

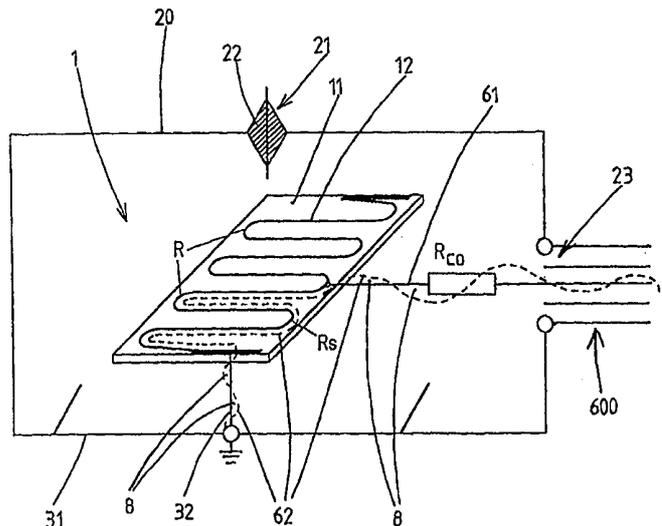
<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> : <b>G01R 1/18, 15/06</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/14604</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. März 1999 (25.03.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH98/00391</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 14. September 1998 (14.09.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 2183/97 16. September 1997 (16.09.97) CH</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HAEFELY TRENCH AG [CH/CH]; Lehenmattstrasse 353, CH-4028 Basel (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MINKNER, Ruthard [CH/CH]; Grenzweg 5, CH-4148 Pfeffingen (CH). SCHMID, Joachim [DE/DE]; Markgrafenstrasse 30, D-79588 Efringen-Kirchen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: A. BRAUN BRAUN HERITIER ESCHMANN AG; Holbeinstrasse 36-38, CH-4051 Basel (CH).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: VOLTAGE DIVIDER

(54) Bezeichnung: SPANNUNGSTEILER

(57) Abstract

A voltage divider has primary resistances  $R$  in the form of flat resistances (1), part of the lowest primary resistances forming at the same time the secondary resistance  $R_s$ . A double-screened measurement cable (600) with two measurement wires (61, 62) is provided to measure the secondary voltage  $U_s$ . The first measurement wire (61) is connected to one end of the secondary resistance  $R_s$ . The second measurement wire (62) is twisted with the first measurement wire (61) up to said connection, runs from that point to the other end of the secondary resistance  $R_s$  parallel to the thick film active component (12) of the secondary resistance  $R_s$ , and from that point onwards it is twisted with an earth wire (32) for grounding the secondary resistance  $R_s$  and grounded. The disclosed voltage divider measures the primary voltage more accurately than comparable, known voltage dividers.



(57) Zusammenfassung

Ein Spannungsteiler umfasst Primärwiderstände  $R$  in Form von Flachwiderständen (1), wobei ein Teil des untersten Primärwiderstands zugleich den Sekundärwiderstand  $R_s$  bildet. Zur Messung der Sekundärspannung  $U_s$  ist ein doppelt abgeschirmtes Messkabel (600) mit zwei Messleitungen (61, 62) vorgesehen. Die erste (61) der beiden Messleitungen ist am einen Ende des Sekundärwiderstands  $R_s$  angeschlossen. Die zweite Messleitung (62) ist bis zu diesem Anschluss mit der ersten Messleitung (61) verdreht, verläuft von dort bis zum anderen Ende des Sekundärwiderstands  $R_s$  parallel zum Dickschichtwiderstandsaktivteil (12) des Sekundärwiderstands  $R_s$  und ist von dort an mit einer den Sekundärwiderstand  $R_s$  erdenden Erdleitung (32) verdreht und an die Erde gelegt. Der Spannungsteiler misst die Primärspannung genauer als vergleichbare bekannte Spannungsteiler.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

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

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Spannungsteiler

Die Erfindung betrifft einen Spannungsteiler für die Messung der Primärspannung  $U_p$  zwischen Phase und Erde oder zwischen  
5 Phase und Nulleiter in Ein-, Zwei- und Dreiphasensystemen, wie er im Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 definiert ist.

Beispielsweise in Mittel- und Hochspannungsanlagen werden  
10 Spannungswandler dazu benutzt, eine hohe Primärspannung  $U_p$  mittels eines Transformators in eine vielfach niedrigere Sekundärspannung  $U_s$  umzuwandeln. Diese Spannungswandler werden heute im allgemeinen nach der IEC Spannungswandler-Norm IEC 60044-2 (1997), unter Berücksichtigung der zusätz-  
15 lich geltenden Länderstandards, ausgelegt und haben je nach Anforderungen des Benutzers eine Ausgangsspannung von  $\frac{100}{\sqrt{3}}$  V oder 100 V und je nach Art der eingesetzten Schutzrelais, Messgeräte etc. Bürden von 0,05 VA bis 10 VA. Als Bürde wird dabei die Impedanz bezeichnet, die am Sekundärkreis  
20 angeschlossen ist.

Durch das Aufkommen von auf Mikroprozessortechnologie basierenden neuen Schutzsystemen, Zählern und Messgeräten ist der Leistungsbedarf drastisch zurückgegangen, so dass auch  
25 die hierfür verwendeten Spannungswandler für diesen sehr geringen Leistungsbedarf ausgelegt werden können. Sie werden deshalb auch als Kleinsignal-Spannungswandler bezeichnet. Die heute üblichen elektronischen Systeme verarbeiten eine maximale Eingangsspannung von  $\pm 10$  V. Dies  
30 entspricht bei einem Spannungsfaktor von 2,0 einer Sekundärspannung  $U_{seff} = \pm \frac{10 V}{2,0\sqrt{2}} \approx \pm 3,5 V$ .

- 2 -

Bei einer erforderlichen Leistung von  $P_s = 0,01 \text{ mW}$  ist der

$$\text{Eingangswiderstand } R_E = \frac{U_{\text{seff}}^2}{P_s} = \frac{\left(\frac{10V}{2,0\sqrt{2}}\right)^2}{0,01\text{mW}} \approx 1,25 \text{ M}\Omega.$$

Der geringe Leistungsbedarf bedeutet also, dass die Ein-  
gangswiderstände der Schutzsysteme, Zähler und Messgeräte  
5 sehr hochohmig ausgeführt werden und somit gegen Einkopp-  
lungen von externen Störungen empfindlich sind.

Für die Messung der Spannung werden neben magnetischen  
10 Spannungswandlern auch Spannungsteiler, z.B. kapazitive  
Teiler (C-Teiler), ohmsche Teiler (R-Teiler), kompensierte  
ohmsche Teiler (kompensierte R-Teiler) und ohmsche-kapazi-  
tive Teiler (RC-Teiler) als Messumformer eingesetzt.

15 C-Teiler können nur Wechselspannung messen und je nach Grös-  
se der Kapazität C und der Belastung durch ein Messgerät  
liegt der messbare Frequenzbereich zwischen 20 Hz bis 1 MHz  
oder sogar höher. R-Teiler und kompensierte R-Teiler sind in  
der Lage, die Spannung im Frequenzbereich von 0 Hz (Gleich-  
20 spannung) bis ca. 100 kHz zu messen und sind daher den heu-  
tigen induktiven Spannungswandlern überlegen. RC-Teiler  
können die Spannung im Frequenzbereich von 0 Hz bis 1 MHz  
oder sogar höher messen.

