

# GPS-owy rejestrator parametrów przebytej trasy



Na łamach EP wiele razy prezentowaliśmy różne odbiorniki GPS. Ten umożliwia rejestrowanie przebytej trasy. Przebyta trasa jest zapisywana na karcie pamięci micro SD, w formacie akceptowanym przez program Google Earth. Dzięki temu można prześledzić ją również, korzystając z cyfrowych map 3D.

**Rekomendacje:** interesująca podstawa budowania urządzeń lokalizacyjnych o przeróżnych zastosowaniach.

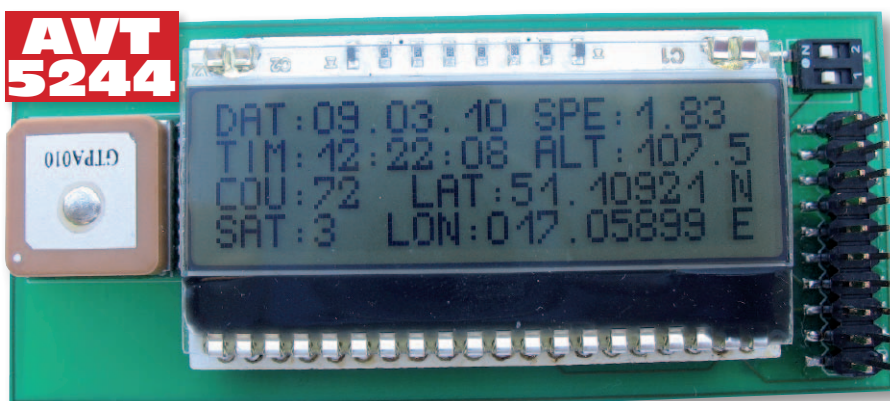
Rynek urządzeń służących do nawigacji GPS rozwija się dynamicznie i nieprzerwanie od momentu swojego powstania. Co więcej, tendencja rozwoju tej branży sugeruje dalszą ekspansję. Z jednej strony ceny klasycznych zestawów nawigacyjnych maleją, z drugiej producenci urządzeń opartych o odbiorniki GPS cały czas umowocześniają swoje produkty, zwiększając ich funkcjonalność. Dzięki temu nawigacja GPS trafia do coraz szerszego grona osób, a jednocześnie znajduje kolejne, wcześniej nieznanne zastosowania.

Szeroka gama parametrów określanych przez współczesne moduły GPS (współrzędne geograficzne, data, czas, prędkość, kierunek poruszania się, wysokość) stwarza możliwość projektowania urządzeń znajdujących zastosowanie w różnych dziedzinach, np. motoryzacji, telekomunikacji, medycynie, sporcie i wielu innych obszarach. Odzwierciedleniem tej różnorodności są urządzenia takie jak nawigacja samochodowa i turystyczna, monitoring floty pojazdów, geodezja itp.

Jednymi z bardziej popularnych urządzeń wykorzystujących technologię GPS są tak zwane loggery „dzienniki pokładowe”. Są to przyrządy określające współrzędne geograficzne i rejestrujące je w nieulotnej pamięci do późniejszej analizy.

## Koncepcja budowy i dobór podzespołów

Podstawowym celem było opracowanie i wykonanie urządzenia elektronicznego cechu-



jącego się przymiotami charakterystycznymi dla loggera GPS. Ponadto nakreślone zostały dodatkowe założenia projektowe: wizualizacja możliwie dużej liczby danych na wyświetlaczu, małe gabaryty, niski pobór prądu. Ze względu na specyfikę założeń projektowych, do realizacji urządzenia wyselekcjonowano komponenty szczególnie przeznaczone do aplikacji wymagających podzespołów wysokiej jakości.

Fundamentalną decyzją w kontekście projektowanego urządzenia jest wybór układu mikroprocesorowego, ponieważ jest on elementem sterującym i kontrolującym poprawność pracy urządzenia. Zły wybór może być brzemienne w skutki i spowodować trudności w realizacji założeń projektowych.

Na potrzeby realizowanego projektu wybrano układ firmy ST Microelectronics z rodziny STM32. Jest to 32-bitowy mikrokontroler typu RISC, oparty na rdzeniu ARM Cortex-M3. Spośród licznej grupy układów, składających się na rodzinę STM32, wybrano STM32F103C8T6 będący przedstawicielem najbogatszej w peryferie podgrupy Performance Line.

