



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **705 533 A2**

(51) Int. Cl.: **G01H 17/00** (2006.01)
F02B 77/08 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer:	01512/11	(71) Anmelder: Wärtsilä Schweiz AG, Zürcherstrasse 12 8401 Winterthur (CH)
(22) Anmeldedatum:	13.09.2011	(72) Erfinder: Robert Gläser, 8442 Hettlingen (CH) Roman Rusch, 9108 Gonten (CH)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	15.03.2013	(74) Vertreter: Sulzer Management AG Patentabteilung/0067, Zürcherstrasse 14 8401 Winterthur (CH)

(54) **Verfahren zur Messung von Schwingungen an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, sowie Vorrichtung zur Schwingungsmessung.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von Schwingungen an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen an einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, wobei zur Messung der Schwingungen eine schwingungsempfindliche Sensoreinheit mit der Maschine mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen Hubkolbenbrennkraftmaschine, in schwingungsempfindlichen Kontakt gebracht wird. Erfindungsgemäss wird als schwingungsempfindliche Sensoreinheit ein Smartphone oder einen iPod touch verwendet. Die Erfindung betrifft weiter ein Smartphone oder einen iPod touch zur Durchführung des Verfahrens, sowie ein entsprechendes Computerprogrammprodukt für ein Smartphone oder einen iPod touch.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von Schwingungen an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen an einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, ein Smartphone oder einen iPod touch zur Durchführung von Schwingungsmessungen, sowie ein Computerprogrammprodukt für ein Smartphone oder iPod touch gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche 1, 7 und 10.

[0002] Grossdieselmotoren werden häufig als Antriebsaggregate für Schiffe oder auch im stationären Betrieb, z.B. zum Antrieb grosser Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Dabei laufen die Motoren in der Regel über beträchtliche Zeiträume im Dauerbetrieb, was hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit und die Verfügbarkeit stellt. Daher sind für den Betreiber insbesondere lange Wartungsintervalle, geringer Verschleiss und ein wirtschaftlicher Umgang mit Brenn- und Betriebsstoffen, insbesondere auch der Schmiermittelverbrauch zentrale Kriterien für den Betrieb der Maschinen.

[0003] Ein wichtiger Indikator für einen einwandfreien Betrieb oder eben aber auch für Störungen ist dabei das Schwingungsverhalten des Motors im Betriebszustand. Das trifft im Prinzip auf alle Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, also auch auf alle Hubkolbenbrennkraftmaschinen zu, insbesondere auch die zuvor genannten längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotoren.

[0004] Dabei ist es häufig so, dass der Maschinist vor Ort, beispielsweise auf einem Schiff, das sich gerade auf hoher See befindet, ein vom normalen Zustand abweichendes Verhalten der Maschine wahrnimmt. Zum Beispiel werden auffällige Geräusche wahrgenommen, oder besonders starke, von der Norm abweichende Schwingungen des Motors oder ein anderes Indiz, das auf einen nicht einwandfreien Betriebszustand schliessen, oder einen solchen zumindest vermuten lässt.

[0005] In solchen Fällen kann eine Analyse des Schwingungsverhaltens des Motors sehr häufig Aufschlüsse über die Ursache der Störung geben. Dazu muss jedoch in den meisten Fällen eine quantitative Analyse der Schwingungsmuster des Motors im Betriebszustand erstellt werden. Das ist bisher nur mit aufwändiger Sensortechnik möglich, die in jedem Fall sehr teuer ist, aufwändig in der Handhabung und schwierig in der Bedienung ist oder in vielen Fällen gar nicht verfügbar ist.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren, eine Vorrichtung und ein Computerprogrammprodukt zur Verfügung zu stellen, so dass auf einfache Weise das Schwingungsverhalten von Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotors vor Ort im Betriebszustand messbar bzw. analysierbar ist, wobei auf eine aufwändige Sensorausrüstung vollständig verzichtet werden kann, die Bedienung sehr einfach ist und eventuell auch von wenig geschultem Personal vorgenommen werden kann, und die Messdaten auf einfache Weise, möglichst automatisch an einen fachkundigen Experten an einem beliebigen Ort weitergeleitet werden können, der die gemessenen Schwingungsdaten mittels vorhandener Mittel, wie z.B. mittels geeigneter Computer und Software unmittelbar nach deren Messung auswerten und somit das Bedienungspersonal vor Ort bei der Analyse und Behebung eines eventuell aufgetretenen Fehlers an der Hubkolbenbrennkraftmaschine unterstützen kann.

