

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50698/2019

(22)

Anmeldetag:

05.08.2019

(43)

Veröffentlicht am:

15.10.2020

(51)

Int. Cl.:

G01M 15/02

(2006.01)

G01M 15/04

(2006.01)

|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>(56)</div><div>Entgegenhaltungen:</div><div>DE 2828920 A1</div><div>WO 2013087244 A1</div><div>WO 2014195238 A1</div><div>DE 102014204154 A1</div></div> | <div><div>(71)</div><div>Patentanmelder:</div><div>AVL List GmbH</div><div>8020 Graz (AT)</div></div> <div><div>(72)</div><div>Erfinder:</div><div>Bier Maximilian</div><div>64285 Darmstadt (DE)</div><div>Quick Andreas</div><div>68305 Mannheim (DE)</div></div> <div><div>(74)</div><div>Vertreter:</div><div>Patentanwälte Pinter &amp; Weiss OG</div><div>1040 Wien (AT)</div></div> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(54)

Prüfstand und Verfahren zur Durchführung eines Prüflaufs auf einem Prüfstand

(57) Um ein Verfahren zur Durchführung eines Prüflaufs auf einem Prüfstand (10) anzugeben, wobei am Prüfstand (10) ein Prüfling (1) mit einer Belastungsmaschine (2) verbunden und direkt belastet wird, wird von einer Prüfstandautomatisierungseinheit (5) entsprechend des Prüflaufs einem Drehmomentregler (R2) ein Soll-Drehmoment ( $T_{\text{soll}}$ ) vorgegeben, womit durch den Drehmomentregler (R2) ein Ist-Drehmoment ( $T_{\text{ist}}$ ) der Belastungsmaschine (2) eingestellt, und dem Prüfling (1) von einem Prüflingsregler (R1) eine Prüflingsstellgröße (SW) vorgegeben wird. Erfindungsgemäß wird eine Ist-Drehzahl ( $n$ ) der Belastungsmaschine (2) ermittelt und zumindest eine Abweichung ( $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ) zumindest eines Attributs der Ist- Drehzahl ( $n$ ) von zumindest einem Grenzwert ( $G$ ) ermittelt. Basierend auf der zumindest einen Abweichung ( $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ) wird zumindest ein additiver Drehmoment-Korrekturwert ( $T_k$ ) ermittelt und dem Soll-Drehmoment ( $T_{\text{soll}}$ ) überlagert.

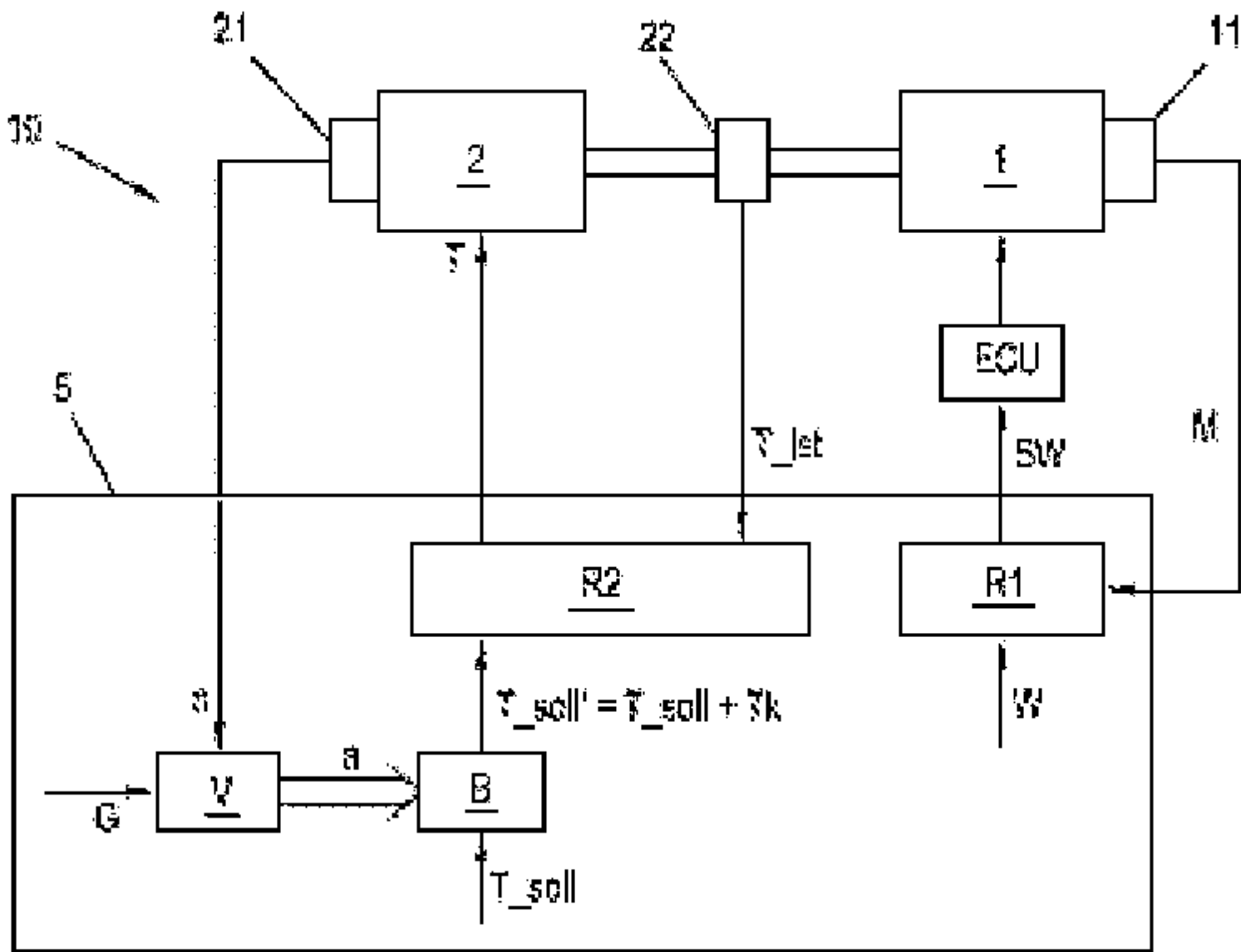


Fig. 2

## Zusammenfassung

Um ein Verfahren zur Durchführung eines Prüflaufs auf einem Prüfstand (10) anzugeben, wobei am Prüfstand (10) ein Prüfling (1) mit einer Belastungsmaschine (2) verbunden und direkt belastet wird, wird von einer Prüfstandautomatisierungseinheit (5) entsprechend des Prüflaufs einem Drehmomentregler (R2) ein Soll-Drehmoment ( $T_{\text{Soll}}$ ) vorgegeben, womit durch den Drehmomentregler (R2) ein Ist-Drehmoment ( $T_{\text{ist}}$ ) der Belastungsmaschine (2) eingestellt, und dem Prüfling (1) von einem Prüflingsregler (R1) eine Prüflingsstellgröße (SW) vorgegeben wird. Erfindungsgemäß wird eine Ist-Drehzahl ( $n$ ) der Belastungsmaschine (2) ermittelt und zumindest eine Abweichung ( $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ) zumindest eines Attributs der Ist-Drehzahl ( $n$ ) von zumindest einem Grenzwert ( $G$ ) ermittelt. Basierend auf der zumindest einen Abweichung ( $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ) wird zumindest ein additiver Drehmoment-Korrekturwert ( $T_k$ ) ermittelt und dem Soll-Drehmoment ( $T_{\text{soll}}$ ) überlagert.

Fig. 2

## Prüfstand und Verfahren zur Durchführung eines Prüflaufs auf einem Prüfstand

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung eines Prüflaufs auf einem Prüfstand, wobei am Prüfstand ein Prüfling mit einer Belastungsmaschine verbunden wird, wobei von einer Prüfstandautomatisierungseinheit einem Drehmomentregler

5 entsprechend des Prüflaufs ein Soll-Drehmoment vorgegeben wird, womit durch den Drehmomentregler ein Ist-Drehmoment der Belastungsmaschine eingestellt wird, und wobei dem Prüfling von einem Prüflingsregler eine Prüflingsstellgröße vorgegeben wird. Weiters betrifft die gegenständliche Erfindung einen Prüfstand zur Durchführung eines Prüflaufs, wobei am Prüfstand zur Durchführung des Prüflaufs ein Prüfling mit einer

10 Belastungsmaschine verbunden ist, wobei eine Prüfstandautomatisierungseinheit ein Prüflingsregler und ein Drehmomentregler vorgesehen sind, wobei der Prüflingsregler dem Prüfling eine Prüflingsstellgröße vorgibt und die Prüfstandautomatisierungseinheit dem Drehmomentregler entsprechend des Prüflaufs eine Soll-Drehmoment vorgibt, womit der Drehmomentregler ein Ist-Drehmoment der Belastungsmaschine einstellt.

