Augen und Ohren des IoT

Die Lebensgeschichte von Sensoren im „Internet der Dinge“

Kurz gefasst

Industrie 4.0 benötigt viele Sensoren. Doch diese brauchen alle Strom. Momentan werden meist 3-V-Knopfzellen verwendet, die oft ausgetauscht werden müssen. Die Weiterentwicklung von Schaltreglern bringt hier eine mögliche Lösung, die die Lebensdauer von batteriebetriebenen Applikationen verlängert.

Damit im Internet der Dinge (IoT) alles sinnvoll zusammenspielt, sind etliche Sensoren notwendig. Sie erfassen Temperatur, Helligkeit, Bewegung und vieles mehr und übertragen die Daten an smarte Bediengeräte. Aber auch Sensoren benötigen Strom. Nicht viel zwar – aber ohne geht es nicht. Wenn batteriebetriebene Sensoren über viele Jahre wartungsfrei arbeiten sollen, stellt dies eine besondere Herausforderung dar. Wie also können Batterien um ein Vielfaches länger genutzt werden? Und wie kann man dreimal mehr Strom aus einer 4-20mA-Schleife gewinnen?

Mit Industrie 4.0 halten cyber-physikalische Systeme, Internet der Dinge und Cloud Computing Einzug in modernen Fabriken. Als vernetztes Kommunikationsnetzwerk treffen cyber-physikalische Systeme eigenständig intelligente Entscheidungen, agieren und kommunizieren in Echtzeit mit anderen Systemen und Menschen. Ein Grund für den rasanten technologischen Fortschritt sind die rapide sinkenden Preise für Sensoren aller Art. War Sensortechnologie vor zehn Jahren noch vorwiegend in Spezialanwendungen vertreten, so erobert sie dank des Preisverfalls nun auch den Massenmarkt. Das

Bild 1: Boost-Schaltregler

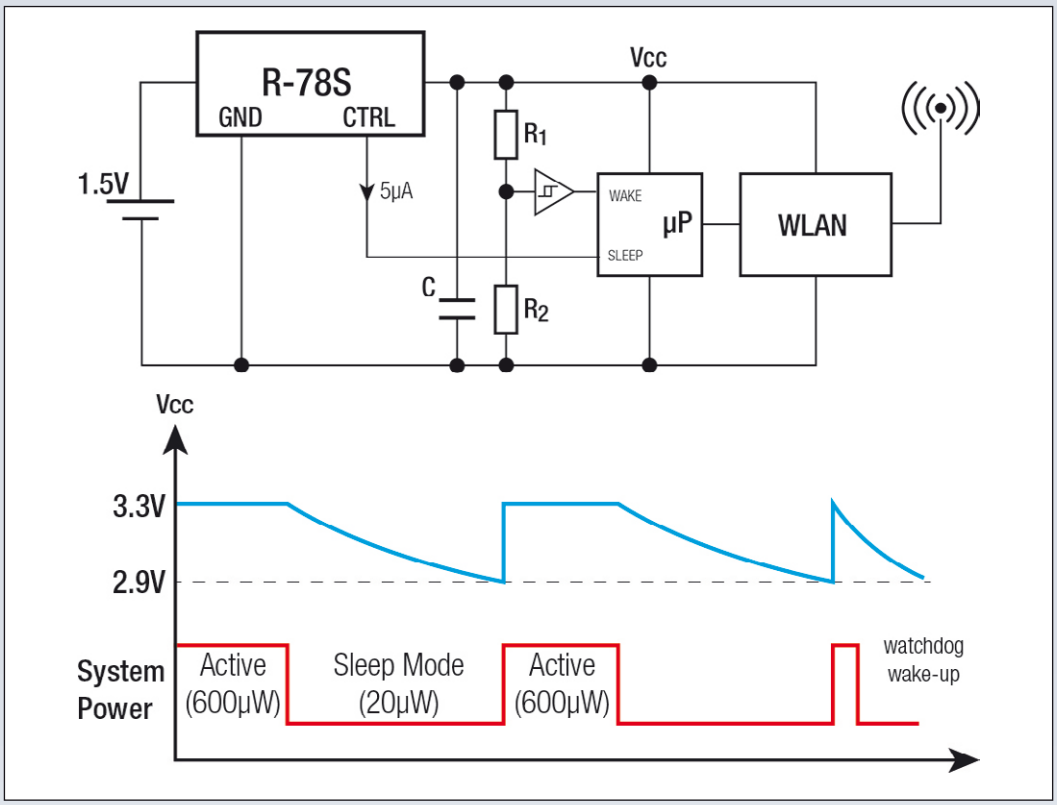

Bild 2: Schaltbild eines typischen Anwendungsbeispiels mit einem Funkmodul

ermöglicht mehr vernetzte Geräte, mehr Datenaustausch und mehr Datenkombination. Dazu benötigen all diese Sensoren aber vor allem eines: Strom - sei es durch feste Verbindung zu einer zentralen oder lokalen Stromversorgung oder durch Batterieeinsatz.

