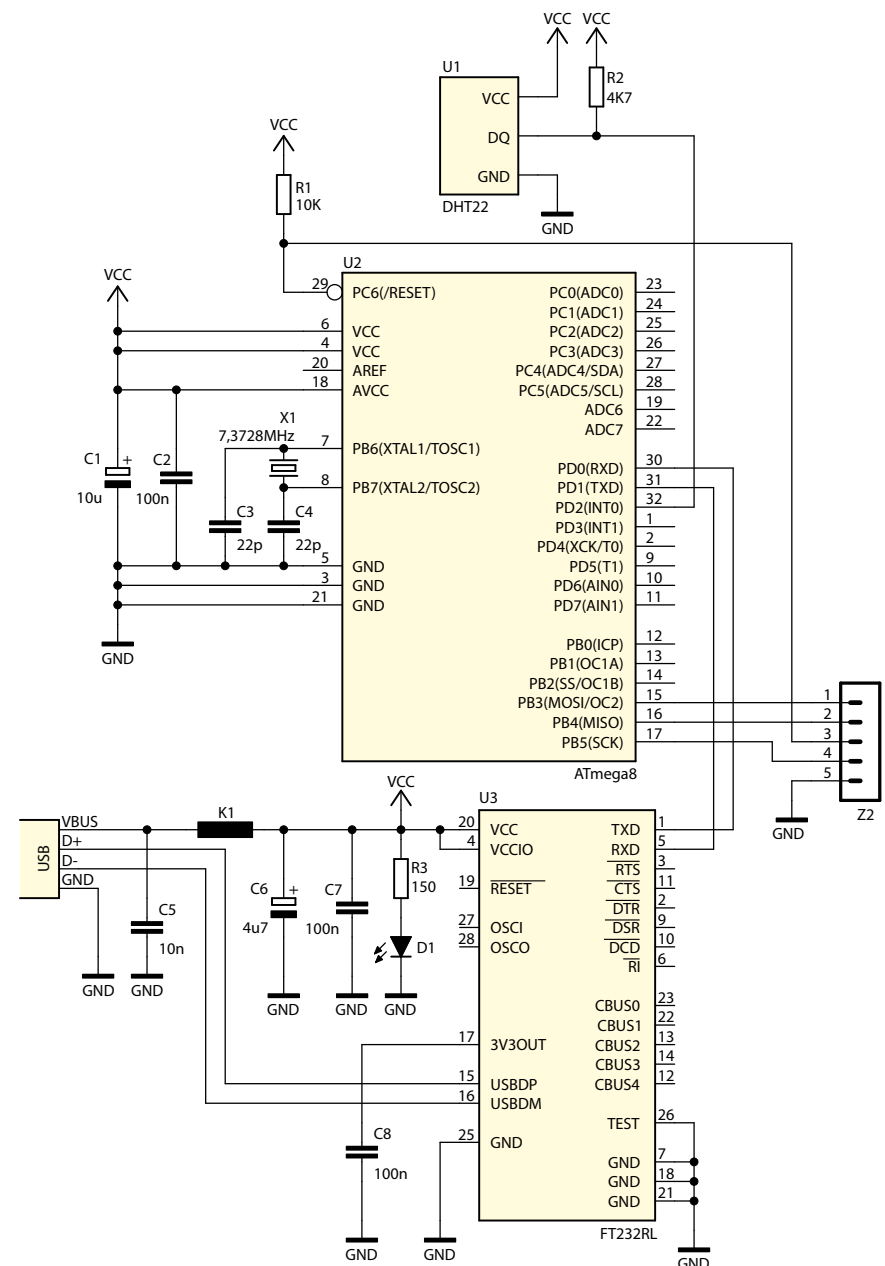
rezonatorem kwarcowym $7,3728$ MHz. Częstotliwość taktowania tak dobrano, aby błąd transmisji układu UART wynosił 0% .

