

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 675/2009
(22) Anmeldetag: 28.10.2009
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.12.2009
(45) Ausgabetag: 15.02.2010

(51) Int. Cl.⁸: **G01M 15/02** (2006.01)

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER PRÜFANORDNUNG

- (57) Ein Verfahren zum Betreiben einer Prüfanordnung, vorzugsweise eines Prüfstandes für Fahrzeuge oder deren Teilsysteme, insbesondere Verbrennungsmaschinen, Elektromaschinen, Batterien, Antriebsstrangsysteme oder Teilsystemen davon, sieht die Beaufschlagung eines Prüflings über eine Antriebs- und/oder Belastungsmaschine und die Vorgabe einer dynamischen Abfolge von Betriebspunktvektoren der Gesamtanordnung von Prüfstand und Prüfling gemäß einem Simulationsmodell über ein Simulationssystem vor.

Um im Rahmen des manöver- und ereignisbasierten Testens eine Zeitersparnis bei Vorbereitung, Durchführung und Abschluss der Prüfläufe eine höhere Effizienz und verbesserte Ausnutzung der Prüfstandszeit zu erzielen, wird das Simulationssystem zum „Anfahren“ eines bestimmten, vorgebbaren Betriebspunktvektors im Simulationsmodell veranlasst, wird die Gesamtanordnung von Prüfanordnung und Prüfling zum Anfahren des im wesentlichen gleichen Betriebspunktvektors angesteuert und wird nach Erreichen des vorgebbaren Betriebspunktvektors die Steuerung der Gesamtanordnung das Simulationssystem übergeben.

Beschreibung

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER PRÜFANORDNUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Prüfanordnung, vorzugsweise eines Prüfstandes für Fahrzeuge oder deren Teilsysteme, insbesondere Verbrennungsmaschinen, Elektromaschinen, Batterien, Antriebsstrangsysteme oder Teilsystemen davon, bei welchem der Prüfling über eine an koppelbare Antriebs- und/oder Belastungsmaschine beaufschlagt wird, und wobei über ein Simulationssystem der Gesamtanordnung von Prüfanordnung und Prüfling gemäß einem Simulationsmodell eine Abfolge von Betriebspunkten vorgegeben wird.

[0002] Entsprechend den heutigen Anforderungen in der Entwicklung von Kraftfahrzeugen, unter Berücksichtigung des harten Wettbewerbs, des Kostendrucks und immer kürzerer Entwicklungszyklen, müssen auch die Prüfstandsversuche mit steigender Produktivität, Präzision und Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Dazu gehört auch die produktive Nutzung der begrenzten Entwicklungsressourcen.

[0003] Ein wesentlicher Aspekt dabei ist die konzentrierte Prüfung von Fahrzeug oder Fahrzeugkomponenten am Prüfstand, bei welcher Prüfung durch Simulation das reale Umfeld und der reale Einsatz möglichst exakt nachgebildet werden sollen. Sowohl sollen alle Fahrzeugsysteme, das Fahrer- und Fahrverhalten, die Straßenverhältnisse einschließlich Topologie, Infrastruktur und Verkehrsaufkommen, etc. das spätere reale Umfeld bereits in der Testphase am Prüfstand bestmöglich nachgebildet werden. Auch eine Verknüpfung von realen Testfahrten mit Prüfstandsversuchen hat sich dabei als zweckmäßig herausgestellt.

[0004] Eine besondere Herausforderung für die Prüfstandsregelung- und -automatisierung, aber auch für die Simulation des Umfeldes des Prüflings stellen die heutzutage immer leistungsfähigeren und hochdynamischen Systeme dar, welche in den Fahrzeugen vorhanden sind, vom Motor über den Antriebsstrang einschließlich der Reifen und aller möglichen Neben- und Hilfsysteme. Für ein möglichst realistisches virtuelles 3D-Echtzeit-Mehrkörpersystem-Modell eines Fahrzeuges sind dabei die Anforderungen besonders hoch.