15 Bei der Entwicklung von Verbrennungsmotoren, Antriebsträngen mit Verbrennungsmotoren und Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, spielt die Überprüfung des Emissions- und Verbrauchsverhaltens eine zentrale Rolle. In allen Phasen der Entwicklung erfolgt die Überprüfung des Emissions- und Verbrauchsverhaltens des Verbrennungsmotors auf Prüfständen, wie einem Motorprüfstand, Antriebsstrangprüfstand oder Rollenprüfstand. Die

20 gesetzlichen Rahmenbedingungen für diese Überprüfung verändern sich aber zurzeit sehr stark. Während früher vornehmlich genormte Fahrzyklen, wie beispielsweise der New European Driving Cycle (NEDC), für diese Überprüfung verwendet wurde, wird nun zusätzlich die Überprüfung unter realen Fahrbedingungen gefordert. Für das Emissionsverhalten kommen hierfür sogenannte Real Driving Emission (RDE) Prüfläufe zur

25 Anwendung, bei denen kein bestimmte Fahrzyklus vorgegeben wird, sondern eine mehr oder weniger zufällige Fahrstrecke zurückgelegt wird, die lediglich gewissen festgelegten Rahmenbedingungen entsprechen muss.

Es ist daher zum einen erforderlich aus realen Testfahrten mit einem Fahrzeug auf einer realen Straße Messwerte der Testfahrt, wie beispielsweise GPS-Daten, Motordrehzahl,

30 Fahrpedalstellung, Fahrzeuggeschwindigkeit, usw., zu erfassen. Zum anderen muss dann aus den erfassten Messwerten ein für die Testfahrt repräsentativer Prüflauf für einen Prüfstand erstellt werden, der dann am Prüfstand gesamt oder teilweise durchlaufen werden kann, um beispielsweise das Emissions- oder Verbrauchsverhalten des Verbrennungsmotors zu erfassen und auszuwerten.

35 Am Prüfstand wird ein Prüfling, beispielsweise ein Verbrennungsmotor gemäß den Vorgaben des Prüflaufs betrieben, entweder allein (Motorprüfstand), oder in Kombination mit anderen

Komponenten (Antriebsstrangprüfstand, Rollenprüfstand). Zur Durchführung des Prüflaufs wird der Verbrennungsmotor am Prüfstand, direkt oder indirekt, mit einer oder mehreren Belastungsmaschinen (Dynamometer) verbunden.

Für die Belastungsmaschine kann beispielsweise das Drehmoment oder die Drehzahl als Steuergröße bzw. Regelgröße dienen. Es kann über einen Drehmomentregler, bzw. einen Drehzahlregler ein Ist-Drehmoment, bzw. eine Ist-Drehzahl entsprechend eines Soll-Drehmoments bzw. einer Soll-Drehzahl eingestellt werden. Dabei erzeugt die Belastungsmaschine, beispielsweise über eine verbindende Prüfstandswelle, ein Belastungsmoment für den Prüfling. Das Soll-Drehmoment bzw. die Soll-Drehzahl wird dem Drehmomentregler, bzw. dem Drehzahlregler durch eine Prüfstandautomatisierungseinheit gemäß den Vorgaben des Prüflaufs vorgegeben.

Die Einstellung des Ist-Drehmoments bzw. der Ist-Drehzahl durch den Drehmomentregler, bzw. Drehzahlregler kann in Form einer „Steuerung“ im automatisierungstechnischen Sinn erfolgen, was bedeutet, dass keine Rückführung des Ist-Drehmoments bzw. der Ist-Drehzahl erfolgt. Alternativ kann das Ist-Drehmoment bzw. die Ist-Drehzahl zum Drehmomentregler, bzw. Drehzahlregler rückgeführt werden, was im automatisierungstechnischen Sinn einer „Regelung“ entspricht.

Für den Prüfling ist ein Prüflingsregler vorgesehen, welcher grundlegend ebenso die Ist-Prüflingsdrehzahl oder das Ist-Prüflingsdrehmoment als Regelgröße bzw. Steuergröße „regeln“, bzw. „steuern“ kann. Hierzu kann dem Prüfling eine Stellgröße vorgegeben werden, wobei als Stellgröße eine Drehzahl oder ein Drehmoment, aber auch eine Stellgröße, die sich auf die Drehzahl oder das Drehmoment auswirkt, wie eine Fahrpedalstellung, eine Einspritzmenge, ein effektiver Zylindermitteldruck, ein ECU Motormoment, eine Einspritzmenge, ein Einspritzzeitpunkt, ein Zündzeitpunkt, etc. vorstellbar ist. Die Stellgröße kann einem, beispielsweise passiv ausgeführten, Prüfling auch vorgegeben werden ohne eine konkrete Prüflingsistgröße einzustellen.

Somit wird dem Drehmomentregler von der Prüfstandautomatisierungseinheit nach den Vorgaben des Prüflaufs ein (zeitdiskreter oder zeitkontinuierlicher) zeitlicher Verlauf des Soll-Drehmoments, welcher beispielsweise wiederum aus einer realen Testfahrt generiert wurde, vorgegeben. Ebenso wird dem Prüfling vom Prüflingsregler eine Prüflingsstellgröße vorgegeben, womit sich als Prüflingsistgröße ein Ist-Prüflingsdrehmoment oder eine Ist-Prüflingsdrehzahl einstellen kann. Dabei bilden die Belastungsmaschine und der Prüfling eine offene mechanische Schleife. Das bedeutet, dass eine Prüflingsistgröße (z.B. ein Ist-Prüflingsdrehmoment) nicht lediglich mechanisch von einer Prüflingsschnittstelle an eine andere Prüflingsschnittstelle geleitet wird, sondern dass die Prüflingsistgröße vollständig von einer oder mehreren Belastungsmaschinen abgestützt wird. Der Prüfling wird also zur

Durchführung des Prüflaufs über eine Prüflingsschnittstelle direkt von einer oder mehreren Belastungsmaschinen belastet. Durch diese direkte Belastung kann eine steife Anbindung zwischen dem Prüfling und der Belastungsmaschine und damit eine dynamische und exakte Belastung des Prüflings sichergestellt werden. Weiters ergibt sich durch die direkte

5 Belastung eine einfache Bedienung des Prüfstands, wobei der Prüflauf gut nachvollziehbar ist.

Es wird entweder einem Drehmomentregler der Belastungsmaschine ein Soll-Drehmoment oder einem Drehzahlregler der Belastungsmaschine eine Soll-Drehzahl vorgegeben. Es kann bei Vorhandensein sowohl eines Drehzahlregler als auch eines Drehmomentreglers

10 zwischen einer Vorgabe eines Soll-Drehmoments und einer Soll-Drehzahl umgeschaltet werden, Drehzahlregler und Drehmomentregler können jedoch nicht gleichzeitig aktiv sein. Erfolgt jedoch eine derartige Umschaltung zwischen Drehzahlregler und Drehmomentregler, so können in der Anordnung Unstetigkeiten entstehen, was zu vermeiden ist. Als Unstetigkeit kann sich beispielsweise das Stellmoment der Belastungsmaschine sprunghaft ändern,

15 womit sich auch die Ist-Drehzahl und das Ist-Drehmoment sprunghaft und auf nicht-beabsichtigte Art und Weise ändern.

Die DE 28 28 920 beschreibt einen Prüfstand, bei dem ein Drehmomentregler vorgesehen ist, welcher abhängig von der Drehzahl deaktivierbar ist. Damit wird sichergestellt, dass eine Abschaltung der Regelung erfolgt, wenn die Drehzahl zu hohe Werte erreicht.

20 Es ist eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, einen Prüfstand für einen Prüfling, welcher von einer oder mehreren Belastungsmaschinen direkt belastet wird, anzugeben, welcher die oben beschriebenen Nachteile vermeidet und ein möglichst robustes Regelungsverfahren gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Ist-Drehzahl der

25 Belastungsmaschine ermittelt und zumindest eine Abweichung zumindest eines Attributs der Ist-Drehzahl von zumindest einem Grenzwert ermittelt wird, wobei basierend auf der zumindest einen Abweichung zumindest ein additiver Drehmoment-Korrekturwert ermittelt und dem Soll-drehmoment überlagert wird.

Weiters wird die Aufgabe gelöst, indem am Prüfstand eine Drehzahlermittlungseinheit zur

30 Ermittlung einer Drehzahl der Belastungsmaschine vorgesehen ist, wobei zumindest eine Vergleichseinheit vorgesehen ist, welche ausgestaltet ist zumindest eine Abweichung zumindest eines Attributs der Ist-Drehzahl von zumindest einem Grenzwert zu bestimmen, wobei zumindest eine Korrekturereinheit vorgesehen ist, welche ausgestaltet ist basierend auf der zumindest einen Abweichung einen additiven Drehmoment-Korrekturwert zu ermitteln

35 und dem Soll-drehmoment zu überlagern.

Als Prüfling kann beispielsweise ein Antrieb (Drehmomenterzeuger), eine Antriebsstrangkomponente, ein Antriebsstrang, ein Fahrzeug, etc. dienen. Eintriebe und/oder Abtriebe des Prüflings können an eine oder mehrere Belastungsmaschinen angeschlossen sein, wobei die Anbindung auch über Anpassgetriebe erfolgen kann.

- 5 Als Prüfstände sind somit beispielsweise Motorprüfstände, (Differential-)Getriebeprüfstände, Powerpacks (Motor und Getriebe), Gesamtantriebsstränge (bis zur Halbwelle), Rollenprüfstände, Antriebsstrangelemente (Kupplung, Wandler, Mittendifferential, Differential, ...), vorstellbar.

