

Power auf Dauer

Rückspeisefähige Frequenzumrichter ermöglichen kostensparenden Getriebeprüfstand bei John Deere



Beitrag als PDF auf
www.AuD24.net

Wie die Autohersteller sind auch die Hersteller von Landmaschinen bestrebt, die Entwicklungszeiten für neue Modelle deutlich zu verkürzen. Eine entscheidende Voraussetzung hierfür ist die Entwicklung und Optimierung von Fahrzeugteilsystemen auf speziellen Entwicklungsprüfständen mit hoher Dynamik und hoher Präzision. Darüber hinaus werden Prüfstände auch in der Serienproduktion zur Sicherung einer hohen Fertigungsqualität der Systemteile eingesetzt. Besonders vorteilhaft für solche Prüfstands Anwendungen ist der Einsatz rückspeisefähiger IGBT-Frequenzumrichter, wie eine Applikation beim Landmaschinenhersteller John Deere zeigt. ■ Gerrit Wind, Rainer Hübner



John Deere ist der weltweit größte Landmaschinenhersteller und führender Traktorenlieferant in Deutschland



Gerrit Wind
ist Branchenmanager für Prüfstände & Pressen bei ABB Automation Products, Motors & Drives, in Lampertheim
T +49/6206/503-503
gerrit.wind@de.abb.com



Rainer Hübner
ist Vertriebsleiter bei Transresch Antriebssysteme in Berlin
T +49/030/9861-2176
huebner@transresch.de

Der Landmaschinenhersteller John Deere führt in seinem Werk Mannheim Dauerfestigkeitsprüfungen an den Getrieben seiner Traktoren durch. Beim neuesten Allrad-Prüfstand sorgen in einer hochdynamischen Antriebslösung der Firma Transresch Antriebssysteme rückspeisefähige ABB-Frequenzumrichter vom Typ ACS800 MultiDrive mit geringen Netzrückwirkungen für Kosteneinsparungen durch Energierückführung ins Netz sowie für die Kompensation der Blindleistung einer Trafostation.

Simulation der Einsatzbedingungen

An die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Getriebe von Traktoren werden in jeder Situation höchste Anforderungen gestellt, sei es im harten Pflugeinsatz, bei zapfwellengetriebener Arbeit mit angehängtem Maishäcksler oder bei Transportfahrten mit schweren Anhängern. Entsprechend intensiv werden die Getriebe geprüft. Um die Lebensdauer kriti-

scher Bauteile abzuschätzen und um den Einfluss der Einsatzbedingungen zu untersuchen, werden im Werk Mannheim von John Deere Antriebsstrangsimulationen durchgeführt.

John Deere betreibt in Mannheim mehrere Belastungsprüfstände für Getriebe. Es werden Prüfläufe für den Nachweis der Haltbarkeit und für die Qualitätssicherung von Zahnrädern, Lagern und Wellen durchgeführt. Noch gibt es in Mannheim zwei Prüfstände mit veralteten hydraulischen Bremsen. Der hohe Wartungs- und Serviceaufwand sowie der unbefriedigende energetische Wirkungsgrad bewogen John Deere, auf Prüfstände mit elektrischem Antrieb umzustellen. Die IGBT-Frequenzumrichter dafür liefert seit 1998 die Transresch Antriebssysteme Berlin GmbH, ein Spezialist für Prüfstandsantriebe.

Im April 2004 ging im Werk Mannheim der neue Allrad-Prüfstand in Betrieb. Im Rahmen der Prüfung wird der gesamte Lebenszyklus des Getriebes simuliert. Dabei wird der Prüfling mechanisch so realitätsnah wie möglich belastet. Neben der Dauerfestigkeitsprüfung >



Auf dem neuen Allrad-Prüfstand bei John Deere werden die wichtigsten Arbeitsbereiche eines Traktors simuliert



Die Anpassgetriebe setzen die Momente auf den erforderlichen Wert von 35.000 Nm an jeder Hinterachse hoch



Die gesamte Schaltschrankbreite für die IGBT-Einspeiseeinheit und die vier Motorwechselrichter beträgt nur 6 Meter

können nun auch Sonderprüfungen durchgeführt werden. Dies sind beispielsweise Tests, die Situationen aus dem Fahrbetrieb nachbilden wie Überdrehzahl, Zug-Schubwechsel, Differential- und Differentialsperrenfunktion oder Reversiervorgänge. Zudem sind automatisierte Prüfläufe mit wechselnden Gängen, Übersetzungen und Lasten programmierbar. Möglich geworden sind auch funktionale Tests für Abstimmungszwecke. Auf dem Prüfstand ist der gesamte Schleppertorso aufgebaut. Die Belastungseinheiten sind direkt an die Räder angeflanscht. Der Prüfstand ist so gestaltet, dass eine schnelle und unkomplizierte Umrüstung auf die unterschiedlichen Getriebe-typen möglich ist.

Das Getriebe wird von einem Verbrennungsmotor angetrieben und elektrisch abgebremst, um die Zugkraft und die Fahrwiderstände zu simulieren. Bei dem Dieselmotor handelt es sich um einen serienmäßigen Common-Rail-Motor von John Deere mit Abgasturbolader und einer

Nennleistung von 160 kW bei 2.100 min⁻¹. Das maximale Drehmoment von 850 Nm liegt bei 1.800 min⁻¹. Mit 8-poligen DS-Asynchronmaschinen vom Typ DQ7315L und DQ7315X von Schorch werden Bremsmomente von 3.180 Nm bzw. 2.380 Nm erzeugt. Die Anpassgetriebe mit $i=11,2$ bzw. $i=6,5$ setzen die Momente auf den erforderlichen Wert von 35.000 Nm an jeder Seite der Hinterachse sowie 15.000 Nm an der Vorderachse hoch. Die Dieselmotoren kommen in der Prüfung trotz des gegenüber eines elektrischen Antriebs ungünstigeren Wirkungsgrades zum Einsatz, da gleichzeitig mit dem Serienmotor alle Nebenaggregate getestet werden können und das Originalschwingungssystem erhalten bleibt.

Intensive Dauerprüfung

Der Testdauer beträgt 2.400 Stunden, zusammengesetzt aus Vorwärtsfahrt, Rückwärtsfahrt

und dem Betrieb bei maximalem Motormoment. Abgebildet werden hierbei für die beiden wichtigen Arbeitsbereiche eines Traktors einerseits hohe Drehzahlen mit geringen Drehmomenten bei Transport und sehr niedrige Drehzahlen mit sehr hohen Radmomenten bei schwerer Feldarbeit. In den niedrigen Übersetzungen können zum Beispiel die maximalen Drehmomente an der Hinterachse pro Seite auf bis zu 35.000 Nm bei Drehzahlen von circa 5 U/min eingestellt werden.

Es werden Schaltgetriebe getestet mit sechs Schaltgruppen à je vier Gänge, jeweils für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt. Insgesamt müssen also 48 Gänge geprüft werden. Für jeden Gang wird ein zeitanteiliges Drehmoment laut Belastungsprofil vorgegeben. Die Zeitabschnitte bewegen sich, je nach Aufgabenstellung und Getriebe-typ, im Bereich von einigen Minuten bis zu über 100 Stunden. Außerdem ist eine entsprechende Prüfung für stufenlose Getriebe möglich. ➤

Maßgeschneiderte Antriebs- und Steuerungslösungen!



Besuchen Sie uns vom 22.–24.11.2005:
SPS/IPC Drives · Messe Nürnberg
Halle 4 · Stand 4-210

- extrem kompakt
- Sicherheitskategorie 4
- Ethernet
- einfache Programmierung mit CoDeSys

Vom Getriebemotor bis zum intelligenten Servo-Antrieb mit integrierbarer SPS-Steuerung. Offen konzipierte Antriebs- und Steuerungstechnik für zentrale und dezentrale Antriebs- und Steuerungslösungen aus einem durchdachten Baukastensystem. Setzen Sie auf einen Partner mit Know-how und Erfahrung.

Anforderungen an die Antriebstechnik

Prüfstände wie dieser Allrad-Prüfstand verlangen elektrische Antriebe mit hoher Performance, wie etwa hohe Drehzahlgenauigkeit, geringe Momentanregelzeiten (< 1 ms) und hohe Bremsmomente bei kleinen Drehzahlen. Die Vorgaben für die Simulation der im praktischen Betrieb bestehenden Anforderungen durch die übergeordnete Steuerung müssen schnell und fehlerfrei umgesetzt werden. Hierfür liefert Transresch hochdynamische Antriebssysteme einschließlich der Schnittstellen zum übergeordneten Automatisierungssystem. Der Antriebsspezialist verfügt über jahrelange Erfahrungen auf dem Gebiet der Prüfstandsantriebe. Als Drive-Alliance-Partner von ABB bezieht er die Umrichtermodule aus dem System ACS800 und schafft auf dieser Basis zusammen mit den weiteren Antriebskomponenten jeweils optimierte projektspezifische Lösungen. Das modulare System des ACS800 ermöglicht es, entsprechende Ausführungen bis zu großen Leistungen im MW-Bereich zu realisieren.

Direkte Drehmomentregelung

ABB verfügt mit der direkten Drehmomentregelung (Direct Torque Control, DTC) des ACS800 über eine weltweit wegweisende Technologie für Frequenzumrichter mit Spannungszwischenkreis. Der Begriff DTC beschreibt, dass die Regelung des Drehmoments und der Drehzahl direkt auf dem elektromagnetischen Zustand des AC-Motors basiert. Ähnlich wie bei einem DC-Motor, jedoch grundlegend anders als bei der herkömmlichen Puls-Weiten-Modulation bei AC-Antrieben, die die Frequenz und Spannung als Ausgangsgrößen verwenden. DTC ist die erste Technologie, mit der die „echten“ Regelgrößen des Motors, Drehmoment und magnetischer Fluss, geregelt werden. Damit verbunden sind wesentliche Vorteile der DTC-Technik gegenüber der herkömmlichen Technik für AC-Antriebe bezüglich Drehmomentanregelzeit, Drehmomentregelung bei niedrigen Frequenzen, Wiederholbarkeit des Drehmoments, statischer und dynamischer Drehzahlgenauigkeit sowie bei der Linearität des Drehmoments, die insbesondere für Prüfstandsanwendungen zum Tragen kommen.

Die Komponenten der Frequenzumrichter bestehen aus Einzelmodulen, die für größere Leistung (ab etwa 450 kW) parallel betrieben werden. Die konstruktive Anordnung der Module erfolgt durch Transresch wahlweise im MNS-System oder, wie für diesen Anwendungsfall bei John Deere, in Schaltschränken TS 8 von Rittal. Für eine einfache Wartung und den Re-



Der Anwender

John Deere ist der weltweit größte Landmaschinenhersteller mit über 46.000 Mitarbeitern, 70 Fabriken sowie Entwicklungszentren in 14 Ländern. Das Produktportfolio des Unternehmens umfasst Landmaschinen mit einer Leistung von 39 bis 331 kW. Das Werk Mannheim, in dem rund 2.750 Mitarbeiter arbeiten, ist das größte Werk von John Deere außerhalb von Nordamerika. Seine Kernkompetenzen liegen in der Getriebefertigung, der Rahmenfertigung sowie in der Endmontage.

dundanzbetrieb sind die Wechselrichtermodule der Typenreihe ACS800 beginnend mit dem Parallelbetrieb mit Kontaktapparaten ausgestattet. Bei Ausfall eines Moduls kann dieses in wenigen Minuten ausgewechselt werden oder der Frequenzumrichter mit entsprechend reduzierter Leistung weiterarbeiten.

Der Allrad-Prüfstand von John Deere wurde Anfang 2004 noch mit den Leistungsteilen des ACS600 ausgeliefert, wird aber bereits mit den Vorzügen der Informationselektronik des ACS800 betrieben. Die gesamte Schaltschrankbreite für die IGBT-Einspeiseeinheit (505 kVA/400 V) und die vier Motorwechselrichter (2 x 405 kVA und 2 x 335 kVA) beträgt 6.000 mm. Zwischenzeitlich wurden an John Deere für zwei kombinierte Motor-/Zapfwellenprüfstände die Frequenzumrichter in der kompletten Ausführung auf Basis ACS800 (Leistungsteile und Informationselektronik) in der Leistungsgröße von 770 kVA geliefert, mit dem zusätzlichen Vorteil des noch kompakteren Aufbaus.

Die Verfügbarkeit der ABB-Frequenzumrichter bezeichnet Karlheinz Bitsch, der bei >



ACS800: Netzurückspeisung und Dämpfung von Oberschwingungen bringen Vorteile für Betreiber



- 1977: Erste CNC-Steuerung mit 4-Achs Interpolation
- 1986: Pionier der CNC-Bahnsteuerung auf PC-Basis
- 2005: Einführung volldigitaler Antriebsregler der Serie andronid® 1000 als Systemergänzung unserer Steuerungen.

Performance:

Satzwechselzeit 250 μ s in bis zu 16 Achsen simultan bei einer Ausgabeauflösung der Bahninterpolation von $0,6 \times 10^{-12}$ m (PIKO-Interpolation).

Ergebnis:

... die derzeit schnellste CNC-Antriebslösung weltweit



info@andron.de www.andron.de

andron®

pioneering PCNC

Überblick verloren?



Reduzieren Sie die Komplexität Ihres Systems - und sparen Sie nebenbei noch Geld für die SPS.

Die neuen MI-Antriebe mit integrierter Masterfunktionalität.

Diese und viele weitere Innovationen zeigen wir Ihnen auf der

SPS Nürnberg, Stand 438, Halle 1

- DC-Motoren
- Bürstenlose DC-Motoren
- AC-Motoren
- Getriebe
- Controller & Software
- Bremsen & Encoder



Alcatel SEL AG · Components Division
Dunkermotoren · Allmendstraße 11
D-79848 Bonndorf/Schwarzwald
www.dunkermotoren.de · info@dunkermotoren.de
Telefon +49 (0) 7703 930-0 · Fax -210/212

ALCATEL

www.Dt2.de

John Deere Mannheim für die Prüfstandsplanung mit verantwortlich ist, als sehr hoch. Als weiteres Plus des ACS800 nennt er die Möglichkeit des Motor-Setup: „Der Umrichter erfasst in einem Initialisierungslauf automatisch die Eigenschaften des Motors und parametrieren sich dem entsprechend selbst – das vereinfacht die Inbetriebnahme wesentlich.“

Wirkungsgrad bis 90 Prozent

Basis der Anwendungen für den Prüfstand bei John Deere sind ACS-MultiDrive-Module in der Kombination für 4-Quadrantenbetrieb, um die für diesen Prüfstand reguläre Betriebsweise des ständigen Bremsbetriebes zu gewährleisten. Die einzelnen Antriebe ermöglichen den vollen Energiefluss im Motor- und Generator- bzw. Rückspeisebetrieb.

Die entsprechenden Bremsleistungen werden über den generatorischen Betrieb der Belastungsmotoren und den jeweiligen Motorwechselrichtern in den Gleichspannungszwischenkreis des Frequenzumrichters gespeist und von dort über den gemeinsamen Netzwechselrichter in das Versorgungsnetz rückgeführt. Auf diese Weise werden bis zu 90 Prozent der bisher bei den Tests vernichteten Bremsenergie zurückgewonnen. Der Wirkungsgrad ist im Wesentlichen von der Anzahl der Bremsmaschinen mit Umrichter und vom Drehzahlniveau abhängig.

Fazit

Die rückspeisefähigen Frequenzumrichter der Serie ACS800 gewährleisten neben der Erfüllung der hochdynamischen Prüfstandsfunktionen zusätzlich die Rückgewinnung der eingesetzten Energie des treibenden Dieselmotors, die in das Versorgungsnetz eingespeist wird. Die bisher übliche Vernichtung der Bremsenergie über einen externen Bremswiderstand oder den Kühlturm entfällt. Des Weiteren verursachen die Frequenzumrichter nur äußerst geringe Netzoberschwingungen. „Durch den Einsatz



Versuchingenieur Karlheinz Bitsch ist bei John Deere mit verantwortlich für die Prüfstandsplanung

von Frequenzumrichtern mit gepulster Einspeisung sind die Netzrückwirkungen stark zurückgegangen“, bestätigt Karlheinz Bitsch.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des ACS800 liegt in seiner Fähigkeit, die Netzbelastung mit einem cos phi von -0,8 bis +0,8 vorzunehmen. Die Antriebslösung von Transresch erlaubt es damit John Deere, neben der Erfüllung der Antriebsaufgabe gleichzeitig eine Blindstromkompensation durchzuführen. Dazu Bitsch: „Durch entsprechende Vorgabe eines kapazitiven Blindstromes am Netzumrichter kann die vorgeschaltete Trafostation auf einen cos phi = 1 kompensiert werden. Das spart Kosten, da aus dem Netz nur noch Wirkstrom bezogen wird.“

Darüber hinaus gleichen die Frequenzumrichter in bestimmten Grenzen auch Netzspannungsschwankungen aus und erhalten dadurch selbst bei schwachen Netzen die volle Motorspannung aufrecht. ■

Dieser Beitrag als PDF und weiterführende Informationen (ähnliche Beiträge, technische Daten, Direktlinks zum Hersteller etc.) sind online verfügbar auf www.AuD24.net

more @ click **AD115201**



Zusammenwirken der Lieferanten

John Deere kauft aus Kostengründen die Prüfstandstechnik nicht komplett bei einem Hersteller ein, sondern bezieht die Komponenten von verschiedenen Lieferanten. „Wir haben eine eigene Abteilung, die Großprüfstände plant“, erklärt Karlheinz Bitsch. Im Fall des neuesten Prüfstandes lieferte Transresch die Frequenzumrichter, die Firma Schorch die Motoren und der Prüfstandsspezialist AVL das Automatisierungssystem. Die Anpassgetriebe lie-

ferte die Firma Eickhoff, den Drehmoment-Messflansch die Firma Staiger Mohilo und die Verbindung zum Prüfling geschieht mit einer Schwerlast-Gelenkwelle die Firma Gewes. Die Signalverkabelung führte John Deere selbst durch. Die Zusammenführung der einzelnen Prüfstandskomponenten erfolgt erst mit der Montage und setzt ein gutes Zusammenwirken der einzelnen Lieferanten voraus.