

## **Einen Mehrwert für Embedded-Steuerungen schaffen: Microcontroller sorgen für höhere Benutzerfreundlichkeit**

Autor: Roland Gehrman, Toshiba Electronics Europe

*Der ARM-Cortex™-M3-Prozessor spielt bei Embedded-Anwendungen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, für mehr Benutzerfreundlichkeit zu sorgen. Die neuesten Mikrocontroller für Haushaltsgeräte und industrielle Ausrüstung bieten zusätzliche Verarbeitungsleistung, die durch die Implementierung leistungsstarker, anwendungs-optimierter Peripheriemodule optimal genutzt wird.*

Neue Generationen von Embedded-Prozessoren wie z.B. der 32-Bit-ARM®-Cortex™-M3 bieten im Vergleich zu konventionellen 8-Bit-Architekturen wie dem 8015 eine wesentlich höhere Performance zu einem attraktiven Preis und unterstützen fortschrittliche Merkmale und Funktionen z.B. bei Haushaltsgeräten und industriellen Steuerungen. Die Prozessor-Performance allein kann jedoch nicht alle Probleme lösen und deshalb ist für Entwickler auch eine applikationsorientierte Peripherieintegration für die Senkung von Entwicklungskosten und eine schnellere Markteinführung neuer Produkte von ausschlaggebender Bedeutung.

Die Märkte für Produkte wie z.B. Waschmaschinen, Trockner, Kühl- und Heizgeräte für den häuslichen und industriellen Gebrauch sind heute gekennzeichnet durch die Forderung nach leistungsstarken Funktionen wie z.B. Farb-Grafikdisplays und Touchscreen-Steuerungen sowie komplexe Motor- oder Heizsteuerungen, die flexible Betriebsarten ermöglichen und für einen niedrigen Energieverbrauch sorgen. Darüber hinaus benötigen Entwickler kostengünstige Lösungen, die die Entwicklung verbindlich vorgeschriebener Merkmale beschleunigen und vereinfachen, z.B. die Einhaltung der Vorschriften für IEC 60730 (Class B), der Sicherheitsnorm für Haushaltsgeräte.

### **Verbesserung der Core-Funktionalität**

Um den unterschiedlichen Anforderungen von Geräteherstellern entgegenzukommen, bieten Mikrocontroller wie z.B. die aus den Produktreihen M370/380 von Toshiba Lösungen für ganz bestimmte Anforderungen bei industrieller Ausrüstung und Haushaltsgeräten. Zum Beispiel bietet Toshiba Cortex-M3-Chips, die für einen direkten Betrieb mit einer einzigen 5V-Spannungsversorgung geeignet sind.

Dadurch wird die Integration in die Leistungsarchitektur der meisten Haushaltsgeräte wesentlich vereinfacht, die normalerweise nicht dafür konzipiert sind, Niederspannungsbauteile zu versorgen, die eine Spannung von 3,3 V oder weniger benötigen.

Zu den integrierten Peripheriemodulen, die speziell für die Anforderungen moderner Geräte konzipiert sind, gehört die in Hardware implementierte Taktüberwachung (Oscillation Frequency Detector, OFD) der TMPM370/380, die die Entwicklung von Lösungen, die auf Systemebene nach IEC60730 Class B zugelassen werden müssen, wesentlich vereinfacht. Die IEC60730 ist ein wichtiger Standard für Haushaltsgeräte, der eine Kontrolle des korrekten Betriebs des Mikrocontrollers durch das System vorschreibt.

Der OFD überwacht den Takt und erkennt eventuelle Abweichungen, und erzeugt gegebenenfalls ein Reset-Signal für die MCU, wenn die erkannte Taktfrequenz den spezifizierten Bereich überschreitet. Dies ist eine extrem nützliche Funktion zur Kontrolle der korrekten Prozessorfunktion und ermöglicht dem System die sichere Verarbeitung von Fehlerzuständen. Abbildung 1 zeigt, wie der OFD im TMPM370/380 implementiert ist.

