



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

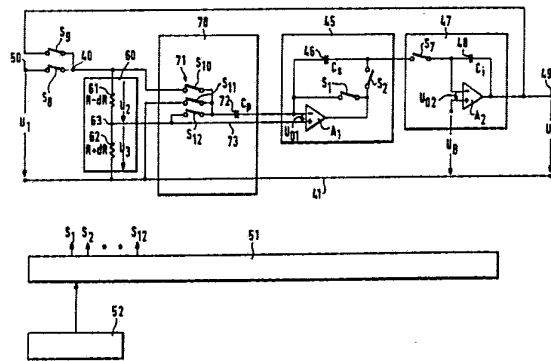
<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> : <b>G01D 5/16, G01L 1/22</b> <b>G01R 27/08</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 91/09276</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>27. Juni 1991 (27.06.91)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP90/02061 (22) Internationales Anmeldedatum: 30. November 1990 (30.11.90) (30) Prioritätsdaten: P 39 40 537.0 7. Dezember 1989 (07.12.89) DE (71) Anmelder: ENDRESS U. HAUSER GMBH U. CO. [DE/DE]; Postfach 1261, Hauptstrasse 1, D-7864 Maulburg (DE). (72) Erfinder: SCHNEIDER, Georg ; Talstrasse 55, D-7860 Schopfheim-Langenau (DE). WAGNER, Richard ; Hans-Thoma-Strasse 9, D-7864 Maulburg (DE). (74) Anwalt: MORSTADT, Volker; Flowtec AG, Kägenstrasse 7, Postfach 435, CH-4153 Reinach I (CH).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>

(54) Title: ARRANGEMENT FOR PROCESSING SENSOR SIGNALS

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR VERARBEITUNG VON SENSORSIGNALEN

(57) Abstract

The arrangement is intended for processing sensor signals supplied by a resistance sensor (20) which, on being supplied with a power signal (V), generates a measuring effect representing the dependence of the electrical resistance on the measured value as a reaction to the effect of a measured physical value. It comprises a signal processing circuit (2) operating on the principle of quantified charge transport via switch-capacitor structures. The signal processing circuit (2) provides a charge balance via mutually opposed integration of measuring charge bunches dependent upon the the measuring effect and supplies an analog output signal (U<sub>A</sub>) corresponding to the result of integration. The power supply to the sensor is affected by the feedback of the analog output signal or a feedback signal in fixed relationship thereto to attain the charge balance. The analog output signal is regulated by this feedback in such a way that it is proportional to the result of measurement.



(57) Zusammenfassung

Die Anordnung dient zur Verarbeitung von Sensorsignalen, die von einem Widerstandssensor (20) geliefert werden, der bei Speisung mit einem Versorgungssignal (V) als Reaktion auf die Einwirkung einer physikalischen Messgröße einen die Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von der Messgröße darstellenden Messeffekt erzeugt. Sie enthält eine Signalverarbeitungsschaltung (2), die nach dem Prinzip des quantisierten Ladungstransports mittels Schalter-Kondensator-Strukturen arbeitet. Die Signalverarbeitungsschaltung (2) stellt eine Ladungsbalance durch gegensinnige Integration von vom Messeffekt abhängigen Messladungspaketen und von vom Messeffekt unabhängigen Kompensationsladungspaketen her und liefert ein dem Integrationsergebnis entsprechendes analoges Ausgangssignal (U<sub>A</sub>). Die Speisung des Sensors wird durch Rückkopplung des analogen Ausgangssignals oder eines in fester Beziehung dazu stehenden Rückkopplungssignals zur Erzielung der Ladungsbalance beeinflusst. Durch diese Rückkopplung wird das analoge Ausgangssignal so geregelt, dass es dem Messergebnis proportional ist.

## BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MN	Mongolei
BE	Belgien	GA	Gabon	MR	Mauritanien
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BJ	Benin	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	PL	Polen
CA	Kanada	IT	Italien	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	LJ	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

## ANORDNUNG ZUR VERARBEITUNG VON SENSORSIGNALEN

Die Erfindung besteht in einer Anordnung zur Verarbeitung von Sensorsignalen, die von einem Widerstandssensor geliefert werden, der bei Speisung mit einem Versorgungssignal als Reaktion auf die Einwirkung einer physikalischen Messgrösse einen die Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von der Messgrösse darstellenden Messeffekt erzeugt, mit einer nach dem Prinzip des quantisierten Ladungstransports mittels Schalter-Kondensator-Strukturen arbeitenden Signalverarbeitungsschaltung, die eine Ladungsbalance durch gegensinnige Integration von vom Messeffekt abhängigen Messladungspaketen und von vom Messeffekt unabhängigen Kompensationsladungspaketen herstellt und ein dem Integrationsergebnis entsprechendes analoges Ausgangssignal liefert, und mit Beeinflussung der Speisung des Widerstandssensors durch Rückkopplung eines in fester Beziehung zum analogen Ausgangssignal stehenden Rückkopplungssignals zur Erzielung der Ladungsbalance.

In der DE-A 36 33 791, die der US-A 48 16 745 entspricht, ist eine Anordnung dieser Art beschrieben, bei welcher der Widerstandssensor eine Halbbrücke mit gegensinnig veränderlichen Widerständen ist. Dabei werden die vom Messeffekt abhängigen Messladungspakete integriert, bis die integrierte Ladung einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt, worauf durch Integration eines vom Messeffekt unabhängigen Kompensationsladungspakets entgegengesetzten Vorzeichens wieder der Anfangszustand hergestellt wird. Auf diese Weise stellt sich im Integrator eine Ladungsbalance ein, bei welcher das Verhältnis der Anzahl der in einem vorgegebenen Zeitintervall integrierten Kompensationsladungspakete zu der Anzahl der im gleichen Zeitintervall integrierten Messladungspakete den Messwert anzeigt. Das Messergebnis liegt somit in digitaler Form vor, und deshalb liefern die

- 2 -

Signalverarbeitungsschaltungen der bekannten Anordnungen durchwegs digitale Ausgangssignale.

Aufgabe der Erfindung ist demgegenüber die Schaffung einer Anordnung, bei welcher die Signalverarbeitungsschaltung unmittelbar ein den Messwert anzeigendes analoges Ausgangssignal liefert.

Da bei der Anordnung nach der Erfindung die Speisung des Sensors über das Rückkopplungssignal vom Ausgangssignal abhängig ist, ist auch die Grösse der integrierten Ladungspakete vom Ausgangssignal abhängig. Durch die Rückkopplung wird die Grösse der Ladungspakete so beeinflusst, dass sich die Ladungsbalance einstellt. Während das Verhältnis der Anzahl der Kompensationsladungspakete zur Anzahl der Messladungspakete konstant bleibt, ist das dem Integrationsergebnis entsprechende Analogsignal unmittelbar dem Messeffekt proportional. Die Signalverarbeitungsschaltung liefert somit das Messergebnis in Form eines analogen Ausgangssignals.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die in den Zeichnungen dargestellt sind.

