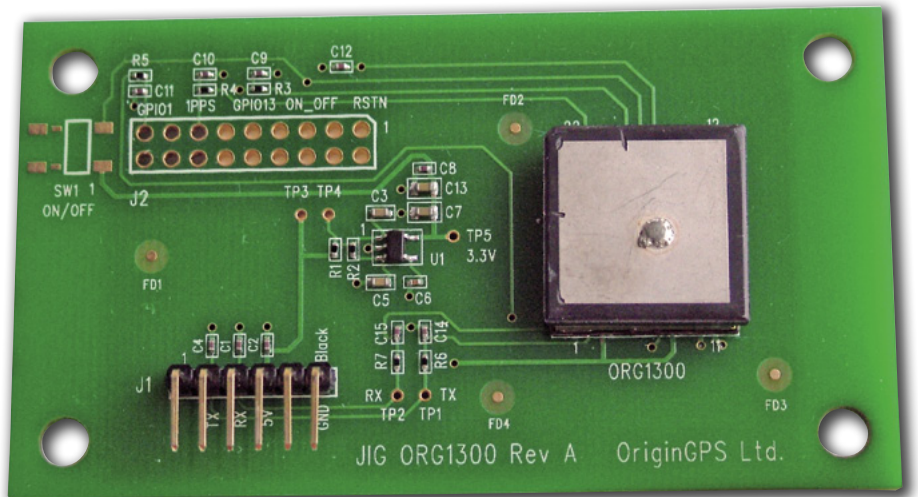


Moduł GPS typu ORG1318

Od czasu zdjęcia blokady SA w sygnale GPS dla użytku cywilnego minęło niespełna 11 lat. Od tego momentu byliśmy, i nadal jesteśmy, świadkami rewolucyjnych zmian w metodach nawigacji nie tylko wojskowej. Mimo pojawiających się konkurencyjnych rozwiązań, GPS z pewnością pozostanie niezagrożony jeszcze przez wiele lat, tym bardziej, że przeznaczona dla niego elektronika jest bezustannie unowocześniana i rozwijana.

Historyczną datą, od której można liczyć boom systemu nawigacji satelitarnej jest 1 maja 2000 roku, kiedy to została zdjęta metoda selektywnego zakłócania sygnału GPS dla odbiorników cywilnych. Bez tego zabiegu ich dokładność była równa ok. 100 metrów, co praktycznie przekreślało możliwość zastosowań praktycznych. Zdjęcie blokady SA (*Selective Availability*) zwiększyło dokładność pomiarów do ok. 20 metrów, co było już wartością wystarczającą do budowania systemów nawigacji pracujących w czasie rzeczywistym. Od tego momentu zainteresowanie systemem GPS narastało lawinowo, gdyż pomysłów na wykorzystanie elektronicznej nawigacji nie brakowało. Pierwsze moduły OEM przeznaczone do obioru sygnału GPS oferowane dla indywidualnych użytkowników cywilnych nie były dużo mniejsze od kartki szkolnego zeszytu. Wymagały przy tym zewnętrznej anteny, a cena takiego zestawu bynajmniej nie zachęcała do kupna. Czytelnicy EP zapewne dobrze pamiętają moduły Oncore, które były dostępne w ofercie AVT już w początkowym okresie boomu GPS-owego. Dziś technika posunęła się na tyle, że gotowy, całkowicie sprawny moduł można zaszyć w daszku czapki turystycznej i wędrować w ten sposób przez pola, lasy i łąki – na skróty, w całkowicie nieznanym terenie.

W międzyczasie zostały przełamane wszystkie istniejące monopole (głównym dostawcą modułów GPS była pierwotnie Motorola), i obecnie na rynku można znaleźć produkty wielu firm. Redakcja EP otrzymała do testów zestaw ewaluacyjny dla modułu ORG1318 produkowanego przez Origin GPS.