Innym bardzo istotnym wyborem jest dobór modułu GPS. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele odbiorników różniących się między innymi chipsetem, czułością, poborem prądu, rodzajem anteny, rodzajem udostępnianych sekwencji, czasem startu, interfejsem komunikacyjnym, gabarytami itp. Duża liczba dostępnych modułów umożliwia przyjęcie licznych kryteriów selekcji i dokonanie wyboru modelu odpowiedniego do projektowanego urządzenia. Modułem GPS użytym w tym projekcie jest układ FGPMMPA6B firmy GlobalTop Tech. Jego głównymi atutami są małe wymiary, wbudowana antena, umiarkowanie niski pobór prądu, szeroki zakres zasilania oraz możliwość przejścia w stan uśpienia. Jednocześnie ma

**AVT-5244 w ofercie AVT:**  
AVT-5244A – płytka drukowana

### Podstawowe informacje:

- Płytka o wymiarach 89×36 mm
- Wyświetlanie długości i szerokości geograficznej, daty, czasu, prędkości, wysokości, kursu, liczby widocznych satelitów
- Zapis danych na karcie microSD w formacie .kml
- Odbiornik GPS FGPMMPA6B firmy GlobalTop Tech z chipsetem MediaTek MT3329
- Wyświetlacz LCD EA DOGM132 firmy Electronic Assembly z kontrolerem ST7565
- Układ mikroprocesorowy ARM Cortex-M3 z rodziny STM32 (STM32F103C8T6) firmy ST Microelectronics
- Zasilanie z trzech baterii/akumulatorów AAA

### Dodatkowe materiały na CD i FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 11825, pass: 81036471
- wzory płytek PCB
  - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych na Wykazie elementów kolorem czerwonym

### Projekty pokrewne na CD i FTP:

- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- |          |   |
|----------|---|
| AVT-5123 | Prędkościomierz GPS (EP 2/2008)                               |
| AVT-388  | GPS-owy rejestrator trasy (EP 4-5/2005)                       |
| AVT-1434 | Adapter USB dla odbiornika GPS (EP8/2008)                     |
| Kurs     | System nawigacji satelitarnej GPS cz. 1-12 (EP 2/2006-1/2007) |
| ---      | Odbiornik GPS (EP 8/2007)                                     |
| AVT-5169 | Odbiornik GPS (EP 1/2009)                                     |

cechy charakterystyczne dla typowych odbiorników GPS, np. standardowe interfejsy komunikacyjne i przeciętnej długości czas ustalania pozycji. Odbiornik FGPMMPA6B komunikuje się z otoczeniem za pomocą typowego dla modułów GPS protokołu komunikacyjnego NMEA0183. Protokół ten przesyła dane w postaci sekwencji zapisanych kodem ASCII. Pojedyncza sekwencja zawiera do 82 znaków. Znakiem rozpoczynającym jest symbol dolara, dalej jest identyfikator zdania i pole danych, które odseparowane są przecinkami. Na końcu znajdują się symbole <CR><LF>. Wybrany od-

## Listing 1. Przykładowy zestaw danych wysyłanych przez odbiornik FGPMMPA6B

```

$GPGGA,151503.000,5106.5551,N,01703.6012,E,1,8,0.92,136.8,M,42.6,M,,*56
$GPGSA,A,3,11,14,26,22,19,32,28,03,,,,,1.31,0.92,0.93*01
$GPRMC,151503.000,A,5106.5551,N,01703.6012,E,0.02,273.77,031209,,A*66
$GPVTG,273.77,T,,M,0.02,N,0.04,K,A*3D
$GPGSV,3,2,11,32,36,226,24,22,33,061,44,03,28,173,21,28,20,309,20*74
151503.000 - pole czasu: godzina 15:15:03.000
5106.5551 - pole współrzędnej szerokości geograficznej: 51° 6.5551'
01703.6012 - pole współrzędnej długości geograficznej: 17° 3.6012'
8 - pole ilości śledzonych satelitów: 8
136.8 - pole wysokości nad poziomem morza: 136.8 m n.p.m.
273.77 - pole kursu względem bieguna północnego: 273.77°
031209 - pole daty: 03.12.2009
0.04 - pole prędkości: 0.04 km/h

```

## Listing 2. Przykład pliku KML

```

<kml>
<Document>
<Placemark>
<LineString>
<coordinates>
017.07560,51.10632
017.07548,51.10637
017.07546,51.10639
</coordinates>
</LineString>
</Placemark>
</Document>
</kml>

