

Modemy GSM do systemów embedded (1)

Zastosowanie modemu GSM we własnej aplikacji nie jest trudne. Oferowane współcześnie urządzenia mają ogromne możliwości, niekiedy mogą zastąpić mikrosterownik systemu embedded. W artykule przedstawiono przegląd rynku modemów przeznaczonych do zastosowania w różnego rodzaju aplikacjach oraz rozważania związane z ich praktycznym zastosowaniem.

Ze względu na mnogość odmian, tu prezentujemy tylko wybrane modemy GSM/UMTS, bez dodatkowych funkcjonalności. Kontynuując cykl „Wybór konstruktora”, w którymś z kolejnych numerów EP przedstawimy modemy z odbiornikiem GPS oraz z zaimplementowanymi stosami TCP/IP.

Oferta modemów GSM/UMTS o rozmaitych zintegrowanych z transmisją GSM jest wręcz przeogromna. Prym wiodą tu zwłaszcza kraje azjatyckie. Przeglądając ofertę jednego z polskich dystrybutorów trafiłem na stronę internetową producenta z Hong Kongu, a tam... przeszło 500 modemów różnego typu, do różnych zastosowań.

Zacznijmy jednak od uwag praktycznych. Aby poprawnie skonfigurować system oraz dobrą antenę do modułu GSM, trzeba mieć wiedzę związaną z zakresami częstotliwości oraz regulacjami prawnymi dotyczącymi sieci GSM. Rzućmy więc okiem na przydziały częstotliwości oraz regulacje prawne.

Podział częstotliwości

W Polsce GSM pracuje w pasmach 900 MHz i 1800 MHz, natomiast UMTS w paśmie 2100 MHz. Czym wyższa częstotliwość, tym bardziej jest tłumiony sygnał, dlatego też w przypadku pasma GSM w dużych miastach stosowane są głównie stacje pracujące w paśmie 1800 MHz w celu zwiększenia pojemności sieci, natomiast pasmo 900 MHz jest wykorzystywane głównie do zapewnienia pełnego pokrycia rozległego obszaru.

System GSM pracujący w paśmie 900 MHz, wykorzystuje dwa przedziały częstotliwości o szerokości 25 MHz każdy. Połączenie *uplink* zapewnia prze-



dział 890...915 MHz, natomiast *downlink* 935...960 MHz. W każdym z tych przedziałów zdefiniowano 124 kanały o szerokości 200 kHz każdy i 2 pasma ochronne o szerokości 100 kHz każde. Kanały są numerowane od 0 do 124. Środkowe częstotliwości nośne kanałów roboczych wyznacza się jako: *uplink* – $f_n = 890 + n \times 0,2$ MHz; *downlink* – $f_n = 935 + n \times 0,2$ MHz (litera „n” oznacza numer kanału). Jak można zauważyć, odstęp między nośnymi wykorzystywanymi w obu kierunkach, czyli tzw. odstęp dupleksowy, jest równy 45 MHz.

Uzupełnieniem GSM-u jest E-GSM, który używa dodatkowych pasm częstotliwości: 880...890 MHz oraz 925...935 MHz, zwiększając liczbę kanałów o 50. Kanały te liczone są od wartości 975 do 1023. Od kilku lat większość produkowanych telefonów komórkowych wspiera E-GSM. Poza nowymi częstotliwościami technicznie E-GSM niczym nie różni się od GSM 900 czy 1800. Aktualnie częstotliwości z tego zakresu przyznane są tylko dwóm operatorom: Play i Aero2.

System GSM pracujący w paśmie 1800 MHz, określane jako DCS 1800, wykorzystuje dwa zakresy częstotliwości o sze-

rokości każdego z nich wynoszącej 75 MHz (*uplink* – 1710...1785 MHz, *downlink* – 1805...1880 MHz).

W każdym z tych przedziałów zdefiniowano 374 kanały częstotliwościowe o szerokości 200 kHz każdy i dwa pasma ochronne o szerokości 100 kHz każde. Kanały są numerowane od 512 do 885, a ich częstotliwości środkowe wyznacza się jako: *uplink* – $f_n = 1710 + (n - 511) \times 0,2$ MHz, *downlink* – $f_n = 1805 + (n - 511) \times 0,2$ MHz. Odstęp dupleksowy pomiędzy odpowiadającymi sobie nośnymi wynosi tym razem 95 MHz.