25 Der Trend bei Mittelspannungs- und Hochspannungsanlagen  
geht in Richtung Universalwandler, d.h. der Wandler muss  
für die Standardaufgaben Zählung, Messung und Schutz ge-  
eignet sein und in Zukunft auch diagnostische Aufgaben, wie  
die Messung von Teilentladungen, übernehmen können. Dies  
30 erfordert Messungen der Primärspannung für Frequenzen bis  
ca. 2 MHz, was mit einem RC-Teiler möglich ist. Es kann  
zweckmässig sein, am Ausgang des Teilers ein oder zwei

Filter anzuschalten, um die Standardfunktionen des Spannungsteilers für Zählung, Messung und Schutz von den Diagnosefunktionen zu trennen. Das Ersatzschaltbild eines RC-Teilers ist in Fig. 1 dargestellt.

5

In Fig. 1 liegt links am Eingang des Spannungsteilers die Primärspannung  $U_p(t)$ , während man rechts am Ausgang die Sekundärspannung  $U_s(t)$  erhält. Der Spannungsteiler umfasst vier in Serie geschaltete ohmsche Primärwiderstände  $R$  und zu jedem Primärwiderstand parallel geschaltet eine Längskapazität  $C$ . Darüber hinaus sind zwischen den Primärwiderständen  $R$  und der Erde Streukapazitäten  $C_{ST}$  vorhanden. Der Primärteil des Spannungsteilers besteht aus den Primärwiderständen  $R$  und den Längskapazitäten  $C$  und der Sekundärteil des Spannungsteilers aus dem Sekundärwiderstand  $R_s$  und der Sekundärkapazität  $C_s$ . Die Längskapazitäten  $C$  und die Sekundärkapazität  $C_s$  liegen in Form von Kondensatoren vor, während sich die Streuersatzkapazitäten  $C_{ST}$  aus der Anordnung der übrigen Elemente ergeben.

20

Für die bisher bekannten Spannungsteiler mit einem Ersatzschaltbild gemäss Fig. 1 wurden als Widerstände  $R$  Draht-, Schicht-, Masse- und Dickschichtwiderstände eingesetzt. Der Drahtwiderstand ist bezüglich der Stabilität allen anderen Technologien überlegen. Aber der Drahtwiderstand hat die Nachteile, dass er sehr teuer ist und eine hohe Eigeninduktivität besitzt. Für industrielle Anwendungen wird mehr und mehr die Dickschichttechnologie eingesetzt. Untersuchungen an Spannungsteilern in den letzten Jahren zeigten folgende Hauptschwachstellen auf:

30

- a) Beeinflussung des Sekundärteilers und damit der Spannung im sekundären Messkreis durch sich ändernde magnetische Felder (induktive Einkopplung).

35

- b) Veränderung des Übersetzungsverhältnisses bei Temperaturunterschieden im Spannungsteiler infolge Erwärmung durch die Verlustleistung der ohmschen Widerstände R des Teilers.
- 5 c) Unbefriedigendes transientes Verhalten des reinen C-Teilers für Schutz- und Messzwecke.
- d) Bleibende Veränderung des Übersetzungsverhältnisses  
10 beim Einsatz von Dickschicht-, Schicht- und Massewiderständen durch schnelle Änderung der Primärspannung, wie sie bei Rückzündungen in Vakuumschaltern auftritt.
- e) Langsame Zerstörung des Aktivteils von Schichtwiderständen durch hohe elektrische Feldstärken.  
15
- f) Beeinflussung des Spannungsteilers mit Fehlmessung am Sekundärteil durch elektrische Wechselfelder (kapazitive Kopplung).

20

Die Beurteilung der angegebenen Schwachstellen gibt folgendes Bild:

- a), d), e) und f) können unter dem Begriff EMV zusammengefasst werden. Für Spannungen bis 36 kV ist f) durch eine gute metallische Abschirmung als gelöst anzusehen. c) ist rein physikalisch bedingt und kann nur durch einen R-Teiler, kompensierten R-Teiler oder RC-Teiler gelöst werden.  
25

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Spannungsteiler zu schaffen, bei dem die Schwachstelle a) weitgehend eliminiert ist und der demzufolge wesentlich genauer die Primärspannung in eine Sekundärspannung wandelt als vergleichbare bekannte Spannungsteiler.

35

Diese Aufgabe wird durch den erfindungsgemässen Spannungsteiler gelöst, wie er im unabhängigen Patentanspruch 1 definiert ist. Bevorzugte Ausführungsvarianten, die auch die Schwachstellen b), d) und e) weitgehend eliminieren, ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass bei einem Spannungsteiler für die Messung der Primärspannung  $U_p$  zwischen Phase und Erde oder zwischen Phase und Nulleiter in Ein-,  
10 Zwei- und Dreiphasensystemen, mit einem mindestens einen Primärwiderstand  $R$  aufweisenden Primärteil, einem einen Sekundärwiderstand  $R_s$  aufweisenden Sekundärteil und zwei an den Sekundärteil angeschlossenen Messleitungen, der Sekundärwiderstand  $R_s$  und die beiden Messleitungen so ausgebil-  
15 det und angeordnet sind, dass sich die durch ein Magnetfeld induzierten Spannungen gegenseitig aufheben oder die spannungsinduzierenden Flächen zwischen dem Strompfad des Sekundärwiderstandes  $R_s$  und den beiden Messleitungen möglichst klein sind.

20  
Dadurch, dass sich beim erfindungsgemässen Spannungsteiler die induzierten Spannungen gegenseitig aufheben oder die spannungsinduzierenden Flächen und somit die induzierten Spannungen möglichst klein sind, wird die Messung der Primärspannung  $U_p$  durch diese nicht oder zumindest deutlich  
25 weniger verfälscht als bei den bisher bekannten, vergleichbaren Spannungsteilern und ist daher genauer.

Vorzugsweise werden als Widerstände Rund- oder Flach-Dickschichtwiderstände verwendet. Um eine Beschädigung der  
30 Widerstandsaktivteile zu vermeiden, können der bzw. die Rund- oder Flach-Dickschichtwiderstände so ausgebildet werden, dass eine hohe Oberflächenfeldstärke  $\vec{E}$  senkrecht zur Widerstandsaktivteilschicht zulässig ist und dass sie  
35 eine Eigeninduktivität kleiner 1 nH besitzen.

Durch die Verwendung von Flachwiderständen anstelle von Rundwiderständen und durch geeignetes Anordnen derselben kann ebenfalls das transiente Verhalten des Spannungsteilers deutlich verbessert werden.

Vorzugsweise besitzt der bzw. jeder Widerstand einen Temperaturkoeffizienten  $TK$ , der kleiner oder gleich dem Quotienten zwischen der maximal zulässigen Änderung  $\Delta_{TR}$  des Spannungs-Übersetzungsverhältnisses und der maximalen Temperaturdifferenz  $\Delta T$  der Widerstände im Spannungsteiler ist.

Darf die Änderung  $\Delta_{TR}$  des Spannungs-Übersetzungsverhältnisses nicht grösser als  $10^{-4}$  sein, ergibt sich somit für eine Temperaturdifferenz  $\Delta T$  im Spannungsteiler von 10 K ein Temperaturkoeffizient  $TK \leq \frac{\Delta_{TR}}{\Delta T} = \frac{10^{-4}}{10K} = 10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$ .

