42–43/2026 13.11.2026
ISSN 0344-8843 € 6,–
www.markt-technik.de

Markt&Technik

DIE ZEITUNG FÜR ELEKTRONIK, KI UND INFORMATIONSTECHNIK

Anzeige

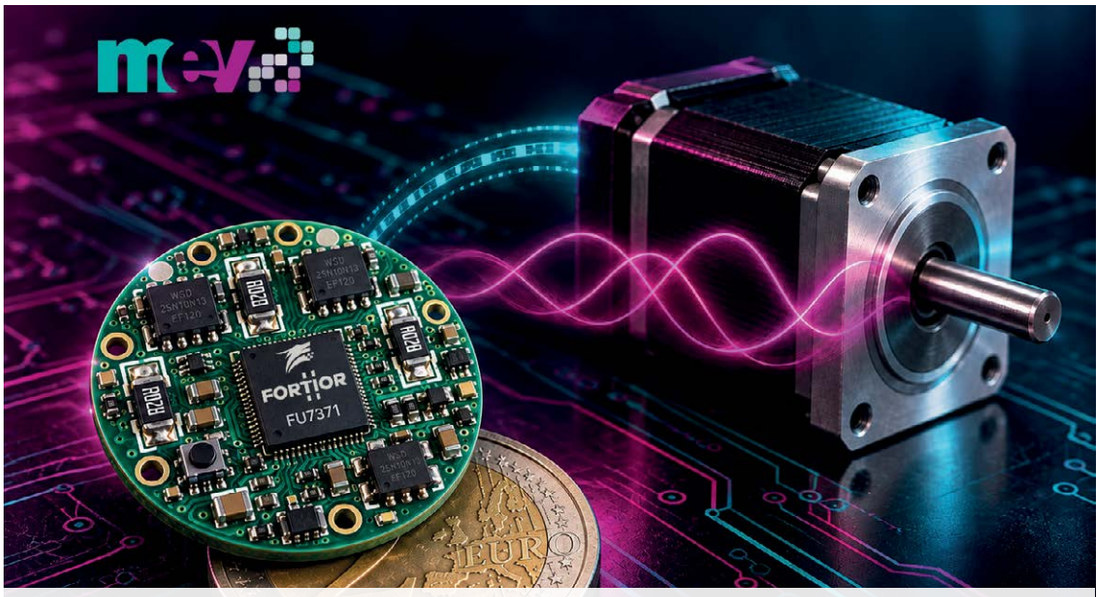


Bild: MEV

Feldorientierte Regelung für Schrittmotoren: Der hochintegrierte FU7371 von Fortior vereint RISC-V-Mikrocontroller, hardwarebasierte Motion Engine, Positionsauswertung und Gate-Treiber auf einem Chip. Seite 39

FOKUS
Interview mit Dr. Markus Willert, Keenfinity EMS: »Start-up-Spirit mit 20 Jahren Bosch-Erfahrung« Seite 10

INTERVIEW DER WOCHE
mit **Dr. Henner Spelsberg, ODU:** »Von der Dynamik der Märkte fasziniert« Seite 14

STECKVERBINDER&KABEL
Konfigurierbares Verbindungssystem: Mehrpolige Klemmenleisten selbst aufbauen Seite 16

SPS 2026
DigiKey: Condition Monitoring und Predictive Maintenance im Zeitalter von KI und Industrie 4.0 Seite 28

Zuwachs für das STM32-Portfolio

ST setzt auf neue MCUs und stärkere Partnerschaft mit Arm

Das STM32-Portfolio reicht von Mixed-Signal- und Mainstream-MCUs bis zu leistungsstarken, besonders stromsparenden und drahtlos kommunizierenden Mikrocontrollern. Remi El-Ouazzane, President, Microcontrollers, Digital ICs and RF Products Group von STMicroelectronics, beschreibt STM32 als einheitliche Plattform mit Cortex-M-Kernen, gemeinsam genutzter IP, einem gemeinsamen Softwareökosystem und gemeinsamen Fertigungstechnologien. Entwickler könnten dadurch Know-how, Werkzeuge und Software über mehrere Produktfamilien hinweg weiterverwenden. Neu hinzu kommt die STM32A-Familie mit den drei Produktlinien A4, A5 und A9 für Automotive- und andere Anwendungen mit hohen Anforderungen an die funktionale Sicherheit.

