

coolStep

Schrittmotoren energieeffizient betreiben



Bild 1: Heliostat – 15m² Spiegelfläche werden von zwei kleinen Schrittmotoren präzise nachgeführt.
 (Bild mit freundlicher Genehmigung der Brightsource Energy)

Um Lastspitzen und Toleranzen in Schrittmotorsteuerungen abfangen zu können, muss ein solches System stets deutlich überdimensioniert werden. An dieser Stelle setzt die neue coolStep Technologie von Trinamic an: In den Schrittmotortreiber ist eine hochauflösende Lastmessung integriert. Mit dieser Information wird nun der Strom des Schrittmotors geregelt.

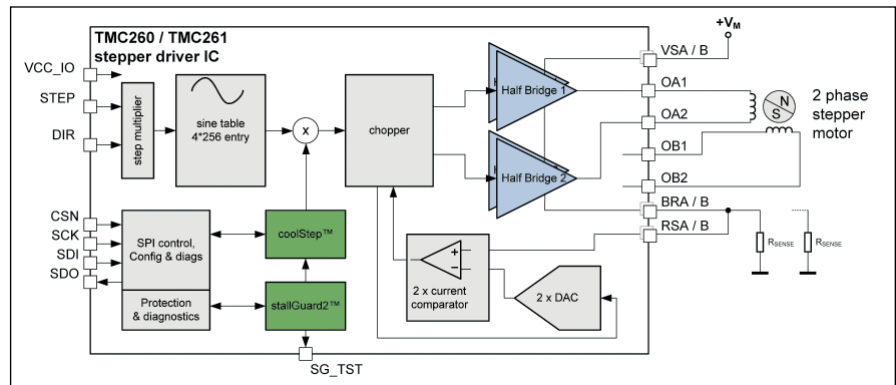


Bild 2: Blockdiagramm TMC26x Schrittmotortreiber mit digitalem Interface und StallGuard. (Bild: Trinamic)

In vielen Anwendungen populär ist der Schrittmotor, der bei extrem günstigen Kosten auch ohne teures Sensorsystem Präzision und lange Lebensdauer bietet – und dank seiner Eigenschaft als hochpolige Synchronmaschine viel Drehmoment bei geringen Drehzahlen bietet. Dies ermöglicht es oft, Antriebsstränge als Direktantriebe Getriebe-frei zu realisieren.

Vom Stromregler zum Motor-Interface-Baustein

In den meisten Fällen wird der Schrittmotor schon lange nicht mehr im Vollschrittmotorbetrieb betrieben – Stand der Technik ist der sanfte Mikroschrittbetrieb, bei dem die Phasenströme einer Sinuswelle entsprechen. Mit den Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit der Motoren entwickelten sich die zugehörigen Treiberbausteine von primitiven, analog angesteuerten Stromreglern zu „Smart Power“ Bauelementen mit digitalen Schnittstellen und einer Vielzahl von Diagnose- und Schutzfunktionen.

Energieeffizienz beim Schrittmotor – warum?

Nun hat der Schrittmotor nicht nur Vorteile – seine Leistungsdichte ist vergleichsweise gering – jedenfalls, wenn man ihn mit einem schnell rotierenden Motor ohne das dann möglicherweise erforderliche Getriebe vergleicht – außerdem ist er als nicht besonders effizienter Antrieb bekannt. Abgesehen davon, dass er damit nicht gerade im Trend zum effizienten Umgang mit Energie liegt, hat seine Anwendung signifikante Nachteile: In vielen Anwendungen ist es nicht akzeptabel, dass die Motoren sehr warm werden. Dies gilt z. B. für Anwendungen, in denen die Motoren im Vakuum betrieben werden und ihre Energie nicht via Konvektion abführen können. Aber auch Anwendungen im Biotech-Bereich, wo z. B. lebende Zellen manipuliert werden, sind kritisch: Hier reicht ein Temperaturanstieg auf knapp über vierzig Grad Celsius bereits für den Zelltod und damit die Zerstörung der zu manipulierenden Proben. Aber auch die Halbleitertechnologie benötigt Antriebe, die nicht durch Erwärmung die Prozessparameter in den Fertigungszellen verändern. In der Textilindustrie werden oft viele tausend Motoren parallel betrieben – hier ergibt sich Kostensenkungspotenzial über die eingesparte Energie, aber auch

