



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 650 332 A5

⑤ Int. Cl.⁴: G 01 D 3/02
G 06 M 3/00

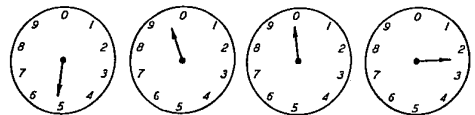
Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑰ Gesuchsnummer: 4371/79</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 10.05.1979</p> <p>㉓ Priorität(en): 12.05.1978 US 905538</p> <p>㉔ Patent erteilt: 15.07.1985</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.07.1985</p>	<p>⑰ Inhaber: Cain Encoder Company, Greenville/NC (US)</p> <p>⑰② Erfinder: Hess, Donald T., Garden City/NY (US)</p> <p>⑰④ Vertreter: Patentanwälte Dr.-Ing. Hans A. Troesch und Dipl.-Ing. Jacques J. Troesch, Zürich</p>
--	---

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Fehlerkorrektur bei der Fernablesung von Messeinrichtungen mit mindestens zweistelligen Anzeigewerten.

⑤⑦ Bei Zählern mit mehreren dem Stellenwert der Ziffern des Messergebnisses entsprechenden stufenlos beweglichen Zeigern, deren Anzeige von dem Zeiger für den niedrigsten Stellenwert beginnend abgelesen wird, ergeben sich aus mechanischen Ungenauigkeiten der Zeigerstellungen Fehler. Diese werden durch Korrekturwerte ausgeglichen, die auf den Mittelwert zwischen zwei festen Punkten der Skalen der Anzeigevorrichtung für den jeweils höheren Stellenwert abgestimmt sind. Die festen Punkte begrenzen den Bereich der Skala, an dem der Zeiger bei der Ablesung vorbeigeführt wird. Die Korrekturwerte sind von der Ablesung der Zeigerstellung in der vorausgehenden Anzeigevorrichtung mit dem geringeren Stellenwert abhängig und werden den Ablesewerten der Anzeigevorrichtung für die jeweils höheren Stellenwerte zugezählt oder von ihnen abgezogen. Bei Fernablesung mit Hilfe elektrischer Felder werden die Korrekturwerte elektronisch erfasst und in die Ablesung der jeweils nachfolgenden Anzeigevorrichtung der höheren Stellenwerte eingegeben.



	ANZEIGE	ÄNDERUNG	ERGEBNIS	AUSGANGSSIGNAL
ERSTE	2,3			2
ZWEITE	9,8	+ 0,3	10,1	0
DRITTE	9,3	+ 0,3	9,6	9
VIERTE	5,1	+ 9,7 †	14,8	4
				4902