Der STM32A4 ist für einfache lokale Steuerknoten im Fahrzeug und für Sicherheitssysteme vorgesehen. Seite 3

Industrial AI und Software-Defined Automation

SPS 2026 mit klarem Fokus auf KI

Industrial AI und Software-Defined Automation – so lauten die Themen, die auf der Messe SPS Smart Production Solutions 2026 im Vordergrund stehen und sich an vielen Ausstellerständen ebenso widerspiegeln wie im Vortragsprogramm auf den SPS Stages. Insgesamt erwartet die Veranstaltergesellschaft Mesago rund 1180 Aussteller, die auf 15 Messehallen verteilt einen umfassenden Einblick in die gesamte Bandbreite der industriellen Automatisierung gewähren – von Antriebs- und Steuerungstechnik über Sensorik, industrielle Kommunikation und Software bis hin zu intelligenten Automatisierungslösungen mit KI-Nutzung für die digitale Fabrik. Zum Rahmenprogramm gehören neben Vorträgen auch Guided Tours und der SPS Makeathon.

Mehr zur SPS 2026 lesen Sie ab Seite 22. (ak)

FOC-Regelung für Schrittmotoren

High-End-Regelung zum kleinen Preis

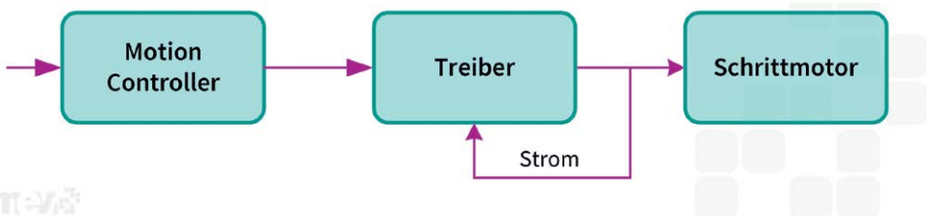
Feldorientierte Regelung für Schrittmotoren: Der hochintegrierte FU7371 von Fortior vereint RISC-V-Mikrocontroller, hardwarebasierte Motion Engine, Positionsauswertung und Gate-Treiber auf einem Chip.

Von Guido Gandolfo, Product Line Manager Motion Control bei MEV Elektronik Service

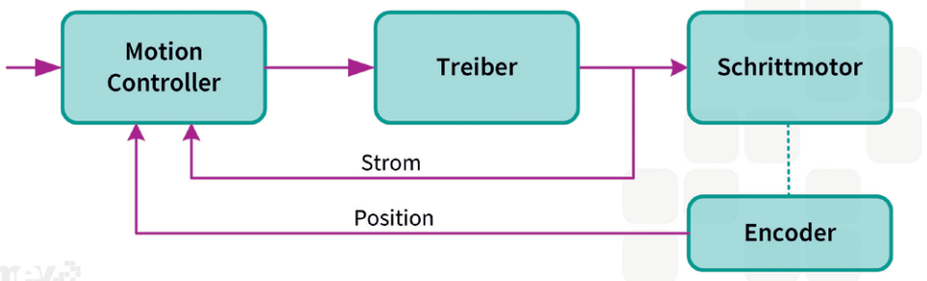


Die Feldorientierte Regelung (FOC) ist bei BLDC-Motoren längst etabliert. Bei Schrittmotoren hingegen wird sie bislang vergleichsweise selten eingesetzt. Der zusätzliche Aufwand für Regelungselektronik und Positionsrückführung machte entsprechende Lösungen vor allem für anspruchsvolle Anwendungen interessant. Mit dem FU7371 überträgt Fortior, bislang vor allem als Hersteller von BLDC-Motorcontrollern bekannt, seine FOC-Technologie nun auf den Schrittmotor.