Fig. 1 zeigt ein Prinzipschema zur Erläuterung des der Erfindung zugrundeliegenden Problems,

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Widerstandssensors mit Messstreifen im unbelasteten Zustand,

- 3 -

Fig. 3 zeigt den Widerstandssensor von Fig. 2 im belasteten Zustand,

Fig. 4 zeigt das Schaltbild einer mit quantisiertem Ladungstransport und Ladungsbalance mittels Schalter-Kondensator-Strukturen arbeitenden Signalverarbeitungsschaltung für die Verarbeitung des von einer Widerstands-Halbbrücke gelieferten Sensorsignals,

Fig. 5 zeigt Zeitdiagramme, die in der Signalverarbeitungsschaltung von Fig. 4 vorkommen, und

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer abgeänderten Ausführungsform der Signalverarbeitungsschaltungen von Fig. 4 zur Lieferung eines analogen Ausgangsstroms.

Zum besseren Verständnis ist in Fig. 1 das Prinzip der Verarbeitung von Sensorsignalen dargestellt, auf dem die Erfindung beruht. Fig. 1 zeigt einen Widerstandssensor 1, mit dem eine physikalische Grösse  $G$ , z.B. eine Kraft, gemessen werden soll, und eine mit dem Widerstandssensor 1 verbundene Signalverarbeitungsschaltung 2. Der Widerstand des Sensors 1 ist seine elektrische Kenngrösse, die in Abhängigkeit von der zu messenden physikalischen Grösse veränderlich ist. Eine Versorgungssignalquelle 3 liefert an den Widerstandssensor 1 ein Versorgungssignal  $V$ , das es ermöglicht, die Änderung der elektrischen Kenngrösse in ein elektrisches Sensorsignal umzuwandeln, das der Signalverarbeitungsschaltung 2 zugeführt wird und das den Messeffekt  $M$  ausdrückt, der den Zusammenhang der zu messenden physikalischen Grösse  $G$  und der elektrischen Kenngrösse darstellt. Die Signalverarbeitungsschaltung 2 wandelt das Sensorsignal in ein Ausgangssignal  $S$  einer gewünschten Form um, das vorzugsweise auf ein

- 4 -

Referenzsignal  $S_{ref}$  bezogen ist. Je nach der Ausbildung der Signalverarbeitungsschaltung 2 kann das Ausgangssignal S beispielsweise ein Analogsignal, ein digitales Signal oder eine Frequenz sein.

Wenn die zu messende physikalische Grösse G eine Kraft ist, kann für den Widerstandssensor 1 ein Kraftsensor verwendet werden, wie er in Fig. 2 und 3 dargestellt ist. Der Kraftsensor 20 weist einen elastischen Träger 21 auf, der an einem Ende fest eingespannt ist und durch eine auf sein freies Ende einwirkende Kraft F verformbar ist. Auf zwei entgegengesetzten Seiten des Trägers 21 sind zwei Dehnmessstreifen 22 und 23 so befestigt, dass sie bei einer Verformung des Trägers 21 gegensinnig verformt werden. Beispielsweise ist bei der in Fig. 3 dargestellten Verformung des Trägers 21 der Dehnmessstreifen 22 gedehnt und der Dehnmessstreifen 23 verkürzt. Bekanntlich hängt bei Dehnmessstreifen der ohmsche Widerstand von der Längenänderung ab. Im unverformten Zustand (Fig. 2) haben die beiden Dehnmessstreifen 22 und 23 den gleichen ohmschen Widerstand R. Bei der in Fig. 3 dargestellten gegensinnigen Verformung hat der Dehnmessstreifen 22 den ohmschen Widerstand  $R + dR$  und der Dehnmessstreifen 23 den ohmschen Widerstand  $R - dR$ . Der Kraftsensor 20 nach den Fig. 2 und 3 ist somit ein Beispiel für einen Widerstandssensor, bei dem die elektrische Kenngrösse, die von der zu messenden physikalischen Grösse abhängt, ein Widerstand ist. Der Messeffekt M, der zur Messung der Kraft F verwendet wird, ist vorzugsweise das Widerstandsverhältnis  $dR/R$ . Zur Gewinnung eines diesem Widerstandsverhältnis proportionalen Sensorsignals sind die beiden gegensinnig verformbaren Dehnmessstreifen 22, 23 elektrisch zu einer Widerstands-Halbbrücke verbunden. Es können auch zwei Paare von gegensinnig verformbaren Dehnmessstreifen vorhanden sein, die zu einer Widerstands-Vollbrücke zusammengeschaltet sind.

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Signalverarbeitungsschaltung 2 von Fig. 1 für die Signalaufbereitung des von einer Widerstandshalbbrücke 60 gelieferten Sensorsignals, und Fig. 5 zeigt den zeitlichen Verlauf der zugehörigen Schaltersteuersignale und Spannungen. Die Widerstands-Halbbrücke 60 enthält zwei Widerstände 61, 62, die in Reihe zwischen einer Klemme 40 und einem Bezugsleiter 41 angeschlossen sind und deren Verbindungspunkt einen Abgriff 63 bildet. Die Widerstandswerte der Widerstände 61 und 62 unterscheiden sich um gleiche Beträge  $dR$ , aber mit entgegengesetzten Vorzeichen, von einem gleichen Grundwert  $R$ . Als Beispiel ist angegeben, dass der Widerstand 61 den Wert  $R - dR$  und der Widerstand 62 den Wert  $R + dR$  hat. Die Widerstands-Halbbrücke 60 kann also beispielsweise durch den Kraftsensor 20 nach den Fig. 2 und 3 gebildet sein, wobei die Widerstände 61, 62 die Widerstandswerte der Dehnmessstreifen 23 bzw. 22 darstellen. Dabei ist  $R$  der Widerstandswert der unverformten Dehnmessstreifen, und  $dR$  ist die durch die Verformung der Dehnmessstreifen bewirkte Widerstandsänderung. Das Widerstandsverhältnis  $dR/R$  stellt den interessierenden Messeffekt  $M$  dar, der im Fall des Kraftsensors 20 der Fig. 2 und 3 den Zusammenhang zwischen der zu messenden Kraft  $F$  und der Widerstandsänderung der Dehnmessstreifen angibt.

Zum besseren Verständnis der Funktionsabläufe ist der Sensor 60 in Fig. 4 zwischen zwei Schaltungsblöcke der Signalverarbeitungsschaltung eingefügt, doch ist er in Wirklichkeit von der Signalverarbeitungsschaltung, die als integrierte Schaltung ausgeführt sein kann, räumlich getrennt und mit dieser über abgeschirmte Leitungen verbunden. Die Signalverarbeitungsschaltung arbeitet nach dem Prinzip der Ladungsbalance mit Schalter-Kondensator-Kombinationen. Während

- 6 -

jedoch solche Signalverarbeitungsschaltungen üblicherweise das analoge Sensorsignal in ein digitales Ausgangssignal umsetzen, das den Messwert darstellt, ist die Signalverarbeitungsschaltung von Fig. 4 in besonderer Weise so ausgebildet, dass sie ein analoges Ausgangssignal liefert.

