Applikationsbericht PCB/08

Vorteile piezoelektrischer Kraftsensoren gegenüber DMS-Kraftsensoren

Für die meisten Kraftmessungen in Versuch und Produktion werden traditionell Sensoren auf DMS-Basis verwendet. Aus unterschiedlichen Gründen wären jedoch in vielen Applikationen piezoelektrische Sensoren besser geeignet. Ursache hierfür könnte sein, dass die Möglichkeiten, Eigenschaften und Vorteile, die ein Sensor auf piezoelektrischer Basis bietet, vollkommen unterschätzt werden.

Piezoelektrische Sensoren sind in der Lage, Vorgänge und Abläufe mit sehr niedrigen Veränderungsgeschwindigkeiten (quasistatisch) bis hin zu einigen kHz zu messen. Der Einsatzbereich von DMS-Aufnehmern beginnt bei 0 Hz (statisch), ist aber auf Änderungsgeschwindigkeiten von einigen hundert Hertz begrenzt.

Von statischen Messungen abgesehen, fallen viele Applikationen in eine Überlappungszone (vgl. Bild 1) und sind daher prinzipiell für den Einsatz piezoelektrischer Kraftaufnehmer geeignet.

Die höhere Messbandbreite piezoelektrischer Kraftsensoren ist durch ihre extrem hohe Steifigkeit zu erklären. Beim Messvorgang tritt praktisch keine Auslenkung auf.

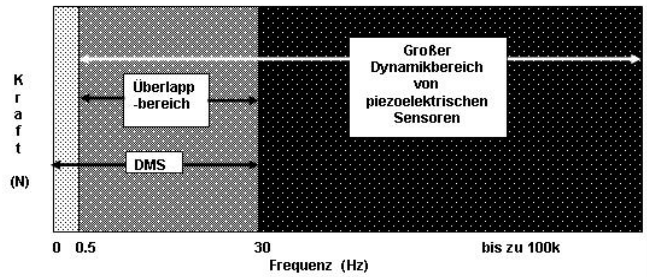

Bild 1: Überlappungen DMS-Sensoren/piezoelektrische Sensoren

Durch diese hohe Steifigkeit werden gleichzeitig Ermüdungserscheinungen und daraus resultierende Empfindlichkeitsdriften vermieden. Hieraus ergibt sich ein deutlich vergrößertes Kalibrierintervall und eine prinzipiell höhere Lebenserwartung des Sensors. Der Grund dafür, dass DMS-Aufnehmer im Frequenzbereich begrenzt sind, ist im mechanischen Design zu finden. Die Empfindlichkeit eines solchen Aufnehmers wird festgelegt durch die Steifigkeit der nachgebenden Struktur, die genau für den gewünschten Messbereich ausgelegt sein muss. Die Steifigkeit wiederum bestimmt die Frequenzantwort. Je steifer ein Sensor, desto höher die mögliche messbare Frequenz. Ein Kraftaufnehmer auf DMS-Basis mit einem Messbereich von 100 N hat z.B. eine Auslenkung von 0,025 mm und ist nicht allzu steif.

Ein weiterer Vorteil der piezoelektrischen Sensortechnologie ist die Tatsache, dass ein und derselbe Sensor durch seine hohe Linearität im unteren- als auch über seinen gesamten Messbereich damit auch für verschiedene Messaufgaben einsetzbar wird. Sowohl die ICP®- als auch die Ladungstechnik erlauben die Einstellung verschiedener Messbereiche. Darüber hinaus bietet die ICP-Technologie die Möglichkeit, kleine Kraftänderungen bei hohen Vorlasten zu erfassen. Die Messungenauigkeit bleibt in solchen Situationen aber dennoch bei unter 1% des Nennmessbereichs des Sensors.

Das Design der DMS-Kraftaufnehmer hat noch weitere Nachteile:

- Ermüdungserscheinungen durch Auslenkung
- Materialkriechen bei Dauerbelastung (Vorspannung) in Größenordnung des Messbereiches in einer Richtung. Sehr steife Sensoren verändern ihren Kennwert bei Maximalbelastung durchaus um 0,05 % in 30 Minuten, andere weniger steife Sensoren erreichen 0,1 %. Seitens des Herstellers werden keine Angaben über längere Zeiträume geliefert. Eine Vorhersage zum Aufnehmerverhalten bei Dauerbelastung über längere Zeiträume kann nicht gemacht werden.
- die Auslenkung kann Einfluss auf den Prozess haben
- Empfindlichkeitsdrift durch Alterung und Härtungsprozesse verschiedener Materialien, dadurch häufige Rekalibrierungen erforderlich

- Einsatztemperatur begrenzt durch verwendete Materialien
- Einsatz im unteren Messbereich steigert den prozentualen Messfehler

Tabelle 1 fasst die Vor- und Nachteile nochmals als Gegenüberstellung zusammen.

Tabelle 1 :
Piezoelektrische Technologie/DMS-Technik

Eigenschaft	**Technologie**	**Vorteil**
Messbereich	Piezoelektrisch	bis zu 10fach größer als DMS
Steifigkeit	Piezoelektrisch	Typischerweise 10 mal steifer
Empfindlichkeitsstabilität	Piezoelektrisch	keine Alterungseffekte, da keine bewegten Teile
Mehrere Messbereiche	Piezoelektrisch	unabhängig vom Messbereich bis zu 1 %
Temperaturbereich	Piezoelektrisch	piezoelektrisch bis 205 °C, DMS typisch bis zu 95 °C
Größe	Piezoelektrisch	bei z. B. 20 kN piezoelektrisch 20 mm, DMS 80…100 mm
Genauigkeit statisch	DMS	genaue statische Anzeige für Wägezwecke
Preis	DMS	üblicherweise preiswerter
Betriebskosten	Piezoelektrisch	seltene Kalibrierung, hohe Lebenserwartung, hohe Überlastsicherheit

PCB Piezotronics GmbH
Gut Gansbroich 1
41836 Hückelhoven
Tel. +49 (0) 24 33/44 44 40 – 0
E-Mail info.de@pcb.c
www.pcbpiezotronics.de