

Anpassungsfähiges Embedded-Wireless-Design mit CyFi Low-Power RF

von: Jim Davis, Global Marketing Manager, Cypress Semiconductor Corp.

Reduzierte Verkabelungskosten, ästhetische Vorteile und einfache Installation sind schlagkräftige Argumente für drahtlose Übertragungslösungen. Von stromsparenden Sensornetzwerken über das automatische Ablesen von Verbrauchsmessern bis zur Gebäudeautomation reicht die Palette möglicher Anwendungen. Auf der anderen Seite sind die mögliche Unzuverlässigkeit der Funktechnik, die begrenzte Reichweite, ein eventuell komplexes Design-in und die Notwendigkeit, durch minimalen Stromverbrauch die Batterielebensdauer zu maximieren, als Nachteile anzuführen. Angesichts der Unmenge verschiedener Funk-Techniken ist es für Designer nicht einfach, die passende Lösung zu finden.

Cypress bietet mit CyFi Low-Power RF ein Konzept, das allen Herausforderungen ohne Kompromisse gerecht wird. Die zuverlässige Lösung bietet eine höhere Reichweite und erweist sich als höchst unkompliziert im Design und im Betrieb. Daneben zeichnet sie sich durch die beste System-Energieeffizienz auf dem Markt aus.

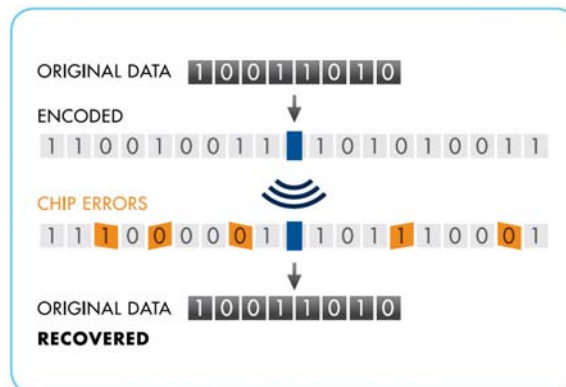


Bild 1: Schema der DSSS-Technik

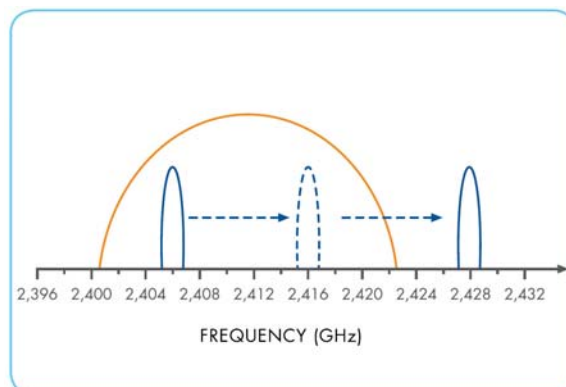


Bild 2: Das Channel-Hopping

Mehr Zuverlässigkeit

Als Abhilfe gegen die Zuverlässigkeitsprobleme drahtloser Übertragungen wurden die DSSS-Technik (Direct Sequence Spread Spectrum) und das Channel-Hopping entwickelt. Beim DSSS-Verfahren (Bild 1) werden jeweils 8 Datenbits zu 32 ‚Chips‘ codiert, um etwaige Störungen zu kompensieren. Selbst wenn die Chips vom Empfänger nur fehlerhaft decodiert werden, lassen sich die ursprünglichen Daten regenerieren.

Beim Channel-Hopping (Bild 2) wird zwischen verschiedenen Frequenzen im verfügbaren HF-Spektrum gewechselt. Diese Kanalwechsel erfolgen bei einigen Lösungen fortlaufend nach einem festgelegten Schema, bei anderen dagegen nur bei Bedarf oder übermäßigem Störaufkommen. Je geringer die vom System benötigte Kanalbreite ist, umso mehr Kanäle stehen innerhalb eines vorgegebenen Spektrums zur Auswahl. Die CyFi Low-Power RF Lösung unterstützt 80 je 1 MHz breite Kanäle, aus den das Protokoll dynamisch und intelligent wählen kann. Für einen Kanalwechsel sucht die CyFi-Hub-Applikation eine Reihe von Kanälen ab und entscheidet sich für den ersten mit optimalen Betriebsbedingungen. Die angeschlossenen Knoten folgen dem Kanalwechsel anschließend nach demselben vorhersagbaren Schema. Die Zahl der Übertragungswiederholungen wird durch den Wechsel in eine weniger gestörte Umgebung verringert, was nicht zuletzt den Stromverbrauch senkt, weil mehr Zeit im Sleep-Modus verbracht werden kann. Auch die Übertragungsdistanz profitiert vom niedrigeren Störaufkommen.

Energieeffizienz contra Low-Power-Betrieb

Die Minimierung des Stromverbrauchs der Transceiver im Sleep-, Sende- und Empfangsmodus war lange Zeit oberstes Gebot, ging aber nicht selten auf Kosten der System-Zuverlässigkeit. Die dadurch häufig nötigen Sendewiederholungen ließen den Energiebedarf unter dem Strich sogar ansteigen, obwohl die verwendeten Bauelemente auf dem Papier weniger Strom verbrauchten. Man richtet den Blick deshalb heute auf die System-Energieeffizienz, in die sämtliche Bauelemente und Features einer Funk-Lösung eingehen. Der Stromverbrauch des Transceivers in seinen verschiedenen Betriebsarten ist dabei nur eine von vielen Komponenten. Mit ins Bild gehören die Zuverlässigkeit, die sich durch die Zahl der Sendevorgänge und Sendewiederholungen äußert, sowie etwaige im Protokoll der Lösung verankerte Power-Management-Funktionen.

Mit ihren ‚Active Power Management‘-Funktionen spart die neue CyFi Low-Power RF-Lösung Strom, indem unter anderem die DSSS-Technik je nach der vorgefundenen Störungs-Intensität ein- oder ausgeschaltet wird. Mit DSSS werden – bei reduziertem Durchsatz – weniger Sendewiederholungen benötigt, während ohne DSSS dank Durchsatz-Maximierung kürzeste On-Air-Zeiten erzielt werden (Bild 3). Auch die Sendeleistung wird dynamisch angepasst und - gestützt auf Rückmeldungen des Empfängers - auf das niedrigstmögliche Level eingestellt (Bild 4).

In einer typischen industriellen Sense- und Control-Anwendung kann CyFi Low-Power RF die Batterielebensdauer von Monaten auf mehrere Jahre erhöhen. Wenn etwa nur alle 5 Minuten eine Übertragung nötig ist, kann ein solcher Knoten 4 Jahre mit zwei AA-Batterien auskommen. Der niedrige Stromverbrauch erleichtert nicht zuletzt die Nutzung von Energy-Harvesting-Techniken, mit denen Applikationen über Jahrzehnte hinweg betriebsfähig bleiben können.

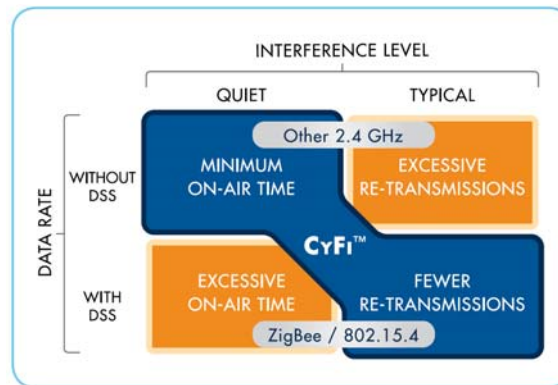


Bild 3: Das aktive Power Management der CyFi Low- Power RF-Lösung

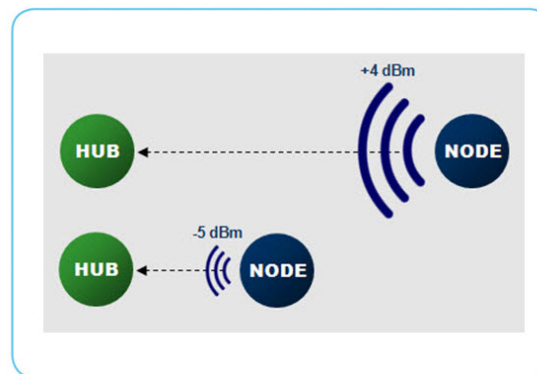


Bild 4. Dynamische Anpassung der Ausgangsleistung

CyFi-Lösung passt sich der Applikationsumgebung an

Die CyFi-Lösung kann die Signalstärke einer Übertragung messen und mit den Werten idealer und ungünstiger Umgebungen vergleichen. An Hand dieses Vergleichs kann die Sendeleistung erhöht oder verringert werden. Es erscheint logisch, die Leistung herunterzufahren und damit Strom zu sparen, wenn es kaum Störungen gibt, aber ist es auch sinnvoll, unter dem Einfluss starker Störungen mit hoher Sendeleistung zu arbeiten und den dabei entstehenden hohen Stromverbrauch in Kauf zu nehmen? Wird mit weniger Leistung gesendet als eigentlich nötig, kommen manche Übertragungen nur verstümmelt an und müssen wiederholt werden. Dies aber hat einen höheren Stromverbrauch zur Folge als wenn gleich mit so viel Leistung gesendet wird, dass die Übertragung im ersten Anlauf erfolgreich ist.

Dies lässt sich auch rechnerisch belegen: Eine Funk-Einheit soll für das Senden mit +4 dBm (bei 34,1 mA) konfiguriert werden, eine zweite für -5 dBm (bei 20,8 mA). Der Gesamt-Energiebedarf ist das Produkt aus der Energie für eine Übertragung und der Zahl der Sendeversuche. Es leuchtet ein, dass die mit +4 dBm sendende Lösung, wenn sie mit einem Sendeversuch auskommt, weniger Energie benötigt als die -5-dBm-Lösung, wenn diese mehr als einen Versuch braucht. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang, dass die CyFi -Lösung beides kann: in Umgebungen mit geringer Störintensität sendet sie mit möglichst geringer Leistung, bei höherem Störungsaufkommen wird die Sendeleistung entsprechend hochgefahren.

Man kennt es auch von der menschlichen Sprache: bei starken Umgebungsgeräuschen dient es der Verständlichkeit, wenn man langsamer und deutlicher spricht, während in ruhiger Umgebung auch ein Schnellsprecher zu verstehen ist. Analog hierzu passt sich die CyFi-Lösung an. Liegen starke Störungen vor, wird die Übertragung aufwändiger codiert und mit mehr Redundanz versehen, sodass die gesendeten Daten vom Empfänger auch dann verstanden werden, wenn die Informationen nur lückenhaft ankommen. Umgekehrt wird eine Übertragung mit weniger Redundanz und höherem Nutzdaten-Durchsatz gewählt, wenn die Kommunikation nicht so stark durch Störungen beeinträchtigt wird. Diese Fähigkeit, abhängig von den individuellen Verhältnissen dynamisch zwischen beiden Verfahren umzuschalten, zeichnet die CyFi-Lösung von Cypress aus.

Dennoch muss sich die Lösung nicht darauf beschränken, mit den vorgefunden Störungen fertig zu werden. Sie kann den Interferenzen vielmehr auch aktiv aus dem Weg gehen und im jeweiligen Frequenzspektrum auf einen anderen Kanal ausweichen. Dies geschieht außerdem nicht wie bei anderen Lösungen nach dem Zufallsprinzip, sondern es wird gezielt auf einen Kanal gewechselt, dessen niedrigeres Interferenzaufkommen zuvor geprüft wurde. Die Zahl der Kanalwechsel wird dadurch minimiert, und das Netzwerk erhält ein Maximum an Stabilität.

Zuverlässigkeit und Energieeffizienz – einfach implementiert

Cypress sorgt dafür, dass die zuverlässigste stromsparende HF-Lösung der Welt auch einfach anzuwenden und in Endkunden-Applikationen einzusetzen ist. Hierzu werden PSoC-Bausteine (Programmable System-on-Chip) samt der entsprechenden Software eingesetzt. Mit der PSoC-Software muss die CyFi-Lösung nur noch im Drag-and-Drop-Verfahren in die Applikation eingefügt werden. Das PSoC Designer User Module enthält eine umfangreiche, einfach anzuwendende API-Bibliothek, mit deren Hilfe nur acht API-Aufrufe nötig sind, um eine Funk-Applikation online zu bringen. Der Protokoll-Stack für eine typische Hub- oder Knoten-Applikation kommt trotz der vielen Features mit 5 - 8 KB Flash-Speicher aus. Das CyFi Star Network Protocol, das im Rahmen der kostenlosen IDE-Software PSoC Designer verfügbar ist, wartet mit höchst robusten, komplexen Algorithmen auf, die pro Netzwerk bis zu 250 Funk-Knoten unterstützen. Mit seinen Starter-, Expansion- und Development-Kits erleichtert Cypress außerdem die Evaluierung der Lösungen und ihre Einbindung in die Applikation.

Das PSoC-Konzept

PSoC-Bausteine kombinieren dynamisch konfigurierbare analoge und digitale Funktionsblöcke samt einem 8-Bit Mikrocontroller auf einem Chip, mit dem sich drahtlose Embedded-Systeme schneller und mit weniger Bauteileaufwand realisieren lassen. Die Programmierbarkeit der PSoCs macht CyFi-Designs flexibel. Änderungen sind noch in letzter Minute möglich, und durch die Fähigkeit zur Integration Hunderter verschiedener Peripheriefunktionen werden Kosten und Stromverbrauch des Systems reduziert. Nicht zuletzt ist es mit den programmierbaren Analog-Funktionen der PSoC-Bausteine möglich, komplette drahtlose Sensing-Applikationen auf CyFi-Basis mit einem Minimum an Chips zu implementieren.



Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
Phone: 408-943-2600
Fax: 408-943-4730
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.