

Positionserfassung

Encoder mit oder ohne Motorkommutierungssignale?

Die Integration der Positionserfassung in einem Encoder-Chip eröffnet jetzt auch die Option, die UVW-Kommutierungssignale für die BLDC-Motorsteuerung auf dem selben Chip zu erzeugen. Die damit erzielte Einsparung von Verbindungsleitungen durch Reduzierung der Bauelementzahl von Mehrchip- auf eine Singlechip-Lösung in Mixed-Signal CMOS-Technologie resultiert in verringerten Systemkosten und verkürzten Signal-Latenzzeiten.

Autor: Dr. David Lin

Energieeffizienz ist gefragt. Die Latenzzeit ist besonders entscheidend bei schnell laufenden Motoren und der Forderung nach einer genauen Positionserfassung. Das wesentliche Ziel ist es, durch eine zeitlich exaktere Motorkommutierung die Umschaltverluste zu verringern und so die Effizienz zu verbessern. Für die Erzeugung der Kommutierungssignale UVW nutzt man im einfachsten Fall drei im Motor um 120° elektrisch versetzt eingebaute Hall-Sensoren, die die UVW-Signale generieren. Diese werden dann direkt der Motorsteuerung zugeführt oder über einen Mikrocontroller ausgewertet, um dann die Treiberstufen anzusteuern.

UVW-Erzeugung

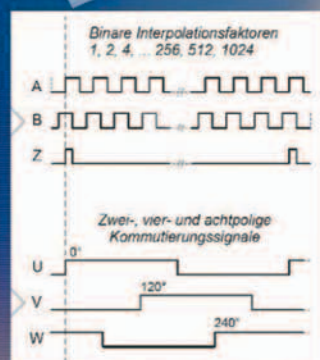
Weitere Möglichkeiten, Kommutierungssignale zu erzeugen, sind:

- Ableitung von Position und Drehzahl durch Erfassung der Gegen-EMK,
- Kommutierungscodescheiben, die optisch/magnetisch abgetastet werden,
- Berechnung im Mikrocontroller aus den Positionsdaten des Motor-Encoders,
- Ableitung im Motor-Encoder mit UVW- und Positionsdatenausgabe.

Die sensorlose Ermittlung der Position über eine Messung der induzierten EMK im Nulldurchgang ist für höhere und konstante Drehzahlen geeignet, während bei geringen und dynamisch veränderlichen Drehzahlen die Positionsbestimmung des Rotors ungenau wird und virtuelle Modelle bzw. Algorithmen für den Anlauf erfordern.

Spezielle optische Kommutierungscodescheiben sind in einfachen Anwendungen mit Blockkommutierung weit verbreitet. Eine UVW-Berechnung aus den Positionsdaten des Motorencoders ist flexibel und bei entsprechender Rechenleistung des Mikrocontrollers leicht zu implementieren. Auch lässt sich mit dieser Methode eine sinusförmige Kommutierung realisieren. Nicht zu vernachlässigen ist dagegen die Latenzzeit von der Positionserfassung bis zur Ausgabe der UVW-Signale. Zu berücksichtigen sind die Verarbeitungszeit im Encoder, die Übertragungszeit zum Mikrocontroller, sowie die dort anfallende Zeit zur Umrechnung in UVW-Signale und deren Ausgabe. Je nach Aufbau des Encoders und der Übertragungsart können diese Zeiten sich leicht zu einer mehrere hundert Mikrosekunden großen Latenzzeit aufaddieren.

Die Integration der UVW-Generierung im Encoderbaustein ergibt die kürzeste Latenzzeit, wenn diese Signale direkt aus den Sensordaten per Digitalwandlung gewonnen werden. Bild 1 zeigt die Architektur des magnetischen Ein-Chip-Encoder iC-MH8. Er



enthält ein Hallensensor-Array und eine anschließende Signalverstärkung und Amplitudenregelung der Hallensensorsignale, deren Sinus- und Cosinus-Signalkanäle das Abbild der Magnetfeldkomponenten sind. Als Analogsignale können diese Sinus-/Cosinus-Signale in differenzieller Form ausgegeben und von angeschlossenen Verarbeitungseinheiten, zum Beispiel einem Mikrocontroller, ausgewertet werden.

