



# Rejestrator GPS

kit

3067

AVT

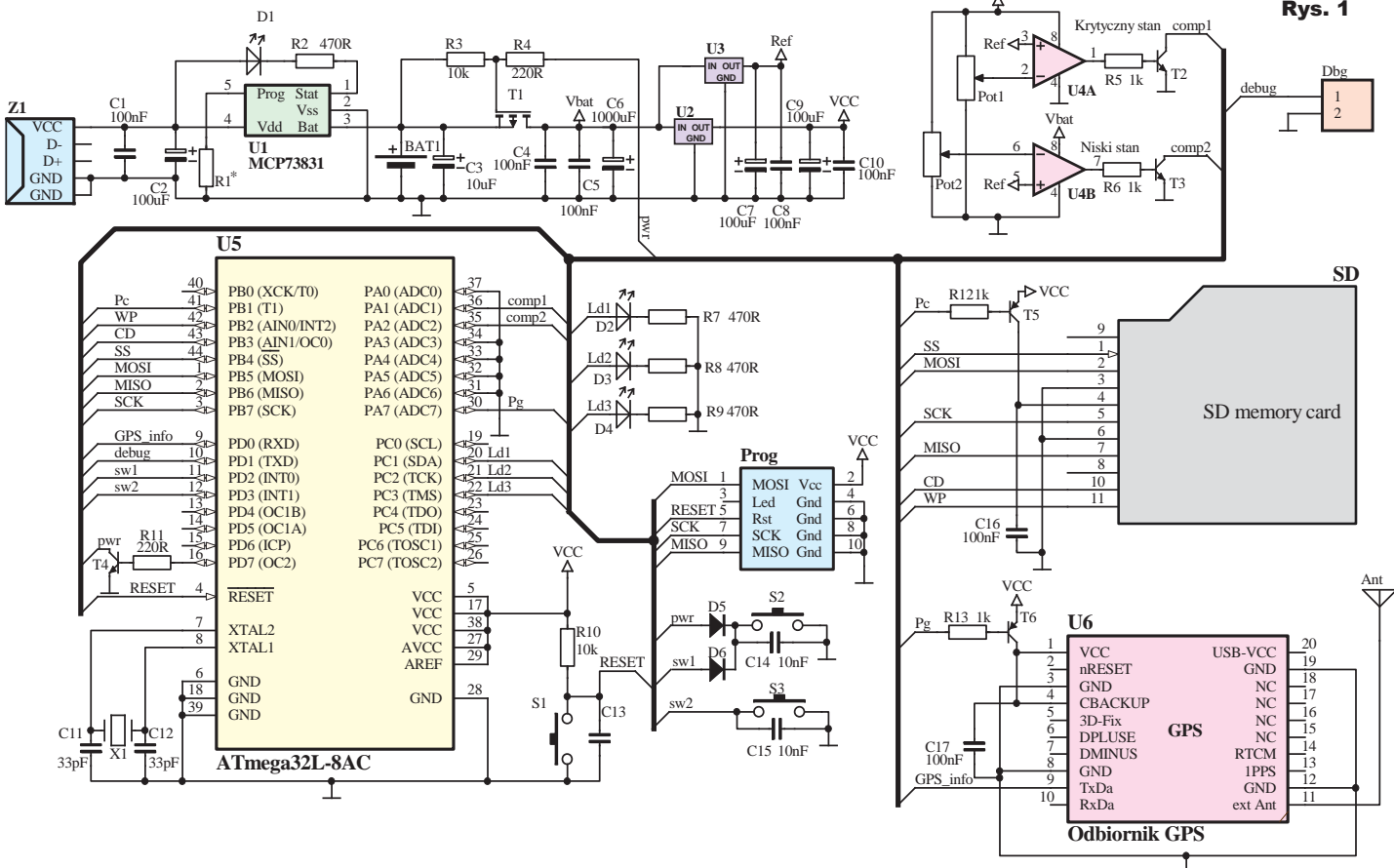
GPS – Global Positioning System jest systemem powszechnie wykorzystywanym od wielu lat. Moduły GPS montowane są obecnie nie tylko w nawigacjach, ale także w smartfonach, tabletach czy nawet w aparatach fotograficznych. Popularność systemu nie powinna nikogo dziwić, ponieważ okazuje się on bardzo przydatny w wielu zastosowaniach. W połączeniu z odpowiednią aplikacją i zbiorem map pozwala np. na łatwe poruszanie się w okolicach, których nie znamy, bez obawy, że zabłądzimy, czy też nadrobimy

