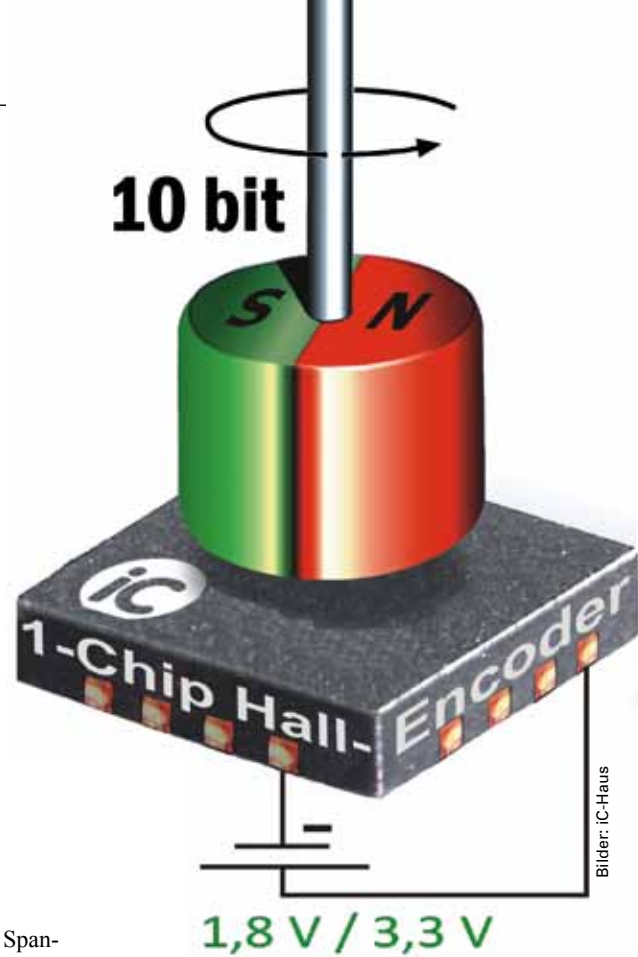


Verlässliches Gespür

Positionen im Batteriebetrieb mit wenigen Mikroampere zu erfassen, wird bei portablen Geräten und Sensoren durch die Integration von Hall-Sensoren samt Auswerteschaltung zu einem 1-Chip-Encoder möglich.



Bilder: iC-Haus

Dr. David Lin, Jonas Kupp

Stromsparen angesagt

Die magnetische Positionserfassung mit Hall-Sensoren, die sich zusammen mit der gesamten Encoder-Logik zu einem 1-Chip-Encoder integrieren lassen, ist beliebt. Hall-Sensoren sind platzsparend und kostengünstig einsetzbar, benötigen aber im statischen Betrieb relativ viel Strom. Die benötigte Energie kann entweder durch eine Energy-Harvesting-Lösung gewonnen oder durch eine Batterie bereitgestellt werden.

Stromsparender ist es, die Hall-Sensoren getaktet zu betreiben. Dazu ist eine schnelle Erfassung der Position, Auswertung und Taktung der Hall-Sensoren erforderlich. Für den Batteriebetrieb sind daher spezielle Lösungen gefragt.

Die mit einem Hall-Sensor erzeugte Spannungsdifferenz ist proportional zur magnetischen Flussdichte und zum eingepprägten Strom sowie umgekehrt proportional zur Tiefe des Sensor-Elementes. Mit der CMOS-Integration sind die Hall-Konstante sowie die Dicke des Elements durch den Prozess vorgegeben. Der Schaltungsentwurf kann daher den Stromverbrauch im Wesentlichen über drei Optionen variieren: Durch einen variablen Messzyklus mit getakteter Stromquelle wird die Messfrequenz an die maximal geforderte Geschwindigkeit der Positionserfassung angepasst. Durch ein ULP-Schaltungsdesign (Ultra Low Power) werden die einzelnen Funktionsblöcke

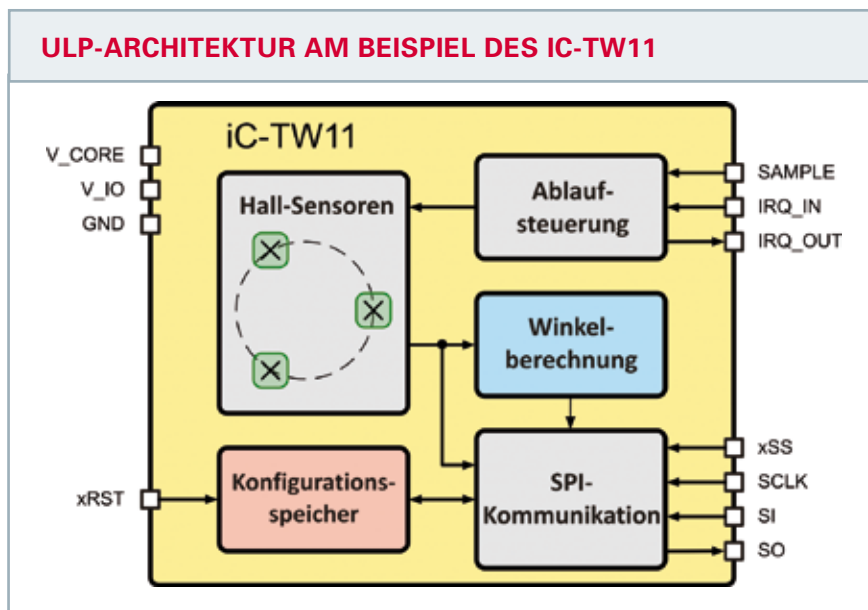
aktiviert, wenn sie tatsächlich benötigt werden. Eine programmierbare Power-Down- und Wake-Up-Steuerung verhindert unnötige Aktivzeiten. Die verringerte Versorgungsspannung auf 3,3 V, beziehungsweise 1,8 V für I/O-Ports, ermöglicht eine weitere Reduzierung der Stromaufnahme und vereinfacht den Entwurf der Batterieversorgung.

