

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. März 2009 (19.03.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/034024 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01M 13/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/061749

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. September 2008 (05.09.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 043 261.7
11. September 2007 (11.09.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DEGENHARDT,**
Achim [DE/DE]; Zanderstr. 8, 91054 Erlangen (DE).

JUNGKUNZ, Clemens [DE/DE]; In der Reuth 103,
91056 Erlangen (DE). **MEISSEN, Reinhard** [DE/DE];
Gründeläcker Str. 22, 91077 Dormitz (DE). **WEISS, Wal-**
ter [AT/DE]; Kleinseebacherstr. 46, 91096 Möhrendorf
(DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

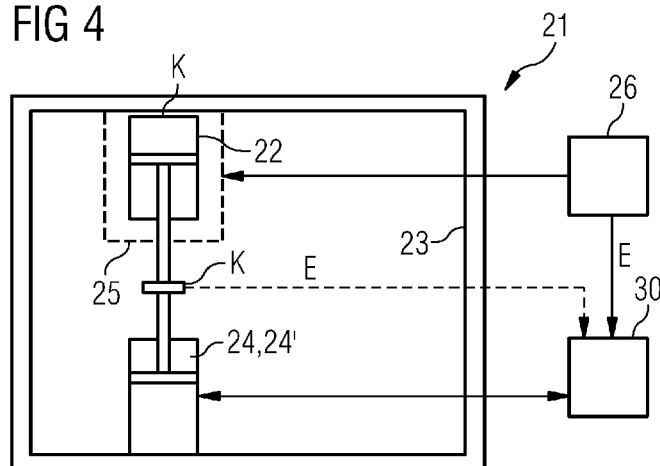
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DYNAMICALLY ADAPTING A TEST STAND AND TEST STAND FOR A DRIVE SIMULATING
A LOAD BEHAVIOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DYNAMISCHEN ANPASSUNG EINES TESTSTANDES UND TESTSTAND FÜR EL-
NEN ANTRIEB MIT SIMULATION EINES LASTVERHALTENS

FIG 4



(57) Abstract: The invention relates test stand (21) for a drive (22) to be tested comprising a base body (23) on which a controllable load (24) and a holder (25) for the drive (22) are disposed. The load (24) and the holder (25) are disposed such that the drive (22) to be tested and the load (24) act on each other at at least one coupling point (K). The test stand (21) comprises a control device (30) for the load (24). The control device (30) is designed such that, during operation of the test stand, said control device implements a model (31), such that the control device (30) is able, on the basis of the model (31), to determine a counteraction (F) of the coupling point (K) on an action (E) of the drive (22) to be tested, by an actuation of the load (24). The control device (30) is further designed so as to cyclically capture an action (E) of the drive (22) to be tested on the coupling point (K) during operation of the test stand, determine an actuation for the load (24) using the action (E) and an associated target counteraction (F*) of the coupling point (K), so that the counteraction (F) of the coupling point (K) corresponds to the target counteraction (F*), and actuates the load (24) correspondingly.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/034024 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(57) **Zusammenfassung:** Ein Teststand (21) für einen zu testenden Antrieb (22) weist einen Grundkörper (23) auf, an dem eine steuerbare Last (24) und eine Aufnahme (25) für den Antrieb (22) angeordnet sind. Die Last (24) und die Aufnahme (25) sind derart angeordnet, dass der zu testende Antrieb (22) und die Last (24) an mindestens einem Koppelpunkt (K) aufeinander einwirken. Der Teststand (21) weist eine Steuereinrichtung (30) für die Last (24) auf. Die Steuereinrichtung (30) ist derart ausgebildet, dass sie im Betrieb des Teststands ein Modell (31) implementiert, so dass die Steuereinrichtung (30) aufgrund des Modells (31) in der Lage ist, anhand einer Ansteuerung der Last (24) eine Gegenwirkung (F) des Koppelpunkts (K) auf eine Einwirkung (E) des zu testenden Antriebs (22) auf den Koppelpunkt (K) zu ermitteln. Weiterhin ist die Steuereinrichtung (30) derart ausgebildet, dass sie im Betrieb des Teststands zyklisch jeweils eine Einwirkung (E) des zu testenden Antriebs (22) auf den Koppelpunkt (K) entgegen nimmt, anhand der Einwirkung (E) und einer jeweils zugeordneten Sollgegenwirkung (F*) des Koppelpunkts (K) jeweils eine Ansteuerung für die Last (24) ermittelt, so dass die Gegenwirkung (F) des Koppelpunkts (K) mit der Sollgegenwirkung (F*) korrespondiert, und die Last (24) entsprechend ansteuert.

Beschreibung

Verfahren zur dynamischen Anpassung eines Teststandes und
Teststand für einen Antrieb mit Simulation eines Lastverhal-
5 tens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Anpassung eines Teststandes, insbesondere für die Anpassung eines
längsdynamischen Teststandes.

10

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin einen Teststand für einen zu testenden Antrieb, wobei der Teststand einen Grundkörper aufweist, an dem eine steuerbare Last und eine Aufnahme für den zu testenden Antrieb angeordnet sind. Die
15 Last und die Aufnahme sind hierbei derart angeordnet, dass der zu testende Antrieb und die Last an mindestens einem Koppelpunkt aufeinander einwirken. Der Teststand weist weiterhin eine Steuereinrichtung für die Last auf.

20

Derartige Teststände sind beispielsweise für rotatorische Antriebe bekannt, wobei der zu testende Antrieb als elektrische Maschine ausgebildet sein kann. Bei derartigen Testständen ist die Last in der Regel als weiterer, nicht zu testender elektrischer Antrieb ausgebildet, der mit dem zu testenden
25 Antrieb über eine Kupplung verbunden ist (sogenannte back-to-back Anordnung). Mit dem bekannten Teststand kann in gewissen, relativ engen Grenzen ein dynamisches Verhalten der Last simuliert werden. Beispielsweise können dem weiteren Antrieb von der Steuereinrichtung Fahrkurven eingeprägt werden.

30

Wenn das Verhalten der späteren, realen Last des zu testenden Antriebs auf diese Weise simuliert werden kann, ist mittels des Teststands vorhersagbar, wie die Kombination von zu testendem Antrieb und späterer realer Last reagieren wird. In
35 vielen Fällen weist die spätere reale Last jedoch ein komplexes dynamisches Verhalten auf. Beispielsweise kann sie eine nicht lineare Übertragungsfunktion aufweisen, als Mehrmassenschwinger ausgebildet sein usw.. Wenn eine reale Last ein

derart komplexes Verhalten aufweist, lässt eine Simulation in einem Teststand des Standes der Technik nur in sehr begrenztem Umfang Rückschlüsse auf das spätere reale Verhalten zu.

5 Die obenstehend beschriebene Situation gilt auch für einen Teststand für eine Verbrennungskraftmaschine, beispielsweise einen Fahrzeugmotor. Auch in diesem Fall unterscheidet sich häufig das reale Übertragungsverhalten des Systems von einem idealen beziehungsweise gewünschten Übertragungsverhalten. So
10 können beispielsweise die in einem Teststand für einen Fahrzeugmotor eingebauten Federn und Massen, insbesondere Rotationsmassen, häufig nicht so nachgebildet werden, dass sie einem realen Betriebsaufbau entsprechen, wie beispielsweise einem Auto mit Motor, Getriebe, Wellen und Rädern. Dies ist
15 insbesondere bei der Betrachtung eines Teststandes dann der Fall, wenn auf dem Teststand unterschiedliche Konfigurationen nachgebildet werden sollen. Verschiedene Konfigurationen können beispielsweise durch einen Motor mit oder ohne Getriebe oder unterschiedliche Gänge des Getriebes jeweils für sich
20 betrachtet unterschiedliche Systemcharakteristika aufweisen.

Teststandsanpassungen sind bei dem Wechsel zwischen Systemkonfigurationen, die zu unterschiedlichen Zeit auf einem Teststand betrieben werden, notwendig, da eine Teststandsankopplung unterschiedliche Auswirkungen auf jede Konfiguration zeigt.
25

In manchen Fällen ist es möglich, die Last des Teststands mit zusätzlichen mitrotierenden Massen zu versehen. Die zusätzlichen mitrotierenden Massen können hierbei mit der Last des Teststands starr oder elastisch verbunden sein. Durch diese Vorgehensweise ist in manchen Fällen eine verbesserte Simulation möglich. Die Vorgehensweise ist jedoch umständlich und nicht für alle Fälle geeignet.
30

35

Vom Ansatz her stellen sich ähnliche Probleme, wenn der zu testende Antrieb ein Linearantrieb ist, beispielsweise eine Hydraulikzylindereinheit. In diesem Fall weist der Teststand

meist überhaupt keinen eigenen Antrieb auf, so dass mittels des Teststands beispielsweise nur eine spätere reale Last simuliert werden kann, welche dieselbe Steifigkeit wie der Teststand aufweist.