Im folgenden wird diese Beziehung unter Bezugnahme auf Fig. 9 hergeleitet, in der das elektrische Schema eines Spannungsteilers dargestellt ist.

Am Eingang liegt die Primärspannung  $U_p$  und am Sekundärwiderstand  $R_2$  wird die Sekundärspannung  $U_s$  abgegriffen. Im Widerstand  $R_1$  wird die Leistung  $P_1 = I^2 \cdot R_1$  und im Widerstand  $R_2$  die Leistung  $P_2 = I^2 \cdot R_2$  umgesetzt. Der Strom  $I$  ist

durch die Beziehung 
$$I = \frac{U_p}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

gegeben.

Die Leistung  $P_1$  erwärmt den Widerstand  $R_1$  um  $\Delta T_1 = T_1 - T_0$  und die Leistung  $P_2$  erwärmt den Widerstand  $R_2$  um  $\Delta T_2 = T_2 - T_0$ . Die

Temperatur  $T_0$  ist dabei die Umgebungstemperatur. Sie wird für Berechnungen meistens als  $T_0 = 20^\circ\text{C} = 293.3\text{ K}$  angenommen.  $T_1$  ist die Temperatur am Widerstand  $R_1$  und  $T_2$  die Temperatur am Widerstand  $R_2$ .

5

Die Sekundärspannung  $U_s$  ist durch die Gleichung

$$U_s = \frac{R_2(T_2)}{R_1(T_1) + R_2(T_2)} \cdot U_p \quad (2)$$

10 gegeben.

Die Ohmwerte  $R_1$  und  $R_2$  hängen vom eingesetzten Widerstandsmaterial ab. In der Praxis liegt der Temperatureinsatzbereich für den Spannungsteiler zwischen  $233.3\text{ K}$  ( $-40^\circ\text{C}$ ) und  
15  $353.3\text{ K}$  ( $80^\circ\text{C}$ ). Für den ohmschen Widerstand kann eine lineare Abhängigkeit von der Temperatur angenommen werden, die näherungsweise für alle Widerstandsmaterialien zutrifft.

Für die Widerstände  $R_1(T)$  und  $R_2(T)$  gelten die Beziehungen  
20 (siehe R. Paul, Elektrotechnik, Springer Verlag, 1985, ISBN 3-540-13633-9, Seite 74)

$$R_1(T) = R_1|_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + TK \cdot \Delta T_1) \quad (3)$$

und

25 
$$R_2(T) = R_2|_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + TK \cdot \Delta T_2) \quad (4)$$

In den Gleichungen (3) und (4) ist  $TK$  der Temperaturkoeffizient des eingesetzten Widerstandsmaterials. Werden die Gleichungen (3) und (4) in Gleichung (2) eingesetzt, so  
30 gilt:

$$U_S = \frac{R_{20} (1 + TK \cdot \Delta T_2)}{R_{10} (1 + TK \cdot \Delta T_1) + R_{20} (1 + TK \cdot \Delta T_2)} \cdot U_P \quad (5)$$

mit  $R_1(20^\circ\text{C}) = R_{10}$  und  $R_2(20^\circ\text{C}) = R_{20}$ .

5 Aus (5) folgt:

$$\frac{U_P}{U_S} = \ddot{U} = \frac{R_{10} (1 + TK \cdot \Delta T_1)}{R_{20} (1 + TK \cdot \Delta T_2)} + 1 \quad (6)$$

Haben die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  die gleichen Temperaturen  
 10  $T_1 = T_2$  beziehungsweise  $\Delta T_1 = \Delta T_2$ , so vereinfacht sich die  
 Gleichung (6) zu

$$\ddot{U}_0 = \frac{R_{10}}{R_{20}} + 1. \quad (7)$$

15 Für eine geforderte Genauigkeitsklasse des Messsystems von  
 $0.1\% \hat{=} 10^{-3}$  sollte die Abweichung  $\Delta_{TR}$  des Übersetzungsver-  
 hältnisses des Teilers in Abhängigkeit der Temperaturen  $T_1$   
 und  $T_2$  bzw.  $\Delta T_1$  und  $\Delta T_2$

$$20 \quad \Delta_{TR} = \frac{\Delta \ddot{U}}{\ddot{U}_0} = \frac{\ddot{U}(T) - \ddot{U}_0}{\ddot{U}_0} \leq 10^{-4} \quad (8)$$

sein. Es ergibt sich

$$\Delta_{TR} = \frac{\frac{R_{10} (1 + TK \cdot \Delta T_1)}{R_{20} (1 + TK \cdot \Delta T_2)} + 1 - \frac{R_{10}}{R_{20}} - 1}{\frac{R_{10}}{R_{20}} + 1} \leq 10^{-4}$$

$$\Delta_{TR} = \frac{\frac{(1 + TK \cdot \Delta T_1)}{(1 + TK \cdot \Delta T_2)} - 1}{1 + \frac{R_{20}}{R_{10}}} \leq 10^{-4} \quad (9)$$

Mit  $R_{10} \gg R_{20}$  ist  $\frac{R_{20}}{R_{10}} \ll 1$ , damit folgt aus Gleichung (9):

$$\begin{aligned} \Delta_{TR} &\approx \frac{(1 + TK \cdot \Delta T_1)}{(1 + TK \cdot \Delta T_2)} - 1 = \frac{1 + TK \cdot \Delta T_1 - 1 - TK \cdot \Delta T_2}{1 + TK \cdot \Delta T_2} \\ &\approx \frac{TK (\Delta T_1 - \Delta T_2)}{1 + TK \cdot \Delta T_2} \leq 10^{-4} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\text{Mit } \Delta T_1 - \Delta T_2 = T_1 - T_0 - T_2 + T_0 = \Delta T \quad (11)$$

ergibt sich

10

$$\Delta_{TR} \approx \frac{TK \cdot \Delta T}{1 + TK \cdot \Delta T_2} \quad (12)$$

Da die Temperaturkoeffizienten TK von Widerstandsmaterialien in der Grössenordnung von  $10^{-5}$  liegen und die Temperaturerhöhung  $\Delta T_2 \leq 50^\circ\text{C}$  ist, ist in der Gleichung (12) das Produkt  $\Delta T_2 \cdot TK \ll 1$  und aus Gleichung (12) folgt:

$$\Delta_{TR} = \frac{\Delta \ddot{U}}{\ddot{U}_0} \approx TK \cdot \Delta T \leq 10^{-4} \quad (13)$$

20 Aus Gleichung (13) folgt für eine Temperaturdifferenz von  $\Delta T = T_1 - T_2 = 10 \text{ K} = 10^\circ\text{C}$  an den Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  ein maximaler Temperaturkoeffizient

$$TK \approx \frac{\Delta_{TR}}{\Delta T} \leq \frac{10^{-4}}{10 \text{ K}} = 10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} .$$

Im folgenden wird der erfindungsgemässe Spannungsteiler unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen und anhand von zwei Ausführungsbeispielen detaillierter beschrieben.