Der Sensor 60 ist einerseits mit einem Funktionsblock 70 andererseits mit einem Zwischenspeicher 45 verbunden. Der Funktionsblock 70 enthält eine Schaltergruppe 71, einen Kondensator 72 mit der Kapazität  $C_p$  und einen durchgehenden Verbindungsleiter 73, der den Abgriff 63 der Widerstands-Halbbrücke 60 dauernd mit dem nichtinvertierenden Eingang eines Operationsverstärkers  $A_1$  im Zwischenspeicher 45 verbindet. Die Schaltergruppe 71 enthält drei Schalter  $S_{10}$ ,  $S_{11}$  und  $S_{12}$ . Die eine Elektrode des Kondensators 72 ist dauernd mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $A_1$  verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators 72 wird durch den Schalter  $S_{10}$  mit der Klemme 40, durch den Schalter  $S_{11}$  mit dem Bezugsleiter 41 und durch den Schalter  $S_{12}$  mit dem Verbindungsleiter 73 verbunden.

Die Widerstands-Halbbrücke 60 bildet einen Spannungsteiler, an dem bei geschlossenem Schalter  $S_8$  eine Versorgungsspannung  $U_1$  und bei geschlossenem Schalter  $S_9$  die Ausgangsspannung  $U_A$  (s. unten) liegt. Die zwischen der Klemme 40 und dem Abgriff 63 am Widerstand 61 bestehende Spannung ist mit  $U_2$  und die zwischen dem Abgriff 63 und dem Bezugsleiter 41 am Widerstand 62 bestehende Spannung ist mit  $U_3$  bezeichnet.

Der Zwischenspeicher 45 enthält den Operationsverstärker  $A_1$ , einen Speicherkondensator 46 der Kapazität  $C_s$  und zwei Schalter  $S_1$  und  $S_2$ . Wenn der Schalter  $S_1$  geschlossen ist, verbindet er den Ausgang des Operationsverstärkers  $A_1$  mit dessen invertierendem Eingang. Wenn der Schalter  $S_2$  geschlossen ist, verbindet er den Ausgang des Operationsverstärkers  $A_1$  mit

- 7 -

der einen Elektrode des Speicherkondensators 46, dessen andere Elektrode mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $A_1$  verbunden ist, so dass dann der Speicherkondensator 46 im Rückkopplungskreis des Operationsverstärkers  $A_1$  liegt. Der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers  $A_1$  liegt, wie bereits erwähnt, am Abgriff 63. Das Potential am invertierenden Eingang unterscheidet sich um die Offsetspannung  $U_{01}$  des Operationsverstärkers  $A_1$  vom Potential des nichtinvertierenden Eingangs.

Dem Zwischenspeicher 45 ist ein Integrator 47 nachgeschaltet. Dieser enthält einen Operationsverstärker  $A_2$ , einen in dessen Rückkopplungskreis liegenden Integrationskondensator 48 der Kapazität  $C_1$  und einen Schalter  $S_7$ . Wenn dieser geschlossen ist, verbindet er den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $A_2$  mit dem Speicherkondensator 46 im Zwischenspeicher 45. Der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers  $A_2$  ist an ein festes Potential gelegt, das sich um eine Spannung  $U_B$  vom Potential des Bezugsleiters 41 unterscheidet. Das Potential am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $A_2$  unterscheidet sich um dessen Offsetspannung  $U_{02}$  von dem festen Potential des nichtinvertierenden Eingangs. Der Ausgang des Operationsverstärkers  $A_2$  ist mit der Ausgangsklemme 49 der Signalverarbeitungsschaltung verbunden. Zwischen der Ausgangsklemme 49 und dem Bezugsleiter 41 erscheint die Ausgangsspannung  $U_A$ .

Ein Schalter  $S_8$  verbindet, wenn er geschlossen ist, die Klemme 40 mit einer Eingangsklemme 50, und ein Schalter  $S_9$  verbindet, wenn er geschlossen ist, die Klemme 40 mit der Ausgangsklemme 49. Zwischen der Eingangsklemme 50 und dem Bezugsleiter 41 ist im Betrieb der Schaltung die

Versorgungsspannung  $U_1$  angelegt, die dem Versorgungssignal  $V$  von Fig. 1 entspricht.

Die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_7$  bis  $S_{12}$  werden durch Steuersignale betätigt, die von einer Steuerschaltung 51 geliefert werden, die durch ein von einem Taktgeber 52 erzeugtes Taktsignal synchronisiert wird. Zur Vereinfachung sind die Steuersignale mit den gleichen Bezugszeichen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_7$  ...  $S_{12}$  wie die von ihnen gesteuerten Schalter bezeichnet. Der zeitliche Verlauf der Steuersignale ist in den Diagrammen von Fig. 5 dargestellt.

Jeder Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  ... ist offen, wenn das ihn steuernde Signal einen niedrigen Signalwert hat, und ist geschlossen, wenn das ihn steuernde Signal einen hohen Signalwert hat. Die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  ... sind symbolisch als mechanische Schalterkontakte dargestellt, doch sind sie in Wirklichkeit natürlich durch schnelle elektronische Schalter, beispielsweise Feldeffekttransistoren, gebildet.

Die Funktionsweise der Signalverarbeitungsschaltung von Fig. 4 soll nun anhand der Diagramme von Fig. 5 erläutert werden. Die Diagramme von Fig. 5 zeigen ausser dem bereits erwähnten zeitlichen Verlauf der Steuersignale  $S_1$  ...  $S_{12}$  auch den zeitlichen Verlauf der Spannung  $U_{CS}$  am Speicherkondensator 46 und der Ausgangsspannung  $U_A$  im Verlauf von mehreren aufeinanderfolgenden Zyklen  $Z$ . Jeder Zyklus  $Z$  ist in sechs Phasen unterteilt, die mit 1 bis 6 beziffert sind.

Die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  werden durch ein periodisches Rechtecksignal im Gegentakt gesteuert, so dass der Schalter  $S_1$  offen ist, wenn der Schalter  $S_2$  geschlossen ist, und umgekehrt. Die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  nehmen ihre abwechselnden Zustände jeweils für die Dauer einer der Phasen 1 bis 6 ein. Wenn der Schalter  $S_1$  geschlossen und der Schalter  $S_2$  offen ist, was

jeweils in den Phasen 1, 3 und 5 jedes Zyklus Z der Fall ist, kann der im Eingangskreis des Operationsverstärkers  $A_1$  liegende Kondensator 72 durch einen der Schalter  $S_{10}$  bis  $S_{12}$  an eine der Spannungen  $U_2$ ,  $U_3$  bzw.  $U_{01}$  gelegt und entsprechend aufgeladen werden, ohne dass dadurch die Ladung im Speicherkondensator 46 beeinflusst wird. Die Schaltung befindet sich dann in einer Konditionierphase für die Konditionierung des Kondensators 72. Wenn dagegen der Schalter  $S_1$  offen und der Schalter  $S_2$  geschlossen ist, ist der Zwischenspeicher 45 für die Uebernahme von Ladung vom Kondensator 72 auf den Speicherkondensator 46 bereit.

