



Dr. Klaus-Peter Dyck

Energie-Effizienz im IoT

Im Internet der Dinge wird überwiegend drahtlos statt über Kabel kommuniziert. Die meisten Geräte sind nicht mit dem Stromnetz verbunden, sondern beziehen ihre Energie aus Akkus oder Batterien. Was bedeutet das für die Hersteller neuer Produkte?

Das Internet der Dinge wächst ständig. Einer Schätzung des Analytischen Hauses Gartner zufolge waren 6,4 Mrd. vernetzte Geräte im Jahr 2016 im Einsatz. Bis 2020 soll ihre Zahl auf 20,8 Mrd. ansteigen. Allein für 2016 gehen die Analysten von einem Wachstum von 5,5 Mio. Geräten pro Tag aus. Nur wenige davon sind allerdings verkabelt: Die Besonderheiten der Applikationen oder abseitige Installationsorte machen das oft unmöglich; mitunter ist es aber auch schlicht wirtschaftlich nicht sinnvoll, die Geräte über kilometerlange Leitungen an das Netz anzuschließen. Die Kommunikation erfolgt

stattdessen oft über Funk. GSM-Module erfreuen sich im Internet der Dinge großer Beliebtheit – trotz der Kapazitätsgrenzen dieser Technologie. Anwendungen, die kurzer Latenzzeiten und hoher Datenraten bedürfen, werden künftig auf den Standards der fünften Generation des Mobilfunks (5G) basieren, zum Beispiel auf NarrowBand IoT (NB-IoT).

Wie alle anderen Bauteile auch müssen die Funkmodule möglichst stromsparend arbeiten, um sich für den Einsatz in IoT-Geräten zu qualifizieren. Denn durch den Verzicht auf Kabel sind die Applikationen vollständig auf

Batterien und Akkus angewiesen – oder auf Energy Harvesting, also die Gewinnung von elektrischer Energie aus Quellen wie Luftströmungen, Umgebungstemperatur oder Vibrationen. All diese Technologien weisen starke Limitierungen auf: Durch Energy Harvesting lassen sich nur relativ kleine Leistungen erzeugen. Bei Batterien und Akkus steigen die Wartungskosten, je öfter sie ausgetauscht oder an die Ladestation angeschlossen werden müssen. Energie ist im Internet der Dinge somit ein wertvolles Gut – und bei vielen neuen Anwendungen der limitierende Faktor.

(Bilder: Fujitsu)

Wie müssen Anwendungen aussehen, die besonders energiesparend sein sollen? Die Analyse der Stromaufnahme in einem CMOS-IC ergibt einen Spannungsbereich zwischen 0,4 und 0,5 V, um ein Höchstmaß an Energie-Effizienz sicherzustellen. Die Rede ist hier vom Near- beziehungsweise Sub-Threshold-Bereich.

Die Tiefen des Niedrigspannungsbereichs

Near-/Sub-Threshold-Technologien spielen im Internet der Dinge eine entscheidende Rolle. Ihre Vorteile sind augenfällig: Während in den meisten Technologiebereichen die Steigerung der Leistungsfähigkeit der zentrale Erfolgsmaßstab ist, geht es im IoT in der Regel um vergleichsweise simple Anwendungen, etwa um die Durchführung bestimmter Messungen und um die Übertragung der Messdaten an einen zentralen Server. Nicht die Leistung der einzelnen Geräte steht im Vordergrund, sondern das Potenzial des gesamten Netzwerks. Dieser Befund gilt bis ins kleinste Detail: So werden die Messdaten meist nicht als fortlaufender Strom zur Verfügung gestellt, sondern entweder auf Abruf oder in festen Zeitintervallen. Zudem liegt die Frequenz der Messdatenerfassung häufig im Bereich von einigen Sekunden oder mehr. Wie schnell eine Schaltung funktioniert, ist deshalb zweitrangig.