Es zeigen:

5

Fig. 2 - einen als Röhrenshunt ausgebildeten Sekundärwiderstand  $R_s$  eines erfindungsgemässen Spannungsteilers;

10

Fig. 3 - einen Flachwiderstand eines erfindungsgemässen Spannungsteilers;

Fig. 4 - schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Spannungsteilers mit w-förmig angeordneten Flachwiderständen;

15

Fig. 5 - eine schematische Schnittansicht des ersten Ausführungsbeispiels gemäss der Linie I-I in Fig. 4;

20

Fig. 6 - schematisch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Spannungsteilers mit spiralförmig angeordneten Flachwiderständen;

25

Fig. 7 - eine schematische Schnittansicht des zweiten Ausführungsbeispiels gemäss der Linie II-II in Fig. 6 und

Fig. 8 - schematisch eine Anschlusskonstruktion für die Messung der Sekundärspannung  $U_s$ .

30

#### Figur 2

35

Ein Sekundärwiderstand  $R_s$  eines erfindungsgemässen Spannungsteilers ist hier als Röhrenshunt, auch koaxialer Sekundärteiler genannt, ausgebildet. Der Sekundärwiderstand  $R_s$  umfasst ein Keramikrohr 110 als Träger und darauf angeordnet zwei, vier oder sechs symmetrische Dickschichtwiderstandsbahnen. Im Innern des Keramikrohrs 110 ist eine am oberen Ende an die Dickschichtwiderstandsbahnen ange-

geschlossen Messleitung 610 zur Abnahme der Sekundärspannung  $U_s(t)$  geführt. Am unteren Ende ist eine weitere Messleitung 620 an die Dickschichtwiderstandsbahnen angeschlossen. Die beiden Messleitungen 610 und 620 sind ausserhalb des Keramikrohrs 110 miteinander verdreht.

### Figur 3

Ein für die Verwendung in einem erfindungsgemässen Spannungsteiler geeigneter niederinduktiver Flachwiderstand 1 umfasst als Träger eine dünne, breite Keramikplatte 11, auf der ein Dickschichtwiderstandsaktivteil 12 mäanderartig angeordnet ist. Der Anschluss des Flachwiderstands 1 erfolgt über Anschlussleitungen 13.

Die Keramikplatte 11 hat eine Länge  $l = 50$  mm, eine Breite  $b = 20$  mm und eine Dicke  $\delta = 1,5$  mm. Die Dicke des Dickschichtwiderstandsaktivteils 12 ist hier beispielsweise  $15 \mu\text{m}$ . Die bevorzugten Dimensionen können sich je nach der zu messenden Spannung, dem Spannungsteilerstrom und den Prüfwerten ändern. Mit Vorteil ist die Dicke  $\delta$  der Keramikplatte 11 kleiner oder gleich  $5$  mm, insbesondere zwischen  $1$  und  $2$  mm, und die Dicke des Dickschichtwiderstandsaktivteils 12 zwischen  $5$  und  $20 \mu\text{m}$ .

Für die gesamte weitere Beschreibung gilt folgende Festlegung. Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugszeichen enthalten, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungstext nicht erläutert, so wird auf deren Erwähnung in vorangehenden Figurenbeschreibungen Bezug genommen.

Figuren 4 und 5

Die Fig. 4 und 5 zeigen den Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels eines Hochspannungs-Spannungsteilers für die Spannungsmessung in Ein-, Zwei- und Dreiphasensystemen. Der Spannungsteiler ist mittels einer Primärspannungs-Anschlussleitung 4, einer Hochspannungselektrode 5 und einer Erdelektrode 3 zwischen einer Phase und Erde angeschlossen. Er umfasst sieben w-förmig angeordnete Primärwiderstände R in Form von Flachwiderständen, wobei ein Teil des untersten Primärwiderstands R zugleich den Sekundärwiderstand  $R_S$  bildet. Der mittlere Abstand d zwischen zwei Primärwiderständen R beträgt beispielsweise 15 mm. Zur Messung der Sekundärspannung  $U_S$  ist ein Messkabel 6 mit zwei Messleitungen vorgesehen.

Zwischen benachbarten Primärwiderständen R und zwischen der Erde und den Primärwiderständen R ergeben sich natürliche Längersatzkapazitäten C' und Streuersatzkapazitäten  $C_{ST}$ . Die Streuersatzkapazitäten sind in Fig. 5 im Vergleich zu Fig. 4 anders verteilt dargestellt und mit  $C_{ST}'$  und  $C_{ST}''$  bezeichnet. Zwischen der Erde und dem Sekundärwiderstand  $R_S$  ergibt sich eine natürliche Sekundärerersatzkapazität  $C_S'$ .

Der Spannungsteiler weist ein metallisches Gehäuse 2 auf, das mit einem Isoliermedium 7, wie z.B. einem Isolieröl, Isolierharz oder Isoliertgas (Luft,  $SF_6$ ) gefüllt ist. Als Alternative können die einzelnen Teile auch mit Isolierharz, z.B. Polyurethan oder Epoxydharz, umhüllt sein. Der vergossene oder mit einem Isoliermedium gefüllte Spannungsteiler muss teilentladungsfrei sein, d.h. es dürfen keine Koronaentladungen auftreten.

Die Grösse der Längersatzkapazitäten C' hängt von der Fläche und dem mittleren Abstand d der Primärwiderstände R und der relativen Permittivität  $\epsilon_r$  des Isoliermediums ab.

Vorteilhafterweise ist die relative Permittivität  $\epsilon_R$  grösser oder gleich 4. Die Streuersatzkapazitäten  $C_{ST}$ ,  $C_{ST}'$  und  $C_{ST}''$  werden entscheidend durch die zur Erde wirksame Fläche der Primärwiderstände  $R$  bestimmt.

5

Die grössten mechanischen Kräfte ( $\sim \frac{U^2}{2} C_{ST}'$  bzw.  $\sim \frac{U^2}{2} C_{ST}''$ )

an der Dickschichtwiderstandsbahn treten beim obersten Widerstand auf und werden durch die Spannung und Kapazitäten  $C_{ST}'$  bzw.  $C_{ST}''$  zwischen Widerstand und metallischem

10 Gehäuse bestimmt.

Die Kräfte ( $\sim \frac{1}{2} \left(\frac{U}{7}\right)^2 \cdot C'$ ) zwischen den Widerständen sind

vernachlässigbar.

15 Figuren 6 und 7

Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Spannungsteilers sind die Primärwiderstände  $R$  in Form von Flachwiderständen zwischen einer Hochspannungselektrode 50 und einer Erdleitung 33 angeschlossen und spiralförmig um die Hochspannungselektrode 50 herum angeordnet. Ein Teil des äussersten Primärwiderstands  $R$  bildet zugleich den Sekundärwiderstand  $R_S$ . Zur Messung der Sekundärspannung  $U_S$  ist ein Messkabel 60 mit zwei Messleitungen vorgesehen.

25

Zwischen den Primärwiderständen  $R$  und der Hochspannungselektrode 50 und zwischen einer durch einen Flansch 30 gebildeten Erdelektrode und den Primärwiderständen  $R$  ergeben sich natürliche Längersatzkapazitäten  $C'$  und Streuersatzkapazitäten  $C_{ST}$ . Zwischen der Erde und dem Sekundärwiderstand  $R_S$  ergibt sich eine natürliche Sekundärerersatzkapazität  $C_S'$ .

30

Durch die spiralförmige Anordnung der Primärwiderstände R sind die Längsersatzkapazitäten C' am Anfang, wo sich die Primärwiderstände R nahe bei der Hochspannungselektrode 50 befinden, wesentlich grösser als die dazugehörige Streuersatzkapazität C<sub>ST</sub>. Bei dieser Ausführung werden die mechanischen Kräfte an der Dickschichtwiderstandsbahn bestimmt durch die Kapazitäten C' und C<sub>ST</sub> und die dazugehörige Spannung.