Die Schalter  $S_8$ ,  $S_9$  werden ebenfalls durch ein periodisches Rechtecksignal im Gegentakt gesteuert, so dass der Schalter  $S_8$  offen ist, wenn der Schalter  $S_9$  geschlossen ist, und umgekehrt. Während der Phasen 1 bis 4 jedes Zyklus Z ist der Schalter  $S_8$  geschlossen und der Schalter  $S_9$  offen. Die Phasen 1 bis 4 jedes Zyklus Z bilden somit einen Teilzyklus  $Z_1$ , in welchem die Spannung  $U_1$  an der Widerstands-Halbbrücke 60 liegt. Dagegen ist in den Phasen 5 und 6 der Schalter  $S_9$  geschlossen und der Schalter  $S_8$  offen. Die Phasen 5 und 6 bilden somit einen Teilzyklus  $Z_A$ , in welchem die Spannung  $U_A$  an der Widerstands-Halbbrücke 60 liegt.

In jedem Teilzyklus  $Z_1$ , in dem die Spannung  $U_1$  an die Widerstands-Halbbrücke 60 gelegt ist, haben die Spannungen  $U_2$ ,  $U_3$  die folgenden Werte:

$$U_{2(1-4)} = U_1(R-dR)/[(R-dR+R+dR)] = U_1(R-dR)/2R \quad (1)$$

$$U_{3(1-4)} = U_1(R+dR)/[(R-dR+R+dR)] = U_1(R+dR)/2R \quad (2)$$

- 10 -

In jedem Teilzyklus  $Z_A$ , in dem die Spannung  $U_A$  an die Widerstands-Halbbrücke 60 gelegt ist, haben die Spannungen  $U_2$ ,  $U_3$  die Werte:

$$U_{2(5,6)} = U_A(R-dR)/[(R-dR+R+dR)] = U_A(R-dR)/2R \quad (3)$$

$$U_{3(5,6)} = U_A(R+dR)/[(R-dR+R+dR)] = U_A(R+dR)/2R \quad (4)$$

Die Signalverarbeitungsschaltung von Fig. 4 arbeitet nach dem Prinzip der Ladungsbalance, die im Speicherkondensator 46 stattfindet. Der Funktionsblock 70 liefert diskrete Ladungspakete, die auf den Speicherkondensator 46 übertragen werden. Diese Ladungspakete werden dadurch erzeugt, dass der Kondensator 72 mittels der Schalter  $S_{10}$ ,  $S_{11}$ ,  $S_{12}$  wechselweise durch die verschiedenen Spannungen  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_{01}$  auf- und umgeladen wird. Die im Speicherkondensator 46 gespeicherten und summierten Ladungspakete werden durch Schliessen des Schalters  $S_7$  auf den Integrationskondensator 48 übertragen. Mit dem in Fig. 5 dargestellten zeitlichen Verlauf der verschiedenen Schaltersteuersignale ergibt sich der folgende Zeitablauf des Betriebs der Signalverarbeitungsschaltung von Fig. 4:

#### Phase 1:

Am Beginn der Phase 1 jedes Zyklus  $Z$  befindet sich auf dem Speicherkondensator 46 noch die im vorhergehenden Zyklus aufgebrachte Ladung. Für die Dauer der Phase 1 ist der Schalter  $S_1$  geschlossen und der Schalter  $S_2$  ist offen, so dass

- 11 -

der Speicherkondensator 46 vom Ausgang des Operationsverstärkers  $A_1$  abgetrennt ist. Der Schalter  $S_7$  ist für die Dauer der Phase 1 geschlossen, so dass eine Ladungsübertragung vom Speicherkondensator 46 auf den Integrationskondensator 48 stattfindet. Dadurch wird der Speicherkondensator 46 auf die Restladung

$$Q_{Cs(R)} = (U_{02} + U_B - U_{01} - U_3) \cdot C_S \quad (5)$$

entladen, wobei die Umlademenge auf den Integrationskondensator 48 fließt.

Ferner befindet sich die Schaltung für die Dauer der Phase 1 in der Konditionierphase für den Kondensator 72, da der Schalter  $S_1$  geschlossen und der Schalter  $S_2$  offen ist. Da zugleich der Schalter  $S_{11}$  geschlossen ist, ist der Kondensator 72 mit dem Bezugsleiter 41 verbunden, so dass auf die Ladung

$$Q_{Cp(1)} = (U_{01} + U_{3(1-4)}) \cdot C_P \quad (6)$$

aufgeladen wird, ohne dass die Ladung des Speicherkondensators 46 von diesem Aufladevorgang beeinflusst wird.

Phase 2:

In der Phase 2 jedes Zyklus Z ist der Schalter  $S_1$  offen und der Schalter  $S_2$  geschlossen, so dass der Zwischenspeicher 45 bereit ist, Ladung auf den Speicherkondensator 46 zu übernehmen. Zugleich ist der Schalter  $S_{12}$  geschlossen, so dass der Kondensator 72 über den Verbindungsleiter 73 mit dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $A_1$  verbunden ist. Dadurch liegt am Kondensator 72 nur die Offsetspannung  $U_{01}$ , durch die er auf die Ladung

$$Q_{Cp(2)} = U_{01} \cdot C_p \quad (7)$$

umgeladen wird. Die Umlademenge

$$dQ_{Cp(1,2)} = Q_{Cp(2)} - Q_{Cp(1)} = -U_{3(1-4)} \cdot C_p \quad (8)$$

fließt auf den Speicherkondensator 46 und verursacht eine negative Änderung der Spannung  $U_{Cs}$ , wie aus dem zugehörigen Diagramm von Fig. 5 ersichtlich ist.