† GLEICHWERTIG MIT -0,3

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Fehlerkorrektur bei der Fernablesung von Messeinrichtungen mit mindestens zweistelligen Anzeigewerten, die sich aus der Stellung von mindestens zwei kontinuierlich bewegbaren Zeigern ergeben, von denen die Stellung des einen Zeigers einen niedrigeren und die Stellung des anderen Zeigers einen höheren Stellenwert der Anzeige darstellt, wobei die Bewegung des den höheren Stellenwert liefernden Zeigers in einem Verhältnis $1/N$ zu der Bewegung des den niedrigeren Stellenwert angegebenden Zeigers steht und den Zeigern Skalen mit jeweils N ganzzahligen Skalenwerten zugeordnet sind und wobei sich die Fehlerkorrektur auf Ungenauigkeiten bezüglich der mechanischen Stellung der Zeiger bezieht, dadurch gekennzeichnet, dass das Fernablesen durch Abtasten der Stellungen der Zeiger mittels Fühler erfolgt, wobei beim Zeiger für den niedrigsten Stellenwert begonnen wird, und dass bei jeder auf die Ablesung des niedrigsten Stellenwertes folgenden Ablesung des jeweils nächsthöheren Stellenwertes in Abhängigkeit von dem auf seinen ganzzahligen Betrag nach unten abgerundeten Wert der vorhergehenden Ablesung ein variabler Korrekturwert berücksichtigt wird, der, wenn der Wert der vorherigen Ablesung Null ist, gleich einem vorgegebenen Bruchteil des Differenzbetrages zwischen zwei benachbarten ganzzahligen Skalenwerten ist und gleichmässig oder stufenweise bis zum negativen Wert dieses Bruchteils abnimmt, wenn der Wert der vorherigen Ablesung vom Wert Null auf Werte bis zum Wert N steigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Korrekturwert ein mechanischer Fehler bis zur Hälfte des Abstandes zwischen benachbarten ganzen Zahlen auf der Skala des den jeweils höheren Stellenwert angegebenden Zeigers ausgeglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der sich über 360° erstreckende Drehbereich jedes einer Skala der Messeinrichtung zugeordneten Zeigers in n Abschnitte unterteilt wird, dass in jedem dieser Abschnitte zumindest in etwa der Mittelwert, der sich bei kontinuierlicher Abnahme des Korrekturwertes in diesem Abschnitt ergeben würde, als mittlerer Korrekturwert für diesen Abschnitt konstant gehalten wird, dass derjenige Abschnitt ermittelt wird, in dem sich der der nächstniedrigeren Ziffernstelle zugeordnete Zeiger befindet, und dass die Anzeige des der nächsthöheren Ziffernstelle zugeordneten Zeigers um den Korrekturwert berichtigt wird, der gleich dem mittleren Korrekturwert des Abschnittes ist, in dem sich der der nächstniedrigeren Ziffernstelle zugeordnete Zeiger befindet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass n eine ungerade Zahl ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass n den Wert 5 hat und der mittlere Korrekturwert bei dem ersten Abschnitt $+0,4$, bei dem zweiten Abschnitt $+0,2$, bei dem dritten Abschnitt 0 , bei dem vierten Abschnitt $-0,2$ und bei dem fünften Abschnitt $-0,4$ beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass n den Wert 3 hat und der mittlere Korrekturwert bei dem ersten Abschnitt $+0,333$, bei dem zweiten Abschnitt 0 und bei dem dritten Abschnitt $-0,333$ beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturwert bei dem ersten Abschnitt auf $0,3$ und bei dem dritten Abschnitt auf $-0,3$ abgerundet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die bzw. jede Skala der Messeinrichtung mit den in gleichmässigen Abständen verteilten Zahlen 0 bis 9 versehen ist, dass der Korrekturwert $+0,3$ verwendet wird, wenn der angezeigte Wert $0, 1$ oder 2 beträgt, dass der Korrekturwert Null wird, wenn der angezeigte Wert $3, 4, 5$ oder 6 beträgt, und dass der Korrekturwert $-0,3$ verwendet wird, wenn der angezeigte Wert $7, 8$ oder 9 beträgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere verschiedenen Skalen zugeordnete Zeiger dadurch abgelesen werden, dass ein mit der betreffenden Skala konzentrisches rotierendes elektrisches Feld erzeugt wird, und dass die Phasendifferenz zwischen dem Nulldurchgang eines Bezugssignals und einem Signal ermittelt wird, das der jeweiligen Stellung des betreffenden Zeigers entspricht, wobei die ermittelte Phasendifferenz in einen Zahlenwert umgewandelt wird, und mit dem Zeiger der der niedrigsten Ziffernstelle zugeordneten Skala begonnen wird, und bei jeder auf die Ablesung der niedrigsten Ziffernstelle folgenden Ablesung der Wert $0,3$ hinzugefügt wird, wenn die vorherige Ablesung $0,1$ oder 2 betrug, während der Wert $0,3$ abgezogen wird, wenn die vorausgehende Ablesung $7, 8$ oder 9 betrug.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasendifferenz dadurch in einen Zahlenwert umgewandelt wird, dass Taktimpulse mittels eines Zählers gezählt werden, und dass zum Zweck des Hinzufügens des Wertes $0,3$ eine Voreinstellung des Zählers mit dem Wert 3 bewirkt wird, während zum Zweck des Abziehens von $0,3$ eine Voreinstellung des Zählers mit dem Zählergebnis -3 bewirkt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Anlegen des elektrischen Feldes an den bzw. jeden Zeiger der Messeinrichtung eine vorbestimmte Wartezeit eingehalten wird, bevor irgendwelche Phasenvergleiche durchgeführt werden.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 11 mit Fernablesung einer Messeinrichtung mit mehreren, verschiedenen Skalen zugeordneten Zeigern, wobei die Vorrichtung Einrichtungen zum Erzeugen mehrphasiger Wechselspannungssignale aufweist, ferner Einrichtungen zum Ausnutzen dieser Signale zum Erzeugen eines mit der betreffenden Skala der Messeinrichtung konzentrischen rotierenden elektrischen Feldes, Einrichtungen zum Ermitteln der Phasendifferenz zwischen dem einem Zeiger durch das elektrische Feld aufgedrückten Signal und einem Bezugssignal, das einer der erzeugten Phasen entspricht, sowie Einrichtungen zum Umwandeln der Phasendifferenz in einen Zahlenwert, gekennzeichnet durch Einrichtungen, die bewirken, dass die verschiedenen Zeiger nacheinander abgelesen werden, wobei mit dem der niedrigsten Ziffernstelle zugeordneten Zeiger begonnen wird, sowie Einrichtungen, die dazu dienen, bei den Umwandlungseinrichtungen den Wert $0,3$ hinzuzufügen, wenn die vorausgehende Anzeige $0, 1$ oder 2 betrug, und bei den Umwandlungseinrichtungen den Wert $0,3$ abzuziehen, wenn die vorherige Anzeige $7, 8$ oder 9 betrug.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zu den Umwandlungseinrichtungen ein Taktgeber (1) gehört, ein Zähler, Einrichtungen zum Freigeben des Zählers, damit der Zähler Taktimpulse des Taktgebers zwischen einem Nulldurchgang der Bezugsphase und dem Nulldurchgang des bezüglich eines Zeigers nachgewiesenen Signals aufnimmt, so dass das in dem Zähler enthaltene Zählergebnis zu der Phasendifferenz proportional ist, und dass zu den Einrichtungen zum Hinzufügen bzw. Abziehen eines Wertes Einrichtungen gehören, die dazu dienen, bei jeder Ablesung festzustellen, ob das in dem Zähler enthaltene Zählergebnis einer Zeigeranzeige von $0, 1$ oder 2 entspricht, und den Zähler vor der nächsten Ablesung auf das Zählergebnis $+0,3$ vor einzustellen, wenn dies nachgewiesen wird, und festzustellen, ob das Zählergebnis den Anzeigewert $7, 8$ oder 9 repräsentiert, und den Zähler vor der nächsten Ablesung auf den Wert $-0,3$ vor einzustellen, wenn dies nachgewiesen wird.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch Einrichtungen, welche die Freigabe des Zählers verhindern, bis das elektrische Feld während einer vorbestimmten Zeitspanne auf den betreffenden Zeiger aufgebracht worden ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass alle genannten Einrichtungen am Standort der Messeinrichtung angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Speichern des in der Messeinrichtung enthaltenen Wertes, nachdem eine Ablesung durchgeführt wurde, und eine Einrichtung zum Übermitteln dieses Wertes zu einer entfernten zentralen Stelle.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fehlerkorrektur bei der Fernablesung von Messeinrichtungen mit mindestens zweistelligen Anzeigewerten, die sich aus der Stellung von mindestens zwei kontinuierlich bewegbaren Zeigern ergeben, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In der US-PS 4 007 454 ist eine Fernablesevorrichtung für Messgeräte beschrieben, bei der von einem rotierenden elektrischen Feld Gebrauch gemacht wird, das mit der Drehachse des Zeigers des Mess- bzw. Anzeigergerätes konzentrisch ist. Bei dieser Vorrichtung wird die Wechselwirkung zwischen dem Zeiger des Messgeräts und dem elektrischen Feld ausgenutzt, um eine Anzeige der Zeigerstellung dadurch zu erhalten, dass die Phase des nachgewiesenen Signals mit der Phase eines Bezugssignals verglichen wird.