5

Der Erfindung liegt eine erste Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur dynamischen Anpassung eines Teststandes bereitzustellen, an dem verschiedene Arten von zu testenden Antrieben getestet werden, ohne den Teststand wesentlich mechanisch umzubauen.

10

Eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Teststand der eingangs genannten Art derart weiter zu entwickeln, dass er flexibler nutzbar ist.

15

Die Lösung der ersten Aufgabe geschieht durch die Merkmalskombination des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Ansprüchen 2 bis 9 zu entnehmen.

20 Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch eine dynamische Systemanpassung an einem Teststand auf elektronischer Seite unabhängig von der Art der zu testenden Antriebe unerwünschte dynamische Erscheinungen innerhalb einer Teststandsankopplung kompensierbar sind. Da ein Teststand, insbesondere ein fahrdynamischer Teststand, beispielsweise für
25 Fahrzeuge vor dem Hintergrund möglichst realistischer Testbedingungen, beziehungsweise möglichst genauer Abbildungen der Umgebungsbedingungen, möglichst genau die Verhältnisse an einem realistischen Fahrzeug wiedergeben soll, sind bisher bei
30 einem Wechsel der Konfiguration wesentliche mechanische Umbauten notwendig gewesen. Werden beispielsweise Motoren oder Motoren mit deren Getriebe an einem Teststand angeschlossen, sollte sich eine vorhandene Teststandsankopplung idealer Weise genau so verhalten, wie in einem Fahrzeug, in dem der
35 gleiche Motor mit gleichem Getriebe eingebaut ist und betrieben wird.

Auf einem Teststand werden Motoren durch einen Teststandsantrieb, der in der Regel ein Elektromotor ist, mit verschiedenen Fahrzyklen getestet. Hierzu wird die Aufbringung der im realistischen Betrieb auftretenden Kräfte und Momente auf die Antriebsräder eines Fahrzeuges simuliert. Am Teststand werden diese Kräfte und Momente durch den entsprechenden Teststandsantrieb realisiert.

Die Teststandsankopplung, die einerseits mit dem zu testenden Antrieb und andererseits mit dem Teststandsantrieb verbunden ist, besteht in der Regel aus mechanischen Elementen. Die Erfindung modifiziert den Regelkreis, der den Teststandsantrieb regelt. Um den Teststand auf einen aktuell angeschlossenen zu testenden Antrieb beziehungsweise Motor mit Getriebe anzupassen, werden zwischen Teststandsankopplung und Teststandsantrieb Sensorsignale wie beispielsweise Drehmoment, Drehzahl oder ähnliche Werte aufgenommen und permanent an eine dynamische Anpassung weitergegeben. Die dynamische Anpassung besteht aus einem so genannten Vierpol, wobei die Eingangsgrößen einerseits die Signale der gerade genannten Sensoren sind und andererseits Sollwerte einer Sollwertvorgabe. Ausgangssignale sind beispielsweise ein dynamisch modifiziertes Sensorsignal und modifizierte Sollwertsignale, die auf den Teststandsantrieb gelegt werden.

Da mit dem elektronischen Bauelement Vierpol bis zu vier Übertragungsfunktionen realisiert werden können, ist dessen Einsatz mit Vorteilen verbunden. Weiterhin können Mehrpol-Bauteile eingesetzt werden, die eine ihrer Bezeichnung nach mögliche Anzahl von Übertragungsfunktionen ermöglichen.

Vorzugsweise werden an den Antrieben gegebene Signale, wie Drehmomente, Drehzahlen oder Ähnliches durch Sensoren abgegriffen und als Sensorsignale auf den Vierpol gelegt. Dabei können modifizierte Sensorsignale einer Sollwertvorgabe zugeführt werden und im Anschluss daran die von der Sollwertvorgabe ausgegebenen Sollwerte wiederum durch den Vierpol modifiziert werden.

Die zweite Aufgabe wird durch einen Teststand mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Erfindungsgemäß ist - zusätzlich zu den eingangs genannten Merkmalen des Teststands - vorgesehen, dass die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie im Betrieb des Teststands ein Modell implementiert, so dass die Steuereinrichtung aufgrund des Modells in der Lage ist, anhand einer Ansteuerung der Last eine Gegenwirkung des Koppelpunkts auf eine Einwirkung des zu testenden Antriebs auf den Koppelpunkt zu ermitteln, und zyklisch

- 5
 - 10
 - 15
- jeweils eine Einwirkung des zu testenden Antriebs auf den Koppelpunkt entgegen nimmt,
 - anhand der Einwirkung und einer jeweils zugeordneten Sollgegenwirkung des Koppelpunkts jeweils eine Ansteuerung für die Last ermittelt, so dass die Gegenwirkung des Koppelpunkts mit der Sollgegenwirkung korrespondiert, und
 - die Last entsprechend ansteuert.

Auf Grund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist - im Rahmen der Genauigkeit des Modells und der Möglichkeiten der Last - eine nahezu beliebige Simulation einer späteren realen Umgebung des zu testenden Antriebs möglich.

Wie bereits erwähnt, kann der zu testende Antrieb als Linearantrieb ausgebildet sein, insbesondere als Hydraulikzylindereinheit. Wie ebenfalls bereits erwähnt, kann der zu testende Antrieb alternativ als rotatorischer Antrieb ausgebildet sein, insbesondere als Elektromotor.

Die Last weist mindestens ein steuerbares Lastelement auf.

- 30
 - 35
- Das Lastelement kann hierbei als Linearlast ausgebildet sein, insbesondere als Hydraulikzylindereinheit. Alternativ kann das Lastelement als rotatorische Last ausgebildet sein, insbesondere als Elektromotor. In der Regel entspricht die Ausgestaltung des Lastelements dem zu testenden Antrieb. Wenn also der zu testende Antrieb ein Linearantrieb ist, ist in der Regel das steuerbare Lastelement als Linearlast ausgebildet. In Einzelfällen ist es jedoch trotz der Ausgestaltung des zu testenden Antriebs als Linearantrieb möglich, dass das

steuerbare Lastelement als rotatorische Last ausgebildet ist. Analoge Ausführungen gelten in dem umgekehrten Fall, dass der zu testende Antrieb als rotatorischer Antrieb ausgebildet ist.

5

Es ist möglich, dass die steuerbare Last nur ein einziges steuerbares Lastelement aufweist. In diesem Fall ist die Unterscheidung zwischen Last und Lastelement rein sprachlicher Natur. Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass die steuerbare

10 Last mindestens zwei steuerbare Lastelemente aufweist. In diesem Fall kann - je nach Lage des Einzelfalls - eine nur gemeinsame Ansteuerung der Lastelemente sinnvoll sein. Es ist jedoch ebenso möglich, dass die mindestens zwei steuerbaren Lastelemente von der Steuereinrichtung unabhängig voneinander
15 ansteuerbar sind. Auch ist es möglich, dass die Lastelemente unterschiedlich ausgestaltet sind, also mindestens eines der Lastelemente als Linearlast ausgebildet ist und mindestens ein anderes der Lastelemente als rotatorische Last.

20 In dem Fall, dass die mindestens zwei steuerbaren Lastelemente von der Steuereinrichtung unabhängig voneinander ansteuerbar sind, ist in einer weiter bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass am Grundkörper eine weitere Aufnahme für einen weiteren zu testenden Antrieb an-
25 geordnet ist und jedes der steuerbaren Lastelemente mit dem erstgenannten Antrieb und/oder mit dem weiteren Antrieb zusammenwirkt.

Vorzugsweise weist der Teststand mindestens ein Sensorelement
30 auf, das mit der Steuereinrichtung datentechnisch verbunden ist und mittels dessen die Einwirkung des zu testenden Antriebs auf den Koppelpunkt erfassbar ist. Dadurch ist es möglich, die tatsächliche Isteinwirkung (im Gegensatz zu einer zu erwartenden Solleinwirkung) des zu testenden Antriebs auf
35 den Koppelpunkt bei der Ermittlung der Ansteuerung der Last zu berücksichtigen.