Phase 3:

In der Phase 3 ist wieder der Schalter  $S_1$  geschlossen und der Schalter  $S_2$  offen, so dass sich die Schaltung in der Konditionierphase für den Kondensator 72 befindet. Jedoch bleibt der Schalter  $S_7$  offen, so dass keine Ladungsübertragung vom Speicherkondensator 46 auf den Integrationskondensator 48

stattfindet und der Speicherkondensator seine Ladung beibehält. Ferner ist nunmehr der Schalter  $S_{10}$  geschlossen, so dass der Kondensator 72 mit der Klemme 40 verbunden ist und somit auf die Ladung

$$Q_{Cp(3)} = (U_{01} - U_{2(1-4)}) \cdot C_p \quad (9)$$

Phase 4:

In der Phase 4 ist der Schalter  $S_1$  offen und der Schalter  $S_2$  geschlossen, so dass der Zwischenspeicher 45 zur Uebernahme von Ladung bereit ist. Zugleich ist wieder der Schalter  $S_{12}$  geschlossen, so dass der Kondensator 72 über den Verbindungsleiter 73 mit dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $A_1$  verbunden ist und durch die Offsetspannung  $U_{01}$  auf die Ladung

$$Q_{Cp(4)} = U_{01} \cdot C_p \quad (10)$$

umgeladen wird. Die Umlademenge

$$dQ_{Cp(3,4)} = Q_{Cp(4)} - Q_{Cp(3)} = U_{2(1-4)} \cdot C_p \quad (11)$$

fließt auf den Speicherkondensator 46 und verursacht eine positive Änderung der Spannung  $U_{CS}$ , wie aus dem zugehörigen Diagramm von Fig. 5 ersichtlich ist. Diese positive Spannungsänderung ist jedoch kleiner als die zuvor in der Phase 2 verursachte negative Spannungsänderung, da die Spannung  $U_{2(1-4)}$  kleiner als die Spannung  $U_{3(1-4)}$  ist.

- 14 -

In den Phasen 1 bis 4 ist somit insgesamt ein Messladungspaket

$$\begin{aligned} dQ_M &= dQ_{Cp(1,2)} + dQ_{Cp(3,4)} \\ &= U_{2(1-4)} \cdot C_p - U_{3(1-4)} \cdot C_p \end{aligned} \quad (12)$$

auf den Speicherkondensator 46 übertragen worden. Setzt man für  $U_{2(1-4)}$  und  $U_{3(1-4)}$  die Werte aus den Gleichungen (1) und (2) ein, so erhält man

$$\begin{aligned} dQ_M &= U_1 \cdot C_p (R-dR)/2R - U_1 \cdot C_p (R+dR)/2R \\ &= -U_1 \cdot C_p \cdot dR/R \end{aligned} \quad (13)$$

Der Unterschied zwischen den in den Phasen 2 und 4 verursachten Änderungen der Spannung  $U_{Cs}$  ist diesem Messladungspaket  $dQ_M$  proportional, wie in dem zugehörigen Diagramm von Fig. 5 angezeigt ist.

#### Phase 5:

Die Phase 5 ist wieder eine Konditionierphase für den Kondensator 72. Da der Schalter  $S_{10}$  geschlossen ist, wird der Kondensator 72 auf die Ladung

$$Q_{Cp(5)} = (U_{01} - U_{2(5,6)}) \cdot C_p \quad (14)$$

aufgeladen.

Phase 6:

In der Phase 6 ist der Schalter  $S_{11}$  geschlossen, so dass der Kondensator 72 mit dem Bezugsleiter 41 verbunden ist und auf die Ladung

$$Q_{Cp(6)} = (U_{01} + U_{3(5,6)}) \cdot C_p \quad (15)$$

umgeladen wird. Die Umlademenge wird als Kompensationsladungspaket

$$dQ_K = Q_{Cp(6)} - Q_{Cp(5)} = U_{2(5,6)} \cdot C_p + U_{3(5,6)} \cdot C_p \quad (16)$$

auf den Speicherkondensator 46 übertragen. Setzt man für  $U_{2(5,6)}$  und  $U_{3(5,6)}$  die Werte aus den Gleichungen (3) und (4) ein, so erhält man

$$dQ_K = U_A \cdot C_p (R-dR)/2R + U_A \cdot C_p (R+dR)/2R = U_A \cdot C_p \quad (17)$$

Das Kompensationsladungspaket  $dQ_K$  verursacht eine dazu proportionale positive Änderung der Spannung  $U_{CS}$ , wie in dem entsprechenden Diagramm von Fig. 5 angezeigt ist.

Jeder Zyklus  $Z$  kann aus  $n$  Teilzyklen  $Z_1$  und  $k$  Teilzyklen  $Z_A$  bestehen; Fig. 5 zeigt die Verhältnisse für den Sonderfall  $n = k = 1$ . Im allgemeinen Fall hat sich auf dem Speicherkondensator 46 in jedem Zyklus  $Z$  die Ladung

- 16 -

$$Q_{Cs(Z)} = Q_{Cs(R)} + n \cdot dQ_M + k \cdot dQ_K \quad (18)$$

angesammelt. Am Beginn des folgenden Zyklus Z wird der Speicherkondensator 46 wieder auf die Restladung  $Q_{Cs(R)}$  entladen. Die Differenzladung

$$dQ = n \cdot dQ_M + k \cdot dQ_K \quad (19)$$

wird auf den Integrationskondensator 48 übertragen, wodurch die Ausgangsspannung  $U_A$  nachgeregelt wird. Die Schaltung arbeitet daher als Regelschleife, die die Ausgangsspannung  $U_A$  auf einen Wert zu bringen sucht, bei welchem die Summe der k Kompensationsladungspakete  $dQ_K$  gleich der Summe der n Messladungspakete  $dQ_M$  ist. Wenn dieser Zustand erreicht ist, besteht Ladungsbalance im Speicherkondensator 46:

$$n \cdot dQ_M + k \cdot dQ_K = 0 \quad (20)$$

Durch Einsetzen der Werte für  $dQ_M$  und  $dQ_K$  aus den Gleichungen (13) und (17) erhält man hieraus die Uebertragungsfunktion der Schaltung:

$$U_A/U_1 = (n/k)(dR/R) \quad (21)$$

Das Verhältnis der analogen Ausgangsspannung  $U_A$  zur Versorgungsspannung  $U_1$  zeigt also im eingeschwungenen Zustand

- 17 -

unmittelbar das gesuchte Widerstandsverhältnis an. In Fig. 5 ist angenommen, dass sich der eingeschwungene Zustand im Zeitpunkt  $t_E$  am Ende des zweiten dargestellten Zyklus Z eingestellt hat. Von diesem Zeitpunkt an ändert sich die Spannung  $U_A$  nicht mehr, solange die Widerstände 61 und 62 ihre Werte beibehalten. Bei einer Änderung des Widerstandsverhältnisses  $dR/R$  geht die Ausgangsspannung  $U_A$  mit einer durch die Kapazität  $C_1$  des Integrationskondensators 48 bestimmten Zeitkonstante auf einen neuen Wert über.

Der Kapazitätswert des Kondensators 72 geht nicht in die Uebertragungsfunktion ein, er bestimmt jedoch die Grösse der Ladungspakete und somit die Dimensionierung der Kondensatoren 46 und 48. Desgleichen gehen die Kapazitätswerte der Kondensatoren 46 und 48, die Offsetspannungen der Operationsverstärker, die Versorgungsspannung der Schaltung und die Frequenz, mit der die Steuerschaltung getaktet wird, nicht in das Endergebnis ein.

