



コスト効率の高い最先端
エネルギーハーベスティング
によるBluetooth® Low Energy
スイッチの作成



コスト効率の高い最先端エナジーハーベスティング によるBluetooth® Low Energyスイッチの作成

はじめに

MHealth (モバイルヘルス)、アグリカルチャー4.0、およびビルオートメーションなどの新市場に向けてIoTが急速に成長するのに伴い、その成長を支えるのに必要なエネルギーに関する新たな疑問が持ち上がっています。業界内の電力要件は幅広いものです。一端には、(IoTノード数に応じて)電力要件が非常に高い少数のクラウドサーバがあります。これらのサーバは常時稼働しているため、エネルギー収支は大きな値になります。IoTエコシステムの他端には、電力需要が少ない膨大な数のエンドノードがあります。アクティブ状態になりエネルギー源を必要とする各エンドノードの稼働時間はごくわずかです。

2018年6月にフランスのナンシーで開催されたWorld Material Forum 2018において、「材料効率のためのビッグデータ/AI」と題した専門セッションがありました。スタンフォード大学のReinhold Dauskardt教授が発表した論文で、以下の指標が示されました。

「米国のみでのデータセンターにおける年間消費電力は900億kWhと見積もられる。これは500 MWの原子力発電炉34基分に相当し、フランスの原子力発電所(原子炉数は約56基)のちょうど半分である」

データセンター/クラウドコンピューティングサーバリソースの電力需要をさらに強調するのは、2017年には世界の電力消費の3%がデータセンターによって占められていたという統計です。この数字を低いと受け取る人もいるかもしれませんが、データの作成、利用、移動に対する飽くなき渴望によって推し進められた結果です。データセンターのエネルギー消費に適用できる一種のムーアの法則があり、それは4年ごとに2倍になります。このペースでは何も変わらなければ、理論的には2037年までにコンピュータは、現在の全世界での発電量以上の電力量を使用することになります。Reinhold Dauskardt教授の発表は次のように締めくくられました。「今後20年間、行く手にある大きな課題は、インターネットに接続されるが電力網からの接続を断つモノを設計して、IoTの電力消費量を低減することである。それは電気にやさしく、自律していて、振動、熱、光など、考えられるあらゆるエネルギー源を利用するものでなければならない」

エンドノード側ではこれまでに示唆されているように、2021年までに数十億ノードが配置されると予測されています。各ノードは非常に消費電力が低く稼働時間もわずかなので、個々のエネルギー収支は低く抑えられ好都合といえます。しかし、一段と普及が進めば、全世界における電力消費は非常に高くなるおそれがあります。

環境発電とBluetooth Low Energyの連動

代替エネルギー源の1つとして、ON/OFFスイッチなどのボタンに加えられた運動や力から収集する動的エネルギーがあげられます。この技術を導入できるアプリケーション例としては、壁面取り付けコントロール、照明コントロール、ビルオートメーション、資産追跡などがあります。

オンセミの[RSL10無線SoC](#)は、Bluetooth Low Energyに対応したBluetooth 5認証済みシステムオンチップ(SoC)であり、EEMBC[®] LPMark[™]のベンチマークで、電力効率に関して業界最高スコアを獲得しました(1090 ULPMark CP @ 3 V; 1260 @ 2.1 V)。ZFと共同で、バッテリーレスIoTアプリケーション向けのBluetooth Low Energyスイッチリファレンス設計を作成しました。このリファレンス設計は、エネルギーわずか300 μ Jで完全に自己給電されます。Bluetooth Low Energyのフレームプロトコルを10 msに短縮すると、必要な総エネルギーバジェットは100 μ J未満です。エネルギーハーベスティングによる300 μ Jと送信に必要な100 μ Jを比較すると、電力が十分なことは明らかです。

[RSL10 Bluetooth Low Energyスイッチのリファレンス設計](#)には、高性能で低コストの電源回路が組み込まれています。従来のトランシーバには2.5 V以上の電源が必要で、RSL10を使用するのに必要な電圧を大きく上回ります。さらに、従来型トランシーバでは、無線周波数との相互作用を超小型センサノード内に収めるために、高価なバック/ブーストコンバータ、EMC放射コイル、高価なタイミングジェネレータで構成される複雑なエネルギーハーベスティングの実装が必要です。

