

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1618/2006

(22) Anmeldetag: 28.09.2006

(45) Veröffentlicht am: 15.11.2009

(51) Int. Cl.⁸: **H04R 29/00**

(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

GB 2001226A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC
CO)

ELA-DATA GMBH,
INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR
ELEKTROAKUSTIK
UND DATENTECHNIK "DIGITALE
LAUTSPRECHER-
LINIENÜBERWACHUNG DLC 2300" AUGUST
2001,
[HTTP://WWW.ELA-DATA.DE/PDFS/TINFO
DLC2300.PDF](http://www.ela-data.de/PDFS/TINFO_DLC2300.PDF)

SCHMID, MICHAEL; DIPLOMARBEIT
"KONZEPTENTWICKLUNG FÜR
EINEN SCHALLERZEUGER MIT
KUGELFÖRMIGER
ABSTRAHLCHARAKTERISTIK ZUR
ANWENDUNG ALS
TRIEBWERKSLÄRMSIMULATOR" MÄRZ
2004.
[HTTP://HOME.ARCOR.DE/M
SCHMIDT/DIPLOMARBEIT MICHAEL
SCHMIDT.PDF](http://home.arcor.de/m_schmidt/diplomarbeit_michael_schmidt.pdf)
FROMMHOLD W., HUNECKE J,
"VERBESSERUNG DER
IMPEDANZMESSUNG IM ROHR" 20(1993)
NEUE
FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ
GEFASST, IBP-MITTEILUNG 227
[HTTP://WWW.IRBDIREKT.DE/DATEN>/RSWB/
95019001743.PDF](http://www.irbdirekt.de/daten>/RSWB/95019001743.PDF)

(73) Patentinhaber:

AV DIGITAL AUDIO-VIDEOTECHNIK GMBH
A-1190 WIEN (AT)

(72) Erfinder:

SCHREINER JOSEF
WIEN (AT)
ZELENKA WOLFGANG
WIEN (AT)

(54) **VERFAHREN UND MESSEINRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG VON BESCHALLUNGSANLAGEN**

- (57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung von Lautsprecherlinien, bei welchem einer Lautsprecherlinie zumindest ein Wechselspannungssignal vorbestimmter Frequenz zugeführt wird, Spannung und Strom gemessen werden und daraus die Eingangsimpedanz an der Linie ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird, wobei zur Ermittlung einer mit einem Referenzwert (Z_{Ref}) zu vergleichenden Impedanz bei einem Messvorgang eine Vielzahl analoger Messwerte von Spannung und Strom in digitale Signale gewandelt und diese einer Fouriertransformation unterworfen werden, aus den Fourier-transformierten Werten von Strom und Spannung eine entsprechende Vielzahl von Impedanzwerten ermittelt wird, diese Impedanzwerte einer Mittelwertbildung unterzogen werden und der resultierende Mittelwert mit einem Referenz-Impedanzwert verglichen wird, wobei bei Abweichen des resultierenden Mittelwertes von dem Referenz-Impedanzwert um einen festlegbaren Toleranzwert ein Fehlersignal abgegeben wird.

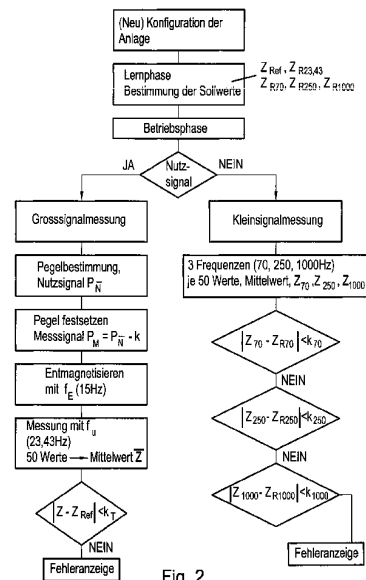


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung von Lautsprecherlinien durch Impedanzmessung, bei welchem dem Eingang einer Lautsprecherlinie zumindest ein Wechsellspannungssignal vorbestimmter Frequenz zugeführt wird, Spannung und Strom an dem Eingang der Linie gemessen werden und aus diesen Messwerten die Eingangsimpedanz an der Linie ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird.

