



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 230 074 A1

4(51) G 01 D 9/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 D / 271 196 3

(22) 20.12.84

(44) 20.11.85

(71) VEB Forschung und Entwicklung, 6600 Greiz, Zeulenrodaer Straße 42, DD

(72) Müller, Claus, Dipl.-Ing.; Rahm, Norbert; Weiße, Gerhard, DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Meßwerten von physikalischen Größen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Meßwerterfassung für physikalische Größen, insbesondere für Temperatur oder Feuchte bei kontinuierlich ablaufenden Prozessen in einem unzugänglichen Prozeßraum (1), wobei das mobile Meßwerterfassungssystem (4) sich erst beim Auflegen auf das Prozeßgut (2) in Meßbereitschaft versetzt und beim Eintritt in den Prozeßraum die Erfassung physikalischer Größen beginnen läßt. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens beinhaltet, daß das Gehäuse (7) des mobilen Meßwerterfassungssystems (4) aus einer doppelwandigen Ummantelung (8) mit Dämmstoff (9) besteht und im vorderen angeschrägten Teil des Gehäuses (7) sich Stößel (10 und 15) und Lichtleitkabel (16) befinden. An den Aus- und Eintrittsöffnungen des Lichtleitkabels (16) sind ein optoelektronischer Sender (17) und optoelektronischer Empfänger (18) innerhalb der aus dem Gehäuse (7) herausnehmbaren Meßelektronik (20) angeordnet. Der aus dem Gehäuse (7) herausragende Sensor (19), von welchem die physikalische Größe in eine elektrische Größe umgewandelt wird, ist bis zur Meßelektronik (20) geführt. Die Meßelektronik (20), mit einem Speicherausgang ausgerüstet, ist über einen Steckverbinder mit zur Auswertung der Meßergebnisse angeordneten Sekundärgeräten verbunden. Fig. 2

Titel der Erfindung

Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Meßwerten von
physikalischen Größen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Meßwerterfassung für physikalische Größen, insbesondere für Temperatur oder Feuchte bei kontinuierlich ablaufenden Prozessen in unzugänglichen Prozeßräumen, deren stationäre Prozeßzustände durch eine Meßwerterfassung nicht beeinflusst werden sollen und dürfen. Dabei kann es sich fallweise um eine Untersuchung des Prozeßraumes an sich, der Wirkung der physikalischen Größe auf das den Prozeßraum kontinuierlich durchlaufenden Gutes oder dessen Grenzschichten handeln.

Beispiele für Anwendungsgebiete sind insbesondere:

- Spann-Trocken-und-Fixiermaschinen in der Textilindustrie
- Kaolintrockner in der Keramikindustrie
- Schwallölbäder in der Elektronikindustrie

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß bestimmten Gütern, z. B. textilen Flächegebilden, feuchten Rohstoffmassen, Holz usw., durch gezielte chemische und physikalische Beeinflussung in vorgegebenen Grenzen und Zeitabläufen positive Eigenschaften verliehen werden können, in dem diese Güter kontinuierlich einen Prozeßraum durchlaufen.

Um Prozeßdaten zu erhalten, ist es oft erforderlich, diese im stationären Zustand zu erfassen. Bekannt sind bisher nur Verfahren, bei denen eine physikalische Größe, z. B. Temperatur mit Hilfe eines Meßfühlers, einer Schleifleitung und einer außerhalb des Prozeßraumes befindlichen Auswerteelektronik gemessen wird. Diese Anordnung ist sehr anfällig, kann zu größeren Beschädigungen des Gutes sowie des Prozeßraumes selbst führen und ist arbeitskräfteintensiv.

Bekannt ist eine Vorrichtung zum Messen und Auswerten von Temperaturverläufen (AS DE 24 56 663). Diese wird insbesondere zur Ermittlung des Sterilisationswertes von Konserven vorgeschlagen. Dabei wird das Meßgut, Bierflasche, Konservendose u. dgl., dem Produktionsfluß entnommen und mit der Vorrichtung versehen. Nach Einschaltung der Vorrichtung wird das Meßgut mit der Vorrichtung dem Produktionsfluß wieder zugeführt.

Eine derartige Vorrichtung eignet sich jedoch nicht für zusammenhängende, großflächige Prozeßgüter, die mehrere Prozeßräume in unmittelbarer Folge relativ schnell durchlaufen (5....100 m/min).