Der Wert der Spannung  $U_1$  wird nur durch den Arbeitsbereich der Schaltung begrenzt. Wählt man als Speisespannung  $U_1$  die Stromversorgungsspannung der Schaltung, so erhält man gemäss Gleichung (21) ein Ausgangssignal, das der Stromversorgungsspannung proportional ist.

Wählt man als Speisespannung  $U_1$  eine feste Referenzspannung  $U_{ref}$ , so erhält man gemäss der Gleichung (21) ein absolutes Ausgangssignal.

Fig. 6 zeigt eine Abwandlung der Schaltung von Fig. 4, die anstelle einer analogen Ausgangsspannung  $U_A$  einen analogen Ausgangsstrom  $I_A$  liefert. In Fig. 6 sind der

- 18 -

Zwischenspeicher 45 und der Integrator 47 von Fig. 4 durch einen Schaltungsblock 80 dargestellt, der aus der Widerstands-Halbbrücke 60 und aus dem Funktionsblock 70 von Fig. 4 besteht.

Der Ausgang des Integrators 47 ist in Fig. 6 mit der Basis eines npn-Transistors 81 verbunden, der als Emitterfolger mit einem im Emitterkreis liegenden Widerstand 82 des Wertes  $R_A$  dient. Die zum Schalter  $S_9$  führende Rückkopplung ist an den Emitter des Transistors 81 angeschlossen. Die Ausgangsspannung  $U_A$  des Integrators 47 lässt über den Kollektor-Emitter-Kreis des Transistors 81 den Ausgangsstrom  $I_A$  fließen. Somit wird bei dieser Schaltung die Spannung

$$U_{RA} = R_A \cdot I_A \quad (22)$$

auf den Eingang rückgekoppelt. Damit gilt für das Kompensationsladungspaket  $dQ_K$  anstelle der Gleichung (17):

$$dQ_K = U_{RA} \cdot C_p \quad (23)$$

Demzufolge ergibt sich anstelle der Gleichung (20) die Übertragungsfunktion

$$I_A/U_1 = [n/(k \cdot R_A)] \cdot (dR/R) \quad (24)$$

- 19 -

Die Schaltung von Fig. 6 eignet sich insbesondere für Messanordnungen, bei denen über eine einzige Zweidrahtleitung das Messwertsignal in Form eines Gleichstroms übertragen wird, der beispielsweise zwischen 4 mA und 20 mA veränderlich ist und in den auch der Versorgungsstrom für den Sensor und die Signalverarbeitungsschaltung eingeschlossen ist.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Anordnung zur Verarbeitung von Sensorsignalen, die von einem Widerstandssensor (20) geliefert werden, der bei Speisung mit einem Versorgungssignal (V) als Reaktion auf die Einwirkung einer physikalischen Messgrösse einen die Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von der Messgrösse darstellenden Messeffekt erzeugt, mit einer nach dem Prinzip des quantisierten Ladungstransports mittels Schalter-Kondensator-Strukturen arbeitenden Signalverarbeitungsschaltung (2), die eine Ladungsbalance durch gegensinnige Integration von vom Messeffekt abhängigen Messladungspaketen ( $Q_M$ ) und von vom Messeffekt unabhängigen Kompensationsladungspaketen ( $Q_K$ ) herstellt und ein dem Integrationsergebnis entsprechendes analoges Ausgangssignal ( $U_A$ ) liefert, und mit Beeinflussung der Speisung des Widerstandssensors (20) durch Rückkopplung eines in fester Beziehung zum analogen Ausgangssignal ( $U_A$ ) stehenden Rückkopplungssignals zur Erzielung der Ladungsbalance.
2. Anordnung nach Anspruch 1, bei der das Rückkopplungssignal periodisch abwechselnd mit dem Versorgungssignal (V) den Widerstandssensor (20) speist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, bei der die Schalter-Kondensator-Strukturen so gesteuert werden, dass sie die Messladungspakete ( $Q_M$ ) bei Speisung des Widerstandssensors (20) mit dem Versorgungssignal (V) und die vom Messeffekt unabhängigen Kompensationsladungspakete ( $Q_K$ ) bei Speisung des Widerstandssensors (20) mit dem Rückkopplungssignal erzeugen.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das Versorgungssignal (V) eine Spannung ist und das analoge Ausgangssignal der Signalverarbeitungsschaltung (2) ebenfalls eine Spannung ist, die zugleich als Rückkopplungssignal dient.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das Versorgungssignal (V) eine Spannung ist, das analoge Ausgangssignal der Signalverarbeitungsschaltung ein Strom ( $I_A$ ) ist und das Rückkopplungssignal eine dem Strom proportionale Spannung ( $U_{RA}$ ) ist.
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, bei der das Versorgungssignal (V) die Stromversorgungsspannung ( $U_1$ ) ist.
7. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, bei der das Versorgungssignal eine feste Referenzspannung ist.

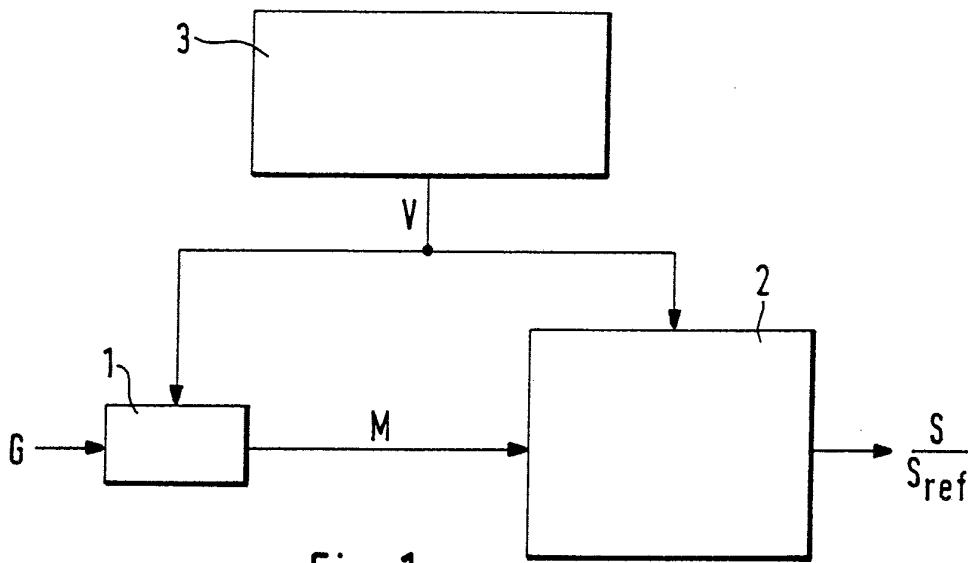


Fig. 1

Fig. 2

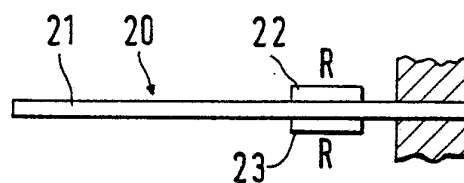
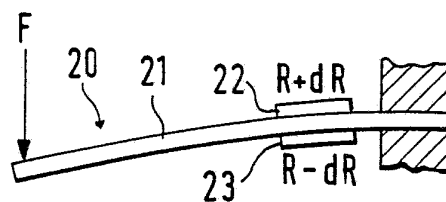


