

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

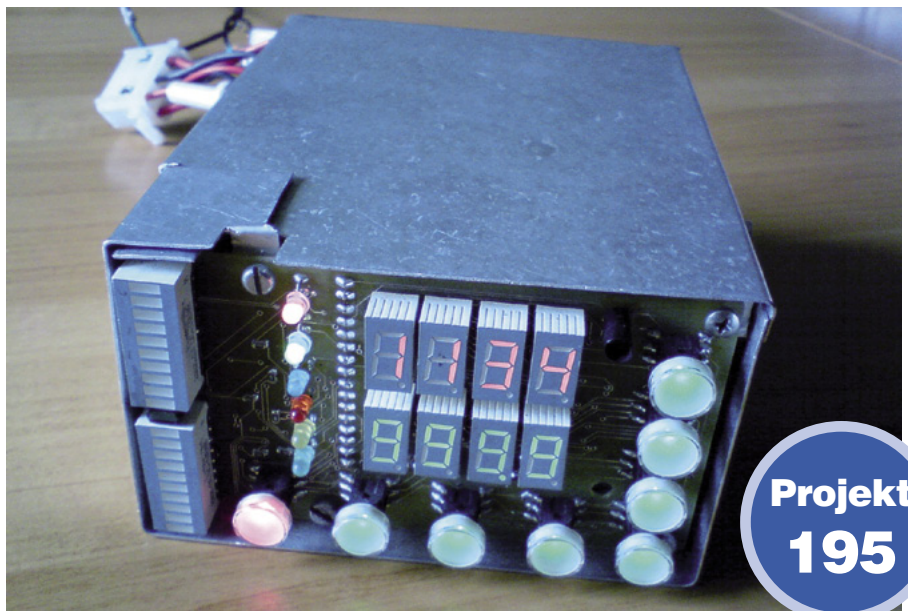
Automatyczny regulator klimatyzacji samochodowej (2)



Utrzymanie stałej temperatury w kabinie samochodu nie jest łatwe, jeśli weźmie się pod uwagę kilka czynników: otwieranie i zamykanie drzwi oraz okien, zmienną temperaturę silnika i co za tym idzie – płynu chłodzącego w obwodzie nagrzewnicy oraz zmienną prędkość jazdy (większy lub mniejszy przewiew kabiny). Prezentowane urządzenie jest udogodnieniem dla posiadaczy starszych pojazdów samochodowych (zarówno bez, jak i z klimatyzacją). Zastosowanie regulatora uwalnia ich od czynności związanych z utrzymaniem odpowiedniej temperatury wewnątrz pojazdu oraz dodatkowo ma kilka innych funkcji przydatnych w samochodzie.

Blok sterowania

Na rysunku 1 pokazano schemat ideowy bloku sterowania. Jego sercem jest mikrokontroler Atmega32 taktowany za pomocą wewnętrznego generatora RC o częstotliwości 8 MHz procesora, choć przewidziano również możliwość użycia zewnętrznego rezonatora kwarcowego. Bateria G1 zasilą mikrokontroler, zapobiegając utracie zawartości pamięci RAM (w tym rejestrów zegara). Na uwagę zasługuje układ kontrolujący stan pracy silnika pojazdu. Na wejście transoptora LTV1 jest doprowadzone poprzez rezystor R5 napięcie z kontrolki alternatora. Gdy silnik nie pracuje, wynosi ono 0,2 V. Gdy silnik pracuje na wolnych obrotach, wzrasta powyżej 13 V. To ważny sygnał dla regulatora, ponieważ inicjuje jego pracę. Na bazę tranzystora



Projekt 195

Q1, poprzez rezystor R16, trafia sygnał z impulsatora zamontowanego w pojeździe. Impulsator ma za zadanie zamieniać ruch obrotowy wałka zdawczego skrzyni biegów na sygnał elektryczny (impulsy) służący np. do pomiaru prędkości. W wypadku mojego auta dostarczane jest z niego napięcie 0 V lub 9,3 V. Częstotliwość tego sygnału mieści się w zakresie od 30 Hz (20 km/godz.) do 290 Hz (150 km/godz.). Ten sygnał jest wykorzystywany do regulacji temperatury (m.in. regulacji obrotów wentylatora nagrzewnicy w funkcji prędkości pojazdu) oraz do jej pomiaru i wizualizacji.