Ebenfalls nur für langsam ablaufende Prozesse und der Möglichkeit, einen Teil des Prozeßgutes zeitweise zu entnehmen, wird eine flexible Meßeinrichtung (OS DE 32 24 502 A 1) vorgeschlagen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein mobiles Meßwerterfassungssystem zu schaffen, welches erst beim Auflegen auf das Prozeßgut sich in Meßbereitschaft versetzt und beim Eintritt in den Prozeßraum die Erfassung physikalischer Größen eines relativ schnell ablaufenden kontinuierlichen Prozesses (5....100 m/min) in unzugänglichen Prozeßräumen beginnen läßt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit der es möglich ist, mittels eines mobilen Meßwerterfassungssystems physikalische Größen in unzugänglichen Prozeßräumen bei relativ schnell ablaufenden kontinuierlichen Prozessen aufzunehmen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß entsprechend der Länge des unzugänglichen Prozeßraumes, der Durchlaufgeschwindigkeit des Prozeßgutes und der Speicherkapazität des mobilen Meßwerterfassungssystems vor der

Inbetriebnahme des Meßwerterfassungssystems über den Programmschalter die Teilterverhältnisse im Steuerteil programmiert werden. Anschließend wird eine Meßelektronik in ein Gehäuse eingelegt, verschlossen und auf das sich bewegendes Prozeßgut aufgelegt. Ein im Gehäuse befindlicher Stößel wird nach oben gedrückt. Ein Signalfluß wird zum Start der Meßbereitschaft ausgewertet. In Höhe der Einlauföffnung wird ein weiterer Stößel zur Auslösung eines weiteren Signals niedergedrückt. Die vom Sensor aufgenommene in elektrische Größe umgewandelte physikalische Größe wird über einen Verstärkungs- und Normierungsteil, Analog-Digital-Wandler als digitaler Wert in einem Speicher eingelesen und Informationen vom Verstärkungs- und Normierungsteil und vom Analog-Digital-Wandler über das Steuerteil ebenfalls an den Speicher weitergegeben. Nach Verlassen des unzugänglichen Prozeßraumes wird das Gehäuse vom Prozeßgut abgehoben, die Meßelektronik entnommen und diese zur Übernahme in einen Mikrorechner und/oder einer Anzeigeelektronik über einen Steckverbinder verbunden.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens beinhaltet, daß das Gehäuse des mobilen Meßwerterfassungssystems aus einer doppelwandigen Ummantelung mit Dämmstoff besteht und im vorderen angeschrägten Teil des Gehäuses sich die Einrichtungen, wie in Ruhestand nicht den Signalfluß unterbrechende Stößel, Wippe, Lichtleitkabel oder andere bekannte Signalwege, befinden. An den Aus- und Eintrittsöffnungen des Lichtleitkabels sind optoelektronische Sender und optoelektronische Empfänger innerhalb der aus dem Gehäuse herausnehmbaren Meßelektronik angeordnet. Der aus dem Gehäuse herausragende Sensor ist bis zur Meßelektronik geführt und mit einem Verstärkungs- und Normierungsteil mit nachgeschaltetem Analog-Digital-Wandler zusammen-

geschaltet. Vom Verstärkungs- und Normierungsteil, Analog-Digital-Wandler, Bereitschaftseinheit, Programmierschalter und Starteinheit ist ein weiterer Signalweg zum Steuerteil geführt. Der Speicher ist mit den zur Auswertung der Meßergebnisse angeordneten Sekundärgeräten durch Steckverbinder verbunden. Die batteriebetriebene Stromversorgung wird mit der Bereitschaftseinheit, der Starteinheit, dem Verstärkungs- und Normierungsteil, dem Speicher, dem Analog-Digital-Wandler und dem Steuerteil hergestellt.

Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung ist es möglich, in unzugänglichen Prozeßräumen physikalische Größen exakt zu erfassen und abzuspeichern. Nach Auslesen der vorliegenden Meßwerte kann der technologische Prozeß optimiert werden (z. B. energetisch, verfahrenstechnisch, qualitätsverbessernd). Durch die einfache Anwendung ist es möglich, daß der Betreiber die Kontrolle der Prozeßdaten nach Bedarf durchführt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1: Prinzipskizze der Maschinenanordnung zur Veredlung von textilen Flächengebilden

Fig. 2: Prinzipskizze des Aufbaus der Vorrichtung eines mobilen Meßwerterfassungssystems in Seitenansicht und Draufsicht

Fig. 3: Blockschaltbild

In Figur 1 ist als Beispiel für einen zu untersuchenden unzugänglichen Prozeßraum 1 eine Spann-Trocken-Fixiermaschine, mit vor- und nachgestellten Prozeßräumen 3, die in der Textilindustrie zur Trocknung und Veredlung von textilen Flächengebilden als Prozeßgut 2 (Stoffbahnen) eingesetzt wird, dargestellt. Beim Trocknungs- bzw. Thermofixierprozeß durchläuft die Stoffbahn in unmittelbarer Folge diese Prozeßräume. Im unzugänglichen Prozeßraum 1 findet durch Wärmebehandlung ein sehr energieintensiver Prozeß statt. Es ist notwendig, eine genaue Kenntnis über die im unzugänglichen Prozeßraum 1 wirkenden Temperaturen zu erhalten. Dies beinhaltet Temperaturmessungen im Prozeßgut 2 selbst, in der sich aufbauenden Grenzschrift oder im unzugänglichen Prozeßraum 1 (Wirkung von Heizregistern und Umlüftern, Störungen durch Flusenbildung, Falschlufteinbrüche im Ein- und Auslaufbereich usw.). Bei Stillstand des Prozeßgutes 2 werden Umlüfter und Heizregister abgeschaltet. Nach Neuanlauf werden diese wieder zugeschaltet. Erst nach einer gewissen Anlaufzeit stellt sich im unzugänglichen Prozeßraum 1 ein stationärer Zustand ein. Dieser ist erforderlich, um aussagekräftige Prozeßdaten zu erhalten. Bedingt durch die Anordnung der aufeinanderfolgenden Prozeßräume 1 und 3 ist das Auflegen des mobilen Meßwert-erfassungssystems 4 nur im Aufnadelungsbereich 5 der Spann-Trocken-Fixiermaschine möglich. Da dieser Bereich schwer zugänglich ist und um einen vorzeitigen Start beim Hantieren mit dem mobilen Meßwert-erfassungssystem 4 auszuschließen, wird dieses erst beim Auflegen auf das Prozeßgut 2 in Meßbereitschaft versetzt und durch die Einlauföffnung 6 die Meßwertaufnahme gestartet.

Der Aufbau des mobilen Meßwert-erfassungssystems 4 wird in Figur 2 und 3 erläutert.

Das Gehäuse 7 des mobilen Meßwerterfassungssystems 4 besteht aus einer doppelwandigen Ummantelung 8, zwischen der Dämmstoff 9 gegen thermische und chemische Einflüsse eingebettet ist. Im angeschrägten vorderen Teil des Gehäuses 7 befinden sich die Einrichtungen zur Herstellung der Meßbereitschaft und zum Start der Meßwertaufnahme. Die Einrichtungen bestehen aus den Stößeln 10 und 15, der Wippe 14 und den Lichtleitkabeln 11 und 16. Die Stößel 10 und 15 sind so angebracht, daß sie im Ruhezustand den Lichtfluß nicht unterbrechen. An den Aus- und Eintrittsöffnungen der Lichtleitkabel 11 und 16 befinden sich optoelektronische Sender 12 und 17 sowie optoelektronische Empfänger 13 und 18, die in der Meßelektronik 20 angeordnet sind. Die Meßelektronik 20 ist so gestaltet, daß sie aus dem Gehäuse 7 herausgenommen werden kann. Der zur Meßwertaufnahme dienende Sensor 19 ist ein Mantelthermoelement, das aus dem Gehäuse 7 herausragt und durch die doppelwandige Ummantelung 8, mit Dämmstoff 9, bis zur Meßelektronik 20 geführt wird. Die Meßelektronik 20 wird durch die innere Ummantelung 8 geschützt. Der Sensor 19 ist in bekannter Weise mit einem Verstärkungs- und Normierungsteil 21 zusammengeschaltet. In diesem befinden sich elektronische Schaltungsteile zur Kompensation der Gegenlötstelle zur Signalverstärkung und zur Anpassung an den Eingang des Analog-Digital-Wandlers 22, der ihm nachgeschaltet ist. Vom Verstärkungs- und Normierungsteil 21 wird ein weiterer Signalweg zum Steuerteil 23 geführt. Das Steuerteil 23 beinhaltet einen freilaufenden Taktgenerator, eine anschließende Teilerkette, einen Adresszähler und Logikschaltungen zur Zyklussteuerung des Ein- und Auslesevorganges entsprechend bekannten Applikationen. Außerdem ist das Steuerteil 23 mit einem Programmierschalter 27 sowie der Starteinheit 28 und der Bereitschaftseinheit 26 verbunden.

