



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

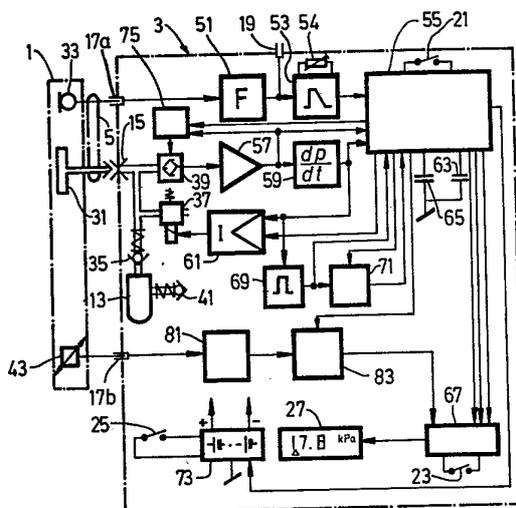
12 **PATENTSCHRIFT** A5

11 **642 835**

<p>21 Gesuchsnummer: 1299/80</p> <p>22 Anmeldungsdatum: 18.02.1980</p> <p>24 Patent erteilt: 15.05.1984</p> <p>45 Patentschrift veröffentlicht: 15.05.1984</p>	<p>73 Inhaber: Asulab AG, Biel/Bienne</p> <p>72 Erfinder: Dr. phil. nat. Rudolf A. Hatschek, Fribourg</p> <p>74 Vertreter: Patentanwaltsbüro Eder & Cie., Basel</p>
--	---

54 **Blutdruckmesseinrichtung.**

57 Die Blutdruckmesseinrichtung weist eine Manschette (1) mit einer aufblasbaren, deformierbaren Kammer (31) und einen Messwandler (43) zum Ermitteln des Armumfanges auf. Die Kammer (31) ist fluidmässig mit einem Drucksensor (39) verbunden, der elektrisch über elektronische Bauelemente mit zwei Analog-Speichern (63, 65) zum Speichern des systolischen und diastolischen Druckes in Verbindung steht. Der zwischen die Analog-Speicher (63, 65) und die digitale Anzeige-Einheit (27) zwischengeschaltete Anzeigesteuer-Teil (67) weist einen Druck-Korrektor auf, durch den die Druckwerte beim Herauslesen der Speicher (63, 65) in Abhängigkeit vom Armumfang korrigiert werden. Dadurch können infolge unterschiedlicher Werte des Armumfanges auftretende Fehler der Druckmessung eliminiert werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Blutdruckmeseinrichtung mit einer zum Befestigen am Glied einer zu untersuchenden Person bestimmten Manschette (1, 201) mit einer deformierbaren, aufblasbaren Kammer (31), einem fluidmässig mit dieser verbundenen Drucksensor (39) und elektrisch mit diesem verbundenen Schaltungsmitteln zum Ermitteln des in der Kammer (31) vorhandenen Druckes, dadurch gekennzeichnet, dass die Manschette (1, 201) einen Messwandler (43, 243) zum Ermitteln des Umfangs bzw. Durchmessers des Gliedes, an dem die Manschette (1) befestigt ist, aufweist, und dass die Schaltungsmittel einen mit dem Messwandler (43, 243) verbundenen Druck-Korrektor (135) aufweisen, um mindestens gewisse Druck-Messwerte in Abhängigkeit vom Gliedumfang bzw. -durchmesser zu korrigieren.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwandler (43) zwei an der Manschette (1) befestigte Elektroden (101, 103) aufweist, die zusammen einen Kondensator mit einer vom Gliedumfang abhängigen Kapazität bilden.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Elektrode (103) einen Abschnitt aufweist, dessen Breite in der Längsrichtung, in der die Manschette (1) um das Glied herumwickelbar ist, entlang der Manschette (1) variiert, und dass die andere Elektrode (101) in der genannten Längsrichtung eine kleinere Abmessung hat als der eine variable Breite aufweisende Abschnitt der erstgenannten Elektrode (103).

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwandler (243) zwei Anschlüsse aufweist, zwischen denen der elektrische Widerstand in Abhängigkeit vom Gliedumfang variiert.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Speicher (63, 65), eine Anzeige-Einheit (27) zum Anzeigen von Druckwerten und Schaltungsmittel vorhanden sind, um den systolischen und diastolischen Druck in der Form elektrischer Signale zu verarbeiten, in den beiden Speichern (63, 65) zu speichern sowie der Anzeige-Einheit (27) zuzuführen und dabei vor oder nach der Speicherung in Abhängigkeit von dem mit dem Messwandler (43, 243) ermittelten Umfang bzw. Durchmesser zu korrigieren.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (39) und der Messwandler (43, 243) Mittel aufweisen, um die von ihnen gemessenen Grössen durch analoge, elektrische Signale darzustellen, und dass der Druck-Korrektor (135) Mittel aufweist, um ein Mass für den Druck gebende Analog-Signale und ein Mass für den Umfang oder Durchmesser gebende Analog-Signale miteinander in analoger Form zu verknüpfen.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Speicher (63, 65), um einen Druck in analoger Form zu speichern, eine Anzeige-Einheit (27) zum Anzeigen des Druckes und ein zwischen dem Speicher (63, 65) und der Anzeige-Einheit (27) eingeschaltetes Netzwerk mit Widerständen (133, 137, 139) und einem Schaltorgan (141) vorhanden sind, so dass die Druckanzeige wahlweise auf verschiedene Einheiten umschaltbar ist.

Eine aus der US-Patentschrift 3 450 131 bekannte Blutdruckmeseinrichtung weist eine am Arm einer Person befestigbare Manschette mit einer aufblasbaren, deformierbaren Kammer und einem Mikrofon auf. Die Kammer ist mit einem Drucksensor verbunden, der über einen ein- und ausschaltbaren Analog/Digital-Wandler und eine Tor-Schaltung mit einem Druckrestriergerät verbunden ist. Das Mikrofon ist über einen Verstärker mit einer Logik-Schaltung verbunden.

Beim Durchführen einer Blutdruckmessung wird die Manschette auf einen über dem systolischen Druck liegenden Druck aufgeblasen und dann langsam entlüftet. Dabei werden in einem gewissen Druckbereich Korotkoff-Töne erzeugt und durch das Mikrofon in elektrische Signale umgewandelt. Bei jedem Korotkoff-Ton-Signal werden der Analog/Digital-Wandler und die Tor-Schaltung durch die Logik-Schaltung derart gesteuert, dass der momentane, vom Drucksensor gemessene Druck im Druckregistriergerät registriert wird. Der erste registrierte Druckwert entspricht dann dem systolischen und der letzte registrierte Druckwert dem diastolischen Druck.

Aus dem von G. von Bergman, W. Frey und H. Schwiégk herausgegebenen «Handbuch der inneren Medizin», neunter Band, «Herz und Kreislauf», fünfter Teil, 1960, Springer Verlag sowie aus dem Buch «Arterielle Hochdruckerkrankungen» von A. Sturm Jr., 1970, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, ist es nun bereits bekannt, dass die gemessenen Druckwerte mit einem vom Armumfang abhängigen Fehler behaftet sein können. Diese Fehler sind vom Verhältnis zwischen der Manschettenbreite und dem Armumfang abhängig.

Gemäss den beiden zitierten Literaturstellen könnten die fraglichen Fehler dadurch eliminiert werden, dass man den Armumfang misst und entweder verschieden breite Manschetten bereitstellt und dann je nach dem Armumfang eine schmalere oder breitere Manschette befestigt oder dass man den gemessenen Druckwert in Abhängigkeit vom gemessenen Armumfang unter Verwendung einer vorher erstellten Korrektur-Tabelle oder einer Korrektur-Formel korrigiert.

Diese Korrekturverfahren haben den Nachteil, dass die die Blutdruckmessung durchführende Person durch eine separate Messung den Armumfang ermitteln sowie entweder eine von mehreren vorhandenen Manschetten auswählen und anschliessen oder aber nachträglich eine Korrektur-Rechnung durchführen muss. Diese Korrekturverfahren sind also zeitraubend sowie kompliziert und daher für die Praxis nicht geeignet.

Die Erfindung hat sich nun die Aufgabe gestellt, eine Blutdruckmeseinrichtung bereit zu stellen, bei der unterschiedliche Umfangswerte der Arme oder der andern Glieder, an denen die Manschetten befestigt werden, keine Messfehler verursachen. Dabei sollten die Messfehler vermieden werden können, ohne dass die die Blutdruckmessung durchführende Person hiezu zusätzliche Operationen ausführen muss.

Diese Aufgabe wird durch eine Blutdruckmeseinrichtung gelöst, die nach der Erfindung gemäss dem Anspruch 1 ausgebildet ist.

Zweckmässige Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Zur Klarstellung sei noch bemerkt, dass in den Ansprüchen und der übrigen Beschreibung unter dem Blutdruck und dem Druck in der Luft-Kammer stets der bezüglich des Umgebungs-Luftdrucks gemessene Überdruck zu verstehen ist.

Die Erfindung und weitere aus dieser hervorgehende Vorteile sollen nun anhand eines in der Zeichnung darge-

Die Erfindung betrifft eine Blutdruckmeseinrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

stellten Ausführungsbeispiels erläutert werden. In der Zeichnung zeigen

die Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Blutdruckmessenrichtung,

die Fig. 2 ein Blockschaltbild der Blutdruckmessenrichtung,

die Fig. 3 eine axonometrische Ansicht einer Manschette mit einem kapazitiven Messwandler,

die Fig. 4 ein Schaltbild mit einem kapazitiven Messwandler und der mit diesem verbundenen, zur Korrektur der Druck-Messwerte dienenden Elektronik-Bauteile,

die Fig. 5 ein Diagramm zur Veranschaulichung des zeitlichen Ablaufs einer Blutdruckmessung,

die Fig. 6 eine axonometrische Ansicht einer Manschette mit einem resistiven Messwandler und

die Fig. 7 ein Schaltbild mit dem resistiven Messwandler und der mit diesem verbundenen Mess-Schaltung.

Die in der Fig. 1 dargestellte Blutdruckmessenrichtung weist eine am Arm einer zu untersuchenden Person befestigbare Manschette 1 und ein als Ganzes mit 3 bezeichnetes Gerät auf. Die Manschette enthält eine durch einen Gummibeutel gebildete, deformierbare, aufblasbare Luft-Kammer, ein Mikrofon sowie einen Messwandler zur Ermittlung des Armmumfangs und ist durch eine Leitung 5 lösbar mit dem Gerät 3 verbunden, die einen mit der Luft-Kammer verbundenen Schlauch sowie ein mit dem Mikrofon und dem Messwandler verbundenes Kabel und am geräteseitigen Ende eine Steck-Kupplung 7 aufweist. Das Gerät 3 weist ein Gehäuse 9 mit einem Gewindestutzen 9a auf, an dem mit einer Überwurfmutter 11 eine Pumpe 13 mit einem im wesentlichen zylindrischen Pump-Balg aus Gummi lösbar befestigt ist. Am Gehäuse 9 sind ein nippelartiger Luft-Anschluss 15 und ein durch einen Chassis-Stecker gebildeter, elektrischer Anschluss 17 befestigt, auf die die Steck-Kupplung 7 aufsteckbar ist. Ferner ist ein durch einen Chassis-Stecker gebildeter Anschluss 19 zum Anschliessen eines Kopfhörers vorhanden. Das Gerät weist ferner drei nichteinrastende Drucktastenschalter 21, 23, 25, eine digitale Anzeige-Einheit 27 und verschieden im Innern des Gehäuses 9 untergebrachte, pneumatische und elektrische Bauelemente auf.

In der Fig. 2 sind die aufblasbare Luft-Kammer 31, das Mikrofon 33 und der Messwandler 43, die zur Manschette 1 gehören, sowie ein Teil der im Gerät 3 untergebrachten, pneumatischen und elektrischen Bauteile schematisch dargestellt. Die Luft-Kammer 31 ist durch den in der Leitung 5 vorhandenen Schlauch und durch im Gerät vorhandene Luft-Leitungen über ein Rückschlagventil 35 mit der Pumpe 13 sowie ferner mit einem elektrisch steuerbaren Abström-Ventil 37 und einem Drucksensor 39 verbunden. Die Pumpe 13 ist noch mit einem ein Rückschlagventil 41 aufweisenden Lufteinlass versehen. Die beiden Rückschlagventile 35 und 41 sind derart geschaltet, dass man durch abwechselndes, manuelles Zusammendrücken und Freigeben des Pump-Balges Luft aus der Umgebung ansaugen und in die Luft-Kammer 31 pumpen kann.

Das Mikrofon 33 ist durch elektrische Leiter über den Teil 17a des Anschlusses 17 mit dem Eingang von Filtermitteln 51 verbunden, deren Ausgang sowohl mit dem Kopfhörer-Anschluss 19 als auch mit einem Diskriminator 53 verbunden ist, der ein Trimpotentiometer 54 zum Einstellen eines unteren Schwellwertes und einen Impulsformer aufweist. Dessen Ausgang ist mit einem Steuer-Teil 55 verbunden. Der Drucksensor 39 enthält eine Messwandler-Brückenschaltung, die aus piezoresistiven Elementen gebildet und mit dem Eingang eines Verstärkers 57 verbunden ist. Dessen Ausgang ist sowohl über einen Differentiator 59 als über eine diesen überbrückende Parallel-Verbindung mit dem Steuer-Teil 55 verbunden. Der Drucksensor 39 und der Ver-

stärker 57 sind noch mit einer Vorrichtung 75 für den automatischen Null-Abgleich verbunden, die auch noch durch eine Leitung mit einem Ausgang des Steuer-Teils 55 verbunden ist. Der Ausgang des Differentiators 59 ist ebenfalls mit dem Steuer-Teil 55 und ferner mit einem Eingang eines Reglers 61 verbunden. Der Steuer-Teil 55 ist ebenfalls mit einem Eingang des Reglers 61 verbunden, dessen Ausgang mit dem elektromagnetischen Betätigungsorgan des Abström-Ventils 37 verbunden ist. Der Steuer-Teil 55 weist ferner zwei Anschlüsse auf, die je mit einem einen Analog-Speicher 63 bzw. 65 bildenden Kondensator verbunden sind. Drei Ausgänge des Steuer-Teils sind ferner mit drei Eingängen eines Anzeigesteuer-Teils 67 verbunden, der seinerseits mit der Anzeige-Einheit 27 verbunden ist. Ein Diskriminator 69 weist einen auch noch mit dem Ausgang des Differentiators 59 verbundenen Eingang und einen Ausgang auf, der mit einem Eingang eines Herzfrequenzmessers 71 sowie mit dem Steuer-Teil 55 verbunden ist. Der Herzfrequenzmesser 71 weist noch einen mit dem Steuer-Teil 55 verbundenen Steuer-Eingang und einen ebenfalls mit dem Steuer-Teil 55 verbundenen Analog-Speicher auf. Der Drucktastenschalter 21 ist mit dem Steuer-Teil 55 und der Drucktastenschalter 23 mit dem Anzeigesteuer-Teil 67 verbunden.

Ferner ist eine eine Batterie enthaltende Speisespannungsquelle 73 vorhanden, die mit den Speisespannungsanschlüssen der verschiedenen aktiven Elemente und dem Massenanschluss verbunden ist. Der Drucktastenschalter 25 und auch der Steuer-Teil 55 sind mit der Speisespannungsquelle 73 verbunden, die abgesehen von der Batterie noch gewisse Logik-Elemente und einen Regler zur Stabilisierung der Speise-Spannung aufweist. Die Batterie ist in einem durch einen Deckel abschliessbaren Batteriefach untergebracht.

Der Messwandler 43 ist über Leitungen und den Teil 17b des Anschlusses 17 mit einer Mess-Schaltung 81 verbunden. Deren Ausgang ist mit einem Eingang eines Korrekturwertgebers 83 verbunden. Dieser weist noch einen Steuer-Eingang auf, der mit einem Ausgang des Steuer-Teils 55 verbunden ist. Der Ausgang des Korrekturwertgebers 83 ist mit einem Steuer-Eingang des Anzeigesteuer-Teils 67 verbunden.

Die separat etwas vereinfacht in der Fig. 3 dargestellte Manschette 1 weist ein Band 91 mit zwei Enden 91a und 91b auf. Am Ende 91a ist ein einen länglichen Ring bildender Bügel 93 aus elektrisch isolierendem Kunststoff befestigt. Das Band 91 hält oder bildet die durch einen länglichen Beutel gebildete, deformierbare und aufblasbare Luft-Kammer 31. Am Band 91 ist ferner das in der Fig. 3 nichtdargestellte Mikrofon 33 befestigt.

Bei der Benutzung der Manschette 1 für eine Blutdruckmessung wird diese um einen Arm der zu untersuchenden Person herumgelegt. Das Band-Ende 91b wird dann, wie es in der Fig. 3 dargestellt ist, durch den Bügel 93 hindurchgezogen und um dessen dem Band-Ende 91a abgewandten Teil 93a herumgeschlagen. Das Band-Ende 91b ist auf seiner sich vor dem Umschlagen aussen befindenden Seite bei seinen Seitenrändern mit Befestigungselementen 95 versehen. Der vom umgeschlagenen Band-Ende 91b überlappte Band-Abschnitt ist ebenfalls mit streifenförmigen, entlang den Bandrändern verlaufenden Befestigungselementen 97 versehen. Die Befestigungselemente 95 und 97 bestehen aus Gewebestücken mit ineinander einhakkaren Noppen und bilden also zusammen einen Klett-Verschluss, mit dem das umgeschlagene Band-Ende 91b durch Andrücken am überlappten Band-Abschnitt lösbar befestigt werden kann.

Der Messwandler 43 ist als kapazitiver Messwandler ausgebildet und weist zwei Elektroden 101 und 103 auf. Die Elektrode 101 besteht aus einem blanken, d. h. nichtisolierten, elektrisch gut leitenden Metall, und ist am Bügel-Teil 93a befestigt, wobei ihre Abmessung in der Längsrichtung

des Bandes höchstens etwa 2 cm lang ist. Die Elektrode 101 kann starr in einer vorgegebenen Stellung oder schwenkbar am Bügel-Teil 93a befestigt und/oder eventuell etwas biegsam sein. Ferner ist eine Elektrode 103 vorhanden, die durch eine dünne, flexible, einseitig metallische Kunststoff-Folie gebildet ist. Die Elektrode 103 ist am Band 91 befestigt, und zwar auf derjenigen Seite des Bandes 91 und der aufblasbaren Luft-Kammer 31, die bei dem den Arm umschliessenden Band-Abschnitt dem Arm abgewandt ist. Dabei befindet sich die Kunststoff-Folie, die als elektrische Isolation der Elektrode 103 dient, auf der dem Band 91 abgewandten Elektroden-Seite. Wenn das Band 91 um den Bügel-Teil 93a herumgeschlagen wird, bildet also die Kunststoff-Folie das die beiden Elektroden des kapazitiven Messwandlers 43 trennende Dielektrikum. Die Elektrode 103 hat in der Längsrichtung des Bandes 91 eine wesentlich grössere Ausdehnung als die Elektrode 101 und erstreckt sich über mindestens 20% der gesamten Bandlänge. Die Elektrode 103 hat im übrigen die Form eines spitzen gleichschenkligen Dreiecks, dessen Basis rechtwinklig zur Bandlängsrichtung verläuft. Das durch die Spitze des Dreiecks gebildete Elektroden-Ende 103a befindet sich in der Nähe des Band-Endes 91b, während das durch die Dreieck-Basis gebildete Elektroden-Ende 103b weiter vom Band-Ende 91b entfernt ist. Die rechtwinklig zur Bandlängsrichtung gemessene Breite der Elektrode 103 ist also in der Bandlängsrichtung veränderlich und nimmt vom Band-Ende 91b weg monoton zu. Die quer zur Bandlängsrichtung gemessene Breite der Elektrode 101 ist mindestens gleich der maximalen Breite der Elektrode 103. Die beiden Elektroden 101 und 103 sind durch ein in der Fig. 3 nichtdargestelltes, mehrdriges Kabel, das auch noch die mit dem Anschluss-Teil 17a verbundenen Leiter für das Mikrofon 33 enthalten kann, mit dem Anschluss-Teil 17b verbunden.

Wenn die Manschette am Arm einer Person befestigt wird, wobei das Band-Ende 91b um den Bügel-Teil 93a herumgeschlagen ist, bilden die Elektrode 101 und die beiden dieser von verschiedenen Seiten her zugewandten Abschnitte der Elektrode 103 zusammen den Kondensator des Messwandlers 43. Wenn die Kapazität dieses Kondensators mit C und der Abstand der Mittellinie der beiden genannten Abschnitte der Elektrode 103 vom Elektroden-Ende 103a mit x bezeichnet werden, so gilt die Beziehung:

$$x = C/C_0 \quad (1),$$

wobei C_0 eine Konstante ist. Der Umfang U des Armes ist dann gegeben durch die Bezeichnung:

$$U = L - x \quad (2).$$

Dabei ist L eine Länge, die durch die Ausbildung der Manschette 1 vorgegeben ist. Die Länge L ist nämlich gleich dem bei abgewinkelter Manschette gemessenen Abstand des Elektroden-Endes 103a vom Band-Ende 91a plus der Entfernung des Bügel-Teils 93a vom Band-Ende 91a. Durch Messen der Kapazität C kann also der Arm-Umfang U ermittelt werden.

Wie aus der Fig. 4 ersehen werden kann, ist die eine Elektrode des kapazitiven Messwandlers 43 mit der Masse der Mess-Schaltung 81 und die andere Elektrode über einen Kondensator 111 mit einem Ausgang 113a eines Niederfrequenz-Generators 113 verbunden. Ein durch einen Widerstand 117 gegengekoppelter Differential-Operationsverstärker 115 hat einen invertierenden Eingang, der über einen Widerstand 119 mit dem Messwandler 43 und dem Kondensator 111 verbunden ist. Der Verstärker 115 hat ferner einen nichtinvertierenden Eingang, der über einen Widerstand 121

mit der Masse und einen Widerstand 123 mit dem Ausgang 113a des Niederfrequenz-Generators verbunden ist. Der Ausgang des Verstärkers 115 ist mit einem Eingang des Demodulators 125 verbunden. Dieser weist noch einen Steuer-Eingang auf, der mit einem Taktgeber-Ausgang des Generators 113 verbunden ist. Ein weiterer Anschluss des Generators 113 ist mit der Masse verbunden. Der Ausgang des Demodulators 125 bildet den mit dem Korrekturwert-Geber 83 verbundenen Ausgang der Mess-Schaltung 81. Ferner ist die Mess-Schaltung 81 und/oder der Korrekturwert-Geber 83 mit manuell einstellbaren, nichtdargestellten Einstellorganen zum Abgleichen und Eichen des Umfangmess-Kanals versehen.

Der Anzeigesteuer-Teil 67 ist mit einem durch einen voll gegengekoppelten Verstärker gebildeten Impedanzwandler 131 versehen. Ein Ausgang des Steuer-Teils 55 ist durch eine Verbindung, die zum Übertragen von ein Mass für den Druck gebenden Analog-Signalen dient, mit dem nichtinvertierenden Eingang des Impedanzwandlers 131 verbunden. Der Ausgang des Impedanzwandlers 131 ist über einen Widerstand 133 mit dem Eingang eines Druck-Korrektors 135 verbunden. Dieser Eingang des Druck-Korrektors 135 ist ferner über einen Widerstand 137 sowie über einen zu diesem parallel geschalteten Widerstand 139 mit einem in Serie geschalteten, elektronischen oder elektro-magnetischen Schaltorgan 141 mit der Masse verbunden. Der Steuer-Eingang des Schaltorgans 141, der bei einem elektromagnetischen Schaltorgan durch dessen Spulenanschluss gebildet ist, ist mit dem Ausgang eines Steuersignalgebers 143 verbunden, der seinerseits mit dem Drucktastenschalter 23 verbunden ist. Der Ausgang des Druck-Korrektors 135 ist mit einem Eingang eines Analog/Digital-Wandlers 145 verbunden. Der Steuersignalgeber 143 weist ebenfalls einen mit einem Eingang des Analog/Digital-Wandlers 145 verbundenen Ausgang auf. Dessen Ausgang ist mit der digitalen Flüssigkristall-Anzeige-Einheit 27 verbunden. Der Ausgang des Korrekturwert-Gebers 83 ist mit einem Eingang des Druck-Korrektors 135 verbunden. Zwei verschiedene Ausgänge des Steuer-Teils sind durch separate Verbindungen mit dem Analog/Digital-Wandler 145 verbunden. Die eine dieser Verbindungen dient zum Übermitteln der Grösse der Herzfrequenz und die andere zum Übermitteln der Signale, die kennzeichnen, welche Variable (fortlaufend gemessener Druck, systolischer Druck, diastolischer Druck, Herzfrequenz) gerade angezeigt wird. Der Analog/Digital-Wandler 145 weist auch noch einen Dekodierer für die Steuerung der Flüssigkristall-Ziffernanzeige und für die Steuerung der anzuzeigenden Einheiten und Symbole auf.

Im folgenden soll nun anhand des Diagramms in der Fig. 5 die Arbeitsweise der Blutdruckmesseinrichtung erläutert werden. Für eine Messung wird die Manschette 1 durch die Leitung 5 mit dem Gerät 3 verbunden und am Arm der zu untersuchenden Person befestigt.

Das Gerät ist derart bemessen, dass es bequem mit einer Hand gehalten werden kann, wobei die Pumpe 13 gleichzeitig als Handgriff dient.

Nun soll zuerst die Änderung des Druckes p in der Luft-Kammer 31 im Verlauf der Zeit t diskutiert werden. Der zeitliche Verlauf des Druckes p ist durch die Kurve 151 des in der Fig. 5 dargestellten Diagramms wiedergegeben. Der Drucksensor 39 erzeugt beim Messen eine Spannung, die proportional zum Druck p ist.

Wenn die Manschette befestigt ist, wird das Gerät im Zeitpunkt t_0 durch ein kurzes Drücken des EIN/AUS-Drucktastenschalters 25 betriebsbereit gemacht. Das Ventil 37 ist in diesem Zeitpunkt und dem sich vom Zeitpunkt t_1 erstreckenden Zeitintervall ganz offen. In diesem Zeitintervall wird der Drucksensor 39 durch die Null-Abgleich-Vor-

richtung 75 automatisch auf Null abgeglichen. Das Ende dieses Abgleichens im Zeitpunkt t_1 wird dadurch signalisiert, dass die Anzeige-Einheit 27 den Wert Null anzeigt.

Der Steuer-Teil 55 ist derart beschaffen, dass er den Ausgang des Verstärkers 57 vom Null-Abgleich an bis zum Ende der Messung in regelmässigen Zeitabständen von beispielsweise 0,3 s mit dem Impedanzwandler 131 des Anzeige-steuer-Teils 67 verbindet. Die Anzeige-Einheit 27 zeigt dann jeweils den momentanen Druck an.

Nach dem automatischen Null-Abgleich wird durch Manuelles Betätigen der Pumpe 13 Luft in die Luft-Kammer 31 gepumpt. Wenn der Druck auf eine Grösse angestiegen ist, die ausreichend über dem erwarteten systolischen Druck p_s liegt, wird der Aufpumpvorgang im Zeitpunkt t_2 beendet.

Kurz nach Beendigung des Aufpumpvorganges beginnt im Zeitpunkt t_3 Luft aus der Luft-Kammer 31 durch das Ventil 37 in die Umgebung abzufließen, so dass der Druck in der Luft-Kammer 31 absinkt. Dabei wird mit dem Differentiator 59 der Differentialquotient dp/dt bestimmt. Der Regler 61 regelt das Abström-Ventil 37 derart, dass der Differentialquotient dp/dt bis auf die noch näher erläuterten, durch die Herztätigkeit bewirkten Druckschwankungen während der eigentlichen Messphase konstant bleibt.

Wenn nun der Druck p beginnend von einem oberhalb des systolischen Druckes p_s liegenden Maximaldruck abnimmt, treten vom Zeitpunkt t_4 an durch die Herzschläge verursachte Druckschwankungen auf. Diese Druckschwankungen werden mit dem Differentiator 59 erfasst. Der Diskriminator 69 erzeugt dann bei jeder durch einen Herzschlag bewirkten Druckschwankung, bei der der Differentialquotient dp/dt einen vorgegebenen Schwellwert von mindestens 100 Pa/s und beispielsweise 400 Pa/s überschreitet, einen Impuls. Diese Impulsfolge ist in Fig. 5 mit 155 bezeichnet.

Wenn sich der Druck in der Luft-Kammer 31 bei seiner Abnahme innerhalb eines gewissen Bereiches befindet, erzeugt das Blut beim Durchströmen der von der Manschette umschlossenen Arterie bei den durch einen Herzschlag erzeugten Blutstössen Geräusche, die sogenannten Korotkoff-Töne. Diese Korotkoff-Töne werden durch das Mikrofon 33 in elektrische Tonfrequenz-Signale umgewandelt und über die Filtermittel 51, die vorzugsweise auch eine Verstärkung ergeben, auf den Diskriminator 53 übertragen. Wenn die Spannungen der Korotkoff-Ton-Signale den durch den Diskriminator 53 festgelegten, unteren Schwellwert übersteigen, führt der zum Diskriminator gehörende Impulsformer dem Steuer-Teil 55 jeweils einen Impuls zu. Diese Impulsfolge ist in der Fig. 5 mit 157 bezeichnet und erstreckt sich vom Zeitpunkt t_5 bis zum Zeitpunkt t_6 .

Im Steuer-Teil werden die durch die Druckschwankungen erzeugten Impulse und die durch die Korotkoff-Töne erzeugten Impulse einem UND-Tor zugeführt. Das UND-Tor bildet eine Koinzidenzschaltung und öffnet während jedes Impulses der Impulsfolge 155 ein Fenster für die Impulse der Impulsfolge 157. Vom Mikrofon herkommende Signale werden also nur weiterverarbeitet, wenn sie in ein durch eine Druckschwankung geöffnetes Fenster fallen, d. h. wenn zwischen den Ton-Signalen und den Druckschwankungen eine Koinzidenz besteht. Dadurch können die Korotkoff-Töne von Störgeräuschen unterschieden und die letzteren unterdrückt werden.

Der Steuer-Teil 55 enthält ein elektronisches Schaltorgan, das den Ausgang des Verstärkers 57 vom Einschalten des Gerätes an mit dem Speicher 63 verbindet.

Der Steuer-Teil 55 enthält ferner Mittel, um das Erscheinen des ersten, das vorgenannte UND-Tor passierenden Korotkoff-Signals festzustellen. Wenn das erste Korotkoff-Signal eintrifft, wird die vom Verstärker 57 des Druck-

messkanals kommende Leitung vom Speicher 63 abgetrennt. In diesem wird daher die Grösse des beim Eintreffen des ersten Korotkoff-Ton-Signals vorhandenen Druckes, d. h. der systolische Druck, gespeichert.

Wenn nun der Druck in der Luft-Kammer 31 absinkt, folgen dem ersten Korotkoff-Ton weitere Korotkoff-Töne. Der Steuer-Teil 55 enthält Mittel, die den Ausgang des Verstärkers 57 bei jedem Korotkoff-Ton, d. h. bei jedem Impuls der Impulsfolge 157, kurzzeitig mit dem Speicher 65 verbinden. In diesem wird also bei jedem Korotkoff-Ton ein neuer Druckwert gespeichert, wobei die Grösse dieser Druckwerte sukzessive abnimmt. Wie bereits erwähnt, erstreckt sich die Impulsfolge 157 bis zum Zeitpunkt t_6 . Da nach dem Zeitpunkt t_6 keine weiteren Impulse mehr folgen, bleibt der im Zeitpunkt t_6 gemessene Wert des Druckes p bis zum Abschalten des Gerätes im Speicher 65 gespeichert. Dieser Speicher-Wert stellt den diastolischen Druck dar.

Der Steuer-Teil 55 weist nun auch noch Schaltungs-Mittel auf, durch die festgestellt wird, wann während eines vorgegebenen Zeitintervalls von 2 bis 10 und beispielsweise 5 Sekunden kein Korotkoff-Ton mehr auftritt. Am Ende dieses Zeitintervalls, nämlich im Zeitpunkt t_7 , führt der Steuer-Teil 55 dem Regler 61 ein Signal zu, das bewirkt, dass das Ventil 37 ganz geöffnet wird. Der Druck p sinkt dann sehr schnell ab und erreicht im Zeitpunkt t_8 den Wert Null, d. h. den Umgebungs-Luftdruck.

Der Steuer-Teil setzt ferner vorübergehend den Herzfrequenzmesser 71 in Betrieb, so dass dieser während des Auftretens der Impulsfolge 155 die Herzfrequenz misst und deren Mittelwert bestimmt. Dieser wird dann im Speicher des Herzfrequenzmessers 71 bis zum Abschalten des Gerätes gespeichert.

Der Steuer-Teil 55 ist nun derart beschaffen, dass der Speicher 63 oder der Speicher 65 oder der die Herzfrequenz speichernde Speicher durch kurzes Drücken des Drucktastenschalters 21 zyklisch abgefragt werden können. Der betreffende, in analoger Form gespeicherte Speicher-Wert wird dann dem Anzeigesteuer-Teil 67 zugeführt und von diesem in ein Digital-Signal umgewandelt. Dieses wird der Anzeige-Einheit 27 zugeführt, so dass diese also wahlweise den systolischen oder den diastolischen Druck oder die Herzfrequenz anzeigt. Durch ein dabei ebenfalls angezeigtes Symbol, nämlich ein Dreieck mit nach oben gerichteter Spitze, ein Dreieck mit nach unten gerichteter Spitze oder dem Buchstaben P wird von der Anzeige-Einheit noch die gerade angezeigte Variable gekennzeichnet.

Wenn alle drei Speicher-Werte abgelesen wurden, kann das Gerät durch kurzes Drücken des EIN/AUS-Drucktastenschalters 25 ausgeschaltet werden, womit die Messung abgeschlossen ist.

Nachdem die allgemeine Arbeitsweise der Einrichtung dargelegt wurde, sollen nun noch einige Besonderheiten im Zusammenhang mit der Druckmessung näher erläutert werden. Die Anzeige des Druckes kann wahlweise in Kilopascal oder Torr erfolgen, und zwar sowohl bei der fortlaufenden Druckanzeige während der Messung als auch beim Herauslesen der Speicher. Die Umschaltung von Kilopascal auf Torr und umgekehrt erfolgt dadurch, dass der nichteinrastende Drucktastenschalter 23 kurz gedrückt wird. Das Drücken des Schalters 23 bewirkt, dass der Steuersignalgeber 143 das Schaltorgan 141 schliesst bzw. wieder öffnet. Das dem Druck-Korrektor vom Impedanzwandler 131 zugeführte, ein Mass für den Druck gebende Analog-Signal wird nämlich je nach dem Schaltzustand des Schaltorgans 141 durch das die Widerstände 133, 137, 139 aufweisende Widerstands-Netzwerk verschieden stark abgeschwächt. Die Widerstände 133, 137 und 139 sind nun derart festgelegt, dass das dem Druck-Korrektor 135 zugeführte Analog-Signal bei

offenem, d. h. sperrendem Schaltorgan 141 den Druck in Torr und bei geschlossenem, d. h. leitendem Schaltorgan 141 den Druck in Kilopascal darstellt. Der Steuersignalgeber 143 führt dann jeweils dem Analog/Digital-Wandler 145 noch ein den Zustand des Schaltorgans 141 kennzeichnendes Signal zu, so dass die Anzeige-Einheit je nachdem die Einheit Kilopascal oder Torr anzeigt.

Beim Herauslesen der Speicher 63 und 65, d. h. bei der Anzeige des systolischen und diastolischen Druckes wird der angezeigte Wert in Abhängigkeit vom Armumfang der untersuchten Person korrigiert. Für die Durchführung dieser Korrektur führt die Mess-Schaltung 81 dem Korrekturwert-Geber 83 ein Analog-Signal zu, dessen Grösse ein Mass für den Arm-Umfang U gibt. Ferner führt der Steuer-Teil 55 dem Korrekturwert-Geber 83 beim Herauslesen des Speichers 63 oder des Speichers 65 ein diese Vorgänge kennzeichnendes Signal zu. Der Korrekturwert-Geber 83 enthält nun Mittel, um ein analoges Korrektur-Signal zu erzeugen, dessen Grösse einerseits vom Arm-Umfang und andererseits davon abhängig ist, ob gerade der systolische oder der diastolische Druck herausgelesen wird. Der Druck-Korrektor 135 korrigiert dann das ihm vom Impedanzwandler 131 zugeführte, ein Mass für den Druck gebende Analog-Signal entsprechend dem Korrektur-Signal und führt dem Analog/Digital-Wandler 145 ein korrigiertes Signal zu.

Es sei darauf hingewiesen, dass nur die aus den Speichern 63 und 65 herausgelesenen Druck-Signale, nicht aber die im Verlaufe der Messung fortlaufend in Zeitabständen von beispielsweise 0,3 s zugeführten, ein Mass für den momentanen Druck gebenden Signale korrigiert werden. Die ein Mass für die Herzfrequenz gebenden Signale werden dem Analog/Digital-Wandler 145 vom Steuer-Teil direkt, d. h. unter Umgehung des Druck-Korrektors 135 zugeführt und natürlich auch keiner Korrektur unterworfen.

Nun soll noch der Einfluss des Arm-Umfangs und die Art der vorgenommenen Druck-Korrekturen erläutert werden. Der Druckmesskanal ist mittels eines nichtdargestellten Einstellorgans derart geeicht, dass bei einem normalen, d. h. mittelgrossen Arm-Umfang, der richtige Druck angezeigt wird. Wenn der Umfang des Armes grösser als üblich ist, werden die ohne Korrektur ermittelten Druckwerte grösser als die tatsächlichen Druckwerte. Wenn nämlich der Arm-Umfang im Vergleich zur Breite der Manschette zunimmt, wird der durch Aufblasen der Manschette erzeugte Druck durch das Körpergewebe nicht mehr vollständig bis zur Arterie übertragen. Wenn der Arm-Umfang unter der normalen Grösse liegt, sind dagegen die ohne Korrektur ermittelten Druckwerte kleiner als die tatsächlichen Druckwerte.

Im folgenden sei unter p allgemein der unkorrigierte Druck und unter p^* der wahre, korrigierte Druck zu verstehen. Ferner seien insbesondere unter p_s und p_D der unkorrigierte systolische bzw. diastolische Druck und unter p_s^* und p_D^* der korrigierte, systolische bzw. diastolische Druck zu verstehen. Wie experimentelle Untersuchungen gezeigt haben, kann der Zusammenhang zwischen unkorrigiertem und korrigiertem Druck in guter Näherung durch die folgende, allgemeine Beziehung dargestellt werden:

$$p^* = p - k(U - a) \quad (3)$$

Dabei ist U wiederum der Umfang des Arms und a und k sind Konstanten. Die Konstanten a und k sind dabei für den systolischen und den diastolischen Druck etwas verschieden. Wenn man unter k_s , a_s die für die Korrektur des systolischen Druckes und unter k_D , a_D die für die Korrektur des diastolischen Druckes gültigen Konstanten versteht, erhält man also die Ausdrücke:

$$p_s^* = p_s - k_s(U - a_s) \quad (4)$$

und

$$p_D^* = p_D - k_D(U - a_D) \quad (5)$$

Die Grösse der Konstanten ist von der Breite und sonstigen Ausbildung der Manschette 1 abhängig. Für eine 12 cm breite Manschette wurden die folgenden Werte ermittelt:

$$a_s = 28 \text{ cm}, k_s = 0,17 \text{ kPa/cm}$$

$$a_D = 18 \text{ cm}, k_D = 0,12 \text{ kPa/cm}$$

Der Korrekturwert-Geber 83 enthält nun Mittel, um aufgrund der gemessenen Kapazität C nach den Formeln (1) und (2) den Umfang U zu ermitteln und dann Korrektur-Signale zu erzeugen. Diese können beispielsweise Analog-Signale, d. h. Spannungen sein, die bei der Anzeige des systolischen Druckes proportional zum Summanden $k_s(U - a_s)$ sind.

Wenn nun zur Anzeige des systolischen Druckes der Speicher 63 herausgelesen wird, führt der Korrekturwert-Geber 83 dem Druck-Korrektor 135 das zum Summanden $k_s(U - a_s)$ proportionale Spannung zu. Der beispielsweise eine Addier/Subtrahier-Schaltung aufweisende Druck-Korrektor 135 führt dann entsprechend dem negativen oder positiven Wert des Summanden $k_s(U - a_s)$ eine Addition bzw. Subtraktion der ihm vom Impedanzwandler 131 und vom Korrektur-Geber 83 gelieferten Analog-Signale durch und liefert an seinen Ausgang ein Analog-Signal, nämlich eine Spannung, die proportional zum wahren Druck p_s^* ist.

Beim Herauslesen des Speichers 65 und Anzeigen des diastolischen Druckes wird in analoger Weise eine Korrektur gemäss der Formel (5) vorgenommen.

Die in der Fig. 6 dargestellte Manschette 201 ist mit einem Band 291, einem Bügel 293 und einem resistiven Messwandler 243 versehen. Dieser weist eine aus elektrischem Widerstandsmaterial gebildete Widerstands-Bahn 301 auf, die in der Längsrichtung des Bandes 291 verläuft und sich mindestens über einen Teil von dessen Länge erstreckt. Die Bahn 301 befindet sich dabei auf derjenigen Seite des Bandes, die bei dem den Arm umschliessenden Band-Teil dem Arm abgewandt ist. Das eine Ende 291a des Bandes ist am Bügel 293 befestigt, während das Band-Ende 291b bei befestigter Manschette durch den Bügel 293 hindurchgezogen und um dessen einen Schenkel herumgeschlagen ist. In der Nähe des Band-Endes 291b ist ein Abgreif-Kontakt 303 am Band 291 befestigt, und zwar auf derjenigen Bandseite, die nach dem Herumschlagen um den einen Bügelschenkel der Widerstands-Bahn 301 zugewandt ist. Das sich beim Band-Ende 291a befindende Ende der Widerstands-Bahn 301 sowie der Abgreif-Kontakt 303 sind je mit dem Leiter des Kabels verbunden, das die Manschette mit dem die Elektronik-Bauteile enthaltenden Gerät verbindet.

Im übrigen ist die Manschette 201 ähnlich ausgebildet wie die Manschette 1. Wenn die Manschette 201 an einem Arm befestigt wird, liegt der Abgreif-Kontakt 303 an einer vom Arm-Umfang abhängigen Stelle an der Widerstands-Bahn 301 an. Der zwischen den Anschlüssen des Messwandlers 243 gemessene Widerstand gibt also ein Mass für den Umfang des Arms.

Das Gerät, mit dem die Manschette 201 verbunden ist, weist unter anderem eine Mess-Schaltung 281 auf, deren Schaltschema in der Fig. 7 ersichtlich ist. Die Mess-Schaltung 281 weist eine Gleichstrom-Konstantstromquelle 313 auf. Der eine Anschluss des Messwandlers 243 ist mit der

Masse und dem Massenanschluss der Konstantstromquelle 313 verbunden. Der andere Messwandler-Anschluss ist mit dem nichtinvertierenden Eingang eines voll gegengekoppelten Verstärkers 315 sowie über einen Widerstand 311 mit dem nicht an Masse liegenden Anschluss der Konstantstromquelle 313 verbunden.

Der Ausgang des Verstärkers 315 bildet auch den Ausgang der Mess-Schaltung 281 und ist mit einem Korrekturwert-Geber verbunden. Dieser ist derart ausgebildet, dass er eine dem Korrekturwert-Geber 83 entsprechende Funktion ausüben kann. Die Mess-Schaltung 281 und/oder der nachgeschaltete Korrekturwert-Geber sind mit manuell einstellbaren, nichtdargestellten Einstellorganen zum Abgleichen und Eichen des Umfangsmess-Kanals versehen. Die restlichen pneumatischen und elektronischen Bauelemente des Gerätes, mit dem die Manschette 1 verbindbar sind, sind ebenfalls ähnlich ausgebildet wie bei Gerät 3.

Nun sollen noch einige weitere mögliche Varianten der Blutdruckmesseinrichtung erwähnt werden.

Zunächst sei erwähnt, dass der in der Fig. 4 als separates Bauelement dargestellte Niederfrequenz-Generator 113 ganz oder teilweise mit einem für den Betrieb des Analog/Digital-Wandlers 145 notwendigen Frequenzgenerator kombiniert werden kann.

Ferner könnte die dreieckige Elektrode 103 des kapazitiven Messwandlers 43 durch eine Elektrode ersetzt werden, deren Breite in der Bandlängsrichtung nicht linear, sondern in einer andern Weise ändert, wobei aber die Änderung der Breite zweckmässigerweise entweder monoton zu- oder monoton abnehmend ist. Durch eine solche Ausgestaltung der Messwandler-Elektrode kann ein bestimmter, nichtlinearer Zusammenhang zwischen Arm-Umfang und Messwandler-Kapazität erreicht werden, was unter Umständen die Ausbildung des Korrekturwert-Gebers und/oder Druck-Korrektors vereinfacht.

In analoger Weise könnte beim resistiven Messwandler 243 auch die Breite und/oder Dicke der Widerstands-Bahn 301 entlang der Manschette variiert werden.

Gemäss den Formeln (3), (4) und (5) erfolgt die Korrektur der Druck-Messwerte dadurch, dass man von diesen ei-

nen Korrekturwert subtrahiert. Man könnte jedoch die vorzunehmende Korrektur auch durch andere Näherungsformeln ausdrücken. Es wäre dann beispielsweise möglich, die unkorrigierten Druck-Messwerte mit einem vom Umfang abhängigen Korrekturfaktor zu multiplizieren. In diesem Fall könnte der Druck-Korrektor 135 statt einer Addier/Subtrahier-Schaltung eine Multiplizier-Schaltung für die Multiplikation zweier analog dargestellter Grössen enthalten.

In diesem Zusammenhang sei noch bemerkt, dass die Korrektur statt gemäss irgendwelcher Formeln auch dadurch vorgenommen werden könnte, dass eine Anzahl Korrekturwerte gespeichert werden, von denen jeder einem Umfangswert-Intervall zugeordnet wäre. Die Druckwerte würden dann je nach dem mit dem Messwandler ermittelten Arm-Umfang mit einem der gespeicherten Korrekturwerte korrigiert.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass der Umfang des Armes natürlich auch mit dessen Durchmesser verknüpft ist, und dass der Druck auch in Abhängigkeit vom Druckmesser korrigiert werden könnte. Es könnte auch ein Messwandler zur direkten Messung des Durchmessers vorgesehen werden. Ein solcher Messwandler könnte beispielsweise eine Ultraschallquelle und Mittel zur Erfassung der Laufzeit der Ultraschallwellen aufweisen.

Bei dem anhand der Fig. 1 bis 5 erläuterten Ausführungsbeispiel der Blutdruckmesseinrichtung werden die Druckwerte beim Herauslesen aus den Speichern 63 und 65 korrigiert. Es wäre nun auch möglich, die Druckwerte bereits beim Einlesen in die Speicher zu korrigieren. Ferner könnten auch die während der Blutdruckmessung fortlaufend angezeigten Druckwerte in Abhängigkeit vom Arm-Umfang korrigiert werden. Des weitern könnte das Gerät mit einem Schalter ausgestattet werden, mit dem nach Wunsch festgelegt werden könnte, ob das Gerät eine Druck-Korrektur durchführen soll oder nicht.

Zudem sei noch erwähnt, dass die Einrichtung auch für den Fall adaptiert werden könnte, dass die Manschette nicht an den Armen, sondern an andern Gliedern, nämlich etwa an den Beinen, der zu untersuchenden Person befestigt wird.

Fig. 1

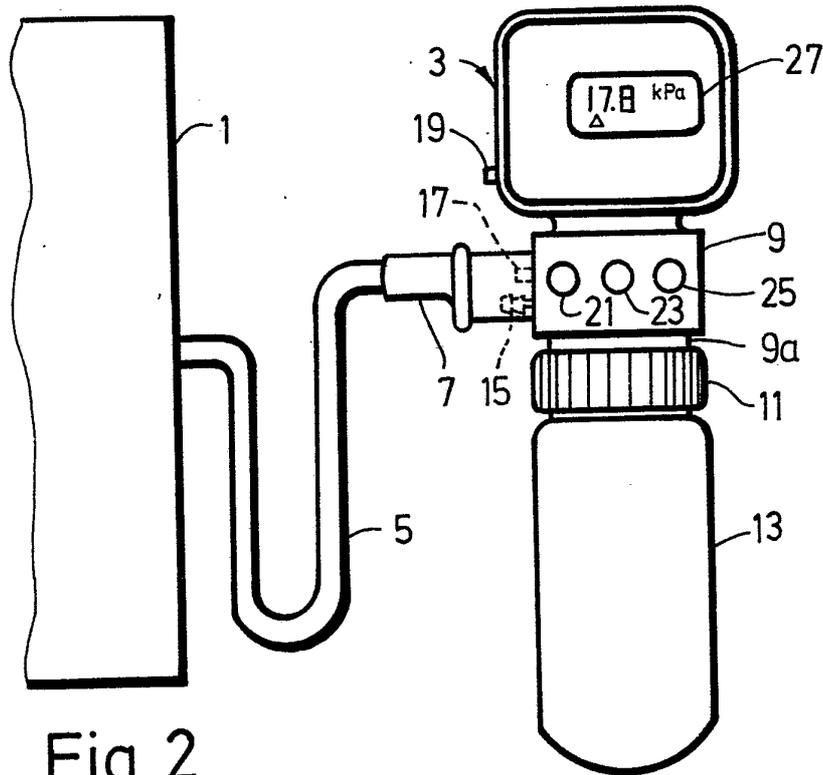
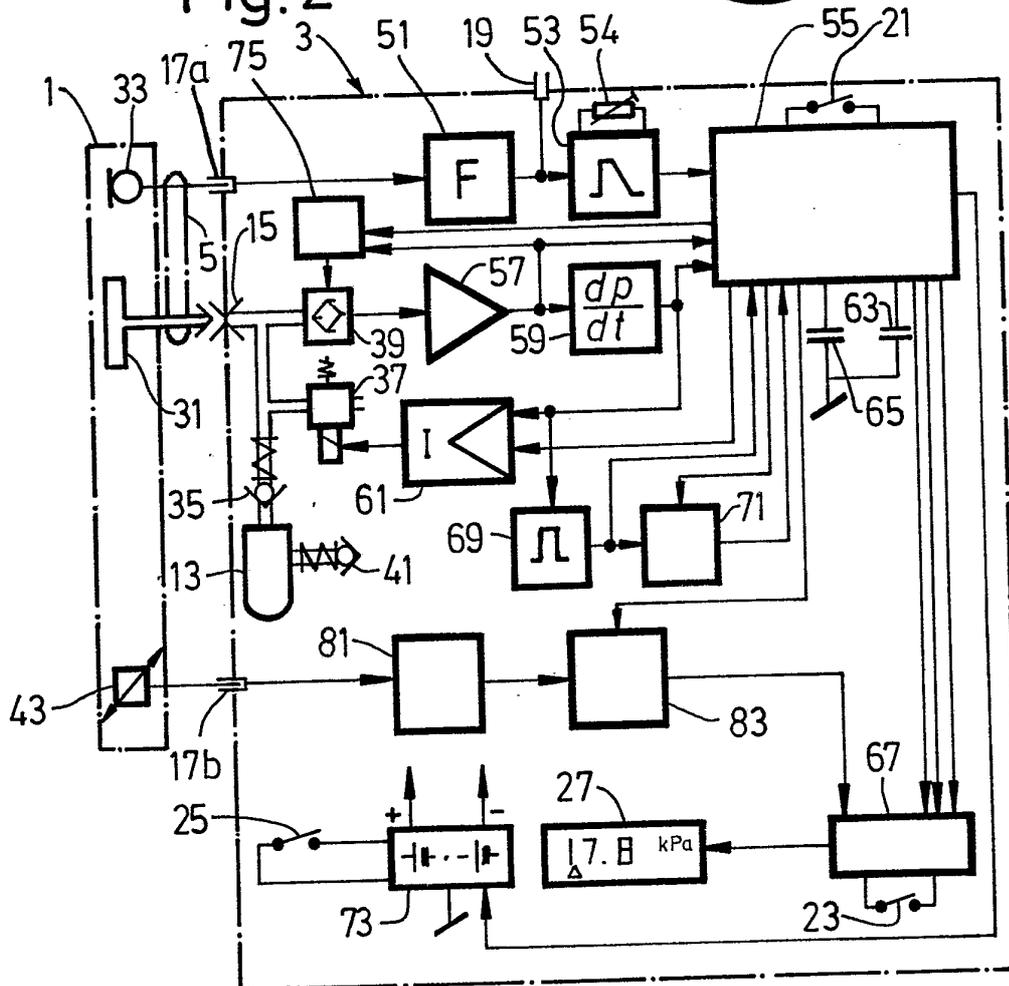


Fig. 2



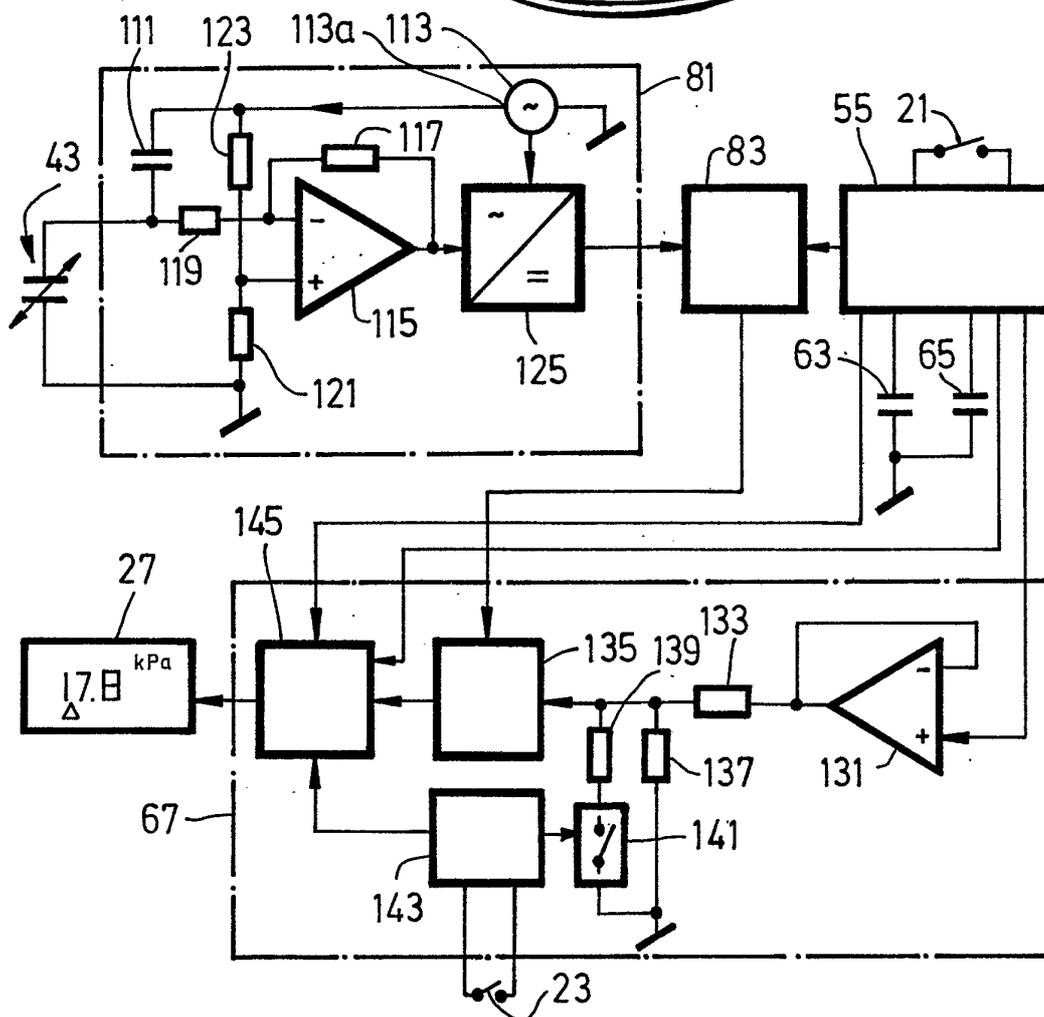
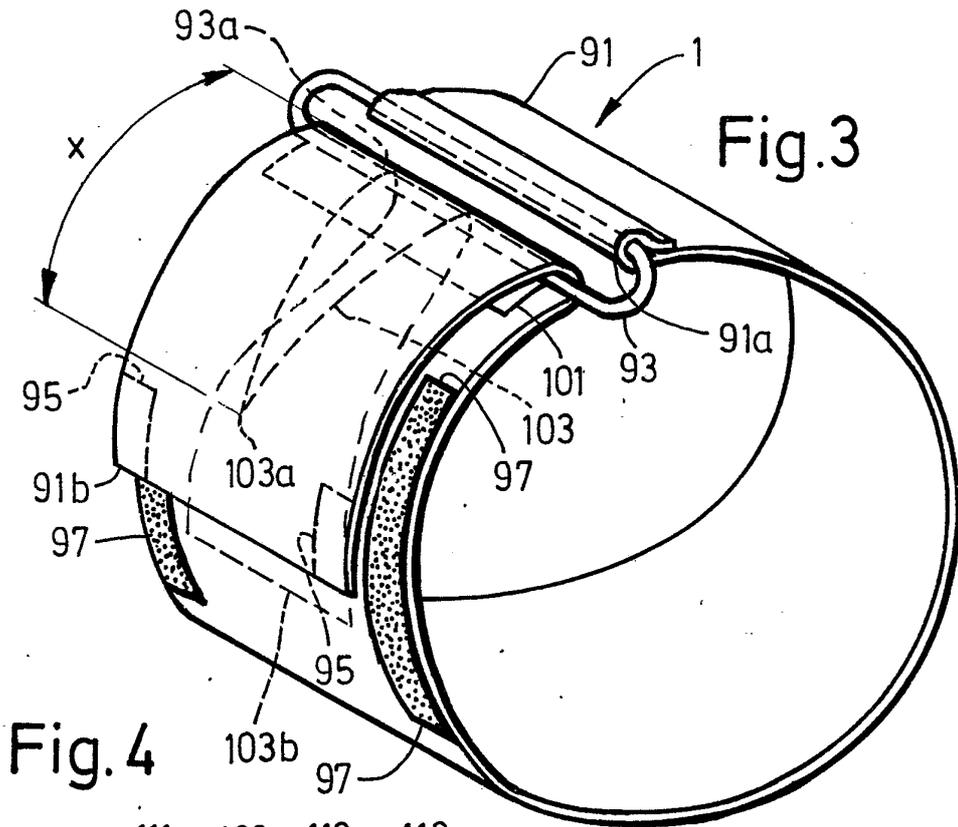


Fig. 5

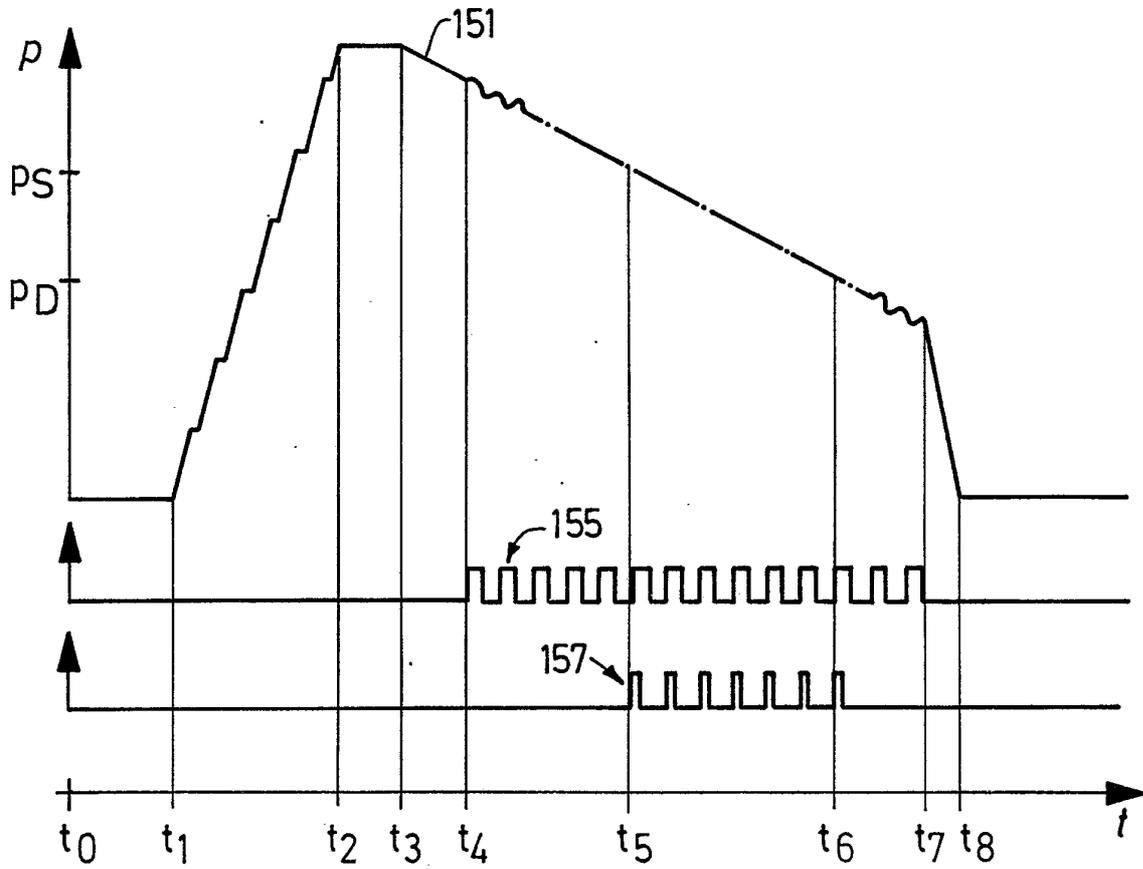


Fig. 6

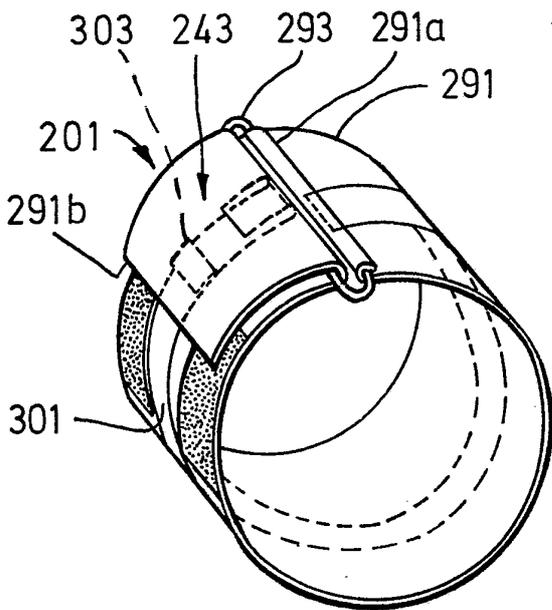


Fig. 7