Um eine bessere Unterdrückung von magnetischen Störfeldern zu erreichen, verwendet man in typischen 1-Chip-Hall-Encoder-ICs für den Industrieinsatz je ein Hall-Elementpaar für die Erfassung der Sinus- und Cosinus-Magnetfeldkomponenten, die ein über dem Chip rotierender diametral magnetisierter Magnet erzeugt. Es kommen dabei je zwei Hall-Elemente für eine differenzielle Signalverarbeitung zum Einsatz. Mit einer dreiphasigen Abtastung von drei statt vier Hall-Sensoren sinkt die Stromaufnahme bereits um 25 Prozent.

Immer an der Quelle

Eine geeignete Architektur für eine integrierte 1-Chip-Lösung im ULP-Design muss bei ständigem Betrieb aus der Batterieversorgung die Möglichkeit besitzen, sich selbst komplett ein- und auszuschalten. Der iC-TW11 wurde speziell für batteriebetriebene Geräte entwickelt, die eine hochintegrierte, stromsparende und genaue Positionserfassung benötigen und einen zentralen

ULP-ARCHITEKTUR AM BEISPIEL DES IC-TW11



Mikrocontroller über eine SPI-Schnittstelle bedienen. Die Erfassung der Position und Abtastung der Hall-Sensoren erfolgt immer, wenn diese Information tatsächlich erforderlich wird. Unnötige Messzyklen entfallen. Zwischen den Messungen erfolgt die Abschaltung aller nicht benötigten Schaltungsteile. Die Abtastung der Hall-Sensoren, die nachgeschaltete Verstärkerschaltung mit Regelung und automatischem Abgleich sowie die Interpolation zur Winkelberechnung ist schnell und stromsparend ausgelegt. So kann der benötigte durchschnittliche Strom auf weniger als $3 \mu\text{A}$ bei einer Abtastrate von 10 Hz und einer Auflösung von 10 Bit gesenkt werden. Im automatisch aktivierten Ruhebetrieb zwischen den Messungen beträgt der benötigte Strom des kompletten 1-Chip-Hall-Encoders typischerweise 100 nA. Die Schnittstellen zur Außenwelt arbeiten mit 3,3 V oder 1,8 V. Sie benötigen daher keine Pegelanpassung an einen ULP-Mikrocontroller, der die gleiche Versorgungsspannung benutzt.

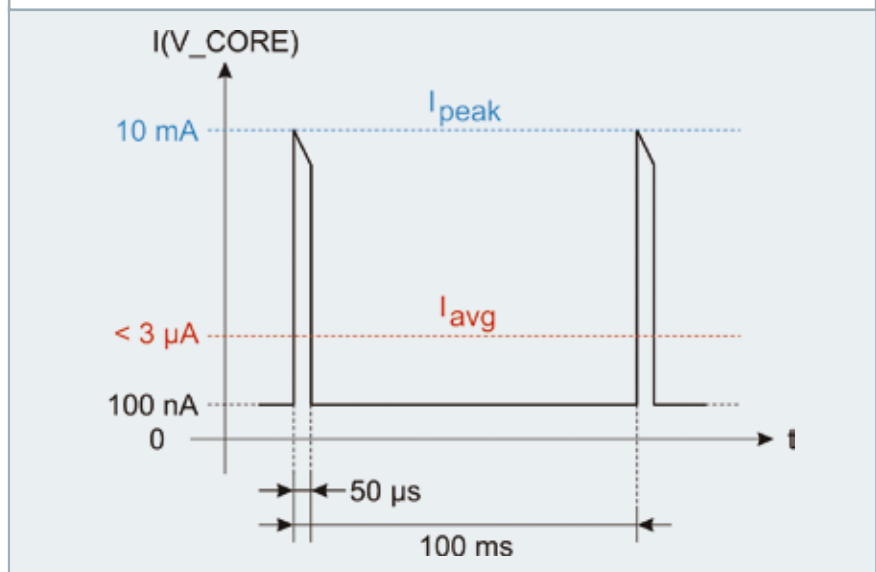
Auch ein dynamischer Betrieb mit höheren Abtastraten ist möglich: Damit der ULP-Mikrocontroller nach dem Starten einer Positionsmessung in den Ruhemodus gehen kann, ist ein Interrupt-Ausgang zum nachfolgenden Wecken des Mikrocontrollers vorhanden. Werden mehrere Positionswerte benötigt, ist die Kaskadierung von mehreren iC-TW11 mittels SPI-Kette und Interruptleitungen vorgesehen. Da nicht immer die maximale Genauigkeit benötigt wird, kann die eingebaute Filterfunktion ausgeschaltet werden – das spart nahezu 40 Prozent der Stromaufnahme.

Ein Messzyklus kann vom Mikrocontroller oder über einen getrennten Trigger-Eingang gestartet werden. Liegt ein neuer Positionswert vor, wird der Mikrocontroller per Interrupt aus dem Ruhemodus in den aktiven Betrieb zurückgeholt. Über die 4-Draht-SPI-Schnittstelle werden die absoluten Positionsdaten mit Taktraten bis 16 MHz ausgelesen. Eine hohe Taktrate wirkt sich reduzierend auf die Stromaufnahme aus, da die aktiven Zeiten des iC-TW11 und des Mikrocontrollers verringert werden. Statt der Batterie kann auch eine Energy-Harvesting-Lösung eingesetzt werden, wenn die Spitzenströme per Kondensatorpufferung bereitgestellt werden. Bei digitalen Bedienknöpfen ist eine Ultra-Cap-Pufferung möglich, die Netzausfälle überbrückt.

Positionserfassung bei Netzausfall

Eine stromsparende Positionserfassung ist in einigen Anwendungen auch beim Netz-

STROMBEDARF IM DYNAMISCHEN START-/STOPP-BETRIEB



Im automatisch aktivierten Ruhebetrieb zwischen den Messungen beträgt der benötigte Strom des kompletten 1-Chip-Hall-Encoders 100 nA.

ausfall gefordert. Bei Werkzeugmaschinen oder Handhabungsautomaten, die sich auf Grund ihrer Trägheit nach Netzausfall noch weiter bewegen können, wäre es fatal, wenn diese Positionsänderung nicht erkannt und ein Wiederanlauf mit falschen Daten erfolgen würde. Daher muss in diesen Antrieben das Nachlaufen durch Multiturn-Encoder sicher erfasst werden. Sie besitzen entweder ein mechanisches Getriebe oder eine elektronische Erfassung mit einer Netzausfallsicherung. Für letzteren Fall bedeutet dies, dass die Multiturn-Erfassung sowohl im Netz- wie auch im Batteriebetrieb arbeiten muss. Der 1-Chip-Hall-Encoder iC-PV beherrscht die automatische Umschaltung zwischen Batterie- und Netzbetrieb.

Der iC-PV überwacht selbstständig seine Versorgungsspannung VDD und schaltet auf VBAT um, wenn ein unterer Grenzwert erreicht wird. Nach Rückkehr der Spannungsversorgung stellt der Baustein iC-PV die Multiturn-Daten mit CRC-Check über eine serielle Multiturn-Schnittstelle dem Singleturn-Baustein zur Verfügung. Dieser synchronisiert die Multiturn- mit den Singleturn-Daten. Zur Fehlerabsicherung der Multiturn-Daten arbeitet der Encoder intern mit 10-Bit-CRC-Prüfdaten und signalisiert Fehler am NERR-Ausgang beziehungsweise bei der seriellen Übertragung der Multiturn-Daten. Die vier Hall-Sensoren erfassen die Positionsänderungen. Die Anzahl der Umdrehungen wird in einem Multiturnzähler mit bis zu 40 Bit Länge gespeichert.

Das ULP-Design des iC-PV besitzt eine eigene unabhängige Takt- und Zeitsteuerung, um sich zu einem definierten Messzyklus aufzuwecken. Je nach eingestellter Abtastrate können Umdrehungszahlen von 12.000 bis 100.000 U/min erfasst werden. Die durchschnittliche Stromaufnahme beträgt dabei $2 \mu\text{A}$ bis $30 \mu\text{A}$ und erlaubt einen Batteriebetrieb über mehrere Jahre. Bei einer Versorgung von 3,0 V bis 5,5 V arbeitet der Encoder im industriellen Betriebstemperaturbereich von -40 bis $+125 \text{ }^\circ\text{C}$ mit dem iC-MHM oder einem ULP-Mikrocontroller zusammen. (vs/sc) ■

Autoren:

Dr. David Lin und Jonas Kupp sind bei iC-Haus in Bodenheim für Applikation und Vertrieb von ASSPs zuständig.

www.mechatronik.info

Diesen Artikel finden Sie im Internet, wenn Sie im Feld »Suche« die Dokumentennummer ME2118733 eingeben.

KONTAKT

iC-Haus GmbH
Am Kuemmerling 18
55294 Bodenheim
Tel.: +49 6135 9292-0
E-Mail: info@ichaus.de
www.ichaus.de