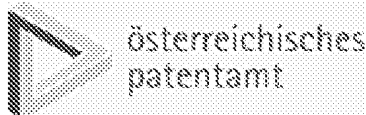


(19)



(10)

AT 516047 A4 2016-02-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 625/2014
 (22) Anmeldetag: 01.08.2014
 (43) Veröffentlicht am: 15.02.2016

(51) Int. Cl.: **G01L 5/00** (2006.01)
G01L 5/10 (2006.01)
G01L 5/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 WO 03050494 A1
 DE 19963183 A1
 GB 2397129 A
 EP 0605369 A1
 DE 102011055576 A1
 US 6789035 B1
 JP 2001311456 A
 JP S62261937 A
 WO 2004031715 A1

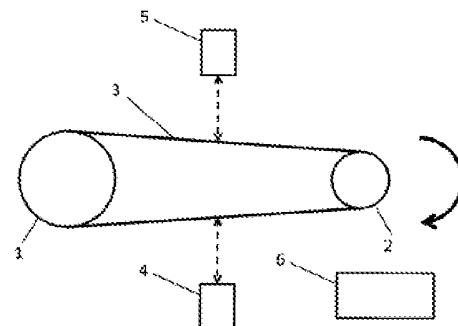
(71) Patentanmelder:
 KOMPETENZZENTRUM - DAS VIRTUELLE
 FAHRZEUG FORSCHUNGSGESELLSCHAFT
 MBH
 8010 GRAZ (AT)

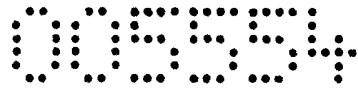
(72) Erfinder:
 Hütter Matthias Dipl.Ing.
 8501 Lieboch (AT)
 Mariani Oliver Dipl.Ing.
 6830 Rankweil (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Eigenschaften von riemen- und kettengetriebenen Nebenaggregaten**

(57) Vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der Leistungsaufnahme eines Nebenaggregates (2) dar, welches über einen Keilriemen oder Kettentrieb (3) angetrieben wird. Die Bestimmung der Leistungsaufnahme erfolgt berührungslos an zwei Messstellen durch Bestimmung der Eigenfrequenzen der jeweiligen Abschnitte des Keilriemens oder der Kette (3) nach der Last und vor der Last. Die Auswertung der Leistungsaufnahme erfolgt über die Differenz der beiden Eigenfrequenzen.

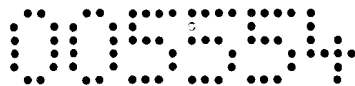
Fig. 1:





ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der Leistungsaufnahme eines Nebenaggregates (2) dar, welches über einen Keilriemen oder Kettentrieb (3) angetrieben wird. Die Bestimmung der Leistungsaufnahme erfolgt berührungslos an zwei Messstellen durch Bestimmung der Eigenfrequenzen der jeweiligen Abschnitte des Keilriemens oder der Kette (3) nach der Last und vor der Last. Die Auswertung der Leistungsaufnahme erfolgt über die Differenz der beiden Eigenfrequenzen.



Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Eigenschaften von riemen- und kettengetriebenen Nebenaggregaten

STAND DER TECHNIK

Verfahren und Vorrichtungen zur Messung der Keilriemenspannung mittels Eigenfrequenzbestimmung an einer Messstelle sind dem Stand der Technik bekannt. So beschreiben etwa:

- die JPH0798246 A (NATURAL FREQUENCY MEASURING INSTRUMENT AND TENSION MEASURING INSTRUMENT USING IT),
- die WO2014091713 A1 (NATURAL-FREQUENCY MEASUREMENT DEVICE, BELT-TENSION CALCULATION PROGRAM AND METHOD, AND BELT NATURAL-FREQUENCY CALCULATION PROGRAM AND METHOD),
- die WO2014068888 A1 (BELT TENSION CALCULATING PROGRAM, BELT NATURAL FREQUENCY CALCULATING PROGRAM, AND METHOD AND DEVICE FOR SAME),
- die US2005274197 A1 (Systems and methods for measuring belt tension)
- die JP2005337846 A (TENSION MEASURING METHOD OF BELT-LIKE PLATE)
- die JP2005257350 A (BELT TENSIO METER)
- die JP2001304993 A (APPARATUS FOR MEASURING FREE OSCILLATION AND APPARATUS FOR MEASURING TENSION)
- die DE102012020967A1 (Verfahren zum Bestimmen einer Riemenvorspannung)
- die DE000004033778A1 (Verfahren zum Ermitteln der Spannung von Treibriemen)