Bei einer solchen Vorrichtung zum Ablesen eines Messgeräts können sich Schwierigkeiten aus mechanischen Ungenauigkeiten ergeben, die bei dem Messgerät vorhanden sind. Bei den meisten Messgeräten oder Zählern, die regelmässig abgelesen werden müssen, sind mehrere Skalen mit zugehörigen Zeigern vorhanden, die z.B. bei Kilowattstunden die Einer bzw. die Zehner bzw. die Hunderter bzw. die Tausender anzeigen. In manchen Fällen befinden sich die Zeiger nicht genau in der richtigen Stellung. Wenn sich z.B. der Zeiger für die Einerwerte in der Stellung «2» befindet, nachdem er gerade die Nullstellung durchlaufen hat, müsste der Zeiger bei der Skala für die Zehneranzeige eine Stellung einnehmen, die zwei Zehnteln des digitalen Abstandes von einer signifikanten Ziffer entspricht, z.B. dem Wert 0,2. Infolge eines Fluchtungsfehlers kann jedoch der Zeiger der Zehnerskala z.B. bei 9,9 stehen. Werden die einzelnen Skalen unabhängig voneinander abgelesen, besteht somit die Gefahr, dass sich der Fehler bei der weiteren Verarbeitung der abgelesenen Werte auswirkt. Zwar könnte man jeder Skala Informationen unter Anwendung einer stärkeren Auflösung entnehmen und an einer zentralen Stelle decodieren, doch würde man in diesem Fall eine grössere Zahl von Informationen zu übermitteln haben.

Durch die Erfindung sind nunmehr ein Verfahren und eine Vorrichtung geschaffen worden, die gewährleisten, dass die von einem Zähler abgelesenen Werte genau sind und dass man über die abgelesenen Werte hinaus keine zusätzlichen Ausgangsdaten für jede Skala benötigt, so dass sich eine weitere Verarbeitung der abgelesenen Werte erübrigt.

Zwar wird die Erfindung im folgenden bezüglich ihrer Anwendung bei mit Zeigern versehenen Zählern beschrieben, doch lässt sich das erfindungsgemässe Verfahren zum Korrigieren von Fehlern auch in zahlreichen anderen Fällen anwenden. Die Erfindung ist allgemein bei jeder Vorrichtung anwendbar, welche die Merkmale eines Zählers aufweist. Dies bedeutet, dass zu der Vorrichtung mindestens zwei mechanisch bewegbare Anzeigeelemente gehören müssen, deren Stellungen von einem entfernten Ort aus abgelesen oder gefühlt werden sollen. Hierbei muss bei einem beliebigen Zahlensystem das eine Anzeigeelement einer niedrigeren Ziffernstelle und das andere Anzeigeelement einer höheren Ziffernstelle zugeordnet sein. Ein weiteres Merkmal der Vorrichtung muss darin bestehen, dass die Anzeigeelemente im wesentlichen stufenlos bewegbar sind und dass eine Bewegung des

Anzeigeelements für die niedrigere Ziffernstelle zwischen den beiden Grenzstellungen zu einer Bewegung des Anzeigeelementes für die höhere Ziffernstelle über eine kleinere Strecke führt. Wenn das Anzeigeelement für die niedrigere Ziffernstelle Bewegungen zwischen dem unteren und dem oberen Grenzwert ausführt, deren Anzahl gleich der Basis des Zahlensystems ist, muss dies zu einer Bewegung des Anzeigeelements für die höhere Ziffernstelle über eine Strecke führen, die gleich dem Abstand zwischen den zugehörigen Grenzwerten ist.

Bezeichnet man die Strecke zwischen den Grenzwerten oder Endstellungen mit X und die Basis des Zahlensystems mit N, führt eine Bewegung des Anzeigeelements für die niedrigere Ziffernstelle über eine Strecke X zu einer Bewegung des Anzeigeelements für die höhere Ziffernstelle über die Strecke X/N.

Wenn es sich bei der Anzeigevorrichtung um ein Gerät mit einer runden Skala handelt und wenn das Zahlensystem die Basis 10 hat, führt somit eine zehnmalige Drehung des Zeigers für die niedrigere Ziffernstelle um 360° zu einer Drehung des Zeigers für die nächsthöhere Ziffernstelle um 360° .

Ein weiteres Merkmal der Vorrichtung besteht darin, dass jede Ablesung abgerundet werden muss. Wird z.B. mit einem Zahlensystem mit der Basis 10 gearbeitet, soll die Abrundung jeweils auf die nächste ganze Zahl erfolgen. Ergibt sich ein abgelesener Wert von 2,5, soll dieser auf 2 abgerundet werden. Als Basis könnte man auch die Zahl 36 verwenden, um die 360 Winkelgrade eines Kreises darzustellen. Auch in diesem Fall wäre es erwünscht, wiederum die nächste ganze Zahl zu erhalten. Würde z.B. der Wert 245 angezeigt, der 245° entspricht, wird dieser Wert auf 24 abgerundet.

Das erfindungsgemässe Fehlerkorrekturverfahren wird im folgenden bezüglich eines Zählers mit Skalen bzw. Zeigern beschrieben. Hierbei handelt es sich jedoch lediglich um ein Beispiel für eine zweckmässige Ausführungsform. Erfindungsgemäss ist eine Korrektur auch bei anderen Anzeige- oder Zählvorrichtungen möglich, bei denen mechanische Fehler auftreten können.