Wejścia regulatora są zabezpieczone w dość szczególny sposób. Zastosowano diody Zenera nieco większej mocy oraz szybkie bezpieczniki SMD. Chodziło bowiem nie o zniwelowanie przepięć, ale raczej o zabezpieczenie przed przypadkowym podaniem na wejścia lub szynę zasilającą procesora napięcia z instalacji samochodowej. Zanim dioda Zenera zacznie przewodzić, zadziała bezpiecznik, zabezpieczając wrażliwe komponenty przed uszkodzeniem.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 12040, pass: 15735882

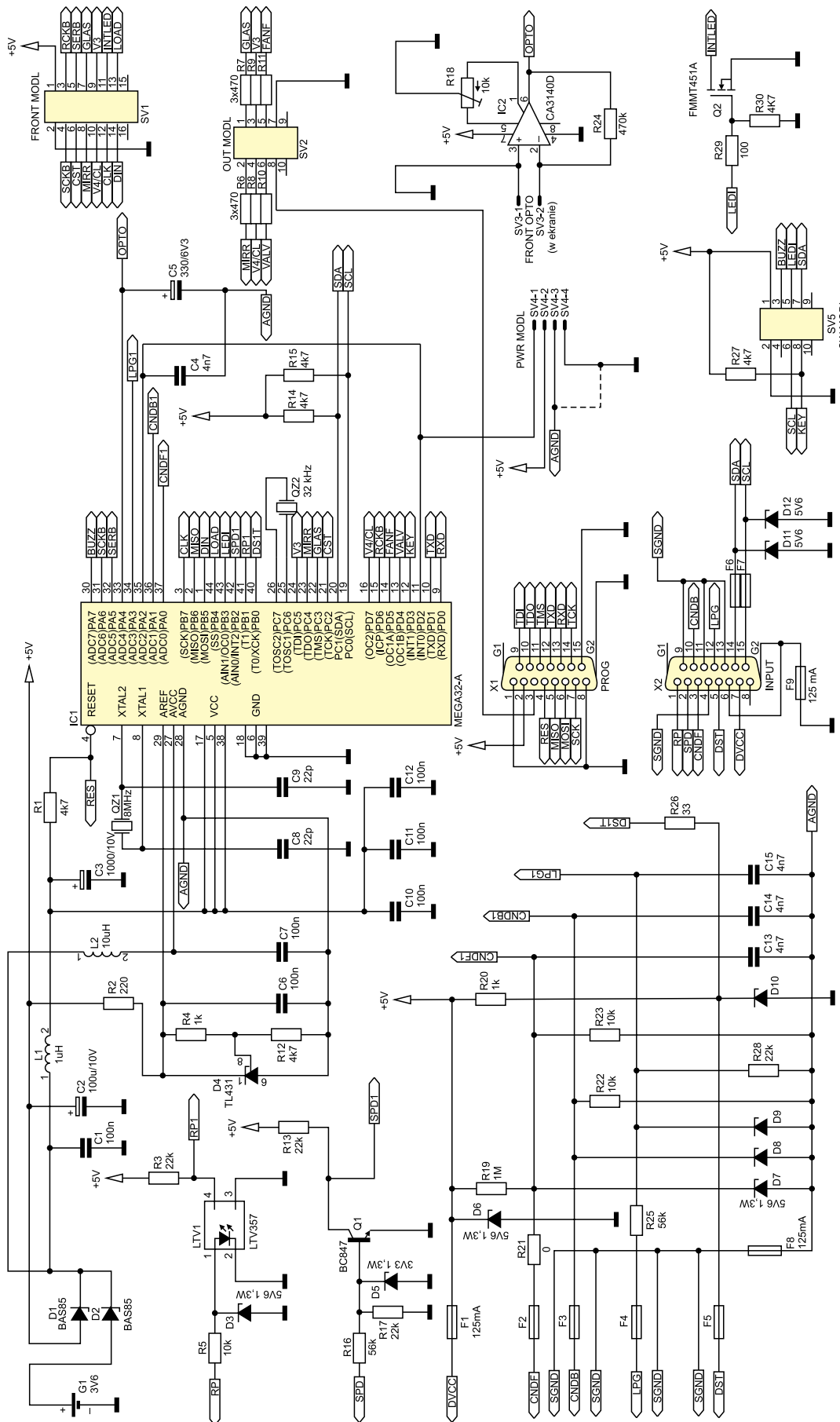
- pierwsza część artykułu
- schematy montażowe poszczególnych płytek regulatora
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Zwróćmy teraz uwagę na układ sterujący intensywnością świecenia panelu LED regulatora ze wzmacniaczem operacyjnym CA3140. Układ IC2 to wzmacniacz z wejściami typu MOSFET oraz bipolarnym wyjściem, charakteryzuje się wysoką impedancją wejściową i małym prądem polaryzacji. Można zasiląć go napięciem 5 V. W tym obwodzie pracuje on jako wzmacniacz odwracający i jest konwertorem przetwarzającym prąd kolektora fototranzystora Q1 (blok panelu czołowego) na napięcie ($U=I_c \times R24$) doprowadzane do wejścia 4 przetwornika A/C. Potencjometr R18 służy do ustawienia napięcia początkowego na wyjściu wzmacniacza (dla minimalnego oświetlenia fototranzystora). Sygnał ze wzmacniacza IC2

przetworzony przez A/C na wartość liczbową posłuży do wysterowania wyjścia OC0 dostarczającego sygnał PWM, który steruje tranzystorem

polowym Q2 i za jego pośrednictwem – intensywnością świecenia diod LED. Wartość liczbowa uzyskiwana za pośrednictwem

kanalu 4 (OPTO) wpływa również na intensywność świecenia wyświetlaczy 7-segmentowych.



