

Test & Messtechnik Magazin der

YOKOGAWA

Measurement Technologies GmbH

17

QUALITY ■ INNOVATION ■ FORESIGHT
QUALITÄT ■ INNOVATION ■ VORBEREICHUNG

NEUHEITEN

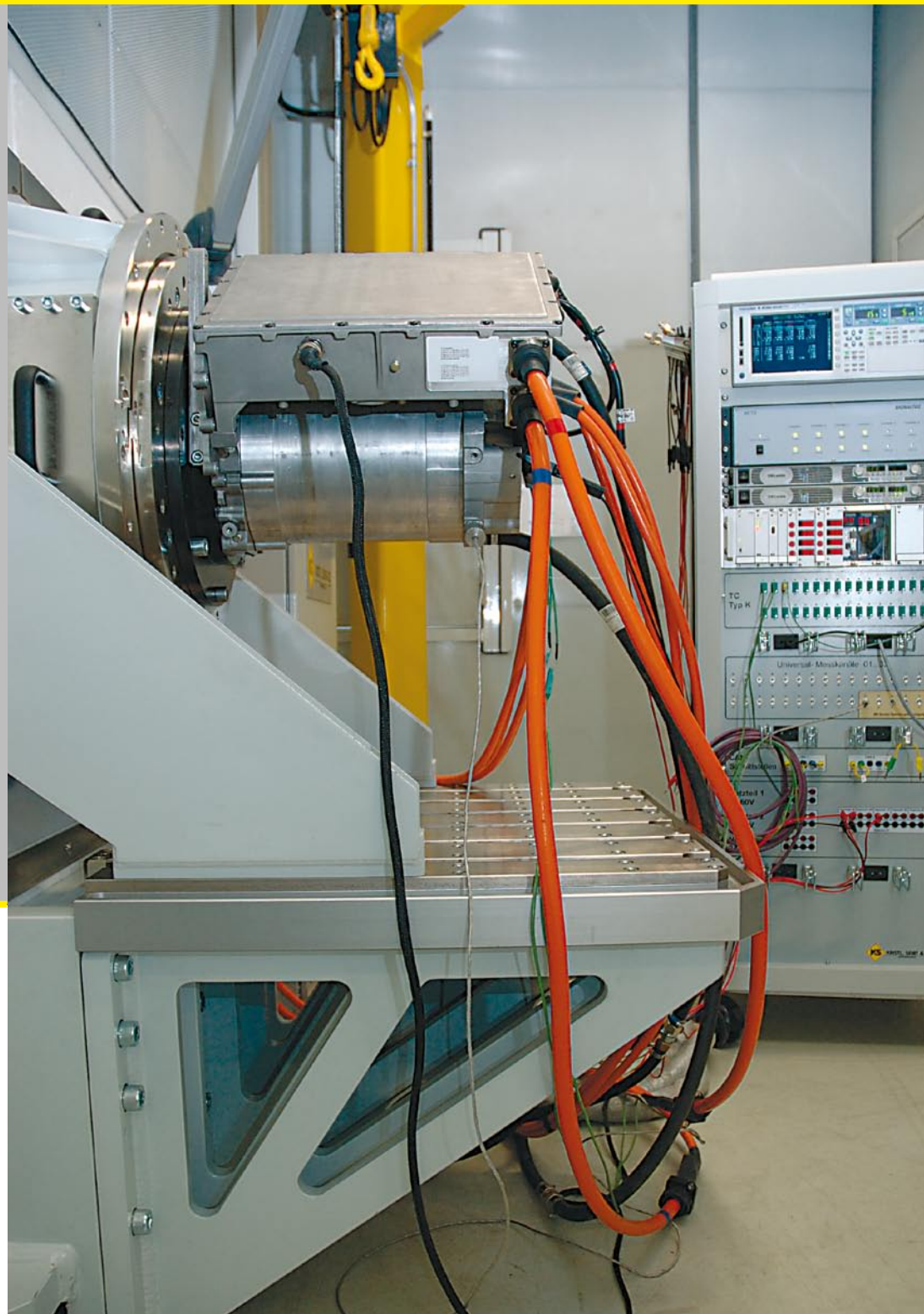
DL850 – die nächste
Generation der
ScopeCorder
Seite 2

REPORTAGE

Daimler AG nimmt
neuen Prüfstand
für Elektromotoren
in Betrieb
Seite 4

APPLIKATION

KS Audio linearisiert
Lautsprecherboxen mit
Filterung im Zeitbereich
Seite 6



YOKOGAWA

DL850, der neue ScopeCorder

DL850, der neue ScopeCorder von Yokogawa: Oszilloskop und Transientenrecorder in einem einzigen, kompakten Gerät. Den DL850 gibt es auch in einer speziellen Vehicle Edition für die Analyse von CAN-Bussen in Fahrzeugen (rechts).

Mit dem DL850 führt Yokogawa seine erfolgreiche ScopeCorder-Serie in die dritte Generation. Äußerlich ist das neue Gerät gleich an dem hochauflösenden Bildschirm und den beleuchteten Bedienelementen zu erkennen. Eine einfache Bedienung ergibt

Vier neue Module

- **100-MS/s-Modul** für High-Speed Datenaufzeichnung mit 20 MHz Bandbreite und 12 Bit Auflösung. Mit 100 Mega-Sample pro Sekunde Abtastrate lassen sich auch kürzeste Ereignisse entdecken und festhalten.
- **16-Kanal-Scanner-Modul** für Abtastraten bis 200 kS/s. Zwei Klemmenblöcke pro Modul. Mit maximal acht Modulen pro Gerät sind bis zu 128 Kanäle möglich. Kanäle untereinander sind nicht isoliert, der Klemmenblock ist gegen Masse isoliert. Für jeden Kanal können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden; mehrere Kanäle lassen sich gleichzeitig erfassen.
- **Logik-Modul** für Abtastraten bis 10 MS/s. Das Modul erfasst 16 Bit über zwei Ports. Mit maximal acht Modulen lassen sich bis zu 128 Logik-Signale erfassen. Vier Logik-Tastköpfe stehen zur Auswahl.
- **CAN-Modul** für Abtastraten bis 100 kS/s, nur in Kombination mit DL850V (Vehicle Edition). Das Modul fungiert als CAN-Bus-Knoten nach ISO-11898 und erfasst 32 Kanäle. Dekodierte CAN-Signale können mit physikalischen Signalen verglichen werden (z. B. Öldruck, Drehzahl).



sich auch durch die klare Menüstruktur, in die sich alle Funktionen einordnen. Auf der Hardware-Seite gibt es ebenfalls Neuheiten:

Drei neue Schnittstellen

Über einen Einschub für SD-Speicherkarten und eine e-SATA-Schnittstelle für externe Festplatten lassen sich kleine und große Datenmengen abholen und sichern. Ein Eingang für IRIG-Zeitsignale (den Timecode der Inter Range Instrumentation Group) ermöglicht die Synchronisation mehrerer Geräte, so dass sich die Ergebnisse zeitgenau vergleichen und zusammenführen lassen. Wie gewohnt verfügbar sind außerdem USB, Ethernet und GPIB.

Alte Module sind kompatibel: Sämtliche Module des Vorgängermodells lassen sich auch im DL850 benutzen.

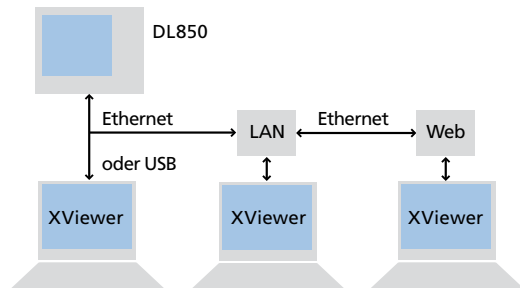


Erweiterte Funktionen

Bekannte Funktionen, die zum Erfolg der ScopeCorder-Serie beigetragen haben, wurden nochmals verbessert und erweitert. Bei ‚Dual Capture‘, der parallelen Aufzeichnung eines Signals mit zwei unterschiedlichen Abtastraten, ist jetzt auch die Kombination mit ‚Action on Trigger‘ möglich. Mit ‚GIGA Zoom‘ kann man zoomen, ohne dass die Datenaufzeichnung unterbrochen wird. Die ‚History‘-Funktion benutzt durch intelligente Speichersegmentierung jetzt automatisch den gesamten zur Verfügung stehenden Speicherplatz.

Lassen Sie sich das Gerät von einem unserer Mitarbeiter vorführen oder fordern Sie ein unverbindliches Angebot an. Die Adressen finden Sie auf der Rückseite dieses Hefts.

Weitere Details unter www.scopecorder.net



Der DL850 funktioniert als Stand-alone-Gerät, eingebunden ins lokale Netz oder als Web Server im Internet. Er kann also selbstständig im Fahrzeug oder an der Maschine Daten aufnehmen, ist über Ethernet vom PC am Arbeitsplatz aus erreichbar – oder über Internet aus der ganzen Welt.

Mit der Software XViewer lassen sich Daten abholen und analysieren, während die Datenaufzeichnung im DL850 weiterläuft.

IMPRESSUM

Das Test & Messtechnik Magazin erscheint vierteljährlich.
Ausgabe 17: 3. Quartal 2010

Herausgeber:
YOKOGAWA Measurement Technologies GmbH
Gewerbestraße 17
82211 Herrsching
Telefon 0 81 52 / 93 10-0
Telefax 0 81 52 / 93 10-60
eMail: info@yokogawa-mt.de
<http://tmi.yokogawa.com/de>

Verantwortlich für den Inhalt:
Johann Mathä
Marketing Manager
eMail: mathae@yokogawa-mt.de

Redaktion: Burkhard Braach
eMail: info@red-a-ktion.de

Titelbild: Prüfstand für E-Antriebe der Daimler AG in Untertürkheim.
Reportage Seite 4

© 2010 YOKOGAWA Measurement Technologies GmbH

Printed in Germany

Die nächste Generation

Generation – ein Begriff, der viele Bedeutungen hat und zu noch mehr Assoziationen einlädt. Eine Generation umfasst zum Beispiel eine Gruppe von Menschen, die in einem bestimmten Zeitraum geboren sind und sich meist durch gemeinsame Erlebnisse, Einstellungen und Eigenarten miteinander verbunden fühlen. Generationen bezeichnen in der Genealogie die einzelnen Glieder der Geschlechterfolge. Die Ahnenforschung hat dabei meist einen rückwärts gewandten Blick: Kinder, Eltern, Großeltern usw., um Fragen nach der Herkunft von Familien und der Entstehung gesellschaftlicher Erscheinungen zu beantworten – die Frage: Wie kam es...?

Grundsätzlich passt der Begriff auf alle Lebewesen, auf kulturelle und technische Entwicklungen und damit auch auf Geräte und Maschinen. Dabei ist ein vorwärts gerichteter Blick interessant – die Frage: Wohin führt es...?

Mit dem Begriff der ‚nächsten Generation‘ hat Yokogawa den neuen DL850 in die ScopeCorder-Familie eingeführt. Seine Herkunft ist eindeutig. 1997 kamen mit DL708/DL716 die ersten ScopeCorder auf den Markt, damals eine Klasse für sich. Die Kombination von Oszilloskop und Transientenrecorder erlebte einen ungeahnten Erfolg. Mit dem technischen Fortschritt der nächsten Jahre folgte 2002 die zweite Generation, der DL750, der 2008 den ‚Test of Time Award‘ erhielt – eine Auszeichnung für Produkte, die über mindestens fünf Jahre hinweg ihre Leistungsfähigkeit nach dem Stand der Technik beweisen. Der neue

DL850 verrät seine Abstammung, indem er bewährte Eigenschaften und Funktionen seiner Vorgänger übernimmt. Mit seinen vielen Neuerungen und der höheren Leistungsfähigkeit repräsentiert er eindeutig die dritte Generation und führt die ScopeCorder-Serie in eine viel versprechende Zukunft.

Ähnliches lässt sich auch in der Personalstruktur von Yokogawa erkennen. Auch hier sind mehrere Generationen vertreten, die zugleich für Kontinuität und für Bewegung sorgen. Mehrere Generationen haben einerseits den Vorteil, dass das Know-how der älteren Mitarbeiter weitergegeben wird und nicht verloren geht. Andererseits können jüngere Mitarbeiter durch neue Ideen und hohe Motivation neue Lösungen generieren. Es ist ein Miteinander nach dem Motto: Junge Ideen brauchen alte Erfahrung. In diesem Sinne ist der Generationswechsel ein stetiger Prozess. Und dies ist eine wesentliche Bedeutung, die der Begriff ‚Generation‘ bei Yokogawa hat.

Anna Krone



Dipl.-Ing. Anna Krone
Applikationsingenieurin
Produkt-Support für
ScopeCorder
YOKOGAWA Measurement
Technologies GmbH

Yokogawa Events

electronica 2010

9. – 12. November
Neue Messe München

DSO-Webinar

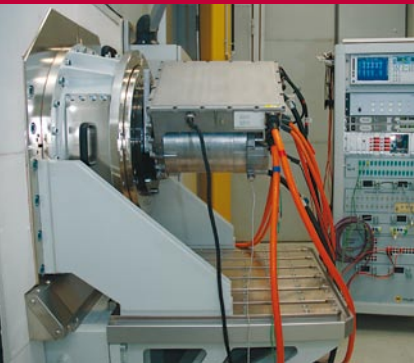
7. Juli 2010 / Beginn: 10 Uhr
Thema: Augendiagramm per DSO

Aktuelle Termine finden Sie stets auf
<http://tmi.yokogawa.com/de>
unter INFO ► EVENTS

Technische Bibliothek

Hier können Sie nicht nur Bedienungsanleitungen und Produktdatenblätter herunterladen. Anwendungsberichte, technische Erläuterungen, Fachartikel, Seminarunterlagen – alles, was publiziert wurde und wertvolle Informationen enthält, machen wir auf unserer Homepage allgemein zugänglich. Suchfunktionen führen zu einer thematischen Auswahl. Und nicht zuletzt stehen hier auch alle Ausgaben unseres Test & Messtechnik Magazins als PDF zum Download.

Eine Übersicht finden Sie auf
<http://tmi.yokogawa.com/de>
unter TECHNISCHE BIBLIOTHEK



Prüfstand für E-Motoren der Daimler AG in Untertürkheim, geliefert von **Kristl, Seibt & Co.** Der Prüfling, hier ein Elektroantrieb mit integriertem Steuergerät, ist direkt am Prüfbett angeflanscht. Dadurch vermeidet man Spannungen und Achsversätze durch Temperaturänderungen, die bei sonst üblicher Fußmontage über Prüfwinkel entstehen würden. Sichtbar ist außerdem links die Glocke, hinter der sich der Drehmomentsensor verbirgt. Der Belastungsantrieb befindet sich jenseits der Wand. Weil die E-Motoren bei Drehzahlen bis zu 15.000 pro Minute getestet werden sollen, muss das Prüfbett bis 250 Hz schwingungsoptimiert sein (15.000 1/min entspr. 250 Hz). Die Luftlagerung des Gestells bewirkt eine sog. 3-Hz-Entkopplung gegenüber dem Gebäude.

Rechts: Arbeitsplatz im Beobachtungsraum. Links die beiden Bildschirme für die Prüfstandssteuerung und Datenerfassung. Hier laufen alle numerischen Werte auf, u. a. die Ergebnisse der Leistungsmessung mit dem WT3000. Rechts auf dem Bildschirm der Zustand des Prüfstands, erfasst und protokolliert mit einem ScopeCorder SL1000 von Yokogawa.

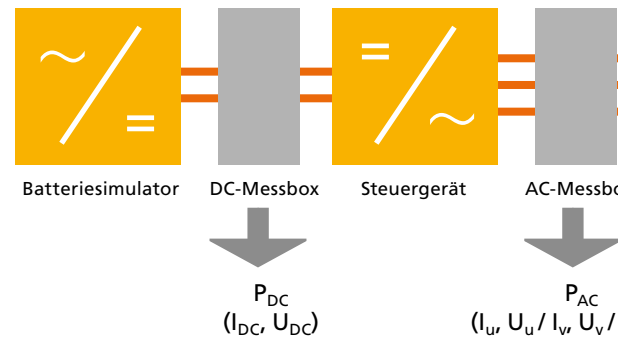
Momente

Daimler AG nimmt neuen Prüfstand für Elektromotoren in Betrieb

Rund vier Tonnen wiegt der kompakte Koloss und steht auf luftgefederten Füßen, damit sich Schwingungen nicht auf das Gebäude übertragen. Auch sonst kann der neue ‚Prüfstand für E-Antriebe‘ der Daimler AG in Untertürkheim mit beeindruckenden Zahlen aufwarten: Er ist auf eine mechanische Leistung von über 200 kW bei bis zu 450 Nm Drehmoment ausgelegt. Die Prüflinge: Elektromotoren/-antriebe, die in Fahrzeugen mit Hybridantrieben oder mit rein elektrischem Antrieb eingesetzt werden sollen.

Kennzeichnende Prüfparameter sind Leistungen und Wirkungsgrade, also Drehmomente, Drehzahlen und die Verluste, die den Antrieb aufheizen, statt die Leistung an die Welle (Motorbetrieb) bzw. an die Batterie (Generatorbetrieb) abzugeben. Wichtig ist auch die quantitative Beurteilung des akustischen Prüflingsverhaltens, im Fachjargon mit NVH – Noise, Vibration, Harshness – bezeichnet. Michael Lappe, der als Projektleiter den Prüfstand mit konzipiert hat, fasst es anschaulich zusammen: „Unsere erste Frage ist: Welche elektromagnetische Performance hat der Prüfling? Zweitens: Wie verhält es sich mit seinen Verlusten? Wie schaut das Wirkungsgradkennfeld aus? Hält er die Belastung thermisch überhaupt aus? Und drittens: Wie hört er sich denn so an?“

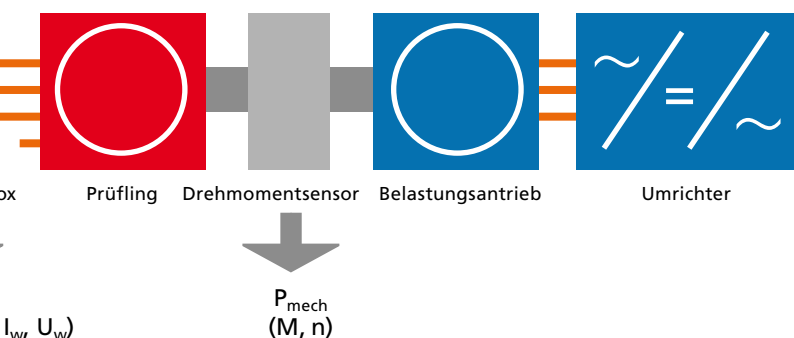
Um auch hierzu Aussagen generieren zu können, ist der Prüfraum mit reflexionsarmen Elementen ausgekleidet. Der Belastungsantrieb, der ebenfalls nicht geräuschos arbeitet, befindet sich hinter der Wand im Technikraum. Eine Zwischenwand sorgt weitgehend für eine akustische Abschottung, so dass sämtliche Geräusche der Nebenaggregate im Prüfraum nur sehr gedämpft wahrnehmbar sind. Dies erleichtert die Bewertung des NVH-Verhaltens. Der Belastungsantrieb, eine Drehstrom-Asynchronmaschine im Verbund mit einem großzünftig dimensionierten Umrichter, weist eine hohe Kurzzeit-Überlastfähigkeit auf. Dies verschafft dem Prüfstand eine große Regelreserve für dynamische Vorgänge. Und schließlich besteht der zu prüfende Elektroantrieb nicht nur aus dem Motor. Erst mit Batterie, Steuergerät und Regelung ist er komplett, und die wesentlichen Entwicklungsaufgaben bestehen tatsächlich in der sorgfältigen Abstimmung zwischen Motor, Steuerung und Batterie. Im Technikraum befindet sich deshalb eine weitere Kernkomponente des Prüfstands, ein Batteriesimulator, der Gleichspannungen bis 800 V erzeugen und Ströme von bis zu 600 A abgeben oder aufnehmen kann – also ein weiteres ‚Energiebündel‘.



Im Beobachtungsraum stehen dem Prüfstandsbetreiber über ein Automatisierungssystem sämtliche Versuchsparameter und Messwerte zur Verfügung, um für die Programmierung von Prüfläufen verwendet und in Form von Messwerten abgelegt zu werden: Drehzahl-/ Drehmoment-Sollwerte, Spannungen, Ströme, Leistungen, Schwingungen, Drücke sowie Temperaturen z. B. in den Wicklungen des E-Motors. Die Temperatur im Rotor wird telemetrisch erfasst. „Die Rotortemperatur bei permanent erregten Synchronmaschinen ist sehr heikel, weil die Magnete durch sie entmagnetisiert werden können“, erklärt Michael Lappe. „Das Magnetmaterial ist umso teurer, je höher die zulässige Betriebstemperatur ist, und im Rotor steckt in vielen Fällen eine größere Anzahl von Magneten. Sie können einen großen Teil der Kosten ausmachen.“

Den Kern der Messkette bildet die Leistungsmessung. Ein WT3000 von Yokogawa mit vier Kanälen ermittelt die mechanische und





die elektrische Leistung – die mechanische über den Hochpräzisions-Drehmomentsensor und die Drehzahlsensorik, die elektrische an der Wechselstromseite des Motors über drei Kompensationsstromwandler, so genannte Nullflusswandler, die Gleich- und Wechselströme gleichermaßen erfassen. Denn bei Spitzen-Wirkungsgraden von rund 95% für den Gesamtantrieb ist die Genauigkeit der gesamten Messung entscheidend, nicht allein die Grundgenauigkeit des Messgeräts. Eine weitere wichtige Eigenschaft des Geräts ist die zuverlässige Synchronisation auf die Grundschiwingung, um Spannung und Strom für die Leistungsbestimmung exakt über eine Periode zu integrieren, und zwar von niedrigsten Frequenzen – fast vom Stillstand an – bis in den Kilohertzbereich. „Aufgrund der hohen Leistungsdichte setzen wir sehr hochpolige oder schnell drehende Maschinen ein. Da treten Grundschiwingungen mit mehr als 1 kHz auf.“, sagt Michael Lappe. Und selbst wenn statt der Wechselstromseite des Motors

an der Batterieseite gemessen wird, ist das nicht trivial: „Da ist auch so gut wie immer ein Ripple drauf.“

Ein zweites Messsystem, ein ScopeCorder Typ SL1000 von Yokogawa, erfasst transiente Vorgänge, die Aufschluss über die Dynamik des Antriebs und dessen Regelung im Zusammenspiel mit der Batterie geben. Die Daten helfen bei der Optimierung der Regelung oder beim Aufklären von Fehlern und kritischen Situationen. Michael Lappe nennt den Lastabwurf als Beispiel: „Wenn die Batterie wegfällt, während der Prüfling gerade zurückspeist, dann muss die Energie ja irgendwo hin, und dann darf die Spannung nicht unzulässig hoch ansteigen.“ Dann kann man mit Hilfe der gespeicherten Zeitverläufe zurückverfolgen: Hat der Prüfling den Abwurf ausgelöst? Oder war es der Prüfstand, der den Prüfling in Schwierigkeiten gebracht hat?

Die Entwicklung von E-Antrieben ist ständig im Fluss. Neuester Trend: Der Inverter arbeitet nicht direkt an der Batterie, sondern über einen DC/DC-Wandler. So kann man während der Fahrt die Spannung variieren, um die Verluste des E-Antriebssystems zu minimieren. Ein weiterer Entwicklungsschritt geht hin zu fremd erregten Synchronmaschinen. Permanent erregte Motoren, die auf ein hohes Drehmoment beim Anfahren ausgelegt sind, verbrauchen bei hohen Drehzahlen jede Menge ‚Feldschwächstrom‘, um das Magnetfeld zurückzudrängen. Bei fremd erregten Motoren regelt man das Magnetfeld. Ein großer Aufwand, verglichen mit permanent erregten Maschinen.

In diesem Fall wäre ein weiterer Leistungsmesskanal nötig. Doch das Konzept des Prüfstands lässt derartige Erweiterungen ohne Probleme zu. Zum Beispiel gibt es Platz für einen zweiten Prüfraum, in dem bei Bedarf ein weiterer Prüfstand aufgebaut werden kann. Die Infrastruktur ist vorhanden.

Vereinfachtes Schema des Prüfstands. Der Batteriesimulator kann bei Bedarf das Verhalten von Batterien nachbilden. Der Prüfling arbeitet mechanisch auf eine Drehstrommaschine, die über einen Umrichter gesteuert wird. Nicht gezeigt sind Schütze in der AC-Messbox, um Synchronmaschinen-Prüflinge elektrisch in Leerlauf oder Kurzschluss zu schalten, sowie Blockier- und Abkoppelmöglichkeiten der Welle, um das Entsprechende für Asynchronmaschinen-Prüflinge auf der mechanischen Seite vorzunehmen: Abgekoppelt für den Leerlaufversuch, Blockade für die Kurzschlussmessung. Ebenfalls nicht gezeigt sind die Konditionierungseinrichtungen für Kühlwasser und Öl, die z. B. den Betrieb bei verschiedenen Umgebungsbedingungen simulieren.



Im Messschrank oben der Leistungsanalysator WT3000 von Yokogawa. Darunter die Stromversorgung für die Nullflusswandler von Signaltec, die in der AC-Messbox an den Drehstromleitungen zum Prüfling angebracht sind. Sie setzen Gleich- und Wechselströme im Verhältnis 1000:1 um, so dass beim WT3000 die Direkteingänge für 2 A zum Einsatz kommen können. Weil die Stromsignale dort auf niederohmige Eingänge treffen, sind sie weitgehend störungsempfindlich. Ein weiteres Kriterium für die Genauigkeit der Ergebnisse ist die Integration von Strom und Spannung über exakt eine Periodendauer der Grundschiwingung. Der WT3000 synchronisiert mit der Option /G6 ab etwa 5 Hz bis 3 kHz Grundfrequenz.

Dipl.-Ing. (FH) Michael Lappe leitet das Projekt ‚Prüfstand für E-Antriebe‘ und ist mit der Koordination und Durchführung aller Antriebsversuche auf dem Prüfstand betraut. Er gehört zum Team ‚E-Motor‘ in der Vorentwicklung für Getriebe und E-Motoren, die im Bereich ‚Group Research & Advanced Engineering‘ der Daimler AG angesiedelt ist.



Lautsprecherboxen von KS Audio, angeordnet als Line Array, zur Beschallung einer Freifläche. Je länger das Array, umso größer die Bassabstrahlung nach vorn. Deshalb korrigiert eine PC-Software den Effekt, indem sie per Steuerbefehl die Verstärkung der Höhen in den Boxen anhebt. Die Software berücksichtigt die Länge des Arrays sowie die Winkel der Boxen untereinander.



Weitere Korrekturen betreffen den Laufzeitausgleich zum Beispiel zwischen Line Arrays und Subwoofern – den Sub-Bass-Lautsprechern, die für das ‚Feeling‘ sorgen.

Die Aufgabe besteht oft nicht nur darin, das Auditorium bestmöglich zu beschallen, sondern auch die Anwohner vor Schall zu schützen – vor allem vor den Bässen. Mit einer zweireihigen Anordnung der Subwoofer ist auch dies möglich. Die Laufzeiten und Phasen der vorderen und hinteren Reihen werden über die internen Signalprozessoren so ‚verdreht‘, dass sich in Richtung Publikum eine Addition, in rückwärtiger Richtung eine Subtraktion der Schalldrücke ergibt. Eine Auslöschung ist nur für eine einzige Wellenlänge möglich – und dies auch nur theoretisch. Da die Subwoofer aber einen sehr begrenzten Frequenzbereich – ca. 35 bis 70 Hz – abdecken, ist das Resultat trotzdem befriedigend.

www.ks-audio.com

Die letzte Instanz

KS Audio linearisiert das Impulsverhalten seiner Lautsprecherboxen mit digitaler Filtertechnik

Mit einer speziellen Beschallungsanlage für die Alte Oper Frankfurt fing alles an. Inzwischen stehen KS-Lautsprecher an vielen bekannten Orten. Beispielsweise im Reichstag Berlin, wo es – zumindest akustisch – auf Verständlichkeit ankommt. Oder in der ‚kleinen Szene‘ der Semperoper Dresden, wo der Ton oft dezenter ist als das Parfüm mancher älterer Damen. Oder in der Ochsenbraterei auf dem Münchner Oktoberfest, wo ein ganz anderer Duft weht und es auch akustisch rustikaler zugeht. Oder auf der SWR3-Party im Europapark Rust, wo man – wer nicht hören kann, muss fühlen – die Bässe auf der Brust spürt. Die Liste ist lang, die Anforderungen sind unterschiedlich. Die Physik bleibt gleich.

„Wenn es auf Verständlichkeit ankommt, ist die Phase wichtiger als der Frequenzgang“, verrät Markus Bätz, der unter dem Firmennamen KS Audio die digitale Elektronik für die Lautsprecherboxen der Firmengruppe entwickelt: für die Bühnen- und Konzertlautsprecher der KS Beschallungstechnik im pfälzischen Hettenleidelheim ebenso wie für die Studiomonitore von KSdigital, die in Saarbrücken gefertigt werden.

Tatsächlich ist eine Lautsprecherbox ein nicht-lineares Gebilde. Massenträgheiten der Lautsprecher, Über- und Nachschwingen, Partialschwingungen innerhalb der Membranen, Hohlraumresonanzen der Gehäuse, Phasengänge der Frequenzweichen, Beugungserscheinungen bei der Abstrahlung – all dieses sorgt für richtungs- und frequenzabhängige Amplituden- und Phasengänge. Häufig versuchen Hersteller, den Amplitudenfrequenzgang zu glätten und zumindest die Phase zwischen Tief- und Hochtönern nicht zu verdrehen. KS verfolgt hier einen anderen Weg. Ausgehend von der Überlegung, dass akustische Ereignisse zeitliche Vorgänge sind, misst KS die Impulsantwort einer jeden Lautsprecherbox individuell und kompensiert die Abweichungen im Zeitbereich. Dadurch werden sowohl Amplituden- als auch Phasengänge korrigiert. „Mit unserer Technik können wir ab 300 Hz den Betrag komplett glatt machen und die Phase ab 600 Hz“, sagt Markus Bätz. Bei diesen Frequenzen beginnt der so genannte Formantbereich, der für die Sprachverständlichkeit bedeutend ist.

FIR-Filter

Den Schlüssel zu dieser Art der Kompensation liefert ein FIR-Filter (Finite Impuls Response). Aus dem momentanen Eingangssignal und den intern abgelegten Daten der Box berechnet es online die Inverse der zu erwartenden Impulsantwort. Durch Vorverzerrung des Ausgangssignals mit dieser Inversen wird der Schalldruck, den die Box erzeugt, wieder zu einem weitgehend linearen Abbild des Eingangssignals. Beim FIR-Filter ist der Korrekturprozess ‚vorausschauend‘; er nimmt Einschwingvorgänge vorweg. Im Gegensatz dazu würde ein IIR-Filter (Infinite Impulse Response) nur reagieren können. Natürlich kann auch das FIR-Filter nicht in die Zukunft blicken: Der Prozess verursacht eine gesamte Verzögerung von vier Millisekunden. Das entspricht einem Schallweg von etwas mehr als einem Meter, was sich laut Markus Bätz verschmerzen lässt.

Ein schneller Rechner (Digital Signal Processor, DSP) ist der Kern der digitalen Lautsprecher-Elektronik. Er realisiert das FIR-Filter, die Frequenzweiche für Hoch- und Tieftöner, Frequenzgangkorrekturen sowie den Laufzeitausgleich zwischen verschiedenen Boxen. Alle Audio-Daten werden intern auf eine Sampling-Frequenz von 48 kHz synchronisiert, die extrem jitterarm ist. Denn jeder Jitter verursacht am Ausgang Verzerrungen. Die digitalen Eingangssignale durchlaufen deshalb grundsätzlich einen Sampling Rate Converter. Die analogen Eingangssignale werden dagegen von zwei A/D-Wandlern umgesetzt, die in gegeneinander versetzten Pegelbereichen arbeiten, damit auch nach der digitalen Signalverarbeitung mit ihren Rundungsfehlern noch genügend Dynamik erhalten bleibt. Schließlich soll derjenige,



der im Theater zufällig direkt vor einem Lautsprecher sitzt, kein Rauschen hören. Für die D/A-Wandlung am Ende reicht ein einziger 24-Bit-Wandler.

Die Schaltung verblüfft durch die Vielfalt der Signalarten: Analoge Audio-Signale haben Pegel von -100 dBV bis +24 dBV, digitale Audio-Signale kommen über Busse wie AES/EBU, MAD1, ADAT von außen, innen transportiert I²S die Audio-Daten, während langsame Steuerbefehle über I²C und schnellere über SPI laufen. Das Schnellste ist Ethernet mit 100 Mbit/s.

Audio über Ethernet

Neuerdings kann KS auch Audio-Daten über Ethernet zuspiesen: 100 Mbit/s reichen, um 16 Audio-Kanäle linear codiert zu transportieren. Über Ethernet bekommt die Box zugleich ihren virtuellen Kanal zugeteilt. Vertauschte Kanäle am Mischpult gibt es dadurch nicht mehr. „Das ist ideal für Theater“, erklärt Markus Bätz. „Man kann Szenen bauen, umbauen, und – egal was passiert – die Box ist fest adressiert. Es hängt nicht davon ab, an welchem Port sie steckt. Sobald sie an dem Switch steckt, der die Audio-Daten verteilt, kriegt sie ihren Kanal wieder.“

Bei dieser Vielfalt an Signalen und Schnittstellen ist es kein Wunder, dass Markus Bätz von seinem Mixed-Signal-Oszilloskop DLM2054 „fast alles gebrauchen“ kann, um Hardware und Firmware zu testen: „Es muss alles gegeneinander triggerbar sein.“ Eine Herausforderung besteht in der Arbitrierung: Welcher Befehl hat Vorrang? „Wenn der Controller hängen bleibt, weil er mit Steuerdaten beschossen wird und gleichzeitig die Tasten mehrfach gedrückt werden, muss ich sehen: Wer war zuerst, was ist dann passiert, wo ist er stehen geblieben? Da hat sich das DLM längst bezahlt gemacht.“

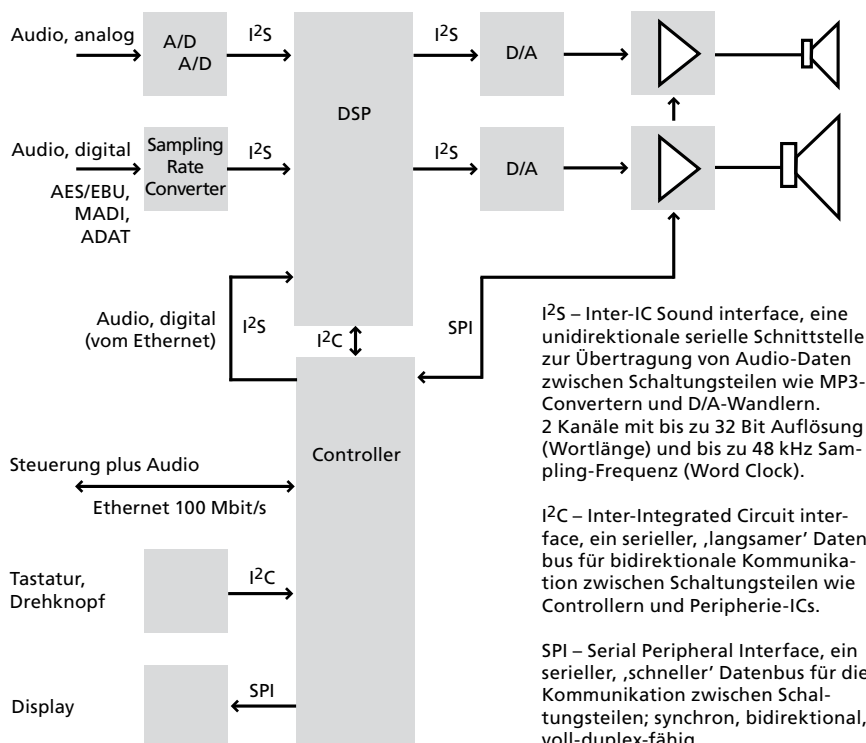
Auf der analogen Seite misst Markus Bätz mit dem DLM das Großsignalverhalten. Spezielle digitale Audio-Trigger vermisst er nicht: „Das bringt mir eh nichts. Um bei 48 kHz Sampling-Frequenz einen Sinus von 1 kHz mit 24 Bit Auflösung zu sehen, müsste ich verdammt viele Daten aufnehmen.“ Um das Digitalsignal zu prüfen, triggert Bätz einfach auf den Word Clock des I²S-Busses, fährt mit dem



Markus Bätz in seinem Labor

Pegel hoch und sieht auf der Datenleitung, wie sich die Zeitschlitze für die einzelnen Bits nach und nach füllen. Bei -6 dB muss das MSB noch frei bleiben. „Natürlich könnte man auch messen, aber ich schaue mir die Flanken an, ob die sauber sind – und alles andere hört man. Selbst wenn der Oszillator jittert, hört man das. Drei Minuten hören offenbart viel mehr als einen ganzen Tag messen.“ Letztlich geht es ja um das akustische Ereignis, und das Ohr ist die letzte Instanz.

Die Elektronik einer Lautsprecherbox mit ihren Schnittstellen



AES/EBU – Serielle Audio-Schnittstelle, spezifiziert von der Audio Engineering Society (AES) und der European Broadcasting Union (EBU). Überträgt Stereo mit bis zu 24 Bit Auflösung und 32 bis 215 kHz Sampling-Frequenz.

MADI – Multichannel Audio Digital Interface. Überträgt bis zu 64 Kanäle mit bis zu 24 Bit Auflösung und bis zu 96 kHz Sampling-Frequenz, elektrisch oder optisch.

ADAT – Alesis Digital Audio Tape, ursprünglich für Mehrspur-Bandaufzeichnung entwickelt, wird heute benutzt, um 8 Kanäle mit bis zu 48 kHz Sampling-Frequenz optisch zu übertragen.

Neue Mitarbeiterinnen, FlexRay-Analyse mit dem DLM2000

Seit April verstärken Anna Krone und Tanja Gebhart unser Team.

Anna Krone, Dipl.-Ing., studierte Fahrzeugtechnik an der Hochschule für angewandte Wissenschaften (FH) in München und konnte bei einem renommierten Fahrzeughersteller bereits praktische Erfahrungen in Versuch, Projektplanung und -steuerung sowie Qualitätskontrolle sammeln. Als Produktspezialistin für unsere ScopeCorder-Reihe wird sie Sie in allen Anwendungsbereichen zum neuen DL850 beraten.

Tanja Gebhart, Diplom-Kommunikationswirtin (BAW), ist unsere neue Account Managerin. Sie hält unsere Kontakte auf dem aktuellen Stand, informiert Sie über besondere Angebote, Veranstaltungen und Webinare, die für

Sie interessant sein könnten, und kümmert sich um Ihre individuellen Wünsche und Anfragen. Als Gradmesser für ihren Erfolg sieht sie Ihre Zufriedenheit mit Yokogawa.

Tanja Gebhart und Anna Krone sind zu erreichen über

gebhart@yokogawa-mt.de
0 81 52 / 93 10-41

krone@yokogawa-mt.de
0 81 52 / 93 10-49

Mit einer neuen Option kann das Mixed Signal Oszilloskop DLM2000 jetzt auch den FlexRay-Bus dekodieren und analysieren. Herausragende Eigenschaft: Das Gerät erfasst bis zu 5000 aufeinander folgende FlexRay Frames mit den zugehörigen Kurvenformen. Das heißt, dass mehrere aufeinander folgende Kommunikationszyklen mit allen Protokoll-details aufgezeichnet werden – auch bei einer hohen Anzahl von Slots innerhalb eines Zyklus. Die Rahmenfolge lässt sich also über mehrere Zyklen hinweg vergleichen oder nach Mustern durchsuchen, die Aufschluss über Problemzustände geben.

Im FlexRay-Netz werden die Daten eines jeden Teilnehmers in einzelne Rahmen (Frames) verpackt; jeweils ein Frame wird in einem Zeitschlitz (Slot) gesendet. Die Fahrzeughersteller legen den Kommunikationszyklus und die darin enthaltene Zahl der Slots selbst fest. Die maximale Zykluszeit beträgt 16.000 µs; ein Zyklus enthält bis zu 1023 statische Slots.

DLM2000 analysiert zwei Busse gleichzeitig und bietet eine Vielfalt an Triggermöglichkeiten.

Besuchen Sie unsere Microsite: www.dlm2000.de



Tanja Gebhart (links) und Anna Krone mit dem DL750, einem ScopeCorder der zweiten Generation.



YOKOGAWA Measurement Technologies GmbH
Gewerbestraße 17, 82211 Herrsching
Telefon 0 81 52 / 93 10-0
Telefax 0 81 52 / 93 10-60
eMail: info@yokogawa-mt.de
<http://tmi.yokogawa.com/de>

Vertriebsbüro Hamburg/Hannover
Telefon 04 51 / 4 99 82 82
eMail: Oelke@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Berlin
Telefon 030 / 84 10 95 13
eMail: Herrmann@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Dresden
Telefon 03 51 / 2 81 56 68
eMail: Gulich@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Hanau
Telefon 0 60 41 / 82 04 50
eMail: M.Wachter@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Mönchengladbach
Telefon 0 21 66 / 55 19 29
eMail: Koerver@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Dortmund
Telefon 0 23 06 / 37 09 73
eMail: Hillebrand@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Aschaffenburg
Telefon 0 60 27 / 46 48 23
eMail: Becker@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro München
Telefon 0 81 91 / 428 48 58
eMail: Thalheimer@yokogawa-mt.de

Vertriebsbüro Reutlingen/Pforzheim
Telefon 0 81 52 / 93 10-86
eMail: Schoeberle@yokogawa-mt.de

YOKOGAWA Test und Messtechnik Vertretung in Österreich:

nbn Elektronik Handelsgesellschaft m.b.H.
Riesstr. 146
A-8010 Graz
Telefon +43 / 3 16 / 40 28 05
Telefax +43 / 3 16 / 40 25 06
eMail: nbn@nbn.at
www.nbn.at