



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

## 214 934

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) G 01 P 21/00

### AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 P/ 2500 777

(22) 21.04.83

(44) 24.10.84

(71) AMT FUER STANDARDISIERUNG, MESSWESEN UND WARENPRUEFUNG, BERLIN,  
(72) MARTENS, HANS-JUERGEN VON., DR.-ING., DD

(54) ANORDNUNG ZUM KALIBRIEREN VON BESCHLEUNIGUNGSMESSGERAETEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Kalibrieren von Beschleunigungsmeßgeräten nach der Methode der Neigung im Erdschwerefeld. Bei der Anordnung werden von außen einwirkende Störschwingungen erfindungsgemäß dadurch unterdrückt, daß das Beschleunigungsmeßgerät an ein Teil angekoppelt wird, das mittels einer am schwenkbaren Teil befestigten reibungsarmen Geradführung verschiebbar in der Richtung gelagert ist, welche mit der vorgesehenen Meßrichtung des angekoppelten Beschleunigungsmeßgerätes übereinstimmt, und auf das eine Feder wirkt, welche die in dieser Richtung abwärts wirkende Komponente der Gewichtskraft des geführten Teils kompensiert. Dabei bilden Feder und Masse ein mechanisches Übertragungssystem mit Tiefpaßcharakter für die in die vorgesehene Meßrichtung fallenden Komponenten mechanischer Störschwingungen.

## Anordnung zum Kalibrieren von Beschleunigungsmeßgeräten

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zum Kalibrieren von Beschleunigungsmeßgeräten, Verzögerungsmeßgeräten und Beschleunigungsaufnehmern, die eine konstante Anregungsbeschleunigung bis zum Wert der örtlichen Fallbeschleunigung erzeugt.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Messung der Empfindlichkeit von Beschleunigungsmeßgeräten und Verzögerungsmeßgeräten sowie zur Messung des Übertragungsfaktors von Beschleunigungsaufnehmern bei konstanter Anregungsbeschleunigung ist die Anordnung bekannt, bei der eine Plattform mit dem darauf befestigten Meßgerät oder Aufnehmer im Erdschwerefeld um einen bestimmten Winkel, der die in der vorgesehenen Meßrichtung wirkende Komponente der örtlichen Fallbeschleunigung festlegt, verstellt wird (ISO/DE 5347 Standard Methods for the Calibration of Vibration and Shock Pickups, ISO/TC 108/SC 3 1979). Der Neigungswinkel der vorgesehenen Meßrichtung des Meßgerätes bzw. des Aufnehmers bestimmt die in Meßrichtung einwirkende Anregungsbeschleunigung nach der Beziehung

$$a = g \cdot \sin \alpha. \quad (1)$$

In Gleichung (1) bedeuten  $a$  die Anregungsbeschleunigung,  $g$  die örtliche Fallbeschleunigung und  $\alpha$  den Neigungswinkel in bezug auf die Horizontale, der im Grenzfall  $\pm 90^\circ$  betragen kann.

Die Kalibrierengenauigkeit wird beeinträchtigt durch am Aufstellungsort vorhandene Bodenbewegungen, die z. B. durch Straßen- und Schienenverkehr in der Umgebung hervorgerufen werden. Zur Verminderung des verfälschenden Einflusses solcher Störschwingungen läßt sich die Kalibrieranordnung auf einem bekannten Schwingfundament aufstellen, das den Teil des Frequenzspektrums der Störschwingungen unterdrückt, der oberhalb der Resonanzfrequenz des tief abgestimmten Feder-Masse-Systems liegt.

Nachteilig ist dabei, daß Verlagerungen des Schwerpunktes des federnd gelagerten Systems zu Änderungen des Neigungswinkels und damit zu einer Verfälschung des Wertes der Anregungsbeschleunigung führen können. Ein weiterer Nachteil besteht in dem hohen Aufwand, der zur Auslegung des Schwingfundamentes für eine ausreichend niedrige Resonanzfrequenz getrieben werden muß. Dabei wird der Aufwand nicht nur durch die große, nachgiebig zu lagernde Masse bestimmt, sondern auch durch die Forderung, daß die Tiefpaßwirkung sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung vorhanden sein muß. Diese Forderung ergibt sich aus dem Neigungsbereich der Plattform.

### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Anordnung zum Kalibrieren von Beschleunigungsmeßgeräten mit konstanter Anregungsbeschleunigung bis zum Wert der örtlichen Fallbeschleunigung zu schaffen, bei der von außen einwirkende Störschwingungen unterdrückt werden und die Nachteile der Anwendung eines Schwingfundamentes in bezug auf unkontrollierte Winkeländerungen und auf den hohen Aufwand bei Auslegung für eine tiefe Resonanzfrequenz vermieden werden.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

#### - Technische Aufgabe der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zum Kalibrieren von Beschleunigungsmeßgeräten nach der Methode der Neigung im Erdschwerefeld zu schaffen, bei der sich auf dem schwenkbaren Teil ein mechanisches Übertragungssystem mit Tiefpaß-

charakter befindet, welches die in die Meßrichtung des angekoppelten Beschleunigungsmeßgerätes fallenden Komponenten von Bodenbewegungen, die auf das schwenkbare Teil gelangen, unterdrückt.

#### - Merkmale der Erfindung

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Beschleunigungsmeßgerät an ein Teil angekoppelt wird, das mittels einer am schwenkbaren Teil befestigten reibungsarmen Geradföhrung verschiebbar in der Richtung gelagert ist, welche mit der vorgesehenen Meßrichtung des angekoppelten Beschleunigungsmeßgerätes übereinstimmt, und auf das eine Feder wirkt, welche die in dieser Richtung abwärts wirkende Komponente der Gewichtskraft des geföhrten Teils kompensiert. Dabei bilden Feder und Masse ein mechanisches Übertragungssystem mit Tiefpaßcharakter, das unabhängig vom eingestellten Winkel des schwenkbaren Teils die in die vorgesehene Meßrichtung fallenden Komponenten der Frequenzanteile mechanischer Störschwingungen, die oberhalb der Resonanzfrequenz des Übertragungssystems liegen, unterdrückt.

#### Ausführungsbeispiel

Anhand der zugehörigen Zeichnung wird die erfindungsgemäße Anordnung an einem Ausführungsbeispiel erläutert. Fig. 1 zeigt das Schema einer Ausführungsform der Anordnung mit kurzhubiger magnetischer Geradföhrung und mit einer nichtlinearen Feder, welche im Bereich kleiner Anregungsbeschleunigungen eine besonders wirksame Unterdrückung der Störschwingungen ermöglicht.

Gemäß Fig. 1 enthält die Anordnung ein Gestell 1, in dem das schwenkbare Teil 2 gelagert ist. Auf diesem ist die magnetische Geradföhrung 3 befestigt, die das Teil 4 mit dem angekoppelten Beschleunigungsaufnehmer 5 in der Richtung, die den Winkel  $\alpha$  zur Horizontalen bildet, reibungsfrei föhrt. Am Teil 4 ist eine nichtlineare Biegefeder 6 angebracht, deren Federauge 7 auslenkbar ist. Dieses Federauge ist mittels des Seilzuges 8, der über die Umlenkrolle 9 läuft, mit dem Ausleger 10 der Zahnstange 11 verbunden. Die Zahnstange wird durch eine Geradföhrung 12 in

