

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50257/2020
(22) Anmeldetag: 30.03.2020
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2021

(51) Int. Cl.: **F16G 1/00** (2006.01)
G01L 5/04 (2006.01)
G01L 5/105 (2020.01)
G01M 13/023 (2019.01)
F16G 5/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0226396 A2
US 2009319203 A1
US 2012041695 A1
US 2014096608 A1
DE 112013005947 T5
US 2018059135 A1
DE 102016011711 A1

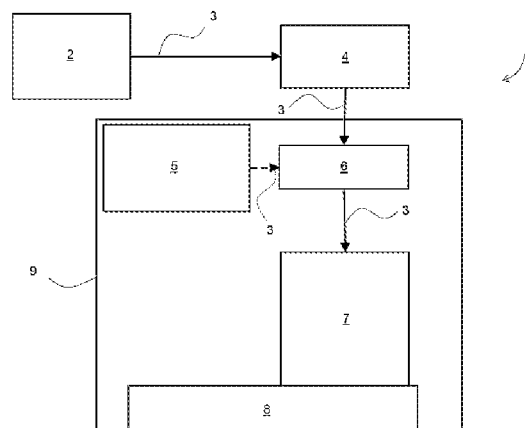
(71) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
Winklhofer Ernst Dr.
8565 St. Johann (AT)
Hirsch Alois Dr.
8010 Graz (AT)
Grüneberger Patrick Dipl.Ing.Dr.techn.
8054 Graz-Straßgang (AT)
Vide Marko-Dejan DI
8046 Graz-St. Veit (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK Michael Dipl.Ing.Mag.
1080 WIEN (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANALYSE VON SCHWINGUNGSFÄHIGEN SYSTEMEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung (1) zur Analyse von schwingungsfähigen Systemen mit Ketten und/oder Riemen insbesondere von Brennkraftmaschinen, wobei zumindest ein Sensor, ein Drehwinkelgeber und ein Bildaufnahmegerät Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnehmen und wobei in einem nachfolgenden Schritt eine Analyse der aufgenommenen Signale durch eine Auswertungseinheit (7) durchgeführt wird. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Möglichkeit zur Überwachung anzugeben. Diese Aufgabe wird durch ein derartiges Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung (1) derart gelöst, dass die Signale synchronisiert aufgenommen werden und/oder die aufgenommenen Signale einander zugeordnet werden und von einem Ausgabegerät (10) synchronisiert ausgegeben werden.

Fig. 1



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung (1) zur Analyse von schwingungsfähigen Systemen mit Ketten und/oder Riemen insbesondere von Brennkraftmaschinen, wobei zumindest ein Sensor, ein Drehwinkelgeber und ein Bildaufnahmegerät Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnehmen und wobei in einem nachfolgenden Schritt eine Analyse der aufgenommenen Signale durch eine Auswertungseinheit (7) durchgeführt wird. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Möglichkeit zur Überwachung anzugeben. Diese Aufgabe wird durch ein derartiges Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung (1) derart gelöst, dass die Signale synchronisiert aufgenommen werden und/oder die aufgenommenen Signale einander zugeordnet werden und von einem Ausgabegerät (10) synchronisiert ausgegeben werden.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse von schwingungsfähigen Systemen mit Ketten und/oder Riemen insbesondere von Brennkraftmaschinen, wobei zumindest ein Sensor und ein Bildaufnahmegerät Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnehmen und wobei in einem nachfolgenden Schritt eine Analyse der aufgenommenen Signale durch eine Auswertungseinheit durchgeführt wird.

Weiters betrifft die Erfindung eine dazugehörige Vorrichtung.

Dabei versteht sich unter einer signifikanten Größe des Systems eine Größe, die die Schwingung oder den Zustand des Systems beschreibt, wie die Eigenfrequenz, die Temperatur, die Beschleunigung, die Schwingungsamplitude und vieles mehr. Im Rahmen dieser Beschreibung wird unterschieden zwischen gemessenen Größen, die als Signal weitergegeben werden und berechneten signifikanten Größen aus diesen gemessenen Größen.

Ein ähnliches Verfahren ist beispielsweise aus der DE 10 2016 011 711 A1 bekannt. Dabei dient das Verfahren zur Überwachung eines Antriebsriemens einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine. Durch eine Aufzeichnungseinrichtung werden mehrere Größen aufgenommen und an eine Auswertungseinheit übermittelt. Es werden zur Überwachung Bildaufnahmen angefertigt. Weiters zeichnen Beschleunigungssensoren die Beschleunigung einer schwingenden Komponente der Arbeitsmaschine auf. Die Bildaufnahmen sind zum Erkennen von Rissen und Brüchen am Riemen geeignet. Nachteilig daran ist, dass Effekte, die auftreten und Auswirkungen auf das gesamte System haben, nicht erkannt werden können und zu fehlerhaften Schlussfolgerungen führen. So wird beispielsweise bei Fahrt der Arbeitsmaschine über holprigen Weg und Stößen auf das Fahrwerk auch die Schwingung des Antriebsriemens beeinflusst. Dies wird jedoch nicht erkannt und falsche Schlussfolgerungen werden durch das Überwachungssystem daraus geschlossen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die eine verbesserte Möglichkeit zur Überwachung angibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das oben angegebene Verfahren dadurch gelöst, dass die Signale synchronisiert aufgenommen werden und/oder die aufgenommenen Signale einander zugeordnet werden und von einem Ausgabegerät synchronisiert ausgegeben werden. Dadurch wird es möglich, globale Effekte im Vergleich der einzelnen Signale zu erkennen und bei der Schwingungsüberwachung zu berücksichtigen.

Zur besseren Zuordenbarkeit ist es günstig, wenn zusätzlich ein Drehwinkelgeber vorgesehen ist, der Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnimmt und an die Auswertungseinheit weitergibt, wobei die signifikante Größe eine Verdrehung ist. Dabei kann der Drehwinkelgeber beispielsweise einen Kurbelwinkel einer Kurbelwelle aufnehmen. Dies ermöglicht zusätzlich die Zuordnung der Signale des Bildaufnahmegeräts und des zumindest einen Sensors zur Verdrehung und vorzugsweise zum Kurbelwinkel.

Bei Anwendung des Verfahrens auf eine Brennkraftmaschine ist dabei besonders vorteilhaft, wenn vorgesehen ist, dass zumindest ein Sensor ein Zylinderdrucksensor ist, der einen Zylinderdruck misst und die aufgenommenen Signale an eine Auswertungseinheit weitergibt, da der Zylinderdruck Einfluss auf das gesamte System hat. Bei direktem Vergleich der einzelnen signifikanten Größen kann somit ein Rückschluss auf den Einfluss des Verlaufs des Zylinderdrucks getroffen werden.

Alternativ oder zusätzlich ist es günstig, wenn zumindest ein Sensor ein Saugrohrdrucksensor, ein Körperschallsensor und/oder ein Luftschallsensor ist, wobei der Sensor Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems misst und die aufgenommenen Signale an die Auswertungseinheit weitergibt. Dadurch ist eine besonders umfassende und genaue Beurteilung des Systems möglich.

Um flexibel hinsichtlich der Überwachung und auf die aktuellen Anforderungen eines Benutzers reagieren zu können, ist es günstig, wenn durch zumindest ein Eingabegerät zumindest ein Bereich einer Komponente und/oder eine Komponente zur Analyse ausgewählt wird. Der Benutzer wählt einfach beispielsweise in der Aufnahme des Bildaufnahmegeräts den Bereich oder die Komponente, die überwacht werden soll aus.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Auswertungseinheit zumindest eine weitere signifikante Größe eines Bereichs einer Komponente und/oder einer gesamten Komponente berechnet. Durch dieses Vorgehen ist es möglich mit einer minimalen Anzahl an Sensoren am System auch mit diesen gemessenen Signalen in Zusammenhang stehende signifikante Größen zu ermitteln. Dadurch wird das Verfahren besonders leicht, flexibel und günstig anwendbar. Die Montage an einem System wird dadurch vereinfacht und die benötigte Zeit verkürzt. Außerdem wird dadurch die benötigte Speicherkapazität durch Reduktion der aufgenommenen Datenmenge reduziert.

Es ist besonders günstig, wenn die Auswertungseinheit eine Fast Fourier Transformation Analyse der Signale eines Bereichs einer Komponente und/oder einer Komponente durchführt.

Um Effekte mit globalen Auswirkungen auf das gesamte System oder einzelne Komponenten des System lokalisieren zu können, ist es von Vorteil, wenn die Auswertungseinheit zumindest einen Vergleich der zeitlichen Abfolge der synchron aufgenommenen und/oder aufgezeichneten Signale durchführt.

Zum direkten Vergleich mit den anderen signifikanten Größen, ist es günstig, dass das Ausgabegerät die zumindest eine berechnete signifikante Größe ausgibt.

Von besonders großer Aussagekraft ist dabei die Überwachung, wenn die signifikante Größe die Riemenspannung, die Schwingungsamplitude, die Riemendehnung, die Kettenspannung und/oder die Kettendehnung ist.