Mythos 3-V-Knopfzelle

Viele IoT- oder Industrie-4.0-Anwendungen verwenden als günstige und zuverlässige Versorgung eine 3-V-Knopfzelle. Der Nachteil: Die Batterie muss häufig getauscht werden. Eine voll geladene CR2032-Knopfzelle liefert ca. 3,2 V. Jedoch sinkt die Spannung bereits nach wenigen Stunden im Betrieb auf unter 3 V. Schnell kann die zur Verfügung stehende Energie unter das beispielsweise für Funkmodule, wie WLAN, Bluetooth oder LoRaWAN, benötigte Spannungsniveau sinken und so die Reichweite stark einschränken beziehungsweise die Übertragung stören.

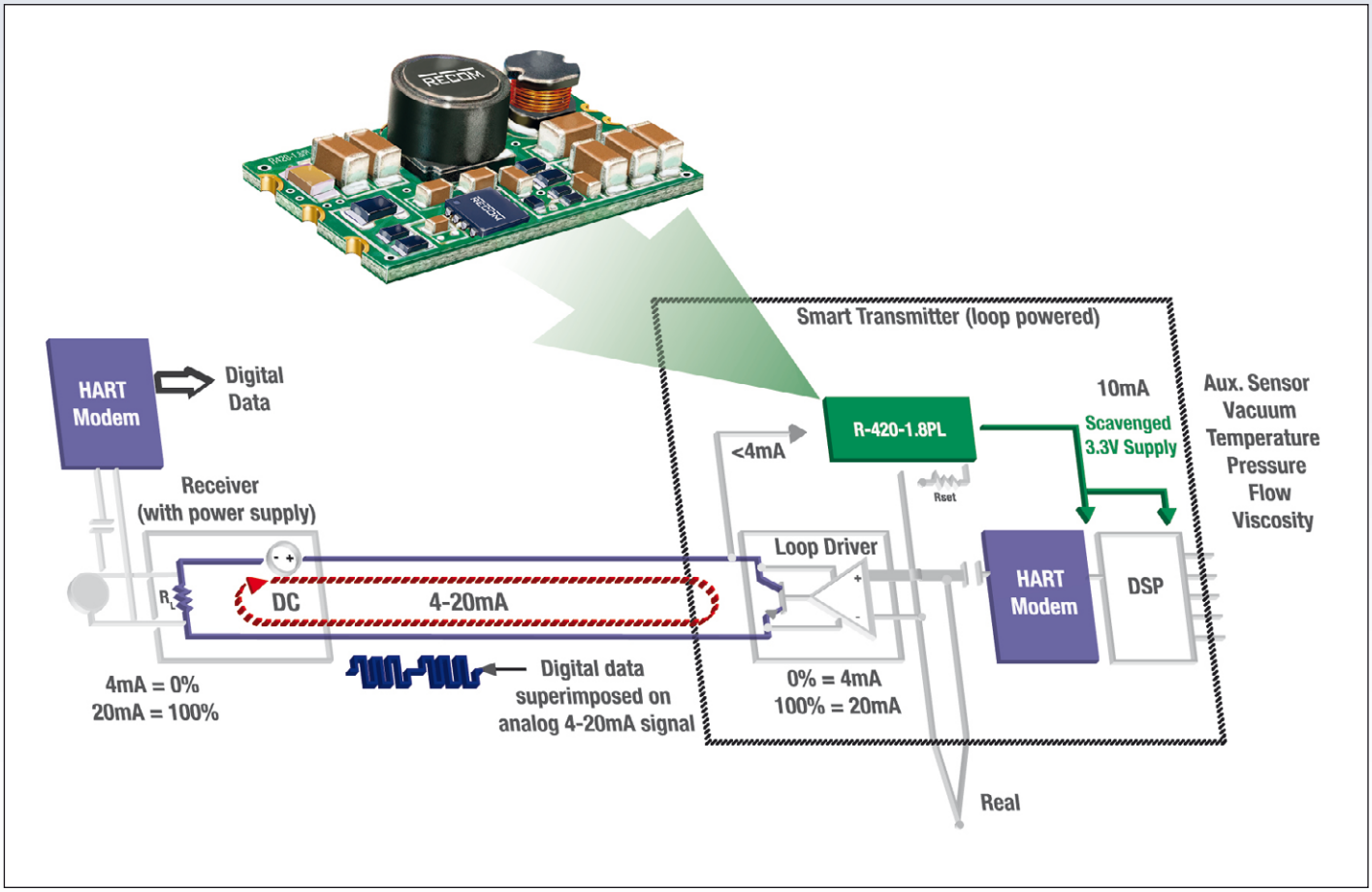

Bild 3: HART-Modems überlagern die digitalen Datenpakete auf der Transmitterseite dem analogen Signal und koppeln sie auf der Empfägerseite wieder aus

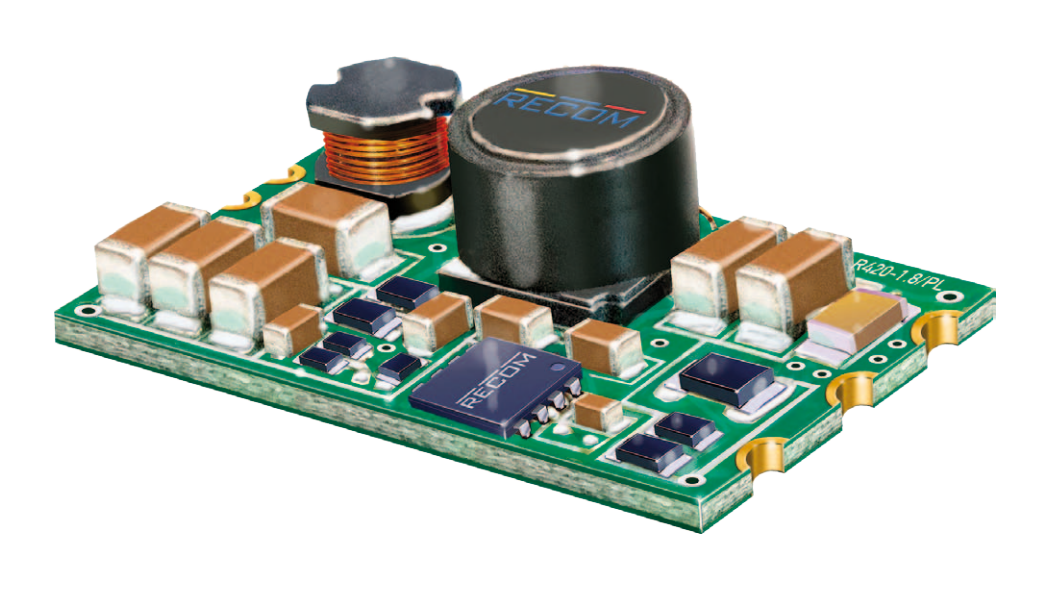

Bild 4: R420-1.8/PL Schaltregler

Wie ein Schaltregler die Lebensdauer von batteriebetriebenen Applikationen verlängert

Speziell für batteriebetriebene IoT-Anwendungen hat RECOM einen Boost-Schaltregler (Bild 1) entwickelt. Das einfach einzusetzende Plug-and-Play-Modul generiert aus niedrigen