

Przegląd modułów ethernetowych

Możliwość dołączenia urządzenia elektronicznego do sieci jeszcze kilka lat temu była atrakcyjnym sposobem na wzbogacenie jego funkcji. Obecnie Ethernet stał się podstawowym medium komunikacyjnym większości nowoczesnych gadżetów elektronicznych i wielu urządzeń przemysłowych. Z punktu widzenia elektronika, budowa urządzeń wspierających Ethernet wymaga zastosowania nowoczesnych mikrokontrolerów z wbudowaną obsługą interfejsów ethernetowych lub zastosowanie odpowiednich układów albo i całych modułów sieciowych.

Powstałe już wiele lat temu hasło „Internet of Things” zaczyna nabierać realnego znaczenia. O ile 2-3 lata wstecz mówiło się o tym, że niebawem wszystkie urządzenia elektroniczne będą podłączone do sieci – nawet przysłowiowa lodówka, wydaje się, że dotarliśmy do momentu, gdy w rzeczywistości tak właśnie jest, a podłączenie lodówki do sieci wydaje się całkiem sensownym rozwiązaniem.

To co różni aktualną rzeczywistość od pełnej realizacji koncepcji „Internet of Things” to fakt, że jak na razie do sieci podłączamy przede wszystkim urządzenia bardziej skomplikowane, których wartość przekracza choćby 100 złotych, a nie pojedyncze czujniki. Dlatego też wciąż popularnym rozwiązaniem jest korzystanie z gotowych modułów ethernetowych, jako sposobu na rozbudowę funkcji urządzeń o interfejsy sieciowe. Dotyczy to zarówno modułów przeznaczonych do realizacji kablowego Ethernetu, jak i do tworzenia sieci bezprzewodowych – czyli tzw. Wi-Fi.

Rodzaje modułów

Dostępne na rynku moduły można przede wszystkim podzielić na urządzenia do sieci przewodowych i bezprzewodowych. Niezależnie od tego podziału, w obu tych grupach znaleźć można dosyć różnorodne modele, cechujące się znacznie odmiennymi parametrami. Najprostsze moduły mogą pracować tylko i wyłącznie dzięki sterowaniu z zewnętrznego mikrokontrolera. Te bardziej zaawansowane mają wbudowane mikroprocesory i odpowiednio dużą pamięć, by samodzielnie pełnić funkcję choćby prostego serwera WWW.

Komunikacja z modułami może być prowadzona – w zależności od modelu – poprzez interfejsy szeregowy, takie jak RS232, RS485, I²C lub SPI albo bezpośrednio przez

8- lub 16-bitowe szyny danych. Połączenie realizowane jest za pomocą różnego rodzaju złączy, przy czym chyba najpopularniejsze są moduły z wyprowadzeniami w postaci pinów o rastrze 2,54 mm lub 2 mm albo z padami do lutowania powierzchniowego. W zależności, czy dany moduł realizuje funkcję sieci bezprzewodowej czy kablowej, może być wyposażony w gniazdo antenowe, gniazdo 8P8C (tzw. RJ-45), lub w piny, które umożliwiają wygodne wyprowadzenie gniazda na obudowę całego urządzenia.

Wszystkie moduły mają wbudowane sprawdzone stopy komunikacyjne, w tym niektóre całkiem zaawansowane. Wiele ma też diody LED, które pozwalają monitorować stan połączenia, czy prowadzonej komunikacji.

Produkty dostępne na rynku

Na rynku działa kilka większych firm, które zajmują się tworzeniem modułów ethernetowych. Są to te same firmy od wielu lat i co ciekawe, ich oferta (w zakresie omawianych modułów) ulega tylko częściowym zmianom. Stare moduły tylko czasami są zastępowane przez nowe. Znacznie częściej nowe produkty jedynie rozszerzają ofertę, a stare układy pozostają w sprzedaży od wielu lat. Czasem powstają też drobne aktualizacje, które różnią się od wcześniej oferowanych modułów tylko pojedynczymi, drobnymi szczegółami.

Tibbo

Jednym z najbardziej znanych i popularnych w Polsce producentów modułów sieciowych jest niewątpliwie Tibbo. Moduły tej firmy można podzielić na trzy grupy odpowiadające generacjom, w ramach których produkty te powstawały.