[0005] Das Mehrkörpersystem-Modell basiert auf der d'Alembert-Lagrange-Näherung mit einigen zusätzlichen Optimierungen. Es weist typischerweise 10 - 200 voll nichtlineare Freiheitsgrade auf. Die Vorder- und Hinterradaufhängungen, das Lenksystem, die Federung, Antriebsstrang, Räder und Reifen sind die hauptsächlichen Untersysteme. Eine inhärente Komplexität der Fahrzeugmodellierung resultiert aus der 3D-Geometrie der Reifen-Fahrbahn-Kontaktfläche, einschließlich der Deformierung der Karkasse, die nicht vernachlässigt werden darf, als auch aus der potentiellen Systeminstabilität bei extremen Fahrmanövern. Zusätzlich ist noch ein intelligentes Fahrermodell, beispielsweise IPG Driver, vorgesehen, mit welchem manöverbasiertes Testen auf komplexen und unebenen 3D Fahrbahnen in Echtzeit möglich ist.

[0006] Die Rechner, auf welchen die Simulationsmodelle laufen, sind über entsprechende Schnittstellen mit der Prüfstandsautomatisierung bzw. -regelung als auch dem Prüfling, sei es nun ein Motor, ein Antriebsstrang, etc., verbunden. Über diese Schnittstellen werden die Geschwindigkeitsanforderungen, die Drehmomentrückantworten und auch die Fahreraktionen zwischen der virtuellen Welt der Simulation und dem Prüfling in der realen Welt ausgetauscht. Die Dynamik liegt dabei bei ca. 0.1 bis 1 ms oder schneller.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, im Rahmen des manöver- und ereignisbasierten Testens eine Zeitersparnis bei Vorbereitung, Durchführung und Abschluss der Prüfläufe eine höhere Effizienz und verbesserte Ausnutzung der Prüfstandszeit zu erzielen.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe ist das eingangs beschriebene Verfahren erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass das Simulationssystem zum „Anfahren“ eines bestimmten, vorgebbaren Betriebspunktvektors im Simulationsmodell veranlasst wird, dass die Gesamtanordnung von Prüfanordnung und Prüfling zum Anfahren des im wesentlichen gleichen Betriebs-

punktes angesteuert wird, und dass nach Erreichen des vorgebbaren Betriebspunktes die Steuerung der Gesamtordnung an das Simulationssystem übergeben wird.

[0009] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist weiters vorgesehen, dass nach Erreichen des vorgebbaren Betriebspunktvektors durch sowohl das Simulationsmodell als auch die Gesamtanordnung von Prüfanordnung und Prüfling die Gesamtanordnung vom Simulationssystem zum Durchlaufen einer vorgegebenen oder sich dynamisch ergebenden zeitlichen Abfolge von Betriebspunktvektoren gemäß dem Simulationssystem angesteuert wird.

[0010] Vorteilhafterweise werden während des Anfahrens des vorgebbaren Betriebspunktes von der Prüfanordnung jederzeit plausible und konsistente Signale für den Prüfling bereitgestellt und wird der Prüfling, vorzugsweise das Gesamtsystem, nur innerhalb der Toleranzen belastet. Darüber hinaus wird weiters sichergestellt, dass der Prüfling und vorzugsweise auch der Prüfstand mechanisch, elektrisch oder anderweitig nicht beschädigt oder jenseits vorgegebener Limits strapaziert wird.

[0011] Gemäß einer weiteren Variante kann auch vorgesehen sein, dass der vorgebbare Betriebspunktvektor über realistische Trajektorien angefahren wird.

[0012] In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

[0013] Um einen stoß- und schockfreien Übergang zwischen einem vom Prüfstandsautomatisierungssystem vorgegebenen Verlauf von Betriebspunktvektoren und einem Verlauf zu ermöglichen, der vom Simulationssystem vorgegeben wird, müssen sanfte und stetige Übergänge der Geschwindigkeits- bzw. Drehmomentsignale gewährleistet sein. Dies gilt in beide Richtungen. Andernfalls könnte der Prüfling aber auch der Prüfstand selbst durch abrupte Gradienten oder Sprünge beschädigt werden.