[0002] Ebenso bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung.

[0003] Unter Beschallungsanlagen soll jedenfalls in Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung ein System verstanden werden, bei welchem zumindest eine Lautsprecherlinie, an welche im allgemeinen eine Vielzahl von Lautsprechern geschaltet ist, von einem oder mehreren Leistungsverstärkern gespeist wird, um ein größeres Gebiet oder einen Gebäudekomplex, wie ein Sportstadion, einen Flughafen, ein Kaufhaus etc. zu beschallen. Da neben üblichen Durchsagen, Werbetexten, Hintergrundmusik usw. in Not- oder Katastrophenfällen auch überlebenswichtige Aufrufe über die Lautsprecher an jeder Stelle des Systems gehört werden müssen, ist es erforderlich und in vielen Fällen auch durch entsprechende Normen vorgeschrieben, dass die Beschallungsanlage regelmäßig auf ihre Funktionssicherheit überprüft wird.

[0004] Für eine solche Überprüfung sind verschiedene Verfahren bekannt geworden, die jedoch bisher der Komplexität der gestellten Aufgabe nicht gerecht wurden. Diese Komplexität liegt darin, dass an einer Lautsprecherlinie eine große Anzahl von Lautsprechern liegt, die meist über entsprechend viele Übertrager mit der Linie verbunden sind, wie dies bei 100 Volt System der Fall ist. Die Arten der Fehler, die einen nicht beschallten Raum zur Folge haben können sind vielfältig: Leitungskurzschlüsse, Leitungsunterbrechungen, Risse von Schwingspulen, festgeklebte Schwingspulen, defekte Übertrager usw. Die Messung muss somit alle diese Fehler erkennen, wobei auch die Temperaturabhängigkeit der Impedanzen zu berücksichtigen ist. Außerdem soll die Messung den normalen Betrieb der Anlage nicht stören und auf eine Lautsprecherlinie geschaltete Messsignale sollen nicht oder kaum hörbar sein.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines Verfahrens, welches den oben genannten Problemen Rechnung trägt und das ein besonders rasches und auch zuverlässiges Erkennen von Fehlern ermöglicht.

[0006] Ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art sind aus dem Dokument «Ela-Data GmbH, Ingenieurgesellschaft für Elektroakustik und Datentechnik "Digitale Lautsprecher-Linienüberwachung DLC 2300" August 2001, <http://www.ela-data.de/PDFs/TInfoDLC2300.pdf>» bekannt geworden. Bei dem bekannten Gerät kann eine Messung nur dann erfolgen, wenn kein Nutzsignal anliegt. Das Erfordernis, eine Messung nur ohne Nutzsignal durchzuführen, ist ein schwerwiegender Nachteil, da beispielsweise nach einschlägigen Normen die Meldung eines Fehlers im Lautsprechernetz innerhalb von hundert Sekunden erfolgen soll, was während Durchsagen oder bei dauernder Hintergrundmusik nicht möglich ist.

[0007] Aus dem Dokument GB 2 001 226 A geht ein Messverfahren für Lautsprecher hervor, bei welchem das Frequenzverhalten eines einzigen Lautsprechers ermittelt wird, wobei dem Lautsprecher Impulse zugeführt werden und das Impulsverhalten des Lautsprechers unter Verwendung einer Fourier-Transformation bestimmt wird. Es erfolgt dann eine Filterung, deren Ziel es ist, die in einem nicht Echo freien Raum entstehenden Echos zu eliminieren. Hier handelt es sich jedoch um völlig anderes Gebiet, wenn man von der Gemeinsamkeit „Lautsprecher“ absieht. Der Fachmann wird demnach auch nicht in Versuchung kommen, bei Vorliegen der Aufgabe der Erfindung dieses Dokument mit dem Stand der Technik gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches zu kombinieren.