```

Tabela 1. Najważniejsze dane techniczne mikrokontrolera STM32F103C8T6

Parametr	Wartość
Napięcie zasilania	2,0...3,6 V
Częstotliwość taktowania	do 72 MHz
Liczba pamięci FLASH	64 kB
Liczba pamięci SRAM	20 kB
Liczba i rodzaj liczników	trzy 16-bitowe ogólnego przeznaczenia, 16-bitowy dedykowany do sterowania silnikiem prądu stałego, dwa typu watchdog, 24-bitowy systemowy
Liczba i rodzaj przetworników A/C	dwa 12-bitowe
Rodzaj i liczba interfejsów komunikacyjnych	USB (1), CAN (1), USART (3), I <sup>2</sup> C (2), SPI (2)
Temperatura pracy	-40...+125°C
Obudowa	LQFP48

biornik GPS oferuje następujące typy sekwencji NMEA0183: GPGGA, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG. Najistotniejszymi informacjami udostępnianymi w tychże sekwencjach są: długość i szerokość geograficzna, czas, data, wysokość, prędkość, kurs i liczba widocznych satelitów. Wymieniony zestaw sekwencji NMEA0183 wysyłany jest przez moduł FGPMMPA6B z jednosekundowym interwałem [1]. Przykładowy zestaw danych zamieszczono na **listingu 1**.

Kolejnym ważnym elementem zaprojektowanego urządzenia jest wyświetlacz LCD. Podobnie jak przy wyborze modułu GPS, tu również wachlarz możliwych rozwiązań jest bardzo szeroki, zatem nietrudno jest znaleźć wiele wyświetlaczy spełniających nawet bardzo specyficzne kryteria. Wyświetlaczem LCD zastosowanym w omawianym projekcie jest układ EA DOGM132 firmy Electronic Assembly. Jest to wyświetlacz graficzny o rozdziel-

czości 132×32 piksele, wyposażony w interfejs SPI. Atutami wybranego wyświetlacza są prosta obsługa, niski pobór prądu (ok. 150 μA bez podświetlenia), małe wymiary (55×31 mm), szeroki zakres napięcia zasilania (2,4...3,3 V), duży kontrast, opcjonalne podświetlenie [2]. Istotną cechą przemawiającą na korzyść wyświetlacza jest dogodne wyprowadzenie styków w formie przewlekanej, co umożliwia łatwy montaż. Dużym plusem są również: mała grubość (2 mm, nie licząc opcjonalnie mocowanego podświetlenia) oraz duży stosunek powierzchni użytkowej do całkowitej powierzchni wyświetlacza.

Następną kwestią wymagającą rozwiązania jest sposób zasilania. Wszystkie elementy dostosowane są do napięcia 3,3 V, natomiast wymagana wydajność prądowa zasilacza to ok. 100 mA. Po uwzględnieniu przenośnego charakteru urządzenia, najodpowiedniejszym sposobem konwersji napięcia wydaje się być wykorzystanie stabilizatora napięcia typu LDO, dzięki czemu jest możliwe zasilanie urządzenia z użyciem trzech baterii/akumulatorów typu AAA (R03). Stabilizator LDO zapewnia stabilizację napięcia nawet w warunkach małej różnicy między napięciem wejściowym a wyjściowym. Niewielka liczba elementów zewnętrznych wymaganych do poprawnej pracy stabilizatora jest dodatkowym czynnikiem przemawiającym za takim rozwiązaniem. Na potrzeby projektu wybrano układ LP3985 firmy National Semiconductor w obudowie SOT23, o napięciu wejściowym do 6 V, małej liczbie elementów zewnętrznych (trzy kondensatory), niskim prądzie upływności (<1,5 μA), wydajności prądowej do 150 mA oraz napięciu *dropout* 100 mV [3].