Um den Einfluss der einzelnen signifikanten Größen aufeinander beziffern zu können, ist es günstig, wenn eine Korrelation der Signale durch die Auswertungseinheit bestimmt wird und vorzugsweise durch das Ausgabegerät ausgegeben wird.

Besonders vorteilhaft ist das Verfahren, wenn Zylinderdruck, Kurbelwellendrehschwingung und Riemen- oder Kettenschwingungen als Signale aufgenommen werden und an die Auswertungseinheit zur Analyse weitergegeben werden und vorzugsweise durch das Ausgabegerät ausgegeben werden. Dadurch kann auf einfache und besonders aussagekräftige Weise der Zustand des Systems überwacht werden.

Das kann weiter verbessert werden und der Zusammenhang dieser Größen aufeinander bestimmt werden, wenn Zylinderdruck, Kurbelwellendrehbewegung und Riemen- oder Kettenschwingung durch die Auswertungseinheit verglichen werden und/oder die Korrelation von der Auswertungseinheit bestimmt wird und vorzugsweise von dem Ausgabegerät ausgegeben wird. Durch die Ausgabe am Ausgabegerät wird für den Benutzer leicht eine Übersicht über den Zustand des Systems ermöglicht.

Besonders umfassende Überwachungen des Systems sind möglich, wenn das Bildaufnahmegerät eine Hochgeschwindigkeitskamera ist und Videoaufzeichnungen von den Bewegungen des Systems macht.

Eine vorteilhafte Variante des Verfahrens sieht vor, dass zumindest ein Sensor ein Beschleunigungssensor ist und die Beschleunigung von zumindest einem Bereich einer Komponente und/oder einer ganzen Komponente aufnimmt und als Signal weitergibt. Dadurch ist das Verfahren besonders günstig, da Beschleunigungssensoren einfach zu beschaffen sind, leichte Montage zulassen und relativ kostengünstig sind.

Es ist vorteilhaft, wenn zumindest ein Sensor ein Temperatursensor ist und die Temperatur von zumindest einem Bereich einer Komponente und/oder einer Komponente aufnimmt und als Signal weitergibt.

Bei einem besonders günstigen Verfahren ist eine Belichtungseinheit vorgesehen, die eine Dauerlichtbelichtung des Systems oder der Komponente des Systems zur Bildaufnahme mit dem Bildaufnahmegerät durchführt. Dadurch wird die Qualität der Aufnahmen erhöht und die Auswertung der Bildaufnahmen wird erleichtert und verbessert.

Alternativ kann das auch dadurch erreicht werden, wenn eine Belichtungseinheit vorgesehen ist, die eine gepulste Belichtung durchführt, die mit dem Bildaufnahmegerät synchronisiert ist.

Bei einer dazugehörigen Vorrichtung zur Überwachung von Ketten und/oder Riemen ist zumindest ein Sensor, eine Hochgeschwindigkeitskamera, sowie zumindest eine Auswertungseinheit vorgesehen, wobei die Auswertungseinheit dazu eingerichtet ist die Signale einander zuzuordnen.

Optional ist eine Belichtungseinheit vorgesehen, die für ausreichende Belichtung des Systems oder einer Komponente des Systems für die Kameraaufnahmen vorgesehen ist. Dadurch kann die Qualität und Verwertbarkeit der Aufnahmen erhöht werden. Dabei versteht sich hier unter ausreichender Belichtung, eine Belichtung, bei der signifikante Größen aus den Filmaufnahmen von der Auswertungseinheit berechnet werden können.

Besonders günstig ist es, wenn ein Drehwinkelgeber vorgesehen ist, der mit der Auswertungseinheit signalleitend verbunden ist. Dadurch ist eine Zuordnung der Signale zu einem Drehwinkel, das heißt einer Verdrehung einer Komponente des Systems möglich. Bei einer Brennkraftmaschine ist die Zuordnung zu einem Kurbelwinkel vorteilhaft.

Zur Erleichterung der Überwachung des Systems ist es günstig, wenn ein Ausgabegerät mit der Auswertungseinheit signalleitend verbunden ist, das dazu ausgebildet ist die Signale synchronisiert vorzugsweise nebeneinander gleichzeitig auszugeben.

Unter signalleitend versteht sich hier eine signalleitende Kabelverbindung ebenso, wie eine Funkverbindung oder eine andere kabelfreie Verbindung, die zur Signalleitung geeignet ist. Vorteilhafterweise ist eine kabelbasierte Verbindung über ein Kabel eingesetzt wird, da so die Übertragungsgeschwindigkeit je nach Mittel der Wahl relativ hoch ist im Vergleich zu anderen kabellosen Möglichkeiten.

Um auch mit großen Datenmengen gut umgehen zu können, ist es in einer besonderen Ausführung vorgesehen, dass zumindest ein Signalrekorder zur Speicherung der Signale des zumindest einen Sensors, des Drehwinkelgebers und der Hochgeschwindigkeitskamera vorgesehen ist und signalleitend mit dem zumindest einen Sensor, dem Drehwinkelgeber, der Hochgeschwindigkeitskamera und der Auswertungseinheit sowie vorzugsweise mit dem Ausgabegerät verbunden ist.

Es ist vor allem für die Überwachung einer Brennkraftmaschine vorteilhaft, wenn der zumindest eine Sensor ein Zylinderdrucksensor, ein Temperatursensor und/oder ein Beschleunigungssensor ist. Dadurch kann der Einfluss des Zylinderdrucks auf die anderen signifikanten Größen beobachtet werden.

Zur Überwachung des Systems mit Riemen oder Kette wird zumindest ein Sensor, wie beispielsweise ein Beschleunigungssensor, ein Temperatursensor, ein Zylinderdrucksensor am System montiert. Günstig ist es, wenn mehrere Sensoren vorgesehen sind. Weiters wird eine Hochgeschwindigkeitskamera am System montiert, die vorzugsweise den gesamten Riementrieb oder das gesamte Kettengetriebe aufnimmt. Darüber hinaus wird ein Drehwinkelgeber an einem drehenden wesentlichen Bauteil angeordnet. In einer Brennkraftmaschine wird die Kurbelwelle herangezogen und der Drehwinkelgeber nimmt die Drehung der Kurbelwelle auf.

Die einzelnen Sensoren werden mit dem Signalrekorder und der Auswertungseinheit verbunden. Dabei können Signalrekorder und Auswertungseinheit in einem Gerät vereint sein und die einzelnen Aufgaben dieser Einheiten können auch von einer Einheit, wie beispielsweise einem Computer übernommen werden. In einer besonderen Variante ist ein Computer vorgesehen, der eine Analysesoftware aufweist, die die Berechnungen durchführt und die Weitergabe an das Ausgabegerät vorbereitet und durchführt.

Bei Start der Überwachung mit dem Verfahren werden die Signale der signifikanten Größen synchronisiert aufgenommen und auch mit der Videoaufzeichnung und den Signalen des Drehwinkelgebers synchronisiert aufgenommen.

Durch die Auswertungseinheit wird die Videoaufzeichnung von der Hochgeschwindigkeitskamera analysiert und diverse Schwingungsgrößen berechnet. Beispielsweise wird die Schwingungsamplitude oder eine Frequenz als weitere signifikante Größe aus den Videoaufzeichnungen durch die Auswertungseinheit bestimmt.

Mit dem Eingabegerät kann der Benutzer nun den interessierenden Bereich einer Komponente und/oder die interessierende Komponente zur Analyse auswählen. Das kann beispielsweise ein Bereich der Kette oder des Riemens, ein Riemen- oder Kettenspanner oder Ähnliches sein. Die Auswertungseinheit bestimmt dann von diesem ausgewählten Bereich oder von dieser ausgewählten Komponente die weitere signifikante Größe oder die weiteren signifikanten Größen.

Die Auswertungseinheit führt einen Vergleich der einzelnen Größen durch und berechnet in weiterer Folge die Korrelation zwischen beispielsweise Zylinderdruck,

Kurbelwellendreherschwingung und Riementriebschwingungen oder Kettengetriebschwingungen.

Die gemessenen Signale, die Videoaufzeichnung und die berechneten signifikanten Größen werden auf dem Ausgabegerät synchronisiert nebeneinander gleichzeitig ausgegeben.

In einer beispielhaften Anordnung wird in einem ersten Bereich eines Systems mit einem Riementrieb durch die Hochgeschwindigkeitskamera eine Bewegung des Riemenspanners und die Riemenschwingung aufgenommen. In einem zweiten Bereich nimmt die Hochgeschwindigkeitskamera die Bewegung einer Riemenscheibe auf und die Verschiebung des Riemens. In einem dritten Bereich nimmt die Hochgeschwindigkeitskamera den Riemen und die zweite Riemenscheibe, sowie deren Bewegungen und Verschiebungen auf. Der Benutzer kann nun durch das Eingabegerät einen dieser Bereiche auswählen oder mehrere Bereiche auswählen.