10

Die einzelnen Teiler können wie beim ersten Ausführungsbeispiel in einem Isoliermedium 70 eingebettet sein. Als sehr zweckmässig hat sich das Eingiessen in Isolierharz herausgestellt.

15

Zur Erleichterung der Montage des Spannungsteilers ist der Flansch 30 mit Schraubenlöchern 300 versehen.

Der Frequenzgang der Spannungsteiler gemäss dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel kann durch Parallelschaltung einer Zusatzkapazität C<sub>z</sub> zu mindestens einem Primärwiderstand R erweitert werden, was bei Spannungsteilern für Primärspannungen U<sub>p</sub> ≥ 72 kV aus Gründen einer gleichmässigen Spannungsverteilung häufig erforderlich ist.

25

In den Spannungsteilern gemäss dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel treten bei Schaltvorgängen und Kurzschlüssen dynamische Feldkräfte auf. Die dynamischen Feldkräfte zwischen den Widerständen dürfen nicht zur Beschädigung der Widerstände durch Herausreissen einzelner Widerstandspartikel aus den Dickschichtwiderstandsaktivteilen 12 führen, da dies zu einer Widerstandsänderung führen könnte. Ein Schutz gegen Feldkräfte gewährt eine Umhüllung der Widerstände mit Glas, das bei hoher Temperatur aufgebracht wird.

35

Ein weiterer Faktor, der zur Änderung des Widerstandes führen kann, sind plötzliche Veränderungen der zu messenden Spannung durch Schaltvorgänge, insbesondere mit Vakuum-  
5 schaltern, die beim Öffnen zu Rückzündungen neigen und scharfe Spannungsänderungen zur Folge haben. Eine gezielte Voralterung der Widerstände durch Beanspruchung mit einer definierten Spannungsänderung garantiert hochstabile Widerstandswerte.

10

#### Figur 8

Der Einsatz von Spannungsteilern mit kleinen Ausgangssignalen von beispielsweise  $\pm 3,25$  V und einem angeschlossenen Verbraucher mit einer Leistung im mW-Bereich, was einem  
15 sehr hochohmigen Messkreis entspricht, erfordert

- a) eine spezielle Leitungsführung gegen Einkopplung von durch Magnetfelder verursachten Störungen und
- 20 b) ein doppelt abgeschirmtes Anschlusskabel gegen die Einkopplung von durch quasistationäre Felder verursachten Störungen (kapazitive Kopplung),

um die elektromagnetische Verträglichkeit sicherzustellen.

25

Die dargestellte Anschlusskonstruktion für die Messung der Sekundärspannung  $U_s$  verhindert magnetische und kapazitive Einkopplungen weitgehend.

- 30 Die kapazitive Einkopplung von Störungen wird durch eine weitgehend geschlossene, metallische Abschirmung 20 verhindert. Die Abschirmung 20 weist eine mit Epoxydharz 22 gefüllte Durchführung 21 für eine Primärspannungs-Anschlussleitung 40 sowie eine Durchführung 23 für ein doppelt ab-
- 35 geschirmtes Messkabel 600 mit einer ersten Messleitung 61, einer zweiten Messleitung 62 und einem Eingangswiderstand

$R_{Co}$  auf. Der Eingangswiderstand  $R_{Co}$  dient dazu, für hohe Frequenzen das richtige Übertragungsverhalten sicherzustellen.

Eine Einkopplung von durch magnetische Felder verursachten  
5 Störungen (induktive Kopplung), wird durch eine gezielte  
Leitungsführung, insbesondere Verdrillung, stark reduziert.  
Am einen Ende des Sekundärwiderstands  $R_s$ , der durch einen  
Teil des Primärwiderstands  $R$  gebildet ist, ist an einer An-  
zapfstelle die Messleitung 61 angeschlossen. Die zweite  
10 Messleitung 62 ist bis zu diesem Anschluss mit der ersten  
Messleitung 61 verdrillt, verläuft von dort bis zum anderen  
Ende des Sekundärwiderstands  $R_s$  parallel zum Dickschicht-  
widerstandsaktivteil 12 und ist von dort an mit  
einer den Sekundärwiderstand  $R_s$  erdenden Erdleitung 32 ver-  
15 drillt und über eine Erdelektrode 31 an die Erde gelegt.

Die existierenden Restflächen 8 zwischen den Leitungen im sekundären Messsystem bestimmen die induzierte Störspannung

$$U_{stör} = \int_A \frac{dB}{dt} dA. \quad B \text{ ist die durch die störenden Magnetfelder der}$$

20 Wechselströme der Hochspannungsanlage hervorgerufene Flussdichte,  $A$  die Gesamtfläche der Restflächen 8.

Zu den vorbeschriebenen Spannungsteilern sind weitere konstruktive Variationen realisierbar. Hier ausdrücklich  
25 erwähnt sei noch, dass das sekundäre Messsystem bei den Spannungsteilern gemäss den Fig. 4 und 6 auch als Röhrenshuntsystem gemäss Fig. 2 ausgebildet sein kann.

Patentansprüche

1. Spannungsteiler für die Messung der Primärspannung  $U_p$  zwischen Phase und Erde oder zwischen Phase und Nulleiter in Ein-, Zwei- und Dreiphasensystemen, mit einem  
5 mindestens einen Primärwiderstand  $R$  aufweisenden Primärteil, einem einen Sekundärwiderstand  $R_s$  aufweisenden Sekundärteil und zwei an den Sekundärteil angeschlossenen Messleitungen (61,62; 610,620), dadurch gekennzeichnet, dass der Sekundärwiderstand  $R_s$  und die beiden Messleitungen (61,62; 610,620)  
10 so ausgebildet und angeordnet sind, dass sich die durch ein Magnetfeld induzierten Spannungen gegenseitig aufheben oder die spannungsinduzierenden Flächen zwischen dem Strompfad des Sekundärwiderstands  $R_s$  und den beiden Messleitungen (61,62;610,620) möglichst klein sind.

15

2. Spannungsteiler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärteil mindestens eine zu einem Primärwiderstand  $R$  parallel geschaltete Längskapazität  $C$  oder parallele natürliche Längersatzkapazität  $C'$  und der  
20 Sekundärteil eine zum Sekundärwiderstand  $R_s$  parallel geschaltete Sekundärkapazität  $C_s$  oder parallele natürliche Sekundärerersatzkapazität  $C_s'$  aufweisen und der Sekundärwiderstand  $R_s$  ein Teil eines Primärwiderstands  $R$  sein kann.

25

3. Spannungsteiler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Widerstand ein Dickschichtwiderstandsaktivteil (12) aufweist und von einer Glasschicht umgeben ist, die ein Herausreißen von Widerstandspartikeln aus dem Dickschichtwiderstandsaktivteil  
30 (12) durch elektrische Feldkräfte verunmöglicht.

4. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Widerstand ein Flachwiderstand (1) ist, der eine Keramikplatte (11) mit einer Dicke  $\delta$  grösser oder gleich 1 mm, insbesondere zwischen 1,5 und 2 mm, umfasst, auf der ein Dickschichtwiderstandsaktivteil (12) mit einer Dicke grösser oder gleich 8  $\mu\text{m}$ , insbesondere grösser oder gleich 12  $\mu\text{m}$ , mäanderartig angeordnet ist.