Rysunek 1. Schemat ideowy bloku sterowania

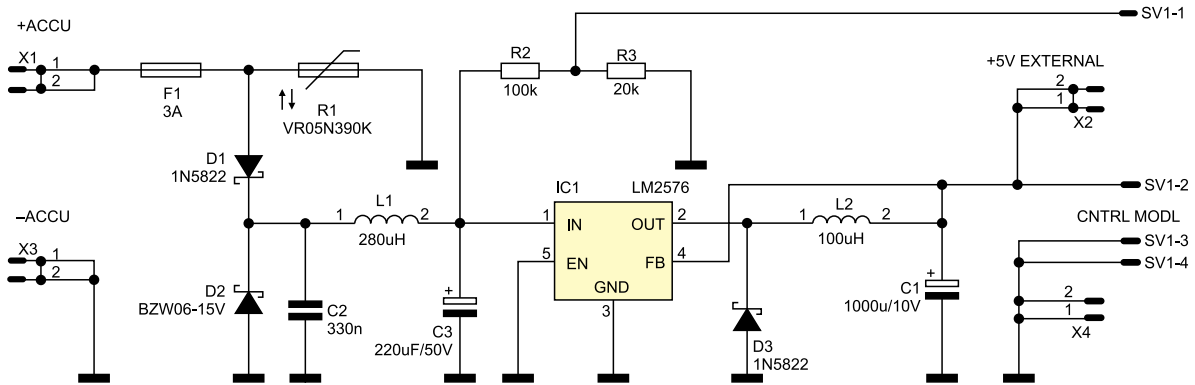
Przetwornik A/C mikrokontrolera pracuje z wewnętrznym, 5-woltowym źródłem napięcia odniesienia oraz napięciem uzyskiwanym za pomocą diody Zenera (D4). Pełni ona funkcję źródła napięcia odniesienia (3 V) używanego do pomiaru wilgotności.

Przetwornik A/C, dla zredukowania poziomu zakłóceń z części cyfrowej, jest wyposażony za pomocą filtra LC zbudowanego z kondensatora C7 i dławika L2. Masa części analogowej jest połączona z masą cyfrową w jednym punkcie – w pobliżu punktu dołączenia napięcia zasilającego. Złącze X1 służy do dołączenia programatora szeregowego ISP, JTAG-a i interfejsu RS232 (wymagany zewnętrzny konwerter TTL/RS232). Do złącza X2 doprowadzono sygnały wejściowe oraz szynę I²C, która służy do komunikacji ze sterownikiem nawiewu powietrza.

Blok zasilacza

Na wejściu zasilacza, którego schemat zamieszczono na rysunku 2, zastosowano bezpiecznik elektroniczny F1. Dla zabezpieczenia przed podaniem napięcia o odwrotnej polaryzacji zastosowano diodę D1 o małym spadku napięcia (Schottky’ego). Do ochrony stabilizatora przed przepięciami pochodzącymi z instalacji samochodowej służy warystor R1 oraz dodatkowo dioda D2 (Transil). Zmniejsza ona swą rezystancję po przekroczeniu napięcia progowego znacznie szybciej niż warystor i znacznie lepiej sprawdza się w zabezpieczeniach niż np. warystor czy dioda Zenera.

W zasilaczu użyto stabilizatora impulsowego IC1 (LM2576) o obciążalności 3 A. Dzielnik rezystancyjny R2/R3 jest wykorzystany do wygenerowania przerwania przełączającego procesor



Rysunek 2. Schemat ideowy bloku zasilacza

w tryb *POWER SAVE*. Dzieje się tak po przekroczeniu stacyjki w pozycję spoczynkową.