Der hochintegrierte Baustein kombiniert einen RISC-V-Prozessorkern mit einer dedizierten Hardwareeinheit für die Motorregelung, Gate-Treibern und einem integrierten AMR-Positionssensor. Zusammen mit wenigen externen Komponenten lassen sich damit kompakte Closed-Loop-Antriebe realisieren, deren Hardwarekosten deutlich unter denen bisheriger Lösungen liegen können. Damit wird eine Technologie wirtschaftlich interessant, die das Potenzial hat, den klassischen Schrittmotorantrieb grundlegend zu verändern: Statt den Motor unabhängig von seiner tatsächlichen Belastung mit einem vorgegebenen Strom zu betreiben, kann die Regelung das benötigte Drehmoment gezielt bereitstellen.



Open-Loop-Schrittmotor-Ansteuerung (Bilder: MEV Elektronik Service)

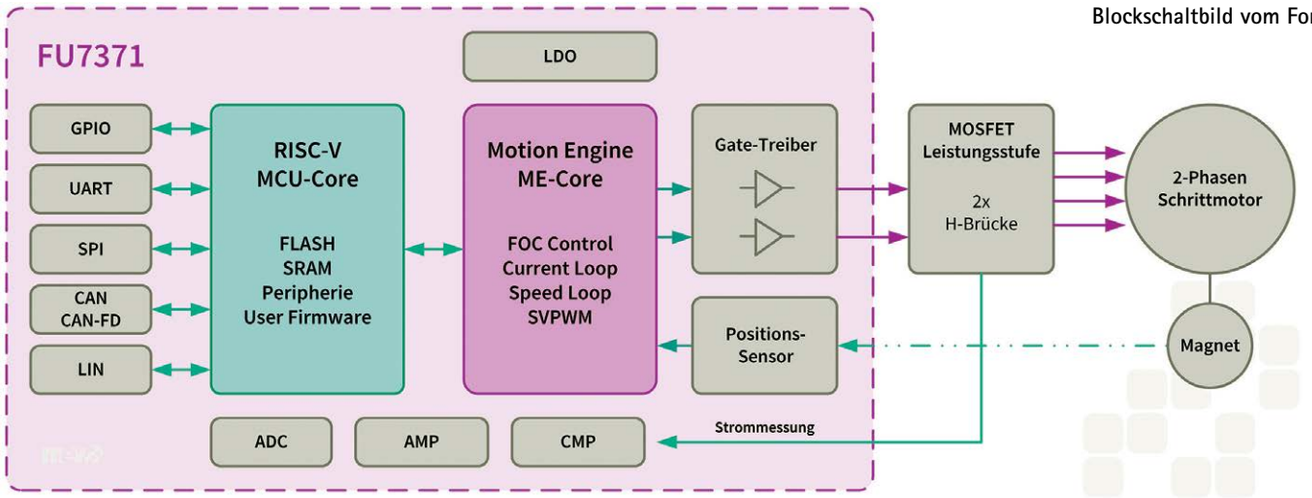


Closed-Loop-Schrittmotor-Ansteuerung

Vom klassischen Schrittmotor zum geregelten Antrieb

Schrittmotoren sind seit Jahrzehnten bewährte Antriebselemente für präzise Positionieraufgaben. Ihr wesentlicher Vorteil liegt in der einfachen Ansteuerung: Die Rotorposition wird durch die vorgegebene Schrittfolge bestimmt, sodass im klassischen Open-Loop-Betrieb keine Positionsrückführung erforderlich ist. Solange das verfügbare Drehmoment ausreicht, folgt der Motor den Sollwerten zuverlässig. Diese Einfachheit hat jedoch ihren Preis. Um Schrittverluste auch bei wechselnden Lastbedingungen zu vermeiden, wird der Motorstrom üblicherweise mit ausreichender Reserve dimensioniert. Insbesondere im Teillastbetrieb führt dies zu unnötiger Verlustleistung und Erwärmung. Wird das verfügbare Drehmoment dennoch überschritten, kann der Motor Schritte verlieren, ohne dass die Steuerung dies unmittelbar erkennt.