Auf Grund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist es weiterhin möglich, dass die Sollgegenwirkung des Koppelpunkts ein dynamisches Eigenverhalten umfasst und die Steuereinrichtung das dynamische Eigenverhalten bei der Ermittlung der Ansteuerung für die Last berücksichtigt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

- FIG 1 einen realen Teststand mit dynamischer Anpassung,
- FIG 2 einen Teststand mit angepasster Regelung, so dass Kennwerte innerhalb einer Teststandsankopplung ideale Betriebswerte aufweisen,
- FIG 3 die Anpassung von Resonanzwerten zur Optimierung des Systems,
- FIG 4 und 5 je eine weitere mögliche Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Teststands,
- FIG 6 eine Steuereinrichtung für eine Last,
- FIG 7 ein Ablaufdiagramm,
- FIG 8 und 9 weitere mögliche Ausgestaltungen von Testständen und
- FIG 10 eine Modifikation des Teststands von FIG 4.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine dynamische Systemanpassung 3 derart eingesetzt, dass unabhängig von den charakteristischen Daten eines zu testenden Antriebs 7 und seiner Gestalt, im Wesentlichen seiner Dynamik, im gesamten Teststandssystem bestehend aus mechanischen Untereinheiten und elektronischen Ansteuerseinheiten, jegliche unerwünschte Teildynamik kompensiert wird, so dass beispielsweise für unterschiedliche zu testender Antriebe 7 ein aktiver Teststand beispielsweise ein Fahrdynamikteststand nicht mechanisch umzubauen ist. Die Anpassung geschieht somit auf der Ansteuerseite in elektronischer Form.

Dabei kann das dynamische Verhalten einer anzupassenden Teststandsankopplung 2 an den zu testender Antrieb 7 unabhängig von Schwingungsmoden des Gesamtsystems entsprechend einer Vorgabe frei vorgenommen werden. Es lassen sich beispielsweise mit einem einzigen Teststand durch die entsprechende elektronische Anpassung Motor und Getriebeeinheiten von gesamten Automobilbaureihen testen, ohne dass mechanische Umbauten am Teststand, insbesondere an der Teststandsankopplung 2 vorzunehmen sind.

Die elektronische Anpassung geschieht, indem die zwischen der Teststandsankopplung 2 und einem Teststandsantrieb 5, der unterlagert geregelt wird, abgegriffenen Sensorsignale 10 auf einen Vierpol 8 geführt werden. Die Parameter des Vierpols 8, der im Wesentlichen die dynamische Anpassung 3 darstellt, können dabei direkt aus der realen und der gewünschten Übertragungsfunktion analytisch berechnet werden.

Es können insbesondere vorhandene der anzupassenden Teststandsankopplung 2 entsprechende oder mit ihr verbundene unerwünschte Resonanzfrequenzen in idealer Weise verschoben werden. Im Besonderen können derartige Resonanzfrequenzen gelöscht werden, so dass diese gar nicht mehr in Erscheinung treten.

Dabei kann Analogtechnik oder in vorteilhafter Weise auch ein Echtzeitprozessor zur Anpassung von Rechenalgorithmen eingesetzt werden.

FIG 1 zeigt von links beginnend den zu testenden Antrieb 7, der beispielsweise ein Verbrennungsmotor mit oder ohne ein angekoppeltes Getriebe sein kann. Das gesamte dargestellte System entsprechend FIG 1 bildet beispielsweise einen fahrdynamischen Teststand. Der zu testende Antrieb 7 ist entsprechend der Erfindung an die anzupassende Teststandsankopplung 2 mechanisch angekoppelt und mittelbar mit einem Teststandsantrieb 5 verbunden. Zwischen anzupassender Teststandsankopplung 2 und Teststandsantrieb 5 werden Sensoren 4, beispielsweise

weise auf einer Teststandswelle, angebracht, die Sensorsignale 10 ausgeben. Derartige Sensorsignale 10 sind beispielsweise Drehmoment oder Drehzahl. Die elektronische Ansteuerung des Teststandsantriebs 5 wird derart angepasst, dass die dynamische Charakteristik der anzupassenden Teststandsankopplung 2, die in der Realität beispielsweise einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges entspricht, in idealer Form mit dem zu testenden Antrieb 7 zusammenwirkt. Hierzu wird die elektronische Ansteuerung, der die Sensorsignale 10 und Sollwerte zugeführt werden, mit Hilfe der in einem Vierpol 8 möglichen Übertragungsfunktionen angepasst. Dies wirkt sich insbesondere durch Verschiebungen oder Löschungen von Resonanzfrequenzen einer nicht angepassten Teststandsankopplung 2 aus.

Eine mögliche Teststandsankopplung 2 besteht aus einer Torsionsfederdämpfung 1a, 2a beziehungsweise aus einer Torsionsfederdämpfung 1a, 2a und einer Rotationszwischenmasse 1b, 2b bzw. aus einer Vielzahl von Einheiten aus einer Torsionsfederdämpfung 1a, 2a und einer Rotationszwischenmasse 1b, 2b. Derartige Bauelemente sind beispielsweise als Torsionsschwingungsdämpfer bzw. Zweimassenschwungräder bekannt.

Nachdem eine sehr aufwändige Umorganisation mechanischer Bauteile einer anzupassenden Teststandsankopplung 2 entfallen kann. Wird eine Veränderung am zu testenden Antrieb 7, beispielsweise der Sprung zu einem kräftigeren Motor mit einem anderen Getriebe, erwägt, so kann die gleiche Teststandsankopplung 2 eingesetzt werden, wobei jedoch Sollwerte und Sensorsignale 10 entsprechend modifizierte Sollwerte 13 ergeben, die zur Ansteuerung des Teststandsantriebs 5 verwendet werden.

Der Teststandsantrieb 5, in der Regel ein Elektromotor, wird dazu verwendet, den zu testenden Antrieb 7 mit unterschiedlichen Fahrprofilen zu testen. Dies können beispielsweise Beschleunigungsfahrten, Langstreckenfahrten, Bergfahrten, Talfahrten oder Ähnliches sein.

FIG 2 zeigt eine angepasste beziehungsweise optimierte Teststandsankopplung 1, bei der die elektrische Ansteuerung derart eingerichtet ist, dass für den in diesem Fall angekoppelten zu testenden Antrieb 7 die angepasste Teststandsankopplung 1 die Wirksamkeit einer dem zu testenden Antrieb 7 entsprechenden optimierten Einheit von zu testendem Antrieb 7 und beispielsweise Antriebsstrang aufweist.

Da entsprechend FIG 2 die Teststandsankopplung 1 bereits angepasst ist, ist die dynamische Anpassung 3 beziehungsweise der Vierpol 8 im Regelkreis entfernt worden. Die durch die Sensoren 4 abgegriffenen Sensorsignale 10 werden somit direkt der Sollwertvorgabe 6 zugeführt. Diese Sollwertvorgabe 6 richtet Sollwerte auf den Teststandsantrieb 5. Der Teststandsantrieb 5 dient als elektromechanisches Übertragungselement zur Ausführung von bestimmten Testprofilen, mit der die angepasste Teststandsankopplung 1 in Kombination mit dem zu testenden Antrieb 7 beaufschlagt wird.

Sowohl in FIG 1 als auch in FIG 2 sind die Torsionsfederdämpfungen 1a als eine Einheit mit einer Rotationszwischenmasse 1b dargestellt. Die kleinste Einheit innerhalb einer Teststandsankopplung 1, 2 ist eine Torsionsfederdämpfung 1a oder 2a. In FIG 2 ist das Größenverhältnis zwischen der Torsionsfederdämpfung 1a und der Rotationszwischenmasse 1b anders gestaltet als in FIG 1 das Verhältnis zwischen der Torsionsfederdämpfung 2a und der Rotationszwischenmasse 2b. Diese Darstellung soll andeuten, dass in FIG 2 eine angepasste Teststandsankopplung 1 vorliegt, für die die Wertigkeit oder die Wirkung von Torsionsfederdämpfung 1a und Rotationszwischenmasse 1b der Teststandsankopplung 1 auf der Ansteuerseite derart vorgenommen wird, dass beispielsweise ursprünglich in der anzupassenden Teststandsankopplung 2 vorhandene störende Resonanzfrequenzen der Größe nach verändert, der Frequenz nach verschoben oder insgesamt gelöscht werden können.

Die Verwendung eines so genannten Vierpols für die dynamische Anpassung 3 kann auch für andere nicht elektrotechnische Sys-

teme geschehen. Dies ist im Fall eines Teststandes der Fall, wobei das System elektromechanisch ausgelegt ist. Aus Analogiegründen sind entsprechend Spannungen durch Drehmomente zu ersetzen oder Ströme durch Drehzahlen oder umgekehrt. Ein

5 Vierpol kann mit unterschiedlicher Charakteristik betrieben werden. Da im Falle eines Teststands vorzugsweise eine Drehzahl vorgegeben wird, kann eine dynamische Anpassung entsprechend einen modifizierten Sollwert 13 ermitteln. Die Modifizierung kann beispielsweise durch entsprechende Filterung
10 vorgenommen werden. Eine weitere Möglichkeit der Sollwertanpassung besteht in der Einspeisung eines Drehmomentes in die dynamische Anpassung über die Sollwertvorgabe 6. Außerdem können unterschiedliche Kreuzkopplungen über den Vierpol 8 vorgenommen werden.

