



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2004 017 660 A1 2005.10.27**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 017 660.4**

(22) Anmeldetag: **05.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **27.10.2005**

(51) Int Cl.7: **G01M 19/00**

**G01R 31/00, B60T 8/00, G08B 7/06,**

**G05B 23/02, B60K 41/00**

(71) Anmelder:

**Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489  
 Berlin**

(72) Erfinder:

**Manz, Holger, 38173 Sickte, DE; Kwasny, Olaf,  
 38229 Salzgitter, DE; Fuhrmann, Karl-Horst, 38110  
 Braunschweig, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
 ziehende Druckschriften:

**DE 195 03 457 C1**

**US 58 69 752 A**

**US 56 75 094 A**

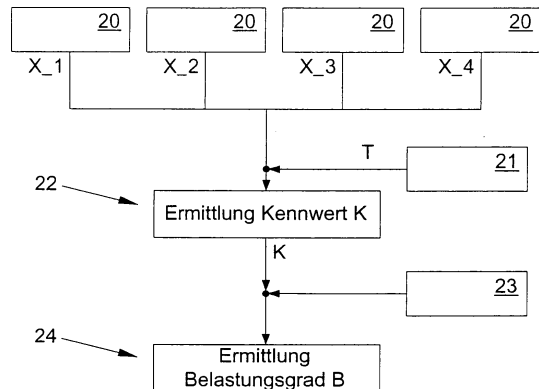
**EP 09 49 122 A2**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Beanspruchungsanalyse in elektrischen und/oder elektromechanischen Systemen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beanspruchungsanalyse in elektrischen und/oder elektromechanischen Systemen, wobei mindestens eine systemspezifische Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) erfasst wird, mittels der systemspezifischen Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) mindestens ein charakteristischer Kennwert ( $K$ ) ermittelt wird, mit dem Kennwert ( $K$ ) ein Belastungsgrad ( $B$ ) mindestens eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems bestimmt wird und eine Ermittlung des Kennwerts ( $K$ ) unter Berücksichtigung einer Belastungsdauer ( $T$ ) erfolgt. Die Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) wird vorzugsweise durch mindestens ein Steuergerät ( $1, 1'$ ) erfasst, wobei das Steuergerät ( $1, 1'$ ) mindestens mit einer Recheneinheit ( $10$ ) ausgebildet ist und dem Steuergerät mindestens ein interner ( $12$ ) und/oder externer Sensor ( $2, 2'$ ) zugeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beanspruchungsanalyse in elektrischen und/oder elektromechanischen Systemen insbesondere während des Betriebes.

**[0002]** Elektronische und/oder elektromechanische Systeme sind im Betrieb vielfach hohen Belastungen durch Kräfte, Temperaturen, Drücke etc. ausgesetzt. Eine Erfassung der Beanspruchung und/oder eine Erfassung einer Ermüdung der Bauteile ist im verbauten Zustand und/oder im Betrieb nicht immer möglich. Vielfach sind Bauteile selbst durch Wartungsarbeiten nur schwer zugänglich. Es ist daher bekannt, sicherheitsrelevante Bauteile, beispielsweise in Brems- und/oder Lenksystemen in einem Fahrzeug mit einer hohen Sicherheitsmarge zu dimensionieren. Derart dimensionierte Bauteile benötigen jedoch mehr Bauraum und/oder haben ein größeres Gewicht. Zudem ist die Dimensionierung mit Sicherheitsmarge in der Regel auch mit hohen Kosten verbunden.

**[0003]** Es ist bekannt, für eine Überwachung sicherheitskritischer Bauteile eines Fahrzeugs im Betrieb Fahrzeuge mit Diagnoseeinrichtungen auszubilden. Hierfür ist es beispielsweise aus der EP 0 949 122 A2 bekannt, Fehlerspeicher von den Bauteilen zugeordneten Steuergeräten auszulesen. Derartige Diagnoseeinrichtungen reagieren jedoch nur auf bereits aufgetretene Fehler. Ermüdungserscheinungen aufgrund hoher Belastungen beispielsweise an einem Schneckenrad einer elektromechanischen Lenkung eines Fahrzeugs sind durch derartige Diagnoseeinrichtungen nicht erfassbar.