Die differenzielle Sinus/Cosinus-Übertragung ist eigensicher und ein Leitungsbruch oder Kurzschluss kann unmittelbar erkannt werden, indem die Positionswerte durch Auswertung ihrer momentanen Signalamplitude ($\sin(\omega t)^2 + \cos(\omega t)^2 = \text{konstant}$) im Mikrocontroller oder mit einem externen Safety-Monitorbaustein, wie zum Beispiel dem iC-RC1000, überwacht werden.

Die Präsenz des Magneten auf der Motorachse wird ebenfalls überwacht; bei Magnetfeldverlust oder Übersteuerung wird ein Fehlersignal am Pin NERR ausgegeben.

Separater Digitalwandler

Für die Erzeugung der UVW-Kommutierungssignale ist ein separater Digitalwandler vorhanden, der sich für 2-, 4- oder 8-polige Motoren konfigurieren lässt. Die steigende Flanke vom U-Signal (siehe Zeitdiagramm in Bild 1) markiert dabei die Nullposition und kann mit 256 Schritten in Inkrementen zu 1,4 Grad programmiert werden. Für die Übertragung der UVW-Signale über längere Leitungen sind differenzielle RS422-Treiber vorgesehen. Die Auflösung des 12-Bit-Interpolators ist einstellbar und ermittelt die absolute Winkelposition. Sie kann über die SSI/BiSS-Schnittstelle jederzeit seriell ausgelesen werden. Zusätzlich generiert der iC-MH8 die inkrementellen ABZ-Signale, die Positionsänderung schon ab 0,1 Grad signalisieren [1].

Der iC-MH8 ermöglicht bei 12-Bit-Auflösung eine Positionserfassung bis zu 120.000 U/min. Die Bandbreite des internen analogen Verstärkers liegt bei 20 kHz und bewirkt eine drehzahlproportionale Phasenverschiebung zur tatsächlichen Position. Die Latenzzeit des Interpolators selbst ist kleiner als 1 μ s. Zum Ausgleich von Bauteil- und Montagetoleranzen lassen sich Sinus- und Cosinus-Signale in Amplitude und Offset abgleichen. Durch Einprogrammierung eines Nullpunktoffsets kann die Absolutposition innerhalb von 360 Grad in 1,4-Grad-Schritten verändert und damit nachträglich angepasst werden.

Auf einen Blick

UVW-Kommutierungssignale für die BLDC-Motorsteuerung

Energie-Effizienz ist in der Industrie ein zentrales Thema, da mehr als 60 Prozent des Stromverbrauches durch Elektromotoren entsteht. Die größte Einsparung ergibt sich durch, dem Bedarf anpassbare, drehzahlgeregelte Antriebe und eine Reduzierung der Motorverluste. Eine präzisere Positionserfassung und elektronische Kommutierung leistet hierzu einen wichtigen Betrag. Eine Integration von optischen und magnetischen Sensoren mit dem Mixed-Signal-Encoder-ICs auf einem Chip ergibt die Möglichkeit, sowohl die Auflösung weiter zu steigern, wie auch die Kommutierungssignale im Ein-Chip-Encoder direkt zu erzeugen. Die Ein-Chip-Encoder-Lösung, und die programmierbare Anpassung an Motoren mit unterschiedlichen Polanzahl, erlaubt gleichzeitig eine Reduzierung der System-, Entwicklungs- und Logistikkosten.

infoDIREKT www.all-electronics.de

504ei0512

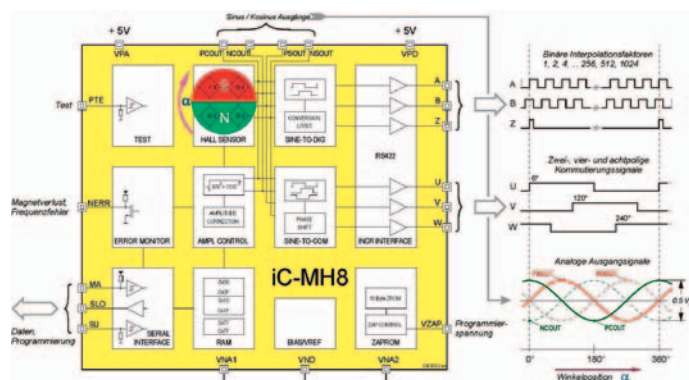


Bild 1: Magnetischer Encoder iC-MH8 mit Positionsdaten- und UVW-Signalerzeugung.