[0008] Das Dokument «Schmid, Michael; Diplomarbeit "Konzeptentwicklung für einen Schallerzeuger mit kugelförmiger Abstrahlcharakteristik zur Anwendung als Triebwerkslärmsimulator" März 2004, http://home.arcor.de/m_schmidt/diplomarbeit_michael_schmidt.pdf» beschäftigt sich

wieder mit einem gänzlich anderen Gebiet, nämlich mit der Ermittlung der Einbauresonanzfrequenz eines Lautsprecherchassis. Mit Hilfe einer PC-Soundkarte wird eine bestimmte Spannung in einem Messkreis angelegt und eine weitere Spannung gemessen. Von einer Fourier-Transformation und/oder Mittelwertbildung ist gleichfalls nicht die Rede. Daher wird der Fachmann auch dieses Dokument nicht mit dem erstgenannten Dokument kombinieren, wenn er vor der Aufgabe der Erfindung steht.

[0009] Diese vorhin genannte Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannte Art gelöst, bei welchem erfindungsgemäß zur Ermittlung einer mit einem Referenzwert zu vergleichenden Impedanz bei einem Messvorgang eine Vielzahl analoger Messwerte von Spannung und Strom in digitale Signale gewandelt und diese einer Fouriertransformation unterworfen werden, aus den Fourier-transformierten Werten von Strom und Spannung eine entsprechende Vielzahl von Impedanzwerten ermittelt wird, diese Impedanzwerte einer Mittelwertbildung unterzogen werden und der resultierende Mittelwert mit einem Referenz-Impedanzwert verglichen wird, wobei bei Abweichen des resultierenden Mittelwertes von dem Referenz-Impedanzwert um einen festlegbaren Toleranzwert ein Fehlersignal abgegeben wird.

[0010] Bei einer Variante ist vorgesehen, dass bei einer Großsignalmessung ein einziges Wechselspannungssignal vorbestimmter Frequenz einer Lautsprecherlinie über einen Leistungsverstärker mit einem Pegel zugeführt wird, der unter dem Nennbetriebspegel liegt, und das Wechselspannungssignal eine so niedrige Frequenz aufweist, dass ein für das menschliche Ohr nicht oder nur kaum wahrnehmbarer Schallpegel erzeugt wird. Die auf diese Weise ermittelten Impedanzwerte haben den Vorteil, dass die unter tatsächlichen Betriebsbedingungen gemessen wurden.

[0011] Im Sinne einer Anpassung des Messsignals an die tatsächlich vorkommenden Pegel und Frequenzverteilungen ist es sinnvoll, wenn das Nutzsignal vor jeder Messung einer Spektralanalyse unterzogen wird, um den Nutzsignalpegel bei einer Vielzahl von Frequenzen zu ermitteln, wobei diese Vielzahl von Frequenzen auch die einzige niedrige Frequenz enthält, aus der Vielzahl der erhaltenen Nutzsignalpegel ein gewichteter Mittelwertpegel gebildet wird und für jede Messung der Pegel des der Lautsprecherlinie zugeführten einzigen Messsignals niedriger Frequenz in einem vorgebbaren festen Abstand zu dem gewichteten Mittelwertpegel eingestellt wird.

[0012] Um den Einfluss der Hystereseerscheinungen in Lautsprecher-Übertragern zu eliminieren, kann vorgesehen sein, dass vor einer Messung ein Entmagnetisierungssignal mit niedriger Frequenz einer Lautsprecherlinie über einen Leistungsverstärker mit einem bis zu einem Maximalpegel ansteigenden und dann wieder abfallenden Pegel zugeführt wird.