Auch kann durch Steuerung der Hochgeschwindigkeitskamera der Aufnahmebereich verändert werden. Dies kann direkt durch die Auswahl mit dem Eingabegerät geschehen: Beispielsweise wählt der Benutzer im obigen Beispiel den dritten Bereich aus. Dazu wird von der Hochgeschwindigkeitskamera ein Schwenk zu der zweiten Riemenscheibe durchgeführt und dieser Bereich wird aufgenommen. Durch Anbringung der Hochgeschwindigkeitskamera beispielsweise einem Schienensystem ist auch eine Translationsbewegung möglich nach dementsprechender Auswahl des interessierenden Bereichs durch den Benutzer.

In weiterer Folge werden beispielhafte Ausgaben an Ausgabegeräten nach einem erfindungsgemäßen Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung in den nicht einschränkenden Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Schema;

Fig. 2 eine erste beispielhafte Ausgabe;

Fig. 3 eine zweite beispielhafte Ausgabe;

Fig. 4 eine dritte beispielhafte Ausgabe bei Start einer Brennkraftmaschine;
und

Fig. 5 ein Detail der Ausgabe in Fig. 4.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 mit einer bestehenden Messanordnung 2 an einem Prüfstand für eine Brennkraftmaschine. Die Messanordnung 2 weist mehrere Sensoren auf, wie beispielsweise einen Zylinderdrucksensor, einen Drehwinkelgeber an einer Kurbelwelle, einen Saugrohrdrucksensor, einen Körperschallsensor, einen Luftschallsensor, mehrere Temperatursensoren und viele andere.

Die Messanordnung 2 ist über eine Signalleitung 3 signalleitend mit einem Signalrekorder 4 verbunden.

Zur erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 wird ein Bildaufnahmegerät, nämlich eine Hochgeschwindigkeitskamera 5 zur bestehenden Messanordnung 1 ergänzt. Die Hochgeschwindigkeitskamera 5 ist mit einem weiteren Signalrekorder 6 signalleitend verbunden. Auch der Signalrekorder 4 des ursprünglichen Prüfstands ist in der gezeigten beispielhaften Ausführung signalleitend mit dem weiteren Signalrekorder 6 verbunden.

Im Bild nicht dargestellt ist eine Belichtungseinheit, die eine ausreichende Bildhelligkeit der Aufnahmen mit der Hochgeschwindigkeitskamera 5 sicherstellt. Die Belichtungseinheit beleuchtet das System oder zumindest eine Komponente des Systems mit Dauerbelichtung oder gepulst, wobei die Pulsung synchronisiert mit der Hochgeschwindigkeitskamera 5 erfolgt.

Der weitere Signalrekorder 6 und der Signalrekorder 4 der ursprünglichen Anordnung können auch durch einen einzigen gemeinsamen Signalrekorder ersetzt werden.

Der Signalrekorder 6 ist wiederum über eine Signalleitung 3 mit einer Auswertungseinheit 7 verbunden, die beispielsweise ein Computer ist.

Zum leichteren Transport sind weiterer Signalrekorder 6, Hochgeschwindigkeitskamera 5 und Auswertungseinheit 7 auf einem Gerätewagen 8 angeordnet. Dies gemeinsam bildet eine Ergänzungseinheit 9, die an einem bereits bestehenden Prüfstand mit bereits bestehender Messanordnung 2 und

Signalrekorder 4 angeordnet werden kann. Dabei wird einfach der Signalrekorder 4 mit dem weiteren Signalrekorder 6 der Ergänzungseinheit 9 verbunden.

Weiters ist die Auswertungseinheit 7 mit einem Ausgabegerät 10 verbunden. Das Ausgabegerät ist in Fig. 1 nicht dargestellt. Das Ausgabegerät 10 kann dabei entweder an der Ergänzungseinheit 9 vorgesehen sein oder bereits Bestandteil des Prüfstands mit der ursprünglichen Messanordnung 2 sein und mit dem Signalrekorder 4 verbunden sein.

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Ausgabe an dem Ausgabegerät 10, wobei das System eine Geschwindigkeitsrampe von 800 Umdrehungen pro Minute auf 5000 Umdrehungen pro Minute durchläuft. Die aufgenommenen Signale werden einander von der Auswertungseinheit 7 zugeordnet und synchronisiert von dem Ausgabegerät angezeigt.

In einem ersten Diagramm 11 ist eine Drehzahl n einer Komponente über einer Zeit t aufgezeichnet.

In einem zweiten Diagramm 12 sind ein erster Winkel α , ein zweiter Winkel β und eine Riemenposition 13 über der Zeit t dargestellt. Mit dem ersten Winkel α und mit dem zweiten Winkel β wird die Verschiebung von Riemenspannern beschrieben und mit Bezugszeichen 13, der Riemenposition wird die Verschiebung eines Riemens in der Nähe der Kurbelwelle beschrieben.

Ein drittes Diagramm 14 stellt die Größen erster Winkel α , zweiter Winkel β und Riemenposition 13 gemeinsam über eine längere Spanne der Zeit t dar.

In einem Feld 15 ist die Videoaufzeichnung der Hochgeschwindigkeitskamera 5 gezeigt. Dabei sind mehrere Komponenten des Systems gezeigt.

Eine Linie 16 markiert einen Zeitpunkt in allen gezeigten Diagrammen 12, 13, und 14.

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausgabe des Ausgabegeräts 10. Ein viertes Diagramm 17 zeigt wiederum die Riemenposition 13 über der Zeit t . Linie 18 markiert wiederum einen bestimmten Zeitpunkt. In einem Feld 19 ist ein Bild der Videoaufzeichnung der Hochgeschwindigkeitskamera 5 dargestellt. Die Ellipse markiert eine Auswahl

20 durch ein nicht näher gezeigtes Eingabegerät durch den Benutzer. Aufgrund der Auswahl 20 dieser Position des Riemens wird dementsprechend das vierte Diagramm 17 mit der Riemenposition 13 ausgegeben.

In Fig. 4 ist eine dritte Ausgabe des Ausgabegeräts 10 dargestellt. In einem fünften Diagramm 21 sind die Drehzahl n , der erste Winkel α und ein Zylinderdruck p über der Zeit t dargestellt. Eine erste Auswahl 22a ist durch einen Kreis gekennzeichnet. Pfeil 22 kennzeichnet die dazugehörige erste Filmsequenz 23. Analog dazu kennzeichnen eine zweite Auswahl 24a und Pfeil 24 die zweite Filmsequenz 25 und eine dritte Auswahl 26a und Pfeil 26 eine dritte Filmsequenz 27. In Feld 28 ist wiederum die aktuelle Filmaufnahme gezeigt.

Eine vierte Ausgabe des Ausgabegeräts 10 zeigt Fig. 5, dabei ist ein sechstes Diagramm 29 dargestellt, das wiederum Drehzahl n , den ersten Winkel α und den Zylinderdruck über der Zeit t zeigt. Zur Ausgabe werden die einzelnen Signale der Messanordnung 2 an die Signalrekorder 4, 6 und von dort an die Auswertungseinheit 7 weitergegeben. Die Auswertungseinheit 7 ordnet die einzelnen aufgenommenen Signale und die Filmaufnahmen der Hochgeschwindigkeitskamera 5 einander zeitmäßig oder winkelmäßig zu und gibt diese an das Ausgabegerät 10 weiter. Das Ausgabegerät 10 zeigt dann die Signale gemeinsam mit den Filmaufnahmen der Hochgeschwindigkeitskamera 5. Außerdem werden weitere Größen aus den Signalen berechnet und auch durch das Ausgabegerät 10 ausgegeben.