Blok wykonawczy

Schemat ideowy bloku wykonawczego zamieszczono na **rysunku 3**. Ze złącza SV1 sygnały sterujące dostają się na transoptory. Oprócz funkcji sterowania tranzystorami MOSFET pełnią one funkcję zabezpieczenia przed przedostaniem się do części sterującej napięcia z instalacji samochodowej. O użyciu MOSFETów zdecydowała mała rezystancja kanału w stanie przewodzenia, co powoduje niewielkie straty mocy w postaci ciepła. Jednak tranzystory MOSFET dużej mocy mają duże pojemności bramek. Dlatego w obwodzie trzech MOSFETów zastosowano komplementarne wtórniki emiterowe. Służą one do szybkiego ładowania

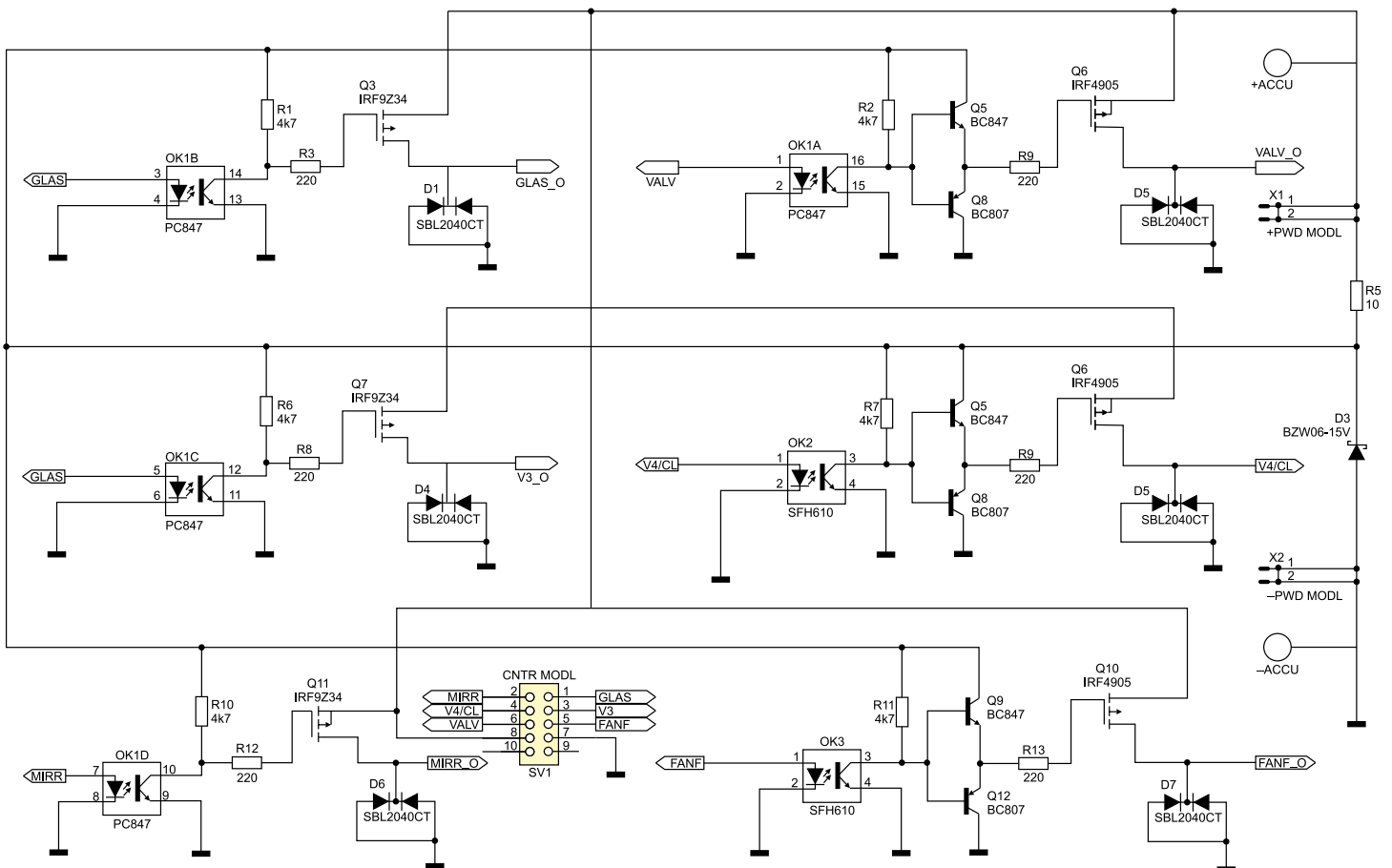
i rozładowywania pojemności bramek tranzystorów. Pozostałe tranzystory ze względu na statyczny charakter pracy nie wymagają zastosowania takiego rozwiązania. Diody SBL2040 zabezpieczają tranzystory przed przepięciami powstającymi podczas pracy z obciążeniami indukcyjnymi (wentylator, zawór elektromagnetyczny itp.). W obwodzie zasilania zastosowano rezystor R5 oraz diodę Transil D3 odgrywające rolę zabezpieczenia przed przepięciem.