- 10 Es wird erfindungsgemäß für die Belastungsmaschine angenommen, dass ein Drehmomentregler vorgesehen ist. Der Drehmomentregler kann je nach Ausführung eine „Regelung“ des Ist-Drehmoments im automatisierungstechnischen Sinn oder eine „Steuerung“ des Ist-Drehmoments im automatisierungstechnischen Sinn durchführen.

- 15 In der gegenständlichen Anmeldung kann durch den Drehmomentregler und den Prüflingsregler grundlegend jeweils eine Steuerung und/oder eine Regelung im automatisierungstechnischen Sinn durchgeführt werden. Das bedeutet, dass der Drehmomentregler und der Prüflingsregler nicht zwingend reine „Regler“ im automatisierungstechnischen Sinn darstellen müssen, sondern auch „Steuerungen“ im automatisierungstechnischen Sinn können.

- 20 Somit wird dem Drehmomentregler von der Prüfstandautomatisierungseinheit ein Soll-Drehmoment entsprechend des Prüflaufs vorgegeben um das Ist-Drehmoment einzustellen, d.h. zu regeln oder zu steuern. Dies kann direkt unter Vorgabe eines Stelldrehmoments erfolgen, oder durch Vorgabe einer zum Drehmoment äquivalenten Stellgröße oder einer Stellgröße, aus welcher das Drehmoment abgeleitet werden kann. Als mögliche weitere Stellgrößen seien beispielsweise Ströme, Spannungen, Ventilstellungen, etc. genannt.

- 25 Für den Prüfling ist ein Prüflingsregler vorgesehen, welcher dem Prüfling eine Prüflingsstellgröße vorgibt. sein. Der Prüflingsregler kann unter Vorgabe der Prüflingssollgröße eine „Regelung“ der Prüflingsistgröße (Prüflingsdrehmoment, Prüflingsdrehzahl) oder eine „Steuerung“ der Prüflingsistgröße durchführen. Dabei kann ein Prüflingssollwert vorgesehen sein; ist der Prüfling passiv (z.B. rein mechanisch) ausgestaltet, 30 so kann es auch ausreichend sein, wenn dem Prüfling lediglich eine Prüflingsstellgröße und kein Prüflingssollwert vorgegeben wird. Es kann beispielsweise eine Fahrpedalstellung als Prüflingsstellgröße dienen, womit von einer  $T/\alpha$ -Regelung, bzw.  $T/\alpha$ -Steuerung ( $T$  für das Drehmoment der Belastungsmaschine und  $\alpha$  für die Fahrpedalstellung) gesprochen wird. Wird dem Prüfling anstatt der Fahrpedalstellung eine Drehzahl als Prüflingsstellgröße 35 vorgegeben, so spricht man von einer  $T/N$ -Regelung, bzw.  $T/N$ -Steuerung, wobei  $T$  für das Drehmoment der Belastungsmaschine und  $N$  für die Prüflingsdrehzahl des Prüflings steht.

Diese Aufzählung ist nur beispielhaft zu sehen, es können durch den Prüflingsregler beliebige Stellgrößen vorgegeben werden, was als T/\*-Regelung, bzw. T/\*-Steuerung bezeichnet wird, wobei der Stern als Platzhalter für eine beliebige Stellgröße des Prüflings verwendet wird.

- 5 Während des Betriebs einer T/\*-Regelung, bzw. T/\*-Steuerung kann üblicherweise nur das Ist-Drehmoment der Belastungsmaschine eingestellt werden, womit eine geringe Flexibilität gegeben ist und auf veränderte, insbesondere erhöhte Ist-Drehzahlen nicht reagiert werden kann. Bei erhöhten Ist-Drehzahlen besteht die Gefahr, dass Komponenten des Prüfstands, insbesondere der Prüfling, beschädigt werden können. Daher wird erfindungsgemäß die Ist-
- 10 Drehzahl mittels einer Drehmomentermittlungseinheit ermittelt. Weiter wird zumindest ein Attribut der Ist-Drehzahl mit einem Grenzwert verglichen und eine Abweichung des Attributs vom Grenzwert ermittelt. Basierend auf der aktuellen Abweichung wird ein Drehmoment-Korrekturwert ermittelt und dem Soll-Drehmoment überlagert. Damit kann die Ist-Drehzahl des Prüflings über das Soll-Drehmoment beeinflusst werden.
- 15 Vorteilhafterweise wird als ein erstes Attribut der Ist-Drehzahl der Wert der Ist-Drehzahl herangezogen, und ist als Grenzwert eine obere und/oder untere Drehzahlgrenze vorgesehen. Es kann eine erste Korrekturereinheit einen Drehzahl-Korrekturregler, vorzugsweise einen PI-Regler, und eine erste Überlagerungseinheit umfassen, wobei der Drehzahl-Korrekturregler von einer ersten Vergleichseinheit eine Drehzahlabweichung der
- 20 Ist-Drehzahl von einer Drehzahlgrenze erhält und auf Basis der Drehzahlabweichung einen Drehmoment-Korrekturwert ermittelt und über die erste Überlagerungseinheit dem Stelldrehmoment überlagert.

Damit kann der Wert der Ist-Drehzahl als Attribut überwacht werden. Somit kann sichergestellt werden, dass eine obere/untere Drehzahlgrenze nicht über/unterschritten wird,

25 indem dem Soll-Drehmoment das additive Drehmoment-Korrekturwert überlagert wird.

Der Drehzahl-Korrekturregler kann aktivierbar, vorzugsweise bei Überschreitung einer ersten Drehzahlgrenze, und/oder deaktivierbar, vorzugsweise bei Unterschreitung einer zweiten Drehzahlgrenze, sein. Diese Aktivierung und/oder Deaktivierung kann durch einen Anwender und/oder die Prüfstandautomatisierungseinheit erfolgen

- 30 Vorzugsweise wird als ein zweites Attribut der Ist-Drehzahl ein Ist-Drehzahlgradient der Ist-Drehzahl herangezogen, wobei als Grenzwert eine obere und/oder untere Drehzahlgradientengrenze vorgesehen ist. Es kann eine zweite Korrekturereinheit einen Drehzahlgradienten-Korrekturregler, vorzugsweise einen PI-Regler, und eine zweite Überlagerungseinheit umfassen, wobei der Drehzahlgradienten-Korrekturregler von einer
- 35 zweiten Vergleichseinheit eine erste Abweichung des Ist-Drehzahlgradienten von einer Drehzahlgradientengrenze erhält, aus der ersten Abweichung einen Drehmoment-

Korrekturwert ermittelt und über die erste Überlagerungseinheit den Drehmoment-Korrekturwert dem Stelldrehmoment überlagert.

Wird ein Ist-Drehzahlgradient als Attribut betrachtet, so kann auf eine rasche Änderung der Drehzahl reagiert werden, indem das Soll-Drehmoment angepasst wird. Damit kann  
 5 sichergestellt werden, dass die Änderungsgeschwindigkeit der Drehzahl einen Grenzwert nicht überschreitet. Die Ermittlung des Ist-Drehzahlgradienten kann beispielsweise erfolgen, indem zwei aufeinanderfolgende Absolutwerte der Drehzahl miteinander verglichen werden.

Der Drehzahlgradienten-Korrekturregler kann aktivierbar, vorzugsweise bei Überschreitung einer ersten Drehzahlgradientengrenze, und/oder deaktivierbar, vorzugsweise bei  
 10 Unterschreitung einer zweiten Drehzahlgradientengrenze, sein. Diese Aktivierung und/oder Deaktivierung kann durch einen Anwender und/oder die Prüfstandautomatisierungseinheit erfolgen.

Vorteilhafterweise wird ein Ist-Drehmoment ermittelt und dem Drehmomentregler zur Regelung des Ist-Drehmoments rückgeführt. Entsprechend kann eine Drehmoment-  
 15 Ermittlungseinheit vorgesehen sein, welche ausgestaltet ist das Ist-Drehmoment zu ermitteln und mit dem Drehmomentregler verbunden ist, um das Ist-Drehmoment zur Regelung des Ist-Drehmoments rückzuführen.

Damit ergibt sich im automatisierungstechnischen Sinn eine Regelung des Ist-Drehmoments. Würde wie bei einer nach dem Stand der Technik üblichen Regelung dem  
 20 Drehmomentregler das Ist-Drehmoment zur Regelung des Ist-Drehmoments rückgeführt, und weiters dem Drehmomentregler ein nicht beeinflussbares Soll-Drehmoment vorgegeben, so könnte lediglich auf ein Attribut des zu regelnden Ist-Drehmoments reagiert werden. Es kann jedoch der Fall eintreten, dass hohe Ist-Drehzahlen an der Belastungsmaschine auftreten, welche jedoch nicht zwingend mit einem erhöhten Ist-Drehmoment einhergehen  
 25 müssen. Insbesondere kann eine erhöhte Ist-Drehzahl auftreten, wenn eine Kupplung zwischen dem Verbrennungsmotor der Belastungsmaschine geöffnet wird. Durch eine Regelung des Ist-Drehmoments nach dem Stand der Technik könnte somit nicht auf eine derartige Drehzahländerung reagiert werden. Da erfindungsgemäß jedoch die Ist-Drehzahl der Belastungsmaschine ermittelt wird, zumindest eine Abweichung des zumindest einen  
 30 Attributs der Ist-Drehzahl vom zumindest einen Grenzwert ermittelt und basierend auf der zumindest einen Abweichung ein additiver Drehmoment-Korrekturwert ermittelt und dem Soll-drehmoment überlagert wird, kann auf eine veränderte Ist-Drehzahl reagiert werden. Damit kann ein Attribut der Ist-Drehzahl über das Ist-Drehmoment innerhalb der vorgesehenen Grenzwerte gehalten werden.