Betrachtet man als Beispiel einen Zähler mit mehreren Skalen und Zeigern, wird gemäss der Erfindung allgemein gesprochen von der Stellung eines Zeigers für eine niedrigere Ziffernstelle zwischen Null und 360° Gebrauch gemacht, um eine variable Korrekturvorspannung für die Anzeige der Vorrichtung bezüglich der nächsthöheren Ziffernstelle derart zu erzeugen, dass sich eine Anzeige ergibt, die zwischen den beiden Zahlen oder genau in der Mitte zwischen den beiden Zahlen liegt, über die sich der Zeiger hinwegbewegt, wenn er sich genau in der richtigen mechanischen Stellung befindet. Der Anzeigewert erscheint dann als die untere der beiden Zahlen. Hierzu wird die Skala in mehrere Abschnitte bzw. Sektoren, und vorzugsweise in eine ungerade Zahl von n Abschnitten unterteilt, und dann werden nacheinander alle Skalen abgelesen, wobei mit der Skala für die niedrigste Ziffernstelle begonnen wird; hierbei wird nach der ersten Skala bei jeder weiteren Skala ein Korrekturwert hinzugefügt, der auf dem Abschnitt basiert, in welchem sich der Zeiger bei der vorausgehenden Skala befand.

Bei einem Zähler mit mehreren Skalen entspricht eine volle Umdrehung des Zeigers für eine niedrigere Ziffernstelle einer Bewegung des Zeigers für die nächsthöhere Ziffernstelle zwischen zwei benachbarten Zahlen. Als Beispiel sei angenommen, dass die niedrigste Ziffernstelle für die Zehntel einer Kilowattstunde vorgesehen ist, während die nächsthöhere Ziffernstelle ganze Kilowattstunden darstellt. Ferner sei angenommen, dass sich der Zeiger bei der niedrigeren Ziffernstelle in der Stellung 0 befindet, während der Zeiger bei der nächsten Ziffernstelle auf 4 steht. Bei einer Weiterdrehung des Zei-

gers für die niedrigere Ziffernstelle von 0 bis zum erneuten Erreichen der 0-Stellung muss sich der Zeiger für die nächsthöhere Ziffernstelle von 4 nach 5 bewegen. Wenn der Zeiger für die niedrigste Ziffernstelle bei der Zahl 8 steht, soll der Zeiger für die nächsthöhere Ziffernstelle acht Abschnitte der Strecke zwischen 4 und 5 zurückgelegt haben.

Werden die Skalen abgelesen, wobei eine Vorrichtung benutzt wird, wie sie in der US-PS 4 007 454 beschrieben ist, bzw. eine Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung, erfolgt die Ablesung gewöhnlich auf eine Dezimalstelle, d.h. bei dem hier gewählten Beispiel müsste der Wert 4,8 abgelesen werden, wenn kein Fehler auftritt. Unter diesen Umständen würden von der Skala für volle Kilowattstunden 4 Kilowattstunden abgelesen, denn da der Zeiger der Skala für zehntel Kilowattstunden auf 8 steht, würde sich eine Anzeige für 0,8 kWh ergeben, die hinzugefügt werden muss. Daher wird bei diesem Beispiel die höchste Ziffernstelle der gemessenen Stellung verwendet, von der Gebrauch gemacht wird und bei der es sich um die Zahl 4 handelt. Hierbei besteht ein Problem darin, dass es möglich ist, dass der Zeiger für die nächsthöhere Ziffernstelle infolge einer mechanischen Störung nicht etwa auf 4,8 steht, sondern fälschlicherweise schon 5,0 anzeigt. In diesem Fall würde anstelle des richtigen Wertes 4,8 der falsche Wert 5,8 angezeigt.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Stellung eines Zeigers, der sich zwischen zwei Zahlen, z.B. den Zahlen 4 und 5, bewegt, so zu korrigieren, dass der Fühler bei der Bewegung zwischen diesen Zahlen so beeinflusst wird, dass er stets anzeigt, dass sich der Zeiger genau in der Mitte zwischen den Zahlen befindet und dass der angezeigte Wert z.B. 4,5 beträgt. Dies ermöglicht die Berücksichtigung des maximal vorkommenden mechanischen Fehlers, der plus oder minus die Hälfte des Abstandes zwischen den beiden Zahlen betragen kann. Das genaueste Verfahren zur Durchführung einer solchen Korrektur würde darin bestehen, dass ständig ein Korrektoreinfluss ausgeübt wird. Mit anderen Worten, wenn sich der Zeiger für eine niedrigere Ziffernstelle über einen Bereich von 360° bewegt, würde auf den Fühler für die nächsthöhere Ziffernstelle ständig ein Korrektoreinfluss ausgeübt, um diesen Zeiger in seiner Mittelstellung zu halten. Wenn sich z.B. der Zeiger für die nächsthöhere Ziffernstelle zwischen 4 und 5 bewegt, während der Zeiger für niedrigere Ziffernstelle den Wert 0 anzeigt, würde der hinzuzufügende Korrekturwert +0,5 betragen. Steht der Zeiger für die niedrigere Ziffernstelle auf 0,1, müsste man entsprechend eine Korrektur von +0,4 hinzufügen usw. Wenn der Zeiger für die niedrigere Ziffernstelle die Stellung 0,5 erreicht, die 180° entspricht, hat die Korrektur den Wert Null. Erreicht der Zeiger die Stellung 6, würde der Korrekturwert -0,1 verwendet, um den Zeiger für die nächsthöhere Ziffernstelle auf 4,5 zurückzuführen.