Panel czołowy

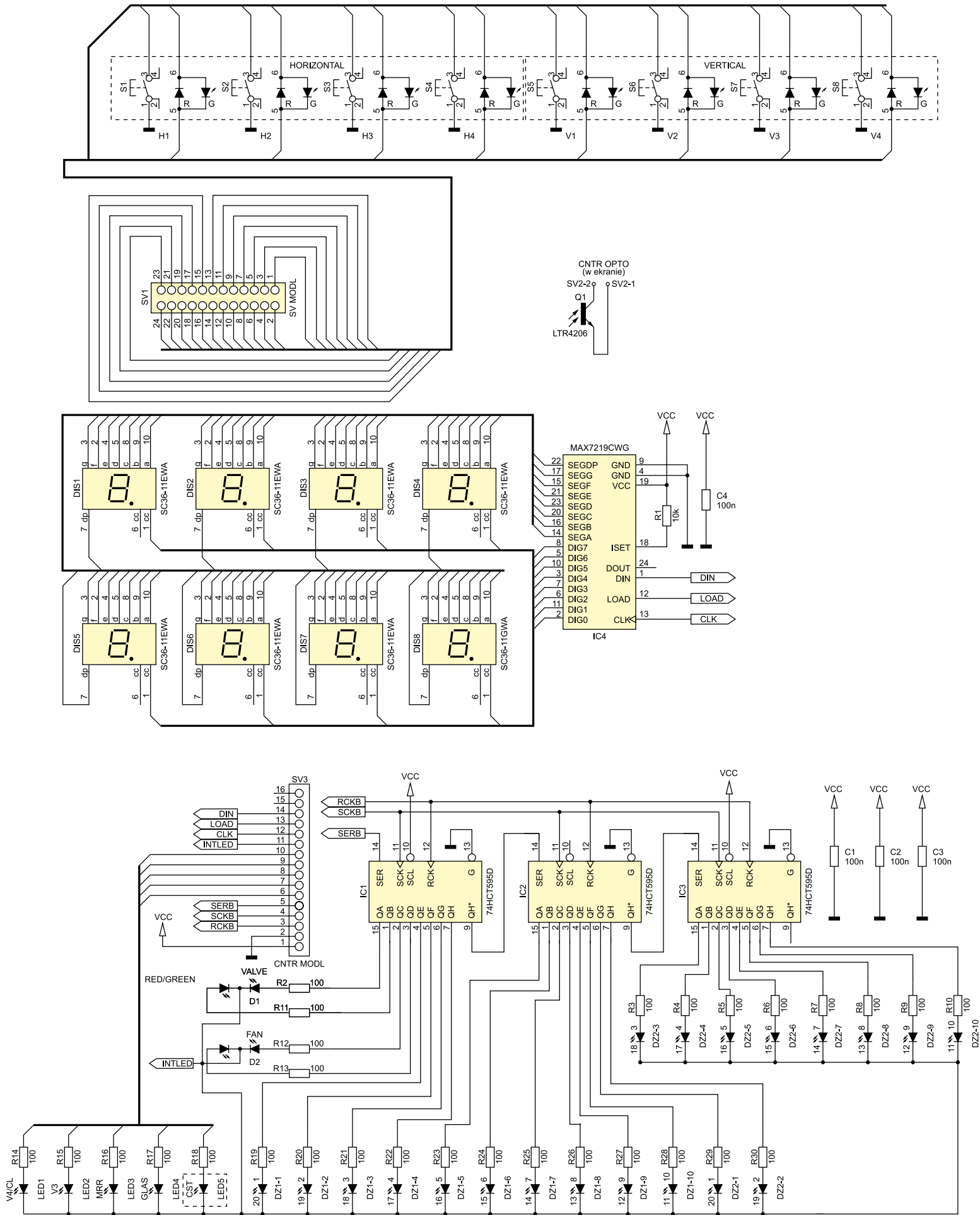
Schemat ideowy panelu czołowego pokazano na **rysunku 4**. Do sterowania wyświetlaczami 7-segmentowymi o wspólnej katodzie użyto układu MAX7219. Wymaga on dołączenia zewnętrznego rezystora R1 ustalającego maksymalny prąd segmentów wyświetlaczy LED.

Układ MAX7219 ma wbudowane rejestry, za pomocą których można sterować pracą wyświetlacza. Możliwa jest programowa (obok sprzętowej – za pomocą wspomnianego rezystora) regulacja intensywności świecenia wyświetlaczy w 16 krokach. Taką regulację wykorzystałem, biorąc do przeliczeń wartość zwracaną przez kanał 4 (OPTO) przetwornika A/C. Układ MAX7219 zawiera również sterownik segmentów i poszczególnych wyświetlaczy 1-cyfrowych, dzięki czemu mogą one być dołączone bezpośrednio do jego wyjść. Komunikacja między mikrokontrolerem a układem MAX7219 odbywa się poprzez interfejs SPI.

