


September 1993

# Eureka

*ENGINEERING MATERIALS & DESIGN*



**Das Schallwellensystem  
ändert die Wirtschaftlichkeit der  
Drehmomenterfassung**

 **SENSOR  
TECHNOLOGY LTD**

# Akustische Drehmomentprüfung zu niedrigen Kosten

**Tom Shelley berichtet über eine Signalverarbeitungstechnologie, die einen besseren Weg zur Belastungsmessung bietet.**

**Designer vieler Industrien werden sich darüber freuen.**

Montiert man winzige Quarzsplitter auf einer Welle und versetzt diese elektrisch in Schwingungen, dann lässt sich das wirkende Drehmoment bis auf einige Billionstel genau bestimmen. Dies ohne irgendeine mechanische Berührung zwischen der Welle und der Außenwelt.

Die Grundtechnologie stammt aus der elektronischen Signalverarbeitung, in der Vorrichtungen, über die sich Schwingungen wie SAW (akustische Oberflächenwellen) fortpflanzen, mit außergewöhnlicher Präzision die Wahl enger Frequenzbänder gestatten.

Das Vorhandensein hoher Genauigkeit, niedriger Kosten, einer berührungsfreien Belastungsmessung betrifft viele Industriezweige, angefangen von der Zustandsüberwachung von Geldautomaten der Banken bis hin zu Betonmischern. Aber die erste Anwendung – ein elektrisches Servolenksystem – könnte beachtenswerte Vorteile für Fahrer von Fahrzeugen bringen, die zu klein für eine vergleichbare hydraulische oder pneumatische Ausrüstung.

Die Sensor Technology von Banbury hat kein Geheimnis aus der Tatsache gemacht, dass sie dabei ist, in Verbindung mit der Universität von Manchester als Teil eines DTI LINK-Programms einen billigen Drehmomentsensor zu entwickeln.

Die meisten Ingenieure, die von der Entwicklung wussten, haben angenommen, dass diese irgendwie auf der Technologie optischer Verschiebungen beruht, für die das Unternehmen bekannt ist. Was nun bekanntgemacht wird, zeigt jedoch, dass die verwendete Technologie auf Resonatoren für akustische Oberflächenwellen beruht, die bei etwa 400MHz arbeiten.

Quarzsplitter, 1mm X 3mm mit geätzten Aluminiumelektroden sind

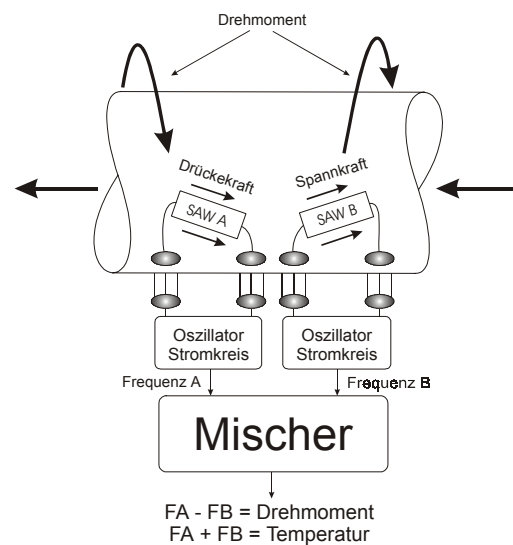
## Design Pointers

- Die Verwendung von SAW-Signalgebern erlaubt eine Auflösung der Belastung zu erzielen, die mindesten ein Millionstel oder sogar einige Billionstel beträgt. Die Linearität ist besser als 0,1%.
- Da das System sehr wenig Energie verwendet, ist es wirklich sicher und auf lange Zeit verlässlich.
- Die Kosten werden der Kraftwagenindustrie und den Herstellern von Konsumgüter wahrscheinlich angemessen sein.

auf abgeflachten Wellenbereichen in Verbindung mit elektrischen Abtastern auf

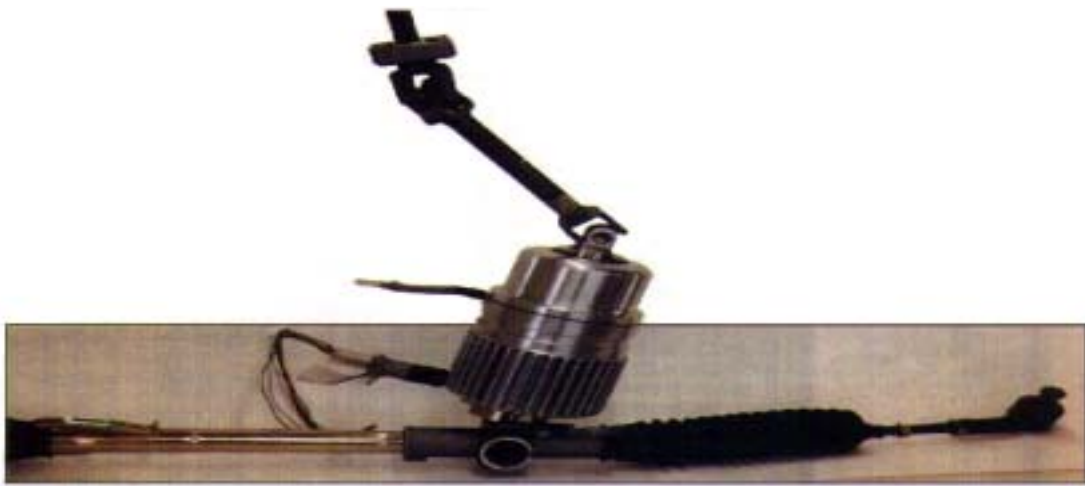
Printplatten angebracht: zusammen mit Übertragungselementen, die Bestandteil des Rückführkreises zur festen Antriebselektronik sind.

Jede SAW-Vorrichtung – auf jeder Welle befinden sich zwei davon, und zwar auf 45° zur Achse und 90° zueinander – bildet einen Teil des Schwingkreises. Die natürliche Resonanzfrequenz jedes Elements hängt von der Länge, die durch die Belastung beeinflusst wird, und auch der Temperatur ab.



Wird die Welle, auf der sich die Elemente befinden, verdrückt, dann wird ein Element kürzer, wodurch seine natürliche Frequenz erhöht wird, während das andere länger wird, wodurch seine Frequenz niedriger wird. Bildet man die Differenz zwischen den beiden Frequenzen, erhält man die Höhe der Belastung. Temperatureffekte auf den Messwertwandlern heben sich gegenseitig auf, da sie auf jede Vorrichtung in gleicher Weise einwirken. Durch Addieren der Frequenzwerte beider Vorrichtungen lässt sich die Temperatur ermitteln, und zwar frei von den Belastungseinwirkungen, sofern dies gewünscht wird.

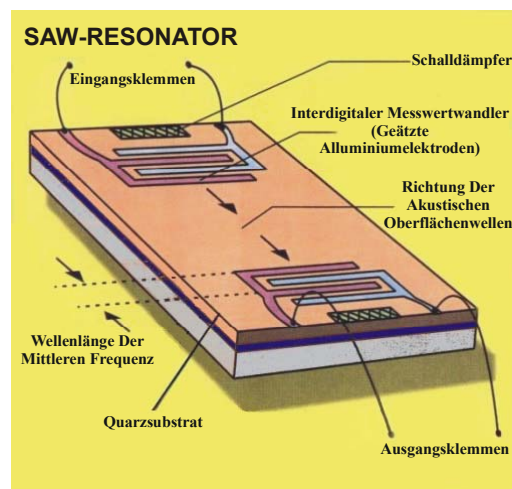
Die Antriebselektronik ist so ausgelegt, dass sie durch eine nicht stabilisierte 24Volt-Versorgung läuft und durch PC- oder PLC gesteuert und abgelesen wird. Ungefähr 1mW RF bei 0.2V steht den Messwertwandlern zur Verfügung. Das macht das System wirklich sicher, insbesondere, da es keine Möglichkeit auch für geringste Funkenbildung gibt, wie dies bei gebräuchlichen Dehnungsspannungsmessgeräten und Schleifringen der Fall wäre.



**Oben: Der Prototyp des elektrischen Servolenksystems von Adwest Engineering verwendet einen Signalgeber der Sensor Technology.**

Die Verwendung einer Frequenzmessung zur Feststellung der Belastung bietet eine sehr hohe Genauigkeit, und zwar im Bereich von 1 bis 2 Hz bei den derzeit verwendeten 400MHz., und macht dadurch das System elektrischen Interferenzeinwirkungen gegenüber wesentlich widerstandsfähiger als vergleichbare Techniken. Aus diesem Grund ist einer der Teilnehmer daran interessiert, die SAW-Technologie als eine Alternative zu den herkömmlichen festen Dehnungsspannungsmessern einzusetzen, da die möglichen Kosten der beiden Techniken bei gleichem Produktionsumfang als etwa gleich hoch angesehen werden können.

Die genaue Methode zur Erregung der Signalgeberelemente hängt von dem Abstand zwischen der Antriebselektronik und der Welle ab. Bei kleinen Abständen werden kapazitive Techniken als besonders geeignet betrachtet, induktive bei Abständen von 20 bis 30 mm und Funkfrequenztechniken bei größeren Abständen.



Die erste anzukündigende Hauptanwendung erfolgt bei dem Unternehmen Adwest Engineering, das hydraulische Servolenkssysteme für Land Rover herstellt und ein vollelektrisches Vorführsystem gezeigt hat, bei dem von dieser Technologie Gebrauch gemacht wird.

Der Erfinder und Unternehmensdirektor, Anthony Lonsdale, behauptet, dass sein System eine Konformität von weniger als 0,1° im Gegensatz zu schlechteren Größenordnungen in vorherigen Systemen hat. Während hydraulische und pneumatische Servolenkungen in größeren Fahrzeugen durchaus üblich sind, haben die meisten Unternehmen, einschließlich Lucas, einige Zeit lang behauptet, dass es erforderlich ist, für die in Europas überlaufenen Großstädten bevorzugten kleineren Fahrzeuge kompaktere vollelektrische Systeme zu entwickeln.

Andere in Betracht gezogene Anwendungen schließen die Überwachung des Zustands der Lager von Kohlenförderern in Kraftwerken und Geldautomaten der Banken ein. Es ist anscheinend zu berücksichtigen, dass die Überwachung des Drehmomentprofils von arbeitenden Geldautomaten dazu verwendet werden könnte, einen klaren Hinweis zu bekommen, wann diese einer Wartung bedürfen, und zwar lange bevor diese bei der Geldannahme oder -abgabe blockieren.

Weitere naheliegende Anwendungen ergeben sich für Mischmaschinen, einschließlich Betonmischern, bei denen die Drehmomentüberwachung zur Messung der Viskosität und zur Hilfe bei der Prozesssteuerung verwendet werden kann, so dass nur gerade die Zeit und Energie aufgewendet werden, die zur Erledigung der Aufgabe ausreichend sind. Motorantriebssteuerungen könnten generell die Verwendung der Eingabe eines Messwertwandlers als Teil ihrer Steuerstrategie wünschen, da dies eine direktere und unmittelbarere Anzeige der Systembelastung wäre, als dies beim Motorstrom der Fall ist. Es ist möglich, dass eines Tages selbst bei Waschmaschinen, Motor- und Lagerschaden durch Überlastung vorzubeugen ist.

Abgesehen vom Servolenksystem, befindet sich die Entwicklung gegenwärtig in dem Stadium von Prototypeinheiten, die den anderen LINK-Mitgliedern geliefert werden. Die Technologie ist patentiert.