In den gezeigten Ausgaben sind die Diagramme 12, 14, 17, 21 und 29, sowie die Linie 13 berechnete Größen, die aus den Filmaufnahmen der Hochgeschwindigkeitskamera 5 ermittelt werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Analyse von schwingungsfähigen Systemen mit Ketten und/oder Riemen insbesondere von Brennkraftmaschinen, wobei zumindest ein Sensor und ein Bildaufnahmegerät Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnehmen und wobei in einem nachfolgenden Schritt eine Analyse der aufgenommenen Signale durch eine Auswertungseinheit durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Signale synchronisiert aufgenommen werden und/oder die aufgenommenen Signale einander zugeordnet werden und von einem Ausgabegerät (10) synchronisiert ausgegeben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Drehwinkelgeber vorgesehen ist, der Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnimmt und an die Auswertungseinheit (7) weitergibt, wobei die signifikante Größe eine Verdrehung ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor ein Zylinderdrucksensor ist, der einen Zylinderdruck misst und die aufgenommenen Signale an eine Auswertungseinheit weitergibt und/oder dass zumindest ein Sensor ein Saugrohrdrucksensor, ein Körperschallsensor und/oder ein Luftschallsensor ist, der Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems misst und die aufgenommenen Signale an die Auswertungseinheit weitergibt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass über zumindest ein Eingabegerät zumindest ein Bereich einer Komponente und/oder eine Komponente zur Analyse ausgewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (7) zumindest eine weitere signifikante Größe eines Bereichs einer Komponente und/oder einer Komponente berechnet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (7) eine Fast Fourier Transformation Analyse der Signale eines Bereichs einer Komponente und/oder einer Komponente durchführt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (7) zumindest einen Vergleich der zeitlichen Abfolge der synchron aufgenommenen und/oder aufgezeichneten Signale durchführt.
8. Verfahren nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgabegerät (10) die zumindest eine berechnete signifikante Größe ausgibt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die signifikante Größe die Riemenspannung, die Schwingungsamplitude, die Riemendehnung, die Kettenspannung und/oder die Kettendehnung ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Korrelation der Signale durch die Auswertungseinheit (7) bestimmt wird und vorzugsweise durch das Ausgabegerät (10) ausgegeben wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Zylinderdruck, KurbelwellendrehSchwingung und Riemen- oder Kettenschwingungen als Signale aufgenommen werden und an die Auswertungseinheit (7) zur Analyse weitergegeben werden und vorzugsweise durch das Ausgabegerät (10) ausgegeben werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Zylinderdruck, KurbelwellendrehSchwingung und Riemen- oder Kettenschwingung durch die Auswertungseinheit (7) verglichen werden und/oder die Korrelation von der Auswertungseinheit (7) bestimmt wird und vorzugsweise von dem Ausgabegerät (10) ausgegeben wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildaufnahmegerät eine Hochgeschwindigkeitskamera (5) ist und Videoaufzeichnungen von den Bewegungen des Systems macht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor ein Beschleunigungssensor ist und die Beschleunigung von zumindest einem Bereich einer Komponente und/oder einer Komponente aufnimmt und als Signal weitergibt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor ein Temperatursensor ist und die Temperatur von zumindest einem Bereich einer Komponente und/oder einer Komponente aufnimmt und als Signal weitergibt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Belichtungseinheit vorgesehen ist und die Belichtungseinheit eine Dauerlichtbelichtung des Systems oder der Komponente des Systems zur Bildaufnahme mit dem Bildaufnahmegerät durchführt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Belichtungseinheit vorgesehen ist und die Belichtungseinheit eine gepulste Belichtung durchführt, die mit dem Bildaufnahmegerät synchronisiert ist.
18. Vorrichtung (1) zur Überwachung von Ketten und/oder Riemen mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor und eine Hochgeschwindigkeitskamera (5) sowie zumindest eine Auswertungseinheit (7) vorgesehen ist, wobei die Auswertungseinheit (7) dazu eingerichtet ist die Signale einander zuzuordnen.
19. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine Belichtungseinheit vorgesehen ist, die für ausreichende Belichtung des Systems oder einer Komponente des Systems für die Kameraaufnahmen vorgesehen ist.
20. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drehwinkelgeber vorgesehen ist, der mit der Auswertungseinheit (7) signalleitend verbunden ist.
21. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgabegerät (10) mit der Auswertungseinheit (7)

signalleitend verbunden ist, das dazu ausgebildet ist die Signale synchronisiert vorzugsweise nebeneinander gleichzeitig auszugeben.

22. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Signalrekorder (4, 6) zur Speicherung der Signale des zumindest einen Sensors und der Hochgeschwindigkeitskamera (5) und vorzugsweise des Drehwinkelgebers vorgesehen ist und signalleitend mit dem zumindest einen Sensor, der Hochgeschwindigkeitskamera (5) und der Auswertungseinheit (7) sowie vorzugsweise mit dem Ausgabegerät (10) und dem Drehwinkelgeber verbunden ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor ein Zylinderdrucksensor, ein Temperatursensor und/oder ein Beschleunigungssensor ist.