Moduł ORG1318 od środka

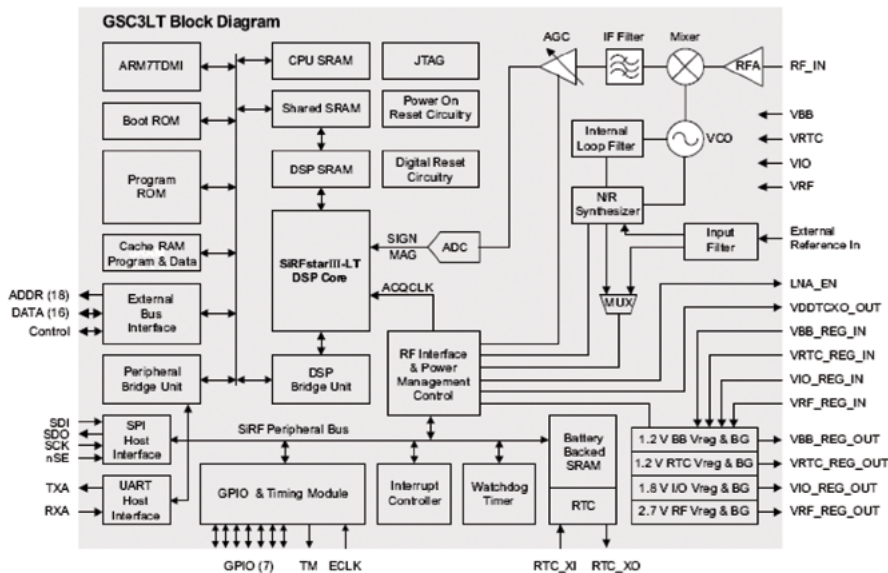
Moduł ORG1318 to najmocniejszy obecnie przedstawiciel rodziny ORG13xx. Został w nim zastosowany chipset SiRFstar III GSC3LTf, przez długi czas wyznaczający poziom odniesienia dla wyrobów innych producentów. Mimo rosnącej konkurencji, bez wątpienia nadal pozostaje on w ścisłej czołówce światowej. Moduł ORG1318 jest niemal samowystarczalny. W hybrydzie o wymiarach 17×17×3,2 mm zawarto wszystkie elementy niezbędne do poprawnej pracy, włącznie z anteną. Wszystkimi funkcjami zawiaduje procesor z rdzeniem ARM7TDMI, 7 Mb pamięci programu (Flash) i pamięcią RAM wyposażoną w cache. Niezależny blok pamięci RAM przeznaczono dla procesora DSP SiRFstarIII-LT, zaś pewna część RAM-u jest przydzielona dla obu procesorów. Wśród peryferiów można znaleźć również inne, typowe dla systemów mikroprocesorowych, takie jak: kontroler przerwań, zegar RTC, Watchdog, UART, SPI, układ zerowania systemu POR (*Power_On-Reset*). Jest również pamięć RAM podtrzymywana bateryjnie oraz aż cztery stabilizatory napięcia wymagane przez poszczególne bloki modułu. W części analogowej niewątpliwie jednym z najważniejszych jest wzmacniacz niskoszumny, decydujący o czułości odbiornika. Pamiętajmy, że poziom sygnału GPS odbieranego na ziemi jest niższy od poziomu szumów. Eliminacja produktów intermodulacyjnych leżących poza pasmem roboczym następuje w pasmowo przepustowym filtrze SAW. Zintegrowana antena mikropaskowa umożliwia odbiór sygnałów w paśmie L1 o częstotliwości 1575,42 MHz. Schemat

Dodatkowe informacje:

Moduły GPS i zestaw ewaluacyjny udostępniła redakcji firma TME z Łodzi, która jest dystrybutorem firmy Origin w Polsce, www.tme.pl

blokowy modułu ORG1318 przedstawiono na **rysunku 1**. Układ jest przeznaczony do montażu powierzchniowego, może pracować w temperaturze od -40 do +85°C.