Do sterowania linijkami LED pokazującymi uchyb regulacji oraz diodami LED obrazującymi stan wyjść wykorzystano 8-bitowe rejestry przesuwne 74HCT595 z zatraskiwanymi wyjściami.



Rysunek 3. Schemat ideowy bloku wykonawczego



Rysunek 4. Schemat ideowy panelu czołowego

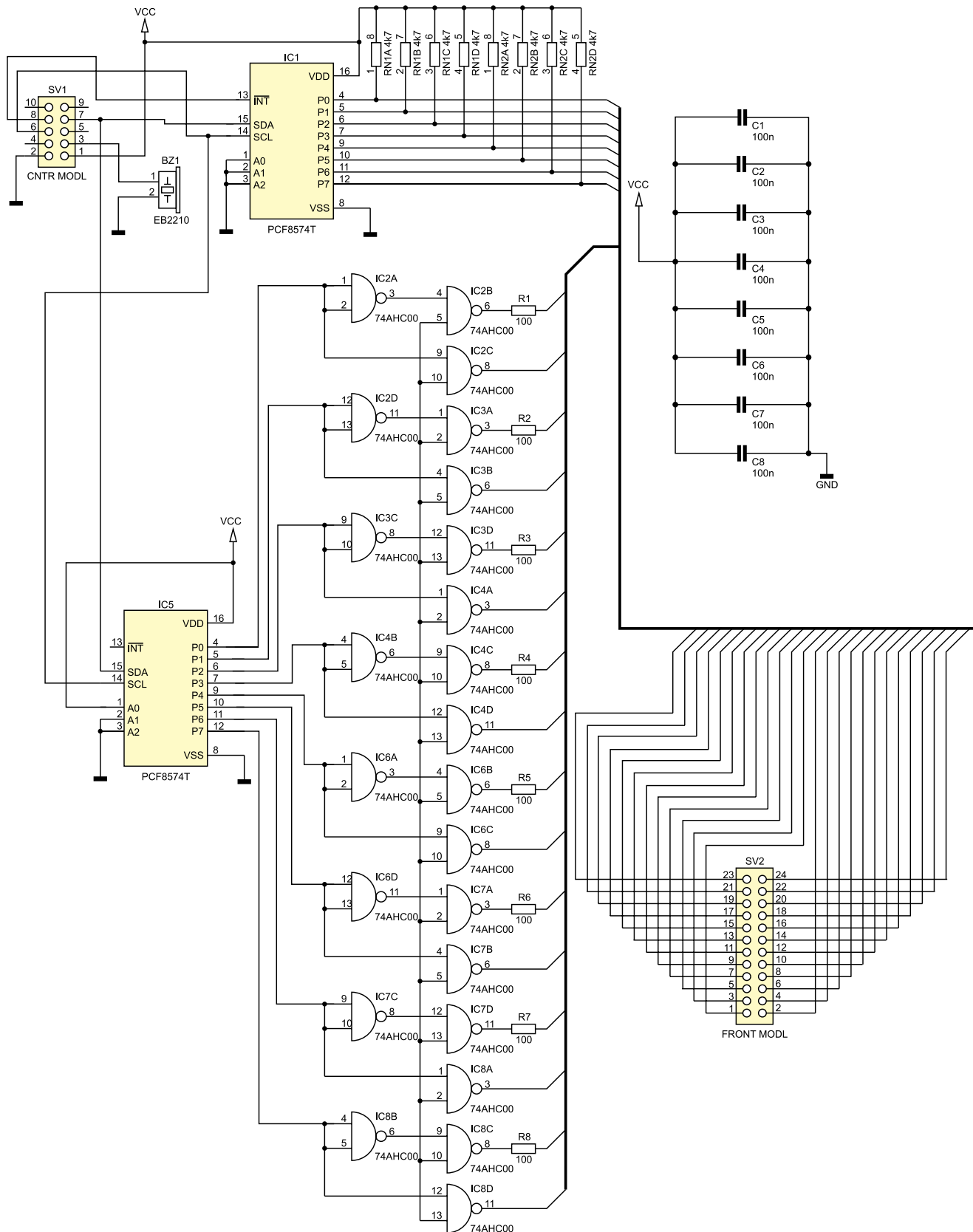
Układy te można łączyć w łańcuchy, co wykorzystano w tym rozwiązaniu. Połączono szeregowo 3 rejestry 74HCT595, tworząc rejestr 24-bitowy. Na wejście SERB pierwszego układu w takt sygnału zegarowego SCKB doprowadzonego do wejścia zegarowego wszystkich rejestrów, są podawane są kolejne bity słowa 24-bitowego. Gdy całe słowo zostanie wpisane do rejestrów, wtedy sygnał

RCKB przepisuje zawartość rejestrów przesuwanych na wyjścia. Mają one wydajność prądową wystarczającą, by zasilić diody LED małej mocy.