10 5. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Widerstand eine Eigeninduktivität kleiner 1 nH aufweist und durch Spannungsimpulse mit einer hohen Steilheit vorgealtert ist.

15 6. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Widerstand einen Temperaturkoeffizienten TK besitzt, der kleiner oder gleich dem Quotienten zwischen der maximal zulässigen Änderung  $\Delta_{TR}$  des Spannungs-Übersetzungsverhältnisses und der maximalen  
20 Temperaturdifferenz  $\Delta T$  der Widerstände im Spannungsteiler ist.

7. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass er mehrere Primärwiderstände R  
25 aufweist, die w-förmig oder spiralförmig angeordnet sind.

8. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärteil mindestens eine natürliche Längersatzkapazität C' aufweist, zu der eine Zusatzkapazität parallel geschaltet ist, wobei die Zusatzkapazität bzw. -kapazitäten so gewählt ist bzw. sind, dass eine  
30 gewünschte Spannungs-Übergangs- bzw. Übertragungsfunktion besteht.

9. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (61) der beiden Messleitungen am einen Ende des Sekundärwiderstands  $R_s$  angeschlossen ist und die zweite Messleitung (62) bis zu diesem Anschluss mit der ersten Messleitung (61) verdrillt ist, von dort bis zum anderen Ende des Sekundärwiderstands  $R_s$  parallel zum Strompfad des Sekundärwiderstands  $R_s$  verläuft und von dort an mit einer den Sekundärwiderstand  $R_s$  erdenden Erdleitung (32) verdrillt und an die Erde gelegt ist.

10. Spannungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sekundärwiderstand  $R_s$  die Form eines Röhrenshunts aufweist, bei dem der Dickschicht- oder Schichtwiderstand auf einem Keramikrohr (110) angeordnet ist und eine der beiden Messleitungen (610, 620) für die Messung der Sekundärspannung  $U_s$  im Innern des Keramikrohrs (110) verläuft.