zbyt wiele kilometrów, wybierając określoną drogę.

Opisywane tutaj urządzenie wykorzystuje GPS do nieco innego celu niż nawigowanie. Pozwala ono na okresowe odczytywanie aktualnej pozycji geograficznej oraz zapisywanie jej na karcie pamięci SD. Zarejestrowane punkty tworzą trasę, która została przebyta w trakcie działania urządzenia. Zapisane trasy można w późniejszym czasie wyświetlić na dowolnym komputerze, korzystając z darmowej aplikacji Google Earth.

Pliki takie mogą być interesującą pamiątką z wakacji, przypominającą przebieg naszych podróży. Mogą również służyć do bardziej poważnych celów np. podczas nadzorowania pracowników firmy transportowej.

Dodatkowo samodzielna budowa urządzenia oraz zapoznanie się z oprogramowaniem pozwoli zagłębić się w tajniki komunikacji z kartą pamięci, systemu plików FAT32 oraz protokołu NMEA używanego w komunikacji z modułami GPS.



Rys. 1

## Opis układu

Schemat ideowy urządzenia przedstawiony jest na **rysunku 1**. Opis działania urządzenia rozpocznie od sekcji zasilania. Układ pobiera prąd z akumulatora litowo-jonowego, oznaczonego BAT1. Jest to akumulator jednocelowy (napięcie nominalne 3,7V), wymontowany z telefonu komórkowego. W przypadku jego rozładowania nie ma konieczności wymontowania go z urządzenia, ponieważ ma ono wbudowaną automatyczną ładowarkę ogniwi Li-Ion/Li-Poly. Akumulatory litowo-jonowe wymagają specjalnej procedury ładowania. Jest ona podzielona na dwa etapy. Pierwszy z nich polega na ładowaniu prądem o stałej wartości do osiągnięcia napięcia 4,2V na celę. Drugi etap to ładowanie stałym napięciem 4,2V, do momentu aż prąd ładowania spadnie do wartości bliskiej zera. Łatwo można się domyślić, że próba samodzielnej zaprojektowania takiej ładowarki zakończyłaby się na użyciu przynajmniej kilkunastu elementów. Zamiast wyważać otwarte drzwi, zastosowałem specjalizowany układ scalony firmy Microchip MCP73831 (U1), wymagający do poprawnej pracy jedynie dwóch kondensatorów (C2, C3), 2 rezystorów (R1, R2) oraz diody LED (D1), pełniące funkcję informacyjną. Prąd ładowania akumulatora określony jest poprzez wartość rezystora R1. Zależność tę przedstawia **rysunek 2**.

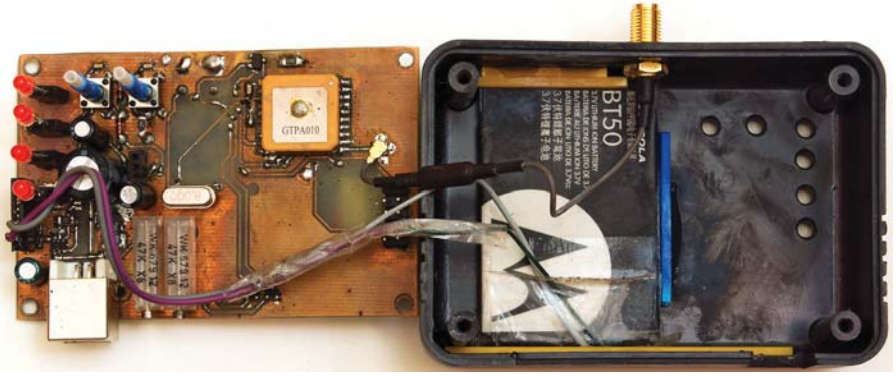
Funkcja ta opisana jest równaniem:

$$\text{Prąd ładowania [mA]} = 1000[\text{V}]/\text{R1 [k}\Omega\text{]}.$$

W modelu jako prąd ładowania przyjęto wartość 300 mA – wymusiło to użycie rezystora 3,3k $\Omega$ . Ładowarka zasilana jest z dowolnego urządzenia mającego port USB. Może to być komputer, telewizor, itd. Ustalając prąd ładowania, należy kierować się parametrami używanego akumulatora. W opisywanym urządzeniu zastosowano ogniwo o pojemności 900mAh. Jego maksymalny prąd ładowania określony jest na

$$0,7C \rightarrow 0,7 * 900\text{mA} = 630\text{mA}$$

Podczas dobierania prądu ładowania należy również mieć na uwadze wydajność prądową, jaką zapewnia urządzenie, z któ-



rego będziemy czerpać energię. Wydajność portów USB w komputerach wynosi 500mA, zatem w naszym przypadku to określa górną granicę.

Za blokiem ładowania, kończącym się na kondensatorze C3, znajduje się tranzystor PMOS (T1) służący do odłączania wszystkich pozostałych peryferii urządzenia od zasilania w momencie przejścia do trybu Power\_off. Dzięki temu urządzenie praktycznie nie pobiera prądu w stanie wyłączenia.

Elementy C4–C10, U2, U3 pełnią funkcję zasilacza, dostarczającego stabilizowanych napięć 3V oraz 1,2V. Użyte stabilizatory są układami LDO o znikomym prądzie spoczynkowym, wynoszącym około 1,6uA. Napięcie 3V (oznaczone jako VCC) jest wykorzystywane do zasilania wszystkich peryferii urządzenia, oprócz wzmacniacza operacyjnego U4, dołączonego bezpośrednio do akumulatora. Drugie z napięć 1,2V jest używane jedynie jako referencja we wskaźniku naładowania ogniwa.

Układ wskaźnika tworzą wzmacniacz operacyjny LM358 (U4), potencjometry Pot1, Pot2 oraz dodatkowo rezystory R5, R6 i tranzystory T2, T3. Napięcie akumulatora jest dzielone przez dzielniki rezystancyjne, utworzone przez potencjometry Pot1, Pot2, a następnie doprowadzone do wejść odwracających bloków U4A, U4B. Na wejścia nieodwracające podane jest napięcie referencyjne (1,2V). Wskaźnik ma za zadanie wykryć spadek napięcia akumulatora poniżej wartości 3,5V (informacja o niskim stanie naładowania) oraz 3,3V (informacja o krytycznym stanie naładowania). Za wykrywanie spadku poniżej 3,5V odpowiada U4B. Potencjometr Pot2 jest ustawiony tak, aby na wejściu U4B- napięcie wynosiło 0,3428 \* Ubat.

Dla zobrazowania działania rozważmy przykład, kiedy napięcie akumulatora wynosi 4V.

Na wyjście odwracające zostanie podane napięcie 4V \* 0,3428 = 1,37V. Na wejściu nieodwracającym mamy 1,2V,

zatem na wyjściu komparatora pojawi się napięcie bliskie zeru.

