

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50080/2014
(22) Anmeldetag: 04.02.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2015

(51) Int. Cl.: **G06Q 50/04** (2012.01)
B29C 45/76 (2006.01)

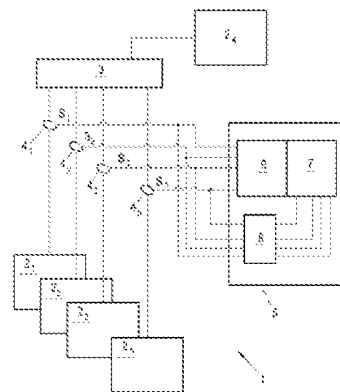
(71) Patentanmelder:
BERNECKER + RAINER INDUSTRIE-
ELEKTRONIK GES.M.B.H
5142 EGGELSBERG (AT)

(72) Erfinder:
Eder Franz
5144 Handenberg 60 (AT)

(74) Vertreter:
PATENTANWÄLTE PINTER & WEISS OG
WIEN

(54) **Verfahren zur Ermittlung von Größen einer Betriebs- oder Maschinendatenerfassung**

(57) Um auf einfache Weise Betriebsdaten oder Maschinendaten einer zyklisch arbeitenden Produktionsmaschine zu erfassen ist vorgesehen, dass ein Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) zur Ermittlung des Energieverbrauchs des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) verwendet wird und das Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) gleichzeitig mathematisch analysiert wird, um einen Arbeitszyklus des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) zu ermitteln und mit der ermittelten Zyklusdauer des Arbeitszyklus zumindest eine Größe der Betriebs- oder Maschinendatenerfassung zu ermitteln.



Zusammenfassung

Um auf einfache Weise Betriebsdaten oder Maschinendaten einer zyklisch arbeitenden Produktionsmaschine zu erfassen ist vorgesehen, dass ein Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) zur Ermittlung des Energieverbrauchs des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) verwendet wird und das Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) gleichzeitig mathematisch analysiert wird, um einen Arbeitszyklus des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) zu ermitteln und mit der ermittelten Zyklusdauer des Arbeitszyklus zumindest eine Größe der Betriebs- oder Maschinendatenerfassung zu ermitteln.

Fig. 1

Verfahren zur Ermittlung von Größen einer Betriebs- oder Maschinendatenerfassung

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Größen einer Betriebs- oder Maschinendatenerfassung eines zyklisch arbeitenden Verbrauchers eines Produktionsprozesses, wobei ein Messsignal des Verbrauchers erfasst und daraus der Energieverbrauch des Verbrauchers bestimmt wird.

In Produktionsanlagen kommen zur Herstellung von verschiedenen Produkten eine Vielzahl von Maschinen bzw. elektrischen Verbrauchern zur Anwendung. Dabei werden oftmals viele Maschinen parallel zur Herstellung von gleichen Teilen betrieben. Der Maschinenpark ist dabei aber in der Regel nicht homogen, sondern es werden unterschiedliche Maschinenfabrikate bzw. Maschinentypen verwenden. Als Beispiel dafür sei die Fertigung von Spritzgießteilen genannt, wo Spritzgießteile auf vielen Spritzgießmaschinen gleichzeitig gefertigt werden.

Für die gegenständliche Erfindung ist es aber nicht entscheidend, ob verschiedene oder gleiche Produktionsmaschinen verschiedene oder gleiche Teile herstellen, es ist auch nicht entscheidend ob ein hierzu verwendeter Maschinenpark homogen ist oder nicht. Das Verfahren lässt sich in Produktionen mit lauter gleichen Maschinen ebenso anwenden, wie für beliebige Anzahl unterschiedlicher Werkstücke.