Zwar lässt sich mit Hilfe einer kontinuierlichen Korrektur die höchste Genauigkeit erzielen, doch hat eine Untersuchung gezeigt, dass sich eine ausreichende Genauigkeit erreichen lässt, wenn man mit einem Quantisierungsverfahren arbeitet. Hierbei wird der 360°-Bereich der Skala in n Abschnitte, und zwar vorzugsweise in eine ungerade Anzahl von Abschnitten unterteilt. Beispielsweise kann man den 360°-Bereich in 3, 5, 7 usw. Abschnitte unterteilen. Im folgenden sei eine Unterteilung in fünf Abschnitte angenommen. Jeder Abschnitt oder Sektor würde sich über den zweifachen Abstand zwischen zwei benachbarten Zahlen erstrecken, d.h. es ist jeweils ein Abschnitt zwischen 0 und 2, zwischen 2 und 4, 4 und 6 usw. vorhanden. Der Korrekturwert, der bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung hinzugefügt wird, entspricht annähernd der mittleren Korrektur für den betreffenden Abschnitt. Zunächst sei der erste Abschnitt zwischen 0 und 2 betrachtet. Die Korrektur für 0 würde 0,5 und die Korrektur für 2 würde 0,3 betragen. Der Mittelwert dieser beiden Korrektur-

werte beträgt 0,4. Wenn in diesem Fall der erste Zeiger auf 0 oder 1 steht, beträgt somit die hinzuzufügende Korrektur 0,4. Entsprechend beträgt die Korrektur 0,2, wenn der Zeiger zwischen 2 und 4 steht. Steht der Zeiger z.B. auf 2 oder 3, wird der Korrekturwert 0,2 hinzugefügt.

Weiterhin wurde festgestellt, dass sich eine ausreichende Genauigkeit auch dann erzielen lässt, wenn man den Bereich von 360° in nur drei Abschnitte unterteilt. Theoretisch würde sich der erste Abschnitt von 0 bis 3,33, der zweite Abschnitt von 3,33 bis 6,66 und der dritte Abschnitt von 6,66 bis 0 erstrecken. Bei dem ersten Abschnitt würde die mittlere Korrektur dem Mittelwert von 0,5 und 0,166 entsprechen, so dass sich ein Wert von +0,33 ergibt. Im zweiten Abschnitt ergibt sich als Mittelwert von +1,66 und -1,66 der Korrekturwert 0. Entsprechend würde der Mittelwert im dritten Abschnitt -0,33 betragen. Bei dem nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist dieser Korrekturwert jedoch auf 0,3 abgerundet.

Zur weiteren Veranschaulichung der Erfindung sei das vorstehende Beispiel näher betrachtet. Es sei angenommen, dass der Zeiger für die niedrigste Ziffernstelle den Wert 2,3 anzeigt. Hierbei wird nur die höchste Ziffernstelle verwendet und ausgegeben. Zum Zweck der Ausgabe wird bei einem binär codierten Dezimalzähler eine Zählung vom Nulldurchgang einer Bezugssinuswelle bis zum Nulldurchgang des nachgewiesenen Signals durchgeführt. Hierauf beginnt die Ablesung bei der nächsten Skala. Wenn der erste Zeiger 0, 1 oder 2 anzeigt, wird jedoch vorher dem Zähler der Korrekturwert 0,3 eingegeben. Lautet die Anzeige 7, 8 oder 9, wird dem Zähler der Korrekturwert -0,3 eingegeben. Zu diesem Zweck wird tatsächlich die Zahl 9,7 hinzugefügt. Eine logische Vergleichseinrichtung dient dazu, Grösse und Vorzeichen der Korrektur zu wählen. Auf eine noch zu erläuternde Weise wird hierdurch praktisch ein mechanischer Fehler bzw. ein Linearitätsfehler von $3 \times 3,6^\circ$ bzw. $10,8^\circ$ korrigiert. Bei den durch den Zeiger angezeigten Zwischenwerten von 3 bis 6 wird keine Korrektur durchgeführt.

Das gleiche Verfahren zum vorherigen Einstellen der Korrektur bei einer Messeinrichtung kann bei einer Unterteilung in fünf oder mehr Abschnitte angewendet werden. Der einzige Unterschied besteht hierbei darin, dass man zusätzliche logische Vergleichseinrichtungen benötigt, um weitere Korrekturwerte zu gewinnen. Auf welche Weise dies geschieht, ergibt sich für jeden Fachmann aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1a in Verbindung mit Fig. 1b ein Blockschaltbild einer erfindungsgemässen Vorrichtung; und
Fig. 2 die Skalen und Zeiger einer Messeinrichtung in Verbindung mit einer Tabelle von Korrekturwerten zur Erläuterung der Erfindung.

Die in Fig. 1a und 1b dargestellte Vorrichtung ist einer nach Bedarf abzulesenden Messeinrichtung räumlich zugeordnet. Solange keine Ablesung durchgeführt wird, befindet sich die Vorrichtung im Ruhezustand, wobei sich jedoch ein Taktgeber 11 in Betrieb befindet. Von einer entfernten Stelle aus kann die Vorrichtung dadurch in Betrieb gesetzt werden, dass der Leitung 13 ein Erdungssignal zugeführt wird, um den Einerzeiger der Messeinrichtung abzufragen. Dieses Signal triggert einen monostabilen Multivibrator 15, dessen Ausgangssignal über ein Oder-Gatter 17 ein Und-Gatter 19 öffnet, damit der Taktgeber 11 seine Ausgangssignale den Anzeigeeinheiten der Messeinrichtung zuführen kann.

Der Taktgeber 11 arbeitet mit einer Frequenz von 2,4 MHz, die mittels eines Zählers 21 durch 6 geteilt wird, so dass sich eine Taktfrequenz von 400 kHz ergibt, die dann erneut mittels eines Zählers 23 durch 100 geteilt wird, so dass

man eine Frequenz von 4 kHz erhält. Dieses Signal von 4 kHz wird durch ein Sieb 25 geleitet, dem es in Form einer Sinuswelle entnommen wird, welche bei 0° die Bezugssinuswelle bildet.

