



Sieć oświetlenia ulicznego z centralnym sterowaniem i monitoringiem statusu lamp

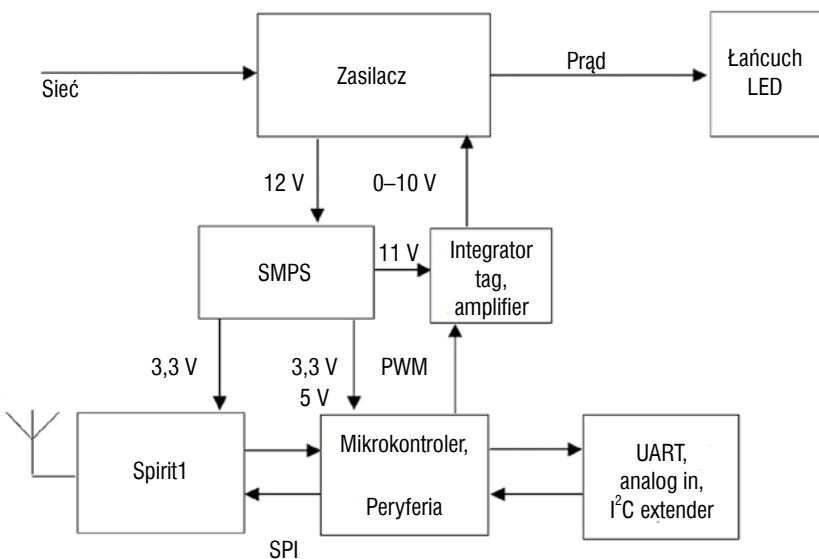
Oświetlenie bazujące na wydajnych diodach LED coraz szybciej zdobywa na rynku popularność, nie tylko dzięki dużej oszczędności energii elektrycznej w porównaniu do tradycyjnych żarówek z włóknem wolframowym, ale także wysokiej funkcjonalności oraz niskim kosztem instalacji i serwisu. Jedną z ważniejszych zalet oświetlenia ledowego jest niska bezwładność pozwalająca liniowo sterować jasnością lamp od zera do maksimum za pomocą relatywnie prostych technik układowych i tym samym zapewnić dodatkowe oszczędności poprzez dopasowanie jasności oświetlenia do chwilowych warunków, załączania i wyłączenia światła w obecności osób i podobnych udogodnień.

Dodatkowe informacje:
Future Electronics Polska
 ul. Kłopotowskiego 22, 03-717 Warszawa
 tel. 48 22 590 72 02, faks 48 22 590 72 30
 future-info-pl@FutureElectronics.com

Sterowanie jasnością dla pojedynczych diod i całych łańcuchów zapewnia większość dostępnych na rynku układów driverów, które mają zwykle specjalne wejście pozwalające na podanie sygnału PWM z mikrokontrolera lub sterowanie sygnałem analogowym o standardowych poziomach, jak 0–10 VDC.

Pozornie sprawa regulacji jasności wydaje się banalna, niemniej w praktyce konstrukcja obwodów regulacji i sam algorytm są rzadko podejmowaną tematyką i warto przez chwilę zastanowić się nad tym zagadnieniem.

Jednym z pomysłów na budowę systemu oświetleniowego wykorzystującego wiele lamp może być użycie całkowicie autonomicznego modułu systemu oświetleniowego z własnym czujnikiem światła otoczenia, czujnikiem zbliżeniowym i układem zasilania, na przykład do realizacji oświetlenia na klatce schodowej lub oświetlenia ulicy. To jest na pewno wygodne i proste rozwiązanie niemniej autonomia jest źródłem niepotrzebnej nadmiarowości (każdy moduł ma swoje czujniki) oraz tego, że nie można w ten sposób wykonać systemu sterowanego centralnie z jednego kontrolera. W takim rozwiązaniu brakuje też możliwości globalnej diagnostyki lub programowania działania dla całości. Taka opcja, pozwalająca zdalnie



Rysunek 1. Schemat blokowy systemu komunikacji dla lamp ulicznych z użyciem SPIRIT1

Nagłówek	Czas życia	Priorytet	Adresat	Odbiorca	Kontrola	Dane	CRC
----------	------------	-----------	---------	----------	----------	------	-----

Rysunek 2. Zawartość pakietu danych kontrolera SPIRIT1

wymusić działanie systemu z pełną mocą lub też wyłączyć całkowicie co przydaje się, gdy np. władze miejskie planują dużą imprezę okolicznościową lub też na skutek remontu ulica zostaje wyłączona z ruchu.