**[0004]** Aus der DE 195 03 457 C1 ist es bekannt, Fehler in einer Motorsteuerkette in einem Fahrzeug aufzuspüren. Hierfür wird die relative Phasenlage zwischen zwei Kettenrädern erfasst. Abweichungen von einer Ist-Phasenlage lassen auf eine unzulässige Längung und somit einen Verschleiß der Kette schließen. Dadurch kann auf einen Fehler reagiert werden, der einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt. Durch eine geeignete Wahl des Schwellwerts kann das System (theoretisch) beliebig sensibel gegenüber aufgetretenen Fehlern eingestellt werden. Eine Rückwirkung auf die Dimensionierung zukünftiger Bauteile ist jedoch nur schlecht möglich.

**[0005]** Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung für eine verbesserte Beanspruchungsanalyse in elektrischen und/oder elektromechanischen Systemen zu schaffen.

**[0006]** Die Lösung des Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 11. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen

der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0007]** Hierfür wird mindestens eine systemspezifische Belastungsgröße erfasst und mittels der systemspezifischen Belastungsgröße mindestens ein charakteristischer Kennwert ermittelt, wobei mit dem Kennwert ein Belastungsgrad mindestens eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems bestimmbar ist. Eine Ermittlung des Kennwerts erfolgt dabei unter Berücksichtigung einer Belastungsdauer. Der Belastungsgrad gibt eine Beanspruchung und/oder eine Ermüdung eines Bauteils an. Belastungsgrößen sind beispielsweise Systemkräfte, Temperaturen, Ströme, Spannungen und/oder Geschwindigkeiten. Die Lebensdauer eines mechanischen, elektrischen und/oder elektromechanischen Bauteils hängt sowohl von der Höhe der Belastung als auch von der Belastungsdauer ab. Die Kennwerte erlauben eine Ermittlung tatsächlicher Beanspruchungen der Bauteile aufgrund von Belastungshöhe und Betriebsdauer. Durch die Kennwerte lassen sich Ermüdungserscheinungen im Betrieb frühzeitig und mindestens teilweise vor einem Auftreten eines Schadens erkennen. Das Wissen über eine tatsächliche Belastung kann zudem bei der Auslegung baugleicher und/oder ähnlicher zukünftiger Systeme und/oder Weiterentwicklungen berücksichtigt werden. Die Bauteile sind beispielsweise in Fahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen und/oder Fertigungsautomaten verbaut.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Belastungsdauer durch Betriebsstunden und/oder Lastspiele berücksichtigt. Der Zusammenhang zwischen einer Ermüdung eines Bauteils sowie der Dauer und der Höhe der Belastung ist beispielsweise durch Lebensdauerkurven oder Schadenskurven darstellbar. Beispielsweise ist der Zusammenhang zwischen einer Zeitfestigkeit und der Zahl der ertragenen Lastspiele in einer sogenannten Wöhlerlinie darstellbar. Durch die Berücksichtigung der Belastungsdauer in Form von Lastspielen kann der ermittelte charakteristische Kennwert mit Erfahrungswerten aus einer vorliegenden Wöhlerlinie verglichen werden.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist durch mindestens ein Steuergerät die Belastungsgröße erfassbar und/oder der Kennwert ermittelbar, wobei das Steuergerät mindestens mit einer Recheneinheit ausgebildet ist und dem Steuergerät eine interne und/oder externe Sensorik zugeordnet ist. Elektrischen und/oder elektromechanischen Bauteilen sind zur Ansteuerung Steuergeräte zugeordnet. Mittels einer dem Steuergerät zugeordneten Sensorik sind eine Umgebungstemperatur, eine dem Motor zugeführte Spannung und/oder ähnliche Systemgrößen erfassbar. Daneben ist es denkbar, Belastungsgrößen durch ein zusätzliches und/oder ein anderes