Die M370/380-Mikrocontroller bieten auch noch andere Merkmale, die die Entwicklung vereinfachen und Entwicklungszyklen für Geräteentwickler verkürzen, z.B. eine Echtzeit-Uhr mit Kalender und Sensoreingängen für Funktionen wie z.B. eine Temperaturerfassung. Sicherheitsfunktionen des Systems wie z.B. Watchdog Timer (WDT), Power-On Reset (POR) und Spannungsdetektor (VLTD) erhöhen die Zuverlässigkeit und minimieren Gewährleistungsansprüche an die Hersteller.

### **Leistungsstarke Motorsteuerung**

Zahlreiche industrielle Ausrüstungen und Haushaltsgeräte wie z.B. Waschmaschinen, Trockner, Kühler/ Kältegeräte oder Heizung/Klima/Lüftungssysteme erfordern eine reaktionsschnelle und energieeffiziente Bewegungssteuerung, zum Antrieb von Lüftern, Pumpen oder Kompressoren. Häufig wird anstelle traditioneller Trapez- oder Sinus-Motorsteuerungen eine feldorientierte Steuerung (FOC) eingesetzt. Damit kann eine sanfte und genaue Drehmomentsteuerung in einem breiten Drehzahlbereich erreicht werden; die geringe Genauigkeit von Trapezsteuerungen bei niedrigen Drehzahlen und der niedrige Wirkungsgrad von Sinussteuerungen bei hohen Drehzahlen werden so vermieden.

Der FOC-Algorithmus kann in Software implementiert werden, die entweder in Eigenentwicklung hergestellt oder als IP-Baustein von externen Lieferanten bezogen werden kann. Die Ausführung der FOC in spezieller, auf dem Host-Mikrocontroller integrierter Hardware hingegen kann mehrere Vorteile bieten. Eine Hardware-Lösung kann normalerweise einen kompletten FOC-Zyklus in wenigen Mikrosekunden ausführen, was zu einer schnelleren Reaktion auf Änderungen des Drehzahl- und Drehmoment-Sollwerts führt. Dadurch wird die CPU-Last gesenkt. Die Auslagerung des FOC-Algorithmus ermöglicht so die Nutzung des Host-Prozessors für Mehrwert-Funktionen auf Anwendungsebene.

## Anwendungsorientierte Peripheriemodule

In den M370 Bausteinen hat Toshiba eine Kombination von Hardware-Ressourcen implementiert die speziell an die Motorsteuerung angepasst sind. Die Kombination dieser Ressourcen ermöglicht einen geringeren Hardware- und Software-Entwicklungsaufwand und minimiert den CPU-Overhead. Die On-Chip-Schaltung umfasst eine spezielle Vektor-Engine (VE), einen programmierbaren Motorantriebsblock (PMD) sowie einen Analog-Digital-Wandler (ADC), wie in Abbildung 2 zu sehen.

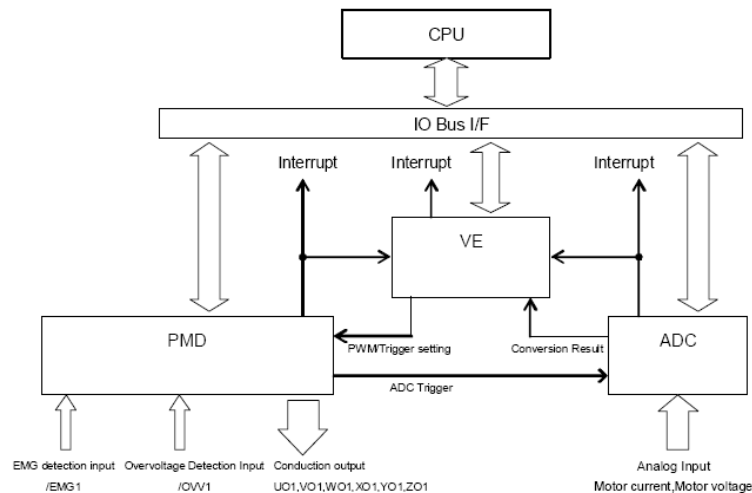


Abbildung 2. Steuerungshardware der M370-Mikrocontroller.

Die VE ist für die grundlegenden Funktionen und Berechnungen zuständig, die für die feldorientierte Steuerung benötigt werden, und erzeugt die PWM-Ausgangs- und Steuerungssignale. Abbildung 3 zeigt die VE implementierten FOC-Blöcke.