35 Vorteilhafterweise wird dem Prüflingsregler von der Prüfstandautomatisierungseinheit ein Sollwert vorgegeben um eine Prüflingsistgröße des Prüflings über Vorgabe der

Prüflingsstellgröße einzustellen. So kann die Prüfstandautomatisierungseinheit ausgestaltet sein dem Prüflingsregler einen Sollwert vorzugeben, und der Prüflingsregler ausgestaltet sein, eine Prüflingsistgröße des Prüflings über Vorgabe der Prüflingsstellgröße einzustellen.

Vorteilhafterweise kann eine Prüflingsistgröße des Prüflings ermittelt und dem Prüflingsregler

5 zur Regelung der Prüflingsistgröße rückgeführt werden. Es kann somit eine Istgrößenermittlungseinheit vorgesehen sein, um die Prüflingsistgröße des Prüflings zu ermitteln, wobei die Istgrößenermittlungseinheit mit dem Prüflingsregler verbunden ist, um die Prüflingsistgröße zur Regelung der Prüflingsistgröße rückzuführen. Damit ist der Prüflingsregler als „Regler“ im automatisierungstechnischen Sinn für die Prüflingsistgröße  
10 ausgelegt.

Vorteilhafterweise ist zumindest ein Grenzwert fest vorgegeben. Durch Vorgabe zumindest eines festen Grenzwerts kann ein festes Limit für ein Attribut der Ist-Drehzahl realisiert sein.

Ist ein unterer Grenzwert vorgesehen, so kann eine Unterschreitung dieses unteren Grenzwerts überwacht werden. Ist ein oberer Grenzwert vorgesehen, so kann eine

15 Überschreitung dieses oberen Grenzwerts überwacht werden.

Vorteilhafterweise ist zumindest ein Grenzwert, vorzugsweise abhängig von einer bekannten Systemgröße, veränderbar. Als bekannte Systemgröße kann beispielsweise der zeitliche Ablauf des Prüflaufs herangezogen werden. Es kann beispielsweise ein unterer Drehzahlgrenzwert vor dem Aktivieren des Prüflings auf Null gehalten werden. Nach dem  
20 Aktivieren des Prüflings kann der untere Drehzahlgrenzwert angehoben werden, um ein Stoppen des Prüflings während des Prüflaufs zu verhindern.

Wird ein Motor als Prüfling an einem Motorprüfstand als Prüfstand kalibriert, so wird beispielsweise ein Soll-Drehmoment an die Belastungsmaschine und eine Fahrpedalstellung (welche wiederum das Motormoment beeinflusst) an den Motor vorgegeben. Im Rahmen der

25 Kalibrierung wird durch die Prüfstandautomatisierungseinheit beispielsweise ein Einspritzzeitpunkt variiert. Da sich durch den Einspritzzeitpunkt neben der Verbrennungsqualität auch das Motordrehmoment des Motors ändert, ist der Arbeitspunkt nicht vollständig stabil, womit sich auch die Motordrehzahl ändern kann. Bei Extremwerten kann der Motor durchgehen oder abgewürgt werden, was durch eine Überwachung der Ist-  
30 Drehzahl und eine Limitierung der Ist-Drehzahl über einen Eingriff auf den verhindert werden kann. Somit ist es nicht erforderlich, dass der Motor nach einer Verschiebung des Arbeitspunkts neu thermisch stabilisiert wird, da die Drehzahlgrenzwerte dynamisch mitgeführt werden können um den Motor immer nahe am vorgesehenen Arbeitspunkt zu halten.

35 Ist beispielsweise ein dynamischer Betrieb eines Antriebsstrangprüfstand mit einem drehzahlgeregelten Prüfling (Motor, Antriebsmaschine, etc.) und einer

drehmomentgeregelten Belastungsmaschine vorgesehen, so kann der Fall eintreten, dass am Prüfling unvorhergesehener Weise das Prüflingsmoment kurzzeitig nicht eingehalten wird, beispielsweise da eine Kupplung geöffnet wurde. Es würde nun abhängig vom vorgesehenen Drehzahlgrenzwert durch die Belastungsmaschine auf eine erhöhte Ist-  
 5 Drehzahl reagiert werden. Ist jedoch vorgesehen, dass in diesem konkreten Fall nicht reagiert wird, so kann die Drehzahlgrenze temporär verschoben werden.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 3 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte  
 10 Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 einen Prüfstand mit einem Drehmomentregler für die Belastungsmaschine,

Fig.2 eine Vergleichseinheit und Korrektureinheit,

Fig.3 eine spezielle Ausgestaltung einer ersten und zweiten Korrektureinheit.

15 In Fig.1 ist ein typischer Prüfstand 10 für einen Prüfling 1 dargestellt. Als Prüfstände 10 sind beispielsweise Motorprüfstände, (Differential-)Getriebeprüfstände, Powerpacks (Motor und Getriebe), Gesamtantriebsstränge (bis zur Halbwelle), Rollenprüfstände, Antriebsstrangelemente (Kupplung, Wandler, Mittendifferential, Differential, ...) vorstellbar.

Am Prüfstand 10 kann als Prüfling 1 beispielsweise ein Verbrennungsmotor als Teil eines  
 20 Fahrzeugs physisch aufgebaut werden. Als Prüfling 1 kann aber auch einen Antriebsstrang, eine Antriebsstrangkomponente, ein ganzes Fahrzeug oder eine andere zu prüfende Komponente dienen. Ein Eintrieb und/oder Abtrieb des Prüflings 1 ist mit einer oder mehreren Belastungsmaschinen 2, beispielsweise über eine Prüfstandswelle, verbunden. Die Anbindung zwischen Prüfling 1 und Belastungsmaschine kann auch über Anpassgetriebe  
 25 erfolgen.

Es ist am Prüfstand 10 ein Prüflingsregler R1 und ein Drehmomentregler R2 vorgesehen.

Prüflingsregler R1 und/oder Drehmomentregler R2 können als integraler Teil der Prüfstandautomatisierungseinheit 5, als eigenständige Einheit, als Teil eines Umrichters einer Prüflingssteuerung bzw. Belastungsmaschinensteuerung, etc. ausgeführt sein. Die

30 Funktion des Prüflingsreglers R1 und/oder Drehmomentreglers R2 kann auf einer feldorientierten Regelung basieren, insbesondere wenn eine Synchronmaschine als Prüfling 1 und/oder Belastungsmaschine 2 dient. Eine feldorientierte Regelung kann auf einem Echtzeitsystem ablaufen und Schaltimpulse an Transistoren zur Verfügung stellen. Der Prüflingsregler R1 und/oder der Drehmomentregler R2 können auch auf einem derartigen

Echtzeitsystem integriert sein. Auch die erfindungsgemäße Korrekturereinheit B, B1, B2 kann auf einem derartigen Echtzeitsystem integriert sein.

Es kann durch einen Drehmomentregler R2 eine einzelne Belastungsmaschine 4 oder eine Kombination von mehreren Belastungsmaschinen 4 geregelt werden. Der Prüfling 1 kann  
 5 somit beispielsweise über ein Prüfstandssummiergetriebe mit mehreren Belastungsmaschinen 4 verbunden werden.

Eine Prüfstandautomatisierungseinheit 5 ermittelt zur Durchführung des Prüflaufs den entsprechenden zeitlichen Verlauf eines Soll-Drehmoments  $T_{\text{soll}}$  für die Belastungsmaschine 2 und stellt das Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}$  dem Drehmomentregler R2  
 10 zur Verfügung. Zur Generierung des Verlaufs des Soll-Drehmoments  $T_{\text{soll}}$  kann an der Prüfstandautomatisierungseinheit 5 Simulationshardware und/oder Simulationssoftware vorgesehen sein, mit welcher die Prüffahrt eines Fahrzeugs simuliert wird. Dazu kann in der Prüfstandautomatisierungseinheit 5 ein Simulationsmodell, welches beispielsweise ein Fahrermodell, ein Fahrzeugmodell und einem Umgebungsmodell umfasst, implementiert  
 15 sein. Es können auch weitere Modelle, wie z.B. ein Reifenmodell, ein Straßenmodell, etc., implementiert sein.

Während des Prüflaufs stellt sich an der Belastungsmaschine 2 ein Ist-Drehmoment  $T_{\text{ist}}$  ein. In der dargestellten Ausgestaltung wird das Ist-Drehmoment  $T_{\text{ist}}$  wird von einer Drehmomentermittlungseinheit 22 ermittelt und an Drehmomentregler R2 rückgeführt. Als  
 20 Drehmomentermittlungseinheit 22 kann beispielsweise ein Drehmomentsensor an der Prüfstandwelle dienen oder ein Beobachter, welcher das Ist-Drehmoment  $T_{\text{ist}}$  aus anderen gemessenen Größen schätzt. Das Ist-Drehmoment  $T_{\text{ist}}$  kann natürlich auch aus einer anderen (Mess)Größe abgeleitet werden. Der Drehmomentregler R2 ermittelt hier weiters ein Stelldrehmoment  $T$  und übermittelt dies der Belastungsmaschine 2, an welcher sich, wie  
 25 erwähnt, das Ist-Drehmoment  $T_{\text{ist}}$  einstellt.