FIG.1

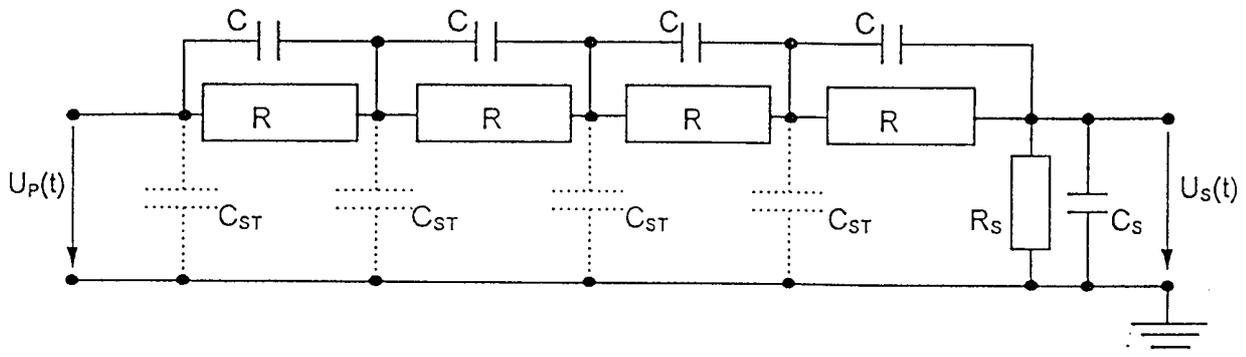


FIG.2

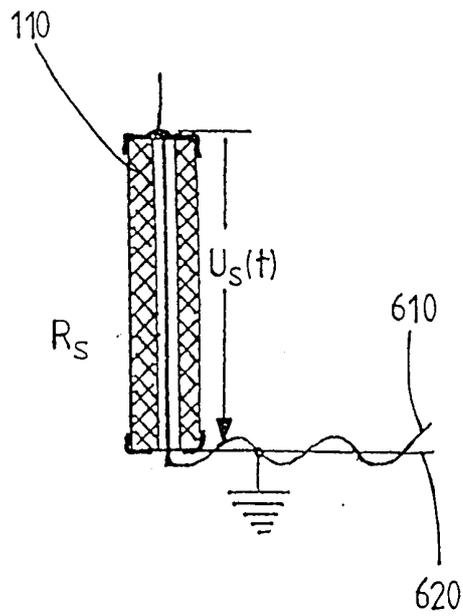


FIG.3

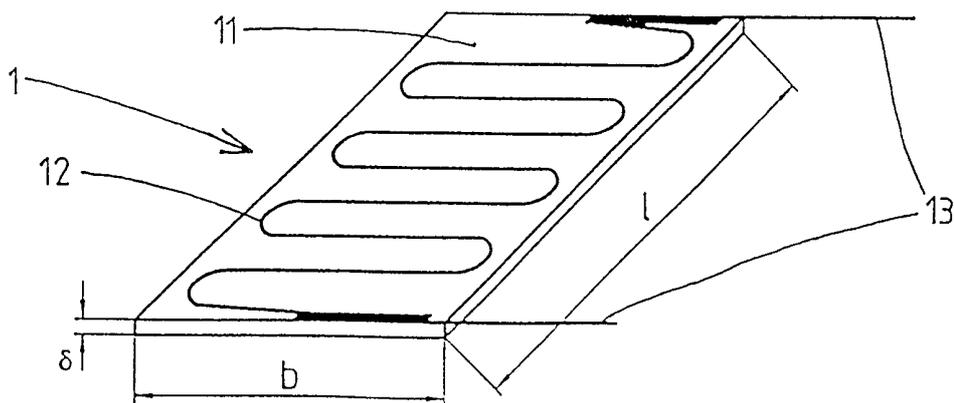


FIG. 4

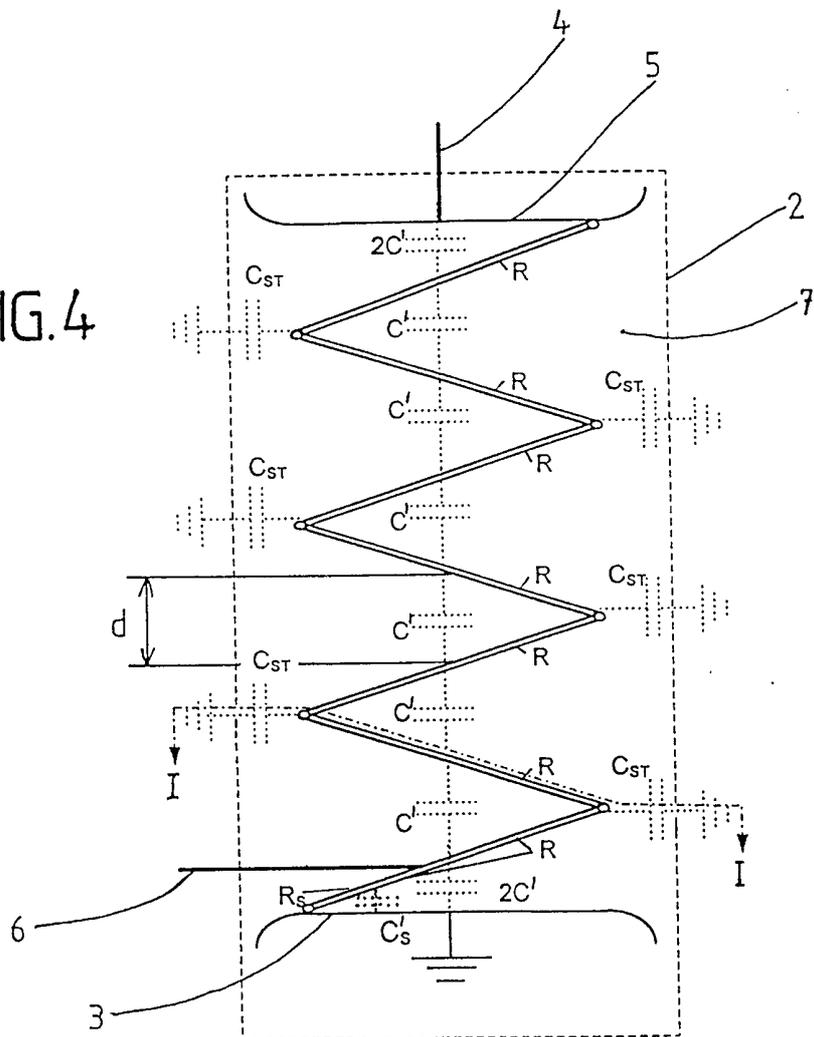
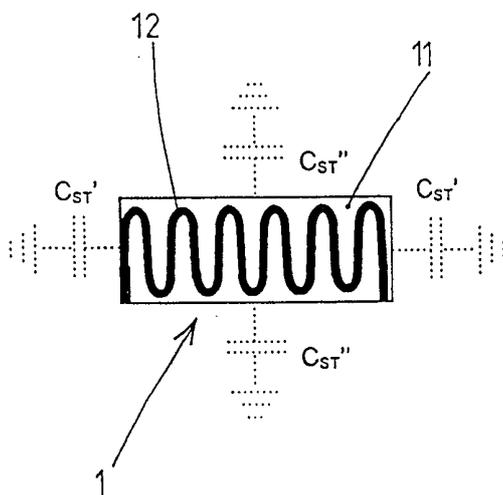


