

...und es dröhnt in meinen Ohren

Überwachung elektromechanischer Eigenschaften von Steuergeräten in der Fahrzeugindustrie

Dipl.-Ing. Frank Pauli, GÖPEL electronic GmbH, Jena

Einleitung

Zur Erhöhung des Komforts und der Optimierung diverser (vor allem elektromechanischer) Funktionen im Fahrzeug, liegt das Augenmerk der Automobilhersteller noch immer in der Einbindung von elektronischen Bussystemen über CAN, LIN und K-Line zur Steuerung komplexer Baugruppen im Fahrzeug. Diese Steuergeräte werden mit einer steigenden Anzahl komplizierter Strukturen und Softwarealgorithmen ausgestattet. Die damit angekoppelten mechanischen Gebilde, z.B. im Tür- oder Sitzbereich gehören schon seit Jahren zur serienmäßigen Fahrzeugausstattung und damit bereits zu „alten Hüten“. Aktuelles Beispiele zur weiteren Verbesserung des Komforts ist die von Audi, VW und DaimlerChrysler eingesetzte Technik zum automatischen Öffnen und Schließen der Heckklappe per Knopfdruck, kurz PCS (Power Closure Systems). Ausschlaggebend für den Einsatz dieser Automatik bei Kombis und VANS sind die wuchtigen Heckklappen, die kaum noch erreicht und nur mit großer Anstrengung geschlossen und geöffnet werden können.

Dieses Feature kann das Laden oder Entladen von Gütern wesentlich erleichtern und erspart vor allem kleineren und zierlicheren Fahrern möglicherweise die Angst, beim manuellen Öffnen des Kofferraumes nach oben gerissen werden.



Bild 1: Moderne Fahrzeuge mit automatischer Heckklappenöffnung

Diese zusätzliche Ausstattung kann unter anderem der Grund für unliebsame Geräusche beim Verfahren der Heckklappe sein – verursacht durch die motorisch gesteuerten Getriebeeinheiten und das beträchtliche Gewicht der Heckklappe. Das Ziel für die Prüftechnik besteht zum Einen darin, das Steuergerät über den Kommunikationsbus (CAN, LIN, K-Line) in verschiedene Positionen zu bewegen und entsprechend zu belasten. Zum Anderen wird während der Bewegungsvorgänge eine Akustikanalyse über Körperschallaufnehmer vorgenommen. Damit können die einzelnen Komponenten des Montageprozesses über eine Frequenzanalyse selektiv bewertet werden.

Anlagenkonzeption

Die Prüfeinrichtung für den Endtest der Heckklappen-PCS ist mit einem universellen Steuerungskonzept zum Test der Elektronik, der Drehmomente und mit einer Messein-

richtung zur Überprüfung der akustischen Eigenschaften sowie einer Belastungseinrichtung ausgestattet (Bild 2).



Bild 2: End-of-Line Tester für Heckklappen-PCS

Die wichtigsten Funktionen des Steuergerätes können über den Kommunikationsbus eingestellt werden, um die unterschiedlichen Bewegungsabläufe zu erzeugen. Zusätzlich werden verschiedene Belastungsmomente durch eine motorische Beschleunigungs- bzw. Bremsenrichtung auf den Prüfling aufgebracht.

Damit können die nachfolgenden Umgebungsbedingungen realistisch simuliert werden:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Konstantlastverhalten | – Heckklappe öffnen und schließen mit konstanter Last |
| 2. Nominallastverhalten | – Heckklappe öffnen und schließen mit variabler Last |
| 3. Stellgliedtest | – Heckklappe mit Kupplungstest |
| 4. Fremdkrafteinwirkung | – Heckklappe stößt auf Hindernis beim Schließen |
| 5. Lastsprungverhalten | – Heckklappe stößt auf Hindernis beim Öffnen |
| 6. Rutschkupplungstest | – Ermittlung des Schleifmomentes |
| 7. Überlasttest | – Verhalten bei Überlast |

Die dargestellten Lastverhalten sind für Fahrzeugnutzer auch leicht nachvollziehbar, denn wie oft schon ist die Heckklappe beim Öffnen unliebsam (vor allem bei niedrigen Decken) angeschlagen und hat dabei Kratzer und Beulen hinterlassen. Ohne das Überprüfen der Kupplung bei Fremdkrafteinwirkung und Überlast bei automatischen Systemen würden weit schlimmere Situationen eintreten.