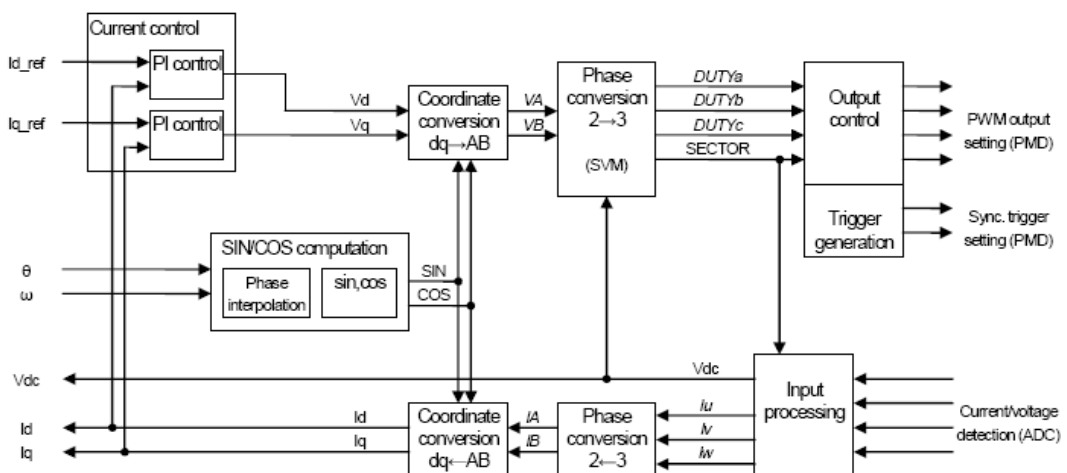


Abbildung 3. Blockschaltbild der feldorientierten Steuerung.

Die VE erhält digitale Strom- und Spannungsdaten vom ADC und wandelt die ADC-Werte in ein für den PMD geeignetes Format um.

Außerdem erzeugt sie Zeit- und Triggersignale für die Koordination von ADC und PMD, und führt die Proportional-Integral-, Phaseninterpolations- sowie Achsen- und Phasenkonvertierungsfunktionen aus, die den FOC-Algorithmus ausmachen. Die VE arbeitet mit Daten im Festkommaformat. Dadurch ist keine Software für den Abgleich des Dezimalkommata mehr erforderlich. Bei einer Gesamtverarbeitungszeit von nur 9µs (bei einer Core-Taktfrequenz von 80 MHz) bietet der Hardware-VE-Block einen erheblichen Leistungszuwachs verglichen mit einem software-basierten Steuerungsalgorithmus, der auf einem Mikrocontroller läuft.

Die von der VE ausgegebenen PWM-Signale werden dem PMD-Block zugeführt, der sechs Gate-Ansteuerungssignale für die oberen und unteren Phasen einer dreiphasigen Brückenschaltung für eine Motorsteuerung erzeugt. Dieser Block ist mit der dritten Generation der Toshiba-PMD-Technologie PMD3+ implementiert und umfasst registrierte Totzeitschaltungen sowie Schaltungen zur Erzeugung von Triggersignalen für die Synchronisation von ADC –Abtastung und PWM-Signal-Erzeugung. Das ADC-Taktungsnetz beinhaltet Operationsverstärker- und Komparatorfunktionen und ermöglicht so eine präzise Messung über den gesamten positiven und negativen Strombereich des Motors – ein externer Operationsverstärker für die Pegelverschiebung ist nicht erforderlich.

Der PMD-Block enthält außerdem Überspannungs- und Notfallschutzschaltungen, die über Steuerungsregister programmierbar sind. Der Notfallschutz kann so konfiguriert werden, dass ein Nothalt erzeugt wird, wenn der EMG-Pin des Mikrocontrollers aktiviert wird, indem alle Ausgänge sofort gesperrt werden oder die externen Ausgänge in einen Hochimpedanzstatus übergehen: Der Überspannungsschutz ermöglicht die Deaktivierung der oberen, unteren bzw. beider Phasen, sobald am OVV-Pin des Mikrocontrollers ein Überspannungszustand signalisiert wird.

