



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.<sup>3</sup>: A 61 B 17/38

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



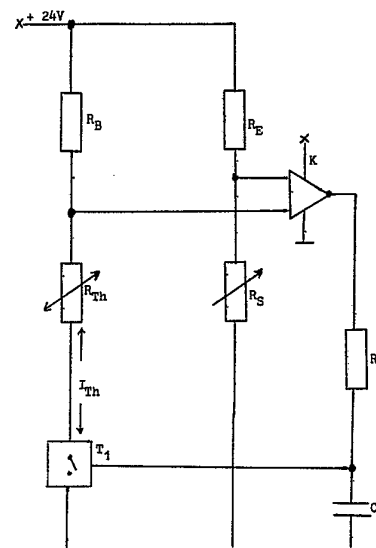
**PATENTSCHRIFT** A5

**632 660**

<p>① Gesuchsnummer: 5790/78</p> <p>② Anmeldungsdatum: 26.05.1978</p> <p>③ Priorität(en): 31.05.1977 DE 2724558</p> <p>④ Patent erteilt: 29.10.1982</p> <p>⑤ Patentschrift veröffentlicht: 29.10.1982</p>	<p>⑦ Inhaber: Dr. Karl Thomae Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Biberach/Riss (DE)</p> <p>⑦ Erfinder: Gerhard Funk, Meckenbeuren (DE) Eberhard Weller, Biberach (DE) Dr. Hans-Dietrich Renovanz, Biberach (DE) Dr. Uwe Papendick, Ummendorf (DE)</p> <p>⑦ Vertreter: Brühwiler &amp; Co., Zürich</p>
--	---

**⑤ Thermistorschaltung für ein chirurgisches Schneid- und/oder Koagulationsinstrument.**

⑤ Der Thermistor ( $R_{Th}$ ) liegt in einer Widerstandsbrücke, die einen Komparator (K) und einen Schalttransistor ( $T_1$ ) aufweist. Zur Vergrößerung der Leistungsfähigkeit ist dessen Steuereingang, dem ein Kondensator (C) parallelgeschaltet ist, über einen Widerstand (R) mit dem Komparatorausgang verbunden. Die eine Halbbrücke ( $R_E$ ,  $R_S$ ) liegt ständig und die andere Halbbrücke ( $R_B$ ,  $R_{Th}$ ) über den Schalttransistor ( $T_1$ ) intermittierend an der Brückenspeisespannung (+24 V). Damit ist eine Schaltung geschaffen, die eine Aufheizung des Thermistors im Millisekundenbereich erlaubt, wobei die Regelzeiten nochmals erheblich kürzer sind.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Thermistorschaltung für ein chirurgisches Schneid- und/oder Koagulationsinstrument mit einer an einer Speisenspannung liegenden Widerstandsbrücke, in welcher eine Diagonale mit einem Komparator verknüpft ist und in welcher mit einem gesteuerten Schalter ( $T_1$ ) nach erstmaligem Erreichen des Sollwertes der Temperatur eines Thermistors ( $R_{Th}$ ) eine intermittierende Einschaltung des Heizstromes erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des Komparators (K) über einen Widerstand (R) mit einem Steuereingang des gesteuerten Schalters ( $T_1$ ) verbunden ist, und ein Kondensator (C) parallel zu dem Steuereingang des Schalters ( $T_1$ ) liegt, und dass die eine Halbbrücke ( $R_E$  und  $R_S$ ) ständig und die andere Halbbrücke ( $R_B$  und  $R_{Th}$ ), die den Thermistor ( $R_{Th}$ ) enthält, über den Schalter ( $T_1$ ) intermittierend an der Brückenspeisenspannung liegt.

2. Thermistorschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gesteuerte Schalter ( $T_1$ ) einen Schalttransistor aufweist.

Die Erfindung betrifft eine Thermistorschaltung gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Thermistorschaltungen werden in der Chirurgie, insbesondere in der Augenchirurgie, verwendet. Chirurgische Schneideelemente, bestehend aus einem besonders geformten Thermistor als Kern des Elements, sind bereits bekannt (vgl. DE-OS 2 423 537). Diese Schneideinstrumente, die gleichzeitig als Wärmefühler und als Heizelemente dienen, stehen mit einer Brückenschaltung in Verbindung. Die Brücke wird mit einer Wechselspannung von mindestens 24 V effektiv, betrieben. Diese Schaltung funktioniert wie folgt: Eine Änderung der Betriebstemperatur am Schneideinstrument bedingt eine Veränderung der Spannung an der Brücke. Dies führt dazu, dass das Regelsignal in der Diagonalen der Brücke sich entweder in oder ausser Phase mit der zugeführten Wechselspannung befindet. Mit diesem Regelsignal wird über eine Thyristorschaltung – je nach dem Zustand der Brücke – die Leistung verändert. Das Instrument ist damit in der Lage, in kurzer Zeit die abgeführte Wärme relativ schnell nachzuliefern. Diese bekannte Schaltung zeigt jedoch zwei wesentliche Nachteile, die eine universelle Verwendung einer solchen Schaltung, insbesondere für präzise arbeitende chirurgische Instrumente, nicht gestatten:

Nach den in der BRD gültigen VDE-Bestimmungen dürfen medizinische Geräte, die mit dem Körper des Patienten direkt in Berührung kommen, nicht mit einer Spannung betrieben werden, die höher als 24 V ist. Bei der bekannten Vorrichtung beträgt die effektive Spannung 24 V. Die Scheitelspannung ergibt sich dabei zu 67,68 V. Eine Senkung dieser Wechselspannung auf die zulässige Spannung von 8,5 V effektiv, entsprechend 24 V Spitze-Spitze, würde dazu führen, dass die erforderliche Leistung für das Schneideinstrument nicht mehr erbracht werden kann. Mit der vorbeschriebenen Schaltungsart ist es nicht möglich, eine den Sicherheitsanforderungen für medizinische Geräte entsprechende Anlage zu bauen.

Unter den erwähnten Bedingungen und insbesondere unter zusätzlicher Betrachtung der grossen passiven Wärmewiderstände des Schneideinstruments würde bei der verminderten Leistung die Nachregelzeit viel zu lang werden. Der mit der Schaltung gewollte Effekt der möglichen Wärmekonstanz und der raschen Nachführung von Wärme wäre nicht mehr möglich. Dieses Schneideinstrument ist daher nur un-

ter Bedingungen zu betreiben, die den Sicherheitsvorschriften für medizinische Geräte nicht mehr entsprechen.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Thermistorschaltung der eingangs genannten Art, um die Nachteile bekannter Ausführungen unter Beachtung der Bestimmungen über Höchstspannungen an Patienten zu vermeiden. Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Thermistorschaltung wird im Anspruch 2 umschrieben.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Thermistorschaltung wird anhand der Zeichnung näher beschrieben, die eine einfache Thermistorschaltung mit Thermistorpille zeigt.

Ein Thermistor  $R_{Th}$  als Heiz- und Messelement wird über einen Transistor  $T_1$ , welcher als Schalter geschaltet ist, an die Betriebsspannung von maximal 24 V Gleichspannung gelegt. Durch den Thermistor fliesst der Strom gemäss Gleichung 1:

$$I_{Th} = U / (R_{Th} + R_B) \quad (1),$$

d. h. die Leistung beträgt gemäss Gleichung 1a

$$P = U^2 / (R_{Th} + R_B) \quad (1a)$$

( $R_{Th}$  = Thermistorwiderstand,  
 $R_B$  = Strombegrenzungswiderstand).

Der Thermistor ist in eine Brückenschaltung integriert. Eine Veränderung der Betriebstemperatur bedingt eine Spannung in der Diagonalen der Brücke und wird mit einem Sollwertsteller S durch den Komparator K verglichen. Der Ausgang des Komparators steuert über ein R-C-Glied die Basis des Schalt-Transistors  $T_1$ . Solange der Sollwert nicht erreicht ist, bleibt der «Schalter»  $T_1$  geschlossen, d. h. es fliesst durch den Thermistor Strom und heizt diesen auf. Ist der Sollwert (Soll-Temperatur) erreicht, so schaltet der Transistor  $T_1$  den Strom  $I_{Th}$  ab. Durch dieses Abschalten des Transistors geht der Istwert am Komparator auf Null, der Transistor schaltet wieder ein. Dieser Vorgang aber wird durch den Kondensator C verzögert, so dass hier ein Schwingverhalten eintritt. Die Schwingungsfrequenz wird umso höher, je näher der Istwert beim Sollwert liegt. Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, dass bei einer geringen Abkühlung des Thermistors die Energiezufuhr ebenfalls gering gehalten wird und so kein Überschwingen der Solltemperatur stattfindet. Bei einer starken Abkühlung wird im selben Mass Energie zugeführt, so dass die Nachregelung sehr schnell erfolgt. Kommt ein sehr starker Wärmeeinbruch am Thermistor zustande, wird der Kondensator C voll aufgeladen. Bei Erreichen des Sollwertes schaltet der Komparator ab, jedoch wird durch die vorhandene Ladung des Kondensators C der Schalter  $T_1$  um die entsprechende Zeit länger geschlossen gehalten. Letzteres tritt nur ein, wenn zuvor ein relativ hoher Wärmeeinbruch stattgefunden hat. Es wird dann der Sollwert um einen definierten Betrag überschritten, der notwendig ist, um den zu erwartenden nächsten Wärmeeinbruch zu kompensieren. Durch das Einfügen der Kapazität C extrapoliert die Schaltung somit den aufgrund des vorhergegangenen Ereignisses zu erwartenden künftigen Wärmebedarf.

Aufgrund der theoretischen Arbeiten von E. Andrich [«PTC-Thermistoren als selbstregelnde Heizelemente», Philips Technische Rundschau 30 (1969/70), 192–200] wäre zu erwarten, dass die Regelleistungen nur bei gegen Null strebenden Massen genügend erreicht werden könnten. Andrich folgert, dass «eine Aufheizung innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde sich am ganzen zu heizenden System nicht errei-

chen lässt, denn wir haben hier noch nicht die Wärmewiderstände des Thermistors und der am Aufheizprozess passiv beteiligten Materialien einschliesslich ihrer Wärmekapazitäten berücksichtigt. Ausserdem stehen meist nur begrenzte elektrische Anfangsleistungen zur Verfügung».

#### Beispiel

Bei der erfindungsgemässen Thermistorschaltung jedoch haben Messungen gezeigt, dass die Aufheizzeiten im Millisekundenbereich liegen und die Regelzeiten nochmals erheblich kürzer sind. Überraschend war, dass eine unter theoretischen Gesichtspunkten schon relativ grosse Thermistorpille von ca. 1 mm Durchmesser in weniger als 500 Mikrosekunden nachgeregelt wird. Die gleichbleibende Wärmeabgabe eines Thermistorkauters wird durch sein Verhalten bei der Koagulation des Augenepithels bestätigt: Es gelingt ein gleichmässiges Entfernen des Epithels auch in langen, sehr feinen Linien, wozu der Kauter bewegt werden muss. Dies ist bedingt durch die grosse zur Verfügung stehende Leistung, insbesondere bezogen auf das absolute Volumen der Thermistorpille. Durch die bestehenden Sicherheitsbestimmungen sind maximal 24 V zulässig. Diese werden bei der erfindungsgemässen Thermistorschaltung z. B. gemäss Gleichung 2

$$P = 24 \text{ V}^2 / 0,2 \text{ k}\Omega = 2,88 \text{ W} \quad (2)$$

voll ausgenutzt.

Dagegen kann das Schneideinstrument der DE-OS 2 423 537 bei Beachtung der maximalen Spannung von 24 V z. B. nur eine Leistung gemäss Gleichung 3

$$P = 8,5 \text{ V}^2 / 0,2 \text{ k}\Omega = 0,361 \text{ W} \quad (3)$$

erbringen. Mit einer Leistung von 0,361 W ist das bekannte Schneidegerät nicht mehr ausreichend regelbar. Obendrein ist die Betriebssicherheit der erfindungsgemässen Thermistorschaltung wegen ihrer extremen Einfachheit höher. An Patienten mit Herzschrittmachern wird die bekannte Schaltung nach den künftigen VDE-Bestimmungen nicht mehr angewandt werden dürfen. Bei der erfindungsgemässen Thermistorschaltung hingegen gibt es keine Einschränkungen.

Wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, eignet sich die Thermistorschaltung vorzüglich zur Durchführung chirurgischer Eingriffe, wobei die kugelförmige oder als Schneidfläche ausgebildete Thermistormasse sogar relativ gross sein kann; beispielsweise kann der Durchmesser der Thermistorpille mehrere Millimeter betragen. In der Augen Chirurgie eignet sich die Thermistorschaltung vortrefflich als Kauter zur Koagulation des Augenepithels und zur Entfernung desselben, z. B. bei der Entfernung der Dendriten von Herpes simplex corneae.