FIG. 5



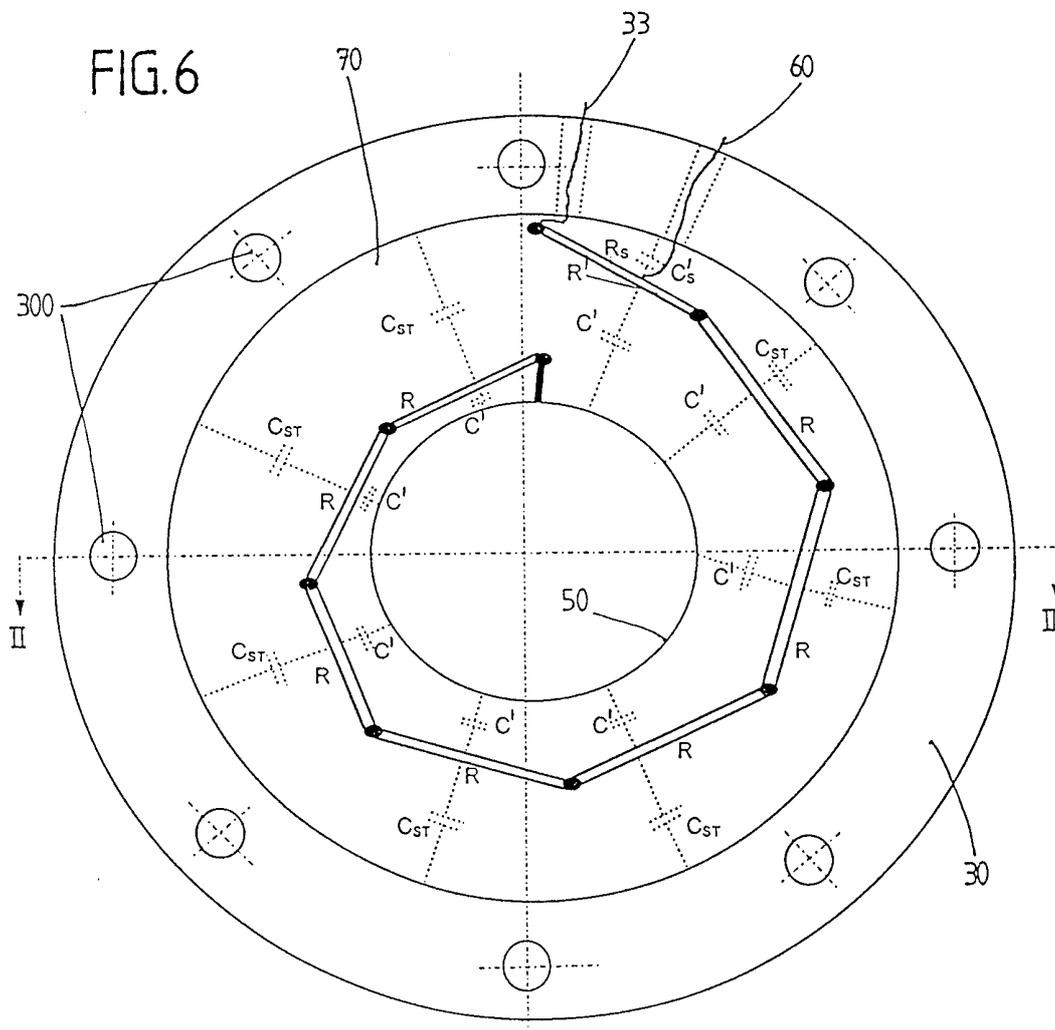


FIG. 7

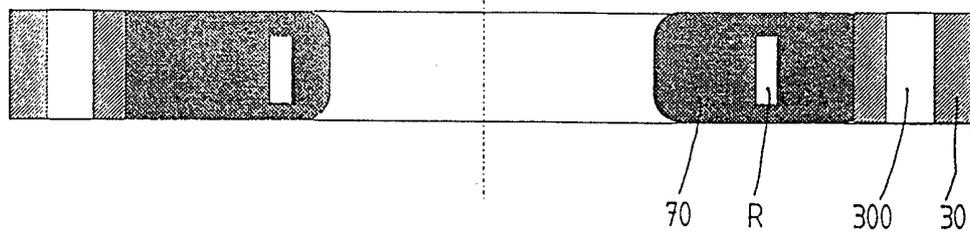


FIG.8

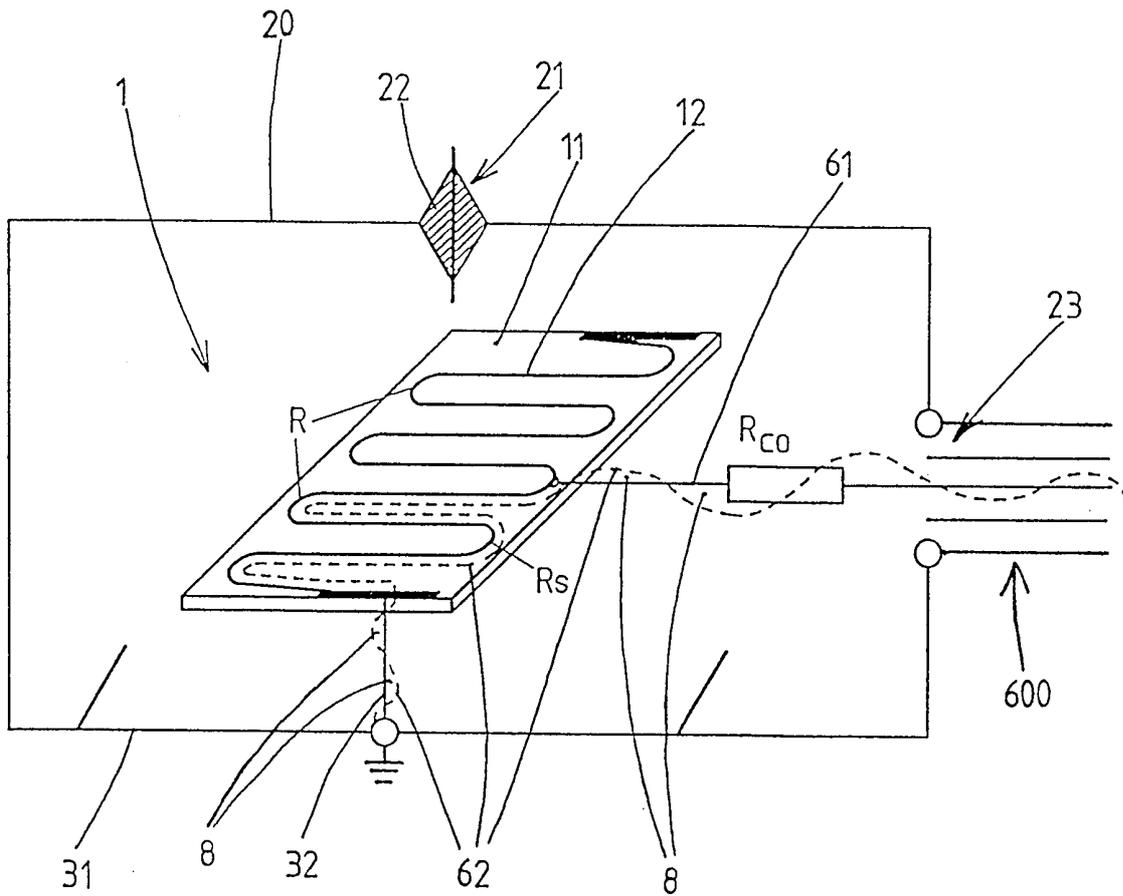
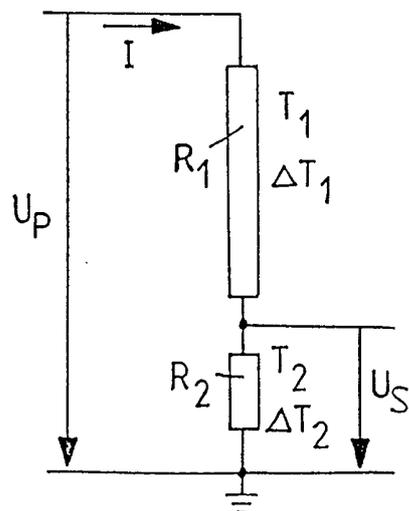


FIG.9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 98/00391

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 G01R1/18 G01R15/06				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01R				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>				
Category <sup>o</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
A	DE 195 08 582 A (DUROMER KUNSTSTOFFVERARBEITUNGS-GMBH) 26 September 1996 see the whole document ---	1,2,4,7		
A	EP 0 510 427 A (ASEA BROWN BOVERI) 28 October 1992 see column 2, line 36 - column 4, line 37 see column 5, line 19 - line 45; figure 2 ---	1		
A	GB 2 044 469 A (MOLINS LIMITED) 15 October 1980 see page 1, line 51 - line 65; figure 1 --- -/--	1,9		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.                 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.                 </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.			
<sup>o</sup> Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">                 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                  "E" earlier document but published on or after the international filing date                  "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)                  "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                  "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed             </td> <td style="width: 50%; border: none;">                 "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                  "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                  "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.                  "&amp;" document member of the same patent family             </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "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. "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "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. "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">2 December 1998</p>		Date of mailing of the international search report  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">10/12/1998</p>		
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Iwansson, K</p>		

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH 98/00391

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>NAIDU ET AL.: "THE STRAY-CAPACITANCE EQUIVALENT CIRCUIT..." IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT., vol. IM-34, no. 3, September 1985, pages 393-398, XP002072285 NEW YORK US see page 393, left-hand column, paragraph 4 - page 394, right-hand column, paragraph 3; figure 1</p> <p style="text-align: center;">----</p>	2
A	<p>DE 37 14 945 A (KOCK &amp; STERZEL) 12 November 1987 see column 3, line 59 - column 4, line 6; figure 3</p> <p style="text-align: center;">----</p>	7
A	<p>DE 34 35 418 A (C. SCHNIEWINDT KG) 3 April 1986 see page 10, paragraph 3; figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 98/00391

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19508582 A	26-09-1996	WO 9628736 A EP 0815454 A	19-09-1996 07-01-1998
EP 510427 A	28-10-1992	DE 4122331 A DE 59207217 D FI 921738 A	29-10-1992 31-10-1996 23-10-1992
GB 2044469 A	15-10-1980	US 4306146 A	15-12-1981
DE 3714945 A	12-11-1987	NONE	
DE 3435418 A	03-04-1986	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 98/00391

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 6 G01R1/18 G01R15/06		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RESEARCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 G01R		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie <sup>3</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 08 582 A (DUROMER KUNSTSTOFFVERARBEITUNGS-GMBH) 26. September 1996 siehe das ganze Dokument ---	1, 2, 4, 7
A	EP 0 510 427 A (ASEA BROWN BOVERI) 28. Oktober 1992 siehe Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 37 siehe Spalte 5, Zeile 19 - Zeile 45; Abbildung 2 ---	1
A	GB 2 044 469 A (MOLINS LIMITED) 15. Oktober 1980 siehe Seite 1, Zeile 51 - Zeile 65; Abbildung 1 ---	1, 9
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
"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)		
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
"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		
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden		
"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		
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. Dezember 1998		10/12/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Iwansson, K

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 98/00391

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie <sup>2</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>NAIDU ET AL.: "THE STRAY-CAPACITANCE EQUIVALENT CIRCUIT..."                      IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT.,                      Bd. IM-34, Nr. 3, September 1985, Seiten 393-398, XP002072285                      NEW YORK US                      siehe Seite 393, linke Spalte, Absatz 4 - Seite 394, rechte Spalte, Absatz 3;                      Abbildung 1</p> <p style="text-align: center;">---</p>	2
A	<p>DE 37 14 945 A (KOCK &amp; STERZEL)                      12. November 1987                      siehe Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 6; Abbildung 3</p> <p style="text-align: center;">---</p>	7
A	<p>DE 34 35 418 A.(C. SCHNIEWINDT KG)                      3. April 1986                      siehe Seite 10, Absatz 3; Abbildung 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 98/00391

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19508582 A	26-09-1996	WO 9628736 A EP 0815454 A	19-09-1996 07-01-1998
EP 510427 A	28-10-1992	DE 4122331 A DE 59207217 D FI 921738 A	29-10-1992 31-10-1996 23-10-1992
GB 2044469 A	15-10-1980	US 4306146 A	15-12-1981
DE 3714945 A	12-11-1987	KEINE	
DE 3435418 A	03-04-1986	KEINE	