15 Eine anzupassende Teststandsankopplung 2 kann beispielsweise einer Teststandswelle entsprechen.

Der Teststandsantrieb 5, welcher bei der ersten Ausführungsform in der Regel ein Elektromotor ist, wird meist unterlagert geregelt.
20

Eine angepasste Teststandsankopplung 1 entsprechend FIG 2, kann beispielsweise eine Kardanwelle mit einer Radwelle eines
25 realen Autos sein, wobei wie oben beschrieben durch den Teststandsantrieb 5, der als Aktuator wirkt, das System Teststandsankopplung 2 und zu testender Antrieb 7 derart zu betreiben ist, dass insbesondere die dynamischen Verhältnisse vorliegen oder berücksichtigt werden, wie sie in einem realen
30 Auto auftreten.

Wird beispielsweise ein dynamischer oder aktiver Teststand für die Längsdynamik eines Fahrzeuges ausgelegt und verwendet, so können beispielsweise die Einflussgrößen, die auf der
35 Ansteuerungsseite entsprechend FIG 1 zu berücksichtigen sind, der Fahrtwind, die entsprechende Windkraft, Steigung oder Gefälle einer Fahrstrecke, Einsatz eines Tempomaten oder dergleichen sein.

Zum anschaulichen Verständnis kann die virtuelle Radnabe eines Fahrzeuges dort platziert werden, wo der Antriebsstrang die strichpunktierte Umrandung der angepassten Teststandsankopplung 1 in Richtung der Sensoren 4 kreuzt.

5

FIG 3 zeigt schematisch, dass beispielsweise eine Resonanzstelle 1 oder 2 entsprechend dem Diagramm nach links verschoben werden kann oder in der Intensität abgeschwächt oder verstärkt werden kann. Eine Resonanzstelle 3 wird beispielsweise

10

Nachfolgend wird - zunächst in Verbindung mit den FIG 4 und 5 - eine weitere mögliche Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erläutert. Die FIG 4 und 5 werden hierbei gemeinsam erläutert. Auch werden gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Weiterhin wird, soweit erforderlich, auf unterschiedliche Ausgestaltungen der jeweiligen Elemente hingewiesen.

15

Gemäß den FIG 4 und 5 weist ein Teststand 21 für einen zu testenden Antrieb 22 einen Grundkörper 23 auf. Am Grundkörper 23 sind eine steuerbare Last 24 und eine Aufnahme 25 für den zu testenden Antrieb 22 angeordnet. Die steuerbare Last 24 weist hierbei gemäß den FIG 4 und 5 ein einziges steuerbares

25

Lastelement 24' auf. Im Rahmen der FIG 4 und 5 wird daher nachfolgend nicht zwischen den Begriffen „Last“ und „Lastelement“ unterschieden, sondern stets der Begriff „Last“ verwendet.

30

Der guten Ordnung halber sei weiterhin erwähnt, dass unter dem Begriff „Antrieb“ im Rahmen der vorliegenden Erfindung alternativ nur das sich mechanisch bewegende Element als solches oder die Einheit von sich mechanisch bewegendem Element als solchem + zugehöriger Steuereinheit 26 verstanden wird.

35

In der Aufnahme 25 muss selbstverständlich nur die sich mechanisch bewegende Einheit als solche aufgenommen werden. Das Verhalten der sich mechanisch bewegendem Einheit wird jedoch auch durch die Ausgestaltung der Steuereinheit 26 mit be-

stimmt. Getestet wird also die Kombination von sich mechanisch bewegender Einheit und Steuereinheit 26, wobei jedoch in der Aufnahme 25 nur die sich mechanisch bewegende Einheit angeordnet sein muss.

5

Im Falle der FIG 4 ist der zu testende Antrieb 22 als Linearantrieb 22 ausgebildet. Dargestellt ist hierbei in FIG 4 der häufigste Fall eines Linearantriebs 22, nämlich eine Ausbildung als Hydraulikzylindereinheit 22. Es sind jedoch alternative Linearantriebe möglich, beispielsweise eine Ausgestaltung als pneumatischer Zylinder oder als elektrischer Linearantrieb.

Auf Grund der Ausgestaltung des zu testenden Antriebs 22 als Linearantrieb 22 ist gemäß FIG 4 in der Regel die Last 24 ebenfalls als Linearlast 24 ausgebildet, beispielsweise ebenfalls als Hydraulikzylindereinheit 24. Diese Ausgestaltung (Ausgestaltung ebenfalls als Linearlast) stellt zwar den Regelfall dar, ist jedoch nicht zwingend. In Einzelfällen könnte die Last 24 auch bei der Ausgestaltung von FIG 4 als rotatorische Last 24 ausgebildet sein, deren Bewegung beispielsweise über eine Pleuelstange oder ein Gewinde in eine Linearbewegung umgesetzt wird.

Im Falle der FIG 5 ist der zu testende Antrieb 22 als rotatorischer Antrieb ausgebildet. Dargestellt ist hierbei in FIG 5 der häufigste Fall eines rotatorischen Antriebs 22, nämlich eine Ausbildung als Elektromotor 22. Es sind jedoch alternative Ausgestaltungen möglich, beispielsweise als Hydromotor oder als pneumatischer Antrieb, in Einzelfällen sogar als Verbrennungskraftmaschine.

Auf Grund der Ausgestaltung des zu testenden Antriebs 22 als rotatorischer Antrieb 22 ist gemäß FIG 5 die Last 24 als rotatorische Last 24 ausgebildet, beispielsweise ebenfalls als Elektromotor. Diese Ausgestaltung stellt den Regelfall dar, ist jedoch nicht zwingend. In Einzelfällen könnte die Last 24 als Linearlast 24 ausgebildet sein, deren Bewegung - bei-

spielsweise über eine Pleuelstange - in eine rotatorische Bewegung umgesetzt wird.

Die Last 24 und die Aufnahme 25 für den zu testenden Antrieb
5 22 sind gemäß den FIG 4 und 4 derart angeordnet, dass der zu
testende Antrieb 22 und die Last 24 an mindestens einem Kopp-
pelpunkt K aufeinander einwirken. Bei der Ausgestaltung der
FIG 4 sind beispielsweise die Hydraulikzylindereinheiten 22,
24 fluchtend angeordnet und stützen sich beide jeweils anein-
10 ander sowie am Grundkörper 23 ab. In diesem Fall stellt bei-
spielsweise jede Stelle, an der sich die Hydraulikzylinder-
einheit 22 abstützt, jeweils einen derartigen Koppelpunkt K
dar. Bei der Ausgestaltung der FIG 5 sind die beiden Elektro-
motoren 22, 24 beispielsweise beide starr am Grundkörper 23
15 befestigt. Motorwellen 27, 28 der Elektromotoren 22, 24 sind
über eine Kupplung 29 miteinander verbunden. Die Kupplung 29
ist in der Regel starr, kann in Einzelfällen jedoch - ähnlich
einem Zweimassenschwungrad oder einem sogenannten Torsions-
schwingungsdämpfer - federelastisch sein. Zweimassenschwung-
20 räder und Torsionsschwingungsdämpfer sind allgemein bekannte
Elemente, die im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen verwendet
werden. In diesem Fall stellt beispielsweise das dem zu tes-
tenden Antrieb 22 zugewandte Ende der Kupplung 29 einen der-
artigen Kopplungspunkt K dar.

25 Der Teststand 21 weist weiterhin eine Steuereinrichtung 30
für die Last 24 auf. Die Steuereinrichtung 30 ist in FIG 6
detaillierter dargestellt. Die Steuereinrichtung 30 ist in
der Regel als softwareprogrammierbare Steuereinrichtung 30
30 ausgebildet. Unabhängig davon, ob die Steuereinrichtung 30
softwareprogrammierbar ist oder nicht, ist die Steuereinrich-
tung 30 jedoch derart ausgebildet, dass sie im Betrieb des
Teststands 21 so arbeitet, wie dies nachfolgend in Verbindung
mit FIG 7 näher erläutert wird.

35 Gemäß FIG 7 implementiert die Steuereinrichtung 30 zunächst
in einem Schritt S1 ein Modell 31. Das Modell 31 basiert in
der Regel auf mathematisch-physikalischen Gleichungen, bei-

spielsweise auf Differenzialgleichungen und/oder algebraischen Gleichungen.

