



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 397 162 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1071/90

(51) Int.Cl.⁵ : **G01R 21/06**

(22) Anmeldetag: 15. 5.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1993

(45) Ausgabetag: 25. 2.1994

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS3133019

(73) Patentinhaber:

ELIN ENERGIEVERSORGUNG GES.M.B.H.
A-1141 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

EDL EWALD ING.
WEIZ, STEIERMARK (AT).
WOSCHNAGG ELMAR DIPL.ING. DR.
WEIZ, STEIERMARK (AT).

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR MESSUNG ELEKTRISCHER LEISTUNG

(57) Bei der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Schaltungsanordnung zur Messung elektrischer Leistung. Dabei wird die Eingangsspannung einem Spannungseingangs-Modul (1, 105) zugeführt und in diesem zur weiteren Verarbeitung aufbereitet und über ein Controller-Interface (76, 106) und über eine Mutterplatine (81, 115) einem Analogmultiplizierer (41, 116) zugeführt. Der Eingangsstrom wird einem Eingangsstrom-Modul (21, 112) zugeführt und in diesem zur weiteren Verarbeitung aufbereitet und über das Controller-Interface (76, 106) und über die Mutterplatine (81, 115) dem Analogmultiplizierer (41, 116) zugeführt. Die Mutterplatine (81, 115) ist über eine Steuerungs- und Zählerplatine (83, 127) und über eine Summierverstärkerplatine (84, 128) sowie über einen Analog-/Frequenz Ausgang (85, 129) des Multiplikators mit einer Momentanleistungsausgangs-Buchse (86, 130) und einer Summenmomentanleistungsausgangs-Buchse (87, 131) verbunden.

Das integrationslose Meßverfahren mittels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung hat den Vorteil, daß damit Spannungs-, Strom- und Leistungspendelungen augenblickswertrichtig angezeigt werden. Zudem ist die Messung von sowohl von Gleich- als auch von Wechsel- und Mischstromleistung innerhalb eines großen Frequenzbereiches mit voller Anzeigegenauigkeit gewährleistet.

AT 397 162 B

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Messung elektrischer Leistung, wobei die Eingangsspannung bzw. der Eingangsstrom über einen Spannungseingangs- bzw. über einen Stromeingangsschutz geführt sind, und wobei die Ausgangsspannung bzw. der Ausgangsstrom über einen Spannungsausgangs- bzw. über einen Stromausgangsschutz geführt sind.

5 Leistungsmessungen werden üblicherweise mit Wattmetern, beispielsweise aber auch mit Temperatursensoren durchgeführt. Bei Verwendung dieser temperaturempfindlichen Sensoren wird die Temperaturdifferenz zweier Heizwiderstände, welche proportional der Verlustleistung ist, gemessen. Nachteilig ist, daß die Sensoren nur mit großem technischen Aufwand kalibrierbar sind.

Standard-Wattmeter arbeiten mit integrierender Pulsweitenmodulation und weisen an den Eingängen 10 Spannungs- und Stromwandler auf. Analoge Meßgrößen werden nach Umformung eines digitalen Abtastwertes über einen DAC ausgegeben. Diese Geräte funktionieren nach der 2- oder 3-Wattmetermethode.

Ein Nachteil solcher Meßgeräte besteht in der relativ langen Einschwingzeit von etwa einer Sekunde. Zudem schränken die Spannungs- und Stromwandler den Frequenzbereich auf etwa 10 Hz bis 2 kHz ein und reduzieren die Meßgenauigkeit. Die Fehlergröße beträgt etwa 1 % bei 2 kHz; bei höheren Frequenzen sinkt die 15 Meßgenauigkeit rapide ab.

Weiters ist nachteilig, daß nur etwa 2,5 Werte pro Sekunde ausgegeben werden, so daß sich ein treppenförmig ansteigender asynchroner Analogwert ergibt.

Als weiterer großer Nachteil sei erwähnt, daß über bestimmte Zeiträume nur in Form von Mittelwerten Auskunft gegeben wird.