Ostatnim istotnym zagadnieniem wymagającym uwagi jest sposób zapisywania

i przechowywania danych. Do tego celu jest niezbędne wykorzystanie pamięci nieulotnej. Zapisywanie surowych danych w postaci współrzędnych jest mało korzystne, ponieważ zaistniałaby konieczność ich transferu do komputera PC w celu ich dalszej obróbki. Wymusiłoby to konieczność zastosowania specjalnie do tego celu interfejsu komunikacyjnego i przygotowania aplikacji umożliwiającej odbiór danych i ich przetworzenie. Z tego względu najkorzystniejszym rozwiązaniem wydaje się być zaimplementowanie w urządzeniu obsługi karty pamięci microSD z systemem plików typu FAT. Jest to wygodny i uniwersalny sposób przechowywania danych, gdyż wykorzystanie systemu plików pozwala na zaawansowane zarządzanie pamięcią poprzez między innymi tworzenie plików i katalogów, które mogą być następnie odczytywane i modyfikowane za pomocą np. systemu operacyjnego komputera lub innego urządzenia elektronicznego. Dzięki wykorzystaniu tej metody zapisu i przechowywania danych współrzędne geograficzne odczytane z modułu GPS zapisywane są bezpośrednio do pliku tekstowego. Zawartość pliku sformatowana jest zgodnie z konwencją przyjętą przez standard języka KML (*Keyhole Markup Language*), który stosuje się do oznaczania lokalizacji geograficznych

Tabela 2. Najważniejsze dane techniczne odbiornika FGPMMPA6B

Parametr	Wartość
Napięcie zasilania	3,2...5,0 V
Pobór prądu w czasie pracy	=< 48 mA
Pobór prądu w czasie uśpienia	15 μA
Typ odbiornika	66 kanałów
Czułość	Do -165 dBm
Interfejs	USB, UART
Protokół komunikacyjny	NMEA0183
Zimny start	35 sekund
Ciepły start	34 sekundy
Gorący start	1 sekunda
Interwał pomiaru	1 sekunda
Rodzaje sekwencji	GPGGA, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG

## Wykaz elementów

## Rezystory:

R1, R2, R5...R9, R11, R13: 10 kΩ (0805)

R3: 4,7 kΩ (0805)

R4: 100 Ω (0805)

R10: 1 MΩ (0805)

R12: 0 Ω (0805)

## Kondensatory:

C1...C5, C23: 100 nF (0805)

C6, C7: 22 pF (0805)

C8...C16, C18, C20, C22: 1 μF (0805)

C17: 100 μF/6,3 V tantal (C)

C19, C24: 10 nF (0805)

C21: 10 μF (A)