[0007] Die diese Aufgaben lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0008] Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0009] Die Erfindung betrifft somit ein Verfahren zur Messung von Schwingungen an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, wobei zur Messung der Schwingungen eine schwingungsempfindliche Sensoreinheit mit der Maschine mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen Hubkolbenbrennkraftmaschine in schwingungsempfindlichen Kontakt gebracht wird. Erfindungsgemäss wird als schwingungsempfindliche Sensoreinheit ein Smartphone oder einen iPod touch verwendet.

[0010] Geräte wie zum Beispiel das iPhone 4G von der Firma Apple, der iPod touch oder Smartphones anderer Hersteller, sind häufig mit drei Beschleunigungssensoren ausgerüstet, d.h. diese Geräte sind fähig in alle Richtungen Beschleunigungen zu messen. Für das iPhone existiert sogar bereits eine Software um die Beschleunigung aller 3 Sensoren auf dem Display anzeigen zu lassen z.B. mit der Anwendung «iSeismometer».

[0011] Dabei hat sich herausgestellt, dass die technischen Spezifikationen dieser Geräte durchaus ausreichen, um Messungen des Schwingungsverhaltens z.B. von längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotoren mit ausreichender Genauigkeit durchzuführen. Typische technische Daten der am Markt erhältlichen Geräte sind eine Sensitivity von 0.02g, Messbereiche von z.B. +/-2 g, Sampling Raten bis zu 100Hz, so dass Frequenzen bis 50Hz problemlos messbar sind, d.h. bis zur Ordnung 25, was insbesondere für grosse Marine Dieselmotoren meist völlig ausreichend ist.

[0012] Die Erkenntnis der vorliegenden Erfindung ist es somit, dass man mit Hilfe vorgenannter Smartphones oder einem iPod touch mit den eingebauten Sensoren Schwingungen an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, insbesondere an Hubkolbenbrennkraftmaschine messen kann und die gemessenen Daten z.B. per E-Mail oder via Internet direkt an eine fachkundige Service Person verschicken kann, die diese dann auswerten und das Personal vor Ort z.B. bei der Reparatur oder einer Neujustierung der Maschine unterstützen kann.

[0013] Für spezielle Anwendungen ist es dabei möglich, über eine Schnittstelle des Smartphone oder iPod touch auch zusätzliche Sensoren extern anzuschliessen. Dabei wird in einem speziellen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein Computerprogrammprodukt zur Verfügung gestellt, welches auf Zweitakt Marine Dieselmotoren zugeschnitten ist. So kann beispielsweise Im Falle von Schwingungsproblemen der Chief Engineer mit Hilfe seines Smartphones oder iPod touch die Schwingungen der Maschine direkt messen, die relevanten Werte unmittelbar auf dem Display anzeigen lassen (RMS-Werte), mit dem Smartphone auch gleichzeitig eventuell ein Foto des Problems machen, - und schliesslich ebenfalls mit Hilfe des Smartphones und der entwickelten Software direkt an eine fachkundige Servicekraft rapportieren.

[0014] Damit ist es durch die Erfindung erstmals möglich, auf einfache Weise das Schwingungsverhalten an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines längsgespülten Zweitakt-Grossdielmotors vor Ort im Betriebszustand zu messen bzw. zu analysieren, wobei auf eine aufwändige Sensorausrüstung vollständig verzichtet werden kann, die Bedienung sehr einfach ist und eventuell auch von wenig geschultem Personal vorgenommen werden kann. Die Messdaten können auf einfache Weise, sogar automatisch ohne Zutun des Bedieners an einen fachkundigen Experten an einem beliebigen Ort weitergeleitet werden, der die gemessenen Schwingungsdaten mittels vorhandener Mittel, wie z.B. mittels geeigneter Computer und Software unmittelbar nach deren Messung auswerten und somit das Bedienungspersonal vor Ort bei der Analyse und Behebung eines eventuell aufgetretenen Fehlers an der Hubkolbenbrennkraftmaschine unterstützen kann.

[0015] Ausserdem können auf sehr einfache Weise Zusatzinformationen, z.B. über den speziellen Typ des Motors oder sichtbar aufgetretene Schäden am Motor usw. unmittelbar und zusammen mit den Messdaten der Schwingungsmessungen, z.B. durch Aufnahme von charakteristischen Geräuschen in eine Tondatei oder von Fotos in eine Bilddatei an den fachkundigen Experten weitergeleitet werden.