Der ADC –Block tastet den analogen Motorstrom und die analoge Motorspannung ab und bietet eine reaktionsschnelle Stromerfassung- und Abschaltfunktion. Die M370 MCU's von Toshiba bieten außerdem eine Inkrementalgeberschnittstelle mit integrierten digitalen Rauschfiltern, mit der auf der Grundlage eines von einem Inkrementalgeber oder von Hall-Sensoren gelieferten Eingangssignals die Richtung und absolute Position eines Motors erkannt werden kann.

Mittlerweile bietet Toshiba eine kleine Familie von M370 MCU's in unterschiedlichen Gehäuseformen und Speicherkonfigurationen an. Der TPM370 steuert beispielsweise bis zu zwei Motoren. TPM372/3/4 fokussieren auf Applikationen mit nur einem Motor. Aktuell implementiert Toshiba zusätzlich zu der eigentlichen Motorsteuerungssoftware, die zum kostenlosen Download bereit steht, noch eine sogenannte PFC (Power Factor Control) Unterstützung.

## **Schluss**

Moderne 32-Bit-Embedded-Prozessoren wie der ARM Cortex-M3 bieten den Leistungszuwachs, den Geräteentwickler benötigen, um dem Bedarf des Markts im Hinblick auf immer anspruchsvollere Funktionen und höhere Energieeffizienz nachzukommen.

Der Prozessor ist jedoch nur ein Teil der Lösung. Entwickler benötigen außerdem verbesserte Peripheriemodule, mit denen Schlüsselfunktionen wie z.B. Motorsteuerung, Induktionsheizsteuerung und Sicherheitsmerkmale verbessert werden können, so dass alle Marktanforderungen und geltenden gesetzlichen Vorschriften erfüllt und zuverlässige, innovative, neue Produkte innerhalb von kürzester Zeit auf den Markt gebracht werden können.

Ende

Weitere Informationen über Toshiba Electronics Europe unter:  
[www.toshiba-components.com](http://www.toshiba-components.com)

**Ansprechpartner für Veröffentlichungen:**

Toshiba Electronics Europe, Hansaallee 181, D-40549 Düsseldorf, Deutschland  
Tel: +49 (0) 211 5296 0 Fax: +49 (0) 211 5296 79 197  
Web: <http://www.toshiba-components.com>  
E-mail: MAC/IC: [mac-ic@toshiba-components.com](mailto:mac-ic@toshiba-components.com)

**Zu Toshiba**

Toshiba Electronics Europe (TEE) ist die europäische Niederlassung der Toshiba Corporation, einem der weltweit größten Halbleiterhersteller, die das Geschäft mit elektronischen Bauelementen verantwortet. TEE bietet eine der branchenweit umfangreichsten Produktlinien im Bereich ICs und diskrete Bauelemente, einschließlich Speicher, Mikrocontroller, ASICs, ASSPs und Displays für die Märkte Automotive, Multimedia, Industrie, Telekommunikation und Netzwerktechnik. Das Unternehmen bietet darüber hinaus auch eine Vielzahl von Leistungshalbleitern. TEE wurde 1973 in Neuss gegründet und stellt heute Design-, Fertigungs-, Marketing- und Vertriebsaktivitäten über seine Zentrale in Düsseldorf zur Verfügung. Weitere Niederlassungen finden sich in England, Frankreich, Italien, Schweden und Spanien. TEE beschäftigt in Europa ca. 300 Mitarbeiter. Präsident des Unternehmens ist Mr. Hitoshi Otsuka.

Die Toshiba Corporation zählt zu den weltweit führenden Anbietern von Hochtechnologie und Fertigungsdienstleistungen rund um fortschrittliche Elektronik und Elektrotechnik. Dabei werden die Märkte digitale Unterhaltungselektronik; Elektronikgeräte und Elektronikbauteile; Stromversorgungssysteme, einschließlich Atomenergie; industrielle und soziale Infrastrukturnetzwerke sowie Haushaltsgeräte bedient. Toshiba wurde 1875 gegründet, betreibt heute ein weltweites Netzwerk mit über 730 Unternehmen und zählt an die 204.000 Mitarbeiter. Der Jahresumsatz des Unternehmens beträgt über \$75 Mrd. US-\$.