Die Funktionalität der IoT-Geräte lässt sich in zwei Bereiche untergliedern: zum einen den Bereich der Datenerfassung und der Zwischenspeicherung von Daten, der sich permanent mit geringster Leistungsaufnahme betreiben lässt, und zum anderen der Bereich der Datenverarbeitung und Kommunikation. Dabei handelt es sich um energieintensivere Aufgaben, die aber nur in gewissen Zeitabständen stattfinden. Somit kann hier die Back-Bias-Technik zum Einsatz kommen, die die Vorspannung einer Schaltung dynamisch den aktuellen Erfordernissen angleicht.

Der Niedrigspannungsbereich birgt einiges an Herausforderungen: Da sich weder typische Logikbibliotheken noch Transistormodelle für Near-/Sub-Threshold-Anwendungen eignen, bedarf es spezieller Komponenten. Zudem funktionieren auch SRAMs (statische

flüchtige Speicherbausteine) in diesem Bereich nicht mehr zuverlässig. Somit wird das Zwischenspeichern erfasster Daten erschwert. Darüber hinaus sorgt auch der Transistor selbst für Probleme. Für den Betrieb mit 0,9 V optimiert, liefert er oftmals unvorhergesehene oder unzureichende Ergebnisse. Damit verknüpfte mögliche Fehler bleiben jedoch nicht selten unentdeckt, da die Transistor-Parameter in der Serienproduktion üblicherweise nur bei Nominalspannung kontrolliert werden.

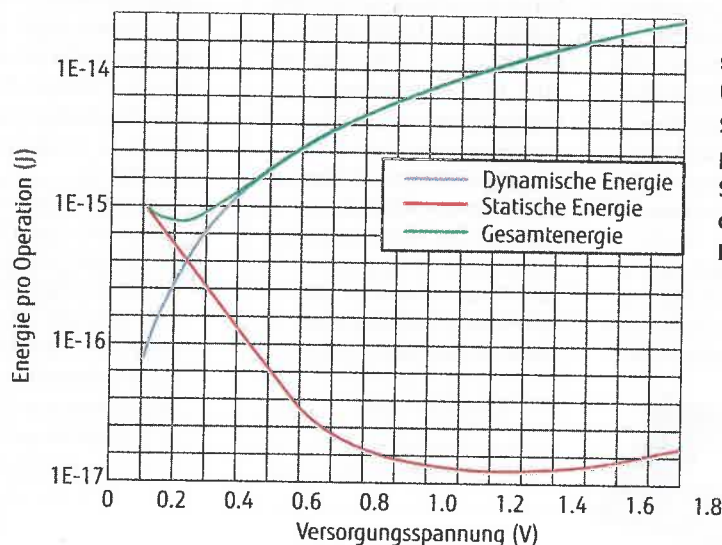
Fujitsu Electronics Europe (FEEU) agiert als Distributionspartner für die Deeply-Depleted-Channel-Technologie (DDC) von Mie Fujitsu Semiconductor (MIFS). Das Unternehmen kennt die Herausforderungen des Niedrigspannungsbereichs und adressiert diese wie folgt: Erstens liefert es einen Transistor und zugehörige Simulationsmodelle, die spezifisch auf den Niedrigspannungsbereich ausgelegt sind. Zweitens hat es in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Forschungs- und Entwicklungszentrum Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) eine Logik-Bibliothek und einen Memory-Compiler entwickelt, die auf Near-/Sub-Threshold-Anwendungen ausgelegt sind. Drittens kontrolliert MIFS Transistor-Parameter in der Produktion bis in den Sub-Threshold-Bereich hinein, wodurch sich Probleme zuverlässig identifizieren lassen.