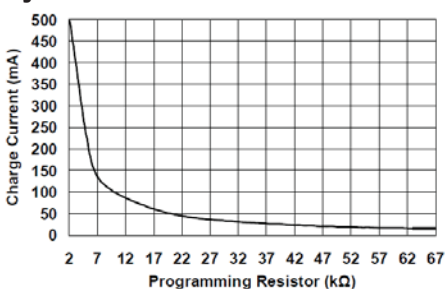
W momencie spadku napięcia akumulatora do 3,49V, na U4B- będzie występował potencjał 3,49V \* 0,3428 = 1,19V (mniej niż na wejściu U4B+). Na wyjściu U4B pojawi się więc potencjał bliski napięciu akumulatora. Spowoduje to, że tranzystor T3 zacznie przewodzić, informując tym samym mikrokontroler o spadku poziomu baterii. U4A odpowiedzialny jest za wykrywanie poziomu krytycznego. Zasada działania jest identyczna jak poprzednio, z tym że Pot1 jest ustawiony tak, żeby na U4A- występował potencjał Ubat \* 0,3636.

Głównym elementem urządzenia jest mikrokontroler ATmega32L. Dołączone są do niego 3 mikroprzełączniki, 3 diody LED, karta pamięci oraz moduł GSM.

Przycisk S2 służy do załączania/wyłączania urządzenia. Jego naciśnięcie sprawia, że tranzystor T1 zaczyna przewodzić. Mikrokontroler po zasileniu ustawia na wyjściu Pd7 wysoki potencjał, przez co po zwolnieniu S2, T1 pozostaje nadal w stanie aktywnym.

Komunikacja z modułem GPS odbywa się poprzez linię UART. Wykorzystana jest jedynie transmisja ze strony GPS. Moduł ten z częstotliwością 1Hz wysyła dane zgodne z protokołem NMEA. Wśród nich znajduje ramka \$GPRMC (Recommended Minimum Navigation Information) niosąca m.in. informacje o aktualnej długości i szerokości geograficznej oraz bieżącą datę i godzinę UTC (czas środkowoeuropejski

Rys. 2





oznaczany jest często jako UTC+1:00, – gdy na naszych zegarkach mamy 12:00, czas UTC wynosi 11:00). Mikrokontroler wychwytuje ramkę RMC spośród wszystkich pozostałych, a następnie zapisuje ją na karcie SD. Zapisowi nie podlega jednak każda ramka – pomiędzy kolejnymi musi minąć czas określony przez definicję #define okres (plik sterownik\_gps.c), wynoszącą domyślnie 10 sekund.

Dodatkowo, jeżeli urządzenie pozostaje bez ruchu, kolejna ramka nie zostanie zapisana, mimo że od ostatniej rejestracji minie wspomniany czas – drugim kryterium zapisu jest zmiana pozycji w stosunku do ostatnio zarejestrowanej o co najmniej 4 metry. Oprócz bezpośredniego wykorzystania ramki RMC, jest z niej także wyluskiwana aktualna data i czas, które są podstawą do określenia informacji o utworzeniu i ostatniej modyfikacji plików.

Karta pamięci dołączona jest do mikrokontrolera za pomocą magistrali SPI. Za jej obsługę oraz zarządzanie systemem plików FAT32 odpowiedzialna jest popularna biblioteka FatFs

[http://elm-chan.org/fsw/ff/00index\\_e.html](http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html)  
Dzięki jej wykorzystaniu, dane zebrane przez rejestrator zapisywane są na karcie SD w postaci plików, które można później otworzyć na komputerze bez instalowania jakiegokolwiek oprogramowania czy dodatkowych sterowników. Wymagany jest jedynie program do wizualizacji zarejestrowanych tras.

**Listing 1** przedstawia funkcję odwołującą się do biblioteki fatfs, odpowiedzialną za dopisywanie tekstu do określonego w parametrach pliku.

Funkcja jako parametry przyjmuje nazwę pliku, tekst do zapisu (jako łańcuchy znaków) oraz jego długość danych do zapisu. Funkcja `f_mount(0,&fatfs)` tworzy dysk logiczny, do którego będziemy

się odwoływać. Kolejno podejmowana jest próba otworzenia pliku (z prawem zapisu). Jeżeli zdarzy się, że określony plik nie istnieje, zostanie on automatycznie utworzony. Następnie wskaźnik zapisu przesuwany jest na koniec pliku

(aby nie utracić poprzednio dodanych danych). Kolejno do pliku jest dopisywany żądany tekst (wskaźnik buffer) – liczbę zapisywanych bajtów (liter) określa parametr `len`. Po tych operacjach plik, na którym działamy, jest zamykany, zaś dysk logiczny odmontowany. Jeżeli opisywane operacje przebiegły pomyślnie, funkcja zwraca wartość 1, jeśli nie – zwraca 0.

