

Climatic II

system automatyki klimatyzacji

Projekty urządzeń stanowiących wszelkiego rodzaju usprawnienia w szeroko rozumianej motoryzacji cieszą się niesłabnącą popularnością, co znalazło odbicie również w portfolio moich projektów. Wśród nich, dużym zainteresowaniem cieszyły się systemy automatyki klimatyzacji takie, jak projekt Climatic opublikowany na łamach „Elektroniki Praktycznej” 12/2008. Idąc tym śladem, lecz uzbrojony tym razem w większe doświadczenie, postanowiłem opracować nowocześniejszą a zarazem prostszą implementację wspomnianej automatyki, którą wyposażono w dodatkową funkcjonalność oraz bardzo efektowny i nowoczesny interfejs użytkownika.

Urządzeniu o nazwie Climatic II służy do automatycznego sterowania układem przewietrzania i klimatyzacji pojazdu wyposażonego w manualną klimatyzację, realizując tym



samym systemem automatycznej kontroli układu klimatyzacji. Co więcej, zastosowanie układu Climatic II pozwala na wyeliminowanie rezystorów szeregowych w układzie wentylatora nawiewu, które są częstym źródłem problemów w sterownikach oryginalnych (z uwagi na dość duże moce tracone ulegają często awariom).

Podobnie jak w poprzedniej wersji układu, tak i teraz, wyłącznym zadaniem układu Climatic II jest automatyczne sterowanie prędkością wentylatora nawiewu oraz sprężarką układu klimatyzacji manualnej (w cyklu załącz/wyłącz). Do zadań kierowcy należy natomiast ustawienie żądanej temperatury (w układzie Climatic II) oraz zadbanie o poprawne ustawienie pokrętki temperatury układu wentylacji (ciepłe/zimne) w zależności od żądanego trybu pracy (schładzanie/ogrzewanie). Jak widać, jest to rozwiązanie kompromisowe stanowiące balans pomiędzy rozbudowaniem układu a głębokością ingerencji w instalację pojazdu.

W gotowych rozwiązaniach typu Climatronik znajdują zastosowanie skomplikowane układy mikroprocesorowe, które samodzielnie i w sposób zautomatyzowany decydują o prędkości wentylatora (lub wentylatorów) nawiewu, kierunku nadmuchu powietrza (angażując do tego celu dedykowane serwomechanizmy zintegrowane w tunelach przewodów wentylacyjnych) jak i intensywności schładzania czy też ogrzewania wnętrza. Te wszystkie regulacje są realizowane przy udziale szeregu czujników temperatury, nasłonecznienia i współpracy systemu

sterującego układem klimatyzacji ze sterownikiem silnika i sterownikami nadwozia. Jak łatwo zauważyć, budowa tak zaawansowanego układu byłaby skrajnie trudna choćby z uwagi na konieczność głębokiej ingerencji w budowę systemu wentylacyjnego pojazdu, nie wspominając już nawet o implementacji części elektronicznej urządzenia. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby zbudować układ, który w dużej mierze spełni zadania wykonywane przez firmowe układy klimatyzacji automatycznej.

Budowa urządzenia

Z uwagi na konieczność sterowania silnikiem prądu stałego (wentylatorem) o dość dużej mocy (100 W i więcej), układ Climatic II podzielono na dwa moduły funkcjonalne: sterujący i wykonawczy. Schemat ideowy sterownika układu Climatic II pokazano

REKLAMA

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5799

Podstawowe parametry:

- automatyczne lub manualne sterowanie prędkością wentylatora nawiewu oraz sprężarką układu klimatyzacji manualnej,
- maksymalny prąd styków wykonawczych przełącznika REL: 1A,
- maksymalny prąd wentylatora dmuchawy: 30 A (zależny od zastosowanego radiatora),
- napięcie zasilania: 10...15 V,
- maksymalny prąd zasilania: 50 mA (w tym prąd przełącznika REL).

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

- AVT-5495 Uniwersalny komputer samochodowy Mee (EP 3/2015)
- AVT-5395 TIDex – komputer dla samochodów z silnikiem Diesla (EP 5/2013)
- AVT-5160 Climatic – sterownik klimatyzacji samochodowej (EP 12/2008)
- AVT-5120 Sterownik klimatyzacji Opel TID (EP 12/2017-1/2008)