Der Prüfling 1 wird am Prüfstand 10 ebenso gemäß den Vorgaben eines Prüflaufs betrieben, wobei der Prüflingsregler R1 dem Prüfling 1 eine Prüflingsstellgröße SW vorgibt. Dies kann beispielsweise erfolgen, um Aussagen hinsichtlich bestimmter Messgrößen zu erhalten. Als Messgröße können Schadstoffemissionen, (Kraftstoff-)Verbräuche, akustisches Verhalten  
 30 des Prüflings 1, usw. angesehen werden. Je nach Messgröße kann am Prüfstand 1 eine entsprechende Messeinheit, wie z.B. eine Emissionsmesseinheit, welche Abgas des Prüflings zugeführt bekommt, vorgesehen sein. Eine Emissionsmesseinheit misst die Emission zumindest eines Schadstoffs, wie beispielsweise  $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{NO}_x$ , und/oder die Gesamtmasse an Kohlenwasserstoffen (THC) und/oder eine Partikelanzahl (wie  
 35 Rußpartikel). Es kann auch eine Verbrauchsmesseinheit, die den Kraftstoffverbrauch des Prüflings misst, als Messeinheit vorgesehen sein.

In der dargestellten Ausgestaltung ist die Prüfstandautomatisierungseinheit 5 ausgestaltet dem Prüflingsregler R1 entsprechend des Prüflaufs eine Prüflingssollgröße W vorzugeben.

Weiters ist in der dargestellten Ausgestaltung der Prüflingsregler R1 ausgestaltet über Vorgabe der Prüflingsstellgröße SW eine Prüflingsistgröße M des Prüflings 1 einzustellen,

5 sowie eine Istgrößenermittlungseinheit 11 vorgesehen, um die Prüflingsistgröße M des Prüflings 1 zu ermitteln und dem Prüflingsregler R1 zur Regelung der Prüflingsistgröße M rückzuführen. Damit ist hier der Prüflingsregler R1 ausgestaltet die Prüflingsistgröße M des Prüflings 1 auf die Prüflingssollgröße W zu regeln, indem dem Prüfling 1 eine Prüflingsstellgröße SW vorgegeben wird. Als Prüflingsistgröße M kann ein Ist-  
10 Motordrehmoment, eine Ist-Motordrehzahl, etc. dienen, wogegen als Prüflingssollgröße W ein Soll-Motordrehmoment oder eine Soll-Motordrehzahl dienen kann. Als Prüflingsstellgröße SW kann beispielsweise eine Fahrpedalstellung  $\alpha$ , ermittelt werden, welche an die Motorsteuereinheit ECU zur Regelung des Prüflings 1 übergeben wird.

Die Größen Ist-Drehmoment  $T_{ist}$ , Soll-Drehmoment  $T_{soll}$ , Stelldrehmoment  $T$ ,  
15 Prüflingsistgröße M, Prüflingssollgröße W, Prüflingsstellgröße SW, Ist-Drehzahl  $n$ , etc. können auch als zeitkontinuierliche oder zeitdiskrete Verläufe während des Prüflaufs verstanden werden.

In Fig. 2 ist eine Drehzahlermittlungseinheit 21 zur Erfassung der Ist-Drehzahl  $n$  vorgesehen.

Die Ist-Drehzahl  $n$  wird einer Vergleichseinheit V zugeführt, welche zumindest eine

20 Abweichung  $a$  zumindest eines Attributs der Ist-Drehzahl  $n$  von zumindest einem Grenzwert  $G$  bestimmt und an eine Korrektereinheit B weiterleitet. Die Korrektereinheit B ist dazu ausgestaltet basierend auf der zumindest einen Abweichung  $a$  einen additiven Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  zu ermitteln und dem Soll-Drehmoment  $T_{soll}$  zu überlagern, womit sich ein modifiziertes Solldrehmoment  $T_{soll}'$  ergibt. Der Drehmomentregler R2 regelt nun das  
25 Ist-Drehmoment  $T_{ist}$  auf das modifizierte Soll-Drehmoment  $T_{soll}'$ , womit sich eine modifizierte Ist-Drehzahl  $n'$  ergibt. Das modifizierte Solldrehmoment  $T_{soll}'$  wirkt sich also über ein modifiziertes Ist-Drehmoment  $T_{ist}'$  auf die Ist-Drehzahl  $n$  aus, womit sich eine modifizierte Ist-Drehzahl  $n'$  einstellt. Damit kann sichergestellt werden kann, dass das  
30 Attribut der (nun modifizierten) Ist-Drehzahl  $n$  den vorgegebenen Grenzwert  $G$  nicht überschreitet.

Die Korrektereinheit B ist dabei dem Drehmomentregler R2 vorgeschaltet, womit verhindert wird, dass der Drehmomentregler R2 den Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  wieder ausregelt, d.h. das nun ebenso modifizierte Ist-Drehmoment  $T_{ist}'$  wieder auf das nicht modifizierte Ist-Drehmoment  $T_{ist}$  regeln würde. Da vor dem Drehmomentregler R2 das Soll-Drehmoment  
35  $T_{soll}$  durch Addition auf das korrigierte Soll-Drehmoment  $T_{soll}'$  korrigiert wird, „bemerkt“ der Drehmomentregler R2 diesen Eingriff in das Soll-Drehmoment  $T_{soll}$  gar nicht.

Der additive Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  kann natürlich je nach Abweichung  $a$  positive und negative Werte annehmen, womit eine Überlagerung auf das Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}$  zu einem vergrößerten oder verkleinerten modifizierten Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}'$  führen kann.

- 5 Wird, wie dargestellt, unter Verwendung des Drehmomentreglers R2 das Ist-Drehmoment  $T_{\text{ist}}$  des Prüflings entsprechend eines Soll-Drehmoments  $T_{\text{soll}}$  geregelt, so kann nicht nur auf eine Änderung des Ist-Drehmoments  $T_{\text{ist}}$  reagiert werden, sondern auch ein Attribut der Ist-Drehzahl  $n$  überwacht werden. Über die Überlagerung des Drehmoment-Korrekturwerts  $T_k$ , kann in Folge auch dafür gesorgt werden, dass das Attribut der Ist-Drehzahl  $n$  seinen
- 10 Grenzwert  $G$  nicht über- bzw. unterschreitet.

Wird als erstes Attribut der Ist-Drehzahl  $n$  die Ist-Drehzahl  $n$  selbst herangezogen, so kann die Ist-Drehzahl  $n$  mit einer oberen Drehzahlgrenze  $n_o$  bzw. unteren Drehzahlgrenze  $n_u$  als Grenzwert  $G$  verglichen werden. Überschreitet (bzw. unterschreitet) die erste Abweichung  $a_1$  zwischen der Ist-Drehzahl  $n$  und der oberen bzw. unteren Drehzahlgrenze  $n_o$  bzw.  $n_u$  so wird

15 ein negativer bzw. positiver additiver Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  ermittelt, welcher dem Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}$  überlagert wird und zu einem verringerten bzw. erhöhten modifizierten Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}$  führt.

Die obere Drehzahlgrenze  $n_o$  bzw. untere Drehzahlgrenze  $n_u$  kann fest vorgegeben oder während des zeitlichen Ablaufs des Prüflaufs angepasst werden. Es ist auch möglich die

20 obere Drehzahlgrenze  $n_o$  bzw. untere Drehzahlgrenze  $n_u$  abhängig von anderen Systemgrößen, z.B. Systemgrößen des Prüflings 1, anzupassen. Sind eine oberer Drehzahlgrenze  $n_o$  und eine untere Drehzahlgrenze  $n_u$  als Grenzwerte  $G$  für die Ist-Drehzahl  $n$  vorgegeben, so kann die Ist-Drehzahl  $n$  der Belastungsmaschine 2 beispielsweise derart geregelt werden, dass sie innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbereichs zwischen oberer

25 Drehzahlgrenze  $n_o$  und unterer Drehzahlgrenze  $n_u$  bleibt.

Wird als zweites Attribut der Ist-Drehzahl  $n$  ein Ist-Drehzahlgradient der Drehzahl  $dn$  herangezogen, so kann der Ist-Drehzahlgradient  $dn$  mit einer oberen bzw. unteren Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$  bzw.  $dn_u$  als Grenzwert  $G$  verglichen werden um eine zweite Abweichung  $a_2$  zu ermitteln. Überschreitet (bzw. unterschreitet) die zweite Abweichung  $a_2$

30 die obere bzw. untere Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$ , so wird ein negativer bzw. positiver additiver Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  ermittelt, welcher dem Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}$  überlagert wird und zu einem verringerten bzw. erhöhten modifizierten Soll-Drehmoment  $T_{\text{soll}}$  führt.

Die Wahl der unteren Drehzahlgradientengrenze  $dn_u$ , jedoch insbesondere der oberen

35 Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$  kann einem Schutz des Prüflings 1 dienen. Wird eine Überschreitung eines bestimmten Ist-Drehzahlgradienten  $dn$  als schädlich für den Prüfling

eingeschätzt, so kann die obere Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$  derart gewählt werden, dass ein Erreichen dieses bestimmten Ist-Drehzahlgradienten  $dn$  verhindert wird.