Eingangsspannungen von 0,65 V_{DC} bis 3,15 V_{DC} eine stabile 3,3-V-Versorgung und holt so auch den letzten Rest Energie aus einer einzelnen Batterie. Mit dem Modul können Anwendungen wie Mikroprozessoren, WLAN/Bluetooth-Module oder IoT-Systeme mit nur einer 1,5-V-Batterie oder -Akkuzelle versorgt werden, die im Gegensatz zu einer herkömmlichen Knopfzelle eine wesentlich längere Batterielebensdauer bietet. Bild 2 zeigt ein typisches Anwendungsbeispiel mit einem Funkmodul. Die Schaltung ist immer nur kurz aktiv, um Daten zu schicken. Hier verbraucht die gesamte Schaltung kurzzeitig rund 600 µW. Danach wird sie in einen Sleep Mode versetzt. Der Schaltregler wird nun über einen Pufferkondensator versorgt und verbraucht in diesem Zustand nur noch 7 µA. Sinkt die Ladung des Kondensators unter einen definierten Wert, wird die Schaltung nur kurz zum Nachladen aktiviert. So steht einer zuverlässigen, wartungsfreien Betriebsdauer von weit über zehn Jahren nichts im Wege und der bereits günstige Preis des Wandlers amortisiert sich sehr schnell über die eingesparten Batterie- und Wartungskosten.