Die DDC-Technologie weist zwei weitere Vorteile auf: Zum einen fällt die Varianz der Transistor-Parameter im Vergleich zu Standard-Technologien deutlich geringer aus, der SRAM-Spei-

cherinhalt wird somit im angestrebten Spannungsbereich stabilisiert. Zum zweiten ist die Back-Bias-Sensitivität zu nennen: Die Charakteristik der Logik lässt sich durch das Anlegen einer Substratspannung beeinflussen oder modulieren – bei Standard-Technologien ist eine solche Beeinflussung nur in sehr geringem Maße möglich. Die DDC-Technologie erlaubt, eine solche Modulation entweder statisch oder dynamisch durchzuführen: Eine statische Durchführung funktioniert wie das Trimmen diskreter Schaltungen. Im dynamischen Fall können Schaltungsteile je nach aktuellem Performance-Bedarf der Anwendung moduliert werden. Ein solches Vorgehen wirkt sich positiv auf die Leckströme und damit auf die Energiebilanz der Anwendung aus.

Synergien zwischen Komponenten

Nicht nur auf die Energie-Effizienz einzelner Komponenten kommt es an, sondern auch auf deren Zusammenwirken auf einer Leiterplatte. Die korrekte Zusammenstellung erfordert Erfahrung im Niedrigspannungsbereich, zudem müssen geeignete Bauelemente oft aus aller Welt zusammengetragen werden, da die Zahl der Anbieter begrenzt ist. FEEU bietet beispielsweise MCUs und RTCs des amerikanischen Herstellers Ambiq-Micro an und wendet sich damit insbesondere an Kunden, für die eine eigene Chip-Entwicklung nicht in Frage kommt. Beide Produkte arbeiten im Near-Threshold-Bereich und sind damit auf Energie-Effizienz ausgelegt. Die Leistungsaufnahme typischer MCUs



Der Niedrigspannungsbereich: Unterschreitet die Spannung eine prozessabhängige Schwelle, dominieren die Leckströme den Energieverbrauch.

Im Near-Threshold-Betrieb werden Daten erfasst und zwischengespeichert. Die Energie-intensivere Datenverarbeitung und Kommunikation erfolgt im dynamischen Back-Bias-Betrieb.



unterbieten sie deutlich. Den Prozessorkern der MCUs bildet ein ARM Cortex M4F, dessen Leistungsaufnahme selbst unter der des Cortex M0+ liegt. Neben einem 13-Kanal-ADC gehören konfigurierbare GPIOs zu den Standard-Interfaces der Apollo-MCUs. Diese eignen sich unter anderem, um I²C- und SPI-Interfaces zu implementieren. Als Speicher stehen maximal 512 KByte Flash und 64 KByte RAM zur Verfügung. Die Apollo-MCUs gibt es in zwei verschiedenen Packages, entweder im 41-Pin-CSP mit 27 GPIOs oder in einem

64-Pin-BGA mit insgesamt 50 GPIOs. Darüber hinaus ist die in die MCU integrierte RTC auch als Einzelbauteil erhältlich. Gerade für Anwender, die ihre bisherige MCU nicht wechseln wollen oder können, eignet sich die RTC-Variante mit integrierter Power-Management-Unit. Effiziente RTCs sind vor allem dann unverzichtbar, wenn Daten in nur relativ kleinen zeitlichen Abständen erfasst werden. In den langen inaktiven Phasen muss die Leistungsaufnahme soweit wie möglich reduziert werden.

Auch andere Komponenten sind für IoT-Anwendungen bedeutsam. So wurde ja bereits angesprochen, dass die Datenspeicherung im Niederspannungsbereich eine Herausforderung darstellt – und gerade nicht-flüchtige Speicher verzeichnen bei Schreibzugriffen eine vergleichsweise hohe Leistungsaufnahme. Eine Alternative sind FRAMs, die eine hohe Energie-Effizienz aufweisen. Darüber hinaus müssen Standard-Bauelemente, wie zum Beispiel Quarze und Chip-Widerstände, kompakt und stromsparend gebaut sein, um den Anforderungen des IoT gerecht zu werden. *ik*



Dr. Klaus-Peter Dyck

ist Senior Manager Marketing & Application bei Fujitsu Electronics Europe in Langen.

