



Allen-Bradley

**Sensorless
Vector -
Technologie:
Was macht
diese
Technologie
so besonders?**

Spare Allen-Bradley



Bringing Together Leading Brands in Industrial Automation

Sensorless Vector-Technologie: Was macht diese Technologie so besonders?

Die Steuerungsphilosophien und -technologien der modernen Frequenzumrichter

I. Einleitung

Frequenzumrichter werden heute auch in Applikationen eingesetzt, die eine besonders leistungsfähige Drehzahl- und Momentenregelung verlangen. Aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit und Produktqualität wird eine Vielzahl von Anforderungen an eine Applikation gestellt. Mit diesen steigenden Erwartungen mußte die Antriebstechnik Schritt halten. Heute ist zusätzlich die Senkung der Amortisationszeiten eines der Hauptziele dieses Industriezweiges. Durch die Vermeidung des Einsatzes komplexerer Technologien als für die Applikation erforderlich und die optimale Anpassung der Leistung des Antriebs an die Erfordernisse der Applikation können diese Kosten auf äußerst effektive Weise eingedämmt werden. Letztendlich entscheidet jedoch der Konstrukteur, welche Technologie für seine Applikation angemessen ist und welcher Antrieb diese erfüllt.



Abbildung 1

Rockwell Automation ist seit nahezu einem Jahrhundert einer der Marktführer im Bereich der industriellen Automatisierung und einer der führenden Hersteller von Frequenzumrichtern. Die Bandbreite der Rockwell Automation-Frequenzumrichter reicht von der Volt/Hz-Technologie für einfache Anwendungen bis hin zur feldorientierten Regelung (Force Technology™) für hochdynamische Applikationen. Außerdem bietet Rockwell Automation die Sensorless Vector Control (geberlose Vektor-Regelung) für erhöhte Momentenanforderungen und Applikationen an, die ein präziseres Drehzahlverhalten benötigen. Diese Technologie wirft die meisten Fragen auf. Einige dieser Fragen möchten wir mit dieser Beschreibung beantworten, indem wir eine Begriffsbestimmung vornehmen und verschiedene Technologien auf derzeit realisierbare Leistungsfähigkeit hin miteinander vergleichen.

II. Vektordefinition

„Vektor“ ist einer der Begriffe, die im industriellen Gebrauch am häufigsten mißverstanden wurden. Er wurde irrtümlicherweise dazu benutzt, Produkte zu beschreiben und zu positionieren, die frühere Technologien verwendeten. Unter einem Vektor versteht man jedoch mehr als nur die Technologie. Grundsätzlich wird der Wert eines Vektorprodukts durch seine prozeßverbessernde Leistung bestimmt. Außerdem arbeiten nicht alle Vektorantriebe gleich. Es muß also zunächst einmal eine Begriffsbestimmung vorgenommen werden, wobei wir mit dem Begriff „Vektor“ beginnen möchten. Wie in Abbildung 2 dargestellt, ist ein Vektor das Ergebnis aus Größe und der Richtung, in die Kräfte wirken. Alle Vektor-Technologien haben folgendes gemeinsam:

1. Bei dem Strom eines AC-Motors unterscheidet man deutlich zwischen:
 - A. I_d oder Magnetisierungsstrom (flußbildender Strom) und
 - B. I_q oder momentenbildendem Strom
2. Der Gesamtstrom ist die vektorielle Summe aus beiden Stromkomponenten.
3. Das im Motor erzeugte Drehmoment ergibt sich aus dem „Kreuzprodukt“ der Vektoren.
4. Die Stufe, auf der diese Stromkomponenten festgelegt und gesteuert werden, bestimmt das Leistungsniveau.

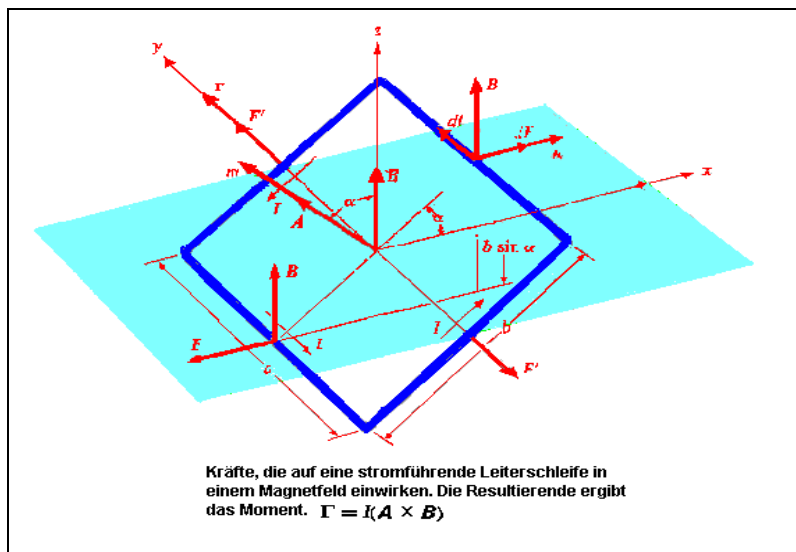


Abbildung 2

Verschiedene Technologien bedienen sich unterschiedlicher Regelverfahren für eine oder mehrere dieser Stromkomponenten (Magnetisierungsstrom, momentenbildender Strom und Vektorwinkel zwischen den beiden Strömen), um Vektor- oder Nicht-Vektor-Regeleigenschaften zu erzeugen.

Gesteigerte Leistung zeigt sich in erhöhtem Startmoment, erhöhtem Moment bei niedrigen Drehzahlen, verbesserter Stoßlast-Festigkeit, genauerer Drehzahl- und Momentenregelung und in anderen meßbaren Parametern.

Abbildung 3

III. Technologische Fähigkeiten

Volt/Hertz-Frequenzumrichter

werden häufig in einfachen Drehzahlsteuerungen verwendet und steuern keine der für die Vektor-Technologie typischen Komponenten. Ein V/Hz-FU regelt die Motorspannung sowie Frequenz in einem linearen Verhältnis und erzeugt somit die gewünschte Drehzahl. Die meisten V/Hz-FUs können Magnetisierungsstrom und momentenbildenden Strom nicht trennen und nutzen als Regelgröße den Gesamtstrom. Diese FU-Regelungen beruhen auf einfachen

Strombegrenzungsregelungen und bedienen sich üblicherweise eines Spannungs-Boosts, um ein zusätzliches Losbrechmoment zu erzeugen. Mit dieser Spannungs-Boost-Methode kann zwar ein zusätzliches Startmoment erzeugt werden, sie benötigt jedoch wesentlich mehr Strom und verursacht häufig „Strombegrenzungs“-Situationen, die die Leistungsfähigkeit mindern. Auf den ersten Blick läßt sich vielleicht kein Unterschied zwischen Volt/Hertz-Technologie und Vektor-Technologie ausmachen. Ein Vergleich der Betriebseigenschaften zeigt den Unterschied jedoch deutlich in sämtlichen Bereichen, einschließlich Anfahren, Beschleunigung, Betrieb bei niedrigen Drehzahlen und Momentenregelung.

Flußvektorantriebe nutzen die Ausgangsgröße eines Stromreglers als Frequenz-Sollwert. Dadurch können das dynamische Verhalten des Antriebs verbessert und in einigen Fällen sogar Motormoment und -drehzahl gesteuert werden.

Feldorientierte Frequenzumrichter dienen **sowohl** zur Drehzahl- **als auch** Momentenregelung, da sie sowohl die Stromkomponenten als auch den Winkel (vektorielle Summe) regeln. Sie bieten hervorragende Drehmomenteigenschaften sowie genauere Drehzahlregelung, größere Drehzahlregelbereiche und höhere Regler-Bandbreite (Sprungantwort). Ein separater Adaptivregler dient zur unabhängigen Momenten- und Flußsteuerung und ermöglicht somit die kontinuierliche Drehzahl- und Momentenregelung des Motors.

Sensorless Vector-Technologie bietet eine Leistungsfähigkeit, die über der von V/Hz-Antrieben, jedoch unter der von rein feldorientierten Steuerungen liegt. Die Start-, Beschleunigungs- und Stoßbelastungsfähigkeit einer Sensorless- oder Vektor-Steuerung mit offenem Regelkreis ist stark verbessert. Die Steuerungen bieten einen großen Drehzahlregelbereich bei Überlastbetrieb (einschließlich Betrieb über Nenn Drehzahl bei Feldschwächung) und eine verbesserte Leistungsfähigkeit bei niedrigen Drehzahlen. Im Gegensatz zu drehmomentregelbaren Antrieben können sie jedoch das im Motor gebildete Drehmoment *nicht regulieren*. Im Hinblick auf Dynamik, hochpräzise Drehzahlregelung oder Drehzahlregelbereich können sie wiederum mit feldorientierten Regelungen nicht mithalten. Sie bieten jedoch das größtmögliche Drehmoment pro Ampere im Motor. Durch die Sicherung eines optimalen Statorflusses und eine konstante Überwachung zur Vermeidung von „Übererregungs“-Situationen, bietet die Sensorless Vector-Regelung maximales Motordrehmoment (bis nahe Kippmoment). Dazu gehören alle kritischen Betriebszustände: Losbrechen, Beschleunigung und Verzögerung, Stoßbelastung, Betrieb bei niedrigen Drehzahlen und auch Betrieb oberhalb der Nenn Drehzahl im Feldschwächebereich.

Die Steuerungen bieten einen großen Drehzahlregelbereich bei Überlastbetrieb (einschließlich Betrieb über Nenn Drehzahl bei Feldschwächung) und eine verbesserte Leistungsfähigkeit bei niedrigen Drehzahlen. Im Gegensatz zu drehmomentregelbaren Antrieben können sie jedoch das im Motor gebildete Drehmoment *nicht regulieren*. Im Hinblick auf Dynamik, hochpräzise Drehzahlregelung oder Drehzahlregelbereich können sie wiederum mit feldorientierten Regelungen nicht mithalten. Sie bieten jedoch das größtmögliche Drehmoment pro Ampere im Motor. Durch die Sicherung eines optimalen Statorflusses und eine konstante Überwachung zur Vermeidung von

„Übererregungs“-Situationen, bietet die Sensorless Vector-Regelung maximales Motordrehmoment (bis nahe Kippmoment). Dazu gehören alle kritischen Betriebszustände: Losbrechen, Beschleunigung und Verzögerung, Stoßbelastung, Betrieb bei niedrigen Drehzahlen und auch Betrieb oberhalb der Nenn Drehzahl im Feldschwächebereich.

	Volt/Hz	Sensorless Vector	Feldorientierte Regelung
Drehzahlsteuerung	Frequenzregelung m. Schlupfkomp.	Frequenzregelung mit Schlupfkomp. oder Encoder-Feedback	Geschwindig.-Strg. oder Encoder-Feedback
Drehzahlregelung	1%	Schlupfkomp. .5% Encoder .1%	Offener Regelkreis .5% Geschl. Regelkreis .001%
Momentenregelung	n.z.	n.z.	Motorabhängig 2 – 5%
Drehzahlregelbereich	40:1	120:1	Offener Regelkreis 120:1 Geschl. Regelkreis >1000:1
Startmoment	150%	250%	Antriebs-/Motorabhängig 150 % Minimum 400% Maximum
Beschleunigungsmoment	150%	150%	Antriebs-/Motorabhängig 150 % Minimum 400% Maximum
Maximales Moment	250%	260%	Antriebs-/Motorabhängig 150 % Minimum 400% Maximum
Dynamische Sprungantwort	n.z.	6-12 Radians	30 rad Off. Regelkreis 100 rad Geschl. Regelkr.

Abbildung 4

IV. Die Steuerungsphilosophie

Die Hardware des Antriebs ist nur eine von zahlreichen leistungsbestimmenden Faktoren. Die Steuerungsphilosophie ist der wichtigste davon. Tests haben bewiesen, daß Sensorless Vector Control anderen Steuerungstechnologien weit überlegen ist. Eine nähere Untersuchung zeigt die Unterschiede.

Viele Steuerungstechnologien sind einzig und allein das Ergebnis von Forschungsarbeiten an Universitäten oder in technischen Organisationen. Es herrscht oftmals die Meinung vor, daß diese Organisationen wegweisend für neue Technologien sind und daß Lösungen, die nicht innerhalb eines solchen Rahmens erarbeitet wurden, weniger leistungsfähig sind. Wer sich jedoch auf der industriellen Werksebene auskennt, weiß, daß zwar die akademische Betrachtungsweise der Technologie zukunftsweisend sein mag, die praktische Anwendung derselben jedoch mitunter ein völlig anderes Thema ist. Der akademische Ansatz ignoriert bewährte Technologien und erschwert dem Bediener die Arbeit unnötig, indem er das Ziel eines Antriebs für alle Zwecke“ verfolgt..

Die vorherrschende Meinung und Praxis, daß „besser ist, was komplex ist“, gehört zu den Hauptursachen für reduzierte Leistungsfähigkeit. In den meisten Fällen wird versucht, ein relativ kompliziertes System mit vielerlei Stromreglern und zahlreichen Verstärkern einzusetzen. Stromregulierte Antriebe basieren grundsätzlich auf einer Drehzahlregelung, wobei die Drehzahlregelung der Stromregelung überlagert ist. Wird eine Drehzahlabweichung erkannt, reagiert der Antrieb mit einer Stromänderung, um die Abweichung auszuregulieren. Da hierbei zwei Regelkreise ineinander arbeiten, ist eine Stabilität nur schwierig zu gewährleisten. Dazu sind eine zuverlässige Schlupfermittlung und ein detailliertes Motor-„Modell“ notwendig, das Werte, wie die Rotorzeitkonstante berücksichtigt, die nur schwierig zu bestimmen ist. Andere Werte ändern sich mit der Zeit und mindern die Leistung. Diese Methode erfordert zudem eine aufwendige Ermittlung des magnetischen Motorflusses mit zwei oder drei Integratoren mit jeweils einer eigenen Zeitkonstante; dies erhöht die Prozeßzeit. Auch ist es hierbei schwieriger, genaue Werte für den Betrieb bei niedrigen Drehzahlen zu erhalten, und Tuning-Routineläufe werden komplizierter. Um Zeitverzögerungen durch die zahlreichen Regler und Integratoren zu überwinden, sind zusätzliche Motorparameter/-daten sowie eine zusätzliche Einstellung des Antriebs erforderlich. Diese Einstellungen, die eigentlich der Leistungssteigerung dienen, haben jedoch oftmals die gegenteilige Wirkung, da sie die statische Grundstabilität einschränken. Die zusätzlichen Einstellungen und die erhöhte Komplexität der Motorparameter erfordern außerdem eine komplexere „Auto-Tune Routine“, die vielfach nicht zu optimaler Leistung führt. Bei der manuellen Einstellung ist es häufig schwer zu beurteilen, welchen Einfluß die Parameter ausüben und wie auf sie zugegriffen werden kann. Dies kann bedeuten, daß ein Antrieb nur mit einem bestimmten Motor reibungslos funktioniert, der von einem Antriebsanbieter mit einer guten Kenntnis der Parameter bereitgestellt wurde. Der Ansatz eines eigens angepaßten Motors ist zwar nicht grundlegend falsch, aber er schränkt die Auswahlmöglichkeiten des Benutzers erheblich ein.

Einen einfacheren und wirkungsvolleren Ansatz bietet der 1336 PLUS II mit Sensorless Vector-Technologie. Der 1336 PLUS II bietet Flexibilität, optimale Abstimmbarkeit sowie Sensorless Vector-Performance, denn sein Schwerpunkt liegt auf der genauen Durchführung von zwei Hauptaufgaben: die Aufrechterhaltung eines optimalen Motorflusses und die Identifizierung von Motorparametern mit höchster Wirksamkeit. Der Antrieb erreicht diese Leistung auch ohne einen speziellen Motor mit darauf abgestimmten Parameter-Sondereinstellungen.

Phasenstrom-Sensoren bieten präzise Stromwerte. Software-Algorithmen werden für die Korrektur von Abweichungen genutzt; die Berechnung von V_q - und V_d -Winkel sowie der reinen Vektorspannung ermöglichen eine ungewöhnlich präzise Vektordurchführung. Nur zwei Motorparameter (jene mit dem größten Einfluß auf das Drehmoment) müssen identifiziert werden, um maximales Drehmoment zu erzeugen: Statorwiderstand (R_s) und Magnetisierungsstrom (I_d), ein weitaus simpleres Motormodell. Die für das Motormodell gewählten Voreinstellungen sind äußerst genau, so daß eine Bedienerabstimmung meist nicht mehr notwendig ist. Ist eine höhere Performance erforderlich, reicht es häufig aus, einfach den Antrieb mit den Daten vom Typenschild des Motors zu programmieren. Nur anspruchsvollste Applikationen erfordern einen Abstimmungslauf. Die dafür notwendigen Werte können problemlos über eine einfache und direkte Tuning-Routine mit drei Schritten identifiziert werden.



Abbildung 5

Der größte Vorteil der Sensorless Vector-Technologie liegt in der Regelung des Motorflusses auf einen Wert, der dem Nennfluß des Motors ungefähr entspricht. Motoren mit hohem Wirkungsgrad werden nahe der Sättigung mit Nennfluß betrieben, um optimale Leistung zu erzielen. Durch Übermagnetisierung (I_d) würde im Motor nicht zusätzliches Drehmoment erzeugt, sondern der Motor lediglich magnetisch gesättigt und Energie verschwendet. Geringere I_d führt hingegen dazu, daß mehr Gesamtstrom zur Bildung desselben Drehmoments benötigt wird, wodurch wiederum Energie verschwendet wird. Der Betrieb mit Nennfluß ergibt das optimale Strom/Drehmoment-Verhältnis und eine optimale Motorleistung.

Spare Allen-Bradley Parts

Ein Strombegrenzungsregler mit einstellbarem Verstärkungsfaktor bewirkt ein dynamisches Verhalten.

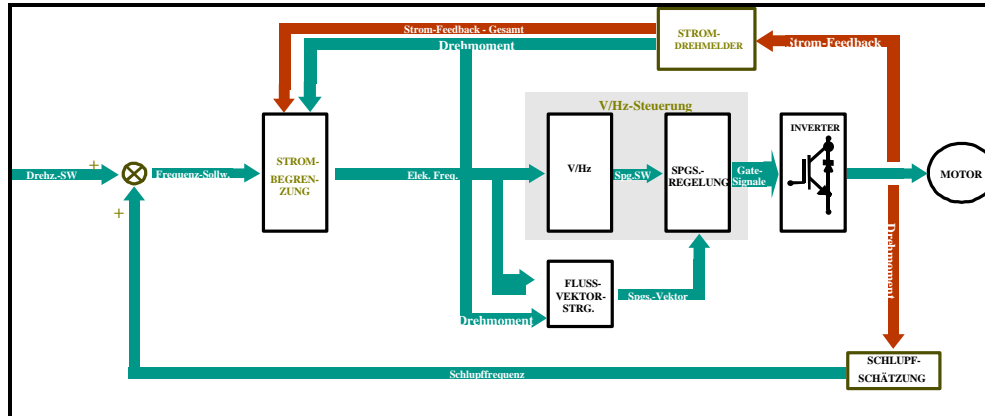


Abbildung 6

Der Vorteil des Strombegrenzers (ein Stromregler, der nur dann regulierend eingreift, wenn der Strom eine bestimmte Grenze übersteigt) liegt darin, daß er nur in Überlastsituationen auf die Dynamik des Systems Einfluß nimmt. Der Schlüssel zu außergewöhnlicher Leistungsfähigkeit bei diesem System ist die vorausschauende und präzise Regelung der Übergänge von unregulierten zu regulierten Zuständen.

Durch den Schlupfberechnungs-Algorithmus und die entsprechenden Motorparameter bietet der 1336 PLUS II eine hervorragende Schlupfkompensation (mit einstellbarem Verstärkungsfaktor), um den optimalen Schlupf im Motor zu gewährleisten. Dies führt zu einem nur geringen Drehzahlabfall bei Stoßbelastung und einer schnellen Ausregelung je nach Vorgabe des Verstärkungsfaktors ohne Stabilitätseinbußen. Nur wenige Werte müssen berechnet oder getestet werden, und das Verfahren ist bei manueller Einstellung einfach und schnell. Das System funktioniert hervorragend bei allen Motoren, da zur Gewährleistung einer optimalen Leistung keine speziellen Motordaten benötigt werden.

V. Die praktische Umsetzung

Diese Technologien nützen dem Kunden jedoch nur dann, wenn sie an seine Bedürfnisse angepaßt werden. Die Sensorless Vector-Technologie des 1336 PLUS II bietet die notwendige Leistungsfähigkeit für alle kritischen Bereiche in anspruchsvollen Applikationen. Das Startmoment, bis zu 260 % des Motornennmoments, wird zum Losbrechen von schweren Lasten erzeugt und erfordert in den meisten Fällen keinen überdimensionierten Antrieb. Die Untersuchung der Drehzahl-/Drehmomentkurven (siehe Abbildung 7) zeigt eine außergewöhnliche Fähigkeit zur Momentenbildung beim Anfahren einer Last mit hoher Trägheit oder hoher Haftreibung.

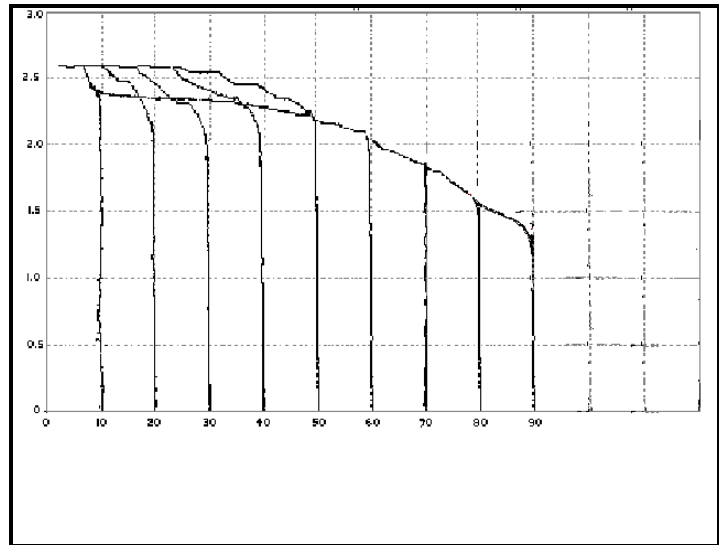


Abbildung 7

Die hohe Fähigkeit zur Momentenbildung des Sensorless Vector-Algorithmus bewirkt eine schnelle und genaue dynamische Sprungantwort auf Laständerungen. Eine höhere Performance im Bereich der Drehzahlregelung wird dadurch erreicht. Diese Fähigkeit, Motormoment aufzubauen, in Verbindung mit einem einstellbaren Drehzahlregelkreis ermöglicht eine dynamische Reaktion auf Laständerungen. Während die Drehzahlregelung im Normalfall unter einem konstanten Lastzustand durchgeführt wird, gibt die Reaktion des Antriebs auf sprunghafte Laständerungen ein konkretes Bild der Drehmoment-Performance.

Abbildung 8 zeigt die Abstimmbarkeit des 1336 PLUS II-Drehzahlreglers. Dieser Antrieb/Motor läuft auf voller Drehzahl, sobald ein 100 %iger Lastsprung dynamisch angelegt wird. Die Sprungantwort wird hinsichtlich der Abstimmung angezeigt: Ausregeln auf eine konstante Soll-drehzahl in 1,3 s bei Standard-Tuning und in 64 ms bei Optimierung. Der Strom steigt proportional mit dem Lastsprung, bleibt jedoch stabil und kontrolliert.

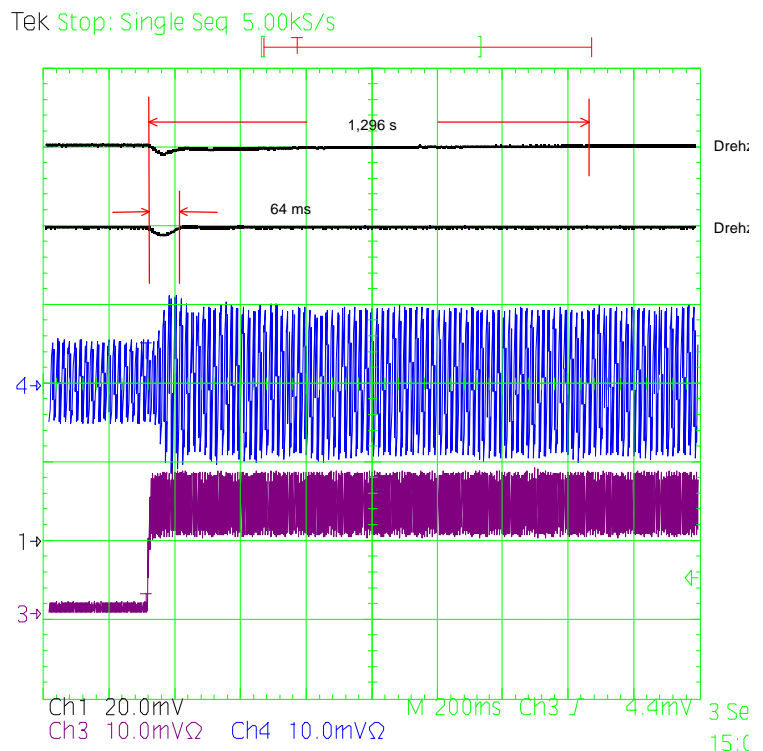


Abbildung 8

Der 1336 PLUS II besitzt ebenfalls eine Reihe von Eigenschaften, die ein hohes Beschleunigungsmoment sowie unter bestimmten Umständen eine besonders schnelle Beschleunigung ermöglichen. Viele Volt/Hertz-Antriebe können zwar ein hohes Startmoment erzeugen, dieses sinkt jedoch schnell auf einen kleinen Wert, sobald der Motor die Beschleunigung auf volle Drehzahl beginnt. Die Beschleunigungsleistung wird dadurch eingeschränkt. Die Fähigkeit des 1336 PLUS II Sensorless Vector-Algorithmus, eine hohe Momentenbildung auch bei der

Beschleunigung aufrecht zu erhalten, unterscheidet diesen deutlich von vergleichbaren Produkten. In Abbildung 8 ist ebenfalls zu sehen, daß ein Drehmoment über 200 % gegebenfalls sogar bei Nenndrehzahl gehalten werden kann, wodurch eine gleichmäßige Beschleunigung bei maximaler Drehzahl geboten wird. Abbildung 9 zeigt ein weiteres Merkmal des Algorithmus: die adaptive Strombegrenzung. Der Hochleistungsstrombegrenzer des Antriebs beeinträchtigt die Beschleunigung einer Last mit hoher Trägheit nicht. Bei einer Last mit geringer Trägheit kann die Strombegrenzung die Beschleunigungszeit jedoch unnötig verlängern. Liegt ein sehr geringes Last-Trägheitsmoment vor, kann die adaptive Strombegrenzung deaktiviert werden und dadurch die maximale Beschleunigung erzielt werden.

Das Diagramm in Abbildung 9 zeigt einen Motor mit geringer Trägheit, der eine Drehrichtungsumkehr auf volle Drehzahl in 272 ms bestreitet (1640 U/m vorwärts und 1640 U/m rückwärts).

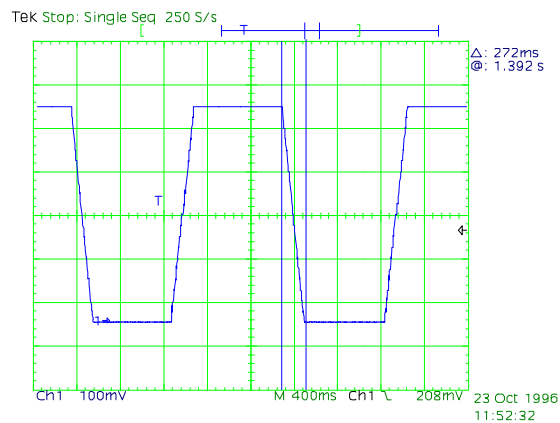


Abbildung 9

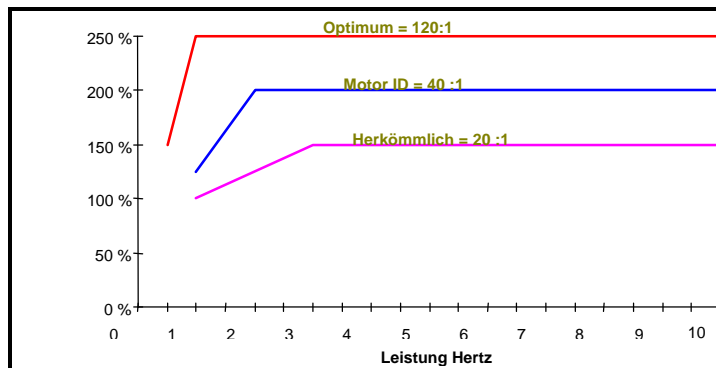


Abbildung 10

Die Fähigkeit, außerordentliche Motordrehmomente zu bilden, in Verbindung mit einer gleichmäßigen Stromregelung bietet einen großen Drehzahlregelbereich für den Betrieb. Herkömmliche Technologien konnten zwar hohe Startmomente erzeugen, jedoch fehlte die Fähigkeit, Nenndrehmoment für Betrieb bei niedrigen Drehzahlen zu bilden. Mit sinkender Motordrehzahl verfügen Sensorless Vector-Algorithmen über immer weniger meßbare Motordaten, auf denen grundsätzliche Steuerungsentscheidungen basieren können. Betrieb bei niedrigen Drehzahlen ist in diesem Fall schwierig zu regeln. Der 1336 PLUS II besitzt gemäß Spezifikation einen Drehzahlregelbereich bei Nenndrehmoment von 120:1. Dies bedeutet,

daß im Gegensatz zu anderen Technologien, die nicht in der Lage sind, volles Drehmoment unter 38 - 40 U/m (Drehzahlregelbereich von 40:1) zu erreichen, der 1336 PLUS II mit Sensorless Vector-Technologie Drehmomente oberhalb des Nenndrehmoments bei Drehzahlen zwischen 12 und 15 U/m oder weniger (Drehzahlregelbereich von 120:1) bildet und dennoch innerhalb der für alle anderen Spezifikationen (z.B. Drehzahlregelung) vorgegebenen Leistungsdaten bleibt. Abbildung 10 zeigt, wie der Drehzahlregelbereich

mit Sensorless Vector Betrieb durch Optimierung vergrößert werden kann.

VI. Applikationsbeispiel

Eine vor kurzem aufgetretene Applikationssituation zeigt, wie der leistungsfähige 1336 PLUS II mit Sensorless Vector-Regelung einem Hersteller zu einer führenden Stellung in seinem Industriezweig verhalf. Die Erweiterung einer Anlage mit dem Ziel der Produktionssteigerung verlangte den Einsatz neuer Teigmischer mit 110 kW. Standardmäßig bot der Maschinenlieferant Mischer mit zweistufigem Motor an. Der Kunde forderte jedoch die Ausrüstung der Mischer mit Frequenzumrichtern, um einerseits die Wartungsanfälligkeit der Starterkombination zu verringern und andererseits die Prozeßflexibilität aufgrund der veränderbaren Drehzahl zu erhöhen. Der OEM zögerte daraufhin: einerseits aufgrund seiner Standardlösung und andererseits aufgrund bisheriger Erfahrungen mit Frequenzumrichtern. Drei Jahre zuvor durchgeführte Tests hatten gezeigt, daß ein dreimal größerer Motor (in diesem Beispiel ein Antrieb mit 355 kW) notwendig war, um das benötigte Drehmoment zu

bilden. Gemeinsam führten Hersteller und OEM einen Test an einem Mixer mit zweistufigem 110 KW-Dahlandermotor unter Einsatz eines 1336 PLUS II mit 110 kW durch. Um die Sensorless Vector-Fähigkeit des 1336 PLUS II durch und durch zu testen, wurde der Antrieb aufs Äußerste belastet: mit einer schweren Teiglast, einer geringen Wasserzugabe (dickerer, zähflüssigerer Teig) und der Überschreitung der Mischerdrehzahl um 120 % der Nenndrehzahl. Der 1336 PLUS II konnte die notwendigen Drehmomente in allen Betriebsbereichen ohne Überdimensionierung aufbringen. Aufgrund der Fähigkeit, den Magnetisierungsstrom zu regeln und den verfügbaren FU-Ausgangsstrom optimal für die Drehmomentbildung zu nutzen, war die verwendete Baugröße völlig ausreichend. Sowohl OEM als auch der Anwender der Mischmaschine waren sich einig, daß die Mischerleistung mit der Drehzahlregelung entscheidend verbessert worden war – eine für sie erfreuliche Überraschung. Für den Kunden bedeutet dies letztendlich gesteigerte Produktivität, Produktqualität und Gewinne. Ganz gleich, ob die Applikation das Mischen von Teig, das Anfahren von Förderbändern mit hoher Trägheit oder den Antrieb anderer wichtiger Komponenten erfordert, die Sensorless Vector-Regelung bildet das für die Last notwendige Drehmoment.

VII. Zukünftige Entwicklungen

Mit der Weiterentwicklung der Sensorless Vector-Technologie wird auch deren Leistungsfähigkeit weiter verbessert werden. Drehzahlverhältnisse von 300:1, höheres Drehmoment bei einer Drehzahl von oder nahe Null, grössere Regler-Bandbreite und weitere Verbesserungen werden in Zukunft gesteigerten Nutzen für anspruchsvolle Applikationen bringen. In Verbindung mit den entsprechenden Antriebseigenschaften stellt diese Technologie ein zukunftsweisendes Leistungspaket dar. Applikationen, die eine grobe Positionierung, schnelle Beschleunigung und Verzögerung sowie weitere „leistungsstarke“ Anforderungen stellen, werden zunehmend standardmäßig mit FUs ausgestattet. Schnellere Mikroprozessoren, DSP-Technologie und Algorithmen mit höherer Dynamik werden die Leistung der Antriebe weiter steigern. Die Antriebe von Allen-Bradley setzen neueste Technologien weiterhin in reelle Produkte um, die dem Kunden ausgezeichnete Bedienerfreundlichkeit sowie die Möglichkeit zu größerer Flexibilität, gesteigerter Produktivität und geringerer Lebenszykluskosten bieten.

Sie finden uns im Internet unter www.rockwellautomation.com

Rockwell Automation ist weltweit für Sie da und vereint führende Marken der industriellen Automation. Wir bieten Ihnen Steuerungen von Allen-Bradley, Antriebskomponenten von Reliance Electric, mechanische Antriebsselemente von Dodge sowie Software-Produkte von Rockwell Software. Rockwell Automation sichert Ihren Wettbewerbsvorteil durch Flexibilität und mit der Unterstützung von zahlreichen autorisierten Partnern, Distributoren und Systemintegratoren weltweit.

Weltweite Hauptverwaltung, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204, USA, Tel: (1) 414 382-2000, Fax: (1) 414 382-4444
Hauptverwaltung Europa, 46, avenue Hermann Debroux, 1160 Brüssel, Belgien, Tel: (32) 2 663 06 00, Fax: (32) 2 663 06 40
Hauptverwaltung Deutschland, Düsseldorfberger Straße 15, 42781 Haan-Gruiten, Tel: (49) 2104 9600, Fax: (49) 2104 960121
Verkaufs- und Supportzentrum Schweiz, Gewerbestraße 5506 Mägerwil, Tel: (41) 62 889 77 77 Fax: (41) 62 889 77 66
Hauptverwaltung Österreich, Bäckermühlweg 1, 4030 Linz, Tel: (43)(732) 38 909 0, Fax: (43)(732) 38 909 61