Przykładowo chcąc dopisać tekst EdW do pliku elektronika.txt, funkcję wywołamy następująco:

```
append_to_file("elektronika.txt", "EdW", 3);
```

## Montaż i uruchomienie

Układ montujemy na dwustronnej płytce drukowanej (**rysunek 3**) z metalizacją otworów.

Typowo zaczynamy od elementów o małych gabarytach, a kończymy na półprzewodnikach oraz module GPS.

Po zmontowaniu wszystkiego w całość, przez złącze Bat1 dołączamy zasilanie (jeżeli nie mamy akumulatora, używamy zasilacza o napięciu wyjściowym z zakresu 3,3V – 6V). Następnie przez złącze Prog programujemy mikrokontroler (przy wyjętej karcie SD), wykorzystując do tego celu plik wsad.hex., dostępny wraz z dokumentacją płytki w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru.

Fusebity procesora ustawiamy tak, aby pracował on z zewnętrznym kwarcem 8MHz (High: 0xD9 Low: 0xBD). Na czas programowania należy nacisnąć i przytrzymać przycisk S2. Po zaprogramowaniu należy odpowiednio wyregulować potencjometry Pot1 i Pot2. W tym celu odłączamy układ od programatora. Naciskamy przycisk Reset (S1). Jeżeli dioda D4 miga, znaczy to, że układ znajduje się

```
bool append_to_file(char* filename, char* buffer, int len)
{
    FRESULT res;
    FATFS fatfs;
    FIL plik;
    UINT br;
    res=0;

    f_mount(0, &fatfs);
    res += f_open(&plik, filename, FA_OPEN_ALWAYS | FA_WRITE);
    res += f_lseek(&plik, f_size(&plik));
    res += f_write(&plik, buffer, len, &br);
    f_close(&plik);
    f_mount(0, 0);
    if (res==0) return 1; //OK
    return 0; //ERROR
}
```

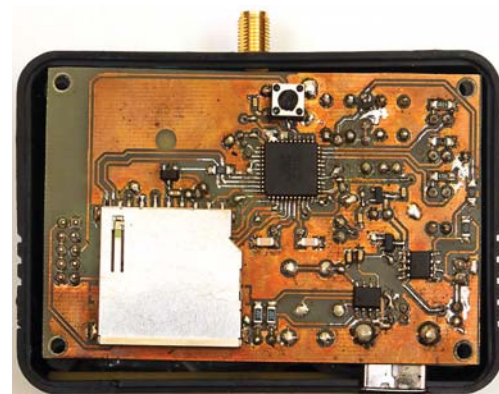
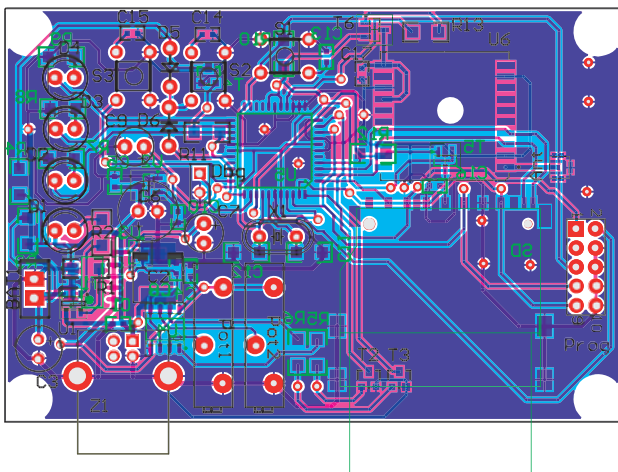
**Listing 1**