## Półprzewodniki:

IC1: STM32F103C8T6

IC2: LP3985IBP-3.3

IC3: FGPMMPA6B

## Inne:

LCD: EA DOGM132

Q1: 8 MHz SMD

L1: dławik przeciwzakłóceniu

SV1: złącze kołkowe kątowe 2×10 pin SMD

S1: mikroprzełącznik podwójny SMD

SD CON: gniazdo na kartę microSD

BATT: pojemnik na 3 baterie/akumulatorki AAA



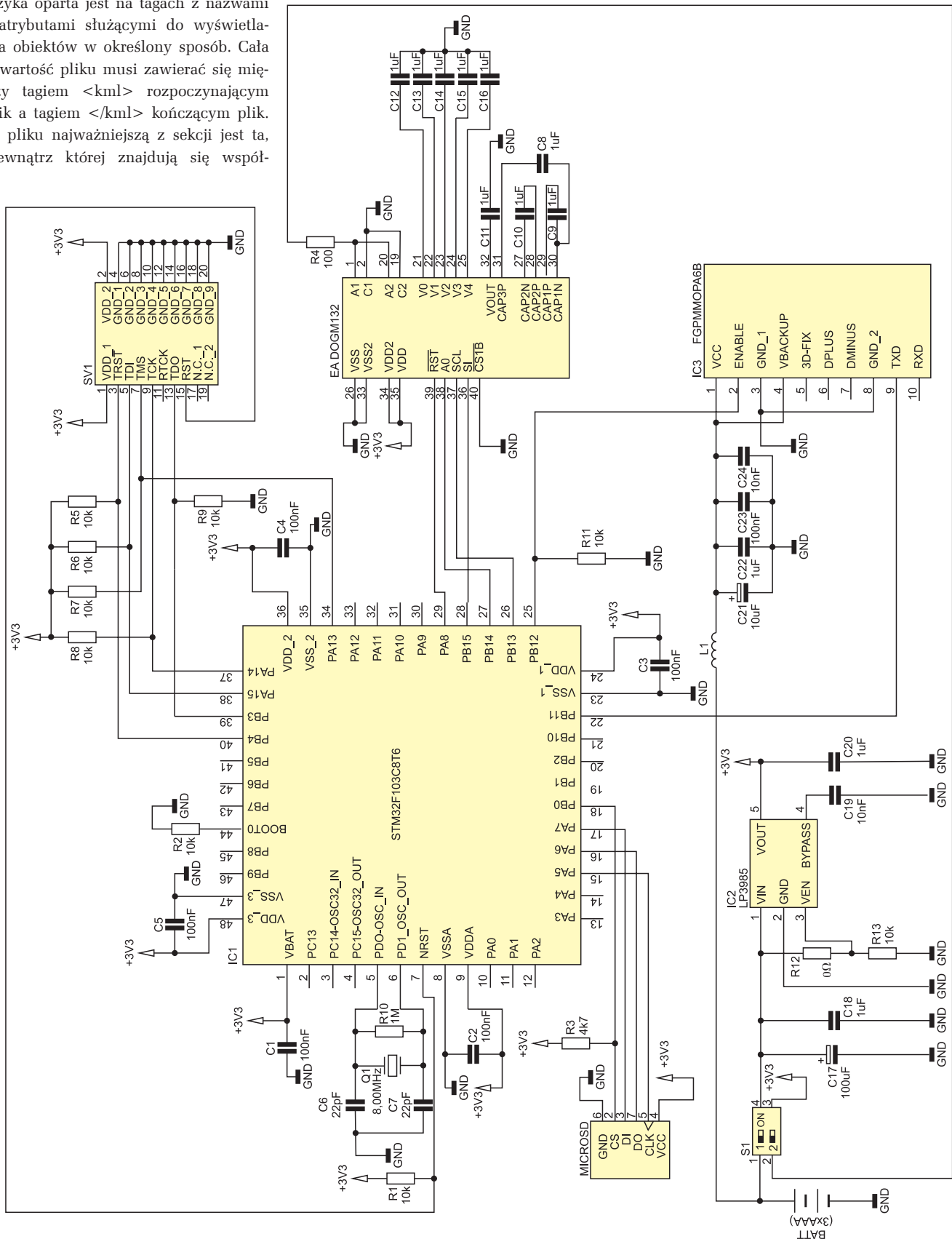
i tras w programach udostępniających mapy sporządzone na podstawie zdjęć satelitarnych, np. Google Earth, Google Maps, Live Search Maps, NASA World Wind, Keyhole PRO.

Język KML jest rozszerzeniem języka XML, przez co składnia i gramatyka tych formatów jest bardzo zbliżona. Struktura języka oparta jest na tagach z nazwami i atrybutami służącymi do wyświetlania obiektów w określony sposób. Cała zawartość pliku musi zawierać się między tagiem <kml> rozpoczynającym plik a tagiem </kml> kończącym plik. W pliku najważniejszą z sekcji jest ta, wewnątrz której znajdują się współ-

rzędne geograficzne. Sekcja ta mieści się między tagiem <coordinates> a tagiem </coordinates>. Wewnątrz tej sekcji znajdują się współrzędne określające długość i szerokość geograficzną, które oddzielone są znakiem przecinka. Kolejne pary współrzędnych powinny być oddzielone znakiem no-

wej linii bądź spacją. Przykład pliku w standardzie KML zamieszczono na **listingu 2**.

Poprzez stosowanie dodatkowych tagów zdefiniowanych w języku KML istnieje możliwość konfiguracji ustawień dotyczących wizualizacji, jak np. zmiana grubości linii trasy lub koloru linii trasy. Możliwe jest



Rysunek 1. Schemat ideowy loggera



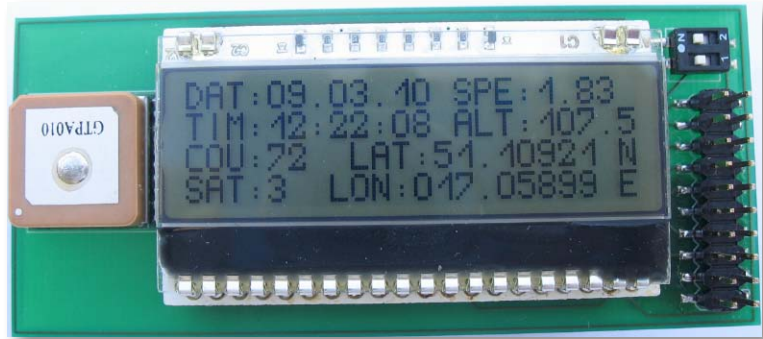
ponadto wprowadzanie informacji dodatkowych dotyczących punktów i tras, np. dodanie numeracji, nazw, opisów.