- In einem Schritt S2 nimmt die Steuereinrichtung 30 - beispielsweise von einem nicht dargestellten Anwender - eine Beschreibung einer Sollgegenwirkung F^* entgegen. Die Sollgegenwirkung F^* legt hierbei fest, welche Gegenwirkung F der (mindestens eine) Koppelpunkt K einer Einwirkung E des zu testenden Antriebs 22 auf den Koppelpunkt K entgegen setzen soll.
- 10 In dem Fall, dass mehrere Koppelpunkte K vorhanden sind, erfolgt hierbei eine gemeinsame Betrachtung aller Koppelpunkte K . Unter dem Begriff „Einwirkung“ ist weiterhin je nachdem, ob es sich bei dem zu testenden Antrieb 22 um einen Linearantrieb oder um einen rotatorischen Antrieb handelt, eine Kraft
- 15 oder ein Drehmoment zu verstehen. Die Vorgabe der Sollgegenwirkung F^* ist in der Regel statisch, d. h. die Sollgegenwirkung F^* wird zu Beginn des Verfahrens von FIG 7 einmalig festgelegt.
- 20 In einem Schritt S3 nimmt die Steuereinrichtung 30 eine Einwirkung E des zu testenden Antriebs 22 auf den Koppelpunkt K entgegen. In einem Schritt S4 setzt die Steuereinrichtung 30 einen Ansteuerungsverlauf für die Last 24 fest. In einem Schritt S5 ermittelt die Steuereinrichtung 30 anhand des Mo-
- 25 dells 31, der Einwirkung E und des Ansteuerungsverlaufs für die Last 24 eine Gegenwirkung F des (mindestens einen) Koppelpunkts K , die sich bei der Einwirkung E und dem festgesetzten Ansteuerungsverlauf ergibt.
- 30 In einem Schritt S6 prüft die Steuereinrichtung 30, ob die im Schritt S5 ermittelte Gegenwirkung F der im Schritt S2 vorgegebenen Sollgegenwirkung F^* entspricht. Wenn sich keine Korrespondenz ergibt, geht die Steuereinrichtung 30 zu einem Schritt S7 über, in dem sie den Ansteuerungsverlauf für die
- 35 Last 24 variiert. Vom Schritt S7 aus geht die Steuereinrichtung 30 zum Schritt S5 zurück.

Wenn die sich ergebende Gegenwirkung F mit der Sollgegenwirkung F^* korrespondiert, geht die Steuereinrichtung 30 zu einem Schritt S8 über. Im Schritt S8 gibt die Steuereinrichtung 30 den aktuellen Ansteuerzustand (also das Element des ermittelten Ansteuerungsverlaufs für den momentanen Zeitpunkt) an die Last 24 aus. Sie steuert also die Last 24 entsprechend an.

In einem Schritt S9 prüft die Steuereinrichtung 30, ob der Betrieb des Teststands 21 beendet werden soll. Wenn dies nicht der Fall ist, geht die Steuereinrichtung 30 zum Schritt S3 zurück.

Die aus den Schritten S3 bis S9 bestehende Schleife wird iterativ und - wie in FIG 7 dargestellt - in Echtzeit durchlaufen. Das Entgegennehmen der Einwirkung E des Antriebs 22 auf die Last 24, das Ermitteln der Ansteuerung für die Last 24 und das Ansteuern der Last 24 erfolgen also zyklisch.

Obenstehend wurde in Verbindung mit den FIG 4 bis 7 Fälle erläutert, bei denen die Last 24 ein einziges Lastelement 4' aufweist. Dies stellt die einfachste Ausgestaltung dar, jedoch nicht die einzig mögliche Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung dar. Gemäß den FIG 8 und 9 ist es vielmehr möglich, dass die Last 24 zwei (oder sogar mehr als zwei) steuerbare Lastelemente 24' aufweist. In Verbindung mit den FIG 8 und 9 besteht daher ein Unterschied zwischen den einzelnen Lastelementen 24' und der Last 24, d. h. den Lastelementen 24' in ihrer Gesamtheit. Die einzelnen Lastelemente 24' sind hierbei vorzugsweise, wie in den FIG 8 und 9 dargestellt, von der Steuereinrichtung 30 unabhängig voneinander ansteuerbar.

Gemäß der Ausgestaltung von FIG 7 wirken die Lastelemente 24' auf denselben zu testenden Antrieb 22. Diese Ausgestaltung ist ohne weiteres möglich. Sinnvoll kann sie beispielsweise sein, wenn die einzelnen Lastelemente 24' mit voneinander verschiedenen Dynamiken und/oder mit voneinander verschiedenen Stärken ansteuerbar sind. Dargestellt ist hierbei in FIG

8 der Fall, dass der zu testende Antrieb 22 als rotatorischer Antrieb 22 ausgebildet ist und die Lastelemente 24' als rotatorische Lasten 24' ausgebildet sind. Analoge Ausgestaltungen sind jedoch ohne weiteres auch dann möglich, wenn der zu testende Antrieb 22 als Linearantrieb 22 ausgebildet ist und/oder die Lastelemente 24' als Linearlasten 24' ausgebildet sind.

Bei der Ausgestaltung von FIG 9 ist am Grundkörper 23 eine weitere Aufnahme 32 für einen weiteren zu testenden Antrieb 33 angeordnet. In dieser Ausgestaltung wirkt jedes der steuerbaren Lastelemente 24' mit mindestens einem der Antriebe 22, 33 zusammen. Hierbei ist es möglich, dass eine 1:1-Zuordnung besteht, dass also je eines der steuerbaren Lastelemente 24' mit je einem der Antriebe 22, 33 zusammenwirkt. Die Ausgestaltung von FIG 9 ist jedoch insbesondere dann sinnvoll, wenn Verkopplungen der zu testenden Antriebe 22, 33 getestet werden sollen, also beide zu testenden Antriebe 22, 33 zwar im Wesentlichen mit je einem der Lastelemente 24' zusammenwirken, die beiden zu testenden Antriebe 22, 33 jedoch in geringerem Umfang auch auf mindestens ein anderes der Lastelemente 24' wirken. In der Regel ist hierbei das Lastelement 24', auf das der zu testende Antrieb 22 hauptsächlich einwirkt, ein anderes Lastelement 24' als das Lastelement 24', auf das der zu testende Antrieb 33 im Wesentlichen einwirkt. Ein Beispiel eines derartigen Falles ist die Einwirkung auf die Antriebs- und die Bedienseite eines Walzgerüsts durch zwei Hydraulikzylindereinheiten 22, 23.

Dargestellt in FIG 9 ist eine Ausgestaltung, bei welcher die zu testenden Antriebe 22, 33 als Linearantriebe 22, 33 ausgebildet sind und die Lastelemente 24' als Linearlasten 24' ausgebildet sind. Analog zu FIG 8 wäre es jedoch ebenso möglich, dass die zu testenden Antriebe 22, 33 als rotatorische Antriebe 22, 33 ausgebildet sind und/oder die Lastelemente 24' als rotatorische Lasten 24' ausgebildet sind.

Es ist möglich, dass der Steuereinrichtung 30 für die Last 24 die Einwirkung E direkt von der Steuereinheit 26 für den Antrieb 22 zugeführt wird. In diesem Fall ist die Einwirkung E eine erwartete Einwirkung. Vorzugsweise jedoch - siehe rein
5 beispielhaft FIG 10 - weist der Teststand 21 mindestens ein Sensorelement 34 auf. Das Sensorelement 34 ist in diesem Fall mit der Steuereinrichtung 30 datentechnisch verbunden. Mittels des Sensorelementes 34 ist die tatsächliche Einwirkung E des Antriebs 22 auf den Koppelpunkt K erfassbar. Das Zuführen
10 der tatsächlichen Einwirkung E zur Steuereinrichtung 30 ist auch in den FIG 4 und 5 gestrichelt eingezeichnet. Analoge Ausgestaltungen sind auch bei den FIG 8 und 9 möglich.

Das Sensorelement 34 kann, je nach Lage des Einzelfalls, beispielsweise als Lagesensor, als Geschwindigkeitssensor, als Beschleunigungssensor, als Kraftsensor oder als Drucksensor ausgebildet sein. Ebenso können gleichwertige rotatorische Größen (Drehstellung, Drehzahl, Winkelbeschleunigung, Moment) erfasst werden. Auch ist möglich, dass mehrere Sensorelemente
15 34 vorhanden sind, die voneinander verschiedene Größen erfassen.

In der Regel soll der Koppelpunkt K auf die Einwirkung E statisch reagieren. Beispielsweise kann die Einwirkung E eine
25 Kraft sein. Die Gegenwirkung F ist eine statische Gegenkraft. Mittels dieser Vorgehensweise kann beispielsweise das Auffedern eines Walzgerüsts simuliert werden. Gemäß FIG 10 ist es jedoch ebenfalls möglich, dass die Sollgegenwirkung F^* ein dynamisches Eigenverhalten D umfasst. In diesem Fall berücksichtigt die Steuereinrichtung 30 das dynamische Eigenverhalten D bei der Ermittlung der Ansteuerung für die Last 24.
30 Beispielsweise kann das dynamische Eigenverhalten D ein Schwingen oder Resonanzanregungen umfassen. Auch kann beispielsweise ein sogenanntes Walzenrattern simuliert werden.

35 Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere ist das Spektrum von Testumgebungen, innerhalb derer der

zu testende Antrieb 7 bzw. 22 getestet werden kann, erheblich breiter als im Stand der Technik.

5 Die obige Beschreibung dient ausschließlich der Erläuterung der vorliegenden Erfindung. Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung soll hingegen ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche bestimmt sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur dynamischen Anpassung eines Teststandes (21),

- 5 - wobei eine Teststandsankopplung (2) einerseits einen zu testenden Antrieb (7, 22) an den Teststand (21) ankoppelt und andererseits mit einem Teststandsantrieb (5, 24) verbunden ist,
- 10 - wobei mindestens eine physikalische Bauteilvariable eines mechanischen Übertragungselements zwischen der Teststandsankopplung (2) und dem Teststandsantrieb (5, 24) von mindestens einem Sensor (4, 34) aufgenommen und in Form eines Sensorsignals (10) einer dynamischen Anpassung (3) zugeführt wird,
- 15 - wobei die dynamische Anpassung (3) mindestens ein modifiziertes Sensorsignal (11) ausgibt und mindestens einer Sollwertvorgabe (6) zuführt,
- wobei mindestens ein Sollwert (12) der dynamischen Anpassung (3) zugeführt und von dieser modifiziert wird und als
- 20 modifizierter Sollwert (13) dem Teststandsantrieb (5, 24) zugeführt wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass die dynamische Anpassung (3) durch einen Vierpol (8) dargestellt ist.

- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Vierpols (8) bis zu vier Übertragungsfunktionen realisiert sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine dynamische Modifizierung mittels Einsatz von Filtern geschieht.
- 30

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsignale (10) durch
- 35 Drehmomente, Drehzahlen und dergleichen dargestellt sind.

5. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Teststandsantrieb (5, 24)
eine unterlagerte Regelung aufweist.

5 6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vierpol (8) durch einen
Mehrpol dargestellt wird.

7. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass dynamische Merkmale der
Teststandsankopplung (2) kompensiert werden.

8. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Teststandsankopplung (2) ei-
15 ne Torsionsfederdämpfung (1a, 2a) oder eine Torsionsfeder-
dämpfung (1a, 2a) und eine Rotationszwischenmasse (1b, 2b)
oder eine Mehrzahl dieser Einheiten aufweist.

9. Verwendung eines Verfahrens nach einem der obigen Ansprü-
20 che zur Anpassung eines aktiven Teststandes für Motorfahrzeu-
ge.

10. Teststand für einen zu testenden Antrieb (22),
- wobei der Teststand einen Grundkörper (23) aufweist,
25 - wobei am Grundkörper (23) eine steuerbare Last (24) und ei-
ne Aufnahme (25) für den zu testenden Antrieb (22) angeord-
net sind,
- wobei die Last (24) und die Aufnahme (25) derart angeordnet
sind, dass der zu testende Antrieb (22) und die Last (24)
30 an mindestens einem Koppelpunkt (K) aufeinander einwirken,
- wobei der Teststand eine Steuereinrichtung (30) für die
Last (24) aufweist,
- wobei die Steuereinrichtung (30) derart ausgebildet ist,
dass sie im Betrieb des Teststands ein Modell (31) imple-
35 mentiert, so dass die Steuereinrichtung (30) aufgrund des
Modells (31) in der Lage ist, anhand einer Ansteuerung der
Last (24) eine Gegenwirkung (F) des Koppelpunkts (K) auf

eine Einwirkung (E) des zu testenden Antriebs (22) auf den Koppelpunkt (K) zu ermitteln, und zyklisch

-- jeweils eine Einwirkung (E) des zu testenden Antriebs (22) auf den Koppelpunkt (K) entgegen nimmt,

5 -- anhand der Einwirkung (E) und einer jeweils zugeordneten Sollgegenwirkung (F^*) des Koppelpunkts (K) jeweils eine Ansteuerung für die Last (24) ermittelt, so dass die Gegenwirkung (F) des Koppelpunkts (K) mit der Sollgegenwirkung (F^*) korrespondiert, und

10 -- die Last (24) entsprechend ansteuert.

11. Teststand nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass der zu testende Antrieb (22) als Linearantrieb (22) ausgebildet ist, insbesondere als Hydraulikzylindereinheit (22).

15

12. Teststand nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass der zu testende Antrieb (22) als rotatorischer Antrieb (22) ausgebildet ist, insbesondere als Elektromotor (22).

20

13. Teststand nach Anspruch 10, 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet, dass die steuerbare Last (24) mindestens ein steuerbares Lastelement (24') aufweist, das als Linearlast (24') ausgebildet ist, insbesondere als Hydraulikzylindereinheit (24').

25

14. Teststand nach einem der Ansprüche 10 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass die steuerbare Last (24) mindestens ein steuerbares Lastelement (24') aufweist, das als rotatorische Last (24') ausgebildet ist, insbesondere als Elektromotor (24').

30

15. Teststand nach einem der Ansprüche 10 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, dass die steuerbare Last (24) mindestens zwei steuerbare Lastelemente (24') aufweist.

35

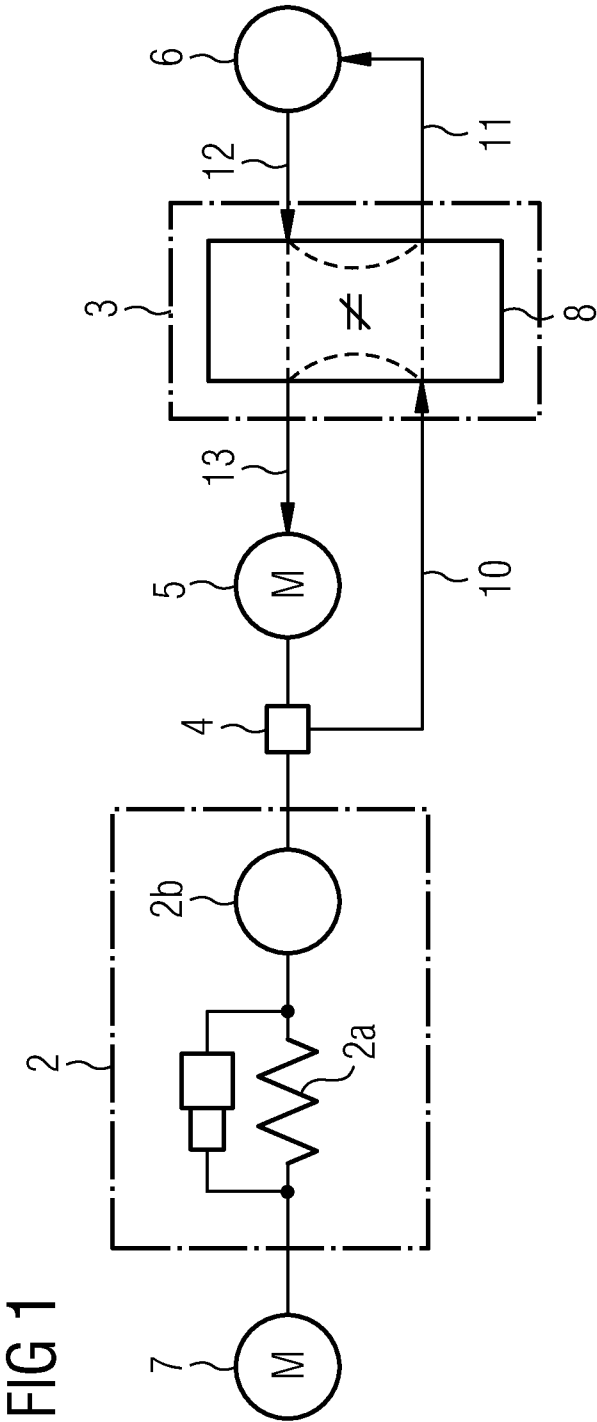
16. Teststand nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei steuerbaren
Lastelemente (24') von der Steuereinrichtung (30) unabhängig
voneinander ansteuerbar sind.

5

17. Teststand nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass am Grundkörper (23) eine weitere
Aufnahme (32) für einen weiteren zu testenden Antrieb (33)
angeordnet ist und dass jedes der steuerbaren Lastelemente
10 (24') mit dem erstgenannten Antrieb (22) und/oder mit dem
weiteren Antrieb (33) zusammenwirkt.

18. Teststand nach einem der Ansprüche 10 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass der Teststand mindestens ein
15 Sensorelement (34) aufweist, das mit der Steuereinrichtung
(30) datentechnisch verbunden ist und mittels dessen die Ein-
wirkung (E) des zu testenden Antriebs (22) auf den Koppel-
punkt (K) erfassbar ist.

20 19. Teststand nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass die Sollgegenwirkung (F*) des
Koppelpunkts (K) ein dynamisches Eigenverhalten (D) umfasst
und dass die Steuereinrichtung (30) das dynamische Eigenver-
halten (D) bei der Ermittlung der Ansteuerung für die Last
25 (24) berücksichtigt.



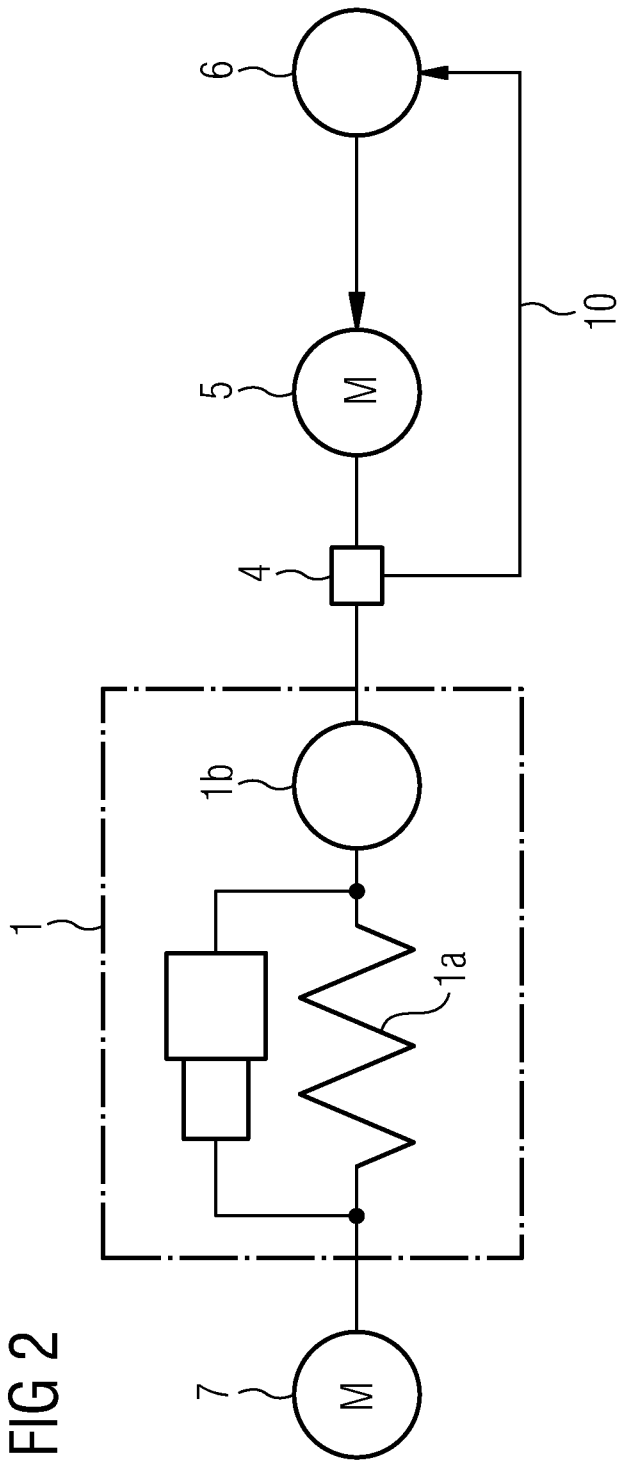


FIG 3

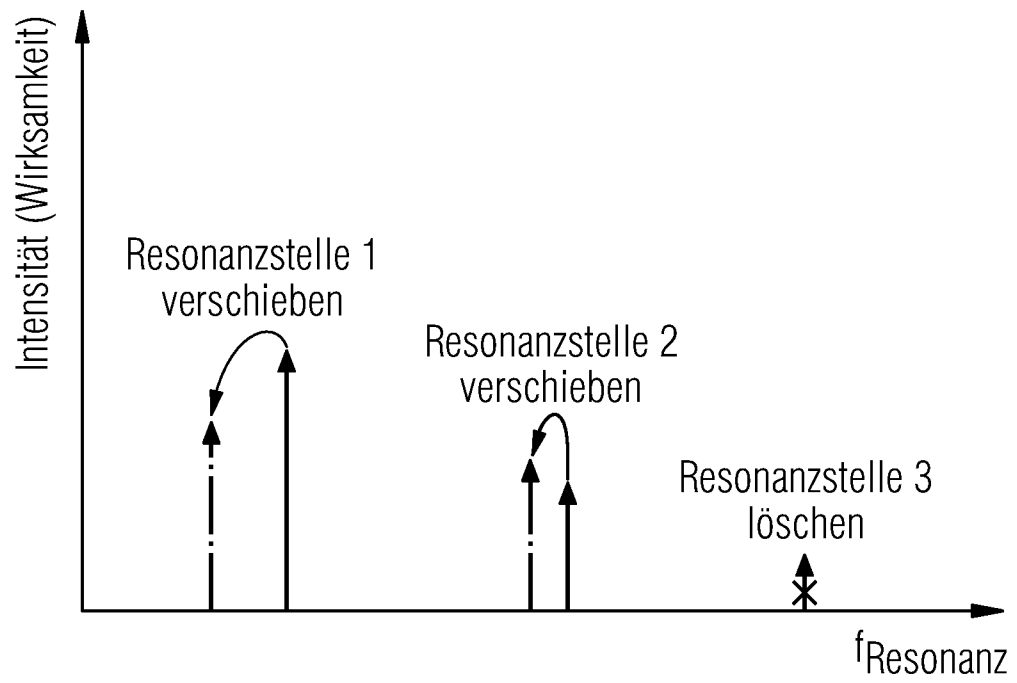


FIG 4

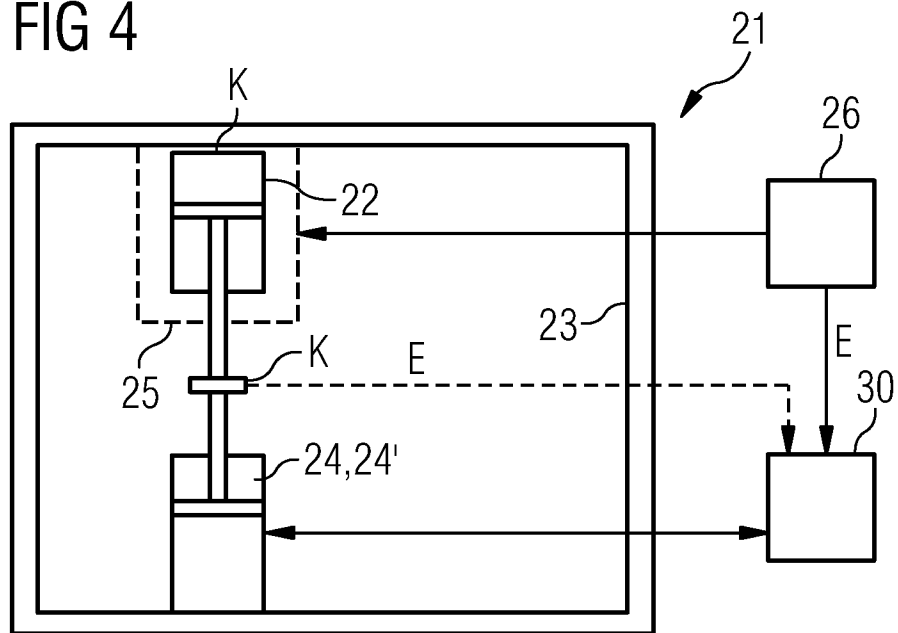


FIG 5

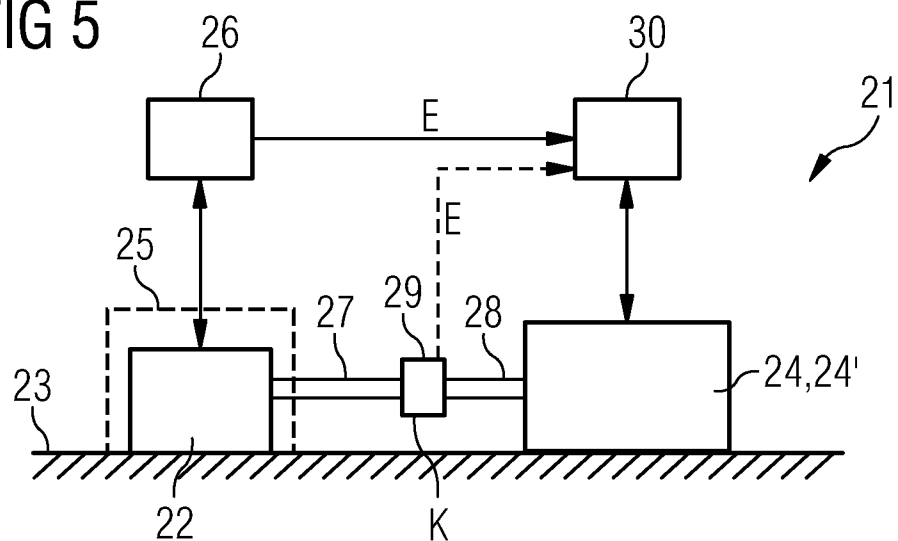


FIG 6

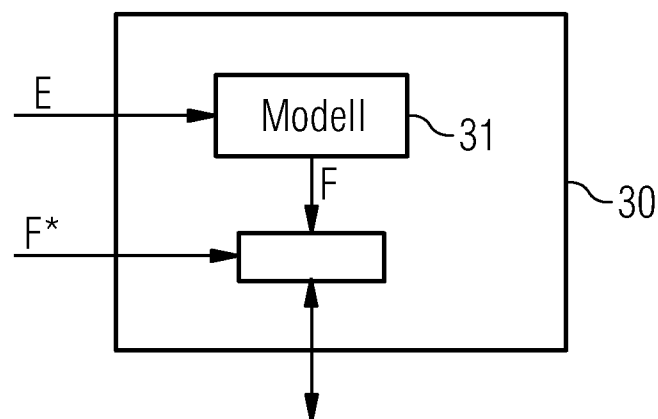


FIG 7

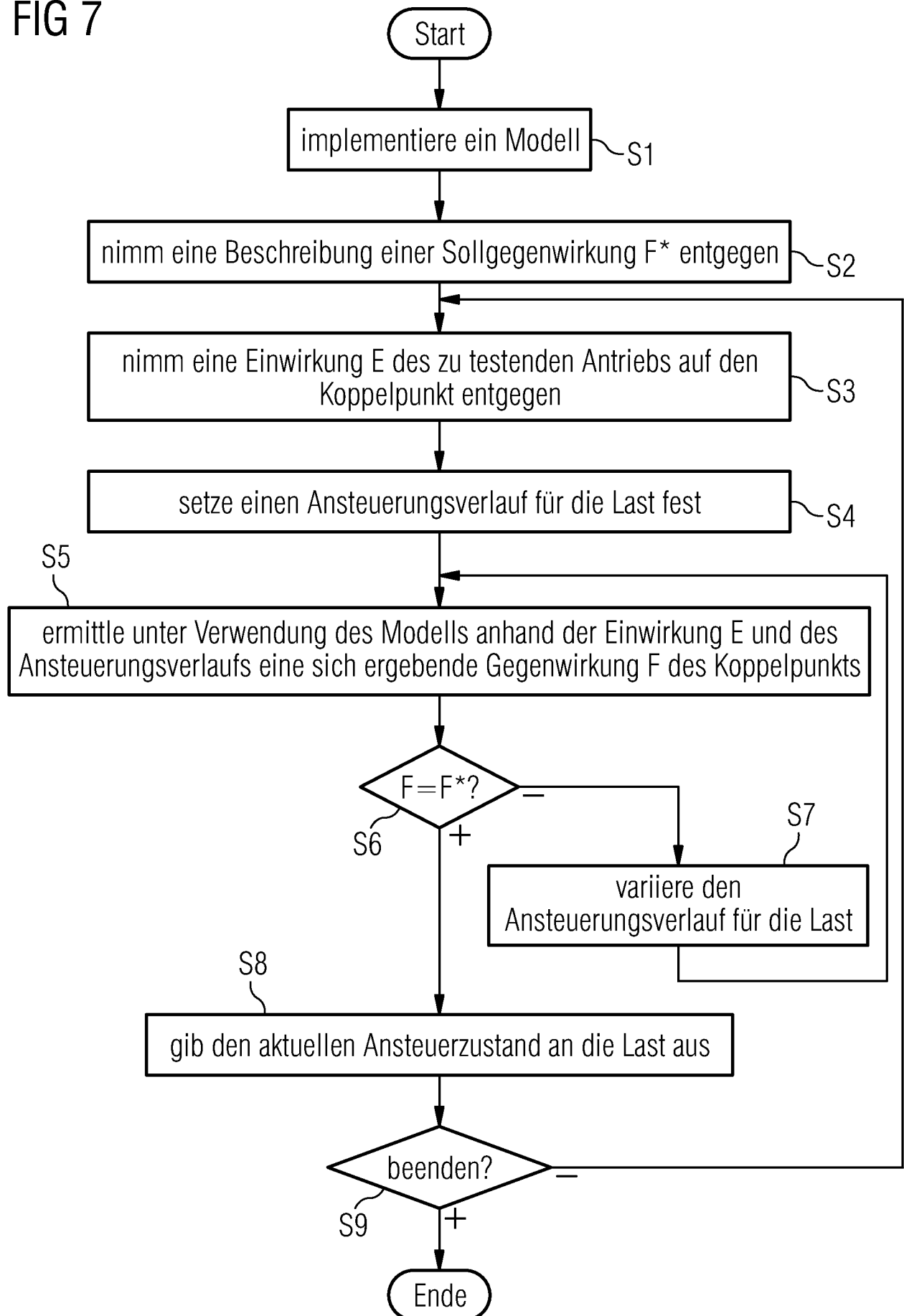


FIG 8

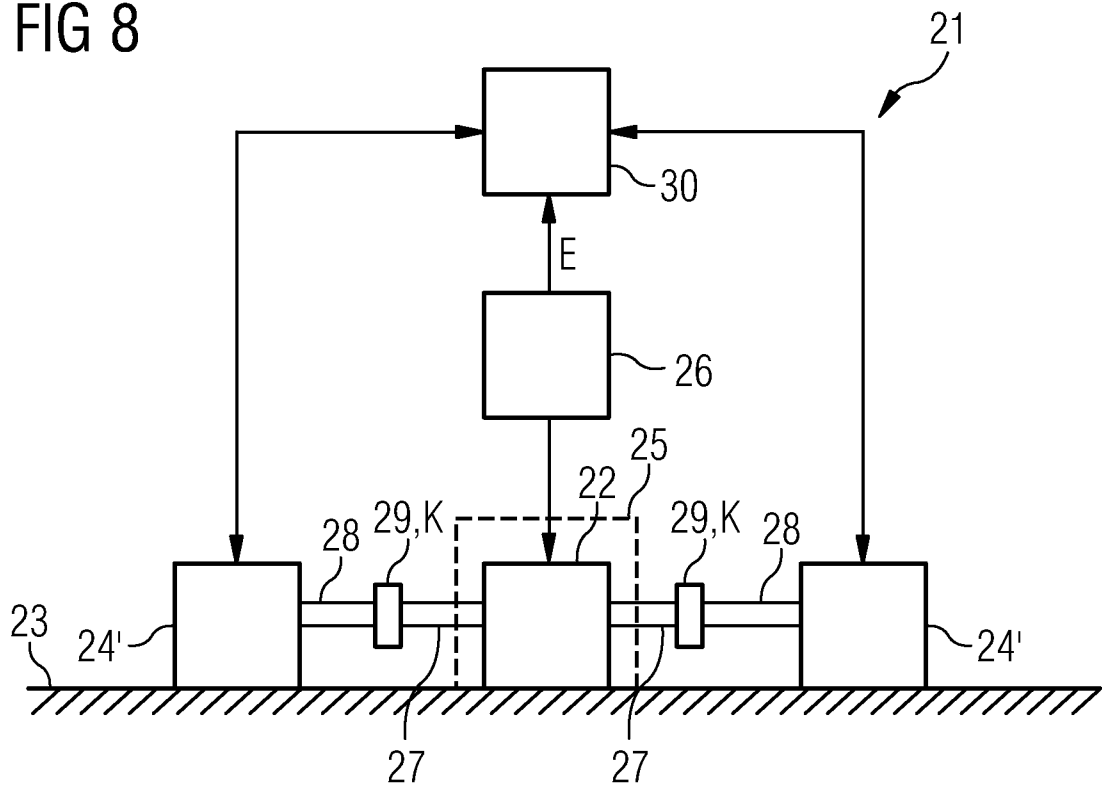


FIG 10