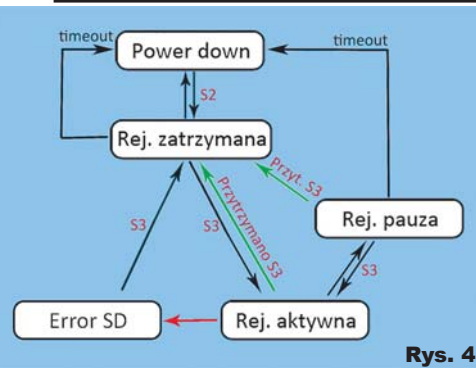
w trybie rejestracja zatrzymana. Jeżeli tak nie jest, naciskamy przycisk S2, co spowoduje, że diody D2–D4 zaświecą się na sekundę, po czym D2 i D3 zgasną, D4 zaś zacznie pulsować. W tym momencie mierzymy napięcie akumulatora i notujemy je gdzieś na kartce. Następnie zmierzone napięcie mnożymy przez liczbę 0,3636. W wyniku otrzymamy napięcie, które powinno występować na pinie 2 układu U4. Mierzmy zatem to napięcie i regulujemy potencjometr Pot1 tak, aby wynosiło dokładnie tyle, ile wyliczyliśmy.

Kolejno mnożymy napięcie baterii przez 0,3428. Napięcie o takiej wartości powinno występować na pinie 6 U4. Tak jak poprzednio, ustawiamy je, regulując ustawienie potencjometru. Tym razem nie używamy Pot1, tylko Pot2.

Użyty moduł GPS ma wbudowaną wewnętrzną antenę. Nie polecam jednak korzystania z niej. Lepiej wyposażyć się dodatkowo w antenę zewnętrzną. Dzięki temu czas potrzebny na złapanie fixa przez moduł ulegnie znacznemu skróceniu. Dodatkowo urządzenie będzie w stanie określić swoje położenie nawet wewnątrz niektórych budynków. Po poprawnym zmontowaniu urządzenia zamykamy je w obudowie KM-54. Przed rozpoczęciem rejestracji tras umieszczamy w slocie sformatowaną (FAT32) kartę SD.

**Rys. 3**





Rys. 4

## Użytkowanie

Początkowo zakładamy, że urządzenie znajduje się w trybie Power\_off, czyli jest wyłączone.

Naciśnięcie przycisku S2 powoduje uruchomienie urządzenia (diody D2–D4 zostaną zaświecone na czas około 3 sekund – w tym czasie należy zwolnić przycisk) i przejście do trybu pracy „rejestracja zatrzymana”.

Podczas pracy w trybie „rejestracja zatrzymana”, dioda D4 pulsuje z częstotliwością około 0,5Hz. Ponowne naciśnięcie przycisku S2 powoduje, że urządzenie zostanie wyłączone (o przejściu do trybu „Power\_off” zostajemy poinformowani 3-sekundowym zaświeceniem diod D2–D4). Naciśnięcie przycisku S3 powoduje przejście do stanu „Rejestracja aktywna” (dioda D2 świeci światłem ciągłym). W tym momencie tworzony jest nowy plik o nazwie „TRASAXX.log” (XX jest liczbą z zakresu 01–99) a także uruchamiany jest moduł GPS. Po upływie około pół minuty od rozpoczęcia pracy, moduł GPS powinien złapać fixa. Od tego czasu, co 10 sekund do bufora RAM wpisywane będzie aktualne położenie. W przypadku, kiedy w buforze znajdować się będzie 6 pozycji, nastąpi zapis na kartę SD. Na czas, kiedy moduł GPS próbuje ustalić bieżącą pozycję, dioda D3 świeci światłem ciągłym. Po złapaniu fixa, wykonuje ona jedynie błyski w momencie rejestracji kolejnych pozycji.

Po naciśnięciu przycisku S3 w trakcie aktywnej rejestracji zostanie ona wstrzymana – następuje przejście do stanu „rejestracja pauza”. Na czas tego stanu dioda D4 pulsuje z prędkością powyżej 1Hz (około 3 razy szybciej niż w „rejestracja zatrzymana”).