## Budowa

Schemat ideowy urządzenia pokazano na **rysunku 1**. W centralnym miejscu schematu jest mikrokontroler STM32F103C8T6. Ma on trzy pary wejść zasilających (VDD1...3, VSS1...3) włączonych pomiędzy napięcie 3,3 V a masę. Analogicznie podłączono parę linii zasilających przetwornik A/C (VDDA, VSSA). Ostatnią z linii wymagających podania napięcia zasilania jest VBAT.

Do układu mikroprocesorowego podłączono rezonator kwarcowy o częstotliwości 8 MHz (Q1). Do poprawnej pracy rezonatora wymagane są kondensatory C6 i C7 (22 pF) oraz rezystor R10 (1 M $\Omega$ ).

Do wgrzywania kodu programu i jego debugowania służy JTAG. Linie sygnałowe wyprowadzono na płytce w formie złącza (gniazdo SV1). Innymi wyprowadzeniami, które muszą być podłączone, są linie sygnałowe BOOT0 oraz nRST. Linia BOOT0 umożliwia wybór pamięci, z której wykonywany będzie program. Jest ona podpięta do masy przez opornik R2 (10 k $\Omega$ ), co skutkuje wykonywaniem progra-



Fotografia 3. Widok działającego urządzenia

mu umieszczonego w wewnętrznej pamięci Flash mikrokontrolera. Linia nRST odpowiedzialna jest za zerowanie układu (aktywny jest poziom niski). W układzie zasilono ją poprzez R1 (10 k $\Omega$ ) [4].

Wyświetlacz LCD (EA DOGM132) jest połączony z mikrokontrolerem za pomocą czterech linii sygnałowych: dwóch interfejsów SPI (SCK i danych SI), wyprowadzenia RST służącego do zerowania wyświetlacza oraz linii A0, za pomocą której wybiera się rodzaj wysyłanych do wyświetlacza danych (instrukcje lub kody znaków do wyświetlenia). Do wyświetlacza podłączono kondensatory 1  $\mu$ F (C8...16). Są one elementami przetwornicy napięcia,

w którą jest wyposażony wyświetlacz. Rezystor R4 (100  $\Omega$ ) służy do ograniczenia prądu płynącego przez diody LED podświetlające wyświetlacz.

## Zasada działania i obsługa

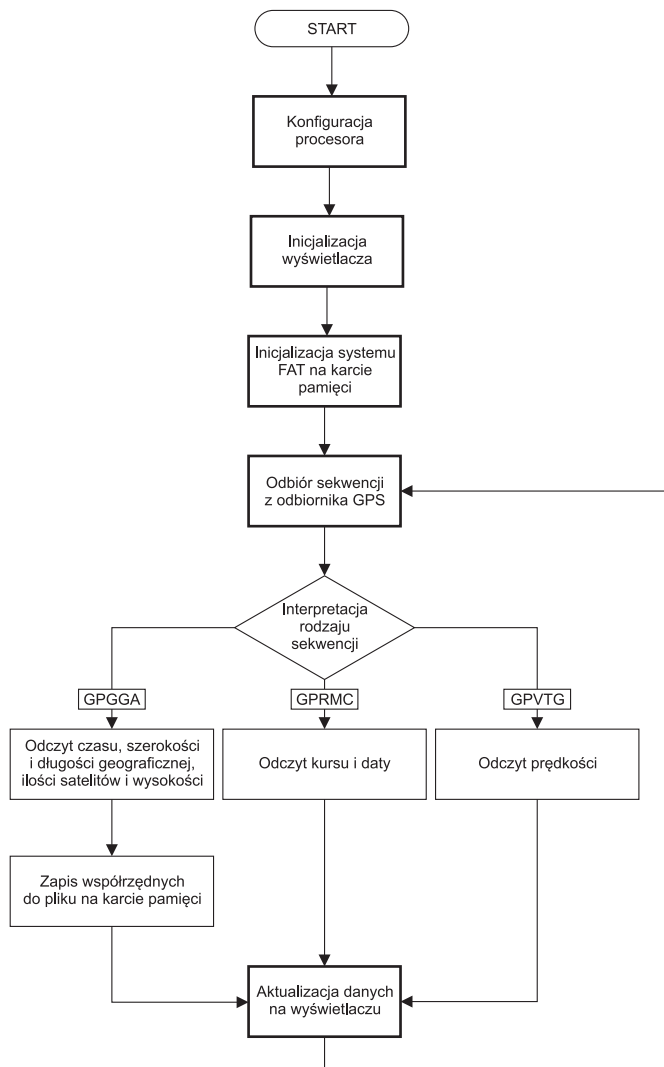
Algorytm działania urządzenia zamieszczono na **rysunku 2**. Po włączeniu urządzenia następuje wykonywana konfiguracja układu mikroprocesorowego. Włączone zostają zegary oraz peryferie (interfejsy komunikacyjne SPI1, SPI2, USART3, kontroler przerwań). Zostaje zainicjowany wyświetlacz, po czym wyświetlone są na nim nazwy parametrów odbieranych z modułu GPS (**tabela 3**).

W następnej kolejności na karcie microSD jest inicjowany system plików FAT i tworzony jest plik GPS\_log.kml. Czynność ta kończy pierwszy etap działania urządzenia, który można nazwać przygotowaniem do pracy. Od tego momentu mikrokontroler rozpoczyna od-

zawanie. Do wyprowadzenia zasilającego odbiornik GPS dołączono kondensatory C21...C24 oraz dławik przeciwzakłóceniu L1, które mają na celu filtrowanie napięcia zasilania.

Komunikacja między kartą i mikrokontrolerem odbywa się za pomocą interfejsu SPI (linie DI, DO, SCK, CS).

Ostatnim elementem wymagającym omówienia jest blok zasilania. W aplikacjach wykorzystujących wybrany stabili-



Rysunek 2. Schemat blokowy programu

biór sekwencji danych wysyłanych przez moduł GPS. W momencie, kiedy sygnał będzie odbierany z co najmniej czterech satelitów, pozycja odbiornika zostaje ustalona, a w prze-

syłanych sekwencjach pojawia się informacja o aktualnych współrzędnych geograficznych, prędkości, wysokości itp. Po odebraniu kompletnego zestawu danych (co następuje co

sekundę) zostają zaktualizowane informacje na wyświetlaczu (**fotografia 3**) oraz jest wykonywany zapis współrzędnych geograficznych do pliku tekstowego.

Cały proces odbioru danych, ich wizualizacji oraz zapisu wykonywany jest w sposób cykliczny do momentu wyłączenia urządzenia przez użytkownika lub do rozładowania baterii. Zapisana w pliku trasa może być odtworzona za pomocą dowolnego programu umożliwiającego odczyt plików z rozszerzeniem .kml np. Google Earth (**rysunek 4**).

**Montaż**

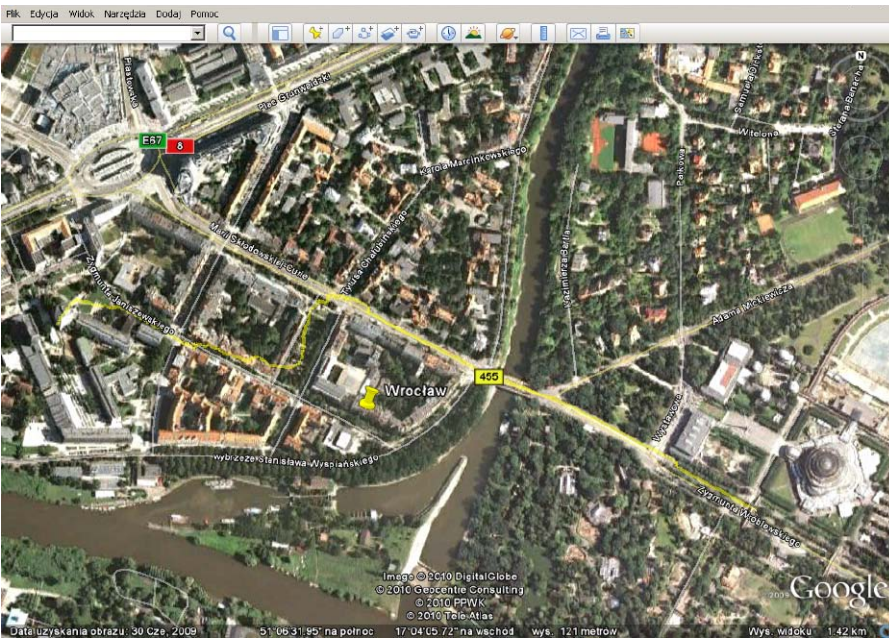
Urządzenie jest zmontowane na dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na **rysunku 5**, a wygląd gotowej, zmontowanej płytki na **fotografii 6**.