Diody D1 i D2 są 2-kolorowe. Ich pulsowanie w kolorze zielonym oznacza otwieranie się zaworu lub zwiększanie obrotów wentylatora, w kolorze czerwonym – przeciwnie. Świecenie ciągle w kolorze zielonym lub czerwonym ozna-

cza osiągnięcie wartości skrajnej lub pozycji zadanej. Świecenie w kolorze żółtym oznacza pozostawanie na tej samej wartości lub pozycji, co poprzednio. Jak napisano, jasność świecenia diod LED reguluje tranzystor Q2 zamontowany w bloku sterowania.

Klawiatura jest zbudowana z poziomego i pionowego szeregu mikroprzełączników mo-



Rysunek 5. Schemat ideowy bloku podpanelu czołowego

Wykaz elementów

Blok sterowania

Rezystory: (SMD 0805)

R1, R12, R14, R15, R27, R30: 4,7 kΩ

R2: 220 Ω

R3, R13, R17, R28: 22 kΩ

R4, R20: 1 kΩ

R5, R22, R23: 10 kΩ

R6...R11: 470 Ω

R16: 56 kΩ

R19: 1 MΩ

R21: 0 Ω

R24: 470 kΩ

R25: 56 kΩ

R26: 33 Ω

R29: 100 Ω

Kondensatory:

C1, C6, C7, C10...C12: 100 nF (SMD 0805)

C2: 100 μF/10 V

C3: 1000 μF/10 V

C4, C13...C15: 4,7 (SMD 0805)

C5: 330 μF/6,3 V

C8, C9: 22 pF (SMD 0805)

Półprzewodniki:

D1...D2: BAS85, SOD80

D3, D6...D12: dioda Zenera

5,6 V/1,3 W (DO41)

D4: TL431 (SO-08)

D5: dioda Zenera 3,3 V/1,3 W (DO41)

IC1: ATmega32L (TQFP44)

IC2: CA3140D (SO-08)

LTV1: LTV357 (MFP4)

Q1: BC847 (SOT-23)

Q2: FMMT451A (SOT-223)

Inne:

QZ1: kwarc 8 MHz (HC49/S)

QZ2: kwarc 32 kHz (TC26H)

R18: potencjometr montażowy 10 kΩ

F1...F9: bezpiecznik SMD szybki

6,1 mm×2,6 mm×2,6 mm/125 mA

G1: bateria litowa 3,6 V

L1: dławik 1 μH (MCC10)

L2: dławik 10 μH (MCC10)

SV1: listwa goldpin 8×2

SV2: listwa kołkowa goldpin 5×2

SV3: złącze 2-pin, męskie, proste, raster

2,54 mm

SV4: złącze 4-pin, męskie, kątowe, raster

2,54 mm

SV5: listwa kołkowa goldpin 5×2, raster

2,54 mm

X1, X2: złącze DB15, męskie, kątowe do druku

Blok zasilacza

Rezystory:

R2: 100 kΩ (SMD 1206)

R3: 20 kΩ (SMD 1206)

Kondensatory:

C1: 1000 μF/10 V

C2: 330 nF (SMD 1206)

C3: 220 μF/50 V

Półprzewodniki:

R1: warystor VR05N390K (25 VAC/31 VDC 0,01 W)

D1, D3: 1N5822 (Schottky'ego, DO27)

D2: BZW06-15V (Transil, DO15)

IC1: LM2576

Inne:

F1: bezpiecznik miniaturowy 3 A/TR5

L1: dławik 280 μH

L2: dławik 100 μH

SV1: złącze 4-pin, męskie, proste, raster

2,54 mm

X1-X4: konektor męski do druku

6,3 mm×0,8 mm

Blok wykonawczy

Rezystory:

R1, R2, R6, R7, R10, R11: 4,7 kΩ (SMD 1206)

R3, R4, R8, R9, R12, R13: 220 Ω

R5: 10 Ω/0,5 W

Półprzewodniki:

D1, D2, D4...D7: SBL2040CT, dioda podwójna (TO-220)

D3: BZW06-15V (Transil, DO15)

OK1: PC847 (DIP-16)

OK2, OK3: SFH610 (DIP-4)

Q1, Q5, Q9: BC847 (SOT-23)

Q2, Q3, Q7, Q11: IRF9234 (TO-220)

Q4, Q8, Q12: BC807 (SOT-23)

Q6, Q10: IRF4905 (TO-220)

Inne:

SV1: listwa goldpin 5×2

X1, X2: konektor męski do druku

6,3 mm×0,8 mm

Blok panelu czołowego

Rezystory:

R1: 10 kΩ (SMD 0805)

R2...R30: 100 Ω (SMD 0805)

Kondensatory:

C1...C4: 100 nF (SMD 0805)

Półprzewodniki:

D1, D2: LED czerwono-zielona 3 mm

DIS1...DIS4: SC36-11EWA

DIS5...DIS8: SC36-11GWA

DZ1, DZ2: DC-10EWA

IC1...IC3: 74HCT595D (SO-16)

IC4: MAX7219CWG (SOL-24)

LED1: dioda LED niebieska 3 mm

LED2: dioda LED czerwona 3 mm

LED3: dioda LED żółta 3 mm

LED4: dioda LED zielona 3 mm

LED5: dioda LED zielona 2×5 mm

Q1: LTR4206, fototranzystor 940 nm

Inne:

S1...S8: mikroprzełącznik monostabilny

okrągły, SMD LED czerw./ziel.

SV1: listwa kołkowa goldpin 12×2

SV2: złącze 2-pin, męskie, proste, raster

2,54 mm

SV3: listwa kołkowa goldpin 16×1

Blok podpanelu czołowego

Rezystory:

R1...R8: 100 Ω (SMD 0805)

RN1, RN2: 4,7 kΩ (drabinka SMD 4×0603)

Kondensatory:

C1-C8: 100 nF (SMD 0805)

Półprzewodniki:

IC1, IC5: PCF8574T (SO-16W)

IC2...IC4, IC6...IC8: 74AHC00 (SO-14)

Inne:

BZ1: sygnalizator piezoelektryczny 22 mm

SV1: listwa kołkowa goldpin 5×2, raster

2,54 mm

SV2: gniazdo do druku proste 12×2, raster

2,54 mm

nostabilnych. Wbudowano w nie podświetlające je diody LED, zieloną i czerwoną, połączone przeciwsośnie. Sterowanie diodami podświetlenia przycisków odbywa się za pośrednictwem układów IC2...IC8 zamontowanych na płycie bloku podpanelu czołowego (rysunek 5). Zastosowano w nim ekspander IC5 pracujący w trybie wyjściowym oraz poczwórne bramki NAND. Dwie takie bramki sterują parą diod LED w przycisku.

Z ekspandera PCF8574 jest wyprowadzone 8 sygnałów sterujących. Sygnał o poziomie wysokim zaświeca czerwoną diodę LED podświetlenia, natomiast o niskim – zieloną.

Osiem mikroprzełączników tworzących klawiaturę dołączono do ekspandera IC1 pracującego w trybie wejściowym. Jego wejścia są podciągnięte do plusa zasilania. Gdy przełącznik zewrze wejście do masy, na wyjściu INT ekspandera pojawia się poziom niski, powodując wywołanie przerwania i uruchamiając procedurę obsługi klawiatury. Za pomocą szyny I²C zostaje pobrany bajt odwzorowu-

jący stan wejść ekspandera, a zarazem stan klawiatury.

Uwagi końcowe

Na koniec warto wspomnieć o kilku istotnych sprawach. Chodzi o ekranowanie urządzeń oraz kabli. Aby ograniczyć emisję zaburzeń oraz podnieść odporność na zaburzenia zewnętrzne, płytki regulatora i sterownika umieściłem w metalowej obudowie dołączonej grubym przewodem do karoserii. Kable zasilające dmuchawę oraz elektrozawór mają ekran zwarty jednym końcem do wspólnego punktu masy, również umieszczonego na karoserii pojazdu. W ekranie znajdują się także przewody czujników temperatury i wilgotności, szyny I²C podłączonej do sterownika przepustnicy oraz przewody fototranzystora podłączonego do modułu sterującego. W obudowie samego regulatora wykonałem perforację w celu odprowadzania ciepła, co jest szczególnie ważne, gdy w kabinie jest gorąco. Nie wolno bagatelizować roli ekranowania oraz perforacji obudowy.

W najbliższej przyszłości planuję dokonać pewnych zmian w regulatorze. Ponieważ jest to regulator temperatury, dobrze będzie zrezygnować w nim z funkcji czasomierza i licznika dystansu na rzecz innych udogodnień. Warto moim zdaniem dodać co najmniej dwa czujniki temperatury umiejscowione w zespołach przednich kół (przygotowałem już dwa otwory). Ich wysoka temperatura może aktywować odpowiedni komunikat informujący o problemach z hamulcem (np. przegrzewaniu się tarcz hamulcowych wywołanym zatarciem się tłoczków).

W pamięci procesora wystarczy także miejsca na dodanie innych funkcji sterujących. Wspomniane funkcje czasomierza i licznika dystansu planuję przenieść do innego modułu będącego już w fazie programowania (obrotomierz, prędkościomierz, akcelerometr), z podobnym jak w wypadku regulatora panelem komunikacyjnym.

Grzegorz Sipiara
dzesek@wp.pl