Die Sinuswelle wird bei 0° durch ein RC-Verzögerungsglied 27 geleitet, um eine Verzögerung um 60° zu bewirken, so dass man bei einem Winkel von 300° eine Sinuswelle erhält. Ausserdem wird das 0°-Signal durch einen Inverter 29 umgekehrt, um ein Signal bei 180° zu gewinnen. Das Signal bei 300° wird durch einen Inverter 31 umgekehrt, so dass man ein Signal bei 120° erhält. Das 120°-Signal und das 0°-Signal werden durch eine Addiereinrichtung 33 addiert, um ein Signal bei einem Winkel von 60° zu gewinnen, das durch einen Inverter 35 umgekehrt wird, so dass ein Signal bei einem Winkel von 240° zur Verfügung steht. Auf diese Weise werden sechs Phasensignale mit Abständen von je 60° erzeugt. Diese Signale werden einer Modulareinheit 37 zugeführt, wo sie dazu dienen, die Rechteckwelle mit einer Frequenz von 400 kHz zu modulieren. Somit erhält man als Ausgangssignale sechs modulierte Rechteckwellen von 400 kHz. Diese Rechteckwellen werden den zugehörigen Teilen 30 der den Anzeigeeinheiten des Zählers zugeordneten kapazitiven Vorrichtungen zugeführt, die in der eingangs genannten US-PS beschrieben ist.

Das 0°-Signal wird ausserdem einem Nulldurchgangsdetektor 41 zugeführt, dessen Ausgangssignal über ein Und-Gatter 43 dem Setzeingang eines Kippgliedes 44 zugeführt wird. Zum Öffnen des Gatters 43 dient das Ausgangssignal des Oder-Gatters 17, das in der Leitung 45 erscheint, nachdem es durch eine Verzögerungseinrichtung 47, z.B. einen monostabilen Multivibrator, verzögert worden ist. Die Verzögerung nach dem Anlegen des Feldes an die in Fig. 1a dargestellten Platten 39 soll etwa 0,5 ms betragen. Das Ausgangssignal des Kippgliedes 44 öffnet ein Und-Gatter 49 (Fig. 1a), um das 400-kHz-Signal einem bis 100 zählenden, binär codierten Dezimalzähler 51 zuzuführen, der durch ein Rücksetzsignal rückgesetzt wird, das in der Leitung 45 erscheint, welche über einen monostabilen Multivibrator 53 oder dergl. angeschlossen ist, um einen kurzen Rücksetzimpuls zu erzeugen. Der Zähler zählt die Impulse, bis ein Nulldurchgangsdetektor 57 einen Nulldurchgang des Ausgangssignals für den Zeiger 55 nachweist. Hierdurch wird das Kippglied 44 zurückgesetzt, um das Gatter 49 zu sperren. Somit repräsentiert die in dem Zähler 51 gespeicherte Zahl die Stellung des Zeigers 55. Welcher der Zeiger abgefragt wird, wird durch einen Schalter oder Multiplexer 61 bestimmt, dem Schaltsignale von den monostabilen Multivibratoren 15 aus zugeführt werden. Nimmt man an, dass gerade die Einer abgefragt werden, wird das Ausgangssignal für die Einerskala dem Nulldurchgangsdetektor 57 zugeführt. Das Ausgangssignal des Detektors 57 setzt das Kippglied 44 zurück, so dass das Gatter 49 gesperrt wird. Das Ausgangssignal des Zählers 51 repräsentiert jetzt die Stellung des Zählerzeigers. Dieses Ausgangssignal wird in einem Register 62 gespeichert, an dessen Ausgänge Treiber 75 angeschlossen sind, welche Schalter-Schliess- und -Erdungssignale im binär codierten Dezimal-Ausgangsformat liefern, die die Zeigerstellung anzeigen und jetzt zu einer entfernten Stelle übermittelt werden können. Es sei bemerkt, dass dem binär codierten Dezimalzähler 51 nur die höchste Ziffernstelle entnommen wird. Ferner ist zu bemerken, dass der Zähler beim Ablesen der Einer auf 0 zurückgesetzt wurde.

Anhand von Fig. 2 sei angenommen, dass der Anzeigewert bei dem Zähler für die niedrigste Ziffernstelle 23 betrug. Hierbei würde das Register 62 das Ausgangssignal 2 liefern. Da dieses Ausgangssignal kleiner ist als 3, muss gemäss der Erfindung der Zähler 51 vorbereitend auf das Zählergebnis 3 eingestellt werden, bevor der Zeiger für die nächste Ziffer-

stelle abgelesen wird. Dies geschieht mit Hilfe mehrerer Gatter. Die in den Leitungen 10 und 20 des Registers 62 erscheinenden Ausgangssignale werden als Eingangssignale einem Exklusiv-Oder-Gatter 63 zugeführt, dessen Ausgangssignal durch ein Und-Gatter 64 mit den 40- und 80-Signalen des Registers 62 verknüpft wird. Somit liefert das Und-Gatter 64 nur dann ein Ausgangssignal, wenn das Zählergebnis 10 oder 20 beträgt. Die 10-, 20-, 40- und 80-Signale werden einem Und-Gatter 65 zugeführt, das nur dann ein Ausgangssignal liefert, wenn das Zählergebnis den Wert 0 hat. Schliesslich werden die Ausgangssignale der Gatter 65 und 64 einem Oder-Gatter 66 zu geführt, das ein Ausgangssignal nur dann liefert, wenn das Zählergebnis 10 oder 20 oder 0 beträgt. Bei dem endgültigen Ausgangssignal entspricht dies den Zeigerstellungen 1 bzw. 2 bzw. 0. Diese Ausgangssignale bilden jeweils ein Eingangssignal für die beiden Und-Gatter 67 und 68, zum Eingeben von Voreinstellsignalen für die ersten Bits des Einer-Teils des binär codierten Dezimalzählers 51. Die zweiten Eingangssignale für diese Gatter sowie mehrere weitere Gatter 69 bis 74 werden in Form eines gemeinsamen Voreinstellsignals durch den monostabilen Multivibrator 53 erzeugt. Somit wird bei dem Beispiel nach Fig. 2, bei dem das Ausgangssignal für die erste Skala den Wert 2 hat, dem Zähler 51 der Betrag 3 eingegeben. Hierdurch wird der erste Zyklus abgeschlossen.

Die an einer entfernten Stelle angeordnete Einrichtung nimmt das Anzeigesignal aus den Treibern 75 auf und lässt dann ein Signal in der Leitung 76 erscheinen, um die Ableitung der Zehner einzuleiten. Hierbei wird wieder in der beschriebenen Weise vorgegangen. Anhand von Fig. 2 sei nunmehr angenommen, dass zwischen dem Setzen des Kippgliedes 44 und dem Zurücksetzen 98 Zählheiten auftreten. Da der Stand des Zählers bereits 3 betrug, ergibt sich jetzt das Gesamtzählergebnis 101, und das Ausgangssignal hat den Wert 0. In diesem Fall wird der Zähler 51 erneut auf das Zählergebnis 3 voreingestellt. Danach wird durch ein über die Leitung 77 zugeführtes Eingangssignal die Ableitung der Hunderter eingeleitet. Es sei angenommen, dass in diesem Fall das Zählergebnis 93 vorliegt, dem die Zahl 3 zugefügt wird, so dass man als Ergebnis 96 erhält. Somit ergibt sich das Ausgangssignal 9, bei dem es erwünscht ist, die Zahl 3 vom nächsten Zählergebnis abzuziehen. Wird einer der Werte 7, 8 oder 9 angezeigt, soll diese Subtraktion in der beschriebenen Weise stattfinden. Zu diesem Zweck dienen das Und-Gatter 81 und das Oder-Gatter 83. Das Gatter 81 ist an die Ausgänge 10, 20 und 40 des Registers 51 angeschlossen, so dass es ein Ausgangssignal für 70 liefert. Dem Gatter 83 werden als Eingangssignale das 80-Ausgangssignal des Registers und das Ausgangssignal des Gatters 81 zugeführt. Somit liefert das Gatter 83 die Ausgangssignale 70, 80 und 90. Hierbei handelt es sich um das zweite Eingangssignal für die Gatter 69 bis 74. Wenn das Voreinstellsignal erscheint, wird somit dem Zähler 51 das Zählergebnis 97 eingegeben, was der Subtraktion von 3 entspricht. Mit anderen Worten, die ersten drei Zählheiten nach dem Setzen des Kippgliedes 44 führen den Zähler 51 auf 0 zurück.

Jetzt erscheint ein Signal in der Leitung 79, um die Ableitung der Tausender-Skala einzuleiten. Gemäss Fig. 2 hat sich der Tausender-Zeiger etwas über die Zahl 5 hinwegbewegt. Es sei angenommen, dass 51 Einheiten gezählt worden sind. Von diesem Zählergebnis wird 3 abgezogen, oder es wird 97 hinzugefügt, so dass man das tatsächliche Zählergebnis 48 erhält. Bei dem Zählergebnis 48 wird das Ausgangssignal 4 dem Register 62 und den Treibern 75 zugeführt. Für den Fall, dass keine Korrektur durchgeführt worden wäre, ist ersichtlich, dass als Ausgangssignal das falsche Signal 5 erzeugt worden wäre.

Im Verlauf der vorstehend beschriebenen Vorgänge hat

der Zehner-Zeiger gemäss Fig. 2 die 0-Stellung noch nicht ganz erreicht. Da jedoch der Einer-Zeiger die 0-Stellung schon durchlaufen und jetzt die Stellung 2 erreicht hat, müsste der Zehner-Zeiger gerade soeben die Stellung 9 oder die Stellung 0 durchlaufen haben. Offensichtlich liegt ein mechanischer Fehler vor, und der Zehner-Zeiger müsste sich etwas jenseits der 0-Stellung statt etwas vor der 0-Stellung befinden. Dieser Fehler wurde dadurch berichtigt, dass die beschriebene Addition vor dem Ablesen des Zehner-Zeigers durchgeführt wurde. Im Falle des Hunderter-Zeigers, der die Stellung 0 schon nahezu erreicht hat, müsste der Tausender-Zeiger kurz vor der Zahl 5 stehen. Wegen eines mechanischen Fehlers steht der Tausender-Zeiger jedoch etwas jenseits der Zahl 5, d.h. gemäss Fig. 2 bei 5,1. Da gemäss dem Fehlerkorrekturplan der Wert 0,3 abgezogen wird, wird auch dieser mechanische Fehler ausgeglichen. Bei dem Hunderter-Zeiger ist der maximale korrigierbare Fehler vorhanden. Gemäss Fig. 2

steht er auf 93, während er tatsächlich auf 9 stehen müsste. Jedoch wird trotz dieses grossen Fehlers eine fehlerfreie Able-
 5 sung erreicht. Es sei der Fall betrachtet, in dem der Hunder-
 ter-Zeiger genau auf 9 steht. Die Addition von 3 würde un-
 schädlich sein, und das Ausgangssignal würde immer noch
 dem Wert 9 entsprechen. Das gleiche gilt für die übrigen
 Fälle. Würde der Zehner-Zeiger genau auf 0 stehen, würde
 sich bei der Addition von 3 immer noch das Ausgangssignal 0
 10 ergeben. Wenn der Tausender-Zeiger auf 4,9 stände, wie es
 der Fall sein sollte, würde die Subtraktion von 3 zu dem Wert
 4,6 führen, und das Ausgangssignal würde immer noch den
 Wert 4 haben. Somit führen die gemäss der Erfindung durch-
 geführten Additions- und Subtraktionsvorgänge zur Korrektur
 15 von sich in vernünftigen Grenzen haltenden Fehlern, und
 gleichzeitig wird das Entstehen von Fehlern verhindert, wenn
 die Zeiger zutreffende Werte anzeigen.

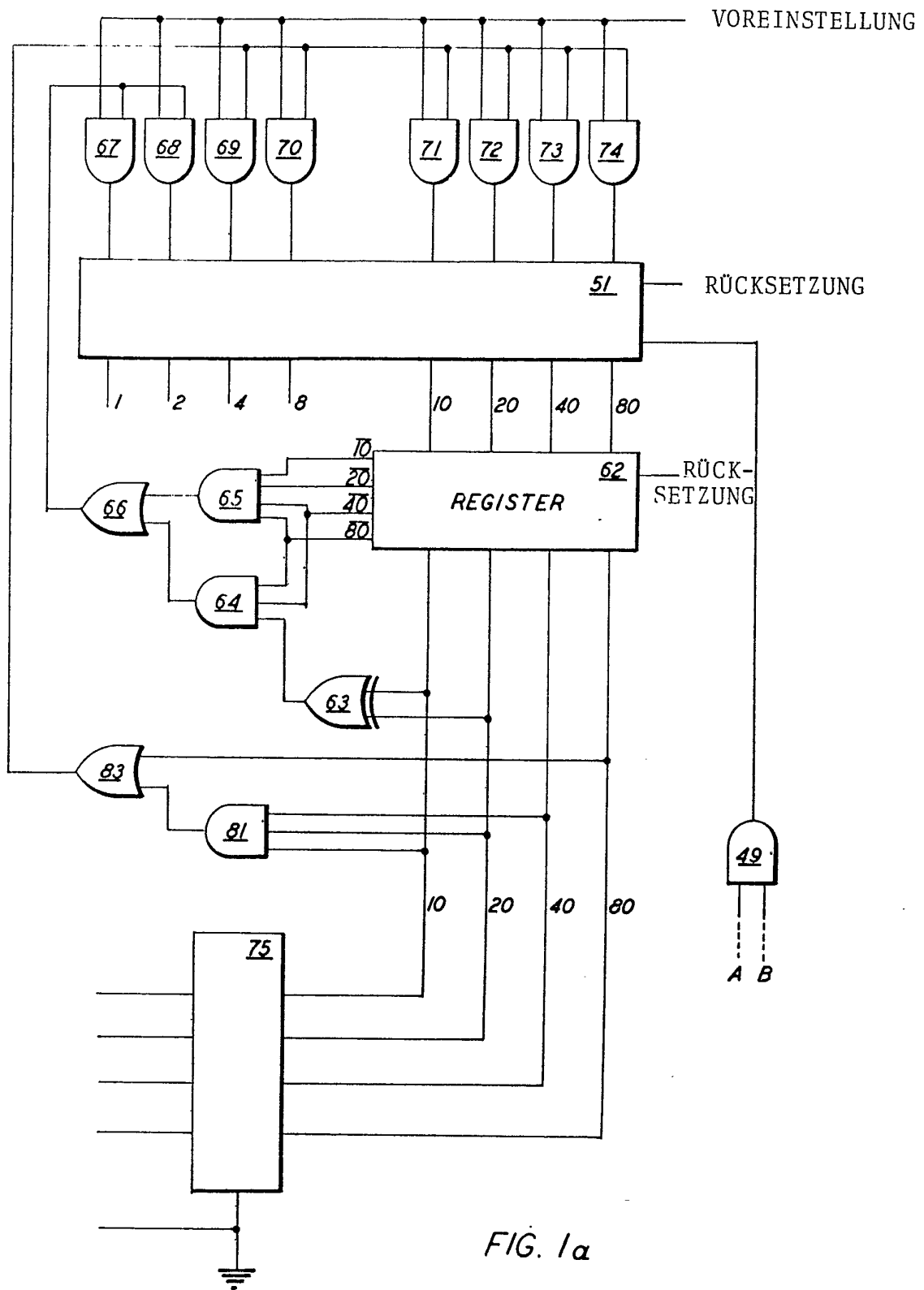
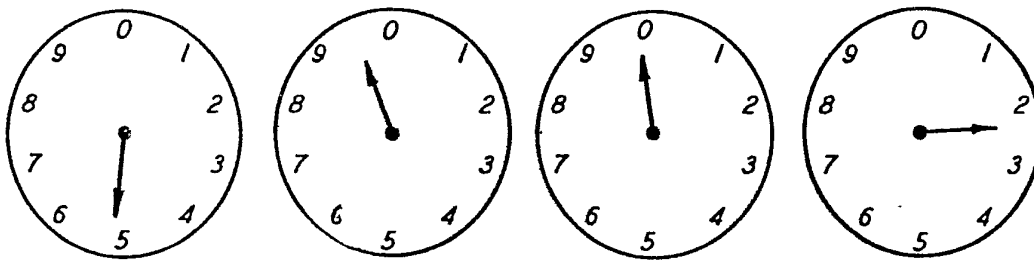


FIG. 1a



	<u>ANZEIGE</u>	<u>ÄNDERUNG</u>	<u>ERGEBNIS</u>	<u>AUSGANGSSIGNAL</u>
ERSTE	2,3			2
ZWEITE	9,8	+ 0,3	10,1	0
DRITTE	9,3	+ 0,3	9,6	9
VIERTE	5,1	+ 9,7 †	14,8	4
				<hr/> 4902

† GLEICHWERTIG MIT -0,3

FIG. 2