Der Tester realisiert die Einleitung des Belastungsmomentes über einen Servomotor mit Drehmomentmesseinrichtung, welche über Faltenbalgkupplungen und den Adapterkopf mit dem Prüfling verbunden ist. Dieser Aufbau ermöglicht den Soll-Ist-Wert Vergleich mit einer kalibrierten Messwelle und mit dem tatsächlichen Drehmoment der Heckklappe.



Bild 3: PCS auf dem Prüfstand mit Faltenbalgkupplungen

Parallel zu den angesprochenen Lastverhalten können über eingebaute Körperschallsensoren spezifische Akustikkurven aufgezeichnet werden. An ausgewählten Punkten des Antriebsmotors und der Getriebeendstufe kann der Körperschall des Prüflings selektiv ermittelt werden. Dabei ist nicht nur der gesamte Adapteraufbau über verschiedene Dämpfungsglieder entkoppelt. Auch die Sensoren sind aufgrund einer magnetischen Ankopplung frei von fremder Körperschalleinwirkung. Die zeitlich bestimmten Akustikkurven werden über eine Online-Auswertung nach folgenden Kriterien analysiert:

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. Spektralanalyse | – Überprüfung des Amplitudenspektrums im Frequenzband |
| 2. Ordnungsanalyse | – Ermittlung von Amplitudenschwankungen |
| 3. Effektivwert | – Ermittlung des Summenwertes der Kurve |
| 4. Crestfaktor | – Periodisch störende Geräusche |
| 5. Wölbung | – Verhältnis Amplitudenhistogramm zur Normalverteilung |
| 6. Hüllkurvendemodulation | – Ermittlung der Grundwelle |
| 7. Differenzmessung | – Differenz zwischen Links- und Rechtslauf |

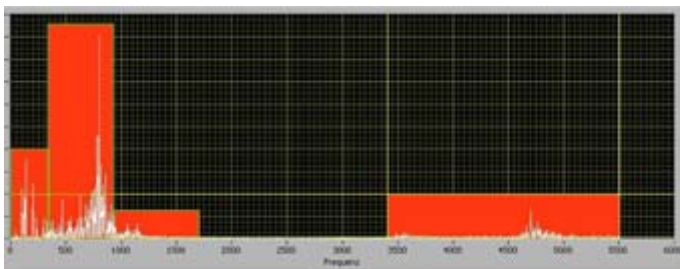


Bild 4: Akustikanalyse

Während der Prüfung zeichnet das Messsystem alle elektromechanischen und akustischen Vorgänge auf, die nachträglich zur Offline-Analyse und Fehlerdiagnose hinzugezogen werden können.

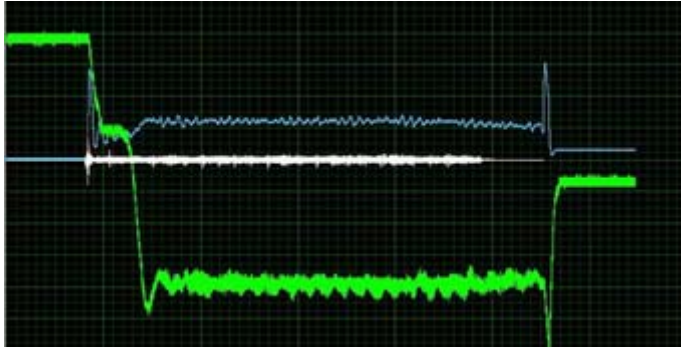


Bild 5: Kennwertkurve

Zusammenfassung

Die konzipierte Anlage wurde entsprechend der Kundenanforderungen an verschiedene Heckklappen adaptiert. Der Aufwand zur Anpassung dieser Systemen an unterschiedliche Prüflinge kann minimiert werden, da das Handlingsystem gleichartig aufgebaut und die Messtechnik mit PXI-Baugruppen erweitert werden kann. Die modulare Struktur der Software trug maßgeblich dazu bei, dass sich die Programmierer auf die Umsetzung der prüftechnischen Anforderungen konzentrieren konnten.

Das System hat in punkto Qualitätssicherung einen Standard geschaffen, dessen Anwendung der Steigerung von Komfort und Kundenzufriedenheit dient.

Autor:

Dipl.-Ing. Frank Pauli (Jahrgang 1957) studierte an der Fachhochschule der Lutherstadt Eisleben Industrielle Elektronik. Anschließend wurde er beim Kombinat Carl-Zeiss Jena beschäftigt, wo er bis 1991 in der Abteilung Prüftechnik tätig war. Nach Auflösung dieser Abteilung wurde die GÖPEL electronic GmbH gegründet. Frank Pauli arbeitet seit 1991 bei GÖPEL electronic als Team-Manager für Funktions- und Fertigungstestsysteme des Geschäftsbereichs Automotive Test Solutions.