Z pierwszej generacji pozostał tylko moduł Tibbo EM100, wyposażony jedynie



Moduł Tibbo EM200

w 10-megabitowy interfejs ethernetowy. To podstawowa różnica pomiędzy nim, a modułami drugiej i trzeciej generacji. EM100 ma też niewiele pamięci EEPROM (256 bajtów) i mało pamięci Flash (tylko 64 kB). Choć nie ma najmniejszych wymiarów, to do jego zalet należy zaliczyć przede wszystkim małe zużycie energii. Pobierany prąd nie przekracza 40 mA.

Modułem pośrednim pomiędzy pierwszą a drugą generacją, choć zaliczanym już do drugiej, jest EM120. On również obsługuje jedynie 10-megabitowy interfejs ethernetowy i pobiera mało prądu (50 mA) oraz ma tyle samo pamięci co EM100, ale obsługuje już do 9 linii wejść i wyjść. Ma większy bufor pamięci niż EM100, a jednocześnie mniejsze wymiary fizyczne, co udało się uzyskać dzięki rezygnacji z umieszczania elementów magnetycznych na płytce modułu. EM100 i EM120 to jedynie moduły zamknięte w szczelnej obudowie.

Bardziej rozbudowane są inne moduły Tibbo drugiej generacji, takie jak EM200 i EM203. Odróżnia je przede wszystkim większa pamięć Flash (128 kB) i EEPROM (2 kB) oraz obsługa trybu 100-megabitowego. Zwiększona szybkość transmisji niesie jednak za sobą wzrost zapotrzebowania na moc, w związku z czym prąd pobierany przez



Moduł Tibbo EM1206

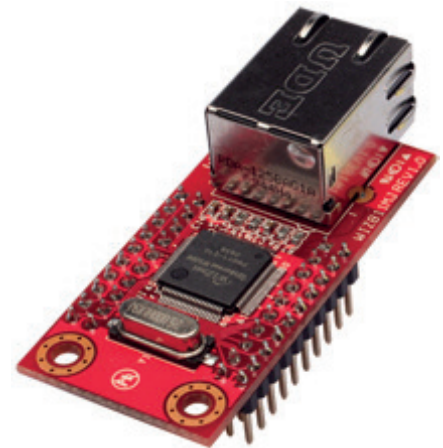
Tabela 1. Moduły firmy Tibbo							
Model	EM100	EM120	EM200	EM203	EM1000	EM1206	EM500
Generacja	I		II			III	
Możliwość pracy jako konwerter interfejsu szeregowego na IP	Tak				Tak, poprzez dostępną aplikację napisaną w Tibbo BASIC		
Programowanie w Tibbo BASIC	Nie				Tak, w pełni		
Port Ethernetowy	Tak, 10-Megabitowy				Tak, 10/100-Megabitowy		
Port Wi-Fi					Zewnętrzny, wymaga dodatkowego modułu GA1000 Wi-Fi		
Porty szeregowo	1				4	1	
Liczba Linii I/O	Do 6	Do 9	Do 9	Do 4	Do 54	Do 17	Do 8
Pamięć Flash	64 kB		128 kB		512 kB lub 1024 kB		512 kB
Obsługa dodatkowej pamięci Flash	Nie				Tak		
EEPROM	256 bajtów		2048 bajtów na ustawienia firmware; 2042 dla danych aplikacji		2048 bajtów na ustawienia firmware; 2042 dla danych aplikacji		256 bajtów; 200 bajtów na dane aplikacji
RTC	Nie, ale można podłączyć zewnętrzny RTC				Tak, z wewnętrznym lub zewnętrznym podtrzymaniem	Tak, z zewnętrznym podtrzymaniem	Nie, ale można podłączyć zewnętrzny RTC
Obsługa wyświetlacza	Nie, ale można podłączyć prosty wyświetlacz tekstowy				Tak – obsługa wielu modeli zewnętrznych wyświetlaczy		Tak, w przyszłości
Obsługa klawiatury	Nie, ale można podłączyć klawisze do wejść				Tak, do 64 klawiszy, zależnie od dostępności wejść i konfiguracji		Tak, w przyszłości
Wyjście buzzera	Nie				Tak		Nie
Diody LED stanu urządzenia	2 - zielona i czerwona dioda stanu						2 dwufunkcyjne diody
Diody LED stanu Ethernetu	2 (stan i szybkość połączenia)						1 (stan połączenia)
Sterowanie pętlą PLL	Nie				Tak, sprzętowo lub programowo	Tak, programowo	Nie
Wbudowane obwody resetujące	brak				watchdog, brown-out detectow, uruchamianie		brak
Napięcie zasilania	5 V						
Pobór prądu (maks.)	40 mA	50 mA	220 mA w trybie 100 Mb/s		3,3 V (wejścia i wyjścia obsługują do 5 V)		
Wymiary [mm]	46×28×13	35×27×9,1	32,1×18,5×7,3	30,1×18,1×5,5	38,4×28,4×5,5	19,1×17,1×14,6	33,2×18,1×5,5
Szczelna obudowa	Tak						260 mA w trybie 100 Mb/s 18,5×16×6,5