Ein Closed-Loop-Antrieb erfasst dagegen die tatsächliche Rotorposition und vergleicht sie mit dem Sollwert. Abweichungen werden erkannt und durch die Regelung ausgeglichen.



Blockschaltbild vom Fortior FU7371

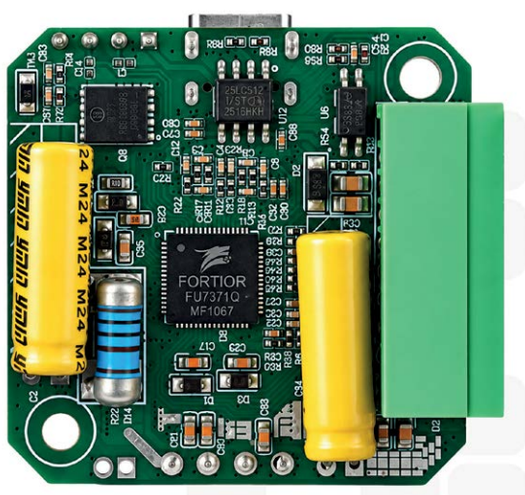
Dabei ist allerdings zwischen einer klassischen Positionsregelung mit angepasstem Motorstrom und einer feldorientierten Regelung zu unterscheiden. Erst die FOC ermöglicht es, die Phasenströme gezielt an der Rotorlage auszurichten und das Drehmoment bedarfsgerecht zu erzeugen.

Feldorientierte Regelung mit dem FU7371

Bei der feldorientierten Regelung (FOC) werden die Motorströme nicht mehr anhand einer vorgegebenen Schrittfolge erzeugt, sondern kontinuierlich an der tatsächlichen Rotorlage ausgerichtet. Dazu erfasst der Controller die Rotorposition und die Phasenströme und berechnet daraus die optimale Ansteuerung des Motors. So wird nur das Drehmoment erzeugt, das für die aktuelle Bewegung und Belastung tatsächlich benötigt wird. Das reduziert die Verlustleistung und Erwärmung und verbessert gleichzeitig das dynamische Verhalten des Antriebs. Die Umsetzung einer solchen Regelung erfordert erhebliche Rechenleistung und eine präzise zeitliche Abstimmung von Positionsmessung, Stromerfassung und PWM-Ansteuerung. Genau hier setzt der FU7371 von Fortior mit seiner Dual-Core-Architektur an. Sie kombiniert einen RISC-V-Prozessorkern mit einer dedizierten Motion-Engine (ME-Core), die die feldorientierte Regelung direkt in Hardware ausführt. Dadurch wird der RISC-V-Kern entlastet und steht für übergeordnete Aufgaben wie Bewegungsprofile, Kommunikation und Systemsteuerung zur Verfügung.

Neben der Motion-Engine integriert der FU7371 die erforderlichen Peripheriefunktionen zur Strommessung und PWM-Erzeugung sowie Gate-Treiber zur Ansteuerung externer MOSFETs. Die Leistungselektronik lässt sich damit an unterschiedliche Motorströme und Versorgungsspannungen anpassen. Je nach Auslegung sind Antriebe mit bis zu 100 V realisierbar. Die hohe Integration reduziert sowohl den Bauteilaufwand als auch den Platzbedarf auf der Leiterplatte. Eine Besonderheit ist der integrierte AMR-Positionssensor. Mit einem zweipoligen, diametral magnetisierten Magneten auf der Motorwelle kann der FU7371 die Rotorlage unmittelbar erfassen. Ein separater Encoder-IC ist dafür nicht erforderlich. Für Anwendungen mit externer Positionsmessung stehen zusätzlich zwei QEP-Schnittstellen zur Auswertung inkrementeller Encodersignale zur Verfügung.