Po ponownym naciśnięciu przycisku S3 zostanie ona wznowiona – kolejne koordynaty będą zapisywane nadal w tym samym pliku co poprzednio. Zakończenie rejestracji do danego pliku, a tym samym przejście do trybu „rejestracja zatrzymana”, możliwe jest ze stanów „rej. aktywna” oraz „rej. pauza”. Aby tego dokonać, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk S3 na czas około 3 sekund.

W przypadku wystąpienia jakiegokolwiek problemu z kartą SD urządzenie automatycz-

## Wykaz elementów

R1 .....	patrz opis	U1 .....	MCP73831T-2ACI/OT
R2, R7–R9 .....	470Ω	U2 .....	MCP1700T3002ETT
R3,R10 .....	10kΩ	U3 .....	MCP1700T1202ETT
R5,R6, R12, R13 .....	1kΩ	U4 .....	LM358
R4, R11 .....	220Ω	U5 .....	Atmega32L (TQFP)
Pot1, Pot2 .....	Helitrim 47kΩ	U6 .....	GPS-GMS-U1LP
Wszystkie rezystory w obudowach SMD1206		Prog. ....	listwa męska goldpin 2x5
C1,C4,C5,C8,C10,C16,C17 .....	100nF SMD0603	S1,S2,S3 .....	microswitch
C2 .....	100 uF tantal SMD	X1 .....	Rezonator kwarcowy 8MHz
C3 .....	10uF / 16V	Z1 .....	gniazdo USB-B do druku
C6 .....	1000uF / 10V	Akumulator (li-ion / li-poly) (jednocelowy [3.7V])	
C7,C9 .....	100uF / 10V	Gniazdo na kartę SD	
C11,C12 .....	33pF SMD1206	Karta SD (sformatowana do FAT32)	
C13–C15 .....	10nF SMD0603	Ant. ....	Złącze IPX do druku
D1–D4 .....	led 3mm	Przejściówka IPX- SMA	
D5,D6 .....	1N4148	Antena zewnętrzna GPS (ze złączem SMA)	
T1 .....	IRF7416	Obudowa KM-54P	
T2–T4 .....	BC847	<b>Płytką drukowaną jest dostępną w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3067.</b>	
T5, T6 .....	BC857		

nie przechodzi do trybu „ERROR SD” – D4 wykonuje okresowo 3 krótkie błyski.

Aby go opuścić, naciskamy S3 – spowoduje to przejście do trybu „rejestracja zatrzymana”.

W przypadku kiedy urządzenie będzie pracowało nieaktywnie przez pewien czas, zostanie ono automatycznie wyłączone. Automatyczne wyłączenie może nastąpić jedynie ze stanów „rejestracja zatrzymana” i „rejestracja pauza”. Dla pierwszego ze stanów timeout wynosi jedną minutę, dla drugiego 20 minut.

Dioda D2 informuje o stanie naładowania akumulatora. Domyślnie jest ona wyłączona. W momencie, kiedy zaczyna wykonywać okresowo jeden krótki impuls, informuje nas o niskim stanie baterii. Jeżeli zaczyna ona szybko pulsować, stan baterii jest krytyczny.

Dioda D1 sygnalizuje proces ładowania – kiedy świeci, wtedy proces ładowania jest aktywny.

Dla łatwiejszego zrozumienia zasady działania diagram stanów został zobrazony na **rysunku 4**.

Po zarejestrowaniu tras przekładamy kartę pamięci z naszego urządzenia do komputera (przy wyłączonym rejestratorze), uruchamiamy program Google Earth a następnie klikamy

Plik -> Otwórz. Jako typ pliku wybieramy GPS (\*.gpx, \*.loc, \*.log ...). Kolejno zaznaczamy interesujący nas plik i naciskamy otwórz. Na ekranie zobaczymy pokonaną trasę na tle mapy.

**Radosław Krawczyk**  
radek.radiator@gmail.com

R E K L A M A