te moduły może wzrosnąć do 220 mA, przy napięciu zasilania na poziomie 5 V.

Moduły Tibbo trzeciej generacji zostały już przystosowane do zasilania napięciem 3,3 V i w zależności od wersji, pobierają do 230 lub do 260 mA prądu. Modele EM1000, EM1202 i EM1206 mają wbudowanego watchdoga i detektor spadku napięcia zasilania. Co więcej, w pełni obsługują język Tibbo BASIC, co umożliwia łatwe tworzenie zaawansowanych aplikacji. W zależności od modelu, mieszczą 512 kB lub 1024 kB danych w pamięci Flash. Mają też znacznie więcej obsługiwanych linii wejść i wyjść. Nieco mniejszy model EM500 ma mniejszą pamięć, mniej linii I/O i mniejsze wymiary, ale również w pełni obsługuje Tibbo BASIC.

WIZnet

Bogaty wybór modułów ma firma WIZnet, która dzieli swoje produkty na trzy kategorie. Do grupy modułów sieciowych należy obecnie 7 urządzeń, które łączą się z nadrzędnym mikrokontrolerem za pomocą interfejsu SPI lub poprzez 8-bitową magistralę. Poszczególne modele różnią się przede wszystkim wbudowanym chipsetem oraz liczbą i rozstawem wyprowadzeń, a także wymiarami.



Moduł WIZnet WIZ811M

Drugą grupę produktów WIZnetu stanowią moduły będące konwerterami interfejsu szeregowego na ethernetowy, które oprócz różnych wymiarów i rodzajów wyprowadzeń, cechują się też zdecydowanie odmiennymi zakresami temperatur pracy.

Trzecią, oddzielną grupę, stanowią moduły Wi-Fi. Tu różnice są dosyć znaczące, gdyż dobierając moduł można zaoszczędzić, ograniczając się do wsparcia jedynie starszych odmian standardu IEEE802.11. Poszczególne moduły mogą też pełnić różne funkcje. Oprócz podstawowych trybów pracy, tj. jako stacja kliencka lub punkt dostępowy, modele takie jak WizFi630 mogą np. pracować w trybie WDS, bramka, czy Ad hoc. Projektując urządzenie należy się zastanowić, czy jest sens wspierania takich trybów połączeń, czy też warto pozostać je-

Tabela 2. Moduły serii network firmy WIZnet

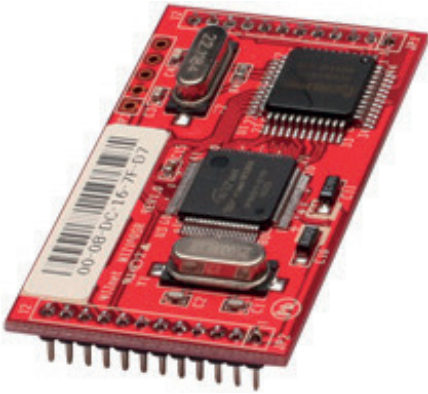
Model	WIZ550io	WIZ820io	WIZ830MJ	WIZ810MJ	WIZ811MJ	WIZ812MJ	NM7010B+
Wbudowany układ	W5500 + MAG Jack	W5200 + MAG Jack	W5300 + MAG Jack	W5100 + MAG Jack	W5100 + MAG Jack	W5100 + MAG Jack	W3150A + MAG Jack
Interfejs	SPI	SPI	8-/16-bitowa magistrala	8-bitowa magistrala, SPI	8-bitowa magistrala, SPI	8-bitowa magistrala, SPI	8-bitowa magistrala, SPI
Złącze (l. pinów)	8	8	8	4	4	4	4
Auto MDIX	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Wyprowadzenia	1×8, 1×6	Dwa 1×6	Dwa 2×14	Dwa 2×14	Dwa 2×10	Dwa 2×10	Dwa 2×14
Rozstaw pinów [mm]	2,5	2,5	2,5	2	2,54	2,5	2
Wymiary [mm]	23×25×18	53,3×34×19,5	52×25×21	55,5×25×23,5	55,5×25×23,5	55,5×25×23,5	52×25×21
Temperatury pracy [°C]	od -40 do +85	od -40 do +85	od -40 do +85	od -40 do +85	od -40 do +85	od -40 do +85	od -40 do +85
Adres MAC	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie

Tabela 3. Moduły serii serial firmy WIZnet

Model	WIZ100SR	WIZ105SR	WIZ108SR	WIZ107SR	WIZ108R	WIZ120SR	WIZ125SR	WIZ140SR	WIZ145SR
Rodzaj interfejsu UART	1×TTL (3,3 V)	1×TTL (3,3 V)	1×RS232	1×TTL (3,3 V) lub 1×RS232 (opcjonalnie)	1×RS422/485	2×TTL (3,3 V)	2×RS232	4×TTL (3,3 V)	4×TTL (3,3 V)
Rodzaj wyprowadzenia UART	Piny	Piny	DB9	Piny	Piny	Piny	DB9	Piny	Piny
Interfejs sieciowy	Transformator	RJ-45	RJ-45	RJ-45	RJ-45	Transformator	RJ-45	Transformator	RJ-45
Wyprowadzenie w postaci pinów	Dwa 1×12	2×6	brak	2×6	2×6	Dwa 1×14	brak	1×14	1×14, 2×14
Rozstaw pinów [mm]	2	2	n.d.	2,5	2,5	2	n.d.	2,5	2,5
Temperatury pracy [°C]	od 0 do 80	od 0 do 80	od 0 do 80	od -40 do +85	od -40 do +85	od 0 do 70	od 0 do 70	od 0 do 70	od 0 do 70
Wymiary [mm]	50×30×12	40×62×17	75×50×17	45×30×18	48×30×18	50×30×9	60×89×18	48×36×16	48×61×25
Płytki ewaluacyjna	WIZ100SR-EVB	WIZ105SR-EVB	N/A	WIZ107SR-EVB	WIZ108SR-EVB	WIZ120SR-EVB	N/A	WIZ140SR-EVB	WIZ145SR-EVB

Tabela 4. Moduły Wi-Fi firmy WIZnet

Model	WIZF250	WIZF210	WIZF220	WIZF630	WIZ610wi
Tryb pracy	Stacja (urządzenie klienckie), programowy punkt dostępu	Stacja (urządzenie klienckie), programowy punkt dostępu, Ad hoc	Stacja (urządzenie klienckie), programowy punkt dostępu, Ad hoc	Punkt dostępu, bramka, stacja (urządzenie klienckie), Ad hoc, Punkt dostępu i klient, WDS	Punkt dostępu, bramka, stacja (urządzenie klienckie)
Standard IEEE	802.11 b/g/n, 2,4 Ghz	802.11 b, 2,4 Ghz	802.11 b, 2,4 Ghz	802.11 b/g/n, 2,4 Ghz	802.11 b/g, 2,4 Ghz
Interfejsy	UART, SPI, GPIO, ADC	UART, SPI, GPIO, ADC	UART, SPI, GPIO, ADC	LAN(3), UART, USB(3G/Wibro modem)	MI(1), UART
Budowa (sposób montażu)	SMD / poprzez wyprowadzone piny	SMD	SMD	mini PCie	poprzez wyprowadzone piny
Pobór mocy / prądu	Odbiór: 120 mA Transmisja: 265 ÷ 385 mA	Odbiór: 125 mA Transmisja: 135 ÷ 250 mA	Odbiór: 125 mA Transmisja: 135 ÷ 250 mA	210 ÷ 320 mA (przy 5 V)	Poniżej 480 mA (przy 3,3 V)
Sposób konfiguracji	Polecenia AT, przez interfejs WWW	Polecenia AT	Polecenia AT	Polecenia szeregowe, przez interfejs WWW, przez narzędzie z komputera PC	Polecenia szeregowe, przez interfejs WWW, przez narzędzie z komputera PC
Moc wyjściowa	802.11b: 16,5 dBm 802.11g: 13÷15 dBm 802.11n: 12÷14,5 dBm	8 dBm	17 dBm	802.11b: 17 dBm 802.11g: 14 dBm 802.11n: 14 dBm	802.11b: 16 dBm 802.11g: 14 dBm
Czas uruchamiania	poniżej 100 ms	poniżej 100 ms	poniżej 100 ms	około 15 s	około 15 s
Temperatury pracy [°C]	od -20 do +60	od -40 do +85	od -40 do +85	od -10 do +70	od -30 do +70
Wymiary [mm]	28×20×1,9	32×23,3×2,9	32×23,3×2,9	33×43×5	39×32×4,7
Płytki ewaluacyjna	WIZF250-EVB	WIZF210-EVB	WIZF220-EVB	WIZF630-EVB	WIZ610wi-EVB