vertikaler Richtung geführt. Das Ritzel 13 ist mit dem schwenkbaren Teil 2 starr verbunden. Zur Messung des Winkels  $\alpha$  ist auf dem schwenkbaren Teil die Winkellibelle mit Meßmikroskop 14 angeordnet. Das Kalibrieren eines Beschleunigungsmeßgerätes erfolgt nach der bekannten Verfahrensweise der Zuordnung der Anzeigen, die das an den Beschleunigungsaufnehmer 5 angekoppelte Anzeigegerät bei ausgewählten Winkelstellungen  $\alpha_i$  aufweist, zu den entsprechenden Werten  $a_i$  der Anregungsbeschleunigung. Bei kleinen Werten  $a_i$ , insbesondere bei der Anregungsbeschleunigung Null, hat die aus den Bauteilen 4, 5 und 6 gebildete Feder-Masse-Resonanz eine so tiefe Frequenz, daß die in die vorgesehene Meßrichtung fallenden Komponenten der Störschwingungen, die vom Boden über das Gestell auf das schwenkbare Teil gelangen, fast vollständig vom magnetisch geführten Teil 4 ferngehalten werden.

Wird das schwenkbare Teil 2 vom Ausgangszustand  $\alpha = 0$  auf einen endlichen Winkel  $\alpha_i$  eingestellt, so führt die einwirkende Kraftkomponente

$$F = m \cdot g \cdot \sin \alpha_i, \quad (2)$$

die gemäß Gl. (1) die in Meßrichtung des Beschleunigungsaufnehmers wirkende Anregungsbeschleunigung festlegt, zu einer entsprechenden Auslenkung der Biegefeder 6. Diese Auslenkung wird nur zum Teil auf das geführte Teil 4 übertragen, da das Federauge 7 eine gegenläufige Bewegung ausführt. Diese wird bewirkt durch die mit der Bewegung des Schwenkhebels 15 über das Ritzel 13 gekoppelte Abwärtsbewegung der Zahnstange 11, die über den Ausleger 10 auf den Seilzug 8 übertragen wird. Im Falle der Verwendung einer linearen Zugfeder anstelle der nichtlinearen Biegefeder kann die Verlängerung der Feder vollständig kompensiert werden. Es wird dann aber bei kleinen Anregungsbeschleunigungen eine weniger wirksame Schwingungsisolierung erreicht. Die teilweise bzw. vollständige Kompensation der Auslenkung des geführten Teils 4 ermöglicht es, eine kurzhubige Geradföhrung 3 zu verwenden.

### Erfindungsanspruch

1. Anordnung zum Kalibrieren eines Beschleunigungsmeßgerätes, bei der ein in bezug auf die Horizontale schwenkbares Teil im Erdschwerefeld um einen bestimmten Winkel verstellt wird, der durch den gewünschten Wert der aus der örtlichen Fallbeschleunigung abgeleiteten konstanten Anregungsbeschleunigung festgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschleunigungsmeßgerät an ein Teil angekoppelt ist, welches mittels einer am schwenkbaren Teil befestigten reibungsarmen Geradführung verschiebbar in der Richtung gelagert ist, welche mit der vorgesehenen Meßrichtung des angekoppelten Beschleunigungsmeßgerätes übereinstimmt, und auf das mindestens eine Feder wirkt, welche die in dieser Richtung abwärts wirkende Komponente der Gewichtskraft des geführten Teils kompensiert, wobei Feder und Masse ein mechanisches Übertragungssystem mit Tiefpaßcharakter bilden, das unabhängig vom eingestellten Winkel des schwenkbaren Teils die in die vorgesehene Meßrichtung fallenden Komponenten mechanischer Störschwingungen unterdrückt.
2. Anordnung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die am reibungsarm geführten Teil befestigte Feder mit der Vorrichtung zur Einstellung des Winkels des schwenkbaren Teils in der Weise gekoppelt ist, daß bei Winkelverstellung eine Verschiebung des Feder-Masse-Systems entsteht, die der durch die veränderte Komponente der in Meßrichtung wirkenden Kraft bewirkte Auslenkung entgegengerichtet ist, so daß die kraftbedingte Auslenkung teilweise oder vollständig kompensiert wird.

3. Anordnung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendete Feder bei kleinen Werten des Neigungswinkels in bezug auf die Horizontale eine größere Nachgiebigkeit hat als bei größeren Werten.