Lösungen für festverdrahtete Systeme

In der Prozess- und Regeltechnik hat sich die 4-20mA-Schleife als Standard etabliert. Obwohl bereits seit über 70 Jahren am Markt, wird diese Technologie auch weiterhin eine große Rolle spielen. Das System eignet sich ideal für raue Industrieumgebungen, da das Stromsignal gegen die in der Industrie üblichen Störquellen unempfindlich ist. Das System basiert auf einer simplen Zwei-Draht-Technik, über die die Signale als eingeprägte Ströme übertragen werden. Hierbei entspricht der Wert 4 mA immer 0 % und 20 mA 100 %. Somit ist das System eigensicher, da systembedingt immer 4 mA fließen müssen. Sollte ein Kabelbruch vorliegen oder ein Sensor defekt sein, wird dies sofort erkannt, da kein Strom mehr fließt. Auch sind lange Leitungen kein Problem und das Signal kann an beliebig vielen Stellen in derselben Schleife abgelesen werden. Dank moderner Digitaltechnik ist das Konzept auch für die Zukunft gerüstet. In modernen Versionen der 4-20mA-Schleife werden die Daten mehrerer Sensoren mittels DSP aufbereitet und als frequenzmoduliertes Impulsbündel über eine einzelne, analoge Leitung geschickt. Hierzu sind zwei HART-Modems (Highway Addressable Remote Transducer) erforderlich, die die digitalen Datenpakete auf der Transmitter-Seite dem analogen Signal überlagern und auf der Empfängerseite wieder sauber auskoppeln (Bild 3). Auf diese Weise lassen sich weitere Sensoren integrieren, ohne dass zusätzliche Schleifenkabel verlegt werden müssen. Nicht zuletzt deshalb ist die HART-Technologie heute das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Datenprotokoll in der Prozessindustrie. Sie hat entscheidend dazu beigetragen, die 4-20mA-Schleife zukunftssicher zu machen.

Stromschnittstelle zur Versorgung von Sensoren

Der Strom unterhalb des Messbereichs (<4 mA) kann zur Energiegewinnung verwendet werden, um beispielsweise Sensoren zu versorgen. Allerdings unterliegt diese Verwendung Einschränkungen, denn die gewonnene Energie ist zwar für einen analogen Sensor ausreichend, sie reicht aber nicht aus, um mehrere oder gar intelligente Sensoren (mit DSP und/oder Display) zu versorgen – kein Problem, wenn vor Ort eine entsprechende Stromversorgung vorhanden ist. Befinden sich die zu versorgenden Komponenten allerdings weiter entfernt von der Leitstelle, ist der Aufwand meist entsprechend groß. Herkömmliche Schaltregler-ICs können für diese Aufgabe meist schon deshalb nicht eingesetzt werden, da sie bei Volllast zwar hoch effizient sind, aber schon bei geringer Last die 4-mA-Grenze überschreiten. Dann hilft auch der niedrige Ruhestrom im Schlafmodus nicht weiter, weil dabei die Ausgangsspannung komplett abgeschaltet ist. Auch der Einsatz von Linearreglern ist nicht optimal. Zwar liegt ihr Ruhestrom mit rund 0,5 mA deutlich „im grünen Bereich“ – aber der schlechte Wirkungsgrad sorgt dafür, dass die verfügbare Leistung um etwa Faktor 3 niedriger liegt als dies bei Schaltreglern der Fall ist.

Hier bietet beispielsweise der Schaltregler R420-1.8/PL (Bild 4) eine Lösung. Dank seiner neuartigen Topologie konnte der Leerlaufstrom auf Werte um 0,5 mA gesenkt werden, wobei am Ausgang die volle Nennspannung anliegt. Ein Beispiel: Bei 24 V_{DC} und <3,5 mA am Eingang sind am Ausgang 3,3 V/10 mA verfügbar, so dass neben Mikrocontroller und HART-Modem auch die Sensorelektronik versorgt werden kann, ohne die Funktionalität der Schleife oder die Messgenauigkeit zu tangieren. Ein weiterer Vorteil des neuen Schaltreglers liegt in der Tatsache, dass er durch einfache Beschaltung mit einem Widerstand für alle Ausgangsspannungen zwischen 1,8 V und 5 V programmiert werden kann.

Autor:
Bianca Aichinger,
Product Marketing Manager,
RECOM Power GmbH

Co-Autor:
Axel Stangl, Product Sales Manager Power Supplies,
Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH
www.rutronik.com