Fig. 3



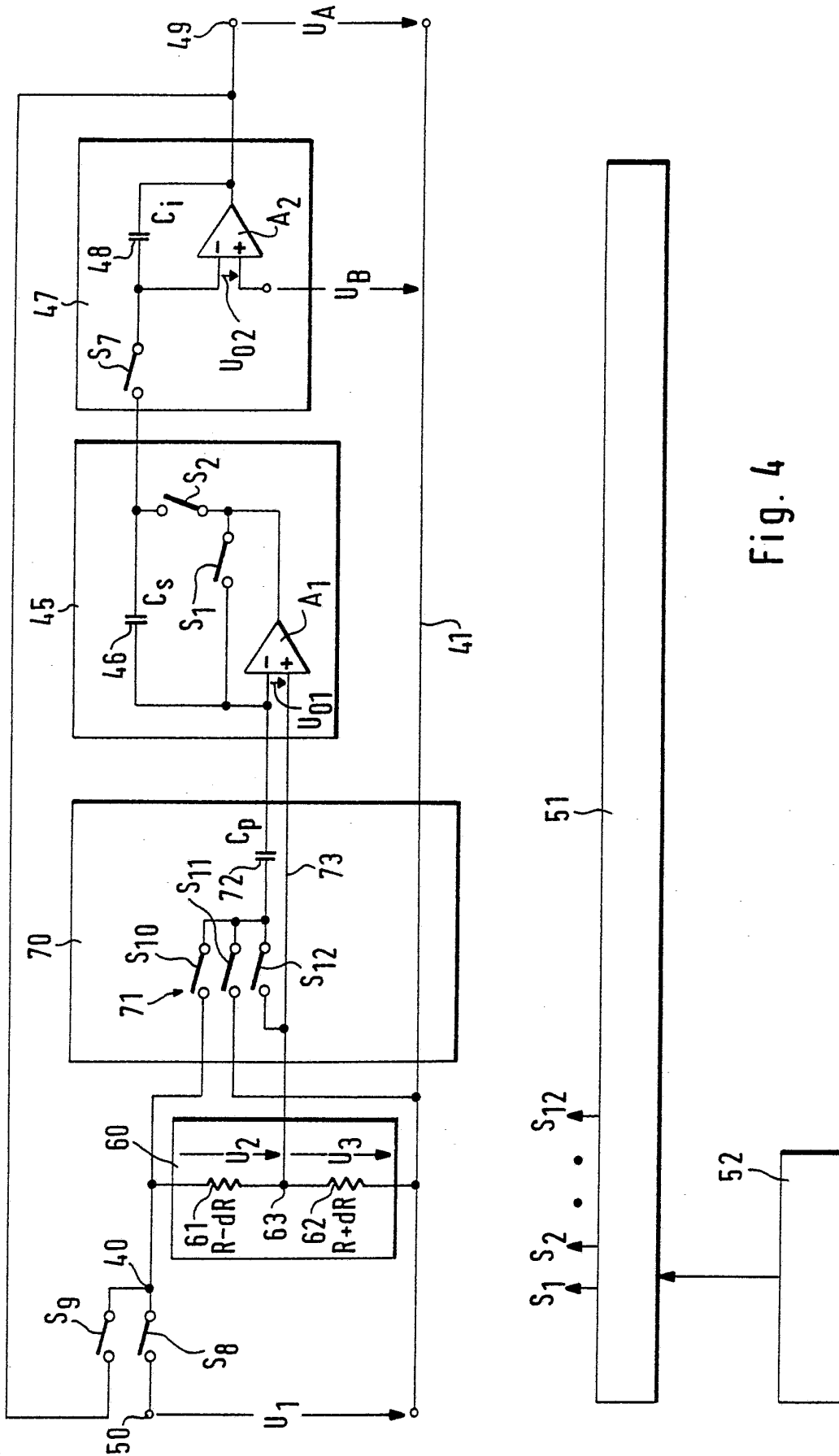
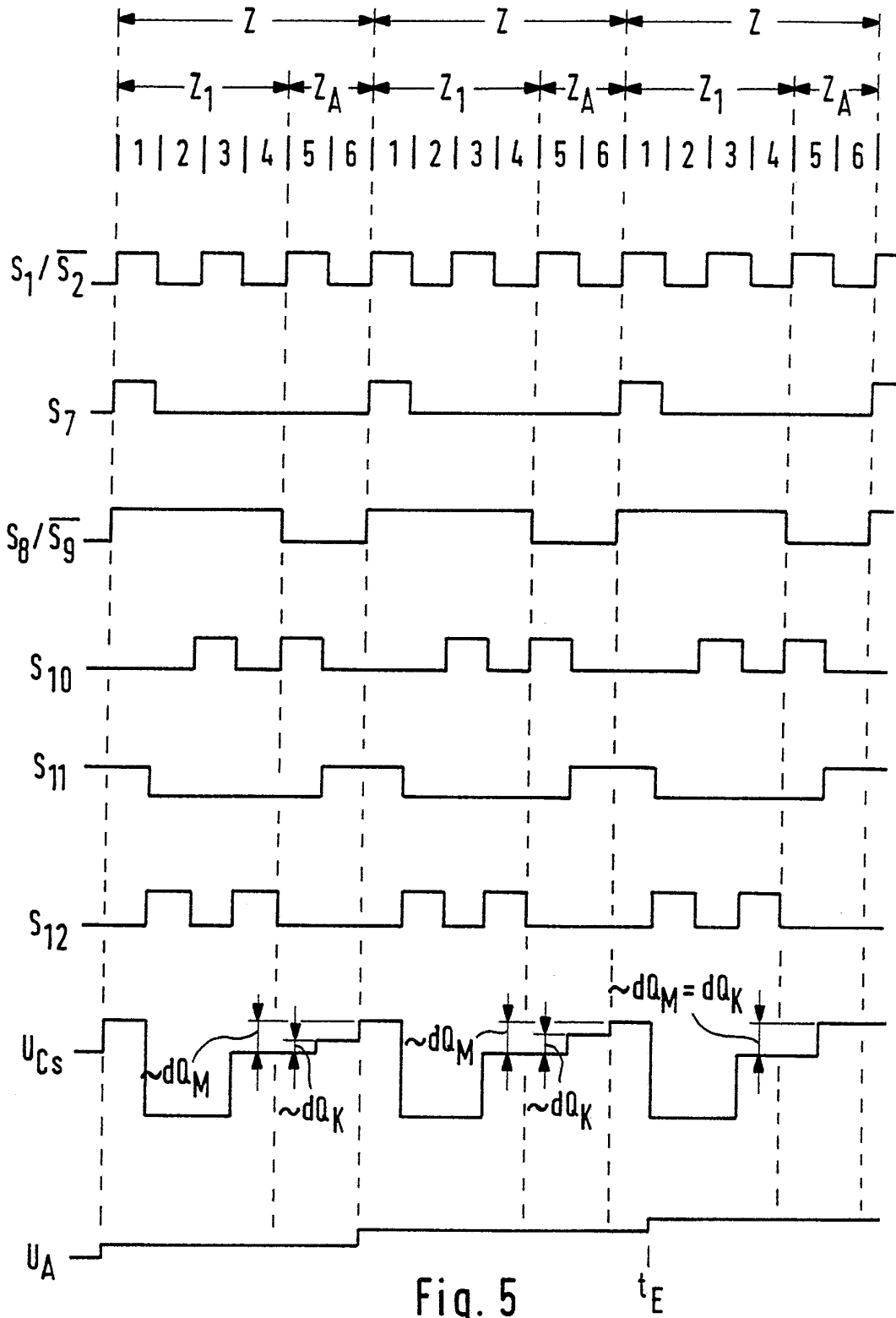


Fig. 4



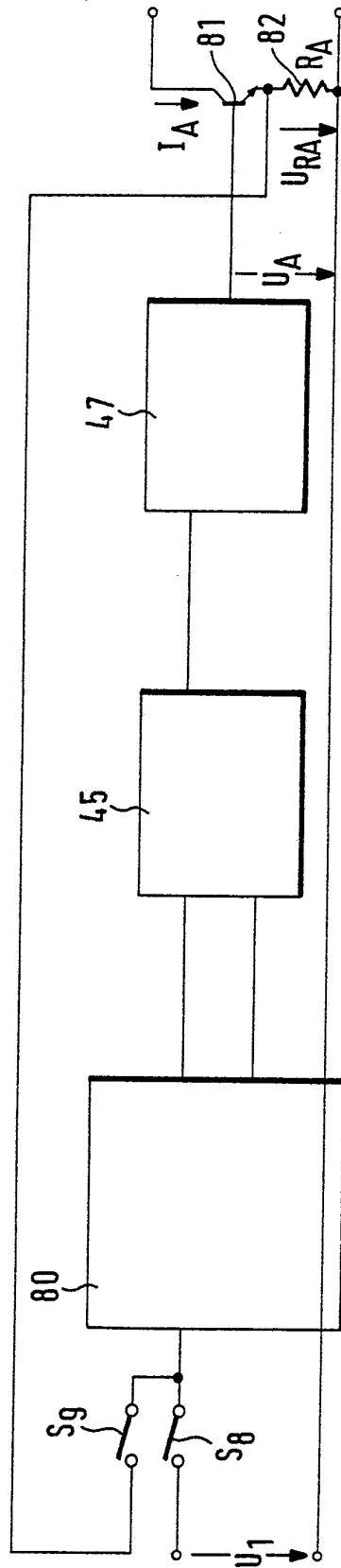


Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 90/02061

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int.Cl. <sup>5</sup> G 01 D 5/16, G 01 L 1/22, G 01 R 27/08				
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>				
Classification System <sup>1</sup>	Classification Symbols			
Int.Cl. <sup>5</sup> G 01 D, G 01 G, G 01 L, G 01 R				
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>				
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b>				
Category <sup>9</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>		
A	EP,A1,0007288 (TERRAILLON) 23 January 1980, see abstract, figure 3 -----	1		
A	EP,A2,0105120 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 11 April 1984, see page 4, line 25 - page 5, line 34, figure 2 -----	1		
A	EP,A1,0216288 (MARELLI AUTRONICA S.P.A.) 1 April 1987, see abstract, figure 1 -----	1		
A	DE,C2,3633791 (G. SCHNEIDER) 14 April 1988, see figure 1, claims 1-14, (cited in the application) -----	1		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><sup>10</sup> Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p><sup>10</sup> Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
<p><sup>10</sup> Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>			
<b>IV. CERTIFICATION</b>				
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report		
18 February 1991 (18.02.91)		7 March 1991 (07.03.91)		
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer		
EUROPEAN PATENT OFFICE				

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.PCT/EP 90/02061

SA 42158


This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 31/01/91. The European Patent office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A1- 0007288	23/01/80	CA-A- 1135973	23/11/82
		CH-A- 624484	31/07/81
		JP-A- 55033694	08/03/80
		US-A- 4366874	04/01/83
EP-A2- 0105120	11/04/84	JP-A- 59061709	09/04/84
		US-A- 4509007	02/04/85
EP-A1- 0216288	01/04/87	JP-A- 62098229	07/05/87
		US-A- 4748853	07/06/88
DE-C2- 3633791	14/04/88	FR-A- 2604795	08/04/88
		GB-A-B- 2195457	07/04/88
		JP-A- 63171372	15/07/88
		US-A- 4816745	28/03/89

For more details about this annex : see Official Journal of the European patent Office, No. 12/82

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 90/02061

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Cl.5 G 01 D 5/16, G 01 L 1/22, G 01 R 27/08		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl.5	G 01 D, G 01 G, G 01 L, G 01 R	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> <sup>9</sup>		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
A	EP, A1, 0007288 (TERRAILLON) 23 Januar 1980, siehe Zusammenfassung, Figur 3  --	1
A	EP, A2, 0105120 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 11 April 1984, siehe Seite 4, Zeile 25 - Seite 5, Zeile 34, Figur 2  --	1
A	EP, A1, 0216288 (MARELLI AUTRONICA S.P.A.) 1 April 1987, siehe Zusammenfassung, Figur 1  --	1
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
18. Februar 1991	07.03.91	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	 Alfredo Prein	

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE, C2, 3633791 (G. SCHNEIDER) 14 April 1988, siehe Figur 1, Ansprüche 1-14 in der Anmeldung Angeführtes dokument  --  -----	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.PCT/EP 90/02061

SA 42158

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 31/01/91  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A1- 0007288	23/01/80	CA-A- 1135973	23/11/82
		CH-A- 624484	31/07/81
		JP-A- 55033694	08/03/80
		US-A- 4366874	04/01/83
EP-A2- 0105120	11/04/84	JP-A- 59061709	09/04/84
		US-A- 4509007	02/04/85
EP-A1- 0216288	01/04/87	JP-A- 62098229	07/05/87
		US-A- 4748853	07/06/88
DE-C2- 3633791	14/04/88	FR-A- 2604795	08/04/88
		GB-A-B- 2195457	07/04/88
		JP-A- 63171372	15/07/88
		US-A- 4816745	28/03/89

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82