30.03.2020
WR

Fig. 1

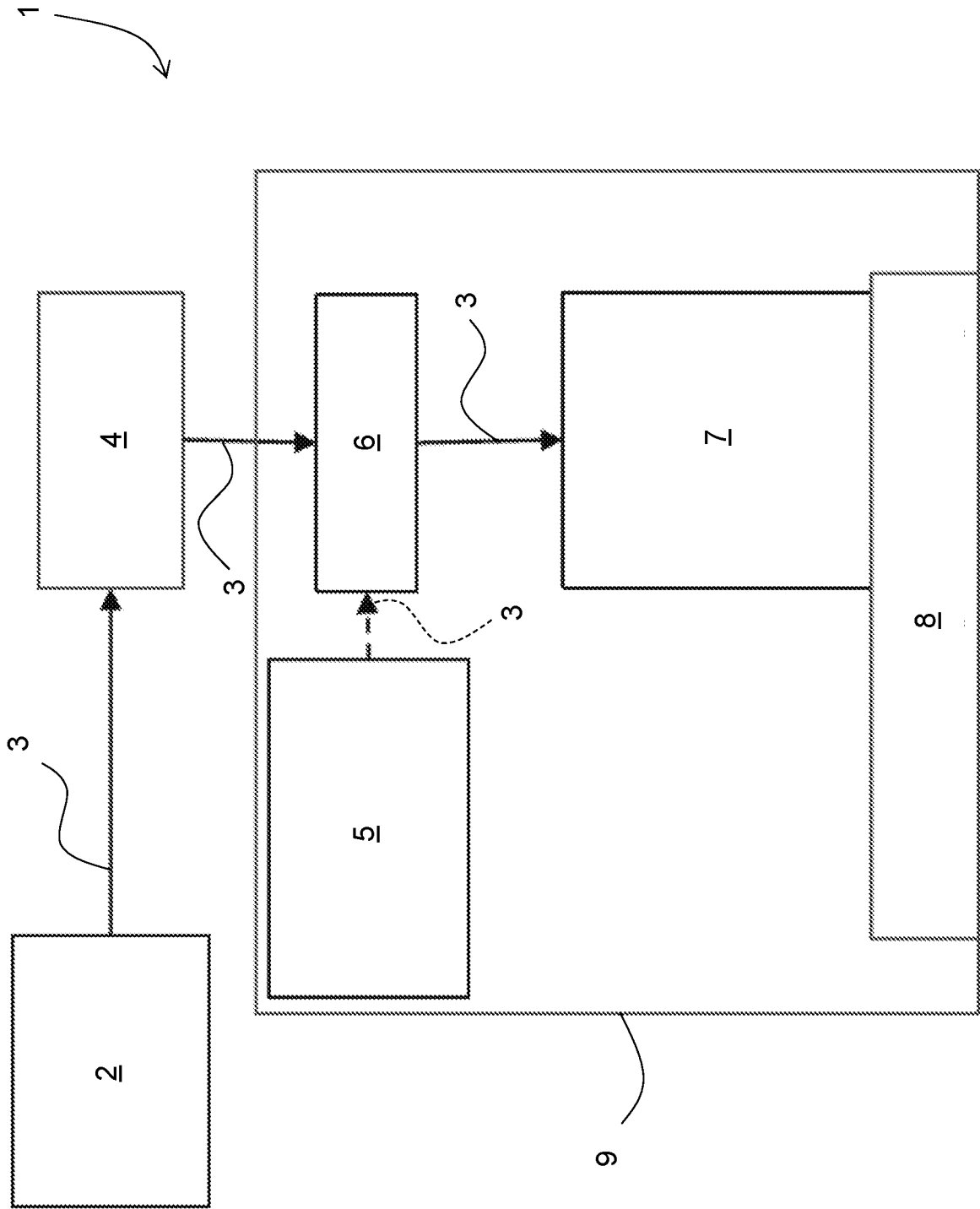


Fig. 2

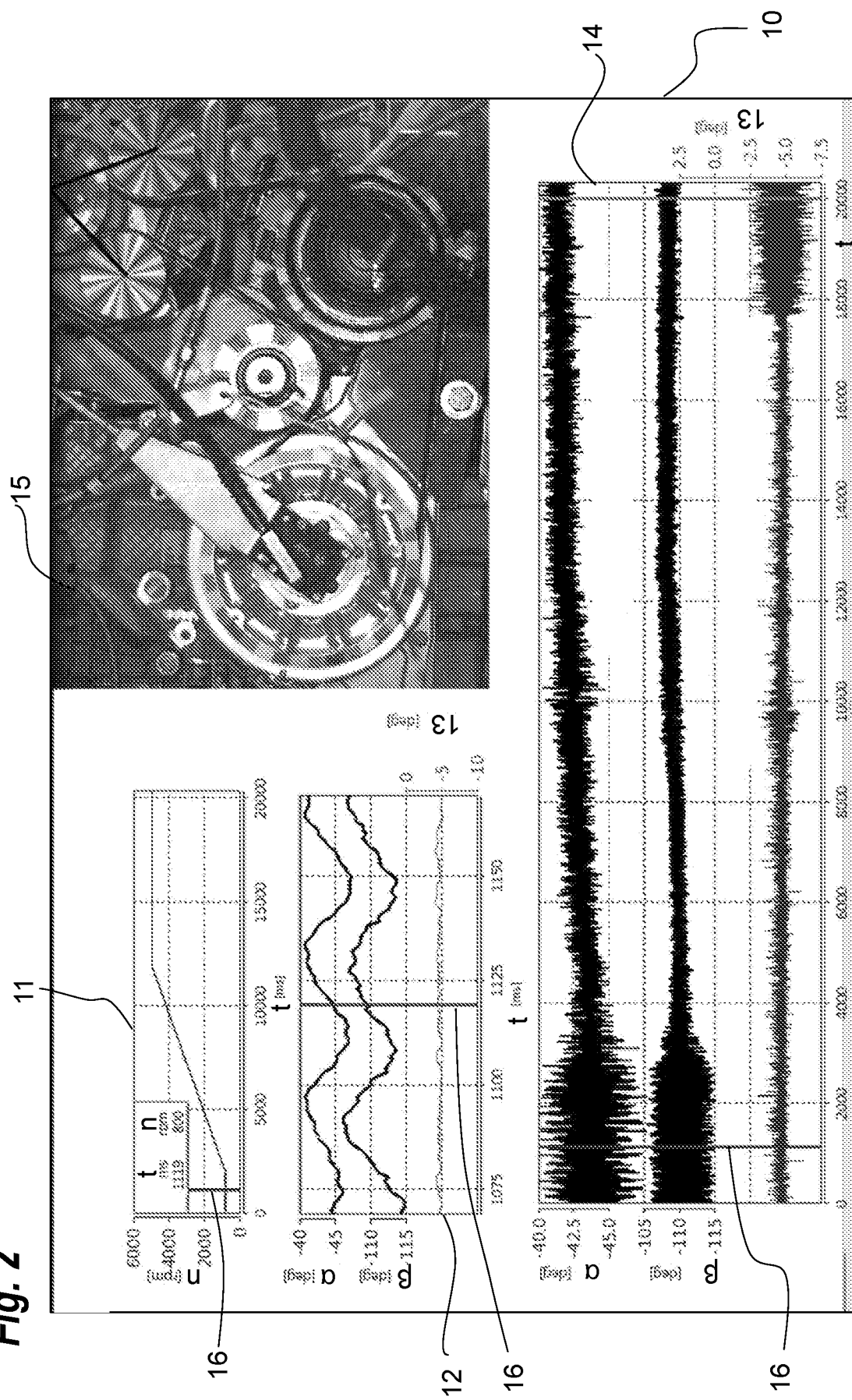


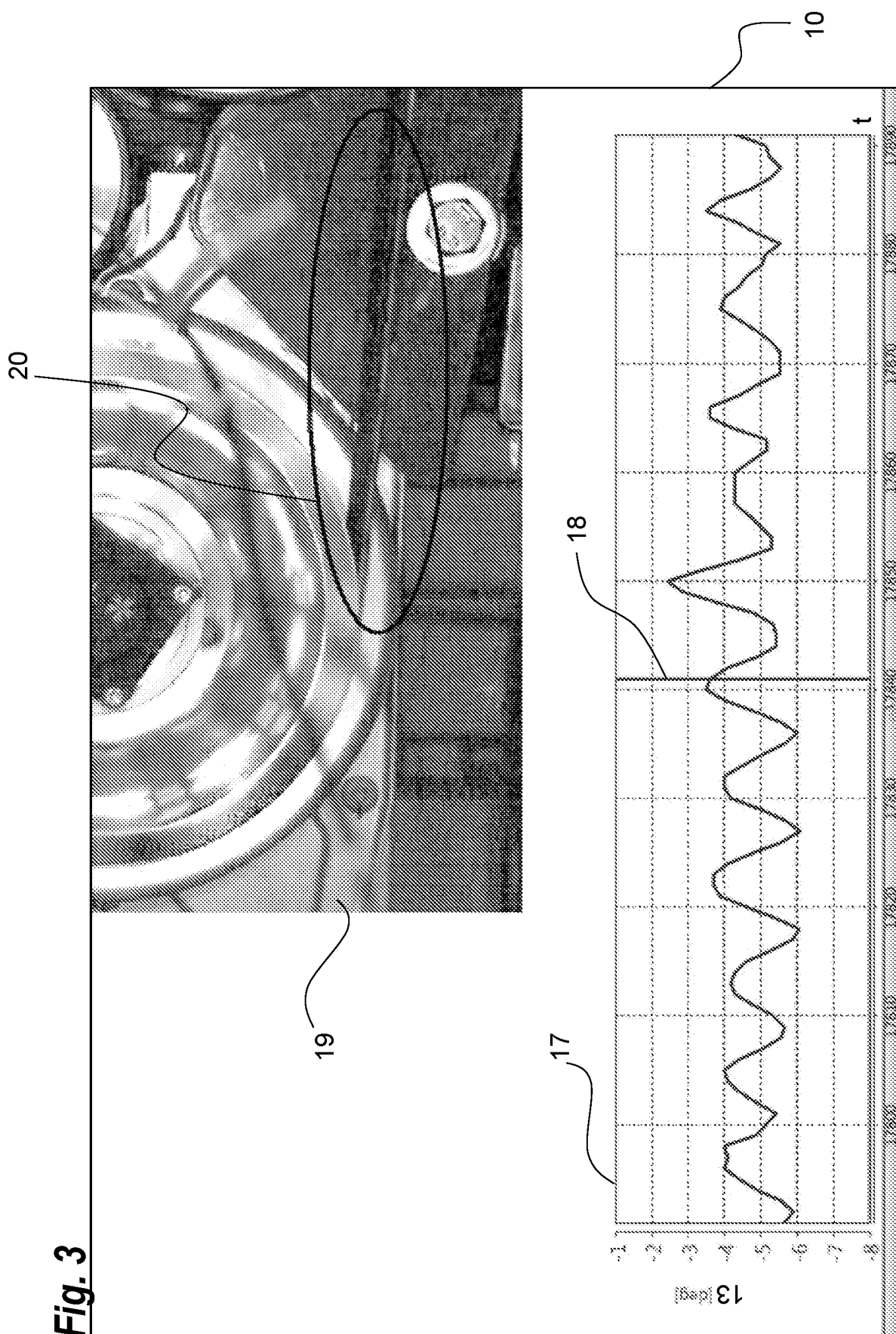
Fig. 3

Fig. 4

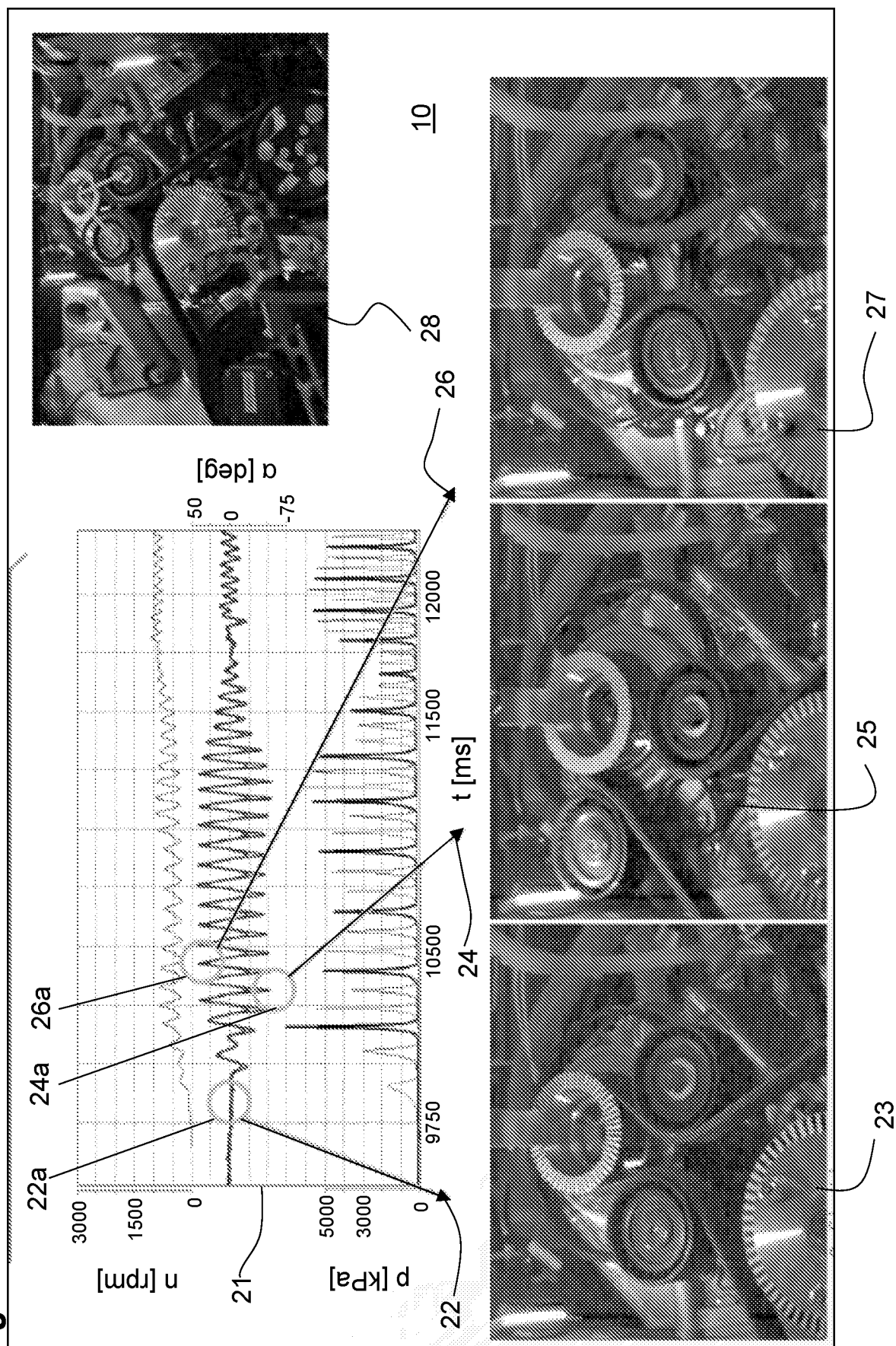
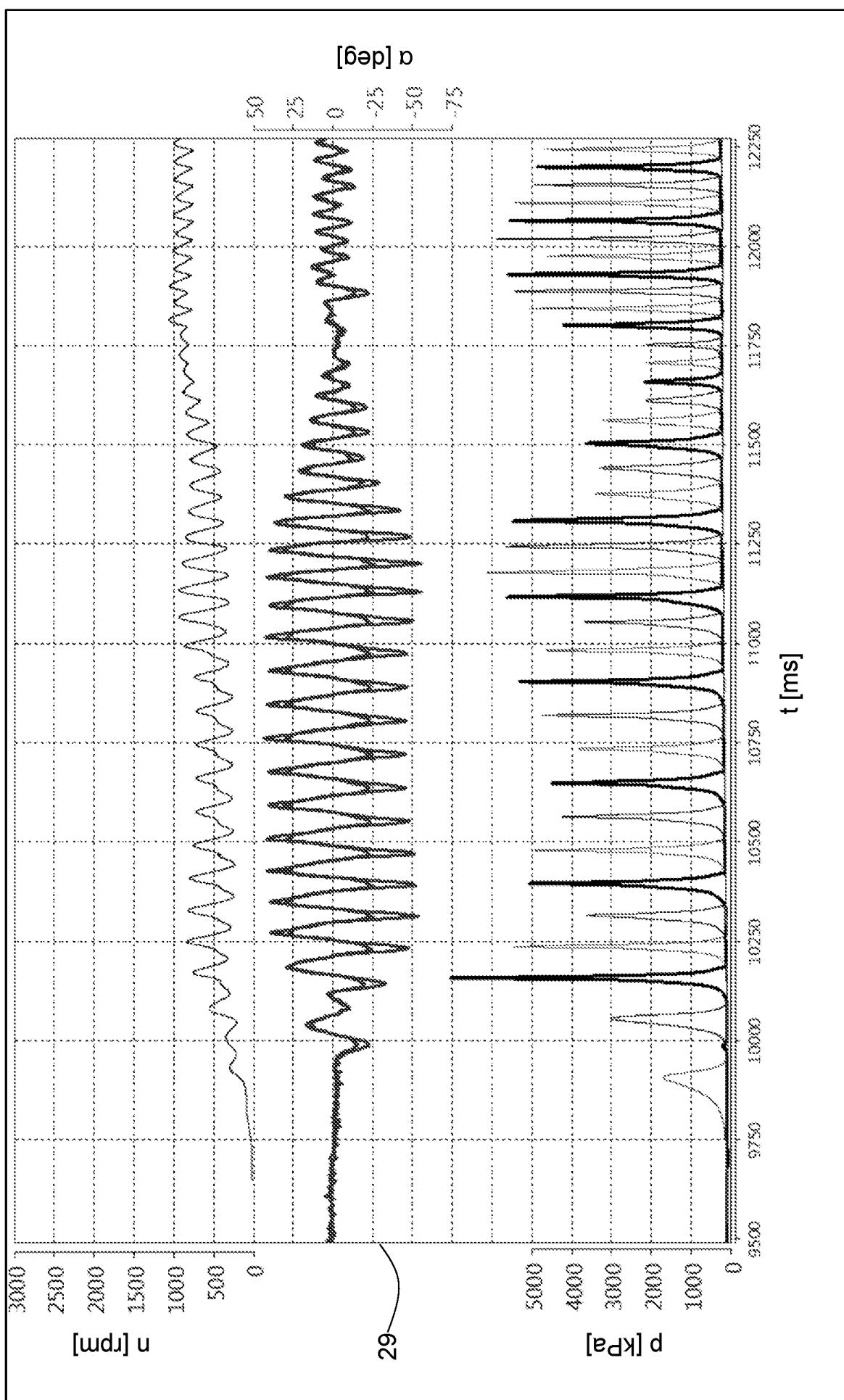


Fig. 5



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F16G 1/00 (2006.01); **G01L 5/04** (2006.01); **G01L 5/105** (2020.01); **G01M 13/023** (2019.01);
F16G 5/00 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F16G 1/00 (2016.05); **G01L 5/042** (2013.01); **G01L 5/105** (2020.01); **G01M 13/023** (2019.01);
F16G 5/00 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F16G, G01L, G01M

Konsultierte Online-Datenbank:

WPIAP, EPODOC, PATENW, PATDEW, IEEEExplore, ScienceDirect

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 30.03.2020 eingereichten Ansprüchen 1-23 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 0226396 A2 (CORNING GLASS WORKS) 24. Juni 1987 (24.06.1987) Figuren; Zusammenfassung; Seite 11, Zeilen 3-27.	1-23
A	US 2009319203 A1 (KALLIOMAKI et al.) 24. Dezember 2009 (24.12.2009) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0063-0066.	1-23
A	US 2012041695 A1 (BALDWIN) 16. Februar 2012 (16.02.2012) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0055, 0089, 0090.	1-23
A	US 2014096608 A1 (THEMM et al.) 10. April 2014 (10.04.2014) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0006, 0030.	1-23
A	DE 112013005947 T5 (BANDO CHEMICAL) 27. August 2015 (27.08.2015) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0049-0054.	1-23
A	US 2018059135 A1 (BECHHOEFER) 01. März 2018 (01.03.2018) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0015, 0016, 0116, 0117.	1-23
A	DE 102016011711 A1 (CONTITECH ANTRIEBSSYSTEME) 29. März 2018 (29.03.2018) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0011-0013, 0019, 0020.	1-23

Datum der Beendigung der Recherche:
05.02.2021

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

MESA PASCASIO Johannes

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

(n e u e) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Analyse von schwingungsfähigen Systemen mit Ketten und/oder Riemen insbesondere von Brennkraftmaschinen, wobei zumindest ein Sensor und ein Bildaufnahmegerät Signale zumindest einer signifikanten Größe des Systems oder zumindest einer Komponente des Systems zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens aufnehmen und wobei in einem nachfolgenden Schritt eine Analyse der aufgenommenen Signale durch eine Auswertungseinheit durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Signale synchronisiert aufgenommen werden und/oder die aufgenommenen Signale einander zugeordnet werden und von einem Ausgabegerät (10) synchronisiert ausgegeben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Sensor als Drehwinkelgeber vorgesehen ist, wobei die signifikante Größe eine Verdrehung ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor ein Zylinderdrucksensor ist, der einen Zylinderdruck misst und/oder dass zumindest ein Sensor ein Saugrohrdrucksensor, ein Körperschallsensor und/oder ein Luftschallsensor ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass über zumindest ein Eingabegerät zumindest ein Bereich einer Komponente und/oder eine Komponente zur Analyse ausgewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (7) zumindest eine weitere signifikante Größe eines Bereichs einer Komponente und/oder einer Komponente berechnet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (7) eine Fast Fourier Transformation Analyse der Signale eines Bereichs einer Komponente und/oder einer Komponente durchführt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (7) zumindest einen Vergleich der zeitlichen Abfolge der synchron aufgenommenen und/oder aufgezeichneten Signale durchführt.