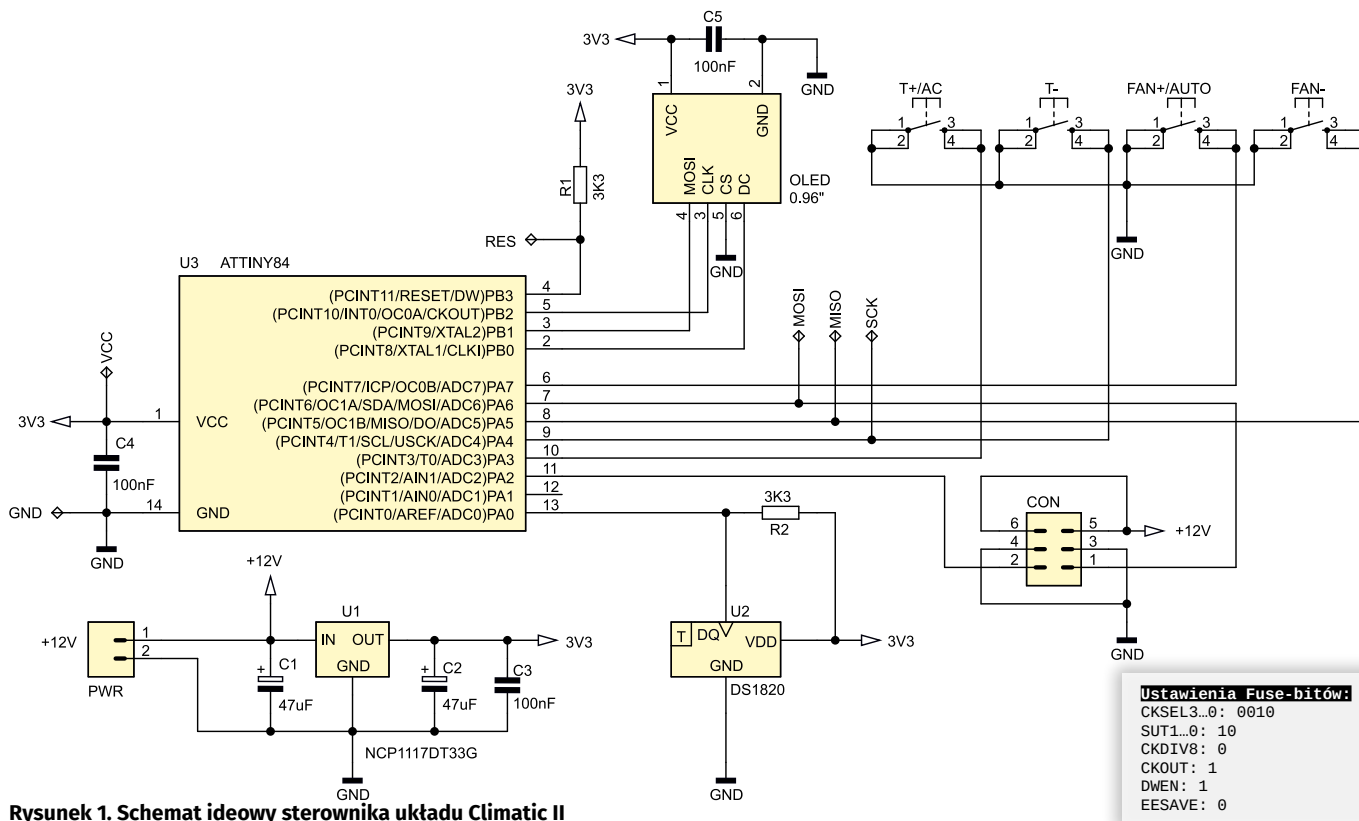
Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji. Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [Av] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.



Rysunek 1. Schemat ideowy sterownika układu Climatic II

na rysunku **rysunku 1**. Zbudowano dość prosty system mikroprocesorowy, którego „sercem” jest mikrokontroler ATtiny84 produkcji firmy Microchip (dawniej Atmel) realizujący całą, założoną funkcjonalność urządzenia. Mikrokontroler ten steruje pracą popularnego, graficznego wyświetlacza OLED o organizacji 128×64 piksele i przekątnej ekranu 0,96” stanowiącego element graficznego interfejsu użytkownika, wykorzystując w tym celu programową implementację szeregowego interfejsu SPI. Realizuje obsługę przycisków funkcyjnych angażując w tym celu przerwanie licznika Timer0 wywoływane co 10 ms. Dzięki temu zaimplementowano skuteczny mechanizm eliminacji drgań styków, jak i obsługę przycisków bez wstrzymywania pracy pętli głównej aplikacji (w tym obsługę długiego i krótkiego naciśnięcia przycisku). Mikrokontroler odpowiada, także za programową realizację interfejsu 1-Wire niezbędnego do komunikacji ze scalonym termometrem DS1820 oraz steruje pracą dwóch stopni wyjściowych (wyprowadzenia PA2 i PA6 mikrokontrolera), których elementy wykonawcze znajdują się na module wykonawczym urządzenia.

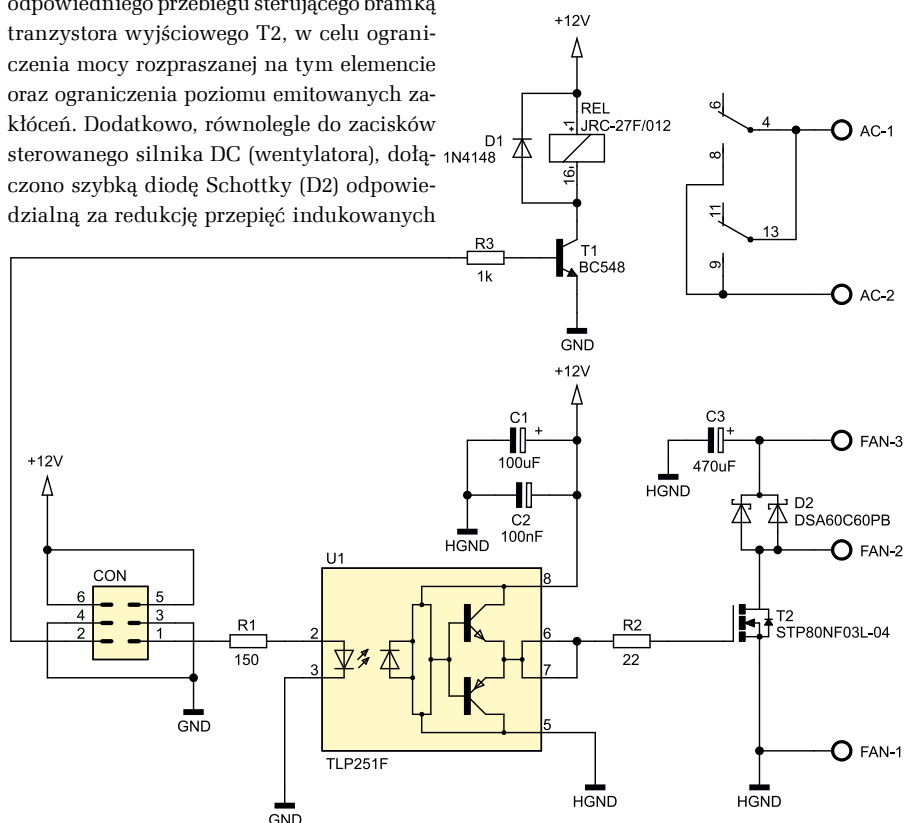
Moduł wykonawczy urządzenia Climatic II pokazano na rysunku **rysunku 2**. Jak widać, składa się z dwóch stopni wyjściowych. Pierwszy z nich to typowy klucz tranzystorowy NPN (T1) odpowiedzialny za sterowanie przekaźnikiem REL (wyprowadzenie PA2 mikrokontrolera), zaś drugi to stopień wyjściowy sterownika PWM (wyprowadzenie PA6 mikrokontrolera) zbudowany z wykorzystaniem specjalizowanego sterownika

