

Etwas aus „nichts“ – und die Stromversorgung kostenlos

Viele werden sich sicher noch an den Song der Dire Straights „Money for nothing and...“ erinnern, aber wie viele hätten geglaubt, dass man diese Aussage einmal für die Energieernte benutzen könnte? Der konzeptuelle Übergang ist analog zu „etwas aus nichts und deine Stromversorgung kostenfrei“.



Einige werden jetzt denken, das ist ein wenig weit hergeholt, aber es bleibt Tatsache, dass es sich bei der Energieernte um das Nebenprodukt einer anderen Aktion handelt, das dazu verwendet wird, einen autonomen Sensorknoten (WSN = wireless sensor node) mit Strom zu versorgen. Für diejenigen, die nicht mit WSNs vertraut sind:

Geschlossene Systeme

Dies sind grundsätzlich in sich geschlossene Systeme, die aus einem bestimmten Wandler bestehen, der die in der Umgebung gespeicherte Energie in ein elektrisches Signal umsetzt, normalerweise gefolgt von einem DC/DC-Wandler/Manager, der die nachfolgende Elektronik mit der richtigen Spannung und der geeigneten Stromstärke versorgt. Diese nachgeschaltete Elektronik besteht aus einem Mikrocontroller, einem Sensor und einem Sender/Empfänger.

Wenn man versucht, einen oder mehrere WSNs zu implementieren, sollte man zunächst die Frage beantworten: Wie viel

Energie benötige ich, um sie zu betreiben? Prinzipiell scheint das sehr einfach zu sein; in der Realität ist, das aufgrund mehrerer Faktoren, jedoch etwas schwieriger. Wie häufig müssen beispielsweise Messungen gemacht werden? Oder, noch wichtiger, wie lang wird das Datenpaket sein und wie weit muss es übertragen werden? Dies deswegen, weil der Sender/Empfänger rund 50 Prozent der Energie, die das System insgesamt verbraucht, für eine einzige Sensormessung benötigt. Mehrere Faktoren beeinflussen die Leistungsbedarfscharakteristik des Energieerntesystems eines WSN. Diese sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Leistungsdichte

Natürlich hängt die Energie, die von der Energieerntequelle geliefert wird, davon ab, wie lange die Quelle in Betrieb ist. Deshalb ist das wichtigste Maß für den Vergleich von Energieerntequellen die Leistungsdichte und nicht die Energiedichte. Die Energieernte erfolgt generell mit

geringen, variablen und nicht vorhersehbaren Mengen an verfügbarer Leistung, so dass häufig eine hybride Struktur, die mit dem Energieerntebaustein und einem sekundären Energiespeicher verbunden ist, eingesetzt wird. Der Energieerntebaustein ist, wegen seiner unbegrenzten Energieversorgung und Mangel an Leistung, die Energiequelle des Systems. Der sekundäre Leistungsspeicher, entweder eine Batterie oder ein Kondensator, erzielt eine höhere Ausgangsleistung, speichert aber weniger Energie und liefert die Leistung, wenn nötig. Er erhält – sofern vorhanden – ständig Ladung vom Energieerntebaustein.

Sekundäre Leistungsspeicher

Deshalb muss in Situationen, in denen keine Energie in der Umgebung vorhanden ist, aus der Leistung geerntet werden könnte, der sekundäre Leistungsspeicher genutzt werden, um den WSN zu versorgen. Aus Sicht eines Systementwicklers erhöht dies die Komplexität weiter, da er nun in Betracht ziehen muss, wie viel Energie im sekundären Leistungsreservoir gespeichert werden muss, um das Fehlen der Energiequelle in der Umgebung auszugleichen.

Faktoren zur Speicherung:

1. Die Länge der Zeitspanne, in der die Umgebungsenergiequelle nicht verfügbar ist
2. Der Arbeitszyklus des WSN (das ist die Frequenz mit der eine Datenerfassung und Übertragung ausgeführt werden müssen)
3. Der Größe und Art des sekundären Reservoirs (Kondensator, Superkondensator oder Batterie)
4. Ist genügend Energie in der Umgebung vorhanden, um sowohl als primäre Energiequelle zu dienen und noch genügend Restenergie zu haben, um

Tony Armstrong
Director of Product Marketing
Power Products
Linear Technology
Corporation
www.linear.com

Faktoren, die den Leistungsverbrauch beeinflussen	
Stromversorgung (oder Batterie)	Selbstentladungsrate
	Batteriedimensionen
	Versorgungsspannung
	Art des verwendeten Elektrodenmaterials
	DC/DC-Wirkungsgrad
Sensoren	Wandlung des physikalischen in ein elektrisches Signal
	Komplexität der unterstützenden Komponenten
	Signalabtastung
	Signalkonditionierung
ADC	Abtastrate
	Aliasing
	Dither
Mikroprozessor	Arbeitsfrequenz des Kerns
	Betriebsspannungen
	Versorgung proportional für die Verbraucher für Prozess- & Berechnungen
	Umgebungstemperatur
	Applikationscode
	Peripherienutzung
Funk	Modulationsart
	Datenrate
	Übertragungsbereich
	Arbeitstakt in Betrieb

Tabelle 1: Faktoren, die den Leistungsbedarf von WSNs beeinflussen

das sekundäre Leistungsreservoir aufzuladen, wenn sie für eine spezifizierte Zeitspanne nicht verfügbar ist?

Techniken

Fortschrittliche und handelsübliche Energieerntetechniken, wie z.B. die Energieernte aus Vibrationen oder Solarzellen für Innenräume, generieren unter normalen Betriebsbedingungen Leistungsmengen in der Größenordnung von einigen Milliwatt. Obwohl solche Leistungsmengen gering erscheinen mögen, kann der Betrieb von Energie erntenden Elementen über einige Jahre hinweg bedeuten, dass diese Techniken durchaus vergleichbar mit Primärbatterien mit langer Lebensdauer sind, sowohl bezüglich der Energiebereitstellung als auch der Kosten pro gelieferter Energieeinheit.

Darüber hinaus sind Systeme, die das Energieernten enthalten üblicherweise in der Lage, nach einer Vollerladung das Reservoir wieder voll aufzuladen,

ENERGIEQUELLE	PRODUZIERTE TYPISCHE ENERGIEMENGE	TYPISCHE APPLIKATION
Kleine Solarzellen	Einige 100 mW/cm ² (direktes Sonnenlicht)	Elektronische Handheld-Geräte
Kleine Solarzellen	Einige 100 mW/cm ² (indirektes Sonnenlicht)	Elektronische Handheld-Geräte
Seebeck-Bausteine (die Wärmeenergie in elektrische Energie wandeln)	Einige 10 µW/cm ² (Körperwärme)	Abgesetzte drahtlose Sensoren
Seebeck-Bausteine (fortgesetzt)	Einige 10 µW/cm ² (Heizungsrohr)	Abgesetzte drahtlose Aktoren
Piezoelektrische Bausteine (die Energie entweder bei Druck oder Dehnung des Bausteins generieren)	Einige 100 µW/cm ²	Elektronische Handheld-Geräte oder abgesetzte drahtlose Aktoren
HF-Energie einer Antenne	Einige 100 pW/cm ²	Abgesetzte drahtlose Sensoren

Tabelle 2: Energiequellen und die Energiemenge, die sie produzieren können

etwas, das Systeme die von einer Primärbatterie versorgt werden, nicht können.

Generierte Mengen

In der Umgebung vorhandene Energiequellen sind Licht, Wärmeunterschiede, vibrierende Strahlen, übertragene HF-Signale oder eine beliebige andere Quelle, die elektrische Ladung über einen Wandler produzieren kann. Tabelle 2 illustriert die Energiemengen, die von den unterschiedlichen Energiequellen generiert werden können.

Die erfolgreiche Entwicklung eines vollständig in sich geschlossenen, drahtlosen Sensorsystems erfordert am Markt verfügbare, Strom sparende Mikrocontroller und Wandler, die nur minimal elektrische Energie aus den Umgebungen mit geringer Energie entnehmen. Glücklicherweise sind seit einigen Jahren preisgünstige und Strom sparende Sensoren und Mikrocontroller verfügbar; jedoch sind erst seit kurzem extrem verlustleistungsarme Sender/Empfänger kommerziell erhältlich.

Bei weltweit nur schwer verfügbarer Expertise in der Entwicklung von analogen Schaltnetzteilen, war es schwierig, ein effektives Energieerntesystem, wie in Bild 1 dargestellt, zu realisieren. Die primäre Hürde war der Aspekt des Leistungsmanage-

ments, der mit der drahtlosen Datenfernerfassung zusammenhängt. Glücklicherweise haben jedoch Firmen wie Linear Technology eine breite Palette an Energie erntenden ICs vorgestellt, welche die Leistungswandlung und das Systemmanagement eines WSN-Designs vereinfachen.

Diese Bausteine können Energie aus nahezu jeder Licht-, Wärme- oder Vibrationsquelle extrahieren. Darüber hinaus vereinfachen sie mit ihren umfangreichen Funktionen und einfachem Design die schwierig zu realisierende Leistungswandlung in einer Energie erntenden Kette stark. Dies sind gute Nachrichten für die Entwickler von WSNs, da sie wegen ihrer hohen Integrationsdichte, einschließlich Power-Management-Control und marktgängigen externen Komponenten, zur kompaktesten, einfachsten und am leichtesten einzusetzenden verfügbaren Lösung führen.

Zusammenfassend kann man sagen: Obwohl die Leistung aus vielen Energiequellen in der Umgebung kostenfrei ist, müssen Systementwickler und Systemplaner die spezifischen Anforderungen ihres Power-Management-Systems von Anfang an priorisieren, um effiziente Entwicklungen und einen erfolgreichen langfristigen Einsatz sicher zu stellen. ◀