



Leistungselektronik für kleine und mittlere elektrische Antriebe Teil 2

In Kraftfahrzeugen nimmt die Anzahl von kleinen, elektrischen Antrieben für Lüfter, Gebläse und Pumpen oder auch Fensterheber und Schiebedächer beständig zu. Dieser Beitrag vergleicht unterschiedliche Ansteuerkonzepte für diese Anwendungen aus der Sicht eines Halbleiterherstellers. In Teil 2 dieses Beitrags gehen die Autoren auf ausgewählte Applikationen ein, wie sie heute z. B. in Fensterhebermotoren, der Schiebedachsteuerung und der elektrischen Servolenkung zum Einsatz kommen.



Motorintegrierte Elektronikkonzepte bieten einige Vorteile, sind aber nicht in jeder Applikation umsetzbar. Einerseits umfassen zentrale Ansteuerelektroniken mehrere Funktionen in einem Steuergerät. Ein Beispiel ist das Türsteuergerät mit Fensterheber-, Türschloss- und Spiegelsteuerung. Andererseits gibt es technische

Rahmenbedingungen, die eine Motorintegration nicht zulassen. Das können einerseits hohe Lastströme oder aber besondere Sicherheitsanforderungen sein. In Fensterhebermotoren werden bereits seit einiger Zeit motorintegrierte Elektroniklösungen mit einem System-on-Chip eingesetzt. Bild 6 zeigt ein Beispiel. Die Motorelektronik ist zusam-

men mit der Antriebseinheit in einem Gehäuse integriert. Der Motor ist direkt an dieses Gehäuse angeflanscht. Eine Drehzahlüberwachung mittels Hall-Sensoren wird für die in Software umgesetzte Funktion des Einklemmschutzes benötigt.

Das Blockschaltbild dieser Applikation zeigt den verwendeten System-On-



Nicht zur Verwendung in Intranet- und Internet-Angeboten sowie elektronischen Verteilern. www.hanser-automotive.de © 2014 Carl Hanser Verlag, München

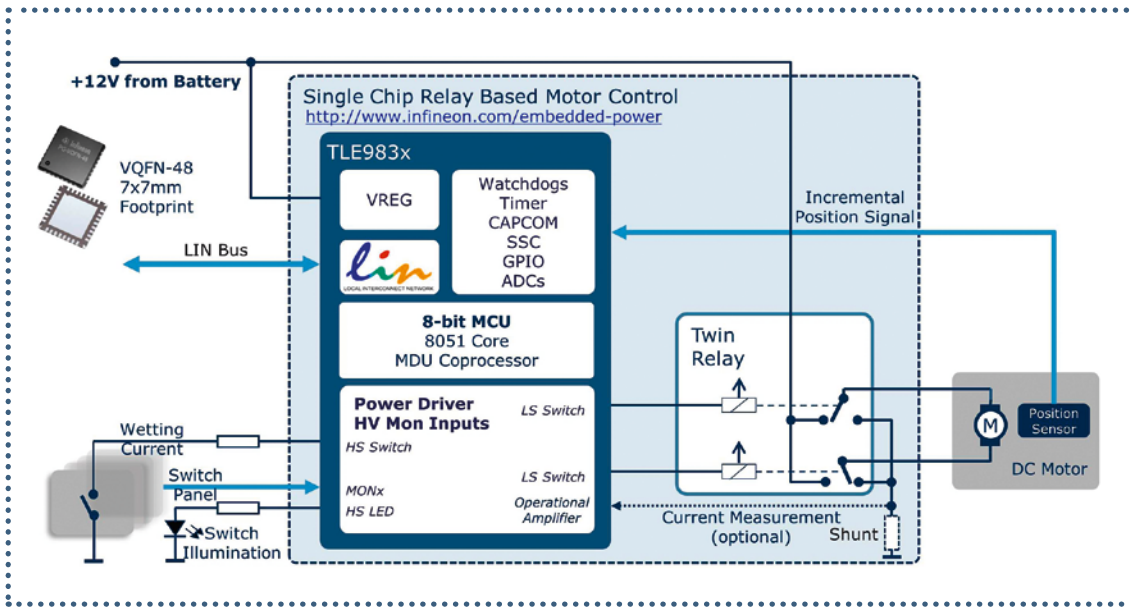


Bild 6: Blockdiagramm der Fensterheber-elektronik.