tranzystorów IGBT/MOSFET pod postacią układu TLP251F produkcji firmy Toshiba.

Zastosowanie tego, specjalizowanego i optoizolowanego sterownika wynikało, po pierwsze, z potrzeby izolacji napięcia zasilania sterownika Climatic II od obwodu wyjściowego mocy wentylatora FAN, a po drugie i najważniejsze, z konieczności zapewnienia odpowiedniego przebiegu sterującego bramką tranzystora wyjściowego T2, w celu ograniczenia mocy rozpraszanej na tym elemencie oraz ograniczenia poziomu emitowanych zakłóceń. Dodatkowo, równolegle do zacisków sterowanego silnika DC (wentylatora), dołączono szybką diodę Schottky (D2) odpowiedzialną za redukcję przepięć indukowanych

podczas sterowania mocą elementu o charakterze indukcyjnym za pomocą przebiegu PWM.

Do generowania przebiegu PWM wykorzystano natomiast wbudowany w strukturę mikrokontrolera układ czasowo-licznikowy Timer1 pracujący w dość ciekawym trybie PWM a mianowicie w trybie z korekcją fazy i częstotliwości (tryb 8), dla którego



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu wykonawczego układu Climatic II

częstotliwość wyjściową określa rejestr ICR1 timera, zaś wypełnienie rejestr OCR1A. W przypadku naszego urządzenia częstotliwość przebiegu PWM ustawiono na poziomie 10 kHz, co ma zapobiegać występowaniu niechcianych efektów dźwiękowych (pisków) podczas pracy silnika DC.

Interfejs 1-Wire

Kilka słów uwagi należy się typowi zastosowanego czujnika temperatury, a właściwie interfejsowi, z pomocą którego odbywa się komunikacja między nim a mikrokontrolerem. Mowa o interfejsie 1-Wire, który jest bardzo popularny dzięki prostocie implementacji, jak i możliwościom, jakie daje jego zastosowanie. Tym razem skupię się na autorskiej implementacji funkcji przeznaczonych do obsługi tego medium transmisyjnego. Zanim jednak przejdę do konkretnych rozwiązań programowych konieczne jest przedstawienie podstawowych informacji na temat samego interfejsu.

Komunikacja na magistrali 1-Wire odbywa się przy udziale jednego przewodu (stąd nazwa interfejsu) oznaczonego jako DQ, który może jednocześnie pełnić rolę przewodu zasilającego w konfiguracji tzw. zasilania pasywnego. W przypadku magistrali 1-Wire, tak jak w przypadku większości interfejsów szeregowych, transmisja przebiega w konfiguracji Master ↔ Slave. Układ nadrzędny (Master) steruje wyszukiwaniem i adresowaniem układów podrzędnych (Slave), steruje przepływem danych oraz generuje sygnał zegarowy (inicjuje wysyłanie i odbieranie danych). Dane przesyłane są synchronicznie z prędkością do 16,3 kbps w trybie standard oraz do 115 kbps w trybie overdrive. Należy szczególnie podkreślić, iż przesłanie każdego bitu informacji niezależnie od kierunku transmisji inicjowane jest wyłącznie przez układ Master za pomocą wygenerowania opadającego zbocza sygnału (ściągnięcie magistrali do logicznego „0” przez czas z zakresu 1...5 μ s). Po wystąpieniu takiego zbocza sygnału układ Slave podejmuje różne działania, których scenariusz zależy od oczekiwanego kierunku transmisji.

Tego typu organizacja protokołu transmisji zapewnia prawidłową synchronizację przesyłanych danych bez potrzeby stosowania dodatkowych linii sterujących. Minimalny

czas trwania pojedynczego bitu jest ściśle określony i wynosi 60 μ s plus dodatkową 1 μ s na tak zwany czas odtworzenia zasilania (recovery time). Wyznacza on maksymalną prędkość transmisji w trybie standard ($1/61 \mu\text{s} = 16,3 \text{ kbps}$). Co ważne, każde z urządzeń podłączonych do magistrali musi mieć wyjście typu otwarty dren lub otwarty kolektor, a linia danych połączona jest do zasilania przez rezystor podciągający o typowej wartości 4,7 k Ω , co w stanie beczynności powoduje utrzymywanie się stanu wysokiego na linii zapewniającego zasilanie urządzeń podrzędnych (jeśli pracują w trybie zasilania pasywnego).

