

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 296 436 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.03.2003 Patentblatt 2003/13

(51) Int Cl.7: H02J 13/00, G08C 15/00

(21) Anmeldenummer: 02090218.5

(22) Anmeldetag: 20.06.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Winkler, Bert  
13357 Berlin (DE)

(30) Priorität: 11.07.2001 DE 10135089

(54) Verfahren und Anordnung zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler

(57) Verfahren zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät die analogen Ausgangsmessgrößen jedes Wandlers (ECT1...EVT-BB) mit einer Abtastrate, die um einen Faktor (m) höher als die Mindestabtastrate ist, in digitale Messgrößen (Md) umsetzt und überträgt, wobei der Faktor (m) ein ganzzahliger Teiler der Anzahl (n) der Filterkoeffizienten jeweils eines FIR-Filters (FIR) mit Filterkoeffizienten des Wertes 1 in einem Datenkonzentrator (26) für jeden Wandler (ECT1...EVTBB) ist. Die digitalen Messgrößen (Md) werden als Telegramm zu einem Datenkonzentra-

tor übertragen, und aus jedem Wandler (ECT1...EVT-BB) zugeordneten Zwischenspeichern (Buf1) mit einem Takt (Clock) Daten in den FIR-Filtern (FIR) vorgeordnete Nachwischenspeicher (Buf2) übernommen, wobei der Takt (Clock) aus dem Synchronzeichen des jeweiligen Telegramms und dem festen Takt eines Taktgenerators gebildet. In dem Datenkonzentrator wird mittels eines Multiplexers (27) aus den FIR-Filtern (FIR) nachgeordneten Ausgangswischenspeichern (Buf3) ein Sendetelegramm mit in ihrer Abtastrate reduzierten digitalen Messgrößen der Wandler gebildet und zu dem Schutz- oder Feldgerät übertragen.

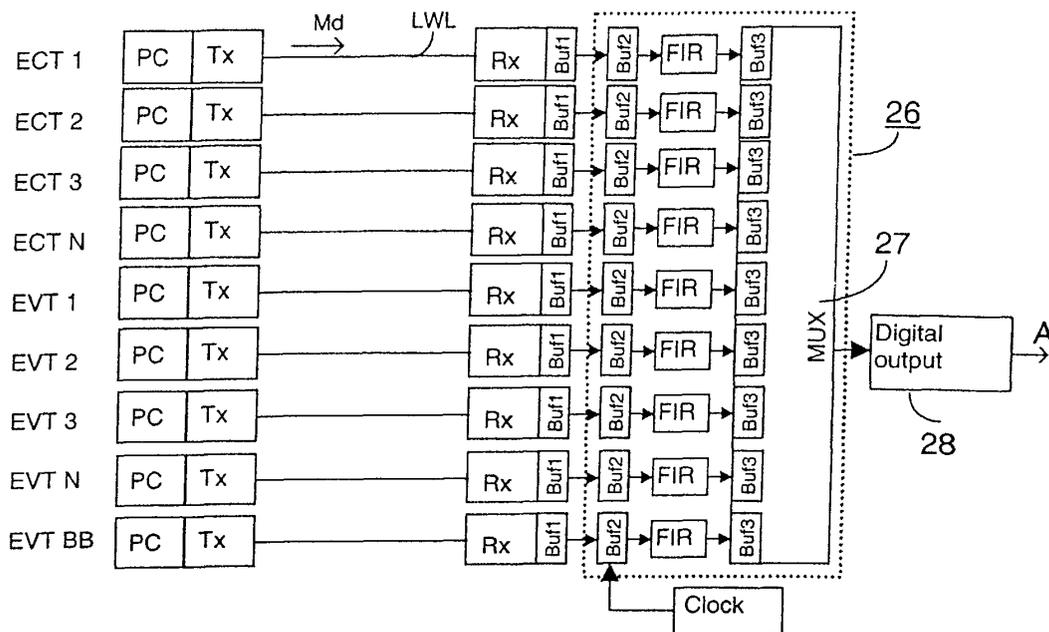


FIG 5

EP 1 296 436 A2

## Beschreibung

**[0001]** Bekanntlich wurde bisher beim Anschluss von Strom- oder Spannungswandlern eine analoge Punkt-zu-Punkt-Verbindung des jeweiligen Wandlers mit dem zugeordneten Schutz- oder Feldgerät realisiert. Jedes Schutz- oder Feldgerät enthielt zu diesem Zweck eine entsprechende Anzahl von Strom- und Spannungseingängen. Die Strom- und Spannungseingänge wurden durch spezielle Klemmen realisiert. Die Abtastung der Eingänge erfolgte gleichzeitig und synchron zum Programmablauf des entsprechenden Schutz- oder Feldgerätes mit einer Rate von z. B. 1 ... 5 kAbtastungen/s. Zur galvanischen Entkopplung der Eingänge im Schutz- oder Feldgerät wurden Strom- und Spannungstransformatoren eingesetzt.

**[0002]** Nachteilig an diesem Verfahren bzw. dieser Anordnung sind die hohen erforderlichen Nennscheineleistungen der eingesetzten Wandler, da diese dadurch teuer werden. Deshalb versucht man seit mehreren Jahren, eine neue, leistungsärmere Schnittstelle zu definieren, die eine günstigere Dimensionierung der Wandler gestattet. Zur Zeit existieren Bestrebungen, eine Schnittstelle und einen Telegrammaufbau für die digitale Übertragung von Wandlerdaten festzulegen. Die Normentwürfe IEC 61850-9-1 und IEC 60044-8 sind Resultate dieser Bestrebungen. Beide Normentwürfe benutzen zur Übertragung der Wandlerdaten gleiche Telegramminhalte, aber unterschiedliche Übertragungsphysik. Bei dem Entwurf IEC 60044-8 wird zur Übertragung der Wandlerdaten eine synchrone Seriellschnittstelle mit 2,5 Mbit/s und Manchestercodierung vorgeschlagen.

**[0003]** Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild aus diesen Normentwürfen, die die prinzipielle Anschaltung eines Wandlers 1 mit einem nachgeordneten Umsetzer, beispielsweise einem Analog-Digital-Umsetzer 2 mit zugeordneter Stromversorgung, an eine digitale Übertragungsstrecke 3 zeigen. Diese Normentwürfe sehen eine exakt definierte Übertragungszeit für ein Telegramm mit Abtastwerten vor. Es wird die Zeit zwischen dem Abtasten der analogen Ausgangsmessgröße des jeweiligen Wandlers und dem Empfang des Telegramms mit den Abtastwerten definiert. Sekundäre Umsetzer 4 und 5 sind zur Anpassung vorgesehen.

**[0004]** Wie Fig. 2 erkennen lässt, wird in den Normentwürfen vorgeschlagen, die digitalen Messgrößen der Wandler für einen Abzweig in beispielsweise einem Umspannwerk mit Hilfe einer sogenannten "merging unit", einem Datenkonzentrator 10, zusammenzufassen. Der Datenkonzentrator 10 gibt an einem Ausgang 11 ein Telegramm mit den digitalen Messgrößen an ein nicht gezeigtes Schutz- oder Feldgerät ab und ist über einen Hilfeingang 12 mit einem ebenfalls nicht dargestellten Taktgeber verbunden. In Fig. 2 sind die Elemente 1 und 2 gemäß Fig. 1 jeweils mit PC und die Elemente 4 und 5 mit SC bezeichnet.

**[0005]** Im Falle einer digitalen Übertragung der aus

den Ausgangsmessgrößen der Wandler gebildeten digitalen Messgröße an den Datenkonzentrator wird von einer äquidistanten Abtastung der einzelnen analogen Ausgangsmessgrößen der Wandler ausgegangen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass eine Zeitsynchronisierung der Abtastung der Ausgangsmessgrößen der verschiedenen Strom- und Spannungswandler auch aus unterschiedlichen Abzweigen des Umspannwerkes erforderlich ist. Es bieten sich zwei Wege zur Synchronisierung der Abtastung an:

**[0006]** Der erste Weg könnte eine Benutzung des Interpolationsverfahrens sein. Dabei werden die unterschiedlichen, bekannten Zeitverzögerungen zwischen dem Abtasten der in Datagrammen verschickten Abtastwerte der Ausgangsmessgrößen und dem Empfang der Datagramme in dem Datenkonzentrator und die messbare Verzögerung zwischen dem Empfang der verschiedenen Datagramme der einzelnen Wandler dazu benutzt, um jedem empfangenen Abtastwert einen mikrosekundengenauen Abtastzeitpunkt zuzuordnen. Anschließend wird zwischen den einzelnen Abtastwerten interpoliert, um alle empfangenen Abtastwerte auf einen gemeinsamen Abtastzeitpunkt umzurechnen. Fig. 3 illustriert diesen Sachverhalt. Diese Fig. ist dem o.g. Normentwurf entnommen.

**[0007]** Nachteilig an diesem Verfahren ist der hohe Aufwand für die auf ca. 100ns genaue Zeitstempelinrichtung für die empfangenen Datagramme und die erforderliche Einrichtung zur Interpolation der abgetasteten Signale in Echtzeit. Wird für die Interpolation ein Interpolationspolynom (z. B. rekursive Splines- Interpolation 3. Ordnung) verwendet, wird durch die Interpolation ein zusätzlicher Interpolationsfehler verursacht. Das Ergebnis der Interpolation lässt sich nicht mehr mit einer linearen Übertragungsfunktion beschreiben, d.h. der verwendete Algorithmus ist nichtlinear. Alternativ können für die Interpolation auch adaptive Filter eingesetzt werden. In diesem Fall wirkt sich die relativ hohe Gruppenlaufzeit der praktisch realisierbaren Allpassfilter (oder Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz deutlich höher als die zu nutzende Bandbreite) ungünstig aus. Weiterhin wird zum Nachführen der adaptiven Filter in diesem Fall eine Einrichtung benötigt, mit der die nachzuführenden Filterkoeffizienten berechnet werden können. Für diesen Zweck eignet sich z.B. der LMS- Algorithmus. Um diesen Algorithmus zu realisieren, wird entweder ein digitaler Signalprozessor DSP oder ein komplexes ASIC benötigt.

**[0008]** Der zweite Weg besteht in der Nutzung eines umspannwerkweiten Synchronisationsimpulses. Da in einem Umspannwerk die von den Wandlern bereitgestellten Signale üblicherweise von verschiedenen Geräten benutzt werden, ist es eigentlich nie möglich, ein Umspannwerk in einzelne Abschnitte zu zerlegen, in denen ein gemeinsamer Abtasttakt für alle zu synchronisierenden Ausgangsmessgrößen der Wandler benutzt werden kann. Es muss immer das gesamte Umspannwerk mit einem zentralen Abtasttakt versorgt werden In

diesem Fall können alle Wandler synchron zueinander abgetastete Abtastwerte erzeugen. Fig. 4 zeigt das in dem bereits genannten Normentwurf verwendete Bild zur Illustration der synchron abgetasteten Signale.

**[0009]** Verfahren, die mit einem zentralen Takt zur Synchronisierung der Abtastung verschiedener Wandler arbeiten, sind aus Zuverlässigkeitsgründen grundsätzlich problematisch, da bei einem Ausfall des zentralen Taktes alle Wandler signale des gesamten Umspannungswerkes gemeinsam ausfallen. Redundanzkonzepte können dieses grundsätzliche Problem nur verschleiern, da für die Synchronisation der Abtastung der zu verwendende Takt immer an einer zentralen Stelle erzeugt werden muss. Weiterhin ist bei diesem Verfahren grundsätzlich eine bidirektionale Verbindung an den einzelnen Wandlern erforderlich.

**[0010]** Bei dem Entwurf IEC 61850-9-1 wird eine 100 Mbit Ethernet-Schnittstelle vorgeschlagen. Bei einer Anwendung von Ethernet-Schnittstellen ist grundsätzlich ein zentraler Abtasttakt für die Synchronisierung der Abtastung erforderlich, da bei diesem Übertragungsverfahren keine konstante Übertragungszeit der Wandler signale über den Ethernet-Bus garantiert werden kann. Damit handelt es sich bei dem in diesem Normentwurf vorgeschlagenen Verfahrens zur digitalen Übertragung von Wandler signalen nur um eine andere Realisierungsvariante des 2. Verfahrens nach dem Normentwurf IEC 60044-8.

**[0011]** Beide Entwürfe sind auf die Anforderungen von Schutz - und Leittechnik zugeschnitten. Für Transientenrecording und Power Quality Messungen sind beide Entwürfe ungeeignet (zu geringe Abtastraten). Die nach IEC 60044-8 und 61850-9-1 erreichbaren Abtastraten liegen im Bereich von 1 ... 5 kAbtastungen/s. Die für Transientenrecording und Power Quality Messungen erforderlichen Abtastraten liegen im Bereich 5 ... 40 kAbtastungen. Diese beiden Entwürfe beschreiben nur die Schnittstelle zwischen Schaltanlage und Schutz- bzw. Feldgerät. Die Erfassung und Synchronisierung der Wandlerdaten aufeinander bleibt in diesen Lösungsvorschlägen offen.

**[0012]** Aus der internationalen Patentanmeldung WO 01/45232 ist ein Verfahren zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät bekannt, bei dem die analogen Ausgangsmessgrößen jedes Wandlers in digitale Messgrößen umgesetzt werden, die zu einem Datenkonzentrator übertragen werden; in dem Datenkonzentrator wird ein Telegramm mit den digitalen Messgrößen der Wandler mit einer vorgegebenen Mindestabtastrate gebildet und es wird das Telegramm zu dem Schutz- oder Feldgerät übertragen, mit einer Abtastrate, die um einen Faktor  $m$  höher als die Mindestabtastrate ist, die analogen Ausgangsmessgrößen in die digitalen Messgrößen umgesetzt sowie deren Übertragung vorgenommen wird, wobei der Faktor  $m$  ein ganzzahliger Teiler der Anzahl  $n$  der Filterkoeffizienten jeweils eines FIR-Filters (FIR) im Datenkonzentrator

für jeden Wandler ist, aus jedem Wandler zugeordneten Zwischenspeichern mit dem Takt (Clock) eines Taktgebers des Datenkonzentrators Daten in den FIR-Filtern (FIR) vorgeordnete Nachzwischenspeicher übernommen werden und mittels eines Multiplexers aus den FIR-Filtern (FIR) nachgeordneten Ausgangszwischenspeichern das Telegramm zusammengestellt wird.

**[0013]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eben beschriebene bekannte Verfahren so fortzuentwickeln, dass es in jedem Falle gute Ergebnisse zu erzielen gestattet.

**[0014]** Zur Lösung dieser Aufgabe dient erfindungsgemäß ein Verfahren zum Erfassung und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät, bei dem die analogen Ausgangsmessgrößen jedes Wandlers mit einer Abtastrate, die um einen Faktor höher als die Mindestabtastrate ist, in digitale Messgrößen umgesetzt sowie deren Übertragung vorgenommen wird, wobei der Faktor ein ganzzahliger Teiler der Anzahl der Filterkoeffizienten jeweils eines FIR-Filters mit Filterkoeffizienten des Wertes 1 in einem Datenkonzentrator für jeden Wandler ist, die digitalen Messgrößen als Telegramm zu einem Datenkonzentrator übertragen werden, wobei aus jedem Wandler zugeordneten Zwischenspeichern mit einem Takt (Clock) Daten in den FIR-Filtern vorgeordnete Nachzwischenspeicher übernommen werden, der Takt (Clock) aus dem Synchronzeichen des jeweiligen Telegramms und dem festen Takt eines Taktgenerators gebildet wird, und in dem Datenkonzentrator mittels eines Multiplexers aus den FIR-Filtern nachgeordneten Ausgangszwischenspeichern ein Sendetelegramm mit in ihrer Abtastrate reduzierten digitalen Messgrößen der Wandler gebildet und das Sendetelegramm zu dem Schutz- oder Feldgerät übertragen wird.

**[0015]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mit den digitalen Messgrößen mittels einer taktsynchronen Logikanordnung ein Telegramm erzeugt und von jeweils einem Sender zu jeweils einem Datenempfänger an Datenkonzentrator übertragen.

**[0016]** Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Anordnung zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät und stellt sich die Aufgabe, die aus der WO 01/45232 entnehmbare bekannte Anordnung zu ertüchtigen.

**[0017]** Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß in einer Anordnung zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät, bei der jedem Wandler ein mit einer um einen Faktor höher als die Mindestabtastrate gewählten Abtastrate arbeitender Analog-Digital-Umsetzer zur Bildung digitaler Messgrößen nachgeordnet ist; wobei der Faktor ein ganzzahliger Teiler der Anzahl der Filterkoeffizienten jeweils eines FIR-Filters mit Filterkoeffizienten des Wer-

tes 1 in einem Datenkonzentrator für jeden Wandler ist; die Ausgänge der Analog-Digital-Umsetzer stehen mit dem Datenkonzentrator in Verbindung, und am Datenkonzentrator ist eingangsseitig jedem Wandler ein Zwischenspeicher zugeordnet; an die Zwischenspeicher sind Nachzwischenspeicher angeschlossen, die ausgangsseitig mit den FIR-Filtern verbunden sind, und ein Multiplexer ist an den FIR-Filtern nachgeordnete Ausgangszwischenspeicher angeschlossen; der Datenkonzentrator weist einen mit dem Schutz- oder Feldgerät verbundenen Ausgang zur Absendung eines Sendetelegramms mit in ihrer Abtastrate reduzierten digitalen Messgrößen der Wandler auf.

**[0018]** Bei der erfindungsgemäßen Anordnung sind vorteilhafterweise dem jeweiligen Analog-Digital-Umsetzer eine taktsynchrone Logikanordnung zur Bildung eines Telegramms und ein Sender nachgeordnet.

**[0019]** Zur weiteren Erläuterung der Erfindung ist in

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung, in

Fig. 6 ein detaillierte Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Primarteils mit den Elementen PC und Tx des Ausführungsbeispiels nach Fig. 5 und in

Fig. 7 ein detailliertes Ausführungsbeispiel eines Eingangsteils eines an die Anordnung gemäß Fig. 5 angeschlossenen, selbst nicht dargestellten Schutz- oder Feldgerätes dargestellt.

**[0020]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 werden die von (nicht gezeigten) Wandlern ECT1 bis EVTBB gelieferten analogen Ausgangsmessgrößen in jeweils einem Baustein PC mit einer analogen Eingangsschaltung 20 und einem Analog-Digital-Umsetzer 21 (vgl. Fig. 6) abgetastet und gewandelt. Dem Baustein PC ist ein weiterer Baustein Tx nachgeordnet, der im einzelnen so aufgebaut sein kann, wie es der übrige Teil der Fig. 6 mit den Elementen 22, 23, 24 und 25 zeigt, wobei das Element 2 einen Rahmen-Logik-Baustein, das Element 23 einen Kodierbaustein, das Element 24 ein optisches Interface und das Element 25 ein elektrisches Interface darstellt.

**[0021]** Die Übertragung der digitalen Messgrößen Md am Ausgang der Bausteine Tx der Anordnung nach Fig. 5 zum Datenkonzentrator 26 erfolgt über Lichtwellenleiter LWL in Form von Telegrammen zunächst zu dem Datenkonzentrator 26 vorgeordneten Datenempfängern Rx, die eingangsseitig - wie Fig. 7 zeigt - mit Lichtempfängern 30 ausgerüstet sind. In den sich an die Datenempfänger Rx anschließenden Zwischenspeichern Buf1 werden die jeweils vom Datenempfänger Rx vollständig empfangenen Telegramme mit dem Takt des Datenempfängers Rx eingeschrieben. Jeder Datenempfänger Rx wird mit einem eigenen Takt betrieben. Dieser Takt ist synchron zum Takt des angeschlossenen Senders Tx und wird aus dem Synchronzeichen des jeweils übertragenen Telegramms erzeugt.

**[0022]** Der Datenkonzentrator 26 enthält ferner FIR-Filter FIR, die jeweils Nachzwischenspeichern Buf2 nachgeordnet sind, die ihrerseits an die Zwischenspeicher Buf1 angeschlossen sind. Ausgangsseitig liegen an den Filtern FIR Ausgangszwischenspeicher Buf3. Den Ausgangszwischenspeichern Buf3 ist ein Multiplexer 27 nachgeordnet.

**[0023]** Mit diesem Aufbau werden die jeweils von dem Analog-Digital-Umsetzer 21 erzeugten digitalen Messgrößen Md taktsynchron mit dem Takt der A/D-Wandlung übertragen. Die A/D-Umsetzung und die Übertragung der Abtastwerte über die Lichtwellenleiter LWL erfolgt dabei mit einer um einen Faktor m gegenüber der Abtastrate des Ausgangssignals A am Ausgangsbau- stein 28 des Multiplexers 27 höheren Abtastrate, wobei der Faktor m ein ganzzahliger Teiler der Anzahl der Filterkoeffizienten n des FIR- Filters FIR ist, das der Reduktion der Abtastrate der übertragenen digitalen Messgröße Md um den Faktor m dient. Dies ist dadurch bewirkt, dass jeweils FIR-Filter mit Filterkoeffizienten mit dem Wert 1 verwendet werden. Es erfolgt also in dem FIR-Filter eine Summierung von jeweils m Werten. Der Datenkonzentrator 26 wird mit einem eigenen Takt Clock betrieben. Dieser Takt ist gebildet aus dem Takt eines nicht dargestellten Taktgenerators, der asynchron zum Takt der Empfänger Rx ist, aber die gleiche Frequenz hat. Außerdem wird zur Bildung des Taktes Clock das Synchronsignal des Telegramms zum jeweiligen Empfänger Rx herangezogen, indem ein einzelner Takt Clock jeweils dann entsteht, wenn das Synchronsignal und gleichzeitig ein Impuls des nicht dargestellten Taktgenerators auftritt. In alle Nachzwischenspeicher Buf2 werden synchron mit dem Takt Clock die Daten der vollständig empfangenen Telegramme (also die Abtastwerte der einzelnen Wandler) aus dem Zwischenspeicher Buf1 übernommen. Anschließend werden alle in den Nachzwischenspeichern Buf2 enthaltenen Abtastwerte dem als ein Tiefpass wirkenden FIR-Filter FIR mit Filterkoeffizienten des Wertes 1 zugeführt, um die Abtastrate der empfangenen Abtastwerte um den Faktor m zu reduzieren; dies geschieht in der Weise, dass mittels des FIR-Filters im Zusammenwirken mit den Ausgangszwischenspeichern Buf3 eine Addition von m mittels jeweils eines Rahmen der Telegramme übertragenen Abtastwerte erfolgt. Die Ausgangssignale der Filter FIR werden synchron mit dem Takt Clock mit einer um den Faktor m gegenüber der Taktrate am Nachzwischenspeicher Buf2 niedrigeren Abtastrate in die Ausgangszwischenspeicher Buf3 des Datenkonzentrators 26 eingeschrieben.

**[0024]** Zur Reduktion der Abtastrate werden z.B. die Koeffizienten des FIR-Filters alle auf 1 gesetzt und addiert. Erst nachdem z.B. 4 Abtastwerte in der Multiplizier-Addier-Einheit des FIR-Filters addiert wurden, wird die Summe vom Filter abgegeben, so dass im vorliegenden Beispiel eine Reduktion der Abtastrate um den Faktor 4 erfolgt ist.

**[0025]** Der Multiplexer 27 stellt ein aus den in seinen

Ausgangszwischenspeichern Buf3 enthaltenen, in ihrer Abtastrate reduzierten Abtastwerten ein Sendetelegramm zusammen, das taktsynchron mit dem Takt Clock über den Ausgangsbaustein 28 auf den nicht gezeigten ausgangsseitigen Übertragungskanal des Datenkonzentrators 26 ausgegeben wird. Der Ausgangsbaustein kann optional über Schnittstellen nach IEC 60044-8 und IEC 61850-9-1 zum Anschluss von Fremdgeräten verfügen. Weiterhin kann der Takt Clock des Datenkonzentrators 26 optional einem externen Gerät zur Verfügung gestellt werden, das die vom Multiplexer 27 generierten Abtastwerte verarbeitet.

**[0026]** Bei der erfindungsgemäßen Anordnung wird also durch "Überabtasten" der analogen Ausgangsmessgrößen der Wandler und synchrones "Hinunterabtasten" im Datenkonzentrator 26 der Phasenfehler der Abtastungen minimiert. Durch das Hinunterabtasten im Datenkonzentrator 27 wird eine Erhöhung der Auflösung der Samples erreicht.

**[0027]** Wie die Fig. 7 zeigt, können die vom Multiplexer 27 als Sendetelegramm übermittelten Wandlerdaten in einem Kommunikationsmodul vorbereitet werden, das einem nicht dargestellten Schutz- oder Feldgerät vorgeordnet ist. Das Kommunikationsmodul enthält eine integrierte Schaltung 31 in Form eines Physik-IC-Receiver 8/10B Kodierung FC, ATM, FDDI... und einen Baustein 32 mit Rahmendekoder und DPRAM sowie mit einer programmierbaren, integrierten Logik-Anordnung FPGA oder ASIC auf; dem Baustein 32 ist ein Interface nachgeordnet.

**[0028]** Im Schutz- oder Feldgerät findet ein Resampling der übertragenen Abtastwerte statt. Da sich im Signalweg keine Prozessoren (Mikrocontroller, digitale Signalprozessoren, ...) befinden, findet keine zeitliche Beeinflussung der Abtastungen durch Interruptlatenzen statt. Die gesamte Signalvorverarbeitung geschieht ausschließlich durch synchron getaktete Logik. Durch hohe Abtastraten ( $> 2$  MAbtastungen/s) und hohe Übertragungsraten ( $> 120$  Mbit / s) wirkt die Übertragung der digitalen Messgrößen zum digitalen Schutzgerät (1 ... 5 kAbtastungen/s) zeitlich transparent. Der erreichbare Phasenfehler ist dabei kleiner als  $0,1^\circ$ . Dadurch reduziert sich der Rechenaufwand in den Schutz- und Feldgeräten wesentlich (keine rechenzeitintensive Verfahren wie Interpolation der Messwerte notwendig). Die Implementierung des vorgeschlagenen Verfahrens in zur Zeit existierende Geräte dieser Art vereinfacht sich dadurch wesentlich. Der Einsatz von synchron getakteter Logik vereinfacht den Aufbau von Redundanzsteuerungen im Datenkonzentrator und im Schutz- oder Feldgerät. Die Übertragungstrecken können als Lichtwellenleiter-Kabel oder als geschirmte Zweidrahtleitung (low - cost Anwendungen) ausgelegt sein. Beim Einsatz von Lichtwellenleitern, bei gleichzeitiger Verwendung von Lichtwellenleiter-Feldbustechnik für digital Ein- und Ausgänge wird es möglich, Schutz- und Feldgeräte mit wesentlich verbesserten EMV - Eigenschaften zu realisieren. Durch Verwendung moder-

ner optischer Sendedioden (VCSEL) und passiver optischer Splitter ist es möglich, bis zu 8 Schutz- oder Feldgeräte an einen Datenkonzentrator-Ausgang anzuschließen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät, bei dem

- die analogen Ausgangsmessgrößen jedes Wandlers (ECT1...EVTBB) mit einer Abtastrate, die um einen Faktor (m) höher als die Mindestabtastrate ist, in digitale Messgrößen (Md) umgesetzt werden sowie deren Übertragung vorgenommen wird,
- wobei der Faktor (m) ein ganzzahliger Teiler der Anzahl (n) der Filterkoeffizienten jeweils eines FIR-Filters (FIR) mit Filterkoeffizienten des Wertes 1 in einem Datenkonzentrator (26) für jeden Wandler (ECT1...EVTBB) ist,
- die digitalen Messgrößen (Md) als Telegramm zu einem Datenkonzentrator übertragen werden,
- aus jedem Wandler (ECT1...EVTBB) zugeordneten Zwischenspeichern (Buf1) mit einem Takt (Clock) Daten in den FIR-Filtern (FIR) vorgeordnete Nachzwischenspeicher (Buf2) übernommen werden,
- wobei der Takt (Clock) aus dem Synchronzeichen des jeweiligen Telegramms und dem festen Takt eines Taktgenerators gebildet wird, und
- in dem Datenkonzentrator mittels eines Multiplexers (27) aus den FIR-Filtern (FIR) nachgeordneten Ausgangszwischenspeichern (Buf3) ein Sendetelegramm mit in ihrer Abtastrate reduzierten digitalen Messgrößen der Wandler gebildet wird und
- das Sendetelegramm zu dem Schutz- oder Feldgerät übertragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- mit den digitalen Messgrößen (Md) mittels einer taktsynchronen Logikanordnung jeweils ein Telegramm erzeugt und von jeweils einem Sender zu jeweils einem Datenempfänger (Rx) am Datenkonzentrator (26) übertragen wird.

3. Anordnung zum Erfassen und digitalen Übertragen von analogen Ausgangsmessgrößen mehrerer Wandler zu einem Schutz- oder Feldgerät, bei der

- jedem Wandler (ETCT1...EVTBB) ein mit einer

um einen Faktor (m) höher als die Mindestabtastrate gewählten Abtastrate arbeitender Analog-Digital-Umsetzer (21) zur Bildung digitaler Messgrößen nachgeordnet ist,

- wobei der Faktor (m) ein ganzzahliger Teiler der Anzahl (n) der Filterkoeffizienten jeweils eines FIR-Filters (FIR) mit Filterkoeffizienten des Wertes 1 in einem Datenkonzentrator (26) für jeden Wandler (ECT1...EVTBB) ist, 5
- die Ausgänge der Analog-Digital-Umsetzer (21) mit dem Datenkonzentrator (26) in Verbindung stehen, 10
- am Datenkonzentrator (26) eingangsseitig jedem Wandler (ECT1...EVTBB) ein Zwischenspeicher (Buf1) zugeordnet ist, 15
- an die Zwischenspeicher (Buf1) Nachzwischenspeicher (Buf2) angeschlossen sind, die ausgangseitig mit den FIR-Filtern (FIR) verbunden sind,
- ein Multiplexer (27) an den FIR-Filtern (FIR) nachgeordnete Ausgangszwischenspeicher (Buf3) angeschlossen ist und 20
- der Datenkonzentrator (26) einen mit dem Schutz- oder Feldgerät verbundenen Ausgang zur Absendung eines Sendetelegramms mit in ihrer Abtastrate reduzierten digitalen Messgrößen (Md) der Wandler (ECT1...EVTBB) aufweist. 25

4. Anordnung nach Anspruch 3, 30  
dadurch gekennzeichnet, dass

- dem jeweiligen Analog-Digital-Umsetzer (21) eine taktsynchrone Logikanordnung zur Bildung eines Telegramms und ein Sender (Tx) nachgeordnet sind. 35

40

45

50

55

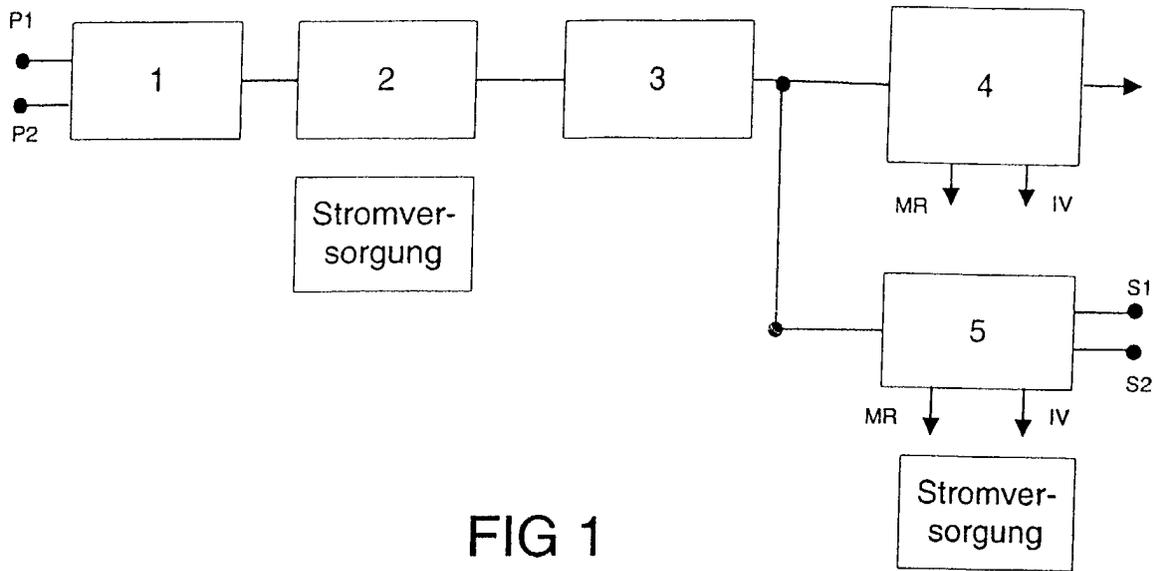


FIG 1

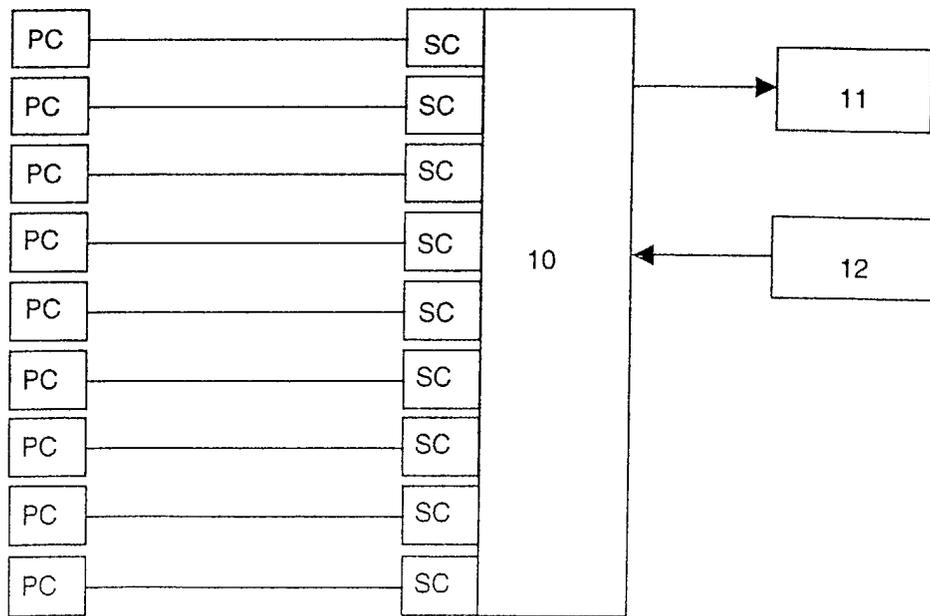


FIG 2

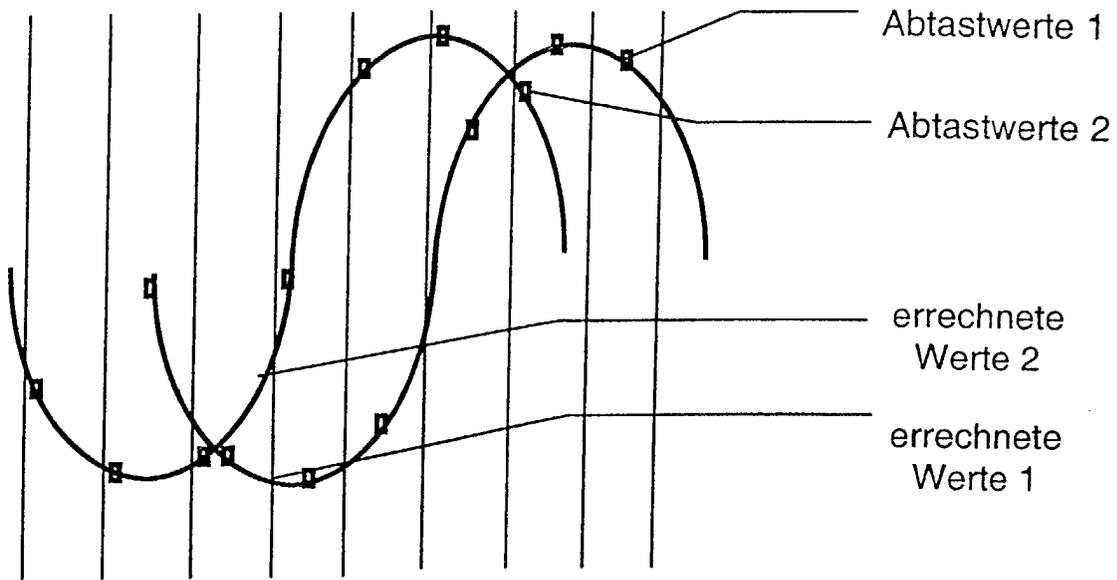


FIG 3

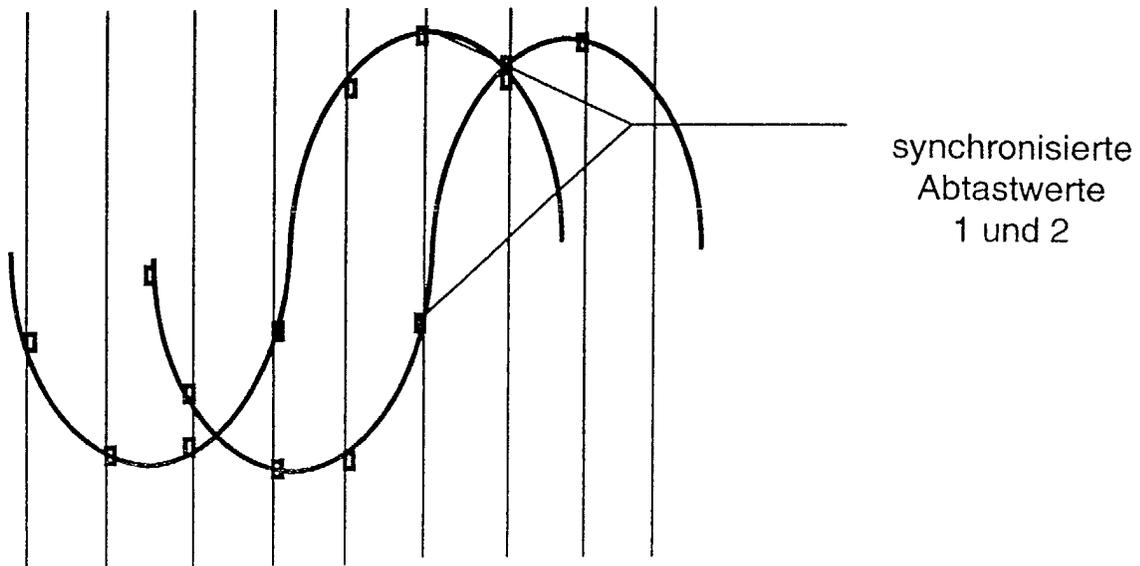


FIG 4

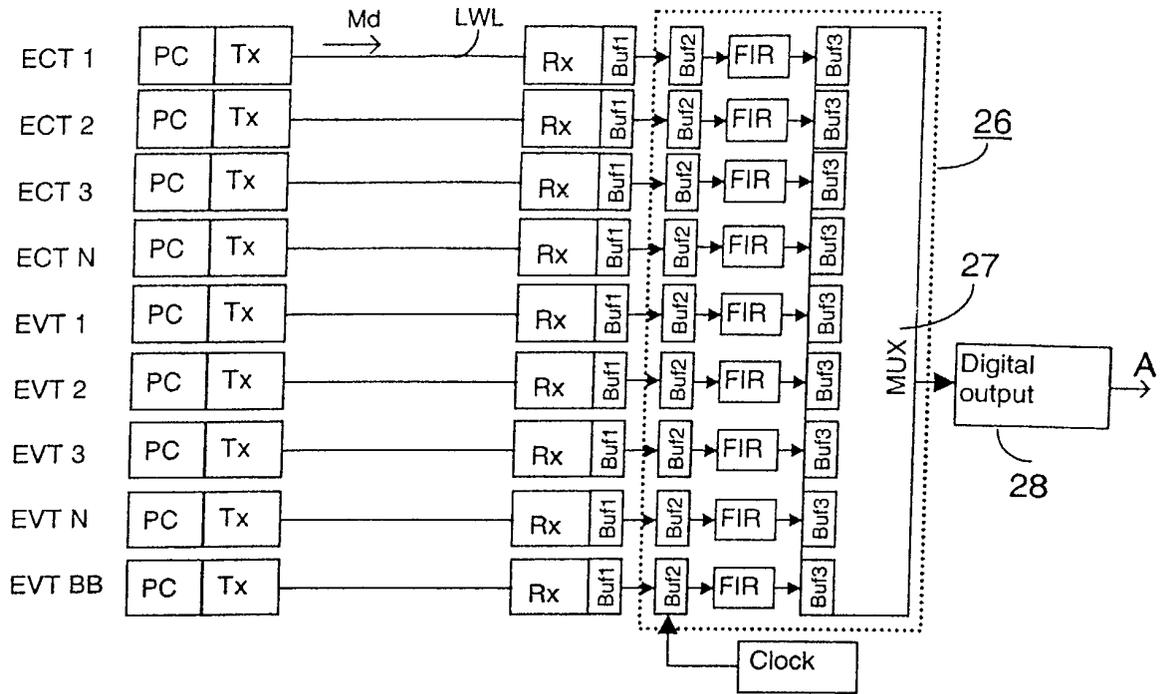


FIG 5

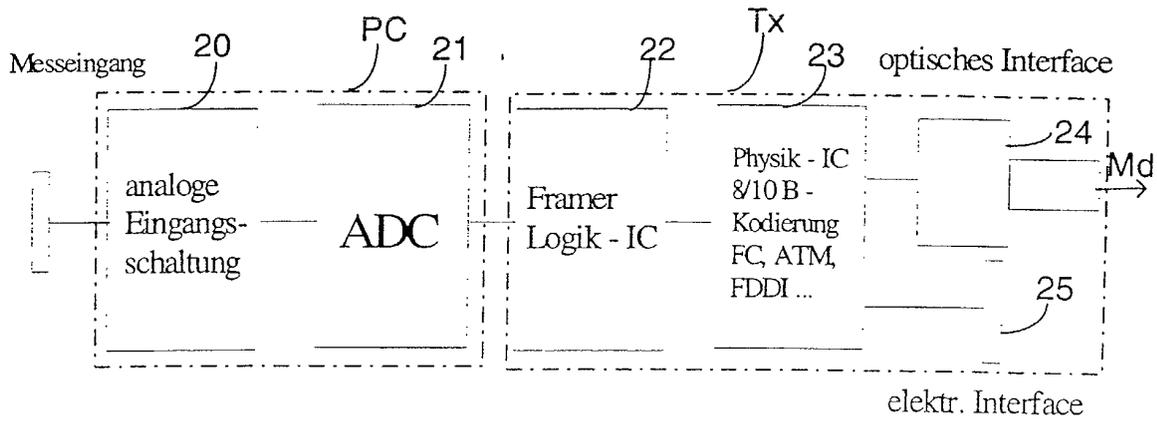


FIG 6

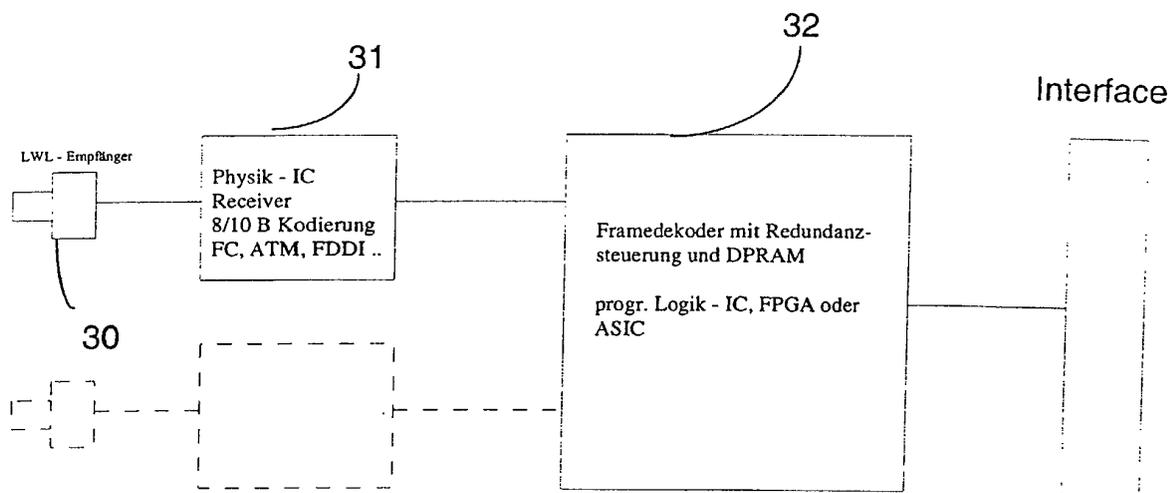


FIG 7