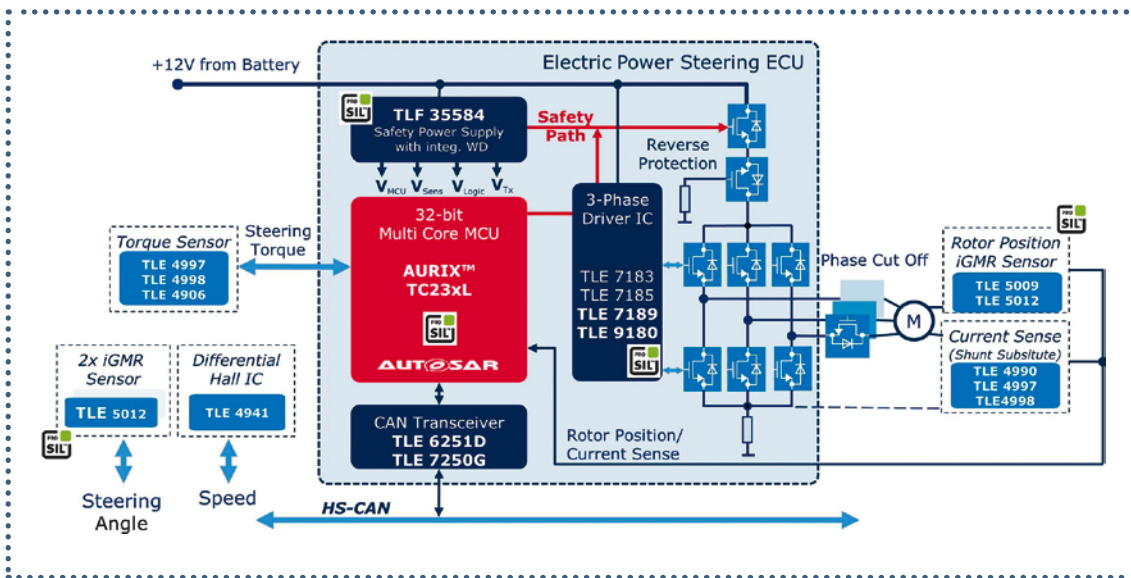


Bild 7: Blockdiagramm der elektrischen Servolenkung.

Chip-IC [2]. Diese Lösung entspricht der Integrationsvariante d (Bild 5 aus Teil 1). Die Ansteuerung des Motors erfolgt mit einem Twin-Relais, das in dieser Applikation häufig zum Steuern der Drehrichtung des Gleichstrommotors eingesetzt wird. Diese Art der Ansteuerung ist die derzeit kostengünstigste Lösung. Mit einer geregelten Ansteuerung über PWM könnte man den Einklemmschutz weiter verbessern sowie den Komfort durch sanften Motoranlauf erhöhen. Zusätzlich könnte man damit den Einklemmschutz weiter verbessern. Allerdings ist eine solche Lösung derzeit mit höheren Kosten verbunden und wird daher in dieser Applikation bisher nicht eingesetzt. An einer Kostensenkung einer solchen Lösung wird aktuell gearbeitet, um die Attraktivität für die Fahrzeughersteller zu erhöhen.