Werden eine obere Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$  und eine untere Drehzahlgradientengrenze  $dn_u$  als Grenzwerte  $G$  für den Ist-Drehzahlgradienten  $dn$

5 vorgegeben, so kann die Ist-Drehzahl  $n$  der Belastungsmaschine 2 beispielsweise derart geregelt werden, dass der Drehzahl-Gradient  $dn$  innerhalb eines vorgegebenen Drehzahl-Gradientenbereichs zwischen oberer Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$  und unterer Drehzahlgradientengrenze  $dn_u$  bleibt.

Grundlegend kann auch vorgesehen sein, dass der zumindest eine additive Drehmoment-  
10 Korrekturwert  $T_k$  dem Soll-Drehmoment  $T_{soll}$  nur dann überlagert wird, wenn die zumindest eine Abweichung  $a$  eine maximale Abweichung überschreitet und/oder eine minimale Abweichung unterschreitet.

Fig. 3 stellt eine spezielle Ausgestaltung der gegenständlichen Erfindung, wobei eine erste Korrekturereinheit B1 einen Drehzahl-Korrekturregler  $R_n$ , vorzugsweise einen oberen und  
15 einen unteren PI-Regler (hier nur als ein PI-Regler dargestellt), und eine erste Überlagerungseinheit B11 umfasst. Eine erste Vergleichseinheit V1 ermittelt eine erste Abweichung  $a_1$  der Ist-Drehzahl  $n$  von einer Drehzahlgrenze  $dn_o$ ,  $dn_u$  als zumindest einen Grenzwert  $G$  und übergibt diese erste Abweichung  $a_1$  dem Drehzahl-Korrekturregler  $R_{dn}$ . Der Drehzahl-Korrekturregler  $R_{dn}$  ermittelt aus der ersten Abweichung  $a_1$  einen  
20 Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  und übermittelt diesen an die erste Überlagerungseinheit B11, welche den Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  dem Solldrehmoment  $T$  überlagert.

Die erste Überlagerungseinheit B11 greift additiv auf das Soll-Drehmoment  $T_{soll}$  ein. Das bedeutet, dass dem Soll-Drehmoment  $T_{soll}$  durch die Überlagerungseinheit B11 der Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  überlagert, d.h. je nach Vorzeichen addiert oder subtrahiert,  
25 wird, was zu einem modifizierten Soll-Drehmoment  $T_{soll}'$  führt.

Der Stellbereich, d.h. Arbeitsbereich, des oberen und/oder unteren PI-Reglers ist vorzugsweise abhängig von der ersten Abweichung  $a_1$  und dem Soll-Drehmoment  $T_{soll}$ , womit ein geeigneter Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  ermittelt wird. Der Stellbereich des oberen PI-Reglers kann derart gewählt sein, dass er nur bei Überschreiten eines oberen  
30 Grenzwerts  $G$  (obere Drehzahlgrenze  $dn_o$ ) eingreift, der Stellbereich des unteren PI-Reglers kann derart ausgestaltet sein, dass er nur bei Unterschreiten eines unteren Grenzwerts  $G$  (untere Drehzahlgrenze  $dn_u$ ) eingreift. Als untere Drehzahlgrenze  $dn_u$  ist vorzugsweise Null vorgesehen. Vorzugsweise sind die Reglerparameter des oberen und unteren PI-Reglers durch einen gemeinsamen Parametersatz definierbar.

35 Weiters ist eine zweite Korrekturereinheit B2 vorgesehen, welche einen Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$ , vorzugsweise einen PI-Regler, und eine zweite Überlagerungseinheit

B12 umfasst. Es wird aus der Ist-Drehzahl  $n$  ein Ist-Drehzahlgradient  $dn$  ermittelt, was durch die zweite Vergleichseinheit V2 oder eine vorgeschaltete Ermittlungseinheit erfolgen kann. In Fig. 2 wird der Ist-Drehzahlgradient  $dn$  der zweiten Vergleichseinheit V2 vorgegeben, und wird somit durch eine (nicht dargestellte) Ermittlungseinheit aus der Ist-Drehzahl  $n$  ermittelt.

- 5 Die zweite Vergleichseinheit V2 ermittelt die zweite Abweichung  $a_2$  zwischen dem Ist-Drehzahlgradient  $dn$  und einer oberen und/oder unteren Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$ ,  $dn_u$ , welche als Grenzwert  $G$  vorliegt. Diese zweite Abweichung  $a_2$  wird dem Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$  zugeführt, welcher diesen verarbeitet und darauf basierend einer zweiten Überlagerungseinheit B21 einen Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  übermittelt. Die
- 10 zweite Überlagerungseinheit B21 überlagert dem Soll-Drehmoment  $T_{soll}$  den Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$ , was zu einem modifizierten Soll-Drehmoment  $T_{soll}'$  führt. Die Ausführung des Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$  kann wie oben bezüglich des Drehzahl-Korrekturreglers  $R_n$  beschrieben, erfolgen. Es kann somit ebenso ein oberer und unterer PI-Regler vorgesehen sein, deren Stellbereiche ebenso derart gewählt sein können, dass der
- 15 jeweilige PI-Regler nur eingreift, wenn der Drehzahlgradient  $dn$  eine obere Drehzahlgradientengrenze  $dn_o$  überschreitet und/oder eine untere Drehzahlgradientengrenze  $dn_u$  unterschreitet. Der Ist-Drehzahlgradient  $dn$  kann vorzeichenbehaftet vorgesehen sein, wobei die untere Drehzahlgradientengrenze  $dn_u$  ein negatives Vorzeichen aufweist.

- Es kann somit eine erste Überlagerungseinheit B11 das Solldrehmoment  $T_{soll}$  mittels
- 20 Überlagerung eines Drehmoment-Korrekturwerts  $T_k$  auf das modifizierte Sollmoment  $T_{soll}'$  modifizieren und die zweite Überlagerungseinheit B21 das bereits modifizierte Sollmoment  $T_{soll}'$  mittels Überlagerung eines (weiteren) Drehmoment-Korrekturwerts  $T_k$  weiter modifizieren bzw. - wenn die zweite Überlagerungseinheit B21 vor der ersten Überlagerungseinheit B11 angeordnet ist - umgekehrt.

- 25 Die Vergleichseinheiten V1, V2 und/oder Drehzahl-Korrekturregler  $R_n$  und/oder Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$ , etc. können als integraler Teil der Prüfstandautomatisierungseinheit 5, als eigenständige Einheit, als Funktion des Prüflingsreglers  $R_1$  und/oder Drehmomentreglers  $R_2$ , etc. ausgeführt sein.

- Tritt der Fall ein, dass die erste Überlagerungseinheit B11 das Solldrehmoment  $T_{soll}$  nicht
- 30 modifiziert (z.B. weil der Drehzahl-Korrekturregler  $R_n$  dies aufgrund der zu geringen ersten Abweichung  $a_1$  nicht veranlasst), so kann dennoch die zweite Überlagerungseinheit einen additiven Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  ermitteln und dem Soll-drehmoment  $T_{soll}$  überlagern. Analog kann der Fall eintreten, dass die zweite Überlagerungseinheit B11 das Stelldrehmoment  $T$  nicht modifiziert (z.B. weil der Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_n$
- 35 aufgrund der zweiten Abweichung  $a_2$  dies nicht veranlasst), so kann dennoch die erste Überlagerungseinheit B11 einen additiven Drehmoment-Korrekturwert  $T_k$  ermitteln und dem Soll-drehmoment  $T_{soll}$  überlagern.

Obgleich in der dargestellten Ausgestaltung ein Drehzahl-Korrekturregler  $R_n$  und ein Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$  vorgesehen sind, ist natürlich auch eine Modifikation des Sollmoments  $T_{\text{toll}}$  unter Verwendung nur eines Drehzahl-Korrekturreglers  $R_n$  oder nur eines Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$  vorstellbar.

- 5 Der Drehzahl-Korrekturregler  $R_n$  kann aktivierbar und deaktivierbar ausgestaltet sein. So kann der Drehzahl-Korrekturregler  $R_n$  beispielsweise abhängig von einer Überschreitung einer ersten Drehzahlgrenze durch die Ist-Drehzahl  $n$  aktiviert werden und bei  
 10 Unterschreitung einer zweiten Drehzahlgrenze deaktiviert werden. Die erste und zweite Drehzahlgrenze kann natürlich übereinstimmen. Stimmen sie nicht überein, so wird eine Hysterese ausgebildet.