Moduł WIZnet WIZ100SR

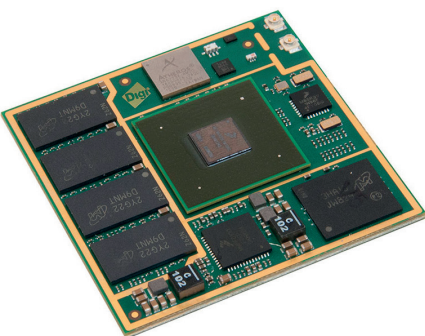
dynie przy pracy w ramach stworzonej, stałej infrastruktury sieci Wi-Fi.

Poszczególne z tych modułów mają zbliżone moce nadawcze, a jedynym wyjątkiem jest WizFi210, którego moc wyjściowa to jedynie 8 dBm. Należy też zaznaczyć, że modele bardziej zaawansowane, czyli WizFi630 i WIZ610wi, znacznie dłużej się uruchamiają. Wymagają aż około 15 sekund do pełnego startu, podczas gdy pozostałe moduły Wi-Fi firmy WIZnet działają już po niecałych 100 ms. Wynika to po części z faktu, że oba bardziej zaawansowane moduły można konfigurować nie tylko za pomocą komend AT, ale też poprzez interfejs webowy i za pomocą narzędzia programowego, instalowanego na komputerze PC.

Digi International

Ważnym graczem na rynku modułów komunikacyjnych jest firma Digi International. Produkuje ona moduły podzielone na kilka rodzin, różniących się architekturą i budową fizyczną. Podstawę oferty stanowią moduły ConnectCore, które mają postać kart System-On-Module. Alternatywą są moduły Digi Connect, które wyglądają jak duże gniazda ethernetowe 8P8C, czasem wyposażone od razu w antenę Wi-Fi. Urządzenia Digi ConnectCore i Digi Connect pracują w oparciu o procesory z rdzeniami ARM. Dostępne są też moduły z procesorami Rabbit, przyjmujące postać modułów RabbitCore lub mniejszych – Rabbit MiniCore.

Spośród serii ConnectCore warto wyróżnić modele i.MX53 i Wi-i.MX53. Mają one szybki procesor z rdzeniem ARM Cortex A8,



Moduł Digi ConnectCore i-MX6



Moduł Digi RabbitCore RCM5400W

obsługują do 8 GB pamięci NAND Flash i do 2 GB DDR2 RAM. Mają bardzo wiele różnych interfejsów oraz wspierają różnorodne standardy szyfrowania (w tym AES). Ich możliwości ethernetowe skupiają się na sieci 10/100 Mb/s z obsługą PoE, a model Wi-i.MX53 obsługuje dodatkowo sieć Wi-Fi IEEE 802.11a/b/g/n w pasmach 2,4 GHz i 5 GHz, z dwoma wyjściami antenowymi i pełnym wsparciem dla wszystkich stosowanych standardów zabezpieczeń sieci Wi-Fi. Co ciekawe, moduły ConnectCore i.MX53 i Wi-i.MX53 są dostępne w wersjach z procesorem taktowanym zegarem 800 MHz lub 1000 MHz, z czego ta pierwsza może pracować w temperaturach od -40 do +85°C, a ta druga w temperaturach od -20 do +70°C.

Spośród modułów Digi Connect, ciekawe wydają się modele ME 9210 i Wi-ME 9210. Mają 75-megahercowy procesor z rdzeniem ARM926EJ-S, 2 lub 4 MB pamięci Flash (do 8 MB w przypadku Wi-ME), 8 MB (do 16 MB w przypadku Wi-ME) pamięci SDRAM i nieduży pobór mocy. Model ME9210 obsługuje 10- i 100-megabitową sieć przewodową. Model Wi-Fi pracuje na częstotliwości 2,4 GHz, zgodnie ze standardami IEEE 802.11b/g/n i pozwala na podłączenie anteny do złącza RP-SMA.