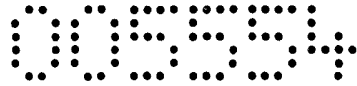
relevante Verfahren und Vorrichtungen dazu.

Vorliegende Erfindung dient zur Bestimmung der Leistungsaufnahme (Last) eines Nebenaggregates, welches über einen Keilriemen oder Kettentrieb angetrieben wird. Die vorliegende Erfindung grenzt sich gegenüber dem Stand der Technik dadurch ab, dass die Bestimmung der Leistungsaufnahme durch zwei Messstellen erfolgt, wobei eine Messstelle nach der Last (d.h. in Drehrichtung des Riemens oder der Kette nach dem Nebenaggregat) und eine Messstelle vor der Last liegt. In beiden Fällen wird über das zeitliche Abstandssignal die Eigenfrequenzen der entsprechenden Abschnitte des Keilriemens oder der Kette bestimmt. Die Auswertung der Leistungsaufnahme erfolgt über die Differenz der beiden Eigenfrequenzen.

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur on-line, on-board Messung von Nebenaggregat-Leistungsverbräuchen zu ermöglichen und damit eine bedarfsorientierte Steuerung der Nebenaggregate sowie eine Effizienzüberwachung zu ermöglichen.

BESCHREIBUNG

Der Energieverbrauch von Nebenaggregaten am Keilrippenriemen von Kraftfahrzeugen wie z.B. Klimakompressor, Lichtmaschine, Servopumpe und Wasserpumpe spielt bei der Optimierung des Gesamtenergieverbrauchs eines Fahrzeugs eine bedeutende Rolle.



Im Prototypenstadium bei der Entwicklung neuer Fahrzeuge werden die Riemenscheiben dieser Nebenverbraucher mit Drehmomentaufnehmern ausgestattet, um die aufgenommenen Leistungen der Verbraucher zu messen. Die dazu nötige Messtechnik ist sehr aufwändig, teuer und der Einbau kompliziert.

Aus diesem Grund wird in vorliegender Erfindung das Drehmoment eines Nebenverbrauchers über die lastabhängige Änderung der Eigenfrequenz des Riemens bestimmt.

Die Eigenfrequenz des Riemens wird beispielsweise berührungslos mit Hilfe zweier Laserwegaufnehmern vor und hinter der Last gemessen.

Aus der Differenz der beiden Eigenfrequenzen kann mithilfe der Saitenschwinggleichung auf die Riemenspannung und somit auf das Drehmoment zurück gerechnet werden.

Mit dieser Methode kann mit einfachen Mitteln und ohne Eingriff in das Antriebssystem die Leistungsaufnahme eines Nebenverbrauchers bestimmt werden.

Zur besseren Verdeutlichung der vorliegenden Erfindungen werden Figuren angeführt. In diesen zeigt:

Fig. 1: Den schematischen Aufbau der Erfindung mit Antriebsrad (1), angetriebenem Rad (Last) (2), Riemen oder Kette (3), berührungslosem Wegmesssystem vor der Last (z.B. Laser-Triangulations-Wegaufnehmer) (4), berührungslosem Wegmesssystem nach der Last (z.B. Laser-Triangulations-Wegaufnehmer) (5) und die Auswerteeinheit (6), in welcher die Differenz der Kräfte vor und nach Last aus $\text{Last} \cdot \text{Hebelarm} = \text{Moment}$ berechnet werden

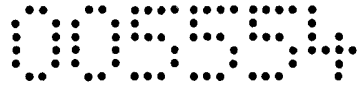
Fig. 2: Das Frequenzspektrum für beispielhafte Messergebnisse von Last- und Leertrum am Prüfstand