im System vorhandenes Steuergerät zu erfassen. Beispielsweise ist es im Regelfall nicht notwendig, jedem Zahnrad eines Rädertriebs ein Steuergerät zur Ansteuerung und/oder Diagnose zuzuordnen. Belastungsgrößen für ein Zahnrad, dem kein Steuergerät direkt zugeordnet ist, sind aber durch andere Steuergeräte erfassbar. Diese Steuergeräte sind beispielsweise anderen Zahnradern im Rädertrieb und/oder einem damit verbundenen An- oder Abtrieb zugeordnet. Relative Systemgrößen wie relative Phasenlagen können durch mehrere Sensoren erfasst werden. Die Sensoren sind dabei einem gemeinsamen und/oder getrennten Steuergeräten zuordenbar. Die Erfassung und die Auswertung der Werte kann durch verschiedene Steuergeräte erfolgen, welche beispielsweise über einen CAN-Bus vernetzt sind.

**[0010]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Belastungsgrad im Betrieb eines Systems kontinuierlich und/oder in Intervallen ermittelt. Die kontinuierliche Auswertung im Betrieb ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung. Für bestimmte Bauteile ist jedoch eine kontinuierliche Auswertung nicht notwendig, so dass eine Auswertung in bestimmten Abständen ausreichend ist. Daneben ist es auch denkbar, den Belastungsgrad zu Testzwecken in einem Testbetrieb zu ermitteln.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes des Belastungsgrades ein akustisches, optisches und/oder haptisches Signal generiert und/oder eine Systemreaktion ausgelöst. Durch das Signal ist ein Nutzer des Systems, beispielsweise ein Fahrer eines Kraftfahrzeugs und/oder ein Führer einer Maschine, und/oder eine zuständige Wartungsfirma über eine Ermüdung und/oder eine zu starke Belastung eines Bauteils informierbar. Ist das Bauteil ein Element eines sicherheitsrelevanten System, so können entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, die einen sicheren Betrieb trotz Ermüdung des Bauteils ermöglichen und/oder das System in einen sicheren Betrieb überführen. Wirkt eine hohe Belastung nur vorübergehend auf ein System ein, beispielsweise hohe Temperaturen und/oder aufgrund zeitlich begrenzter Leistungssteigerungen, so kann das Abfallen der erhöhten Belastung ebenfalls detektiert werden und der Betrieb des Systems – wenn sinnvollwieder im Normalbetrieb aufgenommen werden.

**[0012]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist ein Gradient mindestens einer Belastungsgröße erfassbar und für die Ermittlung der Kenngröße berücksichtigbar.