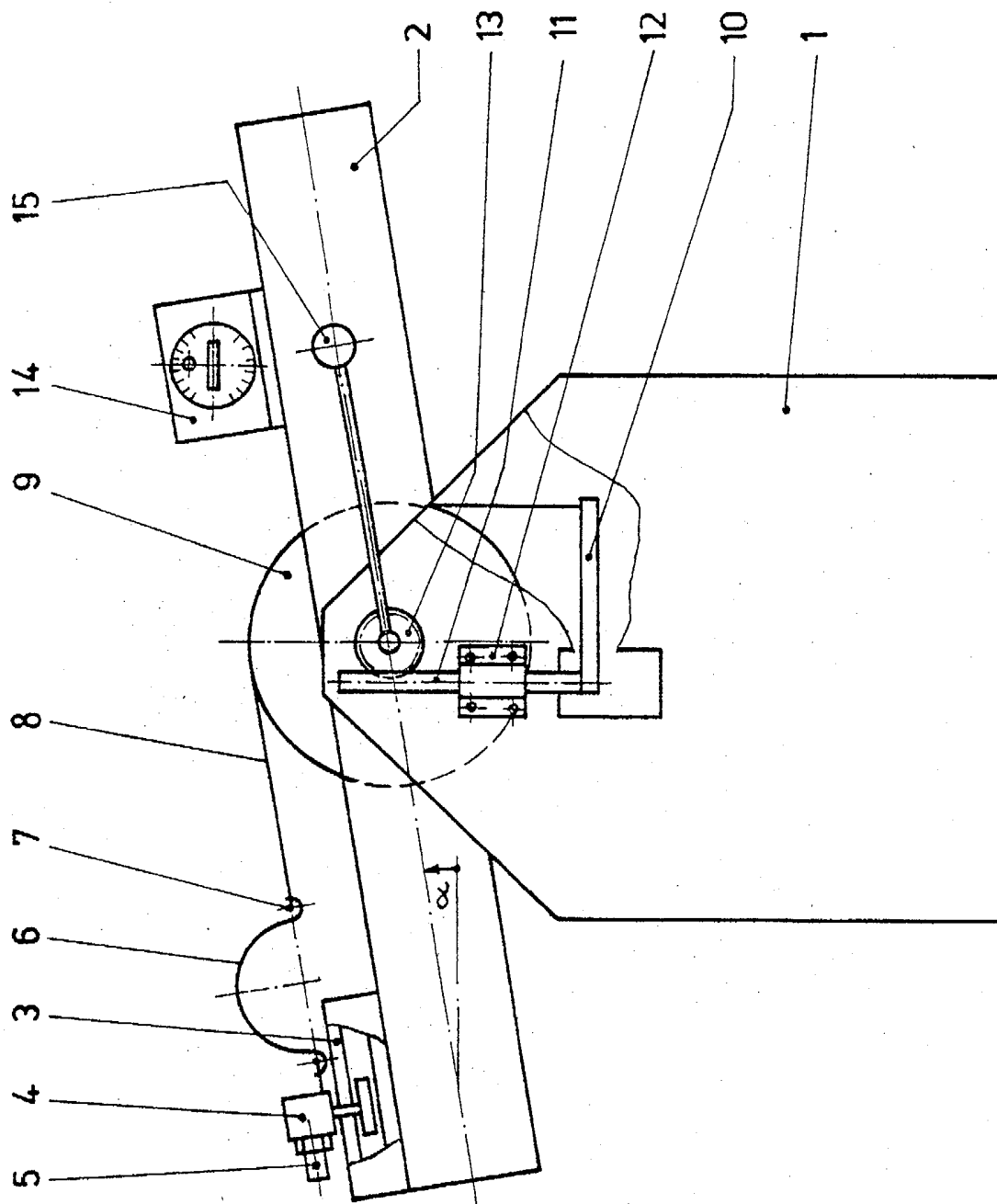


Fig. 1