Fig. 3: Die Spektren einer beispielhaften Messung. In diesem Diagramm sind die Riemeneigenfrequenzen vor dem Generator dargestellt. Dabei entspricht die blaue Kurve einer Messung ohne Last am Generator und die rote Kurve einer Last von ca. 1100 W. Dabei wurde der Strom, den die Lichtmaschine abgibt zur Leistungsmessung herangezogen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Bei Personenkraftwagen ist es üblich, Nebenverbraucher wie Klimakompressor, Lichtmaschine, Servopumpe bzw. Kühlmittelpumpe über einen Keilrippenriemen oder eine Kette anzutreiben. Die Optimierung dieser Nebenverbraucher kann einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung und somit Kraftstoffeinsparung beitragen.

Bisher wird der Leistungsbedarf dieser Aggregate gemessen, indem Drehmomentmessaufnehmer in die Riemenscheiben appliziert werden und deren Signale mithilfe induktiver Übertragung abgegriffen werden. Diese Technik ist sehr teuer und aufwändig, da das Fahrzeug dafür umfangreich adaptiert werden muss. Weiters bedeutet es einen Eingriff und somit eine Veränderung des Systems und dessen Verhaltens.



Aus diesem Grund wird mit vorliegender Erfindung mithilfe eines einfacheren Prinzips die Bestimmung der Leistungsaufnahme von Nebenverbrauchern ermöglicht. Es wird damit ein System entwickelt, welches mit geringem mechanischen Aufwand auch nachträglich in ein bestehendes Fahrzeug eingebaut werden kann, und das die aufgenommene Leistung mit hinreichender Genauigkeit ermittelt.

Dazu werden pro Nebenaggregat zwei Wegaufnehmer benötigt. Diese messen berührungslos den Abstand zum Keilrippenriemen einmal vor und einmal nach der Last.

Mit einer Fourieranalyse werden aus der Schwingung des Riemens die auftretenden Frequenzen bestimmt.

Aus den Eigenfrequenzen der Riemen, den freien Schwinglängen und dem Massenbelag des Riemens kann dann mithilfe der Saitenschwinggleichung auf die Spannungen im Riemen vor bzw. nach dem Verbraucher zurückgerechnet werden.

$$f = \frac{1}{L} * \sqrt{\frac{S}{4 * \mu}}$$

f....Schwingfrequenz [Hz]

L....freie Schwinglänge [m]

S....Seilkraft [N]

μ....Massebelag [kg/m]

Für diese Anwendung ergeben sich folgende Zusammenhänge.

$$f_1 = \frac{1}{L_1} * \sqrt{\frac{S_1}{4 * \mu}}$$

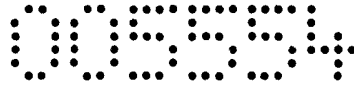
$$f_2 = \frac{1}{L_2} * \sqrt{\frac{S_2}{4 * \mu}}$$

weitere gilt:

$$M = (S_1 - S_2) * R$$

und:

$$P = M * \omega$$



nach einigen Umformungen folgt daraus:

$$M = 4 * \mu * R * (f_1^2 * L_1^2 - f_2^2 * L_2^2)$$

und:

$$P = 4 * \mu * R * \omega * (f_1^2 * L_1^2 - f_2^2 * L_2^2)$$

f_1Eigenfrequenz Lasttrum [1/s]

f_2Eigenfrequenz Leertrum [1/s]

L_1freie Schwinglänge des Lasttrums [m]

L_2freie Schwinglänge des Leertrums [m]

S_1Spannkraft im Riemenlasttrum[N]

S_2 Spannkraft im Riemenleertrum [N]

μMassebelag des Riemens [kg/m]

RRadius der Riemenscheibe [m]

ωWinkelgeschwindigkeit [rad/s]

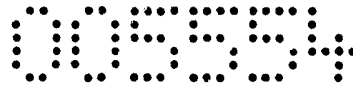
MLastmoment [Nm]

PLeistung des Nebenverbrauchers [W]

Die Differenz dieser Spannungen erzeugt mit dem Radius der Riemenscheibe ein der anliegenden Last entsprechendes Drehmoment. Dieses Drehmoment multipliziert mit der Drehzahl des Nebenaggregats ergibt die Leistung.