Damit vereint der FU7371 die wesentlichen Funktionen eines feldorientiert geregelten Schrittmotorantriebs in einem einzigen Controller. Der Entwickler benötigt im Wesentlichen noch die externe MOSFET-Leistungsstufe, die Strommessbeschaltung und die anwendungsspezifische Versorgung. Gerade bei kompakten und kostensensitiven Antrieben eröffnet dieser Integrationsgrad neue Möglichkeiten. Der RISC-V-Prozessorkern arbeitet mit bis zu 48 MHz und verfügt über 64 kB Flash. Für die Einbindung in übergeordnete Steuerungen stehen unter anderem CAN-FD, LIN, SPI, I^2C und UART zur Verfügung. Das Modbus-RTU-Protokoll ist bereits verfügbar, weitere Protokolle befinden sich in der Entwicklung. Die Firmwareentwicklung erfolgt mit der kostenlosen Entwicklungsumgebung FTM32ForgeIDE. Eine Basisversion der Firmware stellt Fortior ebenfalls kostenlos zur Verfügung.



FU7371 Demo Board

Zum Unternehmen

Fortior

Fortior Technology entwickelt Halbleiterlösungen für die Steuerung von elektronisch kommutierten Motoren. Das Portfolio umfasst Motorcontroller, Gate-Treiber und Power-ICs für Anwendungen unter anderem in Haushaltsgeräten, Elektrowerkzeugen, Industrie, Robotik und Automotive. In Mitteleuropa werden die Produkte von MEV Elektronik Service vertrieben und technisch unterstützt. (st)

Conntek	KTH7114	KTH7112	KTM5200	KTM5900
Technologie	Hall	Hall	AMR	TMR
Topologie	On-Axis	Off-Axis	On-Axis	On/Off-Axis
Auflösung (ABZ)	14-Bit	14-Bit	18-Bit	18-Bit
Positionen / 360°	4…16.384	4…16.384	4…262.144	4…262.144
Genauigkeit (INL)	± 0,2°	± 0,1°	± 0,015°	± 0,025° / ± 0,06°
Latenz	1 µs	1 µs	2–10 µs	3 µs
ANLC	✓	✓	✓	✓
SFI	✓	–	–	–
Gehäuse	QFN16 3×3	QFN16 3×3	TSSOP16	QFN32 5×5

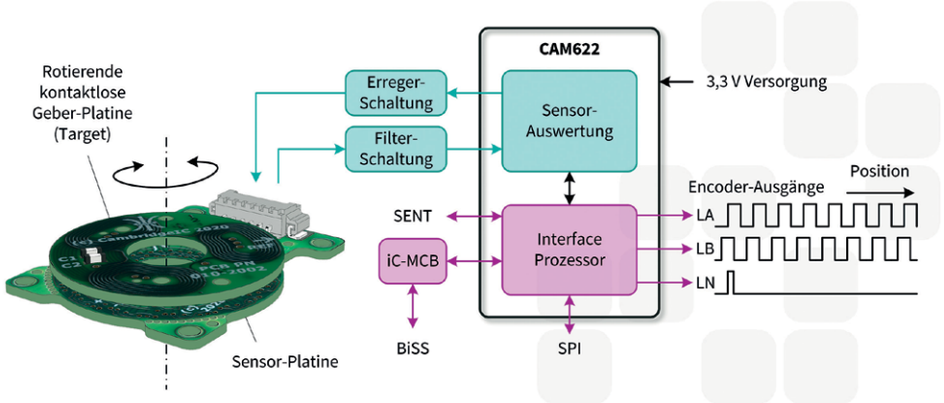
Magnetische Positions-Sensoren von Conntek

Für die praktische Evaluierung steht ein Demoboard zur Verfügung, das den FU7371 zusammen mit der erforderlichen Leistungsstufe und Peripherie auf einer kompakten Leiterplatte vereint. Damit können Entwickler die FOC-Regelung unmittelbar erproben und erste eigene Anwendungen umsetzen. MEV Elektronik unterstützt sie dabei mit technischem FAE-Support – von der Auswahl geeigneter Komponenten bis zur Integration in die Anwendung.