20 Die DE-OS 31 33 019 befaßt sich mit einem Leistungsmeßgerät, das einen widerstandsmäßig angekoppelten Laststrom sowie Spannungssignale in eine digitale Impulsfolge umwandelt, deren Frequenz proportional zur momentan gezogenen Leistung ist. Dabei kann die Umwandlung der Impulsfolgenfrequenz in ein Anzeigesignal durch optische Kopplung an eine mikrocomputergesteuerte Anzeige oder an eine Prozeßsteuerung durchgeführt werden. Bei der vorgeschlagenen Schaltung wird ein Summierverstärker 25 verwendet, um zum Ausgangssignal eines Multiplizierkreises ein Offsetsignal konstanter Größe einer Spannungsquelle zu addieren, wodurch sich der Arbeitspunkt der nachfolgenden Schaltung verschiebt und die Messung einer Dreiphasenleistung in herkömmlicher Zweiwattmeter-Methode ermöglicht wird. Obwohl in der DE-OS 31 33 019 auf die im Vergleich zu Analoggeräten raschere Ansprechzeit verwiesen wird, handelt es sich jedoch nicht um ein Echtzeit-Leistungsmeßgerät.

30 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Meßgerät zu schaffen, mit welchem die Nachteile der bekannten Geräte vermieden werden.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangsspannung einem Spannungseingangs-Modul zugeführt und in diesem zur weiteren Verarbeitung aufbereitet wird und über ein Controller-Interface und über eine Mutterplatine einem Analogmultiplizierer zugeführt ist, und daß 35 der Eingangsstrom einem Eingangsstrom-Modul zugeführt und in diesem zur weiteren Verarbeitung aufbereitet wird und über das Controller-Interface und über die Mutterplatine dem Analogmultiplizierer zugeführt ist, und daß die Mutterplatine über eine Steuerungs- und Zählerplatine und über eine Summierverstärkerplatine sowie über einen Analog-/Frequenzausgang des Multiplikators mit einer Momentanleistungsausgangs-Buchse und einer Summenmomentanleistungsausgangs-Buchse verbunden ist.

40 Das integrationslose Meßverfahren mittels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung hat den Vorteil, daß damit Spannungs-, Strom- und Leistungspendelungen augenblickswertrichtig angezeigt werden.

Vorteilhaft ist weiters, daß - zusätzlich zur Momentanwertanzeige - der gesamte Kurvenverlauf zu jedem Zeitpunkt mit einem Aufzeichnungsgerät, also einem Digitalspeicheroszilloskop oder einem Transientenrekorder, aufgezeichnet werden kann.

45 In einer Ausgestaltung der Erfindung sind im Spannungseingangs-Modul und im Stromeingangs-Modul Isolierverstärker vorgesehen sind.

Da die Eingangspotentialtrennung nicht mit Spannungs- und Stromwandlern, sondern mit Isolierverstärkern erfolgt, und die Multiplizier- und Summierverstärkerschaltung ohne kapazitive Ankopplung arbeitet, ist die Messung von Gleich-, Wechsel- und Mischstromleistung innerhalb eines großen Frequenzbereiches 50 gewährleistet, wobei die hohe Meßgenauigkeit erhalten bleibt.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß eine Mikroprozessoreinheit über die Steuerungs- und Zählerplatine mit dem Analogmultiplizierer verbunden ist.

Mit dem Mikroprozessor wird der Mittelwert der Einzel- oder Gesamtleistung errechnet. Diese Leistungs- und Energiewerte werden in einem CMOS-Speicher abgelegt und können nach Abschluß der Messungen auf 55 einem Drucker mit seriellem Interface für Dokumentationszwecke ausgegeben werden.

Eine besondere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß das Controller-Interface mit einer Tastatur für Spannungs- und Strombereichseinstellung, sowie mit einer Segmentanzeige verbunden ist, und daß der Analogmultiplizierer mit einem Bar-Graph-Board und einer Tastatur für Bar-Graph-Steuerung, sowie mit Schutz- und Aussteuerungs-Kontrolleinheiten für Spannung, für Strom und für Leistung verbunden ist.