[0013] Andererseits lassen sich Impedanzwerte über einen weiten Frequenzbereich ermitteln, falls bei einer Kleinsignalmessung zumindest ein Wechselspannungssignal vorbestimmter Frequenz/Frequenzen einer Lautsprecherlinie mit einem Pegel/Pegeln zugeführt wird, der so gewählt wird, dass die erzeugten Schallpegel für das menschliche Ohr nicht oder nur kaum wahrnehmbar sind.

[0014] Die Bestimmung von Referenzwerten kann in vorteilhafter Weise dadurch erfolgen dass vor dem laufenden Betrieb der Anlage in einer Einlernphase der Lautsprecherlinie Signale unterschiedlicher Frequenzen und/oder Pegel zugeführt, die dabei erhaltenen Messwerte vom Strom und Spannung in digitale Signale umgewandelt und sodann einer Fouriertransformation unterworfen und sodann aus den Strom- und Spannungswerten Referenzwerte für unterschiedliche Frequenzen und/oder Pegel ermittelt und abgespeichert werden.

[0015] Dabei ist es zweckmäßig, wenn für jede Frequenz/Pegel eine Vielzahl von Einzelmesswerte für Strom und Spannung ermittelt werden und der folgenden Bestimmung der Referenzimpedanzen Mittelwerte der Einzelmesswerte zurunde gelegt werden.

[0016] Um zu vermeiden, dass langsame und durchaus „normale“ Impedanzänderungen, z.B. auf Grund einer Temperaturänderung, zu Fehleranzeigen führen, kann vorgesehen sein, dass der Toleranzwert während des Betriebes dahingehend geändert wird, dass langsamen Ände-

rungen von Ist-Impedanzen ein weiterer Toleranzbereich der Referenzimpedanzen zugewiesen wird, als raschen Änderungen.

[0017] In der Praxis hat es sich vorteilhaft gezeigt, wenn der Absolutwert der Impedanz ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird, wenngleich in bestimmten Fällen auch eine Wirkleistungs-bezogene Messung des Realteils der Impedanz von Vorteil sein kann.

[0018] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch mit einer Vorrichtung zur Überwachung von Lautsprecherlinien durch Impedanzmessung mit zumindest einem Signalgenerator und zumindest einem Verstärker sowie gesteuerten Schaltern zur Zuführung zumindest eines Wechselspannungssignals vorbestimmter Frequenz an den Eingang zumindest einer Lautsprecherlinie, mit Messeinrichtungen zum Messen von Spannung und Strom an dem Eingang der Linie sowie mit zumindest einem Mikroprozessor gelöst, wobei letzterer unter Benutzung der oben genannten Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens den zumindest einen Signalgenerator steuert, dem die Messwerte der Messeinrichtungen zuführbar sind und der zur Ermittlung der Eingangsimpedanz an der Linie und zu deren Vergleich mit einem Referenzwert sowie zur Abgabe eines Fehlersignals eingerichtet ist, falls der ermittelte Impedanzwert innerhalb festsetzbarer Toleranzen von einem Referenzwert abweicht.

[0019] Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im Folgenden an Hand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen

[0020] Fig. 1 in einem vereinfachtem Blockschaltbild den prinzipiellen Aufbau einer Messeinrichtung nach der Erfindung und

[0021] Fig. 2 in einem Ablaufdiagramm die wesentlichen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0022] In der Darstellung nach Fig. 1 sind drei Lautsprecherlinien einer Beschallungsanlage skizziert, doch soll es klar sein, dass abhängig von der Art der Anlage auch eine andere Zahl von Lautsprecherlinien vorhanden sein kann. An jede Linie sind eine Mehrzahl von Lautsprechern angeschlossen, wobei bei größeren Anlagen bevorzugt eine hochohmige, so genannte „100 Volt“ Variante angewendet wird, bei welcher jeder Lautsprecher über einem Übertrager an der Linie liegt.