- Der Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_{dn}$  kann aktivierbar und deaktivierbar ausgestaltet sein. So kann der Drehzahlgradienten-Korrekturregler  $R_n$  beispielsweise abhängig von einer Überschreitung einer ersten Drehzahlgradientengrenze durch den Ist-Drehzahlgradienten  $dn$  aktiviert werden und bei Unterschreitung einer zweiten Drehzahlgradientengrenze deaktiviert  
 15 werden. Die erste und zweite Drehzahlgradientengrenze können natürlich übereinstimmen. Stimmen sie nicht überein, so wird eine Hysterese ausgebildet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung eines Prüflaufs auf einem Prüfstand (10), wobei am Prüfstand (10) ein Prüfling (1) mit einer Belastungsmaschine (2) verbunden wird, wobei von  
5 einer Prüfstandautomatisierungseinheit (5) einem Drehmomentregler (R2) entsprechend des Prüflaufs ein Soll-Drehmoment (T-Soll) vorgegeben wird, womit durch den Drehmomentregler (R2) ein Ist-Drehmoment (T\_ist) der Belastungsmaschine (2) eingestellt wird, und wobei dem Prüfling (1) von einem Prüflingsregler (R1) eine Prüflingsstellgröße (SW) vorgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ist-Drehzahl (n) der  
10 Belastungsmaschine (2) ermittelt und zumindest eine Abweichung (a, a1, a2) zumindest eines Attributs der Ist-Drehzahl (n) von zumindest einem Grenzwert (G) ermittelt wird, **dass** basierend auf der zumindest einen Abweichung (a, a1, a2) zumindest ein additiver Drehmoment-Korrekturwert (Tk) ermittelt und dem Soll-Drehmoment (T\_soll) überlagert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ein erstes Attribut der  
15 Ist-Drehzahl (n) der Wert der Ist-Drehzahl (n) herangezogen wird, **und dass** als Grenzwert (G) eine obere und/oder untere Drehzahlgrenze (n<sub>o</sub>, n<sub>u</sub>) vorgesehen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ein zweites Attribut der Ist-Drehzahl (n) ein Ist-Drehzahlgradient (dn) herangezogen wird, **und dass** als Grenzwert (G) eine obere und/oder untere Drehzahlgradientengrenze (dn<sub>o</sub>, dn<sub>u</sub>) vorgesehen  
20 ist
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ist-Drehmoment (T\_ist) ermittelt und dem Drehmomentregler (R2) zur Regelung des Ist-Drehmoments (T\_ist) rückgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem  
25 Prüflingsregler (R1) von der Prüfstandautomatisierungseinheit (5) ein Sollwert (W) vorgegeben wird um eine Prüflingsistgröße (M) des Prüflings (1) über Vorgabe der Prüflingsstellgröße (SW) einzustellen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prüflingsistgröße (M) des Prüflings (1) ermittelt und dem Prüflingsregler (R1) zur Regelung der Prüflingsistgröße  
30 (M) rückgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Grenzwert (G) fest vorgegeben ist

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Grenzwert (G), vorzugsweise abhängig von einer bekannten Systemgröße, veränderbar ist.

9. Prüfstand (10) zur Durchführung eines Prüflaufs, wobei am Prüfstand (10) zur  
 5 Durchführung des Prüflaufs ein Prüfling (1) mit einer Belastungsmaschine (2) verbunden ist, wobei eine Prüfstandautomatisierungseinheit (5) ein Prüflingsregler (R1) und ein Drehmomentregler (R2) vorgesehen sind, wobei der Prüflingsregler (R1) dem Prüfling (1) eine Prüflingsstellgröße (SW) vorgibt und die Prüfstandautomatisierungseinheit (5) dem Drehmomentregler (R2) entsprechend des Prüflaufs eine Soll-Drehmoment ( $T_{\text{soll}}$ ) vorgibt,  
 10 womit der Drehmomentregler (R2) ein Ist-Drehmoment ( $T_{\text{ist}}$ ) der Belastungsmaschine (2) einstellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehzahlermittlungseinheit (21) zur Ermittlung einer Ist-Drehzahl (n) der Belastungsmaschine (2) vorgesehen ist, **dass** zumindest eine Vergleichseinheit (V, V1, V2) vorgesehen ist, welche ausgestaltet ist zumindest eine Abweichung (a, a1, a2) zumindest eines Attributs der Ist-Drehzahl (n von  
 15 zumindest einem Grenzwert (G) zu bestimmen, **und dass** zumindest eine Korrekturereinheit (B, B1, B2) vorgesehen ist, welche ausgestaltet ist basierend auf der zumindest einen Abweichung (a, a1, a2) zumindest einen additiven Drehmoment-Korrekturwert ( $T_k$ ) zu ermitteln und dem Soll-Drehmoment ( $T_{\text{soll}}$ ) zu überlagern.

10. Prüfstand nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste  
 20 Korrekturereinheit (B1) einen Drehzahl-Korrekturregler ( $R_n$ ), vorzugsweise einen PI-Regler, und eine erste Überlagerungseinheit (B11) umfasst, wobei der Drehzahl-Korrekturregler ( $R_d$ ) von einer ersten Vergleichseinheit (V1) eine erste Abweichung (a1) der Ist-Drehzahl (n) von einer Drehzahlgrenze ( $n_o$ ,  $n_u$ ) erhält und auf Basis der ersten Abweichung (a1) einen Drehmoment-Korrekturwert ( $T_k$ ) ermittelt und über die erste Überlagerungseinheit (B11) dem  
 25 Stelldrehmoment (T) überlagert.

11. Prüfstand nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehzahl-Korrekturregler ( $R_n$ ) aktivierbar, vorzugsweise bei Überschreitung einer ersten Drehzahlgrenze, und/oder deaktivierbar, vorzugsweise bei Unterschreitung einer zweiten Drehzahlgrenze, ist.

30 12. Prüfstand nach Anspruch 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Korrekturereinheit (B2) einen Drehzahlgradienten-Korrekturregler ( $R_{dn}$ ), vorzugsweise einen PI-Regler, und eine zweite Überlagerungseinheit (B12) umfasst, wobei der Drehzahlgradienten-Korrekturregler ( $R_{dn}$ ) von einer zweiten Vergleichseinheit (V2) eine zweite Abweichung (a2) eines Ist-Drehzahlgradienten (dn) von einer  
 35 Drehzahlgradientengrenze ( $d_{no}$ ,  $d_{nu}$ ) erhält, aus der zweiten Abweichung (a2) einen

Drehmoment-Korrekturwert (Tk) ermittelt und über die zweite Überlagerungseinheit (B21) den Drehmoment-Korrekturwert (Tk) dem Stelldrehmoment (T) überlagert.

13. Prüfstand nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehzahlgradienten-Korrekturregler (Rdn) aktivierbar, vorzugsweise bei Überschreitung einer ersten Drehzahlgradientengrenze, und/oder deaktivierbar, vorzugsweise bei Unterschreitung einer zweiten Drehzahlgradientengrenze, ist.

14. Prüfstand nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehmoment-Ermittlungseinheit (22) vorgesehen ist, welche ausgestaltet ist das Ist-Drehmoment (T\_ist) zu ermitteln und mit dem Drehmomentregler (R2) verbunden ist, um das Ist-Drehmoment (T\_ist) zur Regelung des Ist-Drehmoments (T\_ist) rückzuführen.

15. Prüfstand nach Anspruch 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prüfstandautomatisierungseinheit (5) ausgestaltet ist dem Prüflingsregler (R1) einen Sollwert (W) vorzugeben, **und dass** der Prüflingsregler (R1) ausgestaltet ist eine Prüflingsistgröße (M) des Prüflings (1) über Vorgabe der Prüflingsstellgröße (SW) einzustellen.

16. Prüfstand nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Istgrößenermittlungseinheit (11) vorgesehen ist, um die Prüflingsistgröße (M) des Prüflings (1) zu ermitteln, wobei die Istgrößenermittlungseinheit (11) mit dem Prüflingsregler (R1) verbunden ist, um die Prüflingsistgröße (M) zur Regelung der Prüflingsistgröße (M) rückzuführen.