Moduł ORG1318 umożliwia jednoczesny odbiór 12 kanałów i śledzenie 20. Czułość odbiornika śledzenia jest równa -159 dBm, a czułość akwizycji -157 dBm. Parametry są wystarczające do lokalizacji satelitów nawet w zasłoniętych miejscach. Próby praktyczne wykazały, że odbiornik osiągał gotowość do pracy w pokoju redakcyjnym, ale był umieszczony blisko okna. Wiele innych odbiorników GPS testowanych wcześniej w tych samych warunkach jednak nie startowało. Katalogowa wartość czasu TTFF (*Time To First Fix*) jest nie dłuższa niż 35 sekund (typowo). Czas ten wydłuża się jednak w widoczny sposób przy ograniczonej widoczności nieba. Można go skrócić korzystając z technologii A-GPS (*Assisted GPS*), co jest możliwe w przypadku modułu ORG1318. Należy jednak pamiętać, że najczęściej będzie się to wiązało z dodatkowymi (całkiem sporymi, o czym trzeba wiedzieć) kosztami, gdyż metoda ta polega na ściąganiu przez Internet danych o aktualnym położeniu satelitów GPS. Mając tę informację odbiornik znacznie szybciej przystępuje do obliczania pozycji. Mówiąc obrazowo: „wie czego ma szukać”. Technologia A-GPS nie wpływa oczywiście na zwiększenie dokładności określania pozycji. Jak widać jest ona



Rysunek 1. Schemat blokowy modułu ORG1318

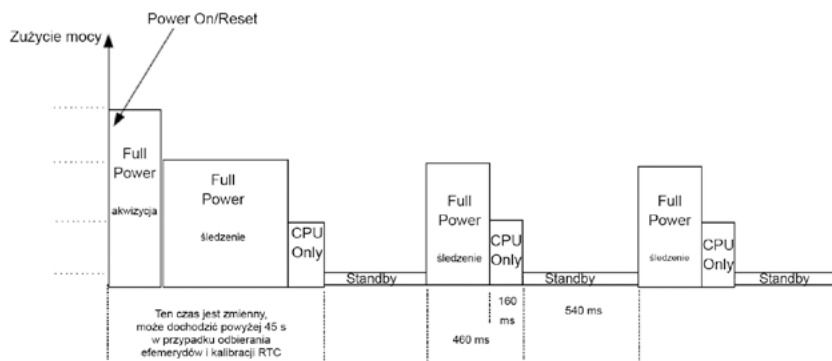
przeznaczona głównie do odbiorników GPS integrowanych w telefonach komórkowych.

Dokładność „gołego” systemu GPS jest jak wiadomo ograniczona wieloma czynnikami, od błędów ustalania efemeryd, przez błędy propagacji sygnału GPS, w tym odbicia, opóźnienia i szumy, bardzo istotną niedokładność wzorców czasu, skończywszy na zmieniającej się widoczności satelitów. Istnie tych czynników spowodowało, że zostały opracowane metody wspomaganie GPS, mające na celu zwiększenie jego dokładności. Są to różne odmiany pomiarów różnicowych, wykorzystujących stacje naziemne (DGPS) lub naziemne i sate-

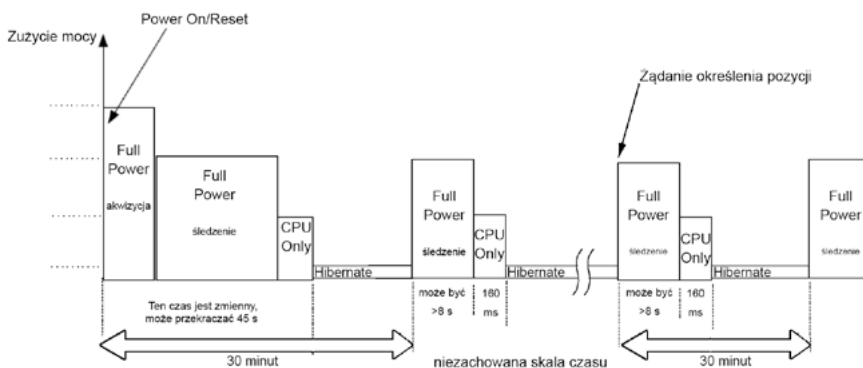
litarne. Satelity wspomagające nie wchodzą przy tym do podstawowej konstelacji systemu GPS. Systemy takie są określane ogólnie jako SBAS (*Satellite-Based Augmentation System*). Moduł ORG1318 może korzystać z kilku takich rozwiązań. Pierwszym z nich jest WAAS (*Wide Area Augmentation System*) – odmiana systemu różnicowego wykorzystująca stacje bazowe i satelity. Dostarczają one informacji korygujących dane odebrane z satelitów systemu GPS, w wyniku czego osiąga się dokładność rzędu 1 metra w płaszczyźnie poziomej i 1,5 metra w pionie. Z tego względu GPS z WAAS stanowi przyrząd o wystarczających parametrach