W systemie UMTS nie występuje podział na kanały. Jako metodę dostępu do kanałów łączności stosuje się szerokopasmowy dostęp ze zwielokrotnieniem kodowym WCDMA. Do realizacji tego trybu przewidziano pasmo o szerokości 5 MHz, przy czym użyteczny zakres ramki częstotliwościowej wynosi 3,84 MHz. Transmisja sygnałów odbywa się w trybie pakietowym, a sygnał jest rozpraszany w paśmie. W trybie realizacji łączności za pomocą WCDMA nie ma potrzeby podziału częstotliwości pomiędzy poszczególne komórki, jak to ma miejsce w GSM. Częstotliwości promieniowania mikrofalowego w systemie UMTS zawierają się w granicach:

Oferujemy oryginalne konektory UF.L/SMA, FME, MCX, MMCX, SMB.

Ponad 500 000 sprzedanych kabli poświadczą ich wysoką jakość oraz zaufanie naszych Klientów.



Tab. 1. Maksymalne, nominalne moce wyjściowe terminali pracujących z modulacją GSMK

Standard Klasa	GSM 400, 900, 850, 700	DCS 1800	PCS 1900	Tolerancja w warunkach:	
	Nominalna, maksymalna moc wyj.	Nominalna, maksymalna moc wyj.	Nominalna, maksymalna moc wyj.	Normalnych	Skrajnych
1	-	1 W (30 dBm)	1 W (30 dBm)	±2	±2,5
2	8 W (39 dBm)	0,25 W (24 dBm)	0,25 W (24 dBm)		
3	5 W (37 dBm)	4 W (36 dBm)	2 W (33 dBm)		
4	2 W (33 dBm)				
5	0,8 W (29 dBm)				

uplink – 1885...2025 MHz, kanału w downlink – 2110...2200 MHz. W tych pasmach zakresy 1980...2010 MHz i 2170...2200 MHz są przeznaczone dla systemów satelitarnych.

W UMTS używane są dwa rodzaje transmisji: FDD tj. z osobnymi częstotliwościami dla downlink i uplink oraz TDD tj. duplex z podziałem czasowym, używany głównie w piko- i mikro-komórkach do transmisji asymetrycznej.

W Polsce UMTS używa częstotliwości 2100 MHz z 12 duplexowymi kanałami w zakresie 1920,5...1979,7 MHz i stowarzyszonym pasmem 2110,5...2169,7 MHz dla transmisji FDD oraz 1900,1 – 1920,1 MHz dla transmisji w trybie TDD (4 kanały 5 MHz).

Moc nadajnika

Wartości maksymalnych mocy wyjściowych terminali GSM podano w **tab. 1** i **tab. 2**. Zostały one zdefiniowane w normie GSM 02.06 i są różne, dla różnych klas urządzeń, w zależności od używanego typu modulacji.

Aby być w zgodzie z przepisami, należy uwzględnić bilans energetyczny liczony dla całego toru: nadajnik modemu, wtyk antenowy, tłumienie kabla łączącego modem z anteną i zysk energetyczny anteny. Wystarczy zsumować wartości wyrażone w dB i sprawdzić, czy nie przekracza się poziomów mocy zgodnych z normą.

Zasilanie modułów GSM (wymogi odnośnie zasilacza)

Elektrycznie zasilanie modułu GSM jest stosunkowo proste. Cóż bowiem trudnego w wykonaniu zasilacza, który podczas pracy dostarczy modemu około 5 W mocy? Z tego też powodu bardzo często zasilacz traktowany jest marginalnie, a zwłaszcza przez konstruktorów początkujących w dziedzinie aplikacji GSM.

Zależnie od operatora, nawet wówczas gdy modem jest nieużywany (tzn. pracuje w trybie czuwania), co około 2–3 godziny stacje bazowe żądają aktualizacji stanu swoich rejestrów. Wówczas to każdy terminal potwierdza swoją aktywność. Obojętnie czy terminal przemieszcza się czy też nie, musi zgłosić stacji bazowej swoją obecność. Wtedy to z zasilacza impulsowo pobierany jest prąd o natężeniu około 2 A i czasie trwania impulsu około 50...100 ms. Źródło zasilania modułu musi być odporne na tego typu obciążenie. Niestety, nie wystarczy tu prosty LM7805, ponieważ (jak zdążył się kilka lat temu przekonać autor artykułu) ulegnie on uszkodzeniu. Najlepiej w takich aplikacjach pracują stabilizatory impulsowe o odpowiednio dużym, dopuszczalnym prądzie obciążenia.

Inną grupę problemów tworzą te, które mogą być spowodowane takim charakterem obciążenia zasilacza. Może się nagle np. okazać, że nadrzędny mikrokontroler sterujący modemem restartuje się, system zawiesza się itd.

Pamiętajmy, że zasilanie ma kluczowe znaczenie dla poprawnego funkcjonowania tego typu aplikacji. Zasilacz musi być dobrze przemyślany, a samego problemu nie wolno bagatelizować. Najlepiej, gdy zasilanie mikrokontrolera i modułu GSM są od siebie rozdzielone w sposób uniemożliwiający przenikanie zaburzeń.