Do pomiaru temperatury i wilgotności zastosowano cyfrowy czujnik DHT22 zapewniający pomiar temperatury w zakresie $-40\dots+80^{\circ}\text{C}$ z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$ i niepewnością $0,2^{\circ}$ oraz wilgotności w zakresie $0\dots100\%$ z rozdzielczością $0,1\%$ i niepewnością 2% . Zmierzone dane prezentowane są w programie komputerowym. Do komunikacji z komputerem wykorzystano interfejs USB. W celu uproszczenia komunikacji wykorzystywano wirtualny port RS232.

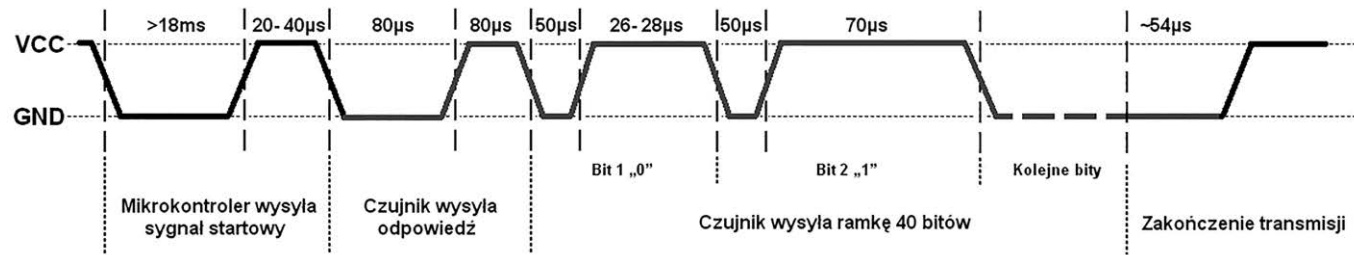
Zasilanie termometru jest czerpane ze złącza USB, dlatego konieczne było wykonanie filtra z koralika ferrytowego K1 oraz kondensatora C5. Na **rysunku 2** pokazano przebieg transmisji. Komunikacja z czujnikiem rozpoczyna się od wysłania sygnału startowego składającego się z poziomu niskiego trwającego co najmniej 18 ms oraz wysokiego przez $20\dots40$ μs . Następnie

W ofercie AVT*
AVT-1868 A, B, C
Wykaz elementów:
 R1: 10 kΩ (SMD 1206)
 R2: 4,7 kΩ (SMD 1206)
 R3: 150 Ω (SMD 1206)
 R4: 120 kΩ (SMD 1206)
 C1: 10 μF/16 V (SMD „A”)
 C2, C7, C8: 100 nF (SMD 1206)
 C3, C4: 22 pF (SMD 1206)
 C5: 10 nF (SMD 1206)
 C6: 4,7 μF/16 V (SMD „A”)
 D1: dioda LED 3 mm
 U1: DHT22
 U2: ATmega8A (TQFP32)
 U3: FT232RL (SSOP28)
 K1: dławik MI0805K400R-10
 X1: kwarc 7,3728MHz
 Z1: wtyk USB typ A do druku
 Z2: listwa goldpinów 5pin
Dodatkowe materiały na FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 66465, pass: td79fgh6
 • wzory płytek PCB
Projekty pokrewne na FTP:
 (wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)
 AVT-1855 Sterownik wentylatora z czujnikiem wilgotności powietrza (EP 5/2015)
 AVT-5494 Termometr bezprzewodowy z interfejsem USB (EP 4/2015)
 AVT-3026 Higrostat elektroniczny (EdW 3/2012)
 AVT-5282 Wilgotnościomierz cyfrowy (EP 3/2011)
 AVT-5230 Rejestrator temperatury z interfejsem USB (EP 4/2010)
 AVT-2908 Termohigrostat (EdW 8/2009)
 AVT-5117 Termometr USB (EP 11/2007)
 AVT-961 Domowa stacja pogodowa (EP 12/2006 – 1/2007)
 AVT-951 Czujnik rosenia (EP 10/2006)
 AVT-914 Wilgotnościomierz cyfrowy (EP 1/2006)
 AVT-5060 Domowa stacja meteo ze zdalnym pomiarem temperatury (EP 4-5/2002)
 AVT-2607 Higrometr elektroniczny (EdW 11/2001)