Sama magistrala nie ma ustalonego formatu danych a sposób przesyłania informacji zależy od konfiguracji i właściwości układów podrzędnych. Przesyłane słowa są zawsze jednobajtowe a jako pierwszy transmitowany jest bit mniej znaczący. Dodatkową i jedną z najważniejszych cech urządzeń z interfejsem 1-Wire, o czym wspomniano na wstępie, odróżniającą je jednocześnie np. od urządzeń standardu I²C, jest unikatowy, ośmibajtowy kod zapisany w pamięci ROM peryferium. Kod ten jest niepowtarzalny i właściwy tylko i wyłącznie pojedynczemu układowi scalonemu (dla elementów produkowanych przez firmę Maxim/Dallas zapisywany jest na etapie produkcji). Najmniej znaczący bajt tego kodu zawiera kod rodziny układów (Family code), kolejne 6 bajtów zawiera unikatowy kod konkretnego egzemplarza (właściwy adresu układu) a najbardziej znaczący bajt zawiera sumę kontrolną CRC8 (Cyclic Redundancy Check). Suma ta wyliczana jest na podstawie poprzednich siedmiu bajtów i jest ustalana na etapie produkcji (służy do kontroli poprawności transmisji). Protokół transmisji danych interfejsu 1-Wire definiuje kilka, podstawowych sygnałów sterujących i stanów pracy magistrali:

- sygnał Reset, wysyłany przez układ Master, będący żądaniem zgłoszenia się układów Slave,
- sygnał Presence, wysyłany przez układy Slave, będący potwierdzeniem obecności tych układów na magistrali danych,
- zapis logicznej „1” i „0”,
- odczyt logicznej „1” i „0”.

Najlepszym sposobem na zrozumienie zależności czasowych dla poszczególnych

Wykaz elementów:

Moduł sterujący

Rezystory: (obudowy miniaturowe 1/8 W)
R1, R2: 3,3 k Ω

Kondensatory: (SMD0805)

C1, C2: elektrolityczny 47 μ F/16 V (obudowa SMD C/6032-28R)
C3: ceramiczny X7R 100 nF (obudowa SMD 1206)
C4, C5: ceramiczny 100 nF (raster 0,1")

Półprzewodniki:

U1: NCP1117DT33G (obudowa T0252)
U2: DS1820 (obudowa T0-92)
U3: ATTINY84 (obudowa DIP14)
OLED: wyświetlacz OLED 0,96" 128x64 px, niebieski, SPI

Pozostałe:

REL: przekaźnik JRC-27F/012
CON: gniazdo IDC męskie 2x3 piny (2,54 mm)
AC: złącze śrubowe AK500/2
FAN: złącze śrubowe AK500/3

Moduł wykonawczy

Rezystory: (obudowy miniaturowe 1/8W)
R1: 150 Ω
R2: 22 Ω
R3: 1 k Ω

Kondensatory: (SMD0805)

C1: elektrolityczny 100 μ F/16 V (raster 0,1")
C2: ceramiczny 100 nF (raster 0,1")
C3: elektrolityczny 470 μ F/25 V (raster 0,2")

Półprzewodniki:

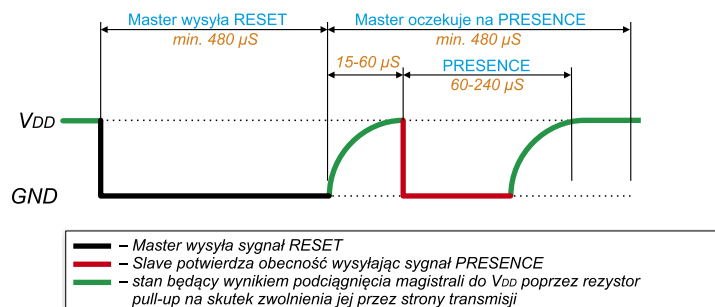
U1: TLP251F (DIL08)
D1: 1N4148 (DO34-7)
D2: DSA60C60PB (T0-220)
T1: BC548 (T0-92)
T2: STP80NF03L-04 (T0-220)

Pozostałe:

REL: przekaźnik JRC-27F/012
CON: gniazdo IDC męskie 2x3 piny (2,54 mm)
AC: złącze śrubowe AK500/2
FAN: złącze śrubowe AK500/3

stanów pracy magistrali jest zobrazowanie ich na rysunkach przedstawiających sekwencje tychże sygnałów widziane z punktu widzenia układu Slave. Na **rysunku 3** pokazano sekwencję inicjalizacji magistrali 1-Wire, która umożliwia układowi Master wykrycie podłączonych do magistrali układów Slave. Rozpoczyna się poprzez wysłanie przez układ Master sygnału Reset (ściągnięcie magistrali do masy przez czas 480...960 μ s) i po odczekaniu czasu 15...60 μ s, odpowiedzią układów Slave poprzez wysłanie sygnału Presence (ściągnięcie magistrali do masy przez czas 60...240 μ s).

REKLAMA



Rysunek 3. Procedura inicjalizacji magistrali 1-Wire

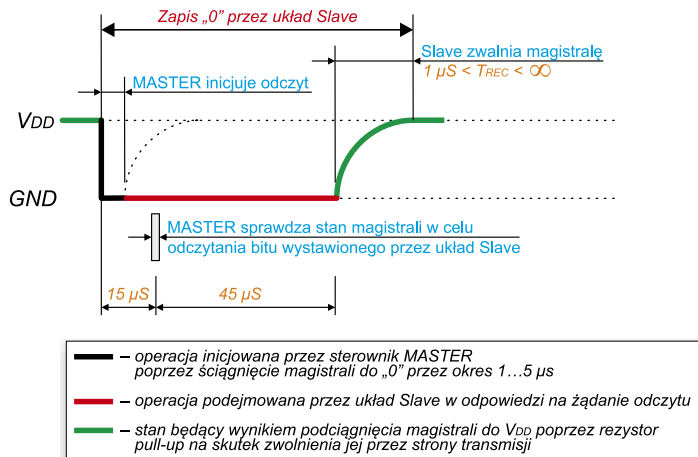
Na **rysunkach 4 i 5** pokazano sekwencje sygnałów sterujących obrazujące operację zapisu danych (logicznego „0” i „1”) przez układ Slave na magistralę 1-Wire a będącą wynikiem żądania odczytu ze strony układu Master (ściągnięcie magistrali do masy przez czas 1...5 μ s). Na **rysunku 6** pokazano sekwencję sygnałów sterujących obrazującą operację odczytu danych wykonywaną przez układ Slave, a będącą wynikiem zapisu danych dokonanego przez układ Master (jak wcześniej, inicjowaną poprzez ściągnięcie magistrali do masy przez czas 1...5 μ s).