In modernen Produktionsanlagen werden im Rahmen der Betriebsdatenerfassung und Maschinendatenerfassung eine Reihe von verschiedenen Größen von Produktionsmaschinen oder Produktionsprozessen erfasst, aufgezeichnet, ausgewertet und angezeigt. Als Beispiele solcher Größen der Produktionsmaschine oder des Produktionsprozesses der Betriebs- und Maschinendatenerfassung seien hier Produktionsstück, Produktionsgeschwindigkeit, Störungen, Stillstandszeiten, Wartungspausen, Maschinenzustände, etc., genannt. Dazu werden an der Produktionsmaschine verschiedene Sensoren verbaut, die verschiedene Messgrößen an der Produktionsmaschine erfassen und an eine Auswerteeinheit liefern, oder es werden benötigte Messgrößen durch Kommunikation mit der Maschinensteuerung abgefragt. Aus den Messgrößen der Sensoren oder aus der Maschinensteuerung werden dann die benötigten Größen für die Betriebsdatenerfassung und Maschinendatenerfassung ermittelt. Der Nachteil dabei ist allerdings, dass verschiedenste Sensoren benötigt werden, die verbaut und verkauft werden müssen oder dass eine aufwendige Kommunikation mit der Maschinensteuerung erforderlich ist, was den Aufwand für die Betriebsdatenerfassung und Maschinendatenerfassung erhöht oder den Produktionsablauf beeinflusst.

Zusätzlich werden in Produktionsanlagen oftmals auch Energiemanagementsysteme eingesetzt, um den Energieverbrauch von Produktionsmaschinen oder elektrischen Verbrauchern

zu erfassen und auszuwerten, z.B. um über eine Parameteränderung der Produktionsmaschine oder des Verbrauchers den Energieverbrauch zu optimieren. Aber auch hierzu bedarf es einer aufwendigen Kommunikation mit der Maschinensteuerung, um direkt Einfluss auf die Produktionsmaschine nehmen zu können. Ein Beispiel für eine Energieoptimierung an einer Maschine mit einem zyklisch ablaufenden Prozess, wie z.B. einer Spritzgießmaschine, ist in der EP 1 346 812 B1 beschrieben. Darin wird der Zyklus in mehrere Teilzyklen unterteilt und versucht, den Energieverbrauch einzelner Teilzyklen durch Variation der Maschinenparameter zu optimieren. Zur Erfassung des Energieverbrauchs kommen verschiedene Sensoren, wie z.B. ein Strom- oder Spannungssensor, zum Einsatz. Größen der Produktionsmaschine oder des Produktionsprozesses, neben dem Energieverbrauch oder darauf bezogener Größen, werden hier aber nicht systematisch erfasst.

Es ist nun eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, auf einfache Weise Betriebsdaten oder Maschinendaten einer zyklisch arbeitenden Produktionsmaschine zu erfassen und zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, indem das Messsignal mathematisch analysiert wird, um einen Arbeitszyklus des Verbrauchers zu ermitteln und mit der ermittelten Zyklusdauer des Arbeitszyklus zumindest eine Größe der Betriebs- oder Maschinendatenerfassung ermittelt wird. Das den Energieverbrauch charakterisierende Messsignal wird gleichzeitig mit bekannten mathematischen Methoden ausgewertet, um den Arbeitszyklus des Produktionsprozesses zu ermitteln. Der Arbeitszyklus bzw. die Zyklusdauer des Arbeitszyklus ist dann die Basis zur Ermittlung einer Fülle von Größen der Betriebs- und Maschinendatenerfassung, wie z.B. Produktionsstück, Produktionsgeschwindigkeit, Produktionsgüte, Produktionskonstanz, Störungen, Stillstandszeiten, Wartungspausen, Maschinenzustände, Störungen, zeitliche Veränderungen im Produktionsprozess, etc. Damit werden ohnehin erfasste Messgrößen gleichzeitig genutzt, um auf Größen der Betriebs- und Maschinendatenerfassung rückzuschließen. Die Erfassung weiterer Messgrößen oder eine aufwendige Maschinenkommunikation wird dadurch überflüssig.

Als mögliche mathematische Verfahren zur Bestimmung des Arbeitszyklus kommt eine Autokorrelationsanalyse des Messsignals, das Suchen einer wiederkehrenden dominierenden Frequenz im Frequenzspektrum des Messsignals oder die Suche eines charakteristischen, wiederkehrenden Signalmusters im Messsignal in Frage, wobei es noch eine Reihe anderer mathematischer Verfahren gibt.

Vorteilhaft wird aus dem ermittelten Arbeitszyklus der Takt des Verbrauchers ermittelt, woraus als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung die Produktionsstück und/oder die Produktionsgeschwindigkeit des Verbrauchers ermittelt werden kann.

Vorteilhaft wird der Signalverlauf des Messsignals über den Arbeitszyklus integriert, woraus als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung eine Pause, Störung oder Abschaltung des Verbrauchers ermittelt werden kann.

5 Vorteilhaft wird der Signalverlauf des Messsignals über den Arbeitszyklus integriert, woraus aus Vergleich der Integrale über aufeinanderfolgende Arbeitszyklen oder mit einem vorgegebenen Schwellwert eine Veränderungen im Produktionsprozess oder des Verbrauchers ermittelt werden kann.

10 Vorteilhaft wird der Signalverlauf des Messsignals über den Arbeitszyklus integriert und aus der Varianz des Integrals des Messsignals von aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung die Prozesskonstanz oder die Produktionsgüte ermittelt.

Vorteilhaft wird durch Vergleich oder Autokorrelation des Messsignals in einem Arbeitszyklus mit einem abgespeicherten Muster-Signalverlauf ein bestimmter Produktionsprozess ermittelt.

15 Weiters kann auch noch in vorteilhafter Weise der Energieverbrauch mehrerer Verbraucher bestimmt werden und daraus ein Gesamtenergieverbrauch über die Zeit ermittelt werden, und der Gesamtenergieverbrauch optimiert werden, um Energieverbrauchsspitzen zu glätten.

20 Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figur 1 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung zeigt. Dabei zeigt

Fig.1 ein Anlagenschema zur erfindungsgemäßen Betriebs- und Maschinendatenerfassung.

25 Die in Fig.1 schematisch dargestellte Produktionsanlage 1 umfasst eine Anzahl von zyklisch arbeitenden Verbrauchern $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$, die zu deren Betrieb von einer Energieverteilung 3 die benötigte Energie erhalten. Ein Verbraucher kann eine Produktionsmaschine sein, oder ein einzelner Antrieb einer Produktionsmaschine, z.B. ein Elektromotor, ein Hydraulik- oder Pneumatikzylinder. Unter zyklisch arbeitend wird verstanden, dass ein Arbeitsprozess in einem Arbeitszyklus zyklisch wiederholt wird. Zyklische Arbeitsprozesse kommen häufig bei
30 Produktionsmaschinen vor. Als Beispiel eines zyklischen Arbeitsprozesses sei eine Spritzgießmaschine, eine Tiefziehmaschine, eine Maschinenpresse, eine zyklische Rezeptarbeitsung genannt. Die Energie kann z.B. in Form von elektrischer, hydraulischer oder pneumatischer Energie zur Verfügung gestellt werden. Um den Energieverbrauch von Verbrauchern

2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n messen zu können, sind Messsensoren 4₁, 4₂, 4₃, ..., 4_n vorgesehen, z.B. Stromsensoren, Spannungssensoren, Leistungssensor, Drucksensoren, Durchflusssensoren, etc., die ihr Messsignal S₁, S₂, S₃, S_n an eine Energieauswerteeinheit 6 einer Auswerteeinheit 5 liefern. Es müssen aber nicht von allen Verbrauchern 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n Messsignale S₁, S₂, S₃, ..., S_n erfasst werden, sondern es reicht für die Erfindung aus, von zumindest einem Verbraucher 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n zumindest ein Messsignal S₁, S₂, S₃, ..., S_n zu erfassen. In der Energieauswerteeinheit 6 kann der Energieverbrauch der einzelnen Verbraucher 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n erfasst, ausgewertet, angezeigt und gegebenenfalls optimiert werden.

Die Messsignale S₁, S₂, S₃, ..., S_n der Messsensoren 4₁, 4₂, 4₃, ..., 4_n werden gleichzeitig in einer Signalanalyseeinheit 8 mathematisch ausgewertet, um daraus relevante Größen der Verbraucher 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n oder des Produktionsprozesses für eine Betriebs- oder Maschinendatenerfassung 7 abzuleiten.

Der Arbeitszyklus eines Verbrauchers 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n wird z.B. durch eine Autokorrelationsanalyse eines diesen Verbraucher 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n zugeordneten Messsignals S₁, S₂, S₃, ..., S_n ermittelt. Alternativ könnte der Arbeitszyklus auch durch Suchen einer wiederkehrenden dominierenden Frequenz im Frequenzspektrum eines zugeordneten Messsignals S₁, S₂, S₃, ..., S_n gefunden werden. Das Messsignal S₁, S₂, S₃, ..., S_n könnte auch mit intelligenten Filtern analysiert oder nach charakteristischen, wiederkehrenden Signalmustern abgesucht werden, um den Arbeitszyklus zu erkennen. Es gibt hier eine Fülle von bekannten mathematischen Methoden, um aus einem Messsignal S₁, S₂, S₃, ..., S_n einen darin enthaltenen, sich wiederholenden Arbeitszyklus zu extrahieren. Da diese Verfahren allesamt hinreichend bekannt sind, wird hier auf eine genaue Beschreibung dieser Verfahren verzichtet.

Für eine automatische sichere Auswertung der Messsignale S₁, S₂, S₃, ..., S_n bietet sich die Autokorrelationsanalyse an. Hierzu wird der zeitliche Verlauf eines Messsignals S₁, S₂, S₃, ..., S_n eines Verbrauchers 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n über zumindest zwei Arbeitszyklen gemessen und autokorreliert. Z.B. kann für einen elektrischen Verbraucher, wie einen Elektromotor, als Messsignal der elektrische Strom oder die elektrische Leistung laufend gemessen und in der Signalanalyseeinheit 8 laufend autokorreliert werden.

Aus dem ermittelten Arbeitszyklus kann auf den Takt des zugehörigen Verbrauchers 2₁, 2₂, 2₃, ..., 2_n geschlossen werden, woraus wiederum Größen der Betriebsdatenerfassung und Maschinendatenerfassung wie Produktionsstück und/oder Produktionsgeschwindigkeit abgeleitet werden können.

Anhand der nun bekannten Zyklusdauer kann der zeitliche Verlauf des Messsignals S₁, S₂, S₃, ..., S_n innerhalb eines Arbeitszyklus beobachtet bzw. mathematisch ausgewertet werden und

daraus weitere relevante Größen der Verbraucher $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$ oder des Produktionsprozesses für die Betriebs- oder Maschinendatenerfassung 7 abgeleitet werden.

Beispielsweise kann das Messsignal $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ über die Zyklusdauer integriert werden, woraus auf eine Pause, Störung oder Abschaltung des Verbrauchers $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$ geschlossen werden kann. Ergibt das Integral Null, kann auf einen Stillstand geschlossen werden. Weicht das Integral von einem erwartenden Wert oder Wertebereich ab, kann auf eine Störung geschlossen werden. Durch Vergleich der Integrale über aufeinanderfolgende Zyklusdauern kann auf Veränderungen im Produktionsprozess oder am Verbraucher, wie z.B. Verschleiß, Verschmutzung, Schäden, etc., geschlossen werden. Nicht normale Zustände eines Verbrauchers $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ können z.B. auch durch Vergleich eines zugehörigen Messsignals $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$ mit einem festgelegten Schwellwert erkannt werden.

Aus der Varianz der Integrale eines Messsignals $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ von aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen kann z.B. auf die Prozesskonstanz oder damit auch auf die Produktionsgüte geschlossen werden. Je größer die Varianz, umso geringer ist die Prozesskonstanz, was auch die Produktionsgüte reduzieren kann.

Der Signalverlauf eines Messsignals $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ ist in vielen Fällen auch repräsentativ für ein bestimmtes Werkstück bzw. eine aktuell produziertes Produkt. Somit kann durch den Vergleich, bzw. die Autokorrelation, der Messsignale $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ eines Arbeitszyklus mit abgespeicherten Muster-Signalverläufen auf einen bestimmten Produktionsprozess, z.B. die Produktion eines bestimmten Produkts oder Rezepts, geschlossen werden. Beispielsweise kann im Spritzguss oder auf Pressen so das gerüstete Werkzeug automatisch erkannt werden.

Auf Basis der erkannten Arbeitszyklen und der synchronisierten Erfassung der Signalverläufe der verschiedenen Verbraucher kann auch der zeitliche Gesamtenergieverbrauch der Produktion optimiert werden, indem z.B. Arbeitszyklen zeitlich relativ zueinander verschoben werden, um Energieverbrauchsspitzen zu glätten. Wenn ein direkter Eingriff in die Produktionsmaschine vermeiden werden soll, dann zumindest das Potential für eine Gesamtenergieverbrauchsoptimierung ermittelt und aufgezeigt werden. Dabei können auch Optimierungen in der Produktion vorgeschlagen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Größen einer Betriebs- oder Maschinendatenerfassung eines zyklisch arbeitenden Verbrauchers eines Produktionsprozesses, wobei ein Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) erfasst und daraus der Energieverbrauch des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) gleichzeitig mathematisch analysiert wird, um einen Arbeitszyklus des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) zu ermitteln und mit der ermittelten Zyklusdauer des Arbeitszyklus zumindest eine Größe der Betriebs- oder Maschinendatenerfassung ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitszyklus durch eine Autokorrelationsanalyse des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitszyklus durch Suchen einer wiederkehrenden dominierenden Frequenz im Frequenzspektrum des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitszyklus durch Suche eines charakteristischen, wiederkehrenden Signalmusters im Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem ermittelten Arbeitszyklus der Takt des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt wird, woraus als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung die Produktionsstück und/oder die Produktionsgeschwindigkeit des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalverlauf des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) über den Arbeitszyklus integriert wird, woraus als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung eine Pause, Störung oder Abschaltung des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalverlauf des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) über den Arbeitszyklus integriert wird, woraus aus Vergleich der Integrale über aufeinanderfolgende Arbeitszyklen oder mit einem vorgegebenen Schwellwert eine Veränderungen im Produktionsprozess oder des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalverlauf des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) über den Arbeitszyklus integriert wird und aus der Varianz des Integrals des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) von aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung die Prozesskonstanz oder die Produktionsgüte ermittelt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Vergleich oder Autokorrelation des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) eines Arbeitszyklus mit einem abgespeicherten Muster-Signalverlauf ein bestimmter Produktionsprozess ermittelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energieverbrauch mehrerer Verbraucher ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) bestimmt und daraus ein Gesamtenergieverbrauch über die Zeit ermittelt wird, und der Gesamtenergieverbrauch optimiert wird, um Energieverbrauchsspitzen zu glätten.

1/1

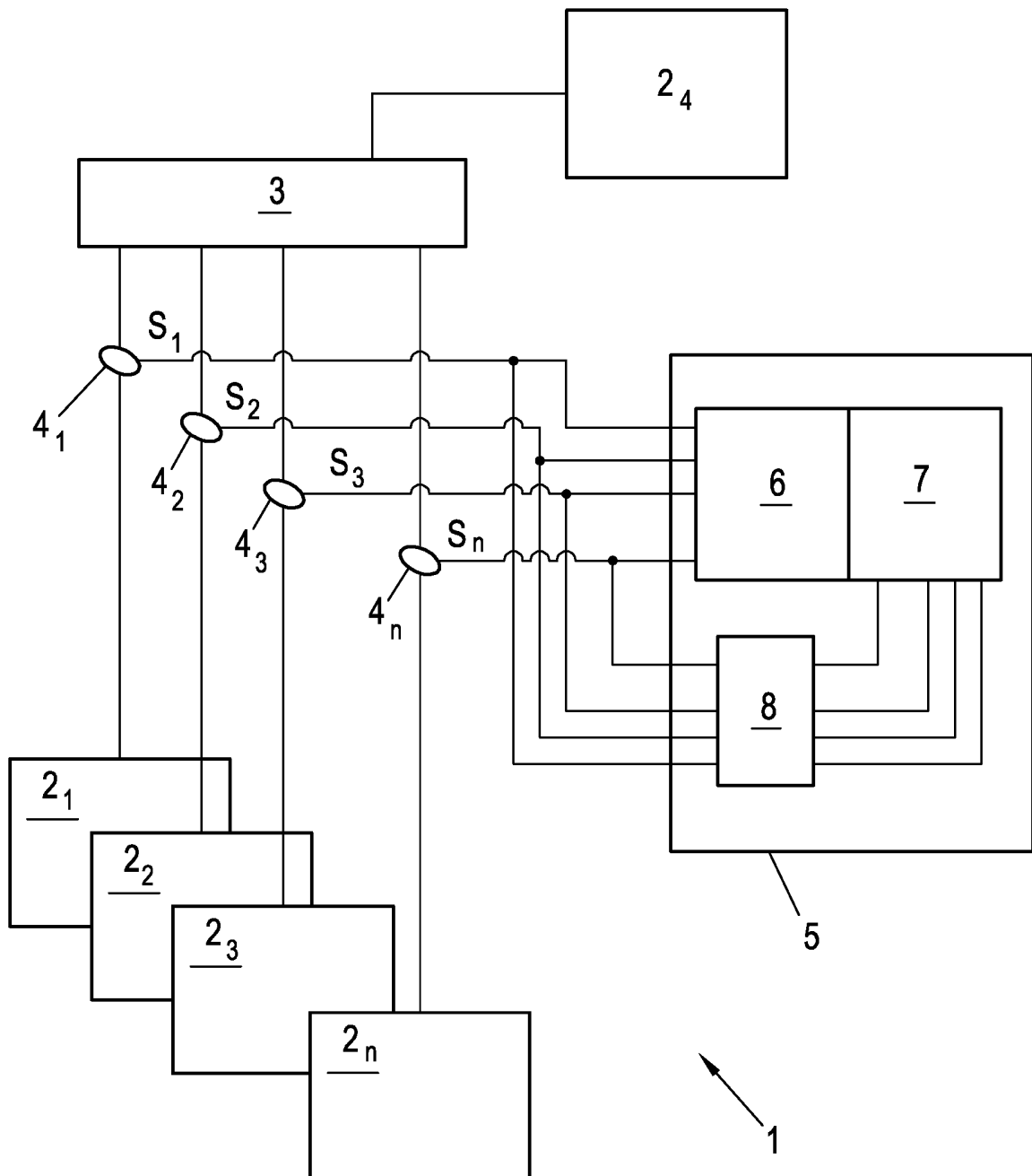


Fig. 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Größen einer Betriebs- oder Maschinendatenerfassung eines zyklisch arbeitenden Verbrauchers eines Produktionsprozesses, wobei zumindest ein den Energieverbrauch charakterisierendes Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) erfasst und daraus der Energieverbrauch des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses zumindest ein Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) gleichzeitig mathematisch analysiert wird, um einen Arbeitszyklus des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) zu ermitteln und mit der ermittelten Zyklusdauer des Arbeitszyklus aus dem zeitlichen Verlauf dieses zumindest einen Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) innerhalb des Arbeitszyklus zumindest eine Größe der Betriebs- oder Maschinendatenerfassung ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitszyklus durch eine Autokorrelationsanalyse des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitszyklus durch Suchen einer wiederkehrenden dominierenden Frequenz im Frequenzspektrum des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitszyklus durch Suche eines charakteristischen, wiederkehrenden Signalmusters im Messsignal ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem ermittelten Arbeitszyklus der Takt des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt wird, woraus als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung die Produktionsstück und/oder die Produktionsgeschwindigkeit des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalverlauf des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) über den Arbeitszyklus integriert wird, woraus als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung eine Pause, Störung oder Abschaltung des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalverlauf des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) über den Arbeitszyklus integriert wird, woraus aus Vergleich der Integrale über aufeinanderfolgende Arbeitszyklen oder mit einem vor-

gegebenen Schwellwert eine Veränderungen im Produktionsprozess oder des Verbrauchers ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) ermittelt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalverlauf des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) über den Arbeitszyklus integriert wird und aus der Varianz des Integrals des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) von aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen als Größe der Betriebs- und Maschinendatenerfassung die Prozesskonstanz oder die Produktionsgüte ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Vergleich oder Autokorrelation des Messsignals ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) eines Arbeitszyklus mit einem abgespeicherten Muster-Signalverlauf ein bestimmter Produktionsprozess ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energieverbrauch mehrerer Verbraucher ($2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$) bestimmt und daraus ein Gesamtenergieverbrauch über die Zeit ermittelt wird, und der Gesamtenergieverbrauch optimiert wird, um Energieverbrauchsspitzen zu glätten.