RSL10スイッチのリファレンス設計では、低ドロップのダイオードブリッジをフィルタ用コンデンサと併用してハーベスタをトランシーバに直接接続できるようにすることで、これらの問題を解決しました。

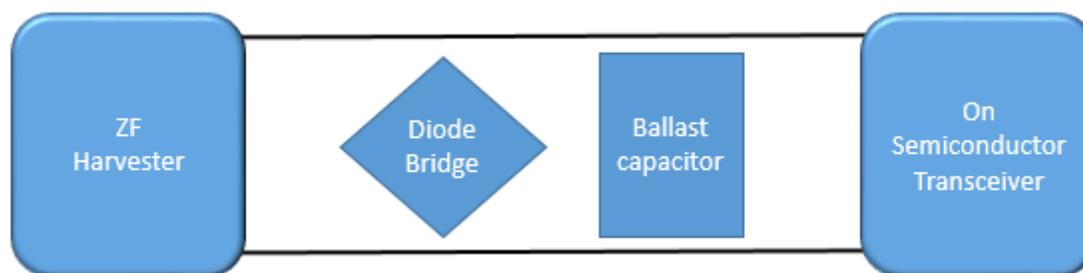


Figure 1. Simple RF Transceiver with Energy Harvester

私どもが実現したトランシーバのコンパクト設計により、Bluetooth Low Energy (Bluetooth 5)による送信に対応しながら、小型フォームファクタのバッテリーレススイッチにすべての素子を容易に統合できます。



Figure 2. Energy Harvesting Bluetooth Low Energy Switch

この洗練されたハードウェア設計によって、部品表(BoM)の部品数を削減でき、レイアウトの柔軟性が向上し、市場投入後のアプリケーションのアップグレードが容易になります。

ZFのスイッチ

ネットワーク数が増加している世界では、情報伝送に対する要件も変化しています。伝送は使用エネルギーを最小限に抑えながら、移動可能かつ柔軟でなければなりません。そのソリューションが、ZFのエナジーハーベスティングワイヤレススイッチです。これはケーブルやバッテリーなしに簡単に効果的に使用できます。

ZFのワイヤレススイッチは、小型構造、機能チェーンでの高効率性、スイッチングサイクル最高100万回の長い平均寿命を特長とし、動作にわずかな電力しか必要とせず、メンテナンスが不要で、狭いスペースに設置できます。

環境に優しいこのシステムには多くの利点があります。例えば、どんな場所にもケーブルを使用しないでスイッチを設置できる適応性があり、耐用年数の全期間に渡って、メンテナンスやバッテリー交換なしに動作します。ケーブルによる情報伝送とは対照的に、自己給電式ワイヤレススイッチは、据え付けが簡単なためビル管理にも魅力的です。例えば、新たに内装を施した部屋に、壁に穴を開けることなく、新しい照明スイッチを取り付けることができます。

特にケーブルを敷設する時間がアプリケーションにとって長過ぎる場合は、産業オートメーションで使用できる可能性も数多くあります。ここでも、エナジーハーベスティングワイヤレススイッチは、ケーブルベースのマイクロスイッチに対するコスト効率が高いバッテリーレス代替手段です。

技術仕様

- 誘導型発電：データ伝送に必要なエネルギーは、スイッチの機械的作動によって生成される。発生エネルギー: 2× min. 0.33 mWs
- 極めて高いエネルギー出力が可能な小型構造
- 長い機械的寿命: 最小100万回のスイッチ操作
- 単安定/モメンタリ設計: 手を離れた後にスイッチ機構が開始位置に復帰(押しボタン)
- 双安定/ラッチ設計: 2つの静止位置を備えたスイッチ機構(例：オン/オフスイッチ)
- 寸法: 20.1 × 7.3 × 14.3 mm
- 温度範囲: -40～+85°C
- スイッチで使用するエネルギーが少ないためEMCの考慮が不要

エナジーハーベスティングの進化

IoTが成長し続けると、メーカーはエネルギー効率を向上させるための新たな方法や完全な**[バッテリーレスアプリケーション](#)**のための代替エネルギー源を探し続けることとなります。これにより、メンテナンスの削減、ワイヤレス到達距離の拡大、EMC伝送の単純化、アプリケーションのコスト削減を達成できます。IHS Marketは、ホームオートメーション向けのコネクテッドスイッチが大きく成長する(CAGR 57%)と予測しています。