über Kosteneinsparungen bei Stromversorgungen und Versorgungsleitungen. Es gibt aber auch immer mehr Schrittmotor-Anwendungen, die ihre Energie entweder aus Batterien oder aber aus SuperCaps ziehen. Als Beispiel aus dem Bereich der regenerativen Energien seien die sogenannten Heliostaten in solar-thermische Kraftwerken genannt (Bild 1). Die normale Positionierung der Spiegel erfolgt mit geringer Energie über kleine Schrittmotoren. Naht jedoch ein Sandsturm, so müssen viele zehntausend Spiegel gleichzeitig schnell in die sichere Position geschwenkt werden. Bei Feldern von mehreren zehntausend Heliostaten, wie sie aktuell in den USA errichtet werden, kommen somit einige 100 kW Leistung zusammen. Diese Energie muss unabhängig vom Betriebszustand des Kraftwerkes zur Verfügung stehen, sie gehört zur teuren parasitären Energie des Kraftwerkes. Bereitgestellt wird diese Energie aus dezentralen Super-Kondensatoren oder Akkumulatoren – hier wirkt sich die Effizienz der Antriebe ganz direkt auf die Kosten der Speicher aus.

Wie funktioniert coolStep?

Ein großer Vorteil von Schrittmotor-Anwendungen ist, dass Positionssteuerungen sehr einfach und kostengünstig ohne

▶

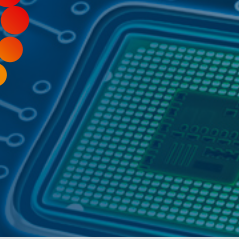
AUTOR



Michael Randt,
Geschäftsführer,
Trinamic Motion Control
GmbH & Co KG, Hamburg



all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante
Artikel und News zum Thema auf
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



Positionsrückführung umzusetzen sind. Dies ist aber auch der größte Nachteil, da durch das Fehlen der Rückmeldung der Motor ständig mit dem maximal nötigen Konstant-Strom beaufschlagt werden muss, um Schrittverluste zu vermeiden. Um Lastspitzen und Toleranzen abfangen zu können, muss ein solches System stets deutlich überdimensioniert werden. Der eingepreiste Strom wird nie dauerhaft benötigt, was ein unnötig starkes Aufheizen des Motors und damit auch vermeidbare Verlustleistung zur Folge hat.

An dieser Stelle setzt die neue coolStep Technologie von Trinamic an: In den Schrittmotortreiber ist eine hochauflösende Lastmessung integriert (**Bild 2**). Mit dieser Information wird nun der Strom des Schrittmotors geregelt. Mit anderen Worten: der Motor bekommt nur so viel Energie, wie benötigt. Das Besondere an der coolStep Technologie ist, dass hierfür keinerlei zusätzliche Sensorik benötigt wird und das sie mit allen gängigen Schrittmotoren eingesetzt werden kann. Daher kann diese Technologie sehr einfach in bereits bestehenden Anwendungen verwendet werden. Die Vorteile liegen auf der Hand: Geringere Verlustleistung, maximale Motorleistung, höhere Systemsicherheit, keine Sensorik notwendig, höhere Energieeffizienz und damit auch ein echter Beitrag zur Kostenreduktion. Basierend auf der Vorgängergeneration von Schrittmotortreibern wurde die sensorlose Lasterkennung weiterentwickelt und die Auflösung signifikant verbessert. Kennt man aber den Betriebszustand des Motors, so kann man den Strom an die Last anpassen – oder ihn auch temporär erhöhen, „boosten“, um Lastspitzen abzufangen. So braucht der Schrittmotor nicht mehr mit einer Sicherheitsmarge betrieben werden, sondern kann auf Basis seiner Drehmomentkennlinie voll genutzt werden.

Schrittmotortreiber neuer Generation

Die neue Familie der coolStep-Schrittmotortreiber besteht aus drei Mitgliedern (**Aufmacherbild**). Der TMC262 ist der Kern-Baustein, dessen Funktionalität sich auch in seinen Brüdern wiederfindet. Während der TMC262 jedoch für den Anschluss ex-

terner MOSFETs ausgelegt ist und so auch größere Ströme von bis zu 6 A Phasenstrom kontrollieren kann, sind beim TMC260 sowie dem TMC261 die Schalter im Gehäuse integriert. Der Unterschied zwischen TMC260 und dem TMC261 liegt in der Spannungsfestigkeit der Schalter. Die Verwendung diskreter MOSFETs anstelle lateraler Strukturen hat bei Trinamic lange Tradition – so wird ein sehr geringer $R_{DS(on)}$ erreicht und die thermischen Verluste sind gering – weitere Faktoren zur Erreichung hoher Effizienz des Gesamtsystems. Als Nebeneffekt sind die Bausteine überdurchschnittlich robust und – wegen der geringen Eigenerwärmung – zuverlässig und kommen ohne Kühlkörper oder exzessive Kupferflächen um die Bausteine aus (**Bild 3**).

Alle Bausteine verfügen über ein Microstepping mit bis zu 256facher Auflösung. Die hohe Mikroschrittauflösung führt bei hohen Drehzahlen dazu, dass die Steuerpulsfrequenz viele Megahertz betragen kann – Frequenzen, die die Timer-Einheiten einfacher Mikrocontroller nicht erzeugen können.

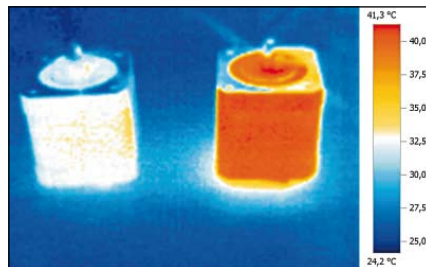


Bild 3: Thermoscan von zwei Schrittmotoren mit gleichem Lastprofil – links mit, rechts ohne coolStep. (Bild: Trinamic)

Um hier Abhilfe zu schaffen, haben die Trinamic-Ingenieure erstmals einen Mikroschritt-Interpolator in einen monolithischen Schrittmotortreiber eingebaut: Ist dieser aktiviert, werden beispielsweise externe 16fach Mikroschritte in interne 256fach Mikroschritte umgerechnet bzw. es wird interpoliert. Damit können die Bausteine auch einfach in bestehende Designs integriert werden, ohne dass Systemarchitektur oder Software angepasst werden müssen.

Neben der Lastwinkelerkennung und der coolStep-Funktion verfügen die Bausteine der TMC26x-Serie auch über Schutz- und Diagnoseschaltungen. Über- und Unter-

spannung werden ebenso erkannt wie Überstrom, Kurzschluss oder Unterbrechung einer Leitung zum Motor oder zu hohe Bauteiltemperatur.

Rückmeldung über den Zustand der Mechanik

Die hochauflösende sensorlose Lastmessung der TMC26x-Familie gibt neben der Möglichkeit zur Optimierung des Betriebsstromes ein sehr detailliertes Bild über die Betriebssituation des Motors und der Mechanik. Ein Vergleich auf dem Oszilloskop zeigt, dass das stallGuard-Signal nach einmaliger Einmessung in weiten Drehzahlbereichen die tatsächliche Motorlast präzise wiedergibt. Der Baustein ist trotz dieser Funktionsvielfalt sehr einfach nutzbar, und erfordert keine aufwendige Einarbeitung: Er löst nach einmaliger Initialisierung über ein einfaches SPI-Interface den energieeffizienten Betrieb autark. Eine mechanische Überlastung des Motors und einen drohenden Schrittverlust signalisiert er über ein Ausgangssignal, welches beispielsweise einen Stop-Schalter am mechanischen Anschlag emulieren kann. Ein mit coolStep-Technologie angesteuerter Motor behält alle Vorteile eines Schrittmotors – und verbindet diese mit der Charakteristik des Gleichstrommotors, den Energieverbrauch der Last anzupassen.

Der Schrittmotor als Alternative zum DC-Motor?

Der derart energieeffizient gesteuerte Schrittmotor vereinigt die Vorteile des Schrittmotors mit dem des DC-Motors – allerdings ohne dessen Schwächen mit zu übernehmen. Damit kommt der coolStep-Motor in vielen Anwendungen als technisch überlegener Ersatz für den DC-Motor in Frage: Anders als der DC-Motor ist er in der Lebensdauer nicht durch ein mechanisches Bürstensystem limitiert, oft kommt er auch ohne Getriebe aus. (sb)

	infoDIRECT	419e/1010
▶ Link zu Trinamic Motion Control GmbH & Co KG ▶ Link zum Datenblatt TMC26x-Familie		
www.elektronik-industrie.de		