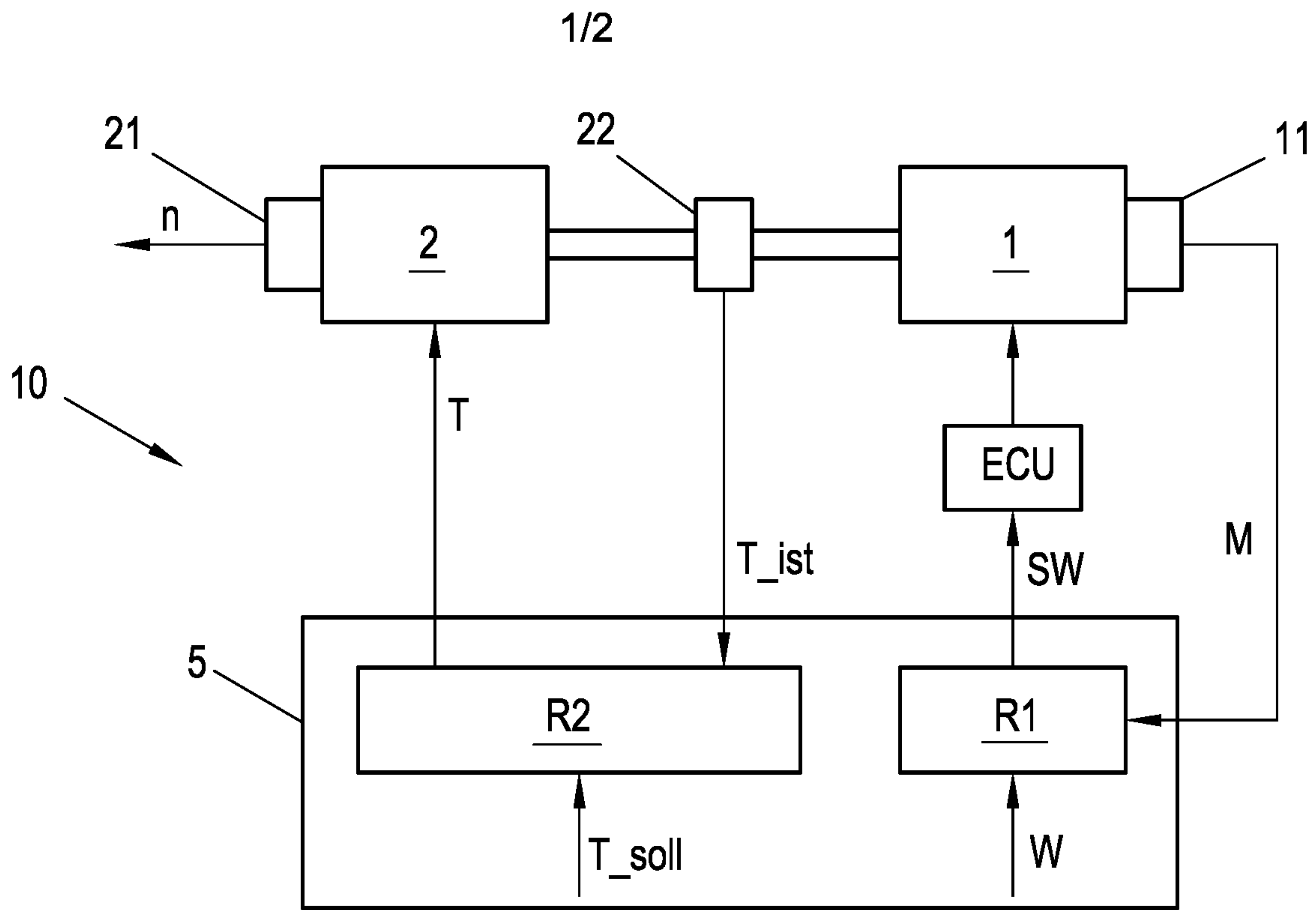


Fig. 1

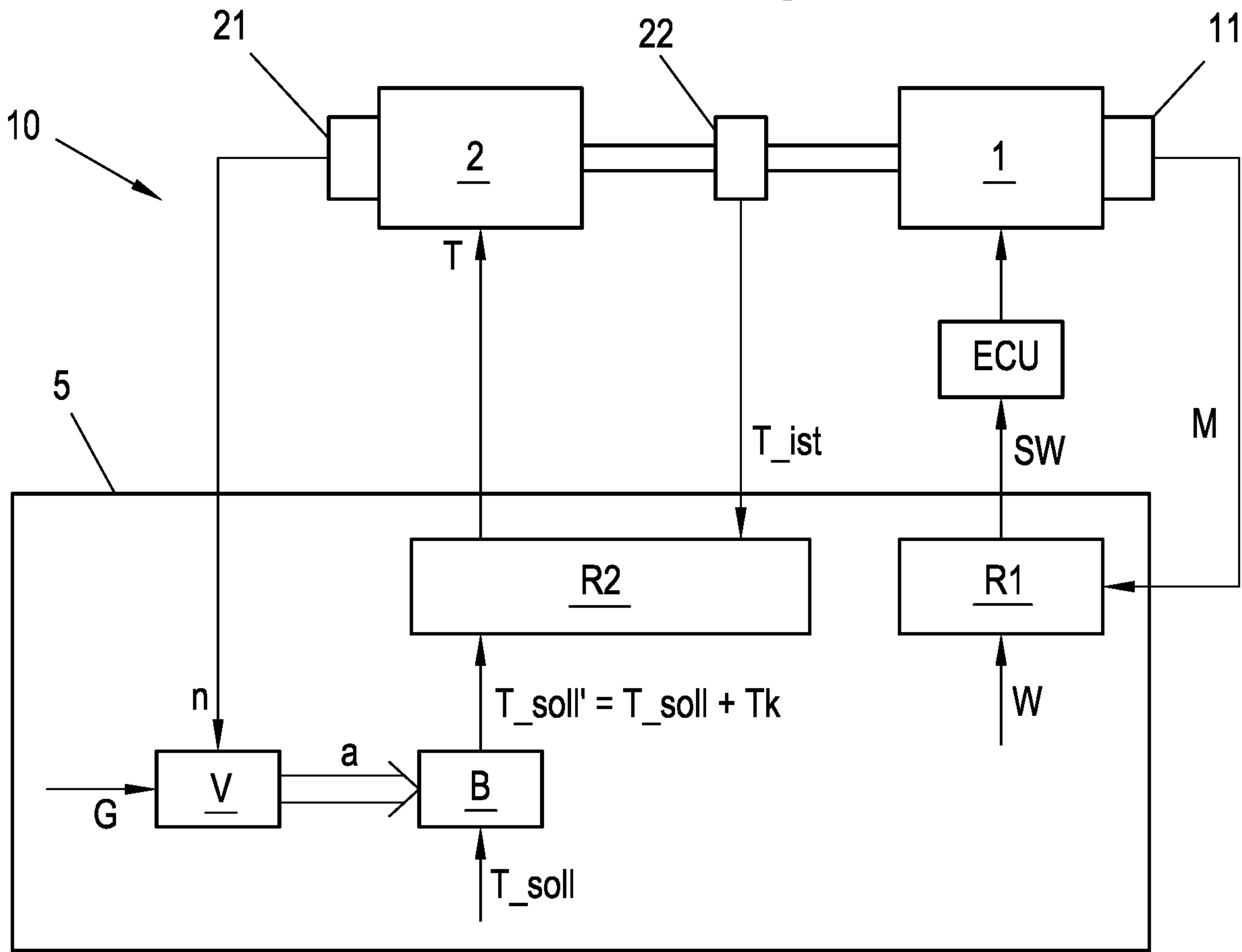


Fig. 2

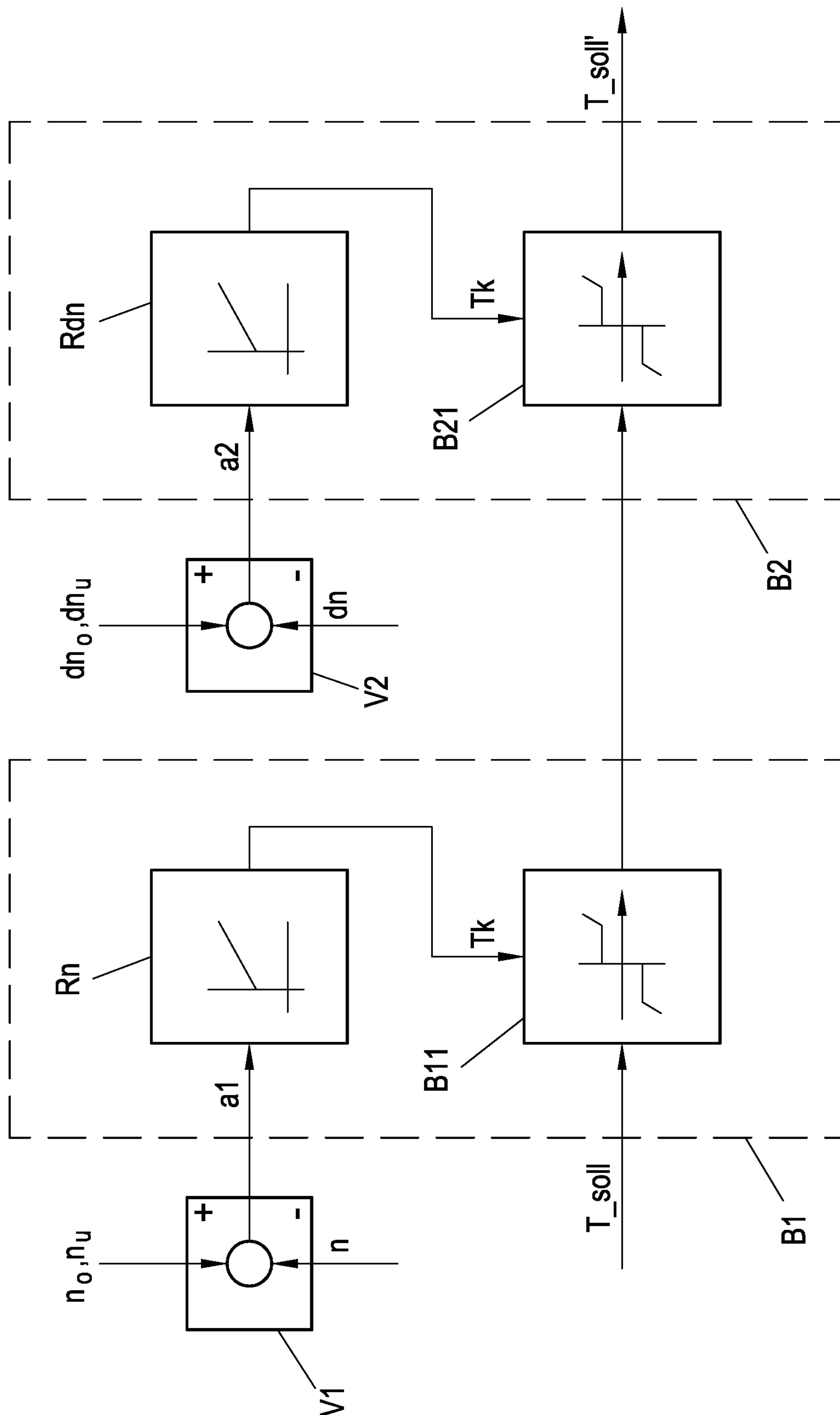


Fig. 3