Red Pine Signals

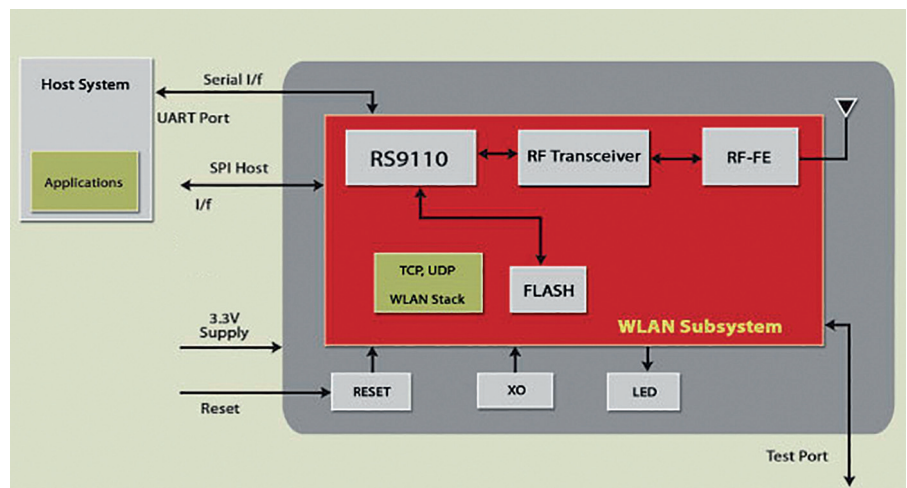
Firma Red Pine Signals specjalizuje się w technologiach bezprzewodowych i oferuje niemal niezmienny od lat zestaw modułów. Są one podzielone na trzy rodziny: nLink, Connect-io-n i WiSeConnect.

Rodzina nLink została zaprojektowana tak, by uzyskiwać wysokie przepustowości, przy jak najmniejszym zużyciu mocy. Obsługuje ona standard IEEE 802.11n i pozwala na transmisję za pomocą jednego strumienia danych. Wszystkie moduły tego typu mają zintegrowane układy i stopy MAC oraz elementy toru radiowego. Wbudowany procesor pozwala realizować dodatkowe funkcje, bez konieczności obciążania nadrzędnego kontrolera. Moduły te są bardzo małe, co pozwala na montaż ich w urządzeniach przenośnych. Wariant RS9110-N-11-02 wspiera standardy 802.11b/g/n w paśmie 2,4 GHz, a RS9110-N-11-03 standardy IEEE802.11a/b/g/n w pasmach 2,4 lub 5 GHz. Oferowany jest też model RS9113, który oprócz obsługi dwupasmowej Wi-Fi, pozwala też na komunikację za pomocą sieci Bluetooth i ZigBee.

Moduły Connect-io-n są natomiast wykonane tak, aby jak najbardziej uprościć wzbogacanie urządzenia o obsługę standardu IEEE 802.11n. Połączenie z procesorem nadrzędnym realizowane jest za pomocą standardowych interfejsów UART lub SPI i mają wbudowane pełne stopy protokołów, dzięki czemu nie obciążają nadrzędnych procesorów. Dostępne są w wersjach jedno- i dwu-pasmowych.

Moduły WiSeConnect wspierają standard 802.11a/b/g/n i są przeznaczone do aplikacji M2M w przemyśle, medycynie i różnego rodzaju aplikacjach zgodnych z przytoczoną na początku artykułu ideą „Internet of Things”. Obsługują standard WiFi-Direct, dzięki któremu mogą bezpośrednio komunikować się z urządzeniami mobilnymi, bez potrzeby podłączania do infrastruktury z punktem dostępowym. Moduły WiSeConnect są w pełni zintegrowane i nie potrzebują dodatkowych elementów do działania. Zaimplementowany interfejs programistyczny pozwala szybko rozwijać oprogramowanie i komunikować się z mikrokontrolerami za pomocą interfejsów UART lub SPI.

Marcin Karbowiczek, EP



Schemat blokowy modułu Red Pine Signals RS9110-N-11-22