Modemy GSM

Modemy GSM dzielą się na dwie grupy: te przeznaczone do podłączenia do systemu nadrzędnego oraz te przeznaczone do wlotowania na płytce drukowanej. Czasami są to te same urządzenia (np. popularny niegdyś Sony-Ericsson GR48 i GT48) z tym, że jedno jest umieszczone w obudowie i wyposażone w przetwornicę zasilającą oraz układy

Tab. 2. Maksymalne, nominalne moce wyjściowe terminali pracujących z modulacją 8-PSK

Standard Klasa	GSM 400, 900, 850, 700		DCS 1800	PCS 1900	DCS 1800 i PCS 1900		
	Nominalna maksymalna moc wyjściowa	Tolerancja w warunkach		Nominalna maksymalna moc wyjściowa	Nominalna maksymalna moc wyjściowa	Tolerancja w warunkach	
		Normalnych	Skrajnych			Normalnych	Skrajnych
E1	33 dBm	±2 dB	±2,5 dB	30 dBm	30 dBm	±2 dB	±2,5 dB
E2	27 dBm	±3 dB	±4 dB	26 dBm	26 dBm	-4/+3 dB	-4,5/+4 dB
E3	23 dBm	±3 dB	±4 dB	22 dBm	22 dBm	±3 dB	±4 dB

Tab. 3. Wybrane modemy z oferty Cinteriona

Parametr	Produkt	MC75i	TC65i	TC63i	EES3	EGS5	EGS3	BGS3
Złącze obudowy		80-stykowe	80-stykowe	80-stykowe	LGA	LGA	LGA	LGA
Możliwość programowania		Nie	Java	Nie	Nie	Java	Nie	Nie
HSPA/UMTS		Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
EDGE		Klasa 12	Nie	Nie	Klasa 12	Nie	Nie	Nie
GPRS		Klasa 12	Klasa 12	Klasa 12	Klasa 12	Klasa 12	Klasa 12	Klasa 12
CSD		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
SMS		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Fax		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Możliwość połączeń TCP/IP		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Wejścia audio/cyfrowe		2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
UART		2	2	2	2	2	2	2
I ² C		1	1	1	1	1	1	Nie
SPI		1	1	1	1	1	1	Nie
USB		1	1	1	1	1	1	Nie
ADC/DAC		Nie	2/1	Nie	Nie	2/1	Nie	Nie
GPIO		Nie	Tak	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie



wybrany model modułu GSM. Wybór produktów, zwłaszcza dalekowschodnich, jest przeogromny. Na szczęście każdy z modemów sterowany jest z użyciem komend AT, co pozwala konstruktorowi kierować się innymi przesłankami, aniżeli tylko łatwość aplikacji. Oczywiście wszystko jest zależne od tego, do czego finalnie będzie stosowany modem. Czasami można sobie bardzo ułatwić pracę – wystarczy dobrze poszukać.

Bardzo ciekawym mode-mem jest pod tym względem Fastrack Supreme 20, niegdyś produkowany przez firmę Wavecom, która została kupiona przez Sierra Wireless i aktualnie modemy są opatrzone logo tej drugiej, chociaż zapewne jeszcze gdzieś ze starych zapasów można kupić i Wavecoma. Zewnętrznie ten modem niczym nie różni się od pozostałych: metalowa obudowa, złącza zasilania, interfejsu i antenowe (fot. 1). Jednak już na pierwszy rzut oka może zastanawiać szczelina umieszczona pod złączem interfejsu: do czego może ona służyć? Otóż producent miał bardzo ciekawy pomysł na poszerzenie funkcjonalności wyrobu. Ta szczelina to gniazdo rozszerzenia nazwane przez producenta IESM. Można w nim umieścić płytkę z odbiornikiem GPS, wejściami/wyjściami interfejsowymi, transceiver pracujący w paśmie ISM itd. Modem nadal komunikuje się z systemem nadrzędnym przy pomocy komend AT, jednak przybywa mu funkcjonalności. Łatwo w ten sposób zbudować np. urządzenie do monitorowania pozycji obiektu, zdalnej kontroli stanu czujek alarmowych i tak dalej. Opisy tego typu urządzeń pojawią się w kolejnych numerach EP.

Inną grupą urządzeń są proste modemy zewnętrzne, które mają tylko możliwość



Fot. 2. Modemy GSM (TINY) przeznaczone do montażu na szynie

driverów dopasowujących wejście modemu np. do poziomów napięć RS232, a drugie to po prostu moduł do wlutowania we własnej aplikacji.