**[0013]** Durch die Berücksichtigung eines Gradienten ist eine Änderung einer Belastungsgröße beobachtbar und/oder eine Wichtung einzelner Größen bei Berücksichtigung mehrere Größen möglich.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird mindestens ein Belastungsgrad eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems in einem Fahrzeug und/oder einem Flugzeug ermittelt. In einem Fahrzeug oder einem Flugzeug befinden sich eine Vielzahl an hochbeanspruchten Bauteilen, welche im eingebauten Zustand nur schwer oder nicht zugänglich sind. Aufgrund von Bauraum- und/oder Gewichtsbeschränkungen ist eine Überdimensionierung der Bauteile jedoch nach Möglichkeit zu vermeiden. Daneben sind jedoch zahlreiche weitere Anwendungsfelder denkbar, beispielsweise eine Überwachung von Bauteilen in Schiffen und/oder in Maschinen.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird mindestens ein Belastungsgrad einer elektromechanischen Lenkung umfassend mindestens einen Servomotor ermittelt. Als systemspezifische Belastungsgrößen werden hierfür mindestens ein von einem Fahrer aufgebrachtes Lenkmoment, ein durch den Servomotor aufgebrachtes Hilfsmoment und/oder ein Lenkstrom des elektrischen Servomotors erfasst.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird mindestens ein Belastungsgrad einer Bremselektronik ermittelt. Dabei sind systemspezifische Belastungsgrößen mindestens ein aufgetretener Bremsdruck, eine Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder ein Regelstrom und die Belastungsdauer eine Regeldauer eines geregelten Bremsengriffs und/oder eine Auftretenshäufigkeit. Bremssysteme wie ABS, ASR, EPS und/oder Anfahrhilfen kommen im Regelfall in einem Fahrzeug nur selten zum Einsatz. Um einem Fahrer im Bedarfsfall jedoch eine zuverlässige Unterstützung zu bieten, werden derartige Systeme üblicherweise für einen häufigen Einsatz ausgelegt. Belastungsgrößen der Bremselektronik werden teilweise in bekannten Systemen der Bremselektronik bereits für Regelvorgänge erfasst. Der Belastungsgrad ist dann ohne zusätzliche Sensorik und/oder Steuergeräte ermittelbar.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird mindestens ein Belastungsgrad einer Aggregatechnik ermittelt. Systemspezifische Belastungsgrößen sind dabei mindestens eine Motordrehzahl, ein Fahrerwunschkraftmoment, ein mechanisches Motorverlustmoment, eine Kühlmitteltemperatur, eine Kühlerlüfteransteuerung und/oder eine Öltemperatur. Die Aggregatechnik umfasst den Verbrennungsmotor, das Antriebsgetriebe und/oder Nebenaggregate eines Fahrzeugs. Die mechanischen und/oder elektrischen Bauteile der Aggregatechnik sind teilweise extremen Belastungen ausgesetzt. Unter Verwendung von Lebensdauerinformationen einzelner Bauteile ist deren Belastungsgrad ermittelbar. Ein Fahrer und/oder eine Werkstatt können dadurch rechtzeitig über einen notwendigen Austausch eines Bauteils informiert werden.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figuren zeigen:

[0019] **Fig. 1**: eine schematische Darstellung eines Steuergeräts mit Beanspruchungsanalyse und

[0020] **Fig. 2**: ein Blockschaltbild zur Ermittlung eines Belastungsgrades.

[0021] **Fig. 1** zeigt schematisch ein Steuergerät 1 für eine Beanspruchungsanalyse in einem elektrischen und/oder elektromechanischen System. Bei dem System handelt es sich beispielsweise um eine elektromechanische Lenkung eines Kraftfahrzeugs oder eine Bremselektronik eines Flugzeugs. Das Steuergerät 1 ist mit einer Recheneinheit 10 und einem internen Sensor 12 ausgebildet. Durch das Steuergerät 1 wird ein Aktor 3, beispielsweise ein Servomotor einer elektromechanischen Lenkung, angetrieben. Dem Steuergerät 1 sind externe Sensoren 2 zugeordnet. Durch die externen Sensoren 2 und den internen Sensor 12 sind Belastungsgrößen des Aktors 3 ermittelbar. Belastungsgrößen sind beispielsweise die Umgebungstemperatur, eine dem Aktor 3 zugeführte Spannung o.ä. Über einen Datenbus 5, beispielsweise einen CAN-Bus in einem Fahrzeug, ist das Steuergerät 1 mit weiteren Steuergeräten 1', 1'' verbunden. Dem Steuergerät 1' ist ein Sensor 2' zugeordnet, durch welchen eine weitere Belastungsgröße ermittelbar ist. Die Belastungsgröße wird der Recheneinheit 10 des Steuergeräts 1 zur Verfügung gestellt. Anhand der Belastungsgrößen wird in der Recheneinheit 10 unter Berücksichtigung der Betriebsstunden des Aktors 3 ein charakteristischer Kennwert ermittelt. Durch den Vergleich des Kennwerts mit empirischen Lebensdaueruntersuchungen ist es anhand des Kennwerts möglich, auf einen Belastungsgrad des Aktors 3 zu schließen.