Montaż należy rozpocząć od mikrokontrolera, a następnie elementów o najmniejszych wymiarach. Wlutowanie mikrokontrolera o rastrze 0,5 mm może sprawić nieco problemów, dlatego dobrym wyjściem może być zastosowanie pasty lutowniczej. Innym wyjściem jest unieruchomienie układu poprzez przylutowanie dwóch skrajnych wyprowadzeń, co znacznie ułatwi lutowanie pozostałych.

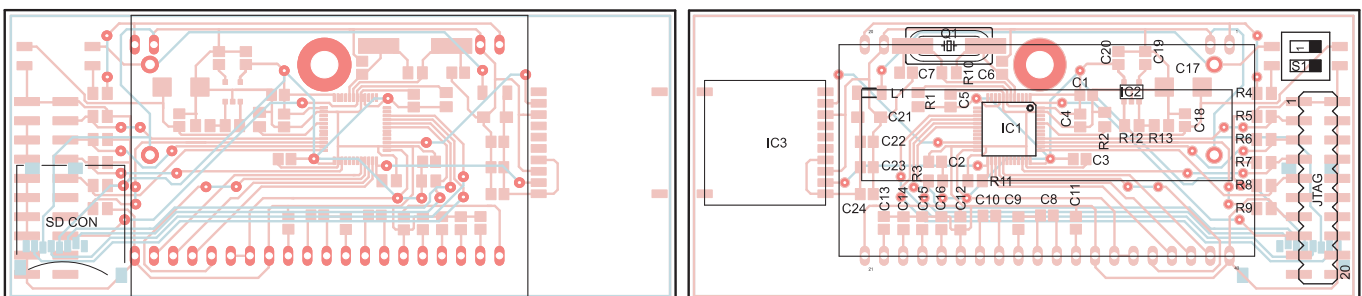
Po przylutowaniu mikrokontrolera należy wlutować bierne elementy SMD. Podczas montażu kondensatorów tantalowych trzeba zwrócić uwagę na ich polaryzację, gdyż odwrotne podłączenie może spowodować ich uszkodzenie.

Kolejnym etapem montażu jest przylutowanie dużych elementów: złącza do programowania, gniazda na kartę microSD, przełącznika oraz modułu GPS. W następnej kolejności należy zamocować i podłączyć ko-

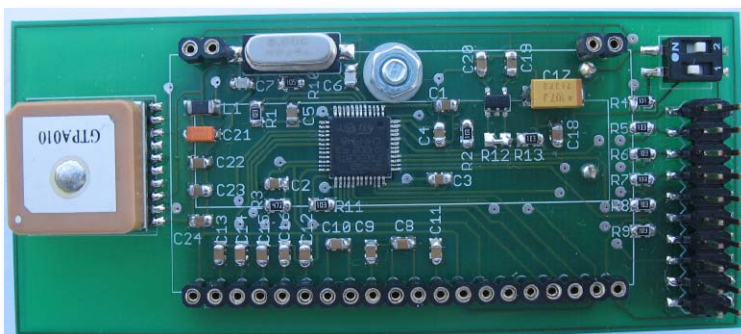
Tabela 3. Interpretacja danych na wyświetlaczu		
Skrót	Rozwinięcie	Objaśnienie
DAT	Date	Data (dzień, miesiąc, rok)
SPE	Speer	Prędkość (jednostka: km/h)
TIM	Time	Czas (godziny, minuty, sekundy)
ALT	Altitude	Wysokość nad poziomem morza (jednostka: metry)
COU	Course	Kierunek poruszania się (jednostka: stopnie względem bieguna)
LAT	Latitude	Szerokość geograficzna
SAT	Sattellites	Liczba używanych satelitów
LON	Longitude	Długość geograficzna



Rysunek 4. Przykładowa trasa wygenerowana przez program Google Earth na podstawie pliku zapisanego przez urządzenie loggera



Rysunek 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej



Fotografia 6. Widok zmontowanej płytki (bez wyświetlacza LCD)

szyczek na baterie. Ostatnim montowanym elementem powinien być wyświetlacz LCD.

**Szymon Panecki, EP**  
 szymon.panecki@ep.com.pl

*Bibliografia*

- [1] [www.gtop-tech.com](http://www.gtop-tech.com), FGPMOPA6B datasheet
- [2] [www.lcd-module.de](http://www.lcd-module.de), DOGM132 datasheet
- [3] [www.national.com](http://www.national.com), LP3985 datasheet
- [4] [www.st.com](http://www.st.com), STM32F10xxx hardware development: getting started