do nawigacji lotniczej, co zresztą było jednym z założeń systemu. Dla Europejczyków WASS jest w zasadzie niedostępny. Jego sygnał obejmuje bowiem praktycznie wyłącznie obszar obu Ameryk i Oceanu Spokojnego. Na szczęście stworzono europejski odpowiednik systemu WASS, jakim jest EGNOS, i jest on obsługiwany przez moduł ORG1318. Dla porządku należy dodać jeszcze o japońskim systemie MSAS (*Multi-functional Transport Satellite-based Augmentation System*), który również może być obsługiwany przez moduł ORG1318.

Użytkownicy odbiorników GPS, szczególnie tych, które są montowane w telefonach komórkowych na pewno niejednokrotnie przeżyli stresującą przygodę, kiedy to akumulatory w ich telefonach rozładowały się zanim dotarli do końca trasy. Tryby oszczędzania energii są więc niezwykle istotne, i producenci chipów przywiązują do tego zagadnienia bardzo dużą wagę. Można to zauważyć patrząc na parametry modułu ORG1318. Moc pobierana z zasilania jest zależna od trybu pracy. Na przykład w chwili akwizycji danych moduł zużywa moc 100 mW, w trybie śledzenia jest ona równa 30...75 mW, a w trybie hibernacji jest to zaledwie 80 μ W. Użytkownik ma do dyspozycji mechanizm zarządzania mocą. Występuje w nim kilka poziomów zapotrzebowania na moc, z którymi wiążą się jednak osiągi modułu. W trybie Normal wszystkie bloki odbiornika GPS pracują bez żadnych ograniczeń. W sposób ciągły prowadzona jest akwizycja danych oraz śledzenie satelitów, a konsekwencją jest maksymalna moc pobierana ze źródła zasilającego. Nie zawsze jest to potrzebne, a optymalne warunki pracy są osiągane po przełączeniu modułu w tryb Adaptive Trickle Power (ATP), w którym moc może być znacznie zredukowana. Praca taka jest wystarczająca dla wielu urządzeń nawigacyjnych. W trybie ATP występuje kilka stanów, które są inteligentnie wybierane w określonych warunkach. Zawsze po ustawieniu trybu ATP odbiornik wchodzi w stan Full Power i pozostaje w nim do czasu określenia pełnej pozycji. W tej fazie odbiornik pobiera pełną moc. W kolejnym stanie - CPU Only – odbiornik radiowy oraz procesor DSP są częściowo wyłączane. Są to chwile, w których dane zostały odebrane z satelitów, i do określenia pozycji są wymagane jedynie obliczenia wykonywane przez procesor. W kolejnym stanie – Standby – zarówno odbiornik, jak i procesor DSP są całkowicie wyłączone. Przykładowy cykl pracy modułu ORG1318 w trybie ATP przedstawiono na **rysunku 2**. To jednak nie wyczerpuje wszystkich możliwości modułu ORG1318. Na **rysunku 3** przedstawiono cykl pracy, w którym określenie pozycji jest wymagane tylko w sporadycznych momentach. Jak widać, występuje tu jeszcze jeden stan charakterystyczny dla trybu ATP. Jest to Push-to-Fix (PTF). Między momentami, w których należy określić pozycję GPS moduł jest wprowadzany w stan hibernacji, w którym zużycie energii jest