[0022] Dem Steuergerät 1'' ist eine Anzeigeeinheit 6 zugeordnet. Der ermittelte Belastungsgrad des Aktors 3 ist an die Anzeigeeinheit übertragbar. Die Anzeigeeinheit 6 kann einen Nutzer, beispielsweise einen Fahrer eines Fahrzeugs auf geeignete Weise optisch, akustisch und/oder haptisch über den Belastungsgrad informieren. Dabei ist eine kontinuierliche Information, beispielsweise durch eine analoge Ausbildung der Anzeigeeinheit 6 denkbar. Mindestens wird der Nutzer jedoch bei einem hohen Belastungsgrad auf die Gefahr einer Bauteilschädigung aufmerksam gemacht. Neben einer Information des Nutzers kann aufgrund eines hohen Belastungsgrades auch eine Systemreaktion ausgelöst werden. Durch die Systemreaktion ist beispielsweise das System jederzeit in einen sicheren Zustand überführbar.

[0023] Durch die Beanspruchungsanalyse ist der Aktor 3 im Betrieb kontinuierlich und/oder in bestimmten Intervallen überwachbar. Anstelle des Aktors 3 ist

auch eine Überwachung eines anderen elektrischen und/oder mechanischen Bauteils möglich.

[0024] **Fig. 2** zeigt schematisch ein Blockschaltbild zur Ermittlung des Belastungsgrads B. Die Ermittlung erfolgt beispielsweise durch die in **Fig. 1** dargestellte Recheneinheit 10. Es ist jedoch auch denkbar, die Ermittlung auf mehrere Recheneinheiten aufzuteilen. Zunächst werden in den Blöcken 20 Belastungsgrößen  $x_1, \dots, x_4$  und im Block 21 die Betriebsdauer T ermittelt. Anhand der Belastungsgrößen  $x_1, \dots, x_4$  und der Betriebsdauer T wird in einem Block 22 ein Kennwert K ermittelt. Aus Voruntersuchungen und/oder Erfahrungswerten liegen Schadenskurven in einem Block 23 vor. Die Schadenskurven liegen beispielsweise als Wöhlerlinien vor. Im Block 24 werden der Kennwert K und die bekannte empirisch ermittelte Schadenskurve verglichen. Durch den Vergleich ist ein Belastungsgrad B ermittelbar. Der Belastungsgrad B gibt zum Beispiel Auskunft darüber, ob eine Belastung eines Bauteils im Dauerfestigkeitsbereich liegt und/oder wie hoch die Gefahr von Schädigungen eines Bauteils liegt. Bei einer großen Gefahr einer Schädigung können entsprechende Maßnahmen ergriffen werden und/oder das Bauteil ausgetauscht werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Beanspruchungsanalyse in elektrischen und/oder elektromechanischen Systemen, wobei mindestens eine systemspezifische Belastungsgröße erfasst wird und mittels der systemspezifischen Belastungsgröße mindestens ein charakteristischer Kennwert ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem Kennwert (K) ein Belastungsgrad (B) mindestens eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems bestimmbar ist und eine Ermittlung des Kennwerts (K) unter Berücksichtigung einer Betriebsdauer (T) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdauer (T) durch Betriebsstunden und/oder Lastspiele berücksichtigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch mindestens ein Steuergerät (1, 1') die Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) erfasst und/oder der Kennwert K ermittelt wird, wobei das Steuergerät (1, 1') mindestens mit einer Recheneinheit (10) ausgebildet ist und dem Steuergerät (1, 1') mindestens ein interner (12) und/oder externer Sensor (2) zugeordnet ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Belastungsgrad (B) im Betrieb eines Systems kontinuierlich und/oder in Intervallen ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes des Belastungsgrades (B) ein akustisches, optisches und/oder haptisches Signal generiert und/oder eine Systemreaktion ausgelöst wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gradient mindestens einer Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) erfasst und für die Ermittlung der Kenngröße (K) berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad (B) eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems in einem Fahrzeug und/oder einem Flugzeug ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad (B) einer elektromechanischen Lenkung umfassend mindestens einen Servomotor ermittelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad einer Bremselektronik ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad einer Aggregattechnik ermittelt wird.