Positionssensorik: integriert oder extern

Die Qualität einer feldorientierten Regelung hängt wesentlich von der zuverlässigen Erfassung der Rotorposition ab. Mit seinem integrierten AMR-Sensor bietet der FU7371 hierfür bereits eine kompakte und kostengünstige Lösung, ohne dass ein separater Encoder-IC erforderlich ist. Bei höheren Anforderungen an die Positionserfassung können externe Sensorlösungen Vorteile bieten. Sie ermöglichen eine gezielte Anpassung an die geforderte Genauigkeit, Auflösung und die mechanischen Einbaubedingungen. Dabei sind Auflösung und Genauigkeit zu unterscheiden: Eine hohe Anzahl digitaler Positionswerte pro Umdrehung bedeutet nicht automatisch eine entsprechend hohe absolute Messgenauigkeit. Beispielsweise hat Conntek ein breites Portfolio magnetischer Positionssensoren für unterschiedliche Anforderungen an Genauigkeit, Auflösung und mechanische Integration. Neben On-Axis- stehen auch Off-Axis-Lösungen zur Verfügung. Je nach Baustein verbessern die automatische nichtlineare Kalibrierung (ANLC) und die Störfeldimmunität (SFI) die Messqualität erheblich.

Eine weitere Möglichkeit bietet die resonant-induktive Positionsmessung von CambridgeIC. Beim CAM622 besteht der Positionsgeber aus einer passiven Leiterplattenstruktur, die durch ein elektromagnetisches Wechselfeld angeregt wird. Die Positionsinformation wird berührungslos ausgewertet, ohne dass ein Permanentmagnet erforderlich ist. Sensor- und Target-Strukturen lassen sich unmittelbar in die Leiterplatte integrieren. Damit eignet sich das Verfahren besonders für Anwendungen, bei denen eine flache Bauform, große mechanische Gestaltungsfreiheit oder der Verzicht auf Magnete gefragt ist. Die Auswahl des Positionssensors richtet sich somit nicht allein nach der erreichbaren Auflösung. Entscheidend sind ebenso die geforderte Genauigkeit, die Einbausituation und die Position, an der die Bewegung erfasst werden soll. Der FU7371 bietet mit seinem integrierten AMR-Sensor einen wirtschaftlichen Ausgangspunkt, lässt sich über seine Encoderschnittstellen aber auch mit externen Positionsgebern kombinieren.



Induktiver Positions-Sensor mit CAM622 von Cambridge IC

Fazit

Mit dem FU7371 macht Fortior die feldorientierte Regelung sowohl für kostensensitive als auch für anspruchsvolle High-End-Schrittmotorantriebe attraktiv. Die Kombination aus RISC-V-Prozessorkern, hardwarebasierter Motion Engine, integrierter Positionsmessung und Gate-Treibern reduziert den Aufwand für eine leistungsfähige Closed-Loop-Regelung erheblich. Damit lassen sich kompakte, energieeffiziente Antriebe realisieren, die das Drehmoment bedarfsgerecht bereitstellen und unnötige Verlustleistung vermeiden. Für höhere Anforderungen an die Positionserfassung stehen externe Sensorlösungen zur Verfügung, mit denen sich das Konzept flexibel erweitern lässt. So wird aus dem klassischen Schrittmotor ein leistungsfähiger, geregelter Antrieb – ohne dass die dafür erforderliche Elektronik zwangsläufig aufwendig oder teuer sein muss. (st)



MEV Elektronik Service

SPS 2026

Auf der SPS 2026 präsentiert MEV Elektronik Lösungen für die feldorientierte Regelung von Schrittmotoren. Besucher erhalten am Messestand außerdem ein ausführliches Whitepaper zum Thema Closed-Loop-Schrittmotoren. Es beleuchtet unterschiedliche Regelungskonzepte, die Anforderungen an die Positionssensorik sowie Möglichkeiten zur effizienten Systemintegration und stellt darüber hinaus fertige Antriebssysteme vor. (st)

Halle 4, Stand 174