Die Bereitschaftseinheit 26 besteht aus optoelektronischem Sender 12 und Empfänger 13 sowie dem Lichtleitkabel 11 und dem Stößel 10. Die Starteinheit setzt sich aus optoelektronischem Sender 17 und Empfänger 18, Lichtleitkabel 16 und Wippe 14 mit Stößel 15 zusammen. Dem Steuerteil 23 ist ein Speicher 24 nachgeschaltet, der ebenfalls mit dem Analog-Digital-Wandler 22 verbunden ist. Die Verbindung zwischen Speicher 24 und Sekundärgeräten zum Auswerten der Meßergebnisse wird über einen Steckverbinder 29 hergestellt.

Zur Stromversorgung 25 werden gasdichte Nickel-Cadmium-Akkumulatoren verwendet, aus denen durch Gleichspannungswandlung und Stabilisierung die erforderlichen Betriebsspannungen für die elektronischen Schaltungsteile gewonnen werden. Sie ist deshalb mit der Bereitschaftseinheit 26, der Starteinheit 28, dem Verstärkungs- und Normierungsteil 21, Analog-Digital-Wandler 22, dem Speicher 24 und dem Steuerteil 23 verbunden. Vor seiner Inbetriebnahme wird das mobile Meßwerterfassungssystem 4 durch eine Programmierung vorbereitet. Dies geschieht durch eine Einstellung am Programmierschalter 27. Die Programmierung des Teilverhältnisses im Steuerteil 23 erfolgt entsprechend der Länge des unzugänglichen Prozeßraumes 1, der Durchlaufgeschwindigkeit des Prozeßgutes 2 und der Speicherkapazität des mobilen Meßwerterfassungssystems 4.

Danach wird die Meßelektronik 20 in das Gehäuse 7 eingelegt und dieses verschlossen. Nun wird das mobile Meßwerterfassungssystem 4 auf das Prozeßgut 2 im Aufnadelungsbereich 5 der Spann-Trocken-und-Fixiermaschine aufgelegt. Beim Auflegen wird der Stößel 10 nach oben gedrückt und unterbricht dabei einen optischen Strahlungsweg (Signalfluß), der durch das Lichtleitkabel 11 geführt wird. Als Folge gibt der optoelektronische Empfänger 13, der Teil der Bereitschaftseinheit 26 ist, an das Steuerteil 23 einen Bereitschaftsbefehl und die Meßelektronik 20 wird in Meßbereitschaft versetzt.

Gemeinsam mit dem Prozeßgut 2 läuft das mobile Meßwerterfassungssystem 4 in den unzugänglichen Prozeßraum 1 ein. Beim Einlaufen des mobilen Meßwerterfassungssystems 4 in den unzugänglichen Prozeßraum 1 wird der Stößel 15 mit der Wippe 14 in Höhe der Einlauföffnung 6 niedergedrückt. Dabei wird ein zweiter optischer Strahlungsweg (Signalfluß) im Lichtleitkabel 16 unterbrochen und der optoelektronische Empfänger 18, der Teil der Starteinheit 28 ist, löst im Steuerteil 23 einen einmaligen Startimpuls aus. Jetzt beginnt der Meßvorgang. Die vom Sensor 19 aufgenommene und von ihm in eine entsprechende elektrische Größe (Spannung) gewandelte physikalische Größe (Temperatur) wird dem Verstärkungs- und Normierungsteil 21 zugeführt. Danach erfolgt im Analog-Digital-Wandler 22 eine Wandlung der Information. Die digitalen Werte werden in den Speicher 24 eingelesen. Vom Verstärkungs- und Normierungsteil 21 und vom Analog-Digital-Wandler 22 werden dabei auch an das Steuerteil 23 Informationen weitergeleitet, die zur Steuerung des Adresszählers für den Speicher 24 dienen. Ist der Vorrat an Speicherplätzen im Speicher 24 erschöpft, wird die Meßwertaufnahme gestoppt. Nach Verlassen des unzugänglichen Prozeßraumes 1 wird das mobile Meßwerterfassungssystem 4 vom Prozeßgut 2 abgenommen. Danach wird das Gehäuse 7 geöffnet und die Meßelektronik 20 entnommen. Über den Steckverbinder 29 werden die digital abgespeicherten Informationen in einen Mikrorechner und/oder in eine Anzeigeelektronik übernommen.