Rysunek 2. Przykładowy cykl pracy modułu ORG1318 w trybie ATP

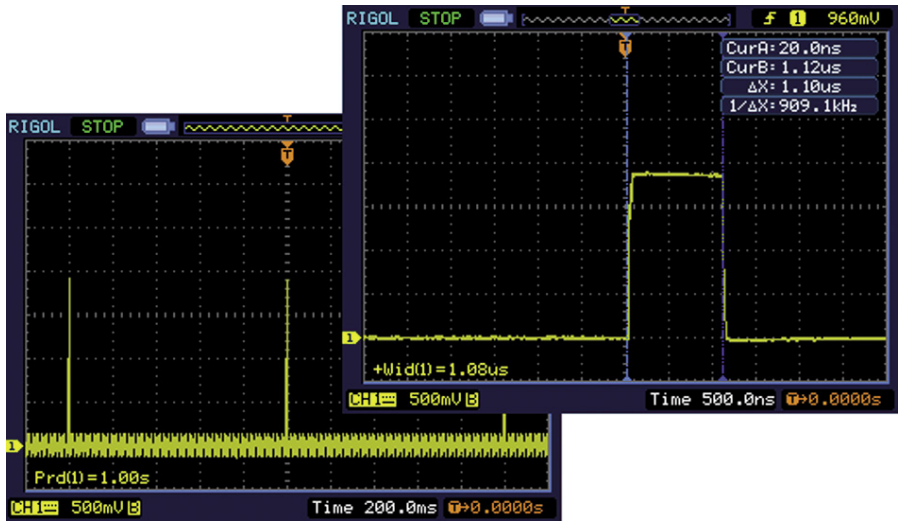


Rysunek 3. Cykl pracy modułu ORG1318 w trybie ATP ze sporadycznym określeniem położenia

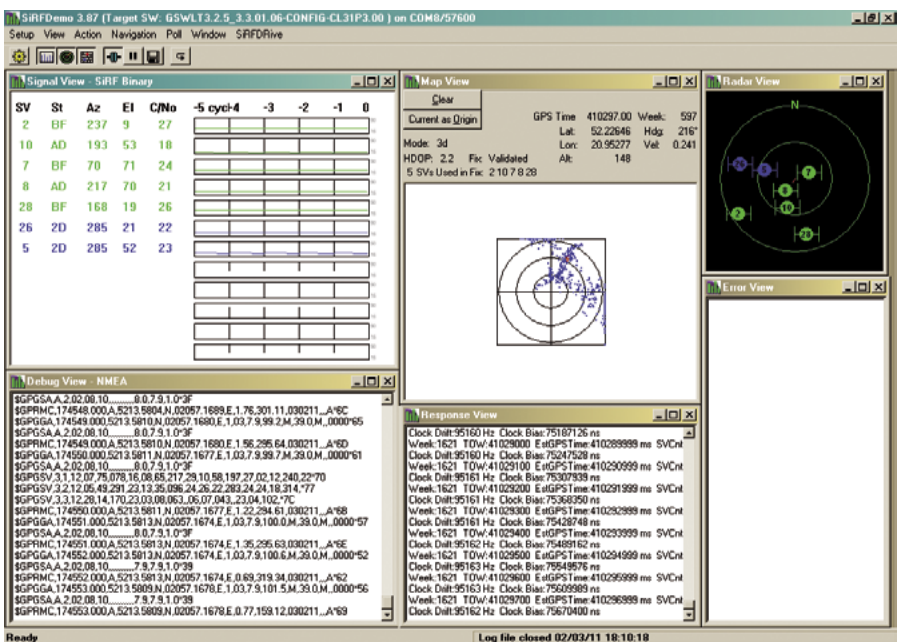
praktycznie pomijalnie małe. Czynnym jest tylko zegar RTC i bateria podtrzymywana bateryjnie. Domyślny czas pomiędzy wybudzeniami modułu jest równy 30 minut, ale może być on zmieniany w zakresie od 10 sekund do 2 godzin. Jak zwykle po wybudzeniu konieczne jest odświeżenie pozycji, i w tym celu jest inicjowany stan Full Power. Wyprowadzenia modułu ze stanu hibernacji mają na celu najczęściej odtworzenie aktualnego almanachu i efemeryd. W chwili, gdy aplikacja żąda podania pozycji moduł jest również wybudzany, a po wykonaniu zadania inicjowany jest nowy cykl PTF.