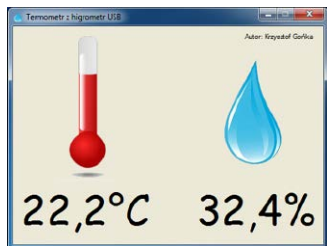
* Uwaga:
 Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ, tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf to nie innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wstawiane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
 AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>



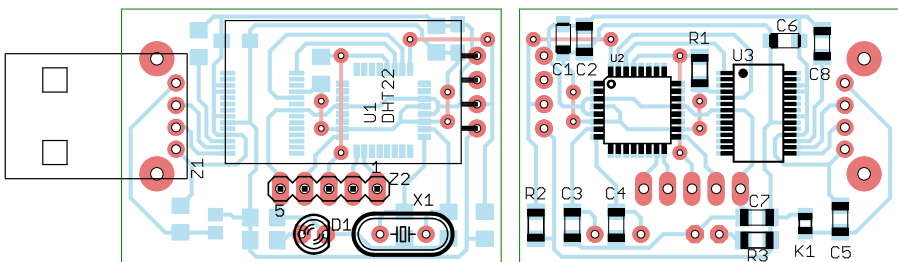
Rysunek 1. Schemat ideowy termometru



Rysunek 2. Przebieg transmisji danych



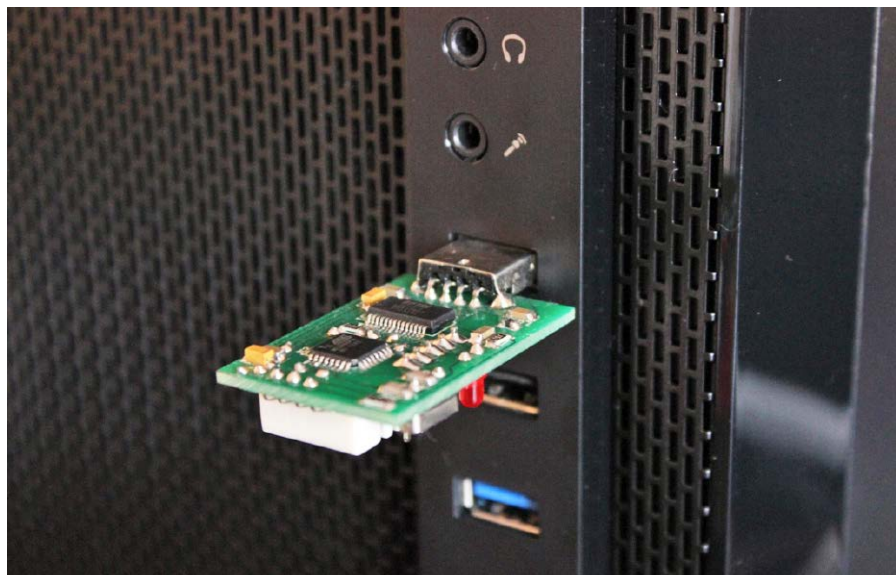
Rysunek 3. Okno główne programu obsługi



Rysunek 4. Schemat montażowy termometru

czujnik wysyła odpowiedź w postaci poziomu niskiego i kolejno wysokiego przez 80 μ s, po czym jest wysyłana ramka bit po bicie. Logicznemu zeru odpowiada poziom niski przez 50 μ s oraz wysoki przez 26...28 μ s, a logicznej jedynce poziom niski przez 50 μ s oraz wysoki przez 70 μ s. Po zakończeniu ramki czujnik wymusza poziom niski przez około 54 μ s i następnie wchodzi w stan czuwania oczekując na kolejny rozkaz odczytu danych. Pełna ramka składa się z 40 bitów, czyli 5 bajtów. Bajt piąty zawiera sumę kontrolną w postaci arytmetycznej sumy temperatury i wilgotności (ramek od pierwszej do czwartej). Bajty 1 i 3 zawierają część całkowitą kolejno wilgotności i temperatury, a bajty 2 i 4 część ułamkową kolejno wilgotności i temperatury.