Die Einrichtungen zur Herstellung der Meßbereitschaft und zum Start des Meßwerterfassungssystems werden am bzw. im Gehäuse so angeordnet, daß dessen Schutzfunktion vor äußeren Einflüssen gewährleistet bleibt. Sie bestehen fallweise aus optischen, mechanischen oder in induktiv betätigten Kontakten bzw. Kombinationen derselben.

Der Vorteil des mobilen Meßwerterfassungssystems besteht darin, daß bei relativ schnell ablaufenden Prozessen in vielen unzugänglichen Prozeßräumen physikalische Größen (z. B. Temperatur, Druck, Feuchte) ohne Beeinflussung des stationären Prozeßzustandes erfaßt werden können. Der ablaufende technologische Prozeß braucht zum Auflegen des mobilen Meßwerterfassungssystems nicht unterbrochen werden. Außerdem kann bei zusammenhängenden, großflächigen Prozeßgütern (z. B. Textil- und dgl. Bahnen), die mehrere Prozeßräume in unmittelbarer Folge schnell durchlaufen, nur das mobile Meßwerterfassungssystem eingesetzt werden, da hierbei keine Teile des Prozeßgutes entnommen werden können.

Ein weiterer Vorteil des mobilen Meßwerterfassungssystems besteht darin, daß durch ein definiertes Einschalten beim Einlaufen in den unzugänglichen Prozeßraum die Meßwerte zuorden- und vergleichbar werden.

Durch Verwendung des mobilen Meßwerterfassungssystems wird es möglich, energetische, verfahrenstechnische und qualitätsverbessernde Optimierungen durchzuführen. Bei einer Spann-Trocken-und-Fixiermaschine ist es z. B. möglich, Störungen im Temperaturregime der Maschine oder textilartenbedingte Temperaturunter- oder -überschreitungen, die eine Qualitätsminderung zur Folge hätten, festzustellen. Danach müssen Veränderungen an der Sollwerteinstellung des Temperaturreglers vorgenommen werden und die Maschine bzw. das technologische Verfahren arbeitet wieder optimal.

Das mobile Meßwerterfassungssystem wird gegen die im Prozeßraum wirkenden Einflüsse geschützt. Zur thermischen Isolation werden Dämmstoffe eingesetzt, die den jeweiligen Prozeßbedingungen angepaßt sind. Hierzu eignen sich poröse Stoffe (z. B. Schaumglas).

Zum Schutz vor aggressiven chemischen Einflüssen erfolgt eine Unterbringung der Meßelektronik in einem chemisch resistenten Gehäuse (z. B. Edelstahl, PTFE).