Host komunikuje się z modułem ORG1318 wykorzystując port UART lub SPI. Wyboru dokonuje się sprzętowo, poprzez zwarcie (SPI) lub rozwarcie (UART) wejścia COMM_SEL. Do transmisji via UART stosowana jest ramka 8-N-1 bez sterowania przepływem. Domyślnym protokołem jest w tym przypadku NMEA. Parametry transmisji, włącznie z przełączeniem protokołu są zmieniane poprzez przesłanie odpowiednich komend. Ważne jest, że poziomy napięć portu szeregowego odpowiadają standardowi LVCMOS 1.8 V/2.5 V/3.3 V, i są wybierane poprzez podanie odpowiedniego napięcia do wejścia V_{IO-EXT} . Po wybraniu interfejsu SPI moduł jest traktowany jako *slave*. Poziomy napięć są zgodne ze standardem 1.8 V. Częstotliwość przebiegu zegarowego nie może być większa niż ok. 7 MHz.

Czas GPS jest jednym z najdokładniejszych, jakim obecnie dysponujemy. W module ORG1318 udostępniono wyjście „tików” 1-sekundowych generowanych o każdej pełnej sekundzie UTC na wyjściu 1 PPS. Impuls ma szerokość ok. 1 μ s, poziomy zgodne ze standardem CMOS 1.8 V (rysunek 4). Może być on wykorzystany do budowy urządzeń nie związanych z nawigacją.



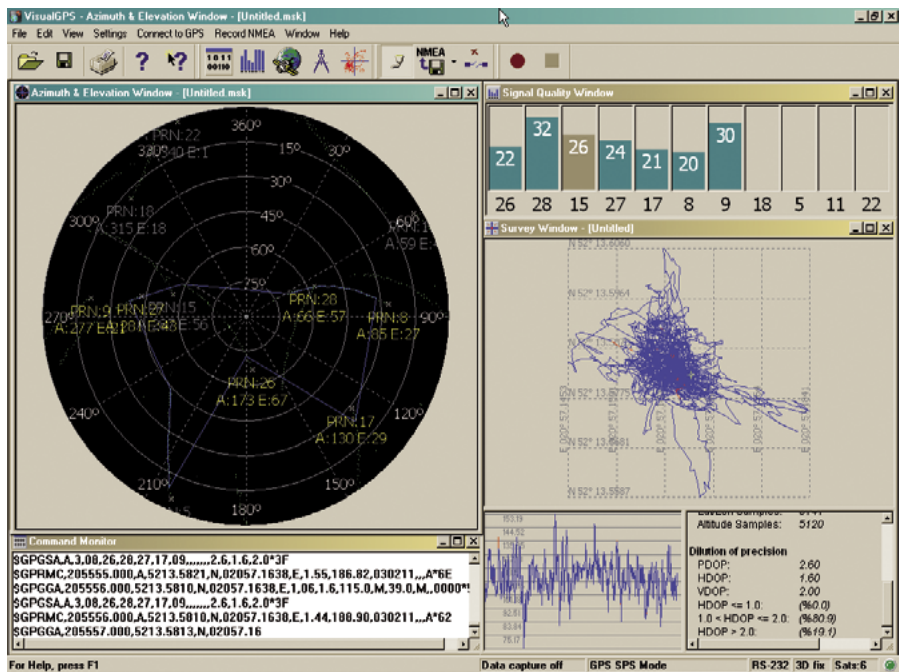
Rysunek 4. Impuls generowany co 1 sekundę na wyjściu 1 PPS