W przeszłości takie połączenie w sieć było realizowane za pomocą dodatkowego kabla (np. RS485) zapewniającego komunikację, niemniej to rozwiązanie było kosztowne, zarówno jeśli chodzi o cenę przewodu, jak i jego ułożenie. W kolejnej generacji konstruktorzy sięgnęli po komunikację typu PLC wykorzystującą do transmisji komend sterujących istniejące przewody zasilające. W ten sposób dodatkowy kabel został wyeliminowany, ale przy dużych odległościach komunikacja wykorzystująca przewody sieciowe niestety jest podatna na liczne zakłócenia i tym samym zawodna.

Jeszcze inne rozwiązanie łączności polega na użyciu modułów komunikacji radiowej działających w paśmie częstotliwości ISM, które dzięki wykorzystaniu nowoczesnych modułów cyfrowych z przełączaniem częstotliwości nadawania (frequency hopping) i podobnych technik zapewniają wysoką jakość transmisji danych. Niemniej, gdy oświetlenie realizowane jest na dużym obszarze, na przykład całego miasta, odległości pomiędzy najdalszymi punktami, sięgającymi dziesięciu kilometrów, konieczne jest

zastosowanie specjalnych rozwiązań o dużym zasięgu i zdolnych do pracy z protokołami zapewniającymi wiele dróg propagacji sygnału, wykorzystujących stacje pośrednie. Typowe i popularne a więc i tanie moduły nie mają zasięgu większego niż 2 km, co ogranicza ich potencjał w takich aplikacjach, gdy protokół nie wspiera działania takiej rozległej sieci, nie pozwala na unikanie kolizji pakietów na skutek zmiennych warunków propagacji. Z kolei modemy bazujące na sieci GSM, wolne od problemów z zasięgiem w warunkach miejskich, są droższe i wymagają ponoszenia kosztów transmisji danych.

Przykład z życia wzięty

Przykładem rozległej sieci oświetleniowej o takich cechach może być projekt oświetlenia ulicznego wykonany na Węgrzech przy udziale lokalnego oddziału firmy Future Electronics. Opiera się on na ponad 100 lampach, komunikacji w paśmie ISM, czujnikach oświetlenia umieszczonych w wybranych stacjach, które sterują oświetleniem w jednostkach w ich bezpośredniej bliskości.

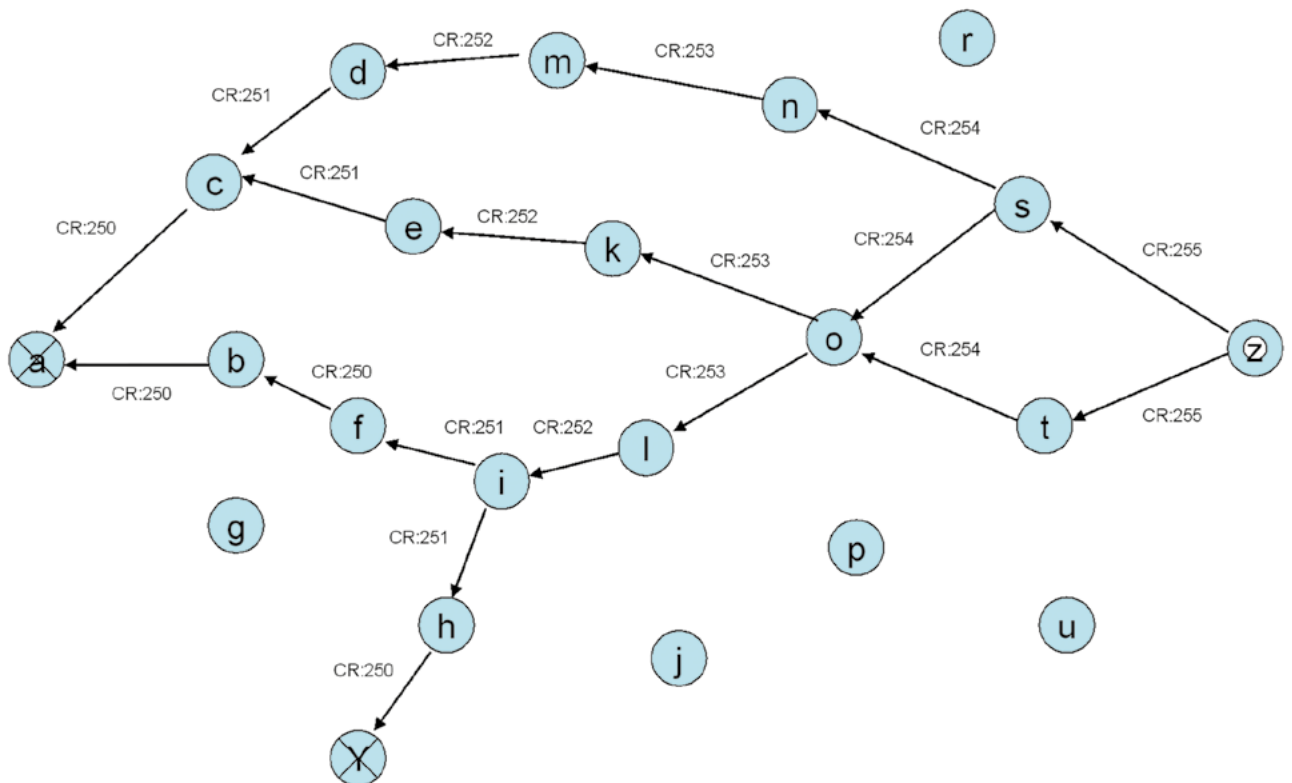
Każda jednostka sterująca wykorzystuje transceiver SPIRIT1 firmy ST Microelectronics, który może zostać skonfigurowany do pracy na różnych częstotliwościach poniżej 1 GHz. W trybie dużej mocy (+16 dBm) jest on w stanie komunikować się

w otwartej przestrzeni na odległość do 3 kilometrów. Zasięg ten waha się w zależności od ustawionej mocy i szybkości transmisji danych i może być mniejszym co ułatwia panowanie nad interferencjami.

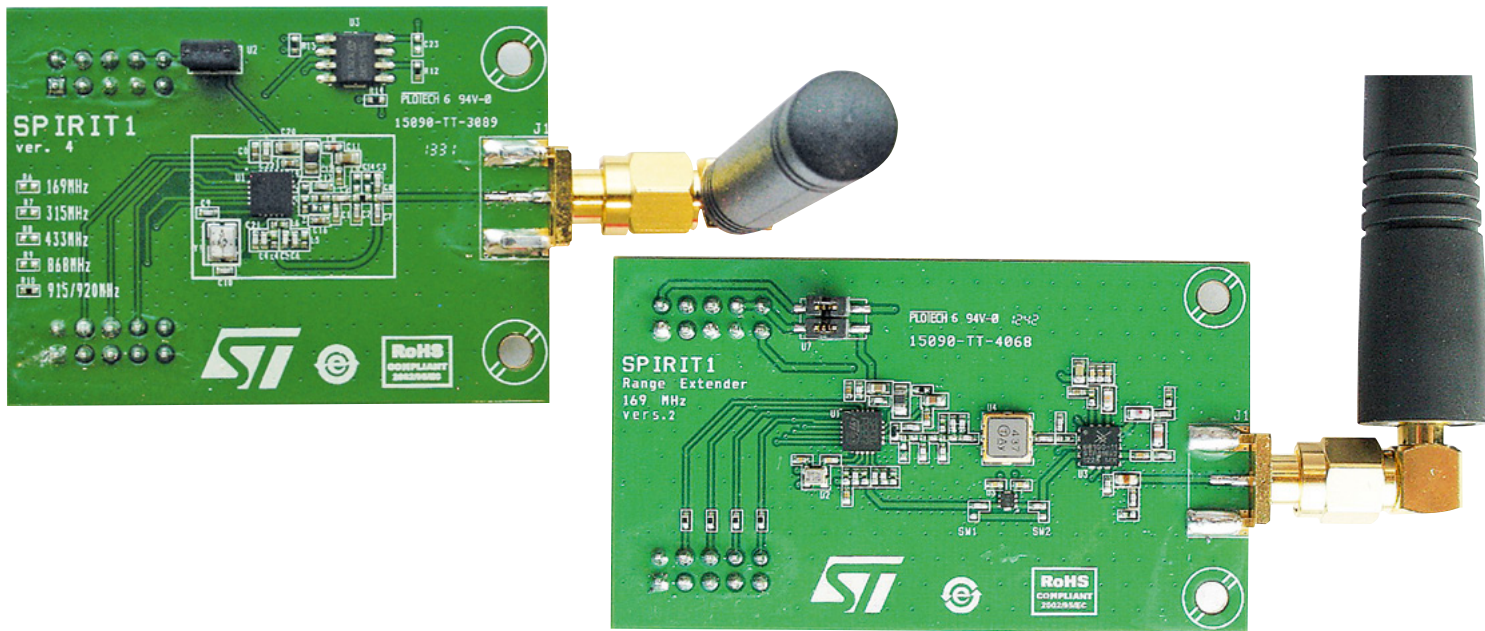
Na rysunku 1 pokazano schemat układu zastosowanego w każdej jednostce oświetleniowej. Zasilacz diod jest sterowany za pośrednictwem wyjścia PWM w mikrokontrolerze dostarczającym sygnału 0–10 V odpowiadającego jasności świecenia LED.

Sterownik odpowiada za realizację podstawowych funkcji komunikacyjnych w ramach sieci: unikanie konfliktów pakietów, powtarzanie błędnie odebranych pakietów danych, trasowanie dróg komunikacji i optymalizację komunikacji w sieci, możliwość pracy wyspowej przy problemach z komunikacją oraz także za raportowanie błędów. Sieć ma topologię rozproszoną, w której poszczególne węzły komunikują się ze swoim najbliższym otoczeniem, przekazując w obu kierunkach komunikaty. Innymi słowy każdy węzeł sieci pełni funkcję routera, co zapewnia dużą elastyczność konfiguracji oraz zdolność do zmiany topologii w locie – gdy któryś z węzłów ulegnie awarii, przepływ komunikatów następuje inną, alternatywną drogą.

Zaletą transceivera SPIRIT1 jest ponadto to, że jego protokół komunikacyjny zarządzający transmisją pakietów w sieci obsługuje mechanizm antykolizyjny. Osiągnięto to poprzez odpowiednią treść pakietów danych zgodną z tym, co pokazano na rysunku 2. Nagłówek pełni funkcję synchronizacyjną,



Rysunek 3. Mechanizm routowania pakietów w protokole MACAW



Fotografia 4. Zestaw uruchomieniowy dla SPIRIT1

drugie pole definiuje czas życia pakietu po to, aby nie był on transmitowany w nieskończoność. Trzeci blok danych określa priorytet, a dwa kolejne to adresy źródłowe i docelowe. Blok kontrolny opisuje typ danych. W dalszej kolejności pakiet zawiera jeszcze dane i sumę kontrolną. Co ciekawe, SPIRIT1 może od strony sprzętowej obsługiwać inne struktury pakietów, np. te wykorzystywane w sieciach Wireless Metering Bus (WM-Bus) lub protokole S'Tack, niemniej są one ograniczone 1-bajtowym polem adresowym, co ogranicza wielkość sieci do 256 węzłów. Dla dużych systemów oświetleniowych 2 bajty adresu to rozsądne minimum.

Z opisanych powodów instalacja na Węgrzech została oparta o protokół MACAW (Multiple Access with Collision Avoidance for Wireless) wspierany przez SPIRIT1. Jego działanie jest następujące:

- nadawca bada, czy może wysłać pakiet do odbiorcy poprzez wysłanie ramki RTS (Request To Send). Powoduje ona, że wszystkie sąsiednie węzły nadawcy milkną na chwilę, aby nie powstała kolizja podczas nadawania,
- ramka RTS zawiera adres odbiorcy. Gdy dotrze do adresata, ten wysyła zwrótnie komunikat CTS (Clear To Send) oznaczający gotowość do odbioru pakietów danych,
- nadawca wysyła pakiet do odbiorcy,
- odbiorca potwierdza otrzymanie przez ACK lub, gdy pakiet zaginie, przez NACK.

Protokół ten jest niewrażliwy na problemy w działaniu sieci, np. awarię jednego z modułów, kolizję pakietów lub zakłócenia w transmisji. Pakiety, które zaginęły lub uległy przekłamaniu, są powtarzane po odczekaniu losowego czasu i kontroli warunków komunikacji na wybranej częstotliwości.

Inteligentny routing dla szybkiej transmisji danych

Ważną zaletą protokołu MACAW jest tzw. inteligentny routing. Wszystkie węzły w sieci znajdują się w zasięgu minimum jednego innego węzła i jeśli do sieci dodany zostanie kolejny, to wysyła komunikat do sąsiada o swojej obecności. Jest on przekazywany tak długo, aż dotrze do kontrolera całej sieci „k” (np. komputer operatora) (rysunek 3). Przy każdym przekazaniu pakietu licznik dopuszczalnych retransmisji jest dekrementowany (od 256), a do pakietu dodawane są dane na temat trasy i siły sygnału podczas kolejnych retransmisji. Przy zasięgu jednego węzła średnio 1 km daje to maksymalną przestrzenną wielkość sieci o średnicy 256 km.

Do kontrolera dociera wiele pakietów o nowym węźle, bo są one transmitowane różnymi drogami, co pozwala wybrać dla niego najlepszą drogę transmisji na podstawie licznika retransmisji lub poziomu sygnału w poszczególnych węzłach. Tak ustalona ścieżka jest zapamiętywana i wykorzystywana w przyszłej komunikacji z nowym węzłem.

Taki sposób routingu zapewnia dużą wydajność komunikacji w sieci w porównaniu do klasycznych sieci typu mesh (kratowych), gdzie dane są zawsze transmitowane do wszystkich węzłów sieci. Powoduje to, że sieci mesh często się zapychają w trudnych warunkach komunikacyjnych, a więc gdy na skutek zakłóceń wiele pakietów jest powtarzanych. W wielu przypadkach w takich warunkach czas transmisji z jednego końca na drugi potrafi sięgnąć 30 minut.

W protokole MACAW sieć jest mniej obciążona transmisją i pracuje stabilnie, nawet gdy odległości sumaryczne między

początkiem i końcem sięgają 100 km. Gdy któryś z węzłów zostanie wyłączony, poprzez wysłanie pakietu „discovery” można szybko zbudować nowe połączenia w oparciu o działające węzły. Protokół ma wbudowany ponadto mechanizm włączania pracy autonomicznej węzłów. Gdy komunikacja z węzłem trwale się popsuje, mikrokontroler sterujący węzłem przełącza się w tryb pracy wyspowej, w czasie której pracuje autonomicznie, realizując zaprogramowany wcześniej algorytm sterowania światłem, np. zapalenie o zmierzchu.

Centralne sterowanie daje oszczędność energii

Zbudowana na Węgrzech sieć oświetlenia ulicznego zapewnia sterowanie lampami w czasie rzeczywistym i monitoring statusu każdej z lamp (np. poboru mocy). Daje to dużą oszczędność energii poprzez możliwość ściemniania oświetlenia na podstawie informacji płynących z czujników obecności i oświetlenia, w które wyposażono część węzłów. Połączenie w sieć zapewnia też obniżenie kosztów eksploatacyjnych.

Transceivery SPIRIT1 to niedrogi układy pracujące w darmowym zakresie częstotliwości. Producent dostarcza dla projektantów biblioteki oprogramowania, drivery, zestawy uruchomieniowe (fotografia 4) oraz wiele innych zasobów. Protokół MACAW zapewnia wysoką funkcjonalności i jakość działania sieci, ciągłą widoczność parametrów dowolnej lampy i obsługę ogromnego obszaru z jednego miejsca.

László Fisi
Field Applications Engineer,
Future Electronics Hungary