8. Verfahren nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgabegerät (10) die zumindest eine berechnete signifikante Größe ausgibt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die signifikante Größe die Riemenspannung, die Schwingungsamplitude, die Riemendehnung, die Kettenspannung und/oder die Kettendehnung ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Korrelation der Signale durch die Auswertungseinheit (7) bestimmt wird und vorzugsweise durch das Ausgabegerät (10) ausgegeben wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Zylinderdruck, KurbelwellendrehSchwingung und Riemen- oder Kettenschwingungen als Signale aufgenommen werden und an die Auswertungseinheit (7) zur Analyse weitergegeben werden und vorzugsweise durch das Ausgabegerät (10) ausgegeben werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Zylinderdruck, KurbelwellendrehSchwingung und Riemen- oder Kettenschwingung durch die Auswertungseinheit (7) verglichen werden und/oder die Korrelation von der Auswertungseinheit (7) bestimmt wird und vorzugsweise von dem Ausgabegerät (10) ausgegeben wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildaufnahmegerät eine Hochgeschwindigkeitskamera (5) ist und Videoaufzeichnungen von den Bewegungen des Systems macht.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor ein Beschleunigungssensor ist und die Beschleunigung von zumindest einem Bereich einer Komponente und/oder einer Komponente aufnimmt und als Signal weitergibt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor ein Temperatursensor ist und die Temperatur von zumindest einem Bereich einer Komponente und/oder einer Komponente aufnimmt und als Signal weitergibt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Belichtungseinheit vorgesehen ist und die Belichtungseinheit eine Dauerlichtbelichtung des Systems oder der Komponente des Systems zur Bildaufnahme mit dem Bildaufnahmegerät durchführt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Belichtungseinheit vorgesehen ist und die Belichtungseinheit eine gepulste Belichtung durchführt, die mit dem Bildaufnahmegerät synchronisiert ist.
18. Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Überwachung von Ketten und/oder Riemen, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor und eine Hochgeschwindigkeitskamera (5) sowie zumindest eine Auswertungseinheit (7) vorgesehen ist, wobei die Auswertungseinheit (7) dazu eingerichtet ist die Signale einander zuzuordnen.
19. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine Belichtungseinheit vorgesehen ist, die für ausreichende Belichtung des Systems oder einer Komponente des Systems für die Kameraaufnahmen vorgesehen ist.
20. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drehwinkelgeber vorgesehen ist, der mit der Auswertungseinheit (7) signalleitend verbunden ist.
21. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgabegerät (10) mit der Auswertungseinheit (7) signalleitend verbunden ist, das dazu ausgebildet ist die Signale synchronisiert vorzugsweise nebeneinander gleichzeitig auszugeben.

22. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Signalrekorder (4, 6) zur Speicherung der Signale des zumindest einen Sensors und der Hochgeschwindigkeitskamera (5) und vorzugsweise des Drehwinkelgebers vorgesehen ist und signalleitend mit dem zumindest einen Sensor, der Hochgeschwindigkeitskamera (5) und der Auswertungseinheit (7) sowie vorzugsweise mit dem Ausgabegerät (10) und dem Drehwinkelgeber verbunden ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor ein Zylinderdrucksensor, ein Temperatursensor und/oder ein Beschleunigungssensor ist.

12. April 2021

AP/GK

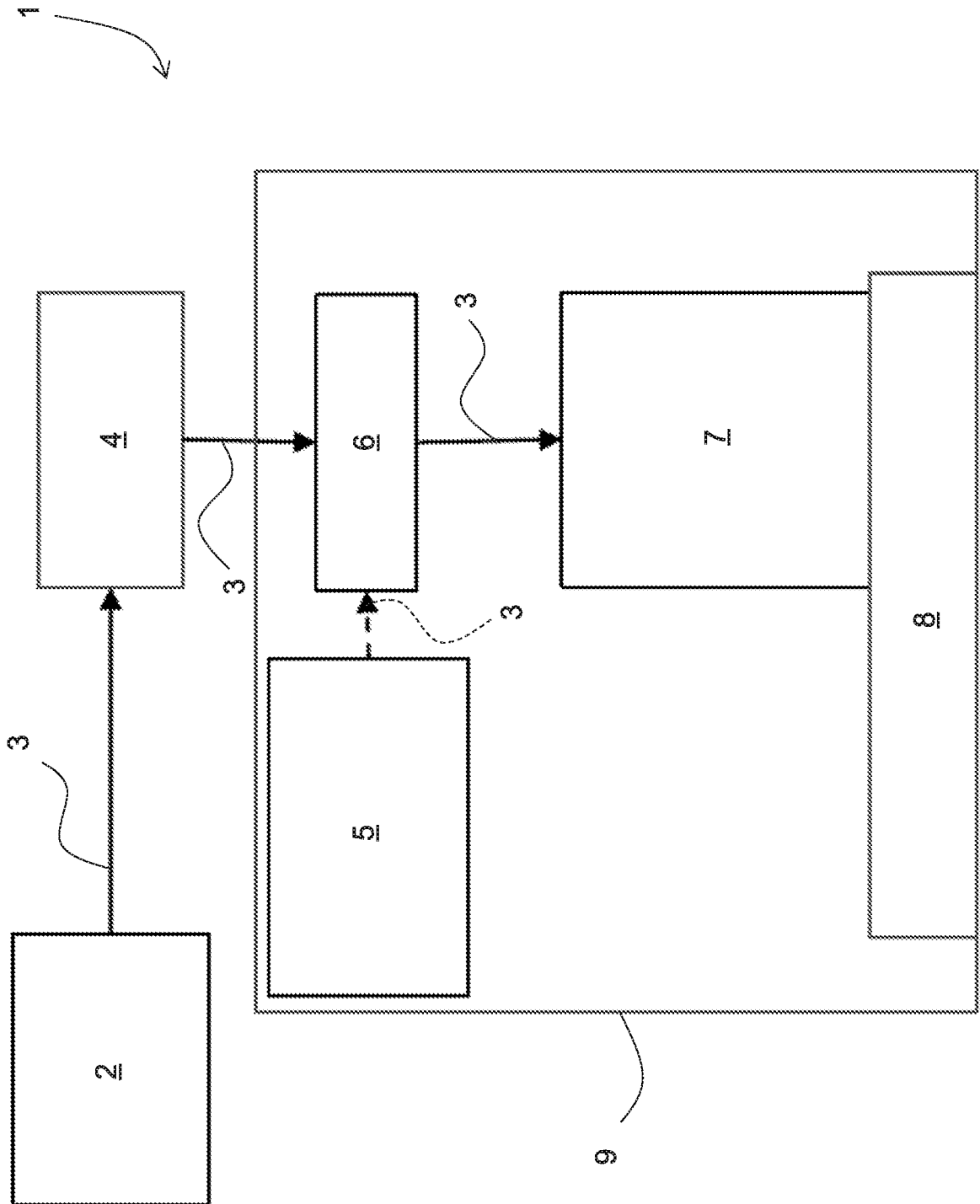
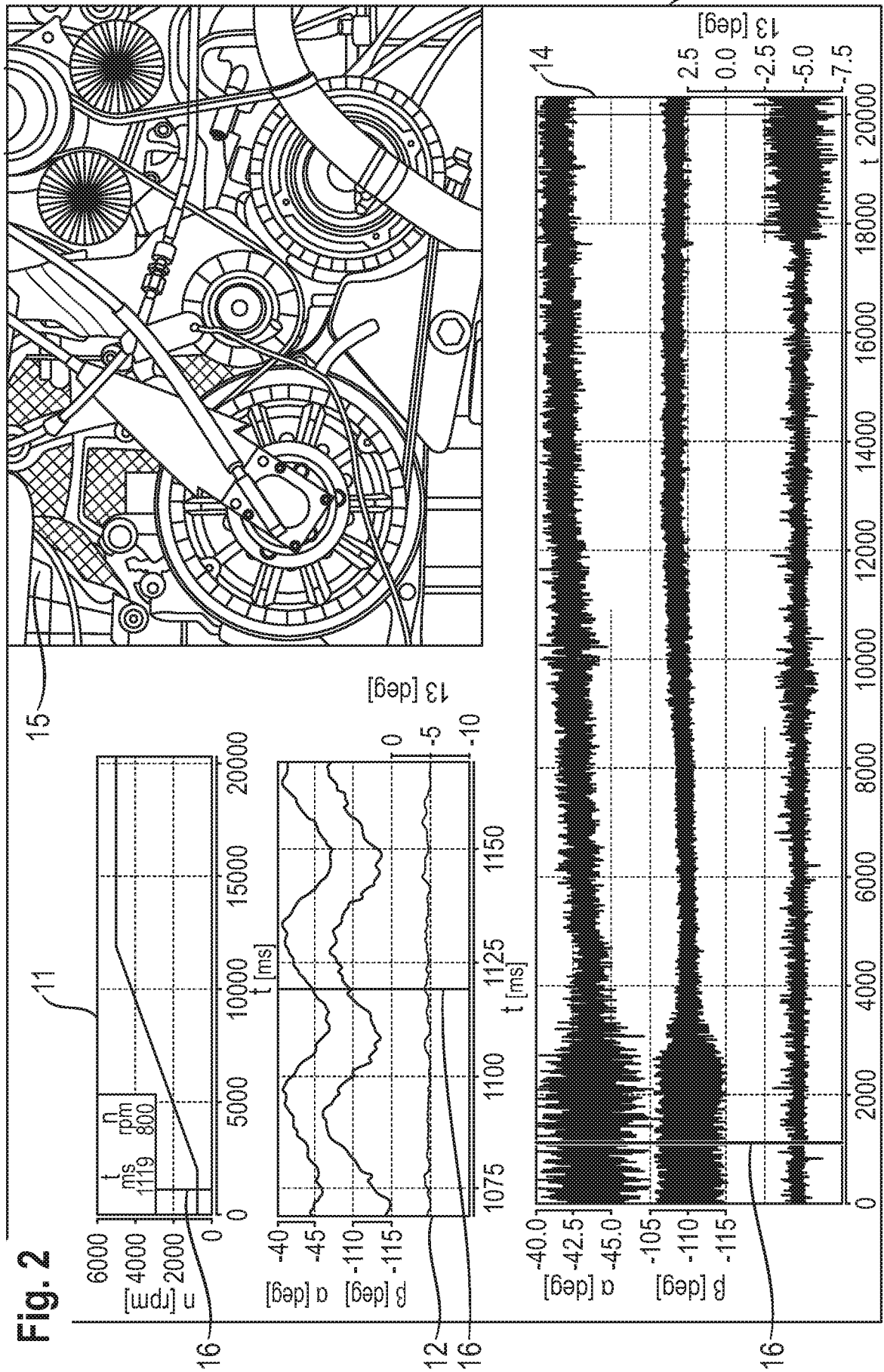