[0014] Unabhängig voneinander und parallel zueinander werden sowohl die Simulation als auch der Prüfstand - vorzugsweise aus dem Waiting Point - in einen übereinstimmenden Betriebspunkt, der „Hook-Up Point“ genannt wird, gefahren, von welchem aus dann die Simulation die weitere Vorgabe der Betriebspunkte übernimmt und damit ein manöverbasierter Prüfablauf beginnt. Ein derartiger Punkt könnte beispielsweise durch die Vorgaben 100 km/h/3. Gang/ 5 kW definiert sein. Durch eine derartige Vorgangsweise kann die Prüfstandszeit effektiver genutzt werden, wobei zwischen 1 und 15 Minuten Prüfstandszeit pro Manöver eingespart werden kann.

[0015] Oftmals ist ein Start eines Manövers gewünscht, der nicht bei Stillstandsbedingungen erfolgt. Dabei muss automatisch ein stationäres Gleichgewicht des komplexen Mehrkörpersystems gefunden werden, bevor der Prüfling ohne Unterbrechung der I/O-Signale oder mit Signalsprüngen in die Simulation eingeklinkt werden kann. Dies erfolgt vorzugsweise in einem parallelen Echtzeit-Threat. Beispielsweise kann ein Betriebspunkt für einen Manöverbeginn durch die Vorgaben 50 km/h/Straßenkilometer 134/ mit Fahrbahnsteigung 12,5% definiert sein. Durch eine durchschnittliche Einsparung von ca. 1 bis 15 Minuten pro Testmanöver kann auch hier die Prüfstandszeit wesentlich effektiver genutzt werden.

[0016] Die Versorgung des Prüflings mit plausiblen und mutuel sowie physikalisch konsistenten Signalen im Sinn einer Sensorsimulation sorgt dafür, dass Fehlereinträge in den Steuergeräten des Prüflings vermieden werden können. Damit kann die zum Löschen der Fehlerspeicher nötige Zeit vermieden werden. Darüber hinaus stellen die generierten Signale sicher, dass insbesondere der Prüfling, aber vorzugsweise auch das Gesamtsystem unter Einschluss des Prüfstandes, nur innerhalb der mechanischen, elektrischen oder sonstigen Betriebsbereiche bzw. der vorgegebenen Toleranzen belastet werden.

[0017] Im Umfeld von elektrischen Systemen, insbesondere im Zusammenhang mit Hybridfahrzeugen, kann unter Antriebs- und/oder Belastungsmaschine auch eine Einrichtung verstanden werden, welche eine Batterie belastet oder auflädt.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Prüfanordnung, vorzugsweise eines Prüfstandes für Fahrzeuge oder deren Teilsysteme, insbesondere Verbrennungsmaschinen, Elektromaschinen, Batterien, Antriebsstrangsysteme oder Teilsystemen davon, bei welchem der Prüfling über eine Antriebs- und/oder Belastungsmaschine beaufschlagt wird, und wobei über ein Simulationssystem der Gesamtanordnung von Prüfstand und Prüfling gemäß einem Simulationsmodell eine dynamische Abfolge von Betriebspunktvektoren vorgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Simulationssystem zum „Anfahren“ eines bestimmten, vorgebbaren Betriebspunktvektors im Simulationsmodell veranlasst wird, dass die Gesamtanordnung von Prüfanordnung und Prüfling zum Anfahren des im wesentlichen gleichen Betriebspunktvektors angesteuert wird, und dass nach Erreichen des vorgebbaren Betriebspunktvektors die Steuerung der Gesamtanordnung an das Simulationssystem übergeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Erreichen des vorgebbaren Betriebspunktes durch sowohl das Simulationsmodell als auch die Gesamtanordnung von Prüfanordnung und Prüfling die Gesamtanordnung vom Simulationssystem zum Durchlaufen einer vorgegebenen oder sich dynamisch ergebenden zeitlichen Abfolge von Betriebspunktvektoren gemäß dem Simulationssystem angesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Anfahrens des vorgebbaren Betriebspunktes von der Prüfanordnung jederzeit plausible und konsistente Signale für den Prüfling bereitgestellt werden, und der Prüfling, vorzugsweise das Gesamtsystem, nur innerhalb der Toleranzen belastet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vorgebbare Betriebspunktvektor über realistische Trajektorien angefahren wird.

Hierzu keine Zeichnungen