Tyle, jeśli chodzi o opis warstwy komunikacyjnej protokołu 1-Wire. Pora więc na rozwiązanie programowe. Zaczynamy od prezentacji pliku nagłówkowego, w treści którego zdefiniowano parametry sprzętowe (**listing 1**). Na **listingu 2** pokazano bardzo krótką funkcję inicjalizacyjną, której zadaniem jest ustawienie kierunku portu obsługującego interfejs 1-Wire. Na **listingu 3** pokazano jedną z podstawowych funkcji interfejsu 1-Wire, odpowiedzialną za wygenerowanie sygnału Reset i odbiór sygnału Presence, czyli funkcję inicjującą transmisję na magistrali 1-wire. Funkcja korzysta z makra ATOMIC_BLOCK (z pliku *atomic.h*), którego celem jest zablokowanie przerwań systemowych w czasie operacji krytycznych czasowo, co ma zapobiec zakłóceniom transmisji na skutek „degradacji” timingów na magistrali. Dalej, na **listingach 4 i 5** pokazano podstawowe funkcje transmisyjne umożliwiające zapis i odczyt pojedynczego bitu na magistrali 1-Wire. I na koniec, na **listingach 6 i 7**, pokazano dwie funkcje umożliwiające zapis i odczyt bajta na magistrali.

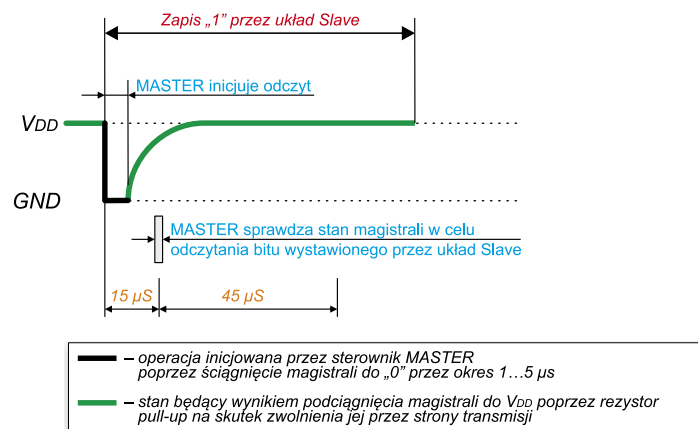
Algorytm regulacji

W prezentowanym układzie, w odróżnieniu od pierwowzoru, zastosowano dwie, niezależne automatyki regulacyjne: automatykę biegów wentylatora dmuchawy (oznaczoną jako AUTO) oraz automatykę układu klimatyzacji (oznaczoną jako AC). Pierwsza z nich odpowiada za automatyczne sterowanie prędkością wentylatora dmuchawy korzystając z 9-ciu zaprogramowanych biegów, przy czym aktualny bieg wybierany jest na podstawie różnicy pomiędzy temperaturą zadaną a temperaturą zmierzoną, gdzie na każde 1,5°C różnicy przypada zmiana o wartość jednego biegu. Druga automatyka odpowiada za sterowanie (za pomocą przekładnika REL) wyłącznikiem układu klimatyzacji manualnej powodując, według potrzeby, załączanie i wyłączanie tegoż układu w celu utrzymania zadanej temperatury wewnątrz pojazdu.

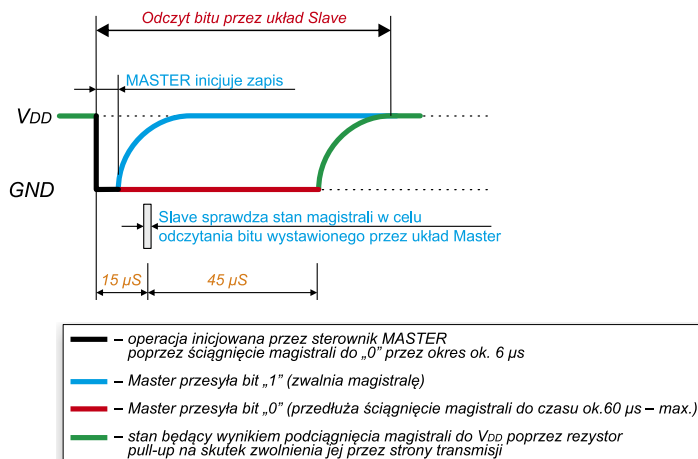
Tego typu sterowanie nie zostało wybrane przypadkowo. Jest po prostu bezpieczne dla sprężarki układu klimatyzacji, gdyż oryginalny wyłącznik układu klimatyzacji podaje jedynie sygnał sterujący do sterownika nadwozia (lub silnika), a ten ostatni „decyduje” o momencie i możliwości załączenia sprężarki dostosowując parametry pracy silnika



Rysunek 4. Sekwencja sygnałów sterujących obrazująca operację zapisu logicznego „0” wykonywaną przez układ Slave, a inicjowaną przez układ Master



Rysunek 5. Sekwencja sygnałów sterujących obrazująca operację zapisu logicznej „1” wykonywaną przez układ Slave a inicjowaną przez układ Master