Eine Kombination beider Schutzmaßnahmen ist möglich.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zum Erfassen von Meßwerten von physikalischen Größen bei kontinuierlich ablaufenden Prozessen in unzugänglichen Prozeßräumen, dadurch gekennzeichnet, daß entsprechend der Länge des unzugänglichen Prozeßraumes, der Durchlaufgeschwindigkeit des Prozeßgutes und der Speicherkapazität des mobilen Meßwerterfassungssystems vor der Inbetriebnahme des Meßwerterfassungssystems über den Programmschalter die Teilerhältnisse im Steuerteil programmiert werden, anschließend wird eine Meßelektronik in ein Gehäuse eingelegt, verschlossen und auf das sich bewegende Prozeßgut aufgelegt, ein im Gehäuse befindlicher Stößel wird nach oben gedrückt, ein Signalfluß wird zum Start der Meßbereitschaft ausgewertet, ein weiterer Stößel zur Auslösung eines weiteren Signalflusses wird in Höhe der Einlauföffnung niedergedrückt, die vom Sensor aufgenommene in elektrische Größe umgewandelte physikalische Größe wird über einen Verstärkungs- und Normierungsteil, Analog-Digital-Wandler als digitaler Wert in einem Speicher eingelesen und Informationen vom Verstärkungs- und Normierungsteil und vom Analog-Digital-Wandler über das Steuerteil ebenfalls an den Speicher weitergegeben, nach Verlassen des unzugänglichen Prozeßraumes wird das Gehäuse vom Prozeßgut abgehoben, die Meßelektronik entnommen und diese zur Übernahme in einen Mikrorechner und/oder einer Anzeigeelektronik über einen Steckverbinder verbunden.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (7) des mobilen Meßwerterfassungssystems (4) aus einer doppelwandigen Ummantelung (8) mit Dämmstoff (9) besteht und einem vorderen angeschrägten Teil des Gehäuses (7) sich die Einrichtungen, die im Ruhezustand nicht den Signalfluß unterbrechende Stößel (10 und 15), Wippe (14), Lichtleitkabel (11 und 16) oder andere bekannte Signalwege befinden, wobei an den Aus- und Eintrittsöffnungen der Lichtleitkabel (11 und 16) optoelektronische Sender (12 und 17) und optoelektronische Empfänger (13 und 18) innerhalb der aus dem Gehäuse (7) herausnehmbaren Meßelektronik (20) angeordnet sind, der aus dem Gehäuse (7) herausragende Sensor (19) ist bis zur Meßelektronik (20) geführt, mit einem Verstärkungs- und Normierungsteil (21) mit nachgeschaltetem Analog-Digital-Wandler (22) und Speicher (24) zusammengeschaltet, vom Verstärkungs- und Normierungsteil (21), Analog-Digital-Wandler (22), Bereitschaftseinheit (26), Programmierschalter (27) und Starteinheit (28) ist ein weiterer Signalweg zum Steuerteil (23) geführt, wobei der Speicher (24) mit den zur Auswertung der Meßergebnisse angeordneten Sekundärgeräten durch Steckverbinder (29) verbunden und die batteriebetriebene Stromversorgung (25) mit der Bereitschaftseinheit (26), der Starteinheit (28), dem Verstärkungs- und Normierungsteil (21), dem Speicher (24), dem Analog-Digital-Wandler (22) und dem Steuerteil (23) hergestellt ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

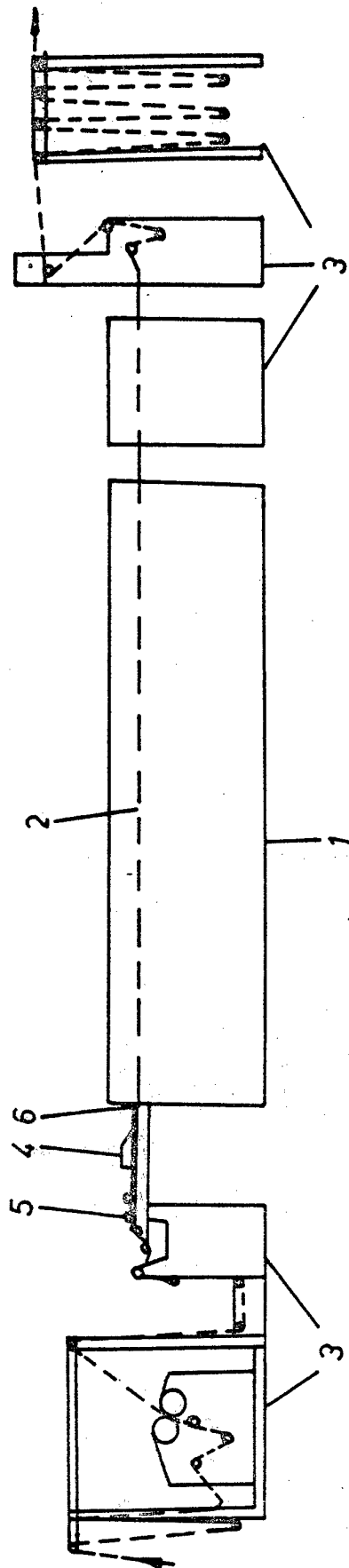


Fig. 1

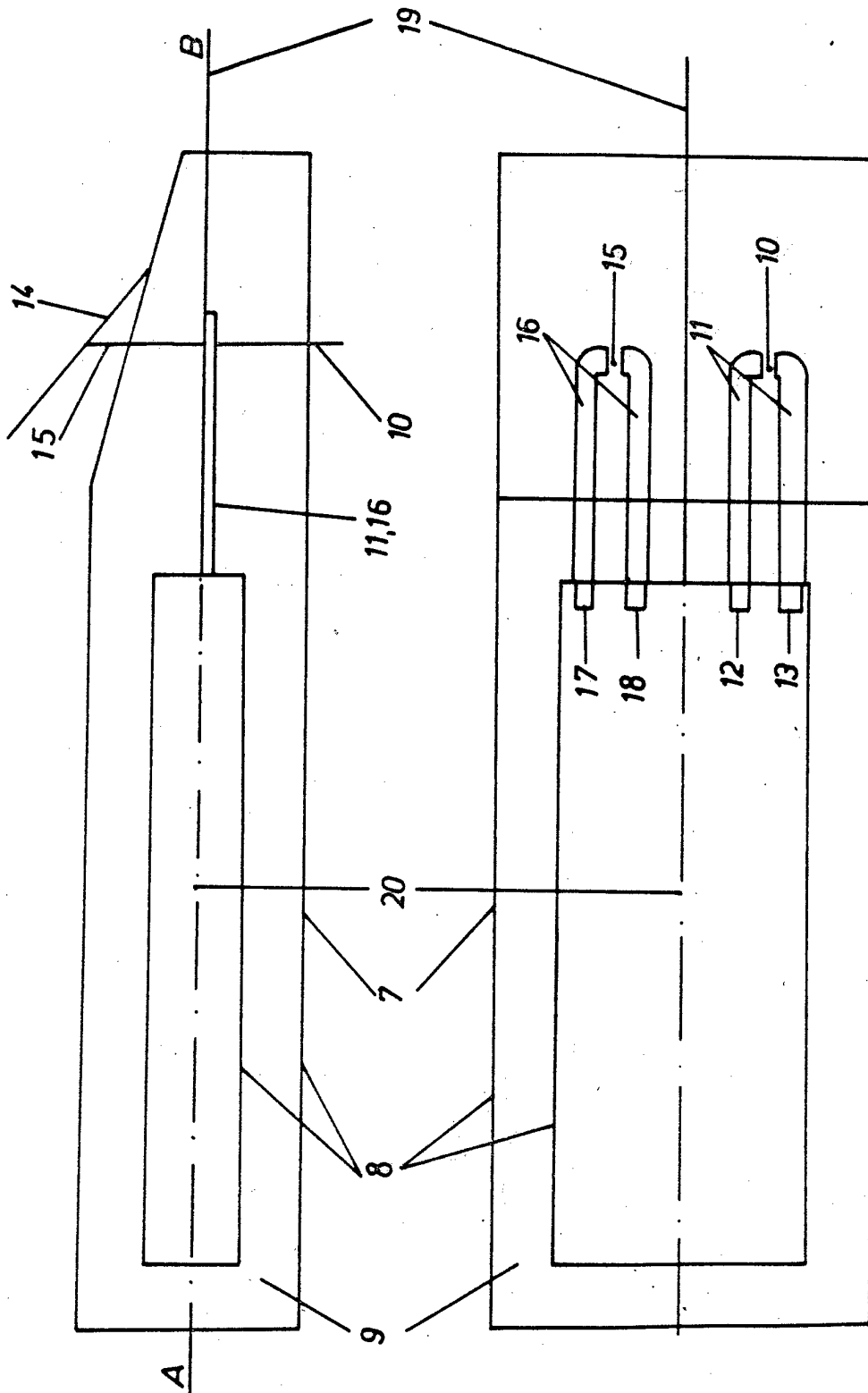


Fig. 2

The diagram shows a system 20 enclosed in a dashed box. Component 19 is connected to component 21. Component 21 is connected to component 22. Component 22 is connected to component 23. Component 23 is connected to component 24. Component 24 is connected to component 25. Component 25 is connected to component 26. Component 26 is connected to component 27. Component 27 is connected to component 28. Component 28 is connected to component 29. Component 29 is connected to component 20.

Fig. 3