11. Vorrichtung zur Beanspruchungsanalyse in elektrischen und/oder elektromechanischen Systemen, wobei mindestens eine systemspezifische Belastungsgröße erfassbar ist und mittels der systemspezifischen Belastungsgröße mindestens ein charakteristischer Kennwert ermittelbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Kennwert (K) ein Belastungsgrad (B) mindestens eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems bestimmbar ist und eine Ermittlung des Kennwerts (K) unter Berücksichtigung einer Belastungsdauer (T) erfolgt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Belastungsdauer (T) durch Betriebsstunden und/oder Lastspiele berücksichtigbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass durch mindestens ein Steuergerät (**1, 1'**) die Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) erfassbar und/oder der Kennwert ermittelt ist, wobei das Steuergerät (**1, 1'**) mindestens mit einer Recheneinheit (**10**) ausgebildet ist und dem Steuergerät mindestens eine interner (**12**) und/oder externer Sensor (**2, 2'**) zugeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11, 12

oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Belastungsgrad (B) im Betrieb eines Systems kontinuierlich und/oder in Intervallen ermittelbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes des Belastungsgrades (B) ein akustisches, optisches und/oder haptisches Signal generierbar und/oder eine Systemreaktion auslösbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gradient mindestens einer Belastungsgröße ( $x_1, \dots, x_4$ ) erfassbar und für die Ermittlung der Kenngröße (K) berücksichtigbar ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad (B) eines Bauteils eines elektrischen und/oder elektromechanischen Systems in einem Fahrzeug und/oder einem Flugzeug ermittelbar ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad einer elektromechanischen Lenkung umfassend mindestens einen Servomotor ermittelbar ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad einer Bremselektronik ermittelbar ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 17, 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Belastungsgrad einer Aggregattechnik ermittelbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

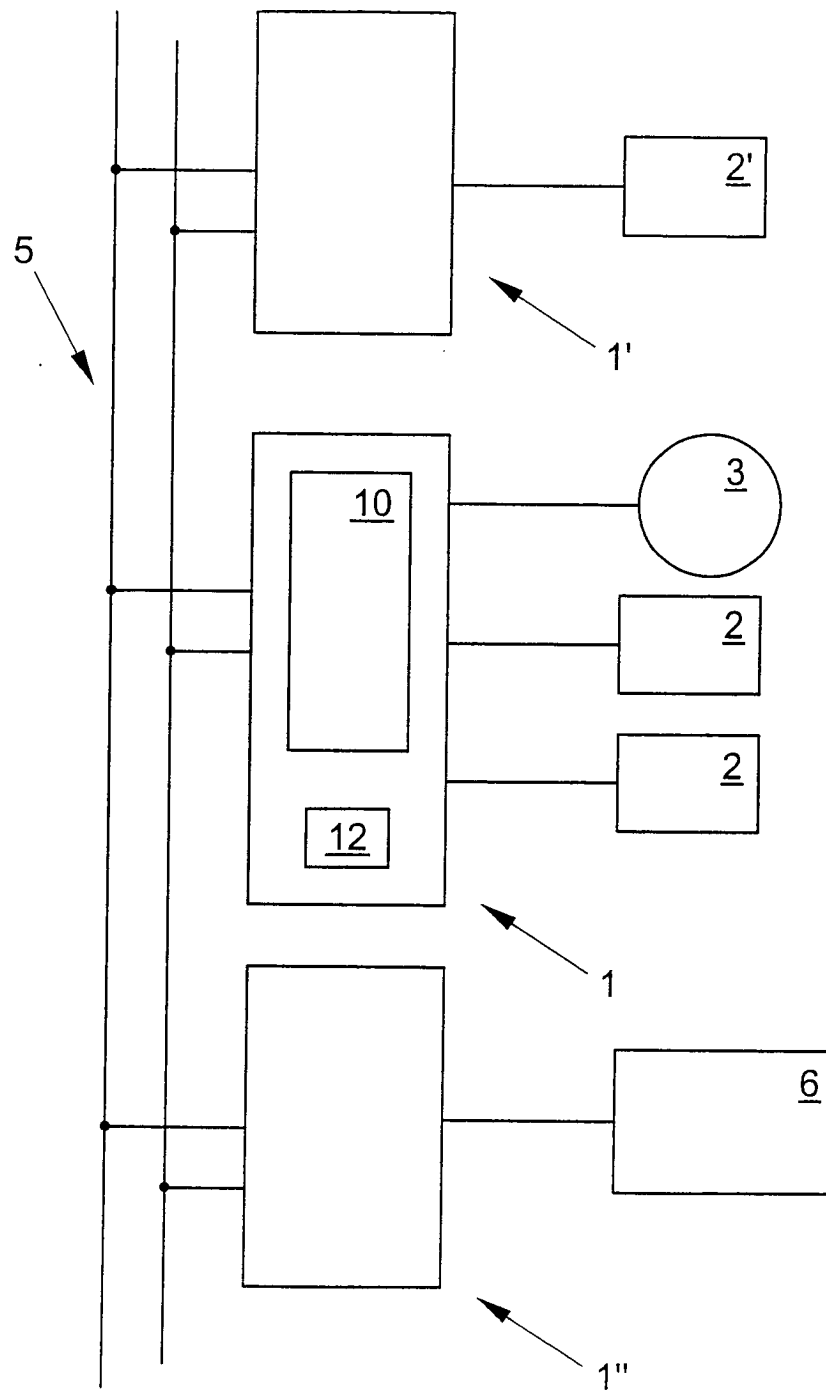


FIG. 1

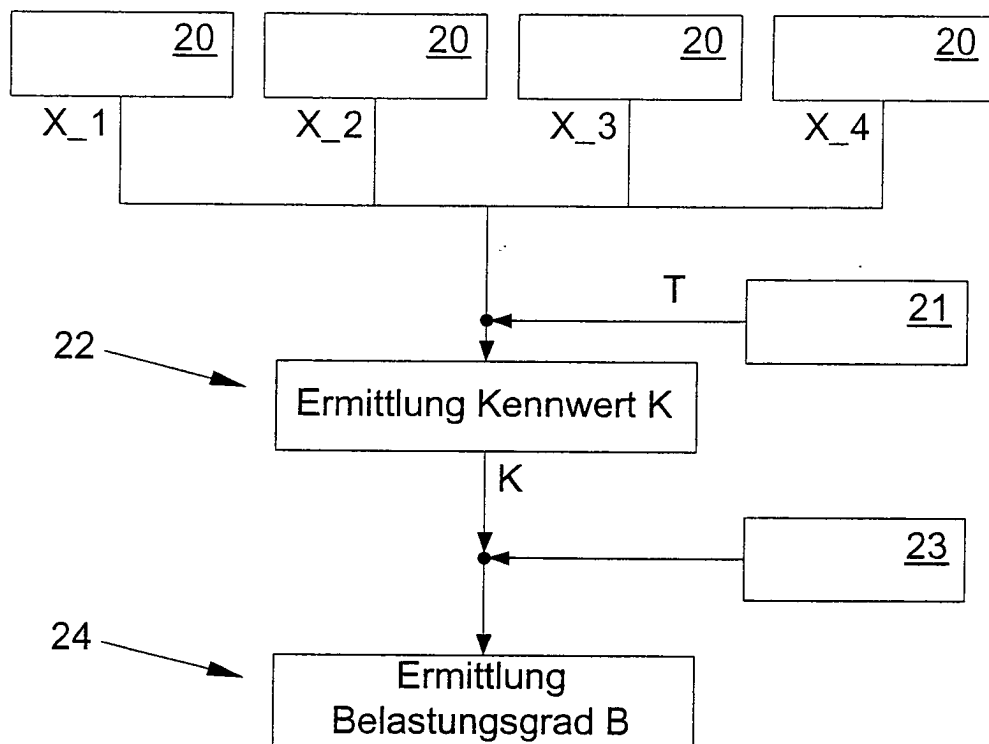


FIG. 2