60 Damit wird vielseitige Anwendbarkeit eines Meßgerätes mit der erfindungsgemäßen Schaltung nochmals vergrößert.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Mikroprozessoreinheit mit einer LCD-Anzeigeplatine und

einer Tastatur verbunden.

Damit ist es möglich, die Integrationszeiten, die Primärübersetzungen für Strom und Spannung und die Meßart - also Einzelmessung oder kontinuierliche Messung - frei zu wählen. Der Mikroprozessor errechnet anhand der Skalierungsfaktoren die Leistungs- und Energiewerte und bringt sie auf dem LCD-Display zur Anzeige. Es werden gleichzeitig sowohl der Einzelwert als auch der Summenwert angezeigt.

In einer zusätzlichen Ausgestaltung der Erfindung ist eine Erweiterung für mehrere Spannungseingangs-Kanäle und mehrere Stromeingangskanäle vorgesehen.

Damit können auch in mehrphasigen unsymmetrischen Systemen Leistungsmessungen problemlos und mit voller Anzeigegenauigkeit durchgeführt werden.

An Hand eines Ausführungsbeispiels soll nun die Erfindung näher erläutert werden, wobei zwecks übersichtlicher Darstellung die Form von Blockschaltbildern gewählt wurde. Dabei zeigen Fig. 1 ein Spannungseingangs-Modul, Fig. 2 ein Stromeingangs-Modul, Fig. 3 einen Analogmultiplizierer, Fig. 4 einen Leistungsmesser für einen Eingangskanal, und Fig. 5 einen Leistungsmesser für drei Eingangskanäle.

Das in Fig. 1 als Blockschaltbild dargestellte Spannungseingangs-Modul (1) ist im Detail aus den im folgenden angeführten Komponenten aufgebaut:

- (2) Spannungseingangs-Buchse
- (3) Spannungsteiler
- (4) Verstärker
- (5) Isoliervverstärker
- (6) Filter
- (7) Phasenkompensation
- (8) Spannungsausgangs-Buchse
- (9) Relaisansteuerung
- (10) BCD-Dezimaldekoder
- (11) Verbindungsleitung
- (12) Relaisboard
- (13) Verbindungsleitung

Das in Fig. 2 als Blockschaltbild dargestellte Stromeingangs-Modul (21) ist im Detail aus den im folgenden angeführten Komponenten aufgebaut:

- (22) Stromeingangs-Buchse
- (23) Shunt-Netzwerk
- (24) Verstärker
- (25) Isoliervverstärker
- (26) Filter
- (27) Phasenkompensation
- (28) Stromausgangs-Buchse
- (29) Relaisansteuerung
- (30) BCD-Dezimaldekoder
- (31) Verbindungsleitung
- (32) Verbindungsleitung
- (33) Verbindungsleitung
- (34) Verbindungsleitung
- (35) Relaisboard

Der in Fig. 3 als Blockschaltbild dargestellte Analogmultiplizierer (41) ist im Detail aus den im folgenden angeführten Komponenten aufgebaut:

- (42) Stromeingang
- (43) Spannungseingang
- (46) Verstärker ($A_v = \sqrt{2}$)
- (47) Verbindungsleitung
- (48) Schutz- u. Aussteuerungs-Kontrolleinheit für Strom
- (49) Verbindungsleitung zum Bar-Graph-Board
- (50) Multiplizierer
- (51) Verbindungsleitung
- (52) Verstärker ($A_v = -1/5$)
- (53) Verbindungsleitung
- (54) Analogausgang des Multiplikators

- (55) Spannungs/Frequenz-Konverter (50 kHz/V, $f_0 = 200$ kHz)
- (56) Frequenzausgang des Multiplikators
- (57) Verbindungsleitung
- (58) Schutz- u. Aussteuerungs-Kontrolleinheit für Leistung
- 5 (59) Verbindungsleitung zum Bar-Graph-Board
- (60) Verbindungsleitung
- (61) Schutz- und Aussteuerungs-Kontrolleinheit für Spannung
- (62) Verbindungsleitung zum Bar-Graph-Board
- (63) Verbindungsleitung zur Steuerungs- und Zählerplatine
- 10 (64) Verstärker ($A_V = \sqrt{2}$)

Ein auf der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung basierendes Gerät zur Messung elektrischer Leistung ist zweckmäßigerweise modular aufgebaut. Die Leistungsmessung erfolgt auf der Basis des analogen Meßverfahrens mittels eines logarithmischen Multiplizierers, welchem die beiden Eingangsgrößen Spannung und Strom zugeführt werden. Der hierbei verwendete Analogmultiplizierer besteht aus den Funktionsgruppen Log-Verstärker, Summierverstärker und Antilog-Verstärker.

Die Arbeitsweise des Log-Verstärkers beruht auf dem logarithmischen Zusammenhang zwischen Spannung und Strom eines Halbleiters, der in Form eines Transistors in den Gegenkopplungskreis eines Operationsverstärkers geschaltet ist. Mittels unlinearer Gegenkopplung folgt der Ausgang des Operationsverstärkers dem Logarithmus der Eingangsspannung. Die Übertragungsfunktion ist aber auch temperaturabhängig. Der der Log- und der Antilog-Verstärker gleiches thermisches Verhalten - jedoch mit entgegengesetzter Polarität - aufweisen, wird diese Temperaturdrift bis zu einem vernachlässigbar kleinen Restwert vollständig kompensiert. Durch Summierung der Ausgangswerte der beiden Log-Verstärker für Strom und Spannung, und anschließender Antilogbildung steht das Produkt der Eingangsgröße verzögerungsfrei am Ausgang des Multiplizierers zur Verfügung.

Da die Eingangspotentialtrennung nicht mit Spannungs- und Stromwandlern, sondern mit Isoliervverstärkern erfolgt, und die mit Multiplizier- und Summiervverstärkerschaltung ohne kapazitive Ankopplung arbeitet, ist eine exakte Messung von Gleich-, Wechsel- und Mischstromleistung innerhalb eines großen Frequenzbereiches gewährleistet.

In Fig. 4 ist, in Form eines Blockschaltbildes, ein kompletter Präzisions-Momentanwert-Leistungsmesser (71), ohne Zusatzeinrichtungen, für einen Eingangskanal dargestellt, wobei der Leistungsmesser (71) aus den im folgenden angeführten Komponenten aufgebaut ist:

- (72) Spannungseingangs-Buchse
- 35 (73) Stromeingangs-Buchse
- (75) Spannungseingangs-Modul
- (76) Controller-Interface
- (77) Spannungsausgangs-Buchse
- (79) Stromeingangs-Modul
- 40 (80) Stromausgangs-Buchse
- (81) Mutterplatine
- (82) Analogmultiplizierer
- (83) Steuerungs- und Zählerplatine
- (84) Summiervverstärkerplatine
- 45 (85) Analog-Frequenzausgang des Multiplikators
- (86) Momentanleistungsausgangs-Buchse
- (87) Summenmomentanleistungsausgangs-Buchse
- (88) Mikroprozessoreinheit

Bei dem in Fig. 4 dargestellten, nach der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung konzipierten Leistungsmesser wird die Eingangsspannung über die Spannungseingangs-Buchsen (72) dem Spannungseingangs-Modul (75) zugeführt, wo sie auf einen potentialgetrennten Nennpegel von 5 Volt transformiert und über das Controller-Interface (76) sowohl an die Spannungsausgangs-Buchse (77) als auch über die Mutterplatine (81) in den Analogmultiplizierer (41) weitergeleitet wird. Die Potentialtrennung erfolgt im Eingangskreis mittels 3-Port-Isoliervverstärker.

Der Eingangsstrom wird über die Stromeingangs-Buchsen (73) dem Stromeingangs-Modul (79) zugeführt, wird dort ebenfalls potentialgetrennt, auf den Spannungsnormwert von 5 Volt verstärkt und anschließend, auf dem gleichen Signalweg wie die Eingangsspannung, die an die Stromausgangs-Buchse (80) und zum Analogmultiplizierer (82) weitergeleitet.

An der Spannungsausgangs-Buchse (77) und der Stromausgangs-Buchse (80) steht die Kurvenform (das ist der Momentanwert) oder der Betrag (das ist die effektivwertäquivalente Gleichspannung) der Spannung und

des Stromes, und zwar jeweils umschaltbar, für Analysezwecke zur Verfügung.

Der Analogmultiplizierer (82) bildet nach vorhergehender Verstärkung um den Faktor ($\sqrt{2}$) das momentane Produkt der beiden Eingangsgrößen. Die Momentanleistung eines Kanales ist somit proportional der Ausgangsspannung des Multiplizierers mal der Leistungskonstante (CP). Die Anpassung der Leistungspegel wird so vorgenommen, daß sich die Leistungskonstante aus dem Produkt des jeweiligen Spannungs- und Stromausgangsbereiches ergibt. Sie wird an jedem Eingangskanal über ein sechsstelliges 7-Segmentdisplay angezeigt. Die Anzeigesteuerung übernimmt das Controller-Interface (76).

Für die Übernahme in den Mikroprozessor muß das Analog-Ausgangssignal zuvor digitalisiert werden. Diese Aufgabe führt ein Spannungs-/Frequenzkonverter durch, dessen Frequenzimpulsänderung ein Abbild der Momentanleistung darstellt. Beide Signale sind über die Mutterplatine (81) mit dem Analog/Digital-Auswertemodul, bestehend aus der Steuerungs- und Zählerplatine (83), der Summierverstärkerplatine (84) und der Mikroprozessoreinheit (88) verbunden.

Die Generierung der Summenmomentanleistung erfolgt durch die verzögerungslose Summierung der Multiplikator-Ausgangsspannungen im Summierverstärker. Der Analogsummierer besteht aus einem Operationsverstärker in invertierender Beschaltung mit drei Eingängen. Unter der Voraussetzung, daß die Widerstandswerte aller Widerstände gleich groß sind, folgt die Ausgangsspannung unmittelbar der Summe der Eingangsspannungen. Nach der Pufferung und Entkopplung im Analog-/Frequenzausgang des Multiplikators (85) gelangen die Einzelleistungen auf die Momentanleistungsausgangs-Buchsen (86), und die Gesamtleistung auf die Summenmomentanleistungsausgangs-Buchse (87). Die Einzelleistungsausgänge können wahlweise auch auf Frequenzimpulsausgabe geschaltet werden.

Die Mikroprozessoreinheit (88) dient dazu, den Mittelwert der Einzel- oder Gesamtleistung über frei wählbare Integrationszeiten zu errechnen. Weiters ist auch die Ausgabe der Energiewerte möglich. Die Messung beruht darauf, daß die, der Momentanleistung proportionalen, Frequenzimpulse für die Dauer der Integrationszeit in einen, für jeden Kanal getrennt vorhandenen, 32-Bit-Zähler der Steuerungs- und Zählerplatine (83) aufsummiert werden. Nach Ablauf der Torzeit liest der Mikroprozessor die Zählerstände ein, errechnet anhand der Skalierungsfaktoren die Leistungs- und Energiewerte und bringt sie auf einem 4zeiligen LCD-Display zur Anzeige. Diese Leistungs- und Energiewerte werden in einem CMOS-Speicher abgelegt und werden nach Abschluß der Messungen auf einem Drucker mit seriellem Interface für Dokumentationszwecke ausgegeben.

In Fig. 5 ist, in Form eines Blockschaltbildes, ein kompletter Präzisions-Momentanwert-Leistungsmesser (101), mit Zusatzeinrichtungen, für drei Eingangskanäle dargestellt, wobei der Leistungsmesser (101) aus den im folgenden angeführten Komponenten aufgebaut ist:

- (102) Spannungseingangs-Buchse für Kanal (1)
- (103) Stromeingangs-Buchse für Kanal (1)
- (104) Spannungseingangs-Schutz
- (105) Spannungseingangs-Modul
- (106) Controller-Interface
- (107) Spannungsausgangsschutz
- (108) Spannungsausgangs-Buchse
- (109) Folientastatur für Spannungs- und Strombereichseinstellung
- (110) 6-Digit 7-Segmentanzeige
- (111) Stromeingangsschutz
- (112) Stromeingangs-Modul
- (113) Stromausgangsschutz
- (114) Stromausgangs-Buchse
- (115) Mutterplatine
- (116) Analogmultiplizierer
- (117) Schutz- und Aussteuerungs-Kontrolleinheit für Spannung
- (118) Schutz- und Aussteuerungs-Kontrolleinheit für Strom
- (119) Schutz- und Aussteuerungs-Kontrolleinheit für Leistung
- (120) Bar-Graph-Board
- (121) Folientastatur für Bar-Graph-Steuerung
- (122) Spannungseingangs-Buchse für Kanal (2)
- (123) Stromeingangs-Buchse für Kanal (2)
- (124) Spannungseingangs-Buchse für Kanal (3)
- (125) Stromeingangs-Buchse für Kanal (3)
- (126) Netzanseisung
- (127) Steuerungs- und Zählerplatine
- (128) Summierverstärkerplatine
- (129) Analog-/Frequenzausgang des Multiplikators
- (130) Momentanleistungsausgangs-Buchse für Kanal (1) bis (3)

- (131) Summenmomentanleistungsausgangs-Buchse
- (132) Analog-Digital-Konverter
- (133) Mikroprozessoreinheit
- (134) LCD-Anzeigeplatine
- 5 (135) Folientastatur für Mikroprozessor-Steuerung

Das in Fig. 5 dargestellte, auf der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung basierende Leistungsmeßgerät ist modular aufgebaut und kann mit bis zu drei Kanälen bestückt werden, welche beliebig austauschbar sind.

Bei dieser Ausführung für drei Eingangskanäle werden insgesamt drei 4-Quadranten-Analog-Multiplizierer - also einer je Kanal - verwendet. Auf diese Weise werden die Momentanleistungen der einzelnen Stränge eines Drehstromnetzes gleichzeitig erfaßt. Nach Summation der Augenblickswerte kann bei der Drehstromleistungsmessung, in 2-Wattmetermethode oder in 3-Wattmetermethode, die Gesamtwirkleistung am Ausgang integrationslos und somit in Echtzeit zur Anzeige gebracht werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltungsanordnung zur Messung elektrischer Leistung, wobei die Eingangsspannung bzw. der Eingangsstrom über einen Spannungseingangs- bzw. über einen Stromeingangsschutz geführt sind, und wobei die Ausgangsspannung bzw. der Ausgangsstrom über einen Spannungsausgangs- bzw. über einen Stromausgangsschutz geführt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eingangsspannung einem Spannungseingangs-Modul (1, 105) zugeführt und in diesem zur weiteren Verarbeitung aufbereitet wird und über ein Controller-Interface (76, 106) und über eine Mutterplatine (81, 115) einem Analogmultiplizierer (41, 116) zugeführt ist, und daß der Eingangsstrom einem Eingangsstrom-Modul (21, 112) zugeführt und in diesem zur weiteren Verarbeitung aufbereitet wird und über das Controller-Interface (76, 106) und über die Mutterplatine (81, 115) dem Analogmultiplizierer (41, 116) zugeführt ist, und daß die Mutterplatine (81, 115) über eine Steuerungs- und Zählerplatine (83, 127) und über eine Summiervverstärkerplatine (84, 128) sowie über einen Analog-/Frequenz Ausgang (85, 129) des Multiplikators mit einer Momentanleistungsausgangs-Buchse (86, 130) und einer Summenmomentanleistungsausgangs-Buchse (87, 131) verbunden ist. (Fig. 4 und 5)
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Spannungseingangs-Modul (1) und im Stromeingangs-Modul (21) Isolierverstärker (5, 25) vorgesehen sind. (Fig. 1 und 2)
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Mikroprozessoreinheit (133) über die Steuerungs- und Zählerplatine (127) mit dem Analogmultiplizierer (117) verbunden ist. (Fig. 5)
4. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Controller-Interface (106) mit einer Tastatur (109) für Spannungs- und Strombereichseinstellung, sowie mit einer Segmentanzeige (110) verbunden ist, und daß der Analogmultiplizierer (116) mit einem Bar-Graph-Board (120) und einer Tastatur (121) für Bar-Graph-Steuerung, sowie mit Schutz- und Aussteuerungs-Kontrolleinheiten für Spannung (117), für Strom (118) und für Leistung (119) verbunden ist. (Fig. 5)
5. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikroprozessoreinheit (133) mit einer LCD-Anzeigeplatine (134) und einer Tastatur (135) verbunden ist. (Fig. 5)
6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Erweiterung für mehrere Spannungseingangs-Kanäle (102, 122, 124) und Stromeingangskanäle (103, 123, 125) vorgesehen ist. (Fig. 5)

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

1

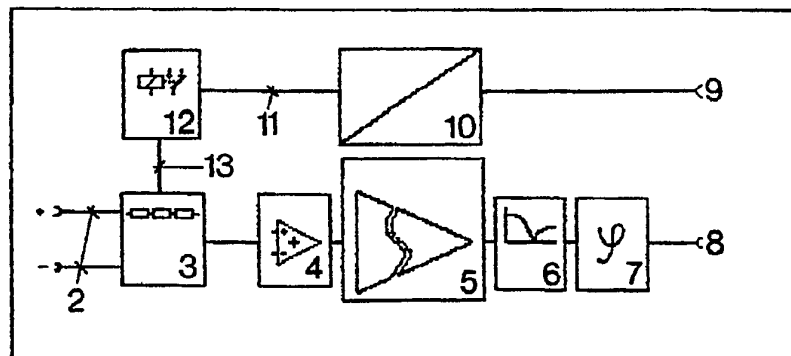


Fig. 1

21

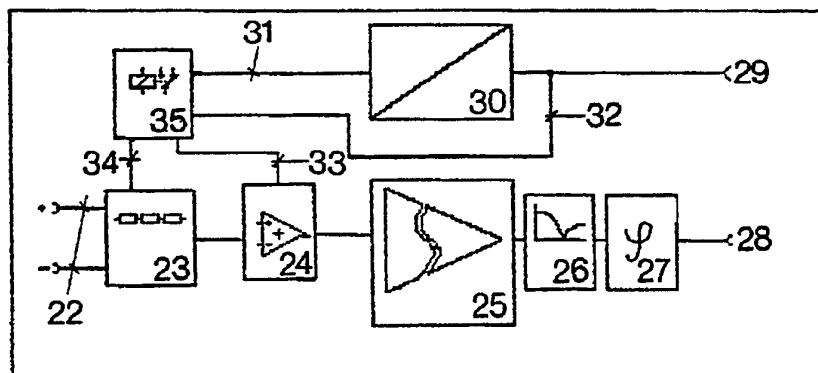


Fig. 2

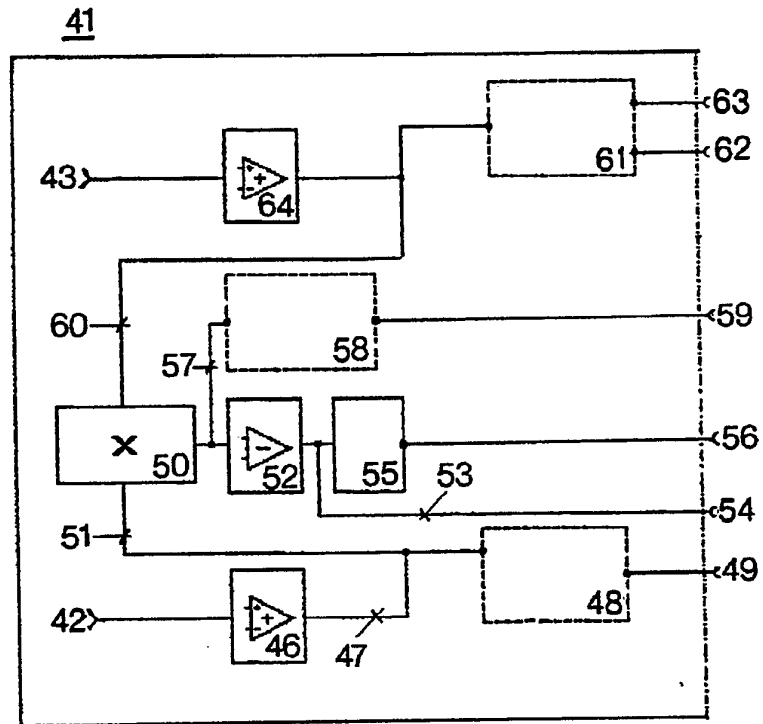


Fig. 3

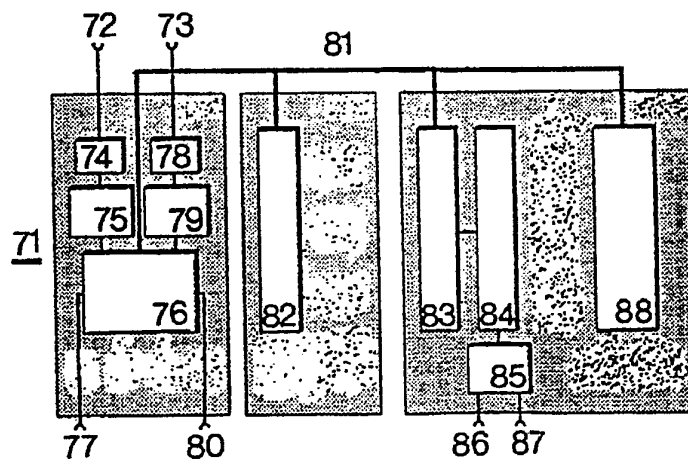


Fig. 4

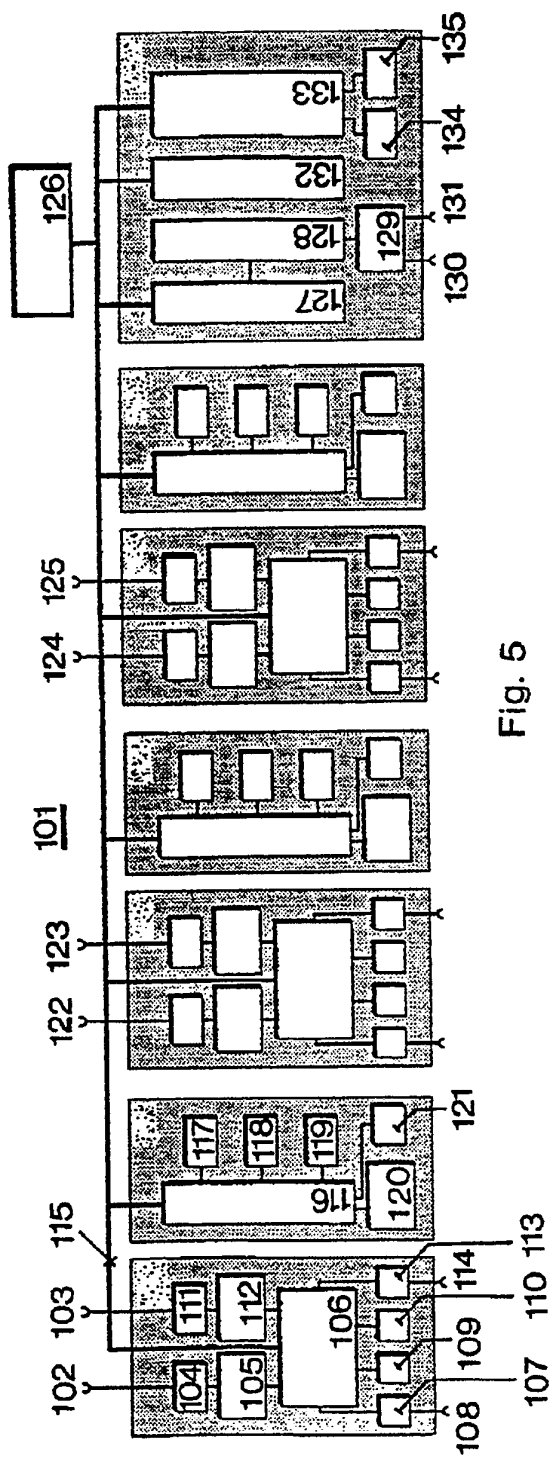


Fig. 5