Fig. 1

Fig. 2



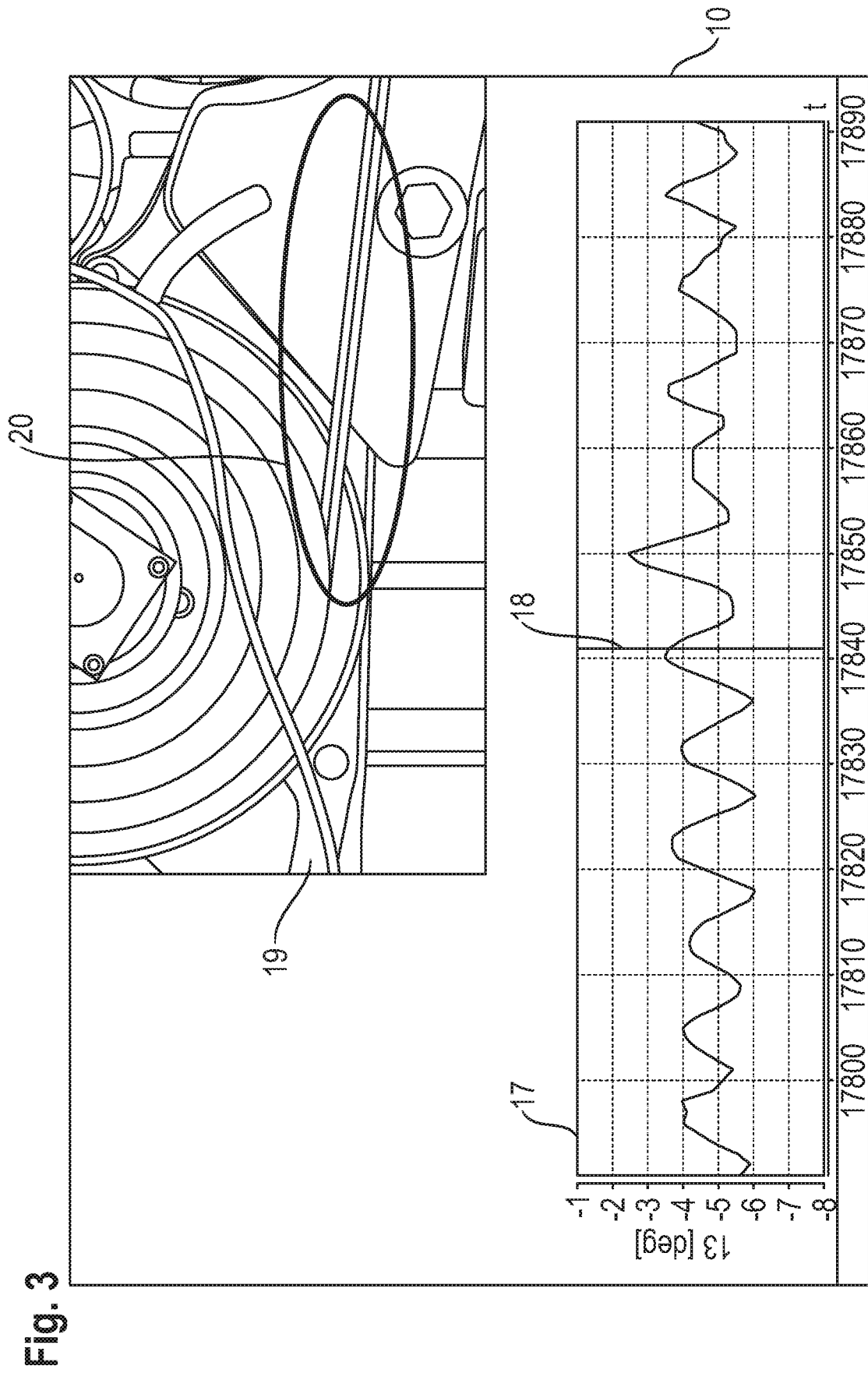


Fig. 4

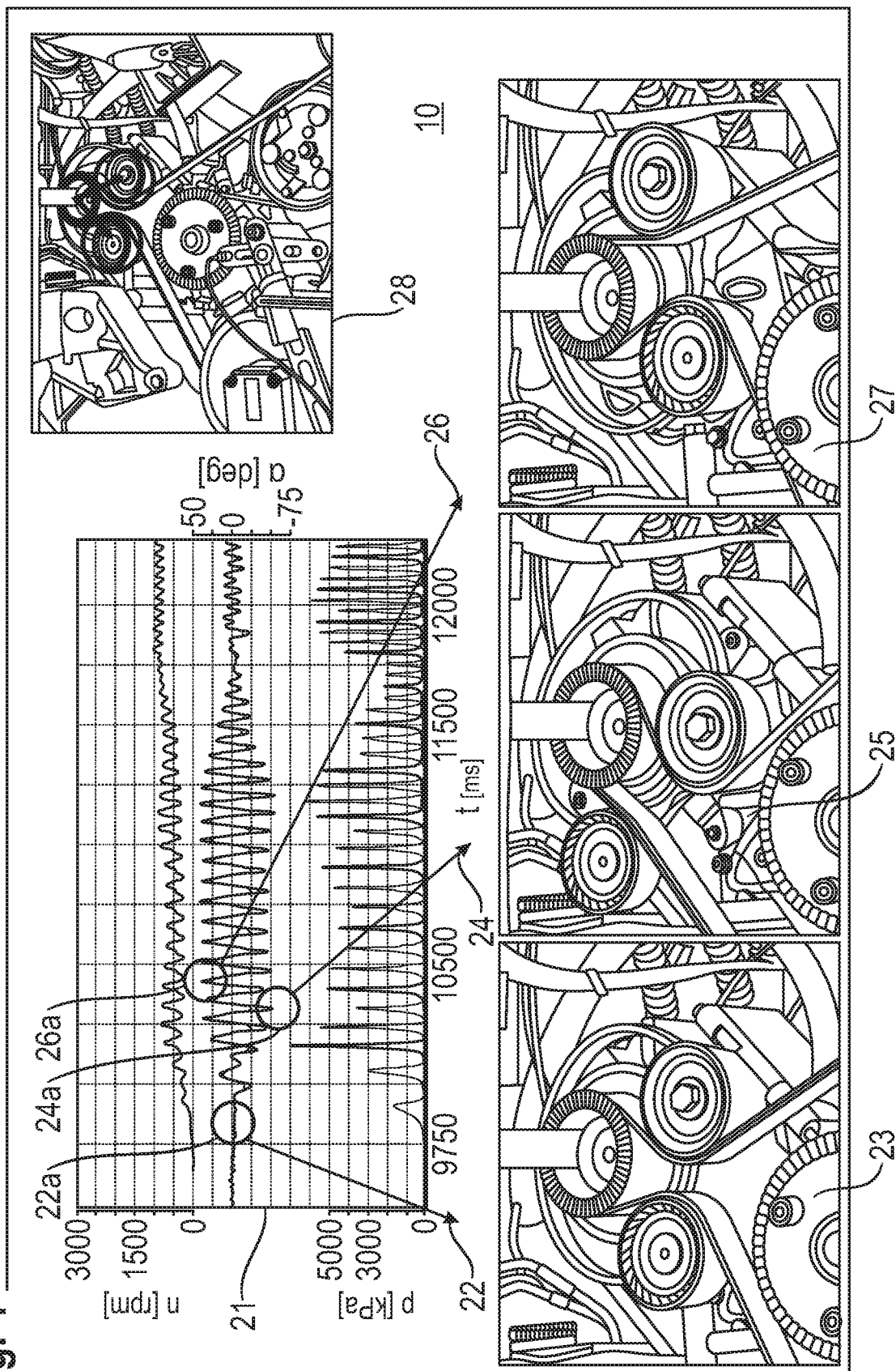


Fig. 5