Drehzahlsteuerung mit integrierten Halbrücken (Beispiel Benzinpumpe)

Die Benzinpumpe befindet sich gewöhnlich direkt am Tank, oft ist sie sogar in den Tank integriert. Wie bei den meisten Pumpenlösungen wird hier nur eine Drehrichtung benötigt. Sie wird heute überwiegend als Gleichstrommotor ausgeführt und leistet ca. 100 bis 200W. Wegen der hohen Anzahl Betriebsstunden in dieser Applikation ist hier ein Trend hin zu einem langlebigen Synchronmotor (Brushless DC – BLDC) zu verzeichnen. Bei vielen Fahrzeugherstellern ist die Benzinpumpe direkt mit der Elektronik des Antriebsstrangs verbunden und wird deshalb häufig über den CAN-Bus angesteuert. Die Pumpe muss noch vor dem Motorstart anlau-

fen und wird deshalb teilweise bereits beim Öffnen der Fahrertür aktiviert. Ihre Elektronik muss eine Funktion bei sehr geringen Bordnetzspannungen bis 4,5V gewährleisten.

Für die Benzinpumpe kommen oft integrierte Motortreiber zum Einsatz. Das Blockschaltbild für die Applikation entspricht der im Ansteuerkonzept b (Bild 3) dargestellten Lösung. Infineon bietet zur Ansteuerung von Gleichstrommotoren die Novalith-IC-Baureihe [3] an. Die PN-Halbrücken-MOSFETs mit Spitzenströmen bis zu 70A und einem Durchlasswiderstand von 10mΩ (typ. @ 25°C) besitzen einen integrierten Überstrom-, Unterspannungs- und Übertemperaturschutz. Optional wird eine integrierte Stromüberwachung als Signal für den Mikrocontroller angeboten. Die EMV kann durch eine einstell-

	Micro-controller Bridge Driver MOSFET	Micro-controller Integrated Motor Bridge	Embedded Power MOSFET
Current	★ ★ ★	★	★ ★
Protection	★ ★	★ ★ ★	★ ★
Space	★	★ ★	★ ★ ★
Flexibility	★ ★ ★	★ ★	★
Benefits	Higher Ambient Temperatures	Low Development Effort	Least Wiring Smallest Space
Applications	All applications	Small uni- and bipolar drives	Motor Integrated Drives

Bild 8: Vergleich der unterschiedlichen Ansteuerlösungen.

bare Slew Rate des Schalters verbessert werden.

System-on-Chip-Lösungen für derartige Applikationen sind vor allem bei einer einfachen Fahrzeugschnittstelle sinnvoll, z. B. über den LIN-Bus oder mit einer gerade im Pumpenbereich gebräuchlichen PWM-Schnittstelle mit einfacher Diagnosefähigkeit. Infineon wird in Kürze eine Erweiterung seiner Embedded Power IC-Familie [2] mit Produkten bekanntgeben, die eine moderne Core-Architektur auf der Basis eines ARM Cortex-M Prozessors mit leistungsfähigen integrierten Brückentreibern verbindet. Damit sind geregelte Motorsteuerungen sowohl für Standard-Gleichstrommotoren (H-Brücke) als auch bürstenlose Gleichstrommotoren (3-Phasen Brücke) umsetzbar.

Brückentreiber-IC am Beispiel der elektrischen Servolenkung

Die elektrische Servolenkung (Electric Power Steering, EPS) ist eine der Applikationen mit dem größten Wachstum im Markt der elektrischen Antriebe. Sie hat einen großen Einfluss auf die Senkung des Kraftstoffverbrauchs. Abhängig vom Fahrzeugtyp lassen sich im Vergleich zu einer hydraulischen Servolenkung ca. 5,9g CO₂ pro Kilometer einsparen [4].