Program sterujący mikrokontrolerem został napisany w środowisku Bascom AVR. Podprogram odczytu temperatury i wilgotności z czujnika DHT11 jest w materiałach dodatkowych na serwerze FTP. Po odczytaniu wszystkich bitów jest sprawdzana suma kontrolna. Dane z czujnika wysyłane są w dwóch bajtach: pierwszy zawiera część całkowitą a drugi ułamkową, aby uzyskać temperaturę lub wilgotność z jednym miejscem po przecinku należy wartość całkowitą



przesunąć o osiem miejsc w lewo i dodać do niej część ułamkową. Po takiej czynności uzyskuje się liczbę 16-bitową reprezentującą temperaturę wymnożoną 10 razy. Dlatego, aby uzyskać miejsce po przecinku, należy wynik podzielić przez 10. Aby nie obciążać mikrokontrolera, dane wysyłane są do komputera w postaci 16-bitowej a dzielenia jest wykonywane w programie

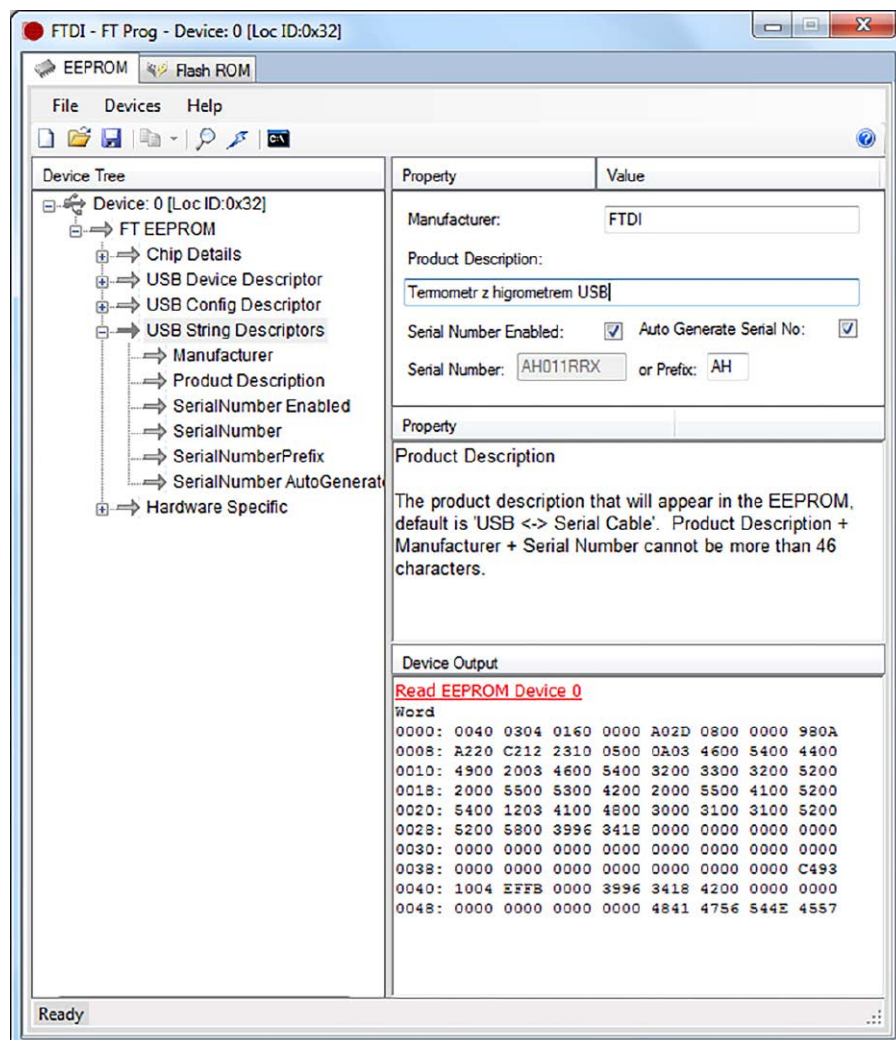
obsługi termometru. W celu uniknięcia błędów transmisji pomiędzy mikrokontrolerem a programem komputerowym jest przesyłane dodatkowe słowo – suma kontrolna wyliczana jako suma arytmetyczna wilgotności i temperatury.

Wysyłane dane są oddzielone znakiem dwukropka. Na przykład, ramka wysyłana do komputera „227:457:684” oznacza temperaturę 22,7°C oraz wilgotność 45,7%.

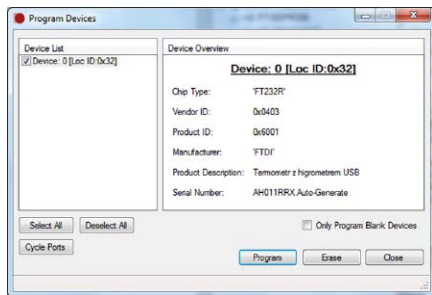
Okno główne programu obsługi pokazano na **rysunku 3**. Aplikację wykonano za pomocą C# .NET Framework, dlatego do jej uruchomienia jest wymagane zainstalowanie środowiska Microsoft .NET Framework w wersji 4.0 lub nowszej. Fragment programu reprezentujący obsługujący zdarzenia odebrania znaków przez port szeregowy zamieszczono na serwerze FTP. Po odczytaniu całej linii (do znaku przejścia do nowej linii) program rozdziela zmienne na trzy osobne łańcuchy znakowe i dokonuje konwersji na typ liczbowy. W kolejnym kroku jest obliczana suma kontrolna oraz porównywana z odebraną sumą kontrolną. Przy zgodności program dokonuje dzielenia zmiennych przez dziesięć w celu odzyskania jednego miejsca po przecinku. Dodatkowo, oprogramowanie pozwala na zminimalizowanie okna i przeniesienia do zasobnika systemowego, z którego może wyświetlać komunikaty o aktualnej temperaturze i wilgotności co pewien czas.

Na **rysunku 4** pokazano schemat montażowy termometru. W projekcie wykorzystano mikrokontroler ATmega8 w obudowie smd TQFP32 oraz układ FT232 w obudowie SSOP28, których zamontowanie ze względu na drobny raster wymaga wprawy. Po wlotowaniu mikrokontrolera i układu FT232 należy wlotować wszystkie zworki oraz kolejne elementy w kolejności od najmniejszych po największe.

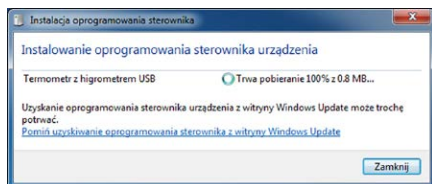
Wszystkie potrzebne sygnały do programowania mikrokontrolera zostały



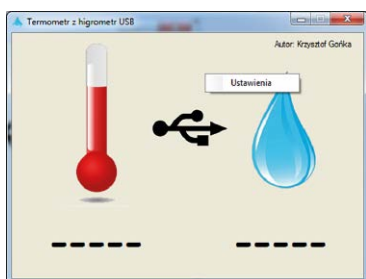
Rysunek 5. Okno zmiany nazwy termometru



Rysunek 6. Okno programatora



Rysunek 7. Rozpoznanie nazwy przez komputer PC



Rysunek 8. Ustawienie numeru portu, do którego jest dołączony termometr

wyprowadzone na złączu szpilkowym Z1, dzięki czemu nie trzeba programować mikrokontrolera przed wlotowaniem. Bity konfiguracyjne mikrokontrolera należy ustawić zgodnie z tabelą 1 (*fuse high byte: 0xD9, fuse low byte: 0xFD*).

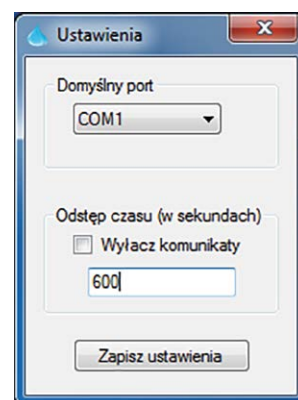
Po włożeniu przystawki do komputera urządzenie będzie się przedstawiało jako przejściówka USB/RS232. Aby zmienić domyślną nazwę urządzenia należy zapisać ją w pamięci EEPROM układu FT232. W tym celu należy pobrać, zainstalować i uruchomić program „FT prog”. Po włożeniu przystawki do komputera należy zainstalować sterowniki. Po uruchomieniu programu „FT prog” należy wybrać *Devices* → *Scan and Parse*. Zostanie przedstawiona zawartość pamięci, model wykorzystanego układu i parę innych detali. W *Device Tree* należy rozwinąć zakładkę *USB String Descriptors*



Tabela 1. Ustawienie fusebitów

Fusebit	Stan
BODLEVEL	Niezaprogramowany
BODEN	Niezaprogramowany
SUT1	Niezaprogramowany
SUT0	Niezaprogramowany
CKSEL3	Niezaprogramowany
CKSEL2	Niezaprogramowany
CKSEL1	Zaprogramowany
CKSEL0	Niezaprogramowany
RSTDISBL	Niezaprogramowany
WTDON	Niezaprogramowany
SPIEN	Zaprogramowany
CKOPT	Niezaprogramowany
EESAVE	Niezaprogramowany
BOOTSZ1	Zaprogramowany
BOOTSZ0	Zaprogramowany
BOOTRST	Niezaprogramowany

i w polu *Product Description* wpisać nazwę urządzenia np. *Termometr z higrometrem USB* (rysunek 5). Po ustawieniu odpowiedniej nazwy należy zaprogramować pamięć EEPROM. W tym celu należy w programie wybrać *Devices* → *Program*, co spowoduje wyświetlenie okna, jak na rysunku 6. W celu zapisania danych do układu należy kliknąć przycisk *Program*. Po włożeniu przystawki do komputera zostanie rozpoznana jako nasze urządzenie (rysunek 7). Po pierwszym włączeniu programu należy wejść do ustawień klikając prawym klawiszem myszy na okno programu (rysunek 8) i ustawić



Rysunek 9. Ustawienie preferencji

port, do którego jest dołączona przystawka oraz preferencje dotyczące wyświetlanych komunikatów w postaci chmurki systemowych (rysunek 9). Istnieje możliwość wyłączenia komunikatów lub ustawienia czasu, co jaki mają być wyświetlane. Po ustawieniu danych należy kliknąć przycisk *Zapisz ustawienia* i następnie kliknąć na symbol portu USB, aby otworzyć port. Podczas kolejnych uruchomień program sam utworzy domyślny port oraz będzie pracował na wcześniejszych ustawieniach dotyczących wyświetlanych komunikatów. W każdym momencie pracy programu istnieje możliwość wejścia do ustawień i zmiany parametrów klikając prawym przyciskiem myszy w okno ustawień.

Krzysztof Gońka
krzysztof.gonka@interia.pl