Rysunek 6. Sekwencja sygnałów sterujących obrazująca operację odczytu stanu magistrali 1-Wire wykonywaną przez układ Slave a inicjowaną przez układ Master

Listing 1. Plik nagłówkowy modułu obsługi interfejsu 1-Wire

```
#define OW_PORT_REG PORTA
#define OW_PIN_REG PINA
#define OW_DDR_REG DDRA
#define OW_PIN_NR PA0

#define OW_READ_INPUT (OW_PIN_REG & (1<<OW_PIN_NR))
#define OW_PULL_UP_OFF (OW_PORT_REG &= ~(1<<OW_PIN_NR))
#define OW_SET_AS_INPUT (OW_DDR_REG &= ~(1<<OW_PIN_NR))
#define OW_SET_AS_OUTPUT (OW_DDR_REG |= (1<<OW_PIN_NR))
```

Listing 2. Funkcja inicjalizacyjna modułu obsługi interfejsu 1-Wire

```
void owInit(void){
    OW_SET_AS_INPUT; //Ustawiamy jako port wejściowy, gdyby było inaczej
    OW_PULL_UP_OFF; //Wyłączamy pull-up'a, gdyby było inaczej
}
```


Listing 3. Funkcja inicjująca transmisję na magistrali 1-Wire

```
uint8_t owReset(void){
    uint8_t Presence;

    OW_SET_AS_OUTPUT; //Ściągamy magistralę do 0 przez 480us
    _delay_us(480);
    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE)
    {
        OW_SET_AS_INPUT; //Zwalniamy magistralę i czekamy na sygnał Presence
        _delay_us(60);
        Presence = OW_READ_INPUT; //Odczyt sygnału Presence (0)
    }
    //Czekamy na zwolnienie magistrali przez układy Slave
    _delay_us(480-60);
    //Sprawdzamy zwolnienie magistrali przez układy Slave
    if(OW_READ_INPUT == 0) Presence = 1;
    //Różne od 0, gdy błąd magistrali: brak układów Slave lub zwarcie na magistrali
    return Presence;
}
```

Listing 4. Funkcja odpowiedzialna za zapis bitu na magistrali 1-Wire

```
void owWriteBit(uint8_t Bit){
    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE){
        OW_SET_AS_OUTPUT; //Ściągamy magistralę do 0 przez 1us
        _delay_us(1);
        //Jeśli zapisujemy 1 to zwalniamy magistralę
        //będzie podciągnięta do VCC przez rezystor pull-up
        if(Bit) OW_SET_AS_INPUT;
        _delay_us(60-1); //Czekamy 60us i zwalniamy magistralę
        OW_SET_AS_INPUT;
    }
}
```

Listing 5. Funkcja odpowiedzialna za odczyt bitu na magistrali 1-Wire

```
uint8_t owReadBit(void){
    uint8_t Bit = 0;

    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE){
        OW_SET_AS_OUTPUT; //Ściągamy magistralę do 0 przez 1us
        _delay_us(1);
        //Zwalniamy magistralę i po 15 us próbujemy jej stan
        //by odczytać bit przesyłany przez układ Slave
        OW_SET_AS_INPUT;
        _delay_us(15-1);
        if(OW_READ_INPUT) Bit = 1;
        //Czekamy 45us do zakończenia bieżącego okna czasowego
        _delay_us(60-15);
    }
    return Bit;
}
```

i zapobiegając niekorzystnym warunkom pracy sprężarki. Dodatkowo, odpowiednio dobrana histereza regulacji minimalizuje częstość cykli włącz/wyłącz sprężarki. Histereza została zdefiniowana w taki sposób, aby na przykład: dla ustawienia żądanej temperatury wewnątrz pojazdu na wartość 21°C, układ Climatic II włączył sprężarkę układu klimatyzacji przy temperaturze 22°C wewnątrz pojazdu i chłodził wnętrze do osiągnięcia temperatury 20,5°C, po czym wyłączył sprężarkę.

Obie automatyki mogą być załączane niezależnie, zaś w przypadku wyłączenia automatyki biegów wentylatora dmuchawy aktualny bieg możemy wybierać manualnie korzystając z przycisków funkcyjnych FAN+/AUTO i FAN-. W celu zapewnienia poprawnej pracy układu automatyki należy zapewnić optymalne warunki pomiarowe dla czujnika temperatury w postaci układu U2, czyli miejsce jego montażu. Należy eksperymentalnie dobrać miejsce jego

Listing 6. Funkcja odpowiedzialna za zapis bajta na magistrali 1-Wire

```
void owWriteByte(uint8_t Byte){
    for(uint8_t i=0; i<8; ++i){
        owWriteBit(Byte & 0x01);
        Byte >>= 1;
    }
}
```

Listing 7. Funkcja odpowiedzialna za odczyt bajta na magistrali 1-Wire

```
uint8_t owReadByte(void){
    uint8_t Byte = 0;

    for(uint8_t i=0; i<8; ++i){
        Byte >>= 1;
        if(owReadBit()) Byte |= 0x80;
    }
    return Byte;
}
```

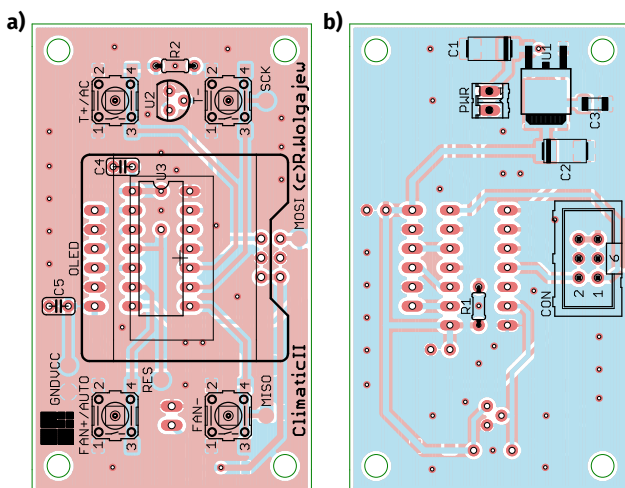
zamocowania, aby odwzorować średnią temperaturę panującą wewnątrz pojazdu i uniknąć niepotrzebnych działań wspomnianej automatyki. Standardowo czujnik ten znajduje się na płytce drukowanej sterownika, lecz w razie potrzeby możemy podłączyć go za pomocą 3-żyłowego przewodu.