Application	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Connected & Smart Home						
Home automation						
Plugs/switches	14,943	23,773	38,947	65,670	97,206	143,904

Figure 3. IHS MARKET Annual Shipment Estimations (Kunits)

大手DIY小売店による最近の民生照明分野への導入は、ワイヤレススイッチの大きな流れを示しています。しかし、これらのスイッチはバッテリー駆動であり、性能改善の努力にもかかわらず短寿命(3~6ヶ月)となっています。

バッテリーレスを導入すれば、間違いなくこの制約を取り除くことができます。

2021年までに全世界で1億個のスイッチが販売されると推定されており、コストとメンテナンス上の理由からバッテリーレス動作の必要性が高まっています。

オンセミはZFと共同で、直面する最も困難な課題に取り組むための最適な技術を提供できます。

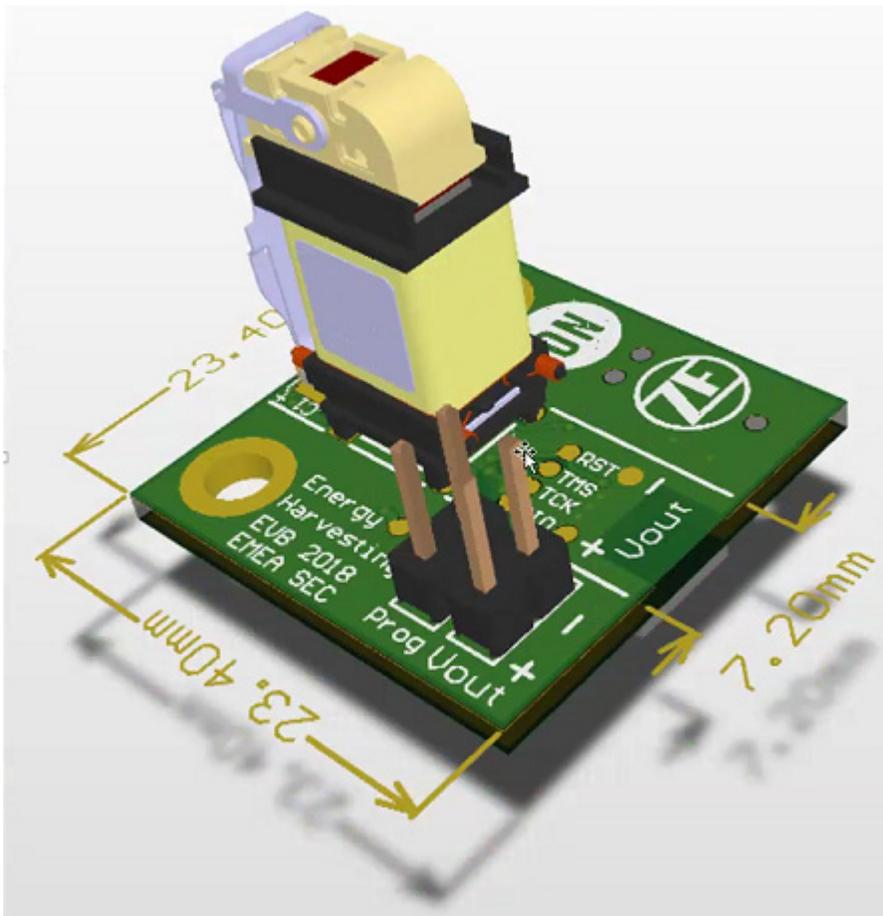


Figure 4. CAD Rendering of the Bluetooth Low Energy Switch

Bluetooth is a registered trademark of Bluetooth SIG.

EEMBC is a registered trademark and ULPMark is a trademark of the Embedded Microprocessor Benchmark Consortium.

onsemi, **Onsemi**, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as-is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Email Requests to: orderlit@onsemi.com

onsemi Website: www.onsemi.com

TECHNICAL SUPPORT
North American Technical Support:
Voice Mail: 1 800-282-9855 Toll Free USA/Canada
Phone: 011 421 33 790 2910

Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 00421 33 790 2910
For additional information, please contact your local Sales Representative