Rysunek 5. Okno programu SiRFDemo

Programy demonstracyjne

Z zestawem są dostarczane dwa programy umożliwiające szybkie dołączenie modułu ORG1318 do komputera, odebranie danych i ich graficzne zobrazowanie na monitorze. Połączenie jest wykonywane specjalnym kablem USB (również znajdującym się w zestawie) z adapterem UART/USB. Ze względu na zapewnienie mobilności, do testów najlepiej używać laptopa. Programy działają podobnie. Nie współpracują z żadnymi mapami, w oknie podglądu jest kreślona tylko trajektoria ruchu na tle siatki współrzędnych GPS. Przed uruchomieniem programów należy zainstalować sterowniki portu USB oparte na układach FTDI, pracujące z wykorzystaniem wirtualnego portu szeregowego. Pierwszy program – SiRFDemo umożliwia współpracę modułu z komputerem z zastosowaniem binarnego protokołu SiRF. Odebrane informacje są wyświetlane w kilku oknach, w zależności od ich charakteru. W oknie *Signal View* można obserwować, z jakimi satelitami jest utrzymywana łączność, widoczne są ich numery,



Rysunek 6. Okno programu VisualGPS

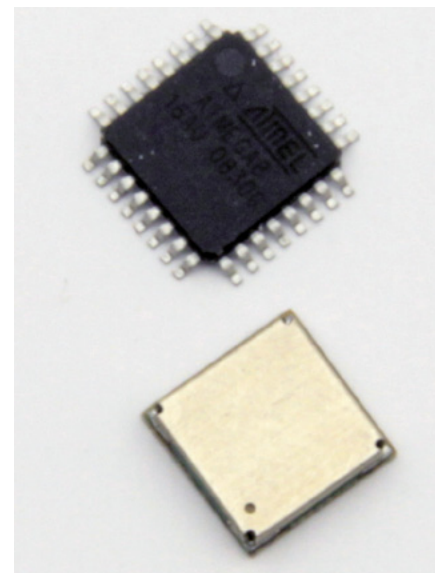
Tabela 1. Najważniejsze parametry modułu ORG1318

Chipset		SiRFstarIII GSC3Ltf
Częstotliwość		L1 – 1575 MHz
Kod		C/A
Liczba kanałów	Szukanie	20
	Śledzenie	12
Systemy wspierające SBAS		WAAS, EGNOS, MSAS
A-GPS		tak
Wbudowana antena mikropaskowa		tak
Antena zewnętrzna		nie
Noise Free Zone System Technology		tak
Czułość	Akwizycja	-157 dBm
	Śledzenie	-159 dBm
	Zimny start	-142 dBm
TTFF	Hot Start	<1 s
	Warm Start	<32 s
	Cold Start	<35 s
Reaktywacja sygnału		<1 s
Dokładność określania pozycji (CEP)		2,5 m
Dokładność pomiaru prędkości		0,01 m/s
Dokładność określania kursu		0,01°
Dokładność impulsów czasowych		<1 μs
Ograniczenia pomiarów	Prędkość	515 m/s
	Przyspieszenie	<4 g
	Wysokość	<18000 m
Interfejsy	UART	4800/57600 b/s
	SPI	do 2 Mb/s
Protokoły		NMEA/SiRF Binary
Napięcie zasilania		3,3...5,5 V
Zużycie mocy	Akwizycja	100 mW
	Śledzenie	75 mW
	Power Saving	30...75 mW
	Hibernacja	80 μW
Zakres temperatury		-40...+85°C
Wymiary		18,4×18,4×4,8 mm
Masa		4,7 g

status, azymut i elewacja, współczynnik jakości sygnału określający stosunek nośnej do szumów. Jakość sygnału jest rejestrowana dodatkowo w ciągu ostatnich 5 sekund (**rysunek 5**). Główną informacją podawaną w oknie *Map View* jest pozycja wyświetlana jako zbiór punktów lub linii układających się w trajektorię ruchu. Są tu również inne informacje odbierane przez moduł, takie jak: czas GPS, tydzień GPS, typ pozycji, aktualna pozycja, kurs, prędkość, DOP (*Dilution Of Precision*) – współczynnik określający jakość, a nawet w ogóle możliwość obliczenia pozycji, uwzględniający liczbę widocznych satelitów, jakość odbieranego sygnału. Okno *Radar View* jest podobne do takich, jakie są wyświetlane przez wszystkie out doorowe odbiorniki GPS, informujące graficznie o aktualnym położeniu satelitów. Można ponadto uzyskać dużo innych, dodatkowych informacji podawanych w postaci tekstowej i numerycznej w oknach *Response View*, *Error View* i *Navigation View*.