[0016] Bei einem besonders bevorzugten Verfahren bzw. einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines Smartphones oder iPod touch der vorliegenden Erfindung wird eine die Schwingungen vermittelnde Schutzhülle für das Smartphone oder iPod touch vorgesehen. Die Schutzhülle kann einerseits das Smartphone oder iPod touch vor Beschädigungen und Verschmutzungen schützen. Andererseits kann die Schwingungen vermittelnde Schutzhülle auch als Frequenzfilter, insbesondere als Tiefpass ausgebildet sein, so dass im Wesentlichen nur die interessierenden Frequenzbereiche der Schwingungen einer Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen des Motors aufgezeichnet werden, wodurch die Empfindlichkeit der Messung verbessert wird und störende Signale von vorneherein unterdrückt werden.

[0017] Im Speziellen können an der Schwingungen vermittelnde Schutzhülle auch z.B. Markierungen vorgesehen sein, die dem Bedienpersonal vor Ort Hilfestellung und Anleitung für die korrekte Positionierung des Smartphones oder iPod touch am Motor geben, so dass zum Beispiel die verschiedenen Schwingungsmoden bzw. die Richtungen der aufgezeichneten Schwingungen korrekt zugeordnet werden können.

[0018] Für spezielle Anwendungen oder um das Smartphone oder iPod touch nicht direkt den oftmals sehr starken Vibrationen der Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, wie z.B. eines Motors auszusetzen zu müssen, kann zur Messung der Schwingungen am Smartphone oder am iPod touch auch ein externer Schwingungssensor vorgesehen werden. Der externe Sensor kann dabei insbesondere auch dann nützlich sein, wenn das Smartphone oder das iPod touch nicht direkt an einer bestimmten Stelle zum Beispiel am Motor positioniert werden kann.

[0019] Bevorzugt werden dabei mindestens zwei, bevorzugt drei Schwingungsmoden getrennt voneinander gemessen, wobei je nach Anforderung zwischen longitudinalen und transversalen Schwingungen und/oder den drei Raumrichtungen unterschieden werden kann.

[0020] Besonders bevorzugt werden die Messergebnisse der Schwingungsmessung zur Auswertung vom Smartphone oder vom iPod touch direkt zu einer elektronischen Auswerteeinheit, bevorzugt drahtlos und/oder über das Internet übermittelt, wo sie zur weiteren Verwendung gespeichert oder aber zur Fehleranalyse und Fehlerbehebung direkt von einer fachkundigen Person bearbeitet werden können.

[0021] Neben dem erfindungsgemässen Verfahren und einem Smartphone bzw. iPod Touch zur Durchführung des Verfahrens betrifft die Erfindung auch ein Computerprogrammprodukt für ein Smartphone oder einen iPod touch, im speziellen sein sogenanntes «App» zur Durchführung eines Verfahrens der Erfindung mittels eines erfindungsgemässen Smartphones oder iPod touch.

[0022] Es versteht sich von selbst, dass die in dieser Anmeldung beschriebenen Beispiele erfindungsgemässer Ausführungsformen lediglich exemplarisch zu verstehen sind, und insbesondere auch alle geeigneten Kombinationen der dargestellten Ausführungsbeispiele von der Erfindung umfasst sind. Dabei versteht der Fachmann ohne weiteres einfache Weiterbildungen der Erfindung, auch wenn diese nicht explizit beschrieben sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung von Schwingungen an Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen an einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, wobei zur Messung der Schwingungen eine schwingungsempfindliche Sensoreinheit mit der Maschine mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen, im Speziellen Hubkolbenbrennkraftmaschine in schwingungsempfindlichen Kontakt gebracht wird,

dadurch gekennzeichnet, dass als schwingungsempfindliche Sensoreinheit ein Smartphone oder einen iPod touch verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei am Smartphone oder iPod touch eine die Schwingungen vermittelnde Schutzhülle vorgesehen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Schwingungen vermittelnde Schutzhülle als Frequenzfilter, insbesondere als Tiefpass ausgebildet ist.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Messung der Schwingungen am Smartphone oder iPod touch ein externer Schwingungssensor vorgesehen wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei, bevorzugt drei Schwingungsmoden getrennt voneinander gemessen werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Auswertung ein Messergebnis der Schwingungsmessung vom Smartphone oder iPod touch zu einer elektronischen Auswerteeinheit, bevorzugt drahtlos und / oder über Internet übermittelt wird.
7. Smartphone oder iPod touch zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche.
8. Smartphone oder iPod touch nach Anspruch 7, wobei am Smartphone oder iPod touch eine die Schwingungen vermittelnde Schutzhülle vorgesehen ist, wobei die Schwingungen vermittelnde Schutzhülle bevorzugt als Frequenzfilter, insbesondere als Tiefpass ausgebildet ist.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Messung der Schwingungen am Smartphone oder iPod touch ein externer Schwingungssensor vorgesehen ist.
10. Computerprogrammprodukt für ein Smartphone oder iPod touch nach einem der Ansprüche 7 bis 9, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6.