Die oben angeführten Gleichungen für Leistung bzw. das Lastmoment gelten auch bei nichtparalleler Riemenführung. Das heißt, sie gelten auch, wenn beispielsweise der untere Riemen waagrecht und der obere Riemen unter einem Winkel von 30° zur Riemenscheibe der Last führen.

Die Eigenschwingung der Wegaufnehmer kann das Ergebnis verfälschen. Daher sieht eine weitere Ausführungsform der Erfindung die Verwendung von Beschleunigungssensoren direkt an den berührungslosen Wegaufnehmern vor. Unter Kenntnis des zeitlichen Verlaufs der Beschleunigung der beiden Wegaufnehmer ist es für Vorrichtung und Verfahren möglich, diese Fehlerquelle herauszurechnen und die Robustheit des Verfahrens zu erhöhen.



ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Eigenschaften von riemen- und kettengetriebenen Nebenaggregaten, **dadurch gekennzeichnet, dass**

zwei Wegaufnehmer (4) und (5) an jeweils einer Stelle vor und nach der Last (2) vorgesehen sind, welche berührungslos den Abstand zum Keilriemen oder Kette (3) als Funktion der Zeit einmal vor und einmal nach der Last (2) bestimmen und

eine Auswerteeinheit (6) vorgesehen ist, welche über eine Fourieranalyse aus dem zeitlichen Abstand (d.h. Schwingung) des Riemens oder der Kette (3) die auftretenden Frequenzen bestimmt und aus der Eigenfrequenz des Riemens oder der Kette (3), den freien Schwinglängen und dem Massenbelag des Riemens oder der Kette (3) mithilfe der Saitenschwinggleichung die Spannungen (d.h. Kräfte) im Riemen oder der Kette (3) vor bzw. nach dem Verbraucher (2) ermittelt und welche aus der Differenz der Kräfte vor und nach Last aus Multiplikation von Last mit Hebelarm das Moment und multipliziert mit der Drehzahl die Leistungsaufnahme des Nebenaggregates bestimmt.

2. Verfahren zur Bestimmung der Eigenschaften von riemen- und kettengetriebenen Nebenaggregaten, **dadurch gekennzeichnet, dass**

in einem ersten Verfahrensschritt aus den beiden zeitlichen Abstandssignalen zwischen Wegaufnehmer und Keilriemen oder Kette (3) jeweils vor und nach einer Last (Nebenaggregat) (2) mit Hilfe einer Fouriertransformation die Eigenfrequenzen als Peaks in der Fouriertransformation bestimmt werden,

in einem zweiten Verfahrensschritt aus Eigenfrequenzen der Riemen oder Kette (3), den freien Schwinglängen und dem Massenbelag des Riemens oder der Kette (3) mithilfe der Saitenschwinggleichung die Spannungen im Riemen oder in der Kette (3) vor bzw. nach dem Verbraucher (2) berechnet wird,

in einem dritten Verfahrensschritt ein der anliegenden Last entsprechendes Drehmoment aus der Differenz dieser Spannungen mit dem Radius der Riemenscheibe ermittelt wird und

in einem vierten Verfahrensschritt die Leistungsaufnahme an der Last (Leistung des Nebenaggregates) (2) durch Multiplikation des Drehmomentes mit der Drehzahl des Nebenaggregates ermittelt wird.

005554

FIGUREN

Fig. 1:

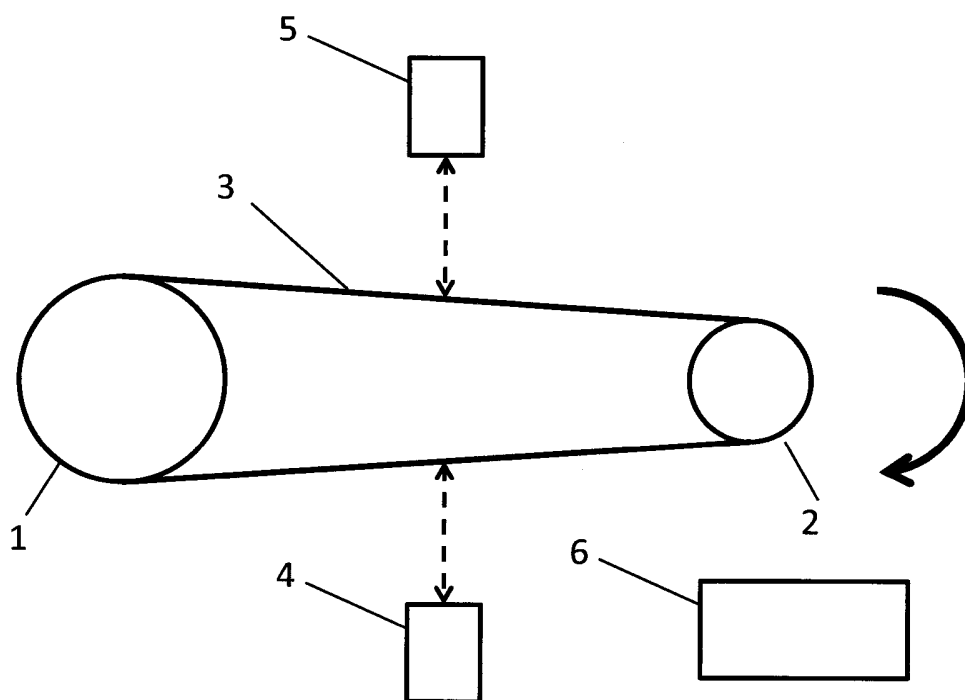
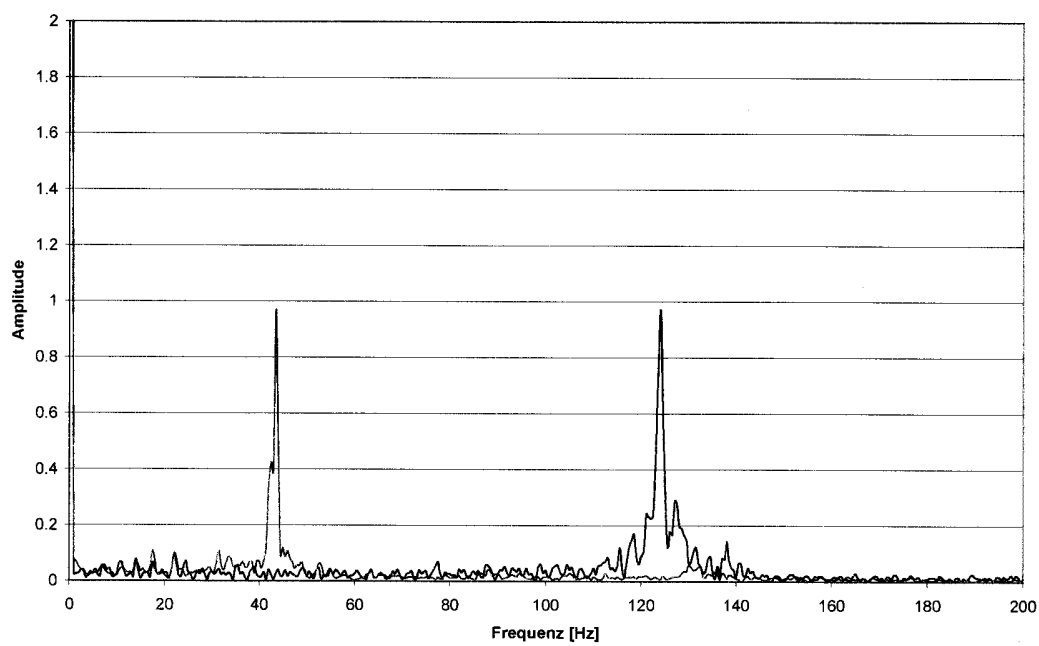


Fig. 2:

Riemeneigenfrequenzen (Drehzahl 22 1/s, Drehmoment 12 Nm, 536 N Riemenvorspannkraft)



00554

Fig. 3:

