



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 393 053 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 892/87

(51) Int.Cl.⁵ : **H02J 3/08**

(22) Anmeldetag: 9. 4.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.1990

(45) Ausgabetag: 12. 8.1991

(56) Entgegenhaltungen:

AT-PS 345393 AT-PS 348070 DE-AS2025124 DE-AS1638582
DE-OS1563638

(73) Patentinhaber:

ELIN-UNION AKTIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE
INDUSTRIE
A-1141 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

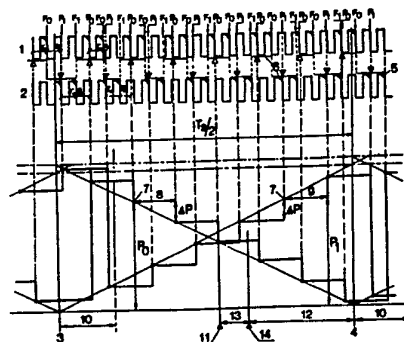
SAUPER ECKHARD DIPL.ING.
KLAGENFURT, KÄRNTEN (AT).

(54) ANORDNUNG ZUR ERMITTLUNG DES WIEDERKEHRENDEN SYNCHRONISATIONSZEITPUNKTES

(57) Um einen Generator einwandfrei an das Drehstromnetz anschalten zu können, muß Synchronismus herrschen. Da die Frequenzen immer eine kleine Differenz aufweisen, tritt eine Schwebung ein. Es kann daher nur bei einem bestimmten Zeitpunkt synchronisiert werden. Mit den bekannten Synchronisierverfahren und Einrichtungen kann nicht optimal beim Synchronisationszeitpunkt geschaltet werden.

Ein neues Meßverfahren beruht auf einer zyklischen digitalen Erfassung der Periodendauer (F_0 , F_1) und der Phasenverschiebung (P_0 , P_1) zwischen zwei den Wechselspannungen phasengleichen Rechtecksignalen (1,2). Bei jedem Zyklus (8) zählt ein Zähler (23) von einer bis zur übernächsten Flanke des einen Rechtecksignals (1), anschließend von dieser Flanke bis zur nächsten gleichartigen Flanke des anderen Rechtecksignals (2). Dann wird von dieser Flanke bis zur übernächsten Flanke dieses Rechtecksignals (2) gezählt und zuletzt bis zur nächsten gleichartigen Flanke des einen Rechtecksignals (1). Aus den abgespeicherten Zählerständen wird mittels eines Programmes in einem Prozeßrechner der nächstfolgende Synchronisationszeitpunkt errechnet.

Mit diesem Meßverfahren wird bei Berücksichtigung der Schaltverzugszeiten exakter beim Synchronisationszeitpunkt geschaltet.



AT 393 053 B

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Ermittlung des wiederkehrenden Synchronisationszeitpunktes von zwei verschiedenen frequenten, vorzugsweise sinusförmigen, Signalen mit gleicher Amplitude, wobei jedem Signal ein phasengleiches Rechtecksignal zugeordnet ist.

5 Bisher werden zwei Wechsel- bzw. Drehstromnetze mit dem Doppelspannungs- bzw. Differenzspannungsmesser, dem Doppelzungenfrequenzmesser und dem umlaufenden Leistungsfaktormesser, welcher auch Synchronoskop genannt wird, synchronisiert. Der richtige und wiederkehrende Synchronisationszeitpunkt kann am Leistungsfaktormesser abgelesen werden. Die wichtigste Voraussetzung zum Zusammenschalten von zwei Wechselstromnetzen oder einem Generator mit dem Drehstromnetz ist, daß zum Zeitpunkt der Zusammen-

10 schaltung die Zeitwerte der Spannungen übereinstimmen müssen. Das bedeutet, daß die Effektivwerte der Leiterspannungen, die Frequenzen, die Phasenlage und die Phasenfolge der Spannungen gleich sein müssen.

Die Generatorspannung genau auf die gleiche Frequenz wie das Wechselstromnetz zu trimmen ist fast unmöglich. Daher tritt eine Schwebung auf. Bei jedem Nulldurchgang der Schwebung bei dem die Zeitwerte der Spannungen übereinstimmen und welcher der Synchronisationszeitpunkt ist, können zwei Wechselstromnetze zusammenschaltet bzw. ein Generator an das Wechselstromnetz geschaltet werden.

15 Bei der händischen Synchronisation kommt es auf das Geschick und die Erfahrung des Bedienungspersonals an, wie nahe beim idealen Synchronisationszeitpunkt ein Generator an das Wechselstromnetz geschaltet wird. Wenn die Synchronisation vollautomatisch erfolgt, also durch dauerndes Messen der Differenzspannung, der Differenzfrequenz und der Phasenverschiebung zwischen den beiden Spannungen, kann der Synchronisationszeitpunkt schon ziemlich exakt ermittelt werden. Dadurch, daß die einzelnen Messungen analog erfolgen, kann jedoch nicht optimal beim nächsten Synchronisationszeitpunkt eine Schalthandlung durchgeführt werden.

20 Mit der Vorrichtung in der DE-OS 1 563 638 werden frequenz- und phasengleiche Rechtecksignale aus den zusammenzuschaltenden Netzen erzeugt. Diese werden in einem UND-Gatter miteinander verglichen. Bei Phasengleichheit ist das Ausgangssignal des UND-Gatters ident mit den Eingangssignalen. Erreicht dieses Rechtecksignal eine bestimmte Breite, so werden die beiden Netze zusammenschaltet. Bei dieser Vorrichtung werden keine Schaltverzugszeiten des Leistungsschalters zum Parallelschalten der beiden Netze berücksichtigt. Es wird somit nur ungefähr beim Synchronisationszeitpunkt die Parallelschaltung der beiden Netze erreicht, wodurch es zu Pendelungen der Generatordrehzahl kommt.

25 Weiters sind in der AT-PS 348 070, der AT-PS 345 393, der DE-AS 2 025 124 und der DE-AS 1 638 582 ebenfalls Schaltungsanordnungen zum Parallelschalten von Wechselstromnetzen dargestellt, von denen einige auch die Schaltverzugszeiten berücksichtigen. Alle diese Schaltungen sind jedoch sehr bauteilaufwendig und daher ziemlich störungsanfällig.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, eine Anordnung für ein neues Meßverfahren zur Bestimmung der Frequenz von zwei Wechselstromnetzen und der Phasenverschiebung zwischen ihnen zu schaffen und somit den Synchronisationszeitpunkt bei gleichbleibender Frequenzdifferenz exakt zu bestimmen.

35 Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß jedes der beiden Rechtecksignale an einen einpoligen elektronischen Schalter gelegt ist und diese an die Eingänge einer ODER-Verknüpfung angeschlossen sind und daß die ODER-Verknüpfung einerseits mit dem STOP-Eingang und andererseits mit dem START-Eingang eines von den beiden Rechtecksignalen zyklisch gesteuerten flankenempfindlichen Zählers verbunden ist, wobei am STOP-Eingang des Zählers jeweils eines der beiden Rechtecksignale ansteht, und der Zähler bei jedem Zyklus von einer bis zur übernächsten Flanke des einen Rechtecksignales zählt, dann am STOP-Eingang von dem einen Rechtecksignal auf das andere umgeschaltet wird, anschließend von dieser Flanke bis zur nächsten gleichartigen Flanke des anderen Rechtecksignales, dann von dieser Flanke bis zur übernächsten Flanke dieses Rechtecksignales zählt, dann am STOP-Eingang von dem anderen Rechtecksignal auf das eine umgeschaltet wird, und dann von letzterer bis zur nächsten gleichartigen Flanke des einen Rechtecksignales zählt und daß bei jeder den Zähler steuernden Flanke der Rechtecksignale der Zähler gestoppt, der Zählerstand ausgelesen und abgespeichert, der Zähler zurückgesetzt und wieder gestartet wird und daß die fortlaufend abgespeicherten Zählerstände bei jedem Zyklus nacheinander ein Maß für die Periodendauer des einen Rechtecksignales die Phasenverschiebung zwischen dem einen und dem anderen Rechtecksignal, die Periodendauer des anderen Rechtecksignales, und die Phasenverschiebung zwischen dem anderen und dem einen Rechtecksignal darstellen und daß der START-Eingang des Zählers auch an einen Teiler, vorzugsweise ein Flip-Flop, angeschlossen ist, wobei je ein Ausgang an je einen Steuereingang der beiden einpoligen elektronischen Schalter gelegt ist und die beiden Schalter entgegengesetzt betätigbar sind und daß der Zähler mit einem Zwischenregister verbunden ist, in welches nach dem Stoppen der Zählerstand eingelesen wird und welches das Rücksetzen des Zählers vornimmt und daß das Zwischenregister mit einer Speichereinheit, die in vier Einzelspeicher unterteilt ist, im Prozeßrechner verbunden ist und daß die Adressierung der vier Einzelspeicher zur Abspeicherung der Zählerstände für die Periodendauer des einen Rechtecksignales, die Phasenverschiebung zwischen dem einen und dem anderen Rechtecksignal, die Periodendauer des anderen Rechtecksignales und die Phasenverschiebung zwischen dem anderen und dem einen Rechtecksignal jeweils durch das am START-Eingang des Zählers anstehende Signal erfolgt und daß mit einem Programm im Prozeßrechner die Frequenz der beiden Rechtecksignale aus den Zählerständen von Periodendauer, sowie der Phasenwinkel zwischen den beiden Rechtecksignalen aus den Zählerständen der Phasenverschiebung und daraus der wiederkehrende Synchronisationszeitpunkt errechnet wird.

Die Anordnung für das erfindungsgemäße Meßverfahren ist besonders gut zur Ermittlung des Synchronisationszeitpunktes von verschiedenfrequenten Signalen geeignet, da ein eindeutiges zeitdiskretes mathematisches Modell die Ermittlung der Phasenwinkeländerung je Meßzyklus und somit der Schwebungsdauer zuläßt.

5 Außerdem wird mit der Schaltung die Periodendauer und die Phasenverschiebung zyklisch digital gemessen. Diese Werte werden im angeschlossenen Prozeßrechner mit einem entsprechenden Programm zur Berechnung des genauen Synchronisationszeitpunktes herangezogen. Schaltverzugszeiten können dabei optimal berücksichtigt werden.

10 Bei einer zweckmäßigen, vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der START- und STOP-Eingang des Zählers über eine Verzögerungsschaltung verbunden und der Zähler wird beim Starten mit einem Zählerstand geladen, der der für Stoppen, Auslesen, Abspeichern und Rücksetzen benötigten Zeit entspricht. Dadurch ist sichergestellt, daß der Zählerstand immer der echten Zeit für die entsprechende Periodendauer oder Phasenverschiebung entspricht.

15 Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der Programmdurchlauf zur Berechnung des nächstfolgenden Synchronisationszeitpunktes nur während der Messung der Periodendauer des einen oder anderen Rechtecksignales aus den abgespeicherten Zählerständen erfolgt. Durch diese Maßnahme ist gewährleistet, daß es zu keinen Datenkollisionen zwischen der Berechnung des nächstfolgenden Synchronisationszeitpunktes und dem Auslesen aus dem Zähler und nachfolgendem Abspeichern kommt. Die maximale Zeit für den Programmdurchlauf kann daher bei einem 50 Hz Rechtecksignal 20 ms betragen. Diese Zeit reicht normalerweise für die Berechnung und
20 eine darauffolgende Anzeige des Ergebnisses aus.

An Hand der Zeichnungen wird die Erfindung nun noch näher erläutert. Die Fig. 1 stellt ein Zeitdiagramm dar, in welchem die einzelnen Meßzyklen von einem bis zum nächsten Synchronisationszeitpunkt eingezeichnet sind und aus Fig. 2 geht schematisch die Hardware zur Verfahrensdurchführung hervor.

25 Die beiden Rechtecksignale (1), (2) in Fig. 1 sind mit den beiden zu synchronisierenden Wechselspannungen phasengleich. Das Rechtecksignal (1) entspricht der Netzwechselspannung und das Rechtecksignal (2) einer Generatorausgangsspannung die an das Wechselstromnetz angeschaltet werden soll. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die Effektivwerte der beiden Spannungen gleich groß sind und sofern es sich um ein Drehstromnetz und einen Drehstromgenerator handelt die Phasenfolge gleich ist. Wie aus der Fig. 1 ersichtlich, ist die Frequenz des Rechtecksignales (1) etwas größer als jene des Rechtecksignales (2). Die
30 Netzfrequenz ist somit höher als die Generatorfrequenz, wodurch sich zwischen den beiden Rechtecksignalen (1), (2) eine Schwebung einstellt. Eine vollkommene Frequenzgleichheit zwischen den beiden Rechtecksignalen (1), (2) herzustellen ist so gut wie unmöglich. Dadurch besteht eine Phasengleichheit, bei der synchronisiert werden kann, immer nur nach einer bestimmten Zeit. Diese bleibt, sofern sich bei keinem der beiden Rechtecksignale (1), (2) eine Frequenzänderung ergibt, immer gleich und ist die Zeit der Halbwelle der Schwingungsdauer der Schwebung (T_s). Die Linien (3), (4) in der Fig. 1 stellen die Zeitpunkte dar bei denen Phasengleichheit herrscht.

Bei den beiden Rechtecksignalen (1), (2) sind die Stellen mit einem Dreieck (5) markiert, bei denen der Zähler gestoppt wird. Da der Zähler negativ flankenempfindlich programmiert ist, sind die Dreiecke (5) immer nur dann anzutreffen, wenn das gerade den Zähler steuernde Rechtecksignal (1), (2) von "High" auf "Low" springt. Welches Rechtecksignal (1), (2) gerade am Steuereingang des Zählers ansteht, ist mit einer waagrechten
40 Linie (6) über bzw. unterhalb des jeweiligen Rechtecksignales (1), (2) gekennzeichnet. Oberhalb des Rechtecksignales (1) sind mit senkrechten Pfeilen die Stellen markiert, bei denen der Zähler gestoppt wird und dazu ist noch angegeben, welcher Periodendauer oder Phasenverschiebung der Zählerstand entspricht. (F_0) entspricht dem Zählerstand für die Periodendauer des Rechtecksignales (1), (P_1) dem Zählerstand für die Phasenverschiebung zwischen dem Rechtecksignal (1) und dem Rechtecksignal (2), (F_2) dem Zählerstand für die Periodendauer des Rechtecksignales (2) und (P_0) dem Zählerstand für die Phasenverschiebung zwischen dem
45 Rechtecksignal (2) und dem Rechtecksignal (1).

Unter den beiden Rechtecksignalen (1), (2) in Fig. 1 ist ein Zeitdiagramm dargestellt aus dem die Phasenwinkeländerung (P) nach jedem Meßzyklus hervorgeht. Diese ist in einem gewissen Bereich linear u. zw.
50 gleichgültig ob es sich um einen Meßzyklus (8), (9) welcher drei Perioden lang ist, des Rechtecksignales (1) oder (2) handelt. Die Meßzyklen des Rechtecksignales (1) gehen aus der fallenden Treppe hervor und jene des Rechtecksignales (2) aus der aufsteigenden. Die Punkte (7) stellen den Zählerwert der Phasenverschiebung (P_0), (P_1) zum jeweiligen Zeitpunkt dar. Die Zählerstände der Periodendauer (F_0), (F_1) der beiden Rechtecksignale (1), (2) sind hier auch noch als waagrechte Geraden (1), (2) eingezeichnet. Im Zeitbereich
55 (10) sind die Meßwerte für die Phasenverschiebung (P_0), (P_1) unbrauchbar, da eine Treppenumkehr eintritt.

Weiters ist im Zeitdiagramm eingetragen, wann die letzte Ermittlung (11) des Zählerstandes der Phasenverschiebung (P_0), unter Einhaltung einer Schaltverzugszeit (12), sowie Verzögerungszeit (13) zwischen Ermittlung (11) und Schaltbefehl (14), vor dem folgenden Synchronisationszeitpunkt (4) erfolgt.

60 Bei Fig. 2 ist an den Eingang (15) das Rechtecksignal (1) und an den Eingang (16) das Rechtecksignal (2) gelegt. Jedes der beiden Rechtecksignale (1), (2) wird einem einpoligen elektronischen Schalter (17), (18)

zugeführt.

Die beiden elektronischen Schalter (17), (18) sind über eine ODER-Verknüpfung (19) zusammengeschaltet, die einerseits mit dem STOP-Eingang (20) und andererseits über eine Verzögerungsschaltung (21) mit dem START-Eingang (22) des Zählers (23) verbunden ist. Der Zähler (23) weist noch ein Zwischenregister (24) auf, in welches nach dem Stoppen der Zählerstand eingelesen wird. Dieses Zwischenregister (24) setzt den Zähler (23) ebenfalls zurück und ladet ihn mit dem "Offset"-Zählerstand, der der Zeit für Stoppen, Auslesen und Rücksetzen entspricht. Auf diese Zeit (ca. 12 μ s) ist auch die Verzögerungsschaltung (21) eingestellt. Die Taktung des Zählers (23) nimmt ein 1 MHz Quarz (25) vor.

Das START-Signal des Zählers (23) wird einem Teiler (26), in diesem Fall dem Clock-Eingang eines Flip-Flops, zugeführt. Der Teiler (26) weist zwei Ausgänge (27), (28) auf, wobei an einem das Signal negiert anliegt. Jedes der beiden Teiler Ausgangssignale steuert einen elektronischen Schalter (17), (18), wodurch von denen jeweils einer geschlossen und einer geöffnet ist.

Das Zwischenregister (24) ist mit einer Speichereinheit (29) in einem Prozeßrechner verbunden. Diese besteht aus vier Einzelspeichern (30), (31), (32), (33), in denen die Zählerstände für die Periodendauern (F_0), (F_1) und die Phasenverschiebungen (P_0), (P_1) abgespeichert sind. So sind z. B. im Einzelspeicher (30) die Zählerstände für die Periodendauer (F_0) des Rechtecksignales (1) abgespeichert. Die richtige Adressierung der Einzelspeicher (30), (31), (32), (33), welche in der Fig. 2 nur schematisch mit einem vierstufigen Schalter (34) dargestellt ist, erfolgt durch das am START-Eingang (22) des Zählers (23) anliegende Signal. Mit einem Programm im Prozeßrechner werden aus den gespeicherten Zählerständen der Periodendauer (F_0), (F_1) die Frequenzen der beiden Rechtecksignale (1), (2) und aus den Zählerständen der Phasenverschiebungen (P_0), (P_1) die Phasenwinkel zwischen den beiden Rechtecksignalen (1), (2) errechnet. Weiters ermittelt das Programm auch den nächstfolgenden Synchronisationszeitpunkt.

Abschließend wird noch bemerkt, daß mit der Anordnung und dem erfindungsgemäßen Meßverfahren eine phasenrichtige Parallelschaltung zweier Drehstromnetze unter Berücksichtigung einer Vorhaltezeit aufgrund von Eigenzeit und Schaltverzugszeit mit großer Genauigkeit möglich ist.

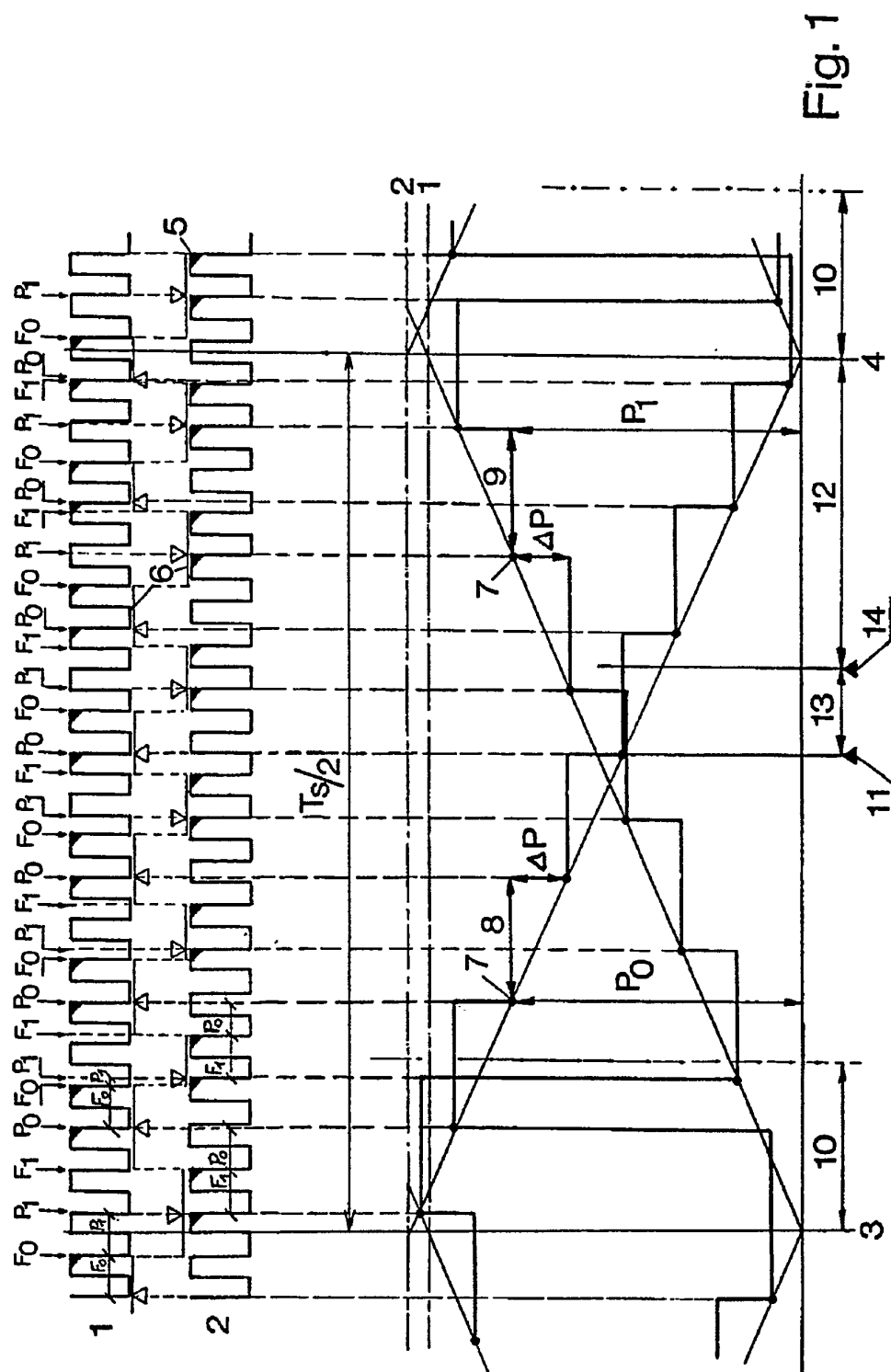
PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur Ermittlung des wiederkehrenden Synchronisationszeitpunktes von zwei verschiedenen frequenten, vorzugsweise sinusförmigen, Signalen mit gleicher Amplitude, wobei jedem Signal ein phasengleiches Rechtecksignal zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der beiden Rechtecksignale (1, 2) an einen einpoligen elektronischen Schalter (17, 18) gelegt ist und diese an die Eingänge einer ODER-Verknüpfung (19) angeschlossen sind und daß die ODER-Verknüpfung (19) einerseits mit dem STOP-Eingang (20) und andererseits mit dem START-Eingang (22) eines von den beiden Rechtecksignalen (1, 2) zyklisch gesteuerten flankenempfindlichen Zählers (23) verbunden ist, wobei am STOP-Eingang (20) des Zählers (23) jeweils eines der beiden Rechtecksignale (1, 2) ansteht, und der Zähler (23) bei jedem Zyklus (8) von einer bis zur übernächsten Flanke des einen Rechtecksignales (1) zählt, dann am STOP-Eingang (20) von dem einen Rechtecksignal (1) auf das andere umgeschaltet wird, anschließend von dieser Flanke bis zur nächsten gleichartigen Flanke des anderen Rechtecksignales (2), dann von dieser Flanke bis zur übernächsten Flanke dieses Rechtecksignales (2) zählt, dann am STOP-Eingang (20) von dem anderen Rechtecksignal (2) auf das eine umgeschaltet wird, und dann von letzterer bis zur nächsten gleichartigen Flanke des einen Rechtecksignales (1) zählt und daß bei jeder den Zähler (23) steuernden Flanke der Rechtecksignale (1, 2) der Zähler (23) gestoppt, der Zählerstand ausgelesen und abgespeichert, der Zähler (23) zurückgesetzt und wieder gestartet wird und daß die fortlaufend abgespeicherten Zählerstände bei jedem Zyklus (8) nacheinander ein Maß für die Periodendauer (F_0) des einen Rechtecksignales (1), die Phasenverschiebung (P_1) zwischen dem einen und dem anderen Rechtecksignal (2), die Periodendauer (F_1) des anderen Rechtecksignales (2) und die Phasenverschiebung (P_0) zwischen dem anderen und dem einen Rechtecksignal (1) darstellen und daß der START-Eingang (22) des Zählers (23) auch an einen Teiler (26), vorzugsweise ein Flip-Flop, angeschlossen ist, wobei je ein Ausgang (27, 28) an je einen Steuereingang der beiden einpoligen elektronischen Schalter (17, 18) gelegt ist und die beiden Schalter (17, 18) entgegengesetzt betätigbar sind und daß der Zähler (23) mit einem Zwischenregister (24) verbunden ist, in welches nach dem Stoppen der Zählerstand eingelesen wird und welches das Rücksetzen des Zählers (23) vornimmt und daß das Zwischenregister (24) mit einer Speichereinheit (29), die in vier Einzelspeicher (30, 31, 32, 33) unterteilt ist, im Prozeßrechner verbunden

- ist und daß die Adressierung der vier Einzelspeicher (30, 31, 32, 33) zur Abspeicherung der Zählerstände für die Periodendauer (F_0) des einen Rechtecksignales (1), die Phasenverschiebung (P_1) zwischen dem einen und dem anderen Rechtecksignal (2), die Periodendauer (F_1) des anderen Rechtecksignales (2) und die Phasenverschiebung (P_0) zwischen dem anderen und dem einen Rechtecksignal (1) jeweils durch das am
- 5 START-Eingang (22) des Zählers (23) anstehende Signal erfolgt und daß mit einem Programm im Prozeßrechner die Frequenz der beiden Rechtecksignale aus den Zählerständen von Periodendauer, sowie der Phasenwinkel zwischen den beiden Rechtecksignalen aus den Zählerständen der Phasenverschiebung und daraus der wiederkehrende Synchronisationszeitpunkt (3, 4) errechnet wird.
- 10 2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der START- und STOP-Eingang des Zählers (23) über eine Verzögerungsschaltung miteinander verbunden sind und daß der Zähler (23) beim Starten mit einem Zählerstand geladen wird, der der für Stoppen, Auslesen, Abspeichern und Rücksetzen benötigten Zeit entspricht.
- 15 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Programmdurchlauf zur Berechnung des nächstfolgenden Synchronisationszeitpunktes (3, 4) nur während der Messung der Periodendauer (F_0, F_1) des einen oder anderen Rechtecksignales (1, 2) aus den abgespeicherten Zählerständen erfolgt.

20

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen



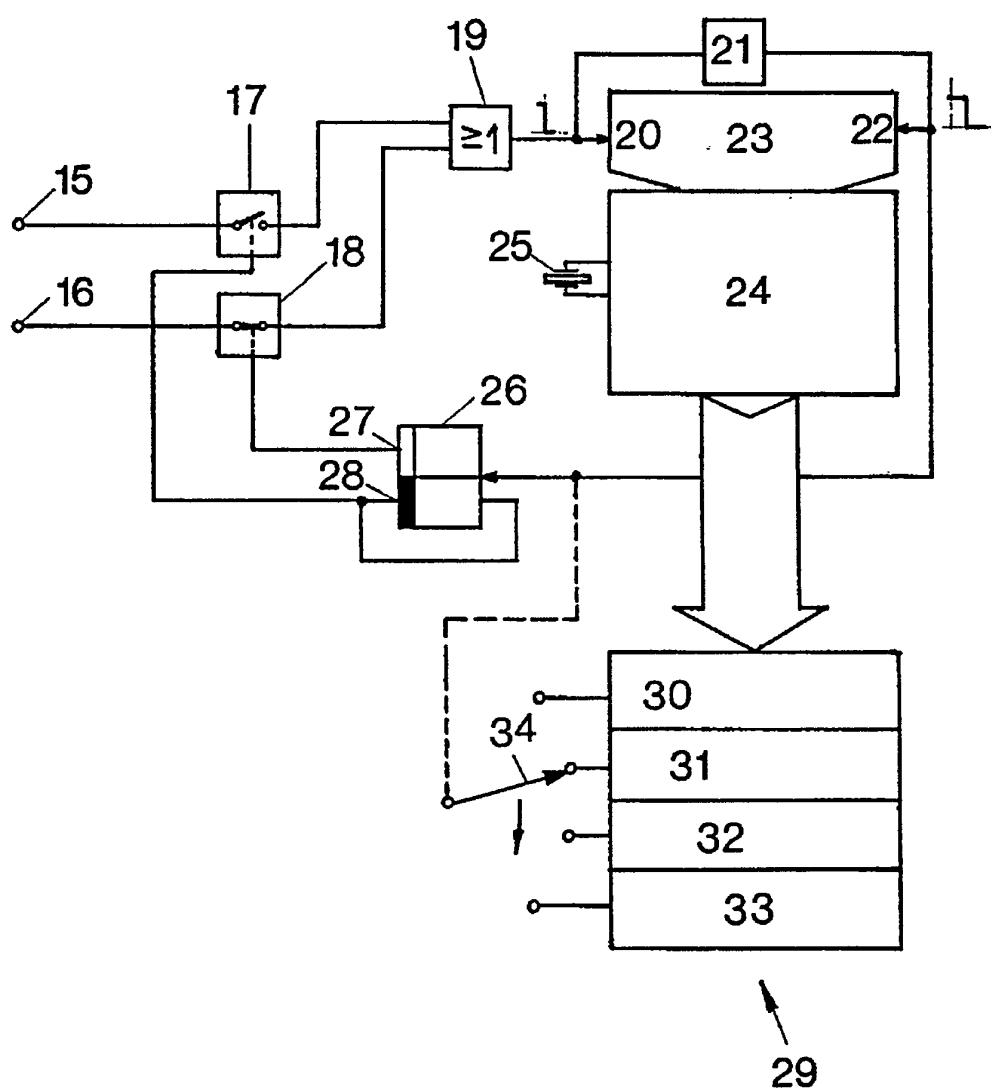


Fig.2