Modemy zewnętrzne. W handlu jest bardzo duży wybór modemów zewnętrznych, ponieważ łatwo zbudować taki modem dodając płytkę bazową z przetwornicą zasilającą i układami driverów transmisji oraz wyposażyc całe urządzenie w odpowiednie złącza. Nie sposób jednak powiedzieć, że modemy te powstają w oparciu o jakiś jeden



Fot. 1. Moduł Fastrack Supreme 20 firmy Wavecom



Fot. 3. Modem przemysłowy firmy Westermo



Fot. 4. Modemy GSM przeznaczone do współpracy z licznikami energii elektrycznej

transmisji danych z użyciem jakiegoś protokołu szeregowego, najczęściej USB lub RS232. Są to modemy przeznaczone np. do montażu na szynie (fot. 2), specjalizowane np. do zastosowań profesjonalnych (fot. 3), dla potrzeb budowy systemów telemetrycznych (fot. 4) i inne, jak chociażby bardzo prosty w użytkowaniu i obsłudze Cinterion MC35iT (fot. 5; firma Cinterion produkuje i sprzedaje wszystkie modemy niegdyś oferowane przez Siemens).

Ta grupa modemów to najczęściej funkcjonujące niezależnie urządzenia, kontrolowane z użyciem komend AT lub wyposażone np. w interfejs Ethernet i oprogramowanie umożliwiające transmisję z zastosowaniem protokołu IP. Wystarczy tylko podłączyć zasilanie, antenę, kabel interfejsu i już można przesyłać dane.

Dokonując selekcji modelu, oprócz cech funkcjonalnych, warto też zwrócić uwagę na to, aby modem miał wbudowany „mechanizm przypominający” sieci o jego istnieniu. Sieć GSM, pomimo wbudowanych mechanizmów odświeżania rejestrów stacji bazowych, ma bowiem jedną niezbyt przyjemną cechę. Jeśli terminal nie przemieszcza się i długo jest użytkowany w jednej lokalizacji (w zasięgu danej stacji bazowej), to może okazać się, że sieć nie odbierze raportu obecności od terminala i „zapomni” o jego istnieniu. Jest to o tyle zgubne, że do terminala nie zostaną skierowane kolejne żądania zgłoszenia jego obecności i ten będzie przez system traktowany jako odłączony, mimo iż wskaźnik mocy sygnału będzie wskazywał, że wszystko jest w normie. Najprostszy mechanizm zapobiegający takim sytuacjom, to restart modemu w za-

danych odstępach czasu np. co 24 godziny. Wówczas, w skrajnych sytuacjach, system nadrzędny może być odłączony np. przez 24 godziny, ale nie trzeba wysyłać do danej lokalizacji serwisu, by ten ręcznie wyłączył i włączył modem.

Różni producenci implementują różne mechanizmy nadzoru, kontroli i zabezpieczania transmisji. Często są one objęte tajemnicą produkcji i pilnie strzeżone przed konkurencją.

Modemy do wbudowania. Oferta modemów przeznaczonych do wbudowania we własnej aplikacji jest ogromna. Zwykle nawet najmniejsi producenci mają w port folio kilkanaście różnych modemów, o różnej funkcjonalności. Dokonajmy przeglądu tylko tych najbardziej popularnych rozwiązań.

Cinterion

Firma Cinterion produkuje i sprzedaje modemy GSM niegdyś oferowane przez Siemens. Związki przedsiębiorstwa z Siemensem są historyczne, bo sięgają początków działalności firmy, która w 1995 r. zadebiutowała na rynku legendarnym produktem Siemens M1.

W tab. 3 podano zestawienie modułów produkowanych przez Cinterion wraz z krótkim opisem funkcjonalnym. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że serie modemów EES, EGS



Fot. 5. Modem GSM GPRS Cinterion MC45iT

i BGS są umieszczone w obudowach podobnych do BGA (nazwa handlowa LGA) i przez to raczej nadają się dla odbiorcy masowego.

Cinterion oferuje standardowym odbiorcom stosunkowo proste moduły modemów. Spośród nich tylko dwa programowane są w języku Java. Mimo to warto dodać, że w ofercie firmy są również inne wyroby, z wbudowanymi dodatkowymi funkcjami (np. z odbiornikiem GPS), przeznaczone do zastosowania w motoryzacji, systemach monitorowania itp. Nimi zajmujemy się jednak w kolejnych częściach cyklu „Wybór konstruktora” przy okazji omawiania modemów do specjalnych zastosowań.

Jacek Bogusz, EP
jacek.bogusz@ep.com.pl

R E K L A M A M A

Sprawdzić okazję!
Najtańsza z najskuteczniejszych reklama, która naprawdę przyciąga
POZOSTAŁO: 9h 14min 59sek
od 60zł

WORTAL AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ
Automatyka OnLine