Produkte

Bluetooth-Smart/NFC-Module:

Arbeiten zwischen –40 und +85 °C

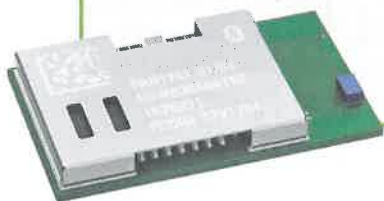


Halle 2 Stand 283

MSC Technologies hat das Bluetooth-Smart-/NFC-Modul PAN1761 von Panasonic vorgestellt, das auf den ‚TC35xxx‘-Chipsätzen von Toshiba basiert. Das Kombimodul ist Bluetooth-LE-4.1- und NFC-Forum-Class3-kompatibel und für den industriellen Einsatz bei –40 bis +85 °C ausgelegt. Das Modul eignet sich für Applikationen, die hohe Sicherheit bezüglich des Pairing mit anderen Geräten benötigen. Zudem können besonders kritische Anwendungen bedient werden, die einen niedrigen Stromverbrauch im Standby fordern. Befindet sich das Bluetooth des Moduls im Standby, kann es komplett ausgeschaltet werden. Aufgeweckt wird es

mittels NFC. Laut Anbieter lässt sich beim Bluetooth Pairing durch die Identifizierung und Bestätigung der Bluetooth-Adresse mittels NFC eine sehr sichere Verbindung herstellen. Dieses Feature ist besonders für Payment, Security oder Smart-Home-Anwendungen interessant. Neben dem obligatorischen UART verfügt das Modul über zehn GPIOs, Wake-Up-Control-Pins und ADCs. Bei der Empfänger-Empfindlichkeit von –91 dBm und einer Bluetooth-LE-typischen Ausgangsleistung von 0 dBm sind Datenraten von 500 kbps erreichbar. Das Modul unterstützt OTA (Over the Air Update) und die Software-Funktionen ‚GAP Central‘ und ‚Peripheral Mode‘ sowie SPP over GATT.

MSC Technologies GmbH
Tel. (0 72 49) 9 10 – 0
info@msc-technologies.eu
www.msc-technologies.eu



TSN-Lösungen:

Die Signalverarbeitung koordinieren



Halle 4 Stand 108

Die *Early-Access-Technology-Platform* für Time-Sensitive Networking (TSN), die die Entwicklung neuer Synchronisations- und Kommunikationstechnologien vorantreiben soll, zeigt National Instruments. Mit der in Zusammenarbeit mit Cisco und Intel entwickelten Plattform sollen Anwender in der Lage sein, Steuer-, Regel- und Messanwendungen über Standard-Ethernet-Verbindungen deterministisch und zeitsynchronisiert auf verteilten Systemen auszuführen. Die Plattform umfasst neue CompactRIO-Controller mit Intel-Atom-Prozessoren und einem TSN-fähigen I210-Netzwerk-Anschluss von Intel. Dabei werden die Controller mit der Systemdesignsoftware Labview programmiert, um die Zeitsynchronisation im Netzwerk aufrechtzuerhalten und sowohl

die Verarbeitung auf dem Echtzeit-Prozessor als auch auf dem FPGA anhand der Zeitvorgaben zu synchronisieren. Da Zeit ein Grundkonzept von Labview ist, lassen sich Signalverarbeitung, Steuer- und Regelalgorithmen und I/O-Timing mit geplanten Netzwerk-Übertragungen sowie zwischen mehreren in einem Netzwerk verteilten Systemen koordinieren.

Die Plattform wird bereits im Rahmen von Projekten wie beispielsweise dem TSN-Testbed des Industrial-Internet-Consortium für Smart-Factories eingesetzt.

National Instruments Germany GmbH
Tel. (0 89) 74 13 13 – 0
info.germany@ni.com
www.ni.com/germany