Montaż i uruchomienie

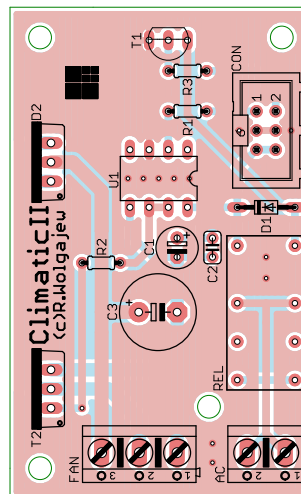
Montaż urządzenia rozpoczynamy od implementacji płytki sterownika układu Climatic II, której wygląd pokazano na rysunku 7. Montaż płytki sterownika rozpoczynamy od warstwy TOP, gdzie w pierwszej kolejności przylutowujemy wszystkie elementy półprzewodnikowe. Następnie lutujemy elementy bierne a na samym końcu 4 mikroprzełączniki stanowiące element interfejsu użytkownika. Dalej przechodzimy na warstwę BOTTOM, na której w pierwszej kolejności montujemy elementy SMD, następnie pozostałe elementy bierne THT, a na samym końcu złącza PWR i CON. W tym momencie wracamy na warstwę TOP, gdzie korzystając z goldpinów połączeniowych modułu wyświetlacza OLED przylutowujemy go do obwodu drukowanego urządzenia dbając o odpowiednie jego położenie w stosunku do płaszczyzny przycisków funkcyjnych. Warto podkreślić, że w przypadku zastosowanego modułu wyświetlacza OLED wyko-

nane połączenia elektryczne zapewniają mu jednocześnie wystarczająco stabilny montaż mechaniczny.

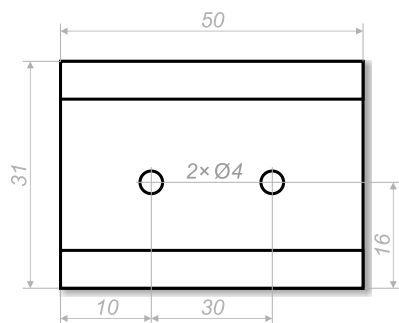
Płytkę modułu wykonawczego, urządzenia Climatic II, pokazano na rysunku 8. Montaż rozpoczynamy od przylutowania wszystkich półprzewodników. Następnie lutujemy elementy bierne a na samym końcu gniazda AC, FAN oraz CON. Ścieżki przewodzące duże prądy pokrywamy dodatkową warstwą cyny (w tym celu nie zostały one pokryte maską lutowniczą). W przypadku sterowania pracą wentylatora większej mocy konieczne może być wyposażenie elementów D2 oraz T2 w radiator rozpraszający ciepło mocy strat. W układzie prototypowym sterowano pracą wentylatora nawiewu pozyskanego z auta Fiat



Rysunek 7. Schemat montażowy modułu sterownika, a) strona TOP, b) strona BOTTOM



Rysunek 8. Schemat montażowy modułu wykonawczego



Rysunek 9. Sposób przygotowania radiatora pod elementy D2 i T2

Punto II, który to w trakcie pracy pobierał prąd rzędu 8 A a mimo to nie było potrzeby implementacji radiatora mocy. Na **rysunku 9** pokazano przykładowy sposób przygotowania radiatora.

Obie płytki urządzenia (sterownik i moduł wykonawczy) łączymy ze sobą wielożyłowym przewodem zakończonym 6-pinowymi gniazdami IDC. Na fotografii tytułowej pokazano zmontowane moduły.