Program SiRFDemo wykorzystuje pełnię możliwości panowania nad modulem, włącznie z konfiguracją portów komunikacyjnych, ustalaniem protokołu, wymuszaniem wszystkich rodzajów startu, zapisywaniem i wczytywaniem almanachu i efemeryd, przełączaniem trybów pracy itp. Zapisywany na dysku log może być wykorzystany do późniejszej, dokładnej analizy danych.

Drugim programem dostarczanym w zestawie jest VisualGPS. Jego działanie jest podobne, jak SiRFDemo, lecz nie ma w nim możliwości tak dokładnego sterowania modulem. Do komunikacji jest wykorzystywany protokół NMEA. W oknie *Command Monitor* pojawiają się w postaci tekstowej wszystkie odebrane komunikaty, a po ich analizie są wyświetlane w postaci graficznej w kilku oknach roboczych. Ciekawe obserwacje można prowadzić w oknie *Azimuth & Elevation*. Po włączeniu odpowiednich opcji można śledzić zmiany azymutu i elewacji satelitów, z którymi odbiornik utrzymywał łączność. Pomiar musi być dokonywany w warunkach stacjonarnych, bez przemieszczania modułu. Przykładowy wynik takiej obserwacji przedstawiono na **rysunku 6**. Trzeba jednak dodać, że z przyczyn technicznych moduł znajdował się przy oknie w pomieszczeniu zamkniętym. W oknie *Survey* obserwujemy trajektorię położenia modułu podczas tego eksperymentu, a w dolnej części fluktuacje pomiaru wysokości GPS. Należy to oczywiście interpretować jako błąd określania pozycji, gdyż moduł przez cały czas pozostawał w spoczynku, ale trzeba przy tym jeszcze raz podkreślić, że warunki pomiaru były bardzo ciężkie. Do opisu siatki umieszczonej na **rysunku 6** użyto współrzędnych GPS. Jedna kratka na tym rysunku ma szerokość odpowiadającą ok. 14 metrom i wysokość ok. 11 metrom.



Fotografia 7. Porównanie wielkości odbiornika GPS ORG4472 z mikrokontrolerem ATmega8

Przeznaczenie

W tabeli 1 zestawiono najważniejsze parametry modułu ORG1318. Łatwa obsługa i niewygórowana cena, a przy tym małe wymiary stanowią kuszącą zachętę do sięgania po ten wrób przy konstruowaniu wielu różnych urządzeń wymagających określania lokalnego położenia lub czasu. Zaletą jest dostępny interfejs SPI, bardzo chętnie wykorzystywany w różnych aplikacjach amatorskich i profesjonalnych.

Z uwagi na swoje cechy moduł ORG1318 znajduje zastosowania w urządzeniach nawigacji samochodowej, systemach śledzenia floty pojazdów i samochodowych urządzeniach alarmowych, urządzeniach do śledzenia ludzi i zwierząt, systemach bezpieczeństwa i ratownictwa, balonach pogodowych, urządzeniach telemetrycznych, czujnikach przemysłowych, ale również w urządzeniach do precyzyjnego określania czasu.

Warto też wspomnieć o innym wyrobie firmy Origin, a mianowicie o najmniejszym na świecie odbiorniku GPS typu ORG4472. Ma on wymiary zaledwie 7 mm×7 mm×1,4 mm (fotografia 7). W jego obudowie zamknięto chipset SiRFstarIV, którego architekturę i funkcje zoptymalizowano do użytku w terenie zabudowanym. Dzięki temu może być zainstalowany w lokalizatorach tzw. osobistych, przeważnie użytkowanych w zamkniętych pomieszczeniach, a tylko od czasu do czasu pod otwartym niebem. Dzięki swoim miniaturowym wymiarom, ten odbiornik GPS jest przeznaczony przede wszystkim do wbudowania w telefon komórkowy, PDA oraz osobiste lokalizatory. We współpracy z modulem GSM może posłużyć np. do skonstruowania przenośnego lokalizatora przeznaczonego dla osób chorych.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl