

# Erfassung von mechanischen Beanspruchungen an bewegten Maschinenteilen und deren drahtlose Übertragung

Henschel, J. ; Romann, M.

*Im folgenden wird ein Verfahren zur Erfassung von mechanischen Beanspruchungen bewegter Maschinenteile vorgestellt.*

*Die Ermittlung der Dehnungen an Originalbauteilen erfolgt mittels Dehnungsmeßstreifen. Die Anzahl der Telemetriekanäle ist jedoch begrenzt und bildet den Engpaß bei der Übertragung auf die ruhende Umgebung. Ein Multiplexer vergrößert die Anzahl übertragbarer Kanäle, indem die Signale zeitlich versetzt voneinander unterschieden werden. Eine leistungsfähige, rechnergestützte Meßwerterfassung ermöglicht die Trennung der Signale nach ihrem Ursprung und ermöglicht die Weiterverarbeitung.*

*You will get a description how to capture measurement data from moving machine parts.*

*The stress/strain behaviour from machine parts is measurable with wire resistance strain gauges. A telemetry system to transmit the signals from the moving parts is necessary. The number of channels for simultaneous use from these transmitting systems is restricted.*

*A possibility to increase the number of data channels is given with an multiplexer.*

## 1. Einleitung

Die durch mechanische Lasten verursachten Dehnungen in Maschinenteilen können mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen in elektrische Signale gewandelt werden.

Die den Anforderungen entsprechende Verschaltung der DMS in eine Wheatstonesche Brücke führt zu einer, der Dehnungen proportionalen, Brückenquerspannung. Die geringen Dimensionen der Meßwert erzeugenden Glieder, DMS und Brücke, ermöglicht die Applikation auf Bauteilen unterschiedlichster Gestalt und Größe.

Die Messung der o.g. Werkstoffanstrengungen auf bewegten Maschinenteilen führt zu der Problematik der Übertragung der Meßsignale in die ruhende Um-

gebung. Hierbei lassen sich prinzipiell unterschiedliche Lösungen verwenden.

## 2. Lösungsprinzipien

Eine Unterscheidung in berührlose und berührende Übertragungsmethoden ist Ausgangspunkt der Überlegungen. Die Analyse der Systeme führt zu den Vor- und Nachteilen der ausgeführten Übertragungsglieder.

### 2.1 Schleifringläufer

Der Schleifringläufer repräsentiert die berührenden Übertragungsglieder.

Die Übertragung der Meßsignale erfolgt über eine mit Schleifkontakten versehene Welle. Diese folgt der rotatorischen Bauteilbewegung durch eine torsionssteife Verbindung. Die Signale werden über das Aufsetzen von ortsfesten Kohlebürsten abgegriffen. Das Beispiel der Übertragung bei rotatorischer Bewegung läßt sich ebenso auf translatorische Bewegungen übertragen.

Die Vorteile einer Signalübertragung mittels eines Schleifringläufers liegt primär in der Robustheit des verwendeten Bauteils. Die durch Kapselung erreichbare Unempfindlichkeit gegen Umwelteinflüsse führt zu einer vergleichsweise geringen Sekundärbeeinflussung der übertragenen Signale.

Als Nachteil dieses berührenden Übertragungselementes ist die hohe Amplitude, eines dem Meßsignal überlagerten Rauschens, zu nennen. Diese durch das Arbeitsprinzip verursachte Störung läßt sich nur bei stationärem Signalpegel, ohne Auswirkungen auf den Absolutwert des Nutzsignals, kompensieren.

Somit erscheint nur die Übertragung zeitlich konstanter Signale (z.B. Energieübertragung) als sinnvoll.

Für die Übertragung von dynamischen Signalen mit großer Varianz der Extremwerte kann ein berührendes Übertragungsglied die geforderten Genauigkeiten nicht gewährleisten. Der Einsatz eines berührungslosen Übertragers empfiehlt sich.

## 2.2 Telemetrie

Eine Telemetrieanlage wird zur berührungslosen Übertragung von Signalen verwendet. Zur Signalübertragung vom bewegten Maschinenteil werden ein oder mehrere FM-VHF-Sender (235MHz) eingesetzt. Die Sender werden auf dem bewegten Bauteil appliziert. Bei einer Versorgungsspannung von 8-12V stellen sie eine stabilisierte Brückenversorgungsspannung von 5V bereit. Ein integrierter Vorverstärker mit variablem Verstärkungsfaktor stellt die Eingangssignale für einen Spannung-Frequenzumsetzer bereit.

Die modulierte Trägerfrequenz wird von einem VHF Tuner mit Breitband ZF-Verstärker und FM-Diskriminator empfangen. An einem Analogausgang mit variablem Verstärkungsfaktor wird das Meßsignal typischerweise in einem Spannungsbereich von +/- 5V ausgegeben.

Die Vorteile der berührungslosen Übertragung liegen in der hohen erreichbaren Genauigkeit der übertragenen Signale (0,1% Meßverstärker).

Ein Nachteil des Systems stellt die Begrenzung auf sieben parallel betreibbarer Sender/Empfänger dar. Eine größere Bandbreite der Trägerfrequenzen wird nicht zur Verfügung gestellt.

Besteht die Anforderung mehr als sieben Signale zeitgleich zu übertragen, muß das System erweitert werden. Im folgenden wird der Aufbau und die Funktion eines Multiplexers erläutert. Dieser "Schalter" ermöglicht eine Übertragung von bis zu 32 unterschiedlichen Signalen über vier Telemetriesender/Empfänger /1/.

## 3. Multiplexer

Ein am IMW entwickelter Multiplexer schaltet 32 Meßstellen auf 4 Sender durch. Hierzu bot sich der CMOS-Baustein 4051 an, ein 8-Kanal Multiplexer/Demultiplexer mit 3 Adressen- und einer Freigabeleitung /2/. Dieser Multiplexer wählt aus 8 Eingangssignalen, entsprechend der angelegten Adresse, ein Signal aus. Kaskadiert man diesen Baustein 8fach, so eignet er sich als 8 aus 64 Auswahlregister. Jede Meßstelle ist an 2 Leitungen angekoppelt, die auch zu den Sendern geführt werden müssen. Acht Bausteine entsprechen somit der Forderung nach 32 Meßstellen. **Bild 1** zeigt schematisch die Schaltung.

Die durchgeschalteten Kanäle verhalten sich wie

ohmsche Widerstände von  $120\Omega$  und wirken nicht verfälschend auf den Meßwert, da die Eingangsimpedanzen der Sender im Megaohmbereich liegen. Tests haben gezeigt, daß das Übersprechen der unterschiedlichen Kanäle unterhalb der Meßgenauigkeit

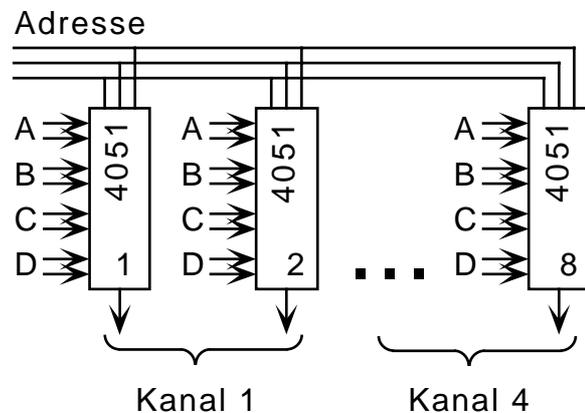


Bild 1: Schema des Multiplexers

der gesamten Applikation liegt. Das dynamische Verhalten kann bei einer Umschaltfrequenz von 100 Hz als unkritisch bewertet werden.

Die Umschaltfrequenz des Multiplexers wird von einem Quarzoszillator gebildet, der mit 100Hz taktet. Ein nachgeschalteter Dezimalzähler steuert den Adresseingang des Multiplexers an. Mit dieser Schaltung werden je 4 Meßstellen für 10 Millisekunden parallel übertragen, dann schaltet der Multiplexer auf die nächsten 4 Meßstellen weiter. Ein Zyklus durch alle Meßstellen dauert 80 Millisekunden.

## 4. Meßwerterfassung

Die Grenzfrequenz der erfaßten Signale wurde auf 2 Hertz festgelegt. Um einen Aliasing-Effekt zu umgehen, mußte eine Schaltfrequenz des Multiplexers von 100 Hertz realisiert werden. Bei einer Abtastrate von 1 kHz je Kanal wird jede Meßstelle mit 10 Werten repräsentiert. Die Abtastung und A/D Wandlung der Signale erfolgt mittels einer Meßwerterfassungskarte der Firma Dasy-Lab.

Die Darstellung, Skalierung und Weiterverarbeitung der Meßsignale wird mit Hilfe eines leistungsfähigen PC vorgenommen.

## Literatur

- /1/ datatel Telemetrieelektronik  
Applikationsschrift der Fa. datatel
- /2/ CMOS-Taschenbuch, Standardbausteine  
IWT-Verlag 1987