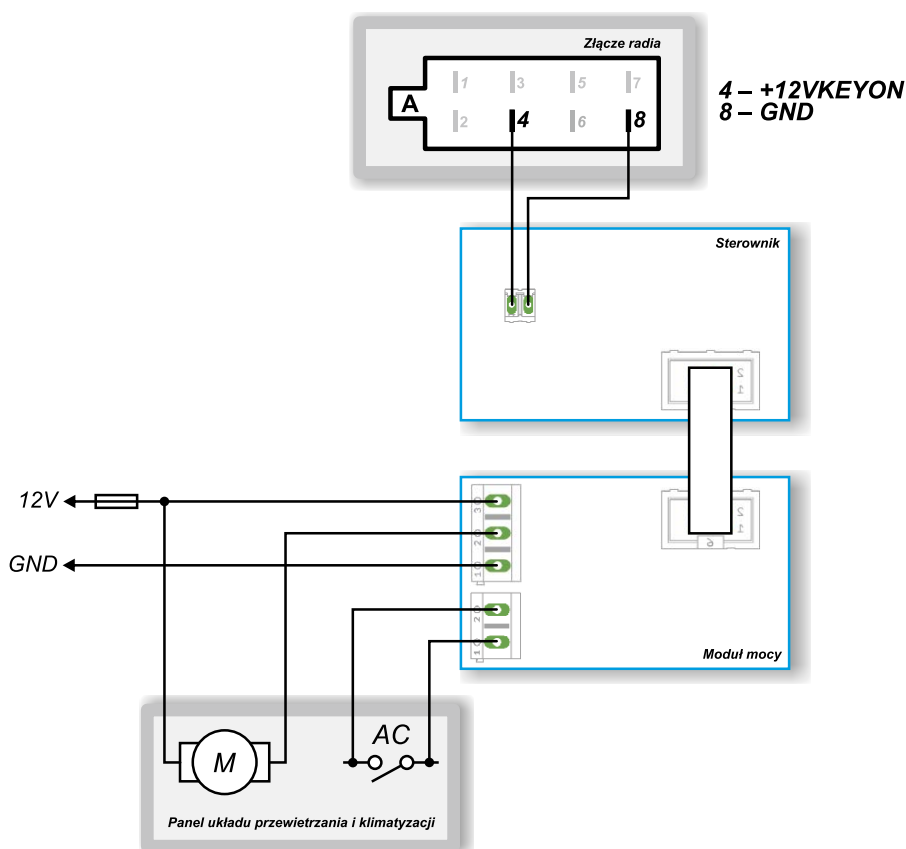
Montaż i podłączenie sterownika powinny zostać wykonane przez doświadczonego elektryka bądź elektronika samochodowego. Urządzenie należy zamontować w suchym miejscu, z dala od wszelkiego rodzaju elektroniki mogącej zakłócać działanie sterownika (typu sterownik silnika ECU, moduł kontroli nadwozia BCM czy alarm) zaopatrując w odpowiednią, najlepiej ekranowaną obudowę chroniącą przez zwarcie, zawilgoceniem, uszkodzeniem mechanicznym i zakłóceniami EMI. Z uwagi na sposób podłączenia, układ Climatic II najlepiej zamontować w pobliżu złącza radioodbiornika, gdyż w tym miejscu dostępnych jest większość sygnałów przyłączeniowych.

Układ podłączamy do następujących „modułów” pojazdu:

1. Złącze radioodbiornika – umożliwia zasilenie urządzenia (złącze PWR), po włączeniu stacyjki,
2. Panel sterowania nawiewem i klimatyzacją – umożliwia automatyczne sterowanie układem klimatyzacji manualnej (złącze AC) oraz wentylatorem nawiewu (złącze FAN) – ważny jest przekrój przewodów z uwagi na duże prądy, min. 1,5 mm².

Konfiguracja styków wyłącznika układu klimatyzacji manualnej, w danym typie pojazdu, odbiega od tej, którą posiada przełącznik REL, należy zastosować inny, odpowiedni do tej konfiguracji przełącznik o napięciu znamionowym cewki równym 12 V.

Urządzenie Climatic II, w celu regulacji prędkości wentylatora dmuchawy, stosuje przebieg PWM, udostępniając 9 predefiniowanych prędkości obrotowych, przez co zbyt rzadko staje się stosowanie rezystorów biegu wentylatora dmuchawy standardowo montowanych w starszych pojazdach. Sposób podłączenia naszego sterownika do instalacji pojazdu pokazano na **rysunku 10**.



Rysunek 10. Sposób podłączenia układu Climatic II do instalacji pojazdu

Obsługa

Urządzenie wyposażono w efektowny wyświetlacz graficzny wykonany w technologii OLED oraz 4 przyciski funkcyjne dające bezpośredni dostęp do realizowanych przez nie funkcjonalności. Przyciski oznaczone jako, FAN+/AUTO i FAN– służą, po pierwsze, do regulacji prędkości wentylatora dmuchawy, gdy automatyka dmuchawy pracuje w trybie manualnym, zaś po drugie, do włączenia tej automatyki poprzez długie naciśnięcie przycisku FAN+/AUTO, co sygnalizowane jest pojawieniem się napisu „AUTO” w ramach graficznego interfejsu użytkownika. W takim przypadku, co oczywiste, nie można regulować biegów wentylatora dmuchawy w sposób manualny.

Przyciski oznaczone jako, T+/AC i T– służą z kolei do regulacji żądanej temperatury wewnątrz pojazdu (w zakresie 15...30°C, z krokiem 0,5°C), zaś długie naciśnięcie przycisku T+/AC służy do włączenia automatyki układu klimatyzacji co sygnalizowane jest pojawieniem się napisu „AC” w ramach graficznego interfejsu użytkownika.

Dla zwiększenia atrakcyjności graficznego interfejsu użytkownika wprowadzono efektowne animacje towarzyszące każdorazowej zmianie żądanej temperatury wewnątrz pojazdu. Animacje, o których mowa polegają na pionowym „przewijaniu” znaków na ekranie, dzięki czemu w dość łatwy sposób możemy uzyskać efekt przypominający swoim działaniem pracę starych liczników mechanicznych, gdzie zmianę znaku towarzyszyło przesunięcie się jednego znaku w górę/dół

i „wskoczenie” na jego miejsce znaku kolejnego (w przypadku liczników były to oczywiście cyfry). Osiągnięty efekt wygląda nadspodziewanie dobrze!

Wygląd graficznego interfejsu użytkownika urządzenia Climatic II z zaznaczeniem wszystkich dostępnych opcji pokazano na **rysunku 11**. W trakcie manualnej regulacji prędkości wentylatora dmuchawy pole symbolizujące bieżący bieg wentylatora zostaje powiększone w celu zwiększenia czytelności co pokazano na **rysunku 12**.

Robert Wołgajew
robert.wolgajew@ep.com.pl



Rysunek 11. Wygląd graficznego interfejsu użytkownika urządzenia Climatic II z zaznaczeniem wszystkich dostępnych opcji



Rysunek 12. Wygląd graficznego interfejsu użytkownika urządzenia Climatic II w trakcie regulacji prędkości wentylatora