Diese Applikation stellt besondere Anforderungen an die Elektronik:

- sehr hohe Anforderungen an funktionale Sicherheit (ASIL D),
 - große Spitzenströme im Leistungsteil für hohe Lenkkräfte,
 - hohe Betriebstemperaturen.
- Ein Blockieren oder unbeabsichtigtes Lenken wäre eine große Gefährdung für

Insassen und andere Verkehrsteilnehmer. Wegen der daraus resultierenden hohen Anforderungen an die Sicherheit wird keine der diskutierten integrierten Lösungen verwendet. Eine diskrete Realisierung mit einem leistungsfähigen Mikrocontroller aus Infineons TriCore-Familie, einem Brückentreiber-IC [5] sowie einer Spannungsversorgung mit speziellen Sicherheitsfunktionen unterstützt die funktionale Sicherheit auf Hardwareebene mit speziellen Diagnose- und Abschaltfunktionen und ist auf die Anforderungen einer ASIL-D-Applikation abgestimmt. Sollte eine der drei Komponenten ausfallen, kann eine andere diesen Ausfall diagnostizieren und den sicheren Zustand, zum Beispiel durch Abschalten der MOSFETs in der Motorzuleitung, erreichen. Somit ist ein Höchstmaß an Sicherheit gewährleistet.

MOSFET's in Gehäusen mit verbesserten thermischen Eigenschaften sowie geringeren Übergangswiderständen und Leitungsinduktivitäten, z.B. TO-Leadless [6], erleichtern den Einsatz in dieser Applikation. Eine optimale thermische Anbindung ist auf isolierten Metallträger-Substraten aus Aluminium oder ähnlich leistungsfähigen Trägermaterialien möglich.

Zusammenfassung

Beim Vergleich von Systemen zur Ansteuerung elektrischer Motoren im Fahrzeug wird deutlich, dass aufgrund der vielfältigen technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen unterschiedliche Lösungen möglich sind (Bild 8). Das Spektrum ist dabei sehr groß. Kosten- und Größenreduktion spielen eine große Rolle und bedingen einen starken Trend hin zu einer funktio-

nen Integration der Elektronik in spezifische ICs (System-on-Chip); wegen der hohen Entwicklungskosten allerdings zumeist in Anwendungen mit größeren Stückzahlen. Einfache Motorsteuerungen werden immer mehr durch hochwertige Elektroniklösungen mit Diagnosefähigkeit und Busanbindung ersetzt.

Das Spektrum verfügbarer Halbleiterslösungen reicht von Schaltern mit integrierter Ansteuerung und Schutzkonzept über integrierte Motorbrücken bis hin zu diskreten MOSFETs in thermisch und elektrisch optimierten Gehäusen.

Alle genannten Ansätze zeichnen sich jeweils durch spezifische Vorteile aus und werden deshalb nach wie vor von Systemlieferanten eingesetzt. Oft wird die Auswahl auch durch Mikrocontroller- und Softwarestrategien beeinflusst. ■ (oe)

Literatur

- [2] Infineon AG, „Embedded Power ICs,“ [Online]. Available: <http://www.infineon.com/embedded-power>.
- [3] Infineon AG, „Integrierte Halb- oder Vollbrücken-IC,“ [Online]. Available: <http://www.infineon.com/novalithic>; <http://www.infineon.com/trilithic>.
- [4] A. Graf und B. Köppl, „CO₂-Reduktion durch bedarfsgerechte Leistungssteuerung,“ in VDI Tagung „Elektronik im Kraftfahrzeug, Baden-Baden, 2007.
- [5] Infineon AG, „Gate Driver ICs for external MOSFETs (2ph/3ph),“ [Online]. Available: <http://www.infineon.com/driver-ic>.
- [6] Infineon AG, „Automotive MOSFETs --> New TO-Leadless Package,“ <http://www.infineon.com/automotivemosfet>.
- [7] M. Bergel, „Abschied von den Selteneren Erden,“ Technology Tomorrow, Bd. 04, 2013.
- [8] P. Acarnely, Stepping Motors: A Guide to Theory and Practice (4th Edition), Bodmin, Cornwall: MPG Books Ltd, 2007.

- » www.infineon.com/automotive
- » www.infineon.com/embedded-power



Thomas Liebetrau ist System Architect Body Electronics im Bereich Automotive bei Infineon Technologies in Neuburg bei München.



Dr. Philip Brockerhoff ist Systemingenieur für elektrische Antriebe im Bereich Automotive bei Infineon Technologies in Neuburg bei München.