Ein-Chip-Encoder-Auswahl

Die Motorkommutierungssignale sind sowohl in optischen, wie auch magnetischen Ein-Chip-Encodern verfügbar. Die wichtigsten Parameter für die Auswahl sind Auflösung, Motordrehzahl, Polpaarzahl und die Schnittstellenoptionen für die Abfrage der Positionsdaten. Bei den optischen Ein-Chip-Encodern iC-LTA, iC-PT33xx und iC-PT26xx wird die Auflösung durch die Einteilung auf der Codescheibe bestimmt, welche auch die maximal erreichbare Motordrehzahl festlegt. Typisch sind hier Drehzahlen bis 24.000 U/min erreichbar. Auch die Polanzahl, für die Kommutierungssignale erzeugt werden, ist durch die Codescheibe definiert. ABZ-Signale sind bei allen Ein-Chip-Encoder-Lösungen vorhanden. Bei den magnetischen Encoder-ICs steht zusätzlich die serielle SSI/BiSS mit 10 MHz Übertragungstakt zur Verfügung, sowie Sin/Cos beim iC-MH8 und iC-MU [2]. Letzterer unterstützt eine programmierbare Anzahl von ein bis 16 Polpaaren. Beim iC-MH kann zwischen ein und zwei Polpaaren gewählt werden. Der iC-MH8 unterstützt ein, zwei und vier Polpaare (zwei, vier und acht Pole). Der iC-MU erzielt mit zweiseitigen magnetischen Polrädern (zum Beispiel für Hohlwellen-Encoder) oder linearen Messbändern eine Auflösung von bis zu 18 Bit.

Eine weitere Alternative zur Verringerung der Latenzzeit ist die Verwendung von absoluten Ein-Chip-Encoder-ICs mit paralleler Positionsabgabe. So liefert zum Beispiel der optische Ein-Chip-Encoder iC-LNB mit 16- bis 18-bit-Auflösung seine Positionsdaten mit nur 500 ns Verzögerungszeit an den parallelen Ausgängen ab. Die Berechnung der UVW-Signale für Motoren mit einer beliebigen Polanzahl lässt sich dann im Mikrocontroller mit hoher Genauigkeit und geringen Latenzzeiten durchführen. Gleichzeitig bietet diese Option die Möglichkeit eine noch genauere Sinuskommutierung zu erreichen.

Die vorgestellten Ein-Chip-Encoder-ICs erzielen eine deutliche Leistungssteigerung und höhere Genauigkeit der Kommutierung gegenüber bisherigen Lösungen. Die Programmierbarkeit der Polpaarzahl und die Vielzahl der Schnittstellenoptionen (SSI/BiSS, ABZ, Sin/Cos und UVW) bieten dabei Vorteile in der Logistik und Flexibilität für Motoren mit integrierter Positionserfassung, Kommutierung und Steuerung. (jj)

Literatur

- [1] iC-Haus GmbH, White Paper: Positionsänderungen schnell und einfach erfassen.
- [2] Dipl.-Ing. Hartmut Scherner, Dipl.-Ing. Joachim Quasdorf: 18 Bit Absolut-Encoder-IC, *elektronik-industrie* 3-2012, S. 64 bis 66.

Der Autor: Dr. David Lin, iC-Haus, Bodenheim.

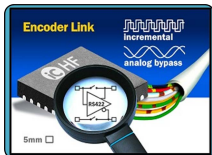
Auswahltable für optische und magnetische Encoder ICs für Motorkommutierung

Parameter	Ein-Chip Optische Encoder IC's			Ein-Chip Magnetische Encoder IC's		
	iC-LTA	iC-PT33xx	iC-PT26xx	iC-MH	iC-MH8	iC-MU*
Auflösung	variable+	1000...2500 PPU	250...1250 PPU#	12 bit	12 bit	18 bit
Kommutierungssignale	UVW	UVW	UVW	Diff.-UVW	Diff.-UVW	UVW
Integrierte UVW-Treiber	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein
Anzahl der Polpaare	variabel	variabel	variabel	1 und 2	1, 2 und 4	1 bis 16
Motordrehzahl [UM/min]	typ. 24.000+	typ. 12.000	typ. 24.000	120.000	120.000	24.000
ABZ-Ausgänge	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
SSI/BiSS-Schnittstelle	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Sinus/Cosinus	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
SPI-Schnittstelle	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja

+ definiert durch die Kodescheibe

PPU= Pulse pro Umdrehung

* In Vorbereitung



Product Selector Line Driver iCs