[0023] An einen Eingang der Lautsprecherlinie können über einen Schalter SCH Leistungsverstärker aufgeschaltet werden, wobei im vorliegenden Fall zur Vereinfachung lediglich ein Leistungsverstärker LEV gezeigt ist, der von unterschiedlichen Audioquellen AQ1, AQ2, AQ3 angesteuert werden kann, um Sprache, Musik und Warnsignale an die von den Lautsprechern versorgten Orte zu bringen. Zum Zwecke der weiter unten beschriebenen Messvorgänge kann außerdem ein Signalgenerator SIG, der von einem digitalen Signalprozessor DSP gesteuert oder ein Bestandteil desselben ist, Signale an den Eingang des Leistungsverstärkers LEV liefern, wie z.B. Sinussignale mit 15 Hz bzw. 23,4375 Hz.

[0024] Zum Messen des Stromes I und der Spannung U am Ausgang des Verstärkers LEV bzw. am Eingang der Lautsprecherlinie sind Strom- und Spannungswandler vorgesehen, deren Messwerte, gegebenenfalls nach externer A/D-Wandlung, dem erwähnten Signalprozessor DSP zugeführt werden.

[0025] Es darf an dieser Stelle angemerkt werden, dass auch weitere Lautsprecherlinien LL2 und LL3 an Leistungsverstärker angeschlossen sein können und nach dem erfindungsgemäßen Messverfahren überprüft werden, was durch entsprechende Schalter und einen zyklischen Ablauf der Messungen an den einzelnen Linien LL1, LL2, LL3 technisch umgesetzt wird. Weiter soll darauf hingewiesen werden, dass jede Lautsprecherlinie auch nach Art einer Ringleitung in sich geschlossen sein kann und in diesem Fall die Einspeisung somit nicht an einem „Ende“ der Lautsprecherlinie erfolgt. Eine solche Ringstruktur hat den Vorteil, dass eine Unterbrechung eines Leiters oder auch beider Leiter an einer Stelle nicht zum Ausfall der Lautsprecher führt.

[0026] Während der Signalgenerator SIG zur Großsignalmessung unter Mithilfe des Leistungsverstärkers dient, ist ein weiterer Signalgenerator GEN für eine Kleinsignalmessung vorgese-

hen. Dieser Signalgenerator kann gleichfalls von dem Signalprozessor DSP gesteuert oder Teil desselben sein und liefert Signale an den Eingang der Lautsprecherlinie LL1, deren Pegel so gewählt wird, dass nicht oder nur kaum hörbare Schalldruckpegel generiert werden. In dem beschriebenen Beispiel werden für die Kleinsignalmessung drei Frequenzen, nämlich 70 Hz, 250 Hz und 1 kHz verwendet.

[0027] Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf Fig. 2 das Verfahren nach der Erfindung sowie weitere Einzelheiten der zugehörigen Vorrichtung an einem Ausführungsbeispiel beschrieben, wobei für den Fachmann im Rahmen der Erfindung Abänderungen in vielerlei Hinsicht möglich sind, beispielsweise was die Anzahl der verwendeten Frequenzen und Pegel sowie der Reihenfolge verschiedener Messschritte anbelangt.

[0028] Wenn eine Beschallungsanlage fertig gestellt ist, d.h. sämtliche Leitungen gelegt und die erforderlichen Lautsprecher angeschlossen sind, die Anlage somit konfiguriert wurde und intakte Leitungen, Lautsprecher, Übertrager etc. vorausgesetzt werden können, werden zunächst in einer Lernphase die Soll(Referenz)werte der Impedanzen bei unterschiedlichen Frequenzen ermittelt, im vorliegenden Fall zumindest bei den Frequenzen 23, 4375 Hz, 70 Hz, 250 Hz und 1 kHz. Weiters werden zweckmäßigerweise die Impedanzen auch bei unterschiedlichen Pegeln bestimmt, da beispielsweise hohe Pegel durch Erwärmung insbesondere von Schwingspulen und durch Nichtlinearitäten in Übertragern und/oder Lautsprechern andere Impedanzwerte ergeben.

[0029] Zur Bestimmung der Referenzwerte Z_{Ref} kann das gleiche Verfahren angewendet werden, das für zur Bestimmung der Ist-Impedanzen dient. In der Lernphase werden bei den genannten verschiedenen Frequenzen und Pegeln die Messwerte von Strom und Spannung in digitale Signale umgewandelt und in dem digitalen Signalprozessor DSP einer raschen Fouriertransformation (FFT) unterworfen. Beispielsweise wird eine FFT-Länge (oder Samplezahl) von 2048 verwendet. Bei jeder Frequenz bzw. jedem Messpegel werden 50 Messwerte ermittelt und aus diesen Werten sodann ein Mittelwert gebildet, der, jedenfalls bei den Messungen in der Lernphase, ein arithmetischer Mittelwert sein kann, doch ist ebenso eine Gewichtung bei unterschiedlicher Frequenzen oder Pegel möglich. Die ermittelten Referenzwerte Z_{R23} , Z_{R70} , Z_{R250} , Z_{R1000} , allgemein Z_{Ref} , werden sodann abgespeichert, um für die folgenden Messungen zur Verfügung zu stehen.

[0030] Wie weiter unten noch erläutert, wird sinnvollerweise auch in der Einlernphase zumindest vor der Großsignalmessung ein Entmagnetisieren durch ein anschwellendes und sodann abfallendes Sinussignal von z.B. 15 Hz vorgenommen, um Remanenzen in den einzelnen Übertragern zu löschen.

[0031] In der Betriebsphase der Beschallungsanlage kann bei bzw. vor der Messung unterschieden werden, ob ein Nutzsignal, d. h. ein Beschallungssignal, wie z. B. Musik oder Sprache, vorliegt, um entweder eine Großsignalmessung oder eine Kleinsignalmessung durchzuführen.

[0032] Bei Vorliegen eines Nutzsignals ist eine Kleinsignalmessung wegen der schwer beherrschbaren Pegeldifferenzen zwischen einem üblichen Messsignal niedrigen Pegels (z. B. - 6 dBu) und den Nutzsignalpegel (z.B. + 42 dBu) nicht zweckmäßig bzw. wäre sehr aufwändig. Daher wird in diesem Fall eine Messung mit höherem Signalpegel durchgeführt, jedoch mit der bereits erwähnten niedrigen Frequenz f_u von 23,4375 Hz, die im normalen Betrieb praktisch unhörbar ist. Dazu wird das Ausgangssignal des Signalgenerators SIG dem Eingang des Leistungsverstärkers zugeführt, der sodann die zu messende Lautsprecherlinie speist. Der Signalpegel wird geringer als der Nutzsignalpegel gewählt, um den Verstärker bei bereits hohem Nutzsignal nicht zu übersteuern, z.B. 13 dB unter dem Nutzsignalpegel.

[0033] Zur Ermittlung einer mit einem Referenzwert Z_{Ref} zu vergleichenden Impedanz Z werden bei jedem Messvorgang mehrere, z.B. 50 analoge Messwerte von Spannung und Strom in digitale Signale gewandelt, diese einer Fouriertransformation unterworfen und aus den transformierten Werten von Strom und Spannung werden entsprechende viele Impedanzwerte be-

stimmt. Aus diesen Impedanzwerten wird ein Mittelwert gebildet und dieser mit einem Referenz-Impedanzwert verglichen. Weicht der resultierende Mittelwert von dem Referenz-Impedanzwert um einen festlegbaren Toleranzwert ab, so wird ein Fehlersignal abgegeben.

[0034] Die Großsignalmessung bietet als Vorteil, dass Störschall die Messergebnisse nicht beeinflusst, da auf die Lautsprechermembranen auffallender Störschall nur Signale erzeugt, deren Pegel weit unter dem Betriebspegel liegt. Auch ist der Einfluss der Leitungslänge auf das Messergebnis bei der angewendeten niedrigen Messfrequenz nur gering.

[0035] Die magnetische Hysterese des Eisenkerns von Übertragern, welche die 100 Volt Leitung an die üblicherweise niederohmigen, z. B. 8 Ohm-Lautsprecher anpassen, kann bei niedrigen Frequenzen zu erheblichen Änderungen der gemessenen Impedanz führen, sodass es zweckmäßig ist, in den Kernen der Übertrager vorhandene Remanenzen durch einen Entmagnetisierungsschritt zu entfernen. Dazu wird vor einer Messung ein Entmagnetisierungssignal s_E mit niedriger Frequenz f_E , z. B. 15 Hz, einer Lautsprecherlinie über einen Leistungsverstärker mit einem bis zu einem Maximalpegel ansteigenden und dann wieder abfallenden Pegel zugeführt. Das Entmagnetisierungssignal - wie alle anderen hier verwendeten Signale zweckmäßigerweise ein Sinussignal - steigt von einem Nullpegel bis zu einem Pegel, der zumindest dem höchsten vorkommenden Betriebspegel entspricht und fällt dann wieder auf einen Nullpegel zurück, um mit Sicherheit alle Remanenzen zu beseitigen. In der Praxis reicht für diesen Vorgang eine Zeit von 1/3 Sekunde.

[0036] Ein weiterer sinnvoller Verfahrensschritt besteht darin, dass vor einer Großsignalmessung ein praxisgemäßer Pegel für das Messsignal auf folgende Weise ermittelt wird: Man unterzieht das Nutzsignal, das wie bereits erwähnt Sprach- und/oder Musiksignale, aber auch andere Signale, wie Alarmsignale, enthalten kann, vor der eigentlichen Impedanzmessung einer Spektralanalyse, wiederum z. B. durch eine schnelle Fourieranalyse, um aus den ermittelten Pegelwerten bei einer Vielzahl von Frequenzen, beispielsweise an 2048 Frequenzpunkten, die zumindest auch die später verwendete niedrige Messfrequenz f_m enthalten sollen, einen gewichteten Mittelwertpegel zu bilden. Der Pegel des später aufgeschalteten Messsignals wird sodann automatisch in einem vorgebbaren Abstand zu dem ermittelten Pegel gehalten, erprobtmaßen mindestens 13 dB darunter.

[0037] Eine Kleinsignalmessung kann durchgeführt werden, wenn kein Nutzsignal vorhanden ist, bzw. wenn die zu messende Lautsprecherlinie auf keinen Verstärker aufgeschaltet ist. Zum Zwecke der Kleinsignalmessung wird der Audiogenerator GEN verwendet, der - von dem Prozessor DSP gesteuert - Signale vorgegebbarer Frequenz erzeugt, beispielsweise 70 Hz, 250 Hz und 1000 Hz. Diese Signale werden der Reihe nach an die zu messende Lautsprecherlinie gelegt, wobei ebenso wie bei der Großsignalmessung Strom und Spannung laufend gemessen, die Messwerte abgetastet und Fourier-transformiert werden. Für diesen Zweck wird gleichfalls der digitale Signalprozessor DSP herangezogen.

[0038] Die Signalpegel werden so gewählt, dass bei den jeweiligen Frequenzen Schallpegel erzeugt werden, die in den beschallten Gebieten für Menschen nicht hörbar sind oder zumindest als nicht störend empfunden werden. Die Pegelwahl erfolgt abhängig von der Frequenz entsprechend der Gehörkurve, wobei für eine 100 Volt Anlage in der Praxis Spannungspegel in der Größenordnung von 300 bis 400 mV bei 70 Hz typisch sind. Ein Entmagnetisieren der Übertragerkerne ist bei Signalen höherer Frequenz im Allgemeinen nicht erforderlich.

[0039] Für jede Frequenz wird rasch hintereinander eine Vielzahl von Messwerten ermittelt, beispielsweise wieder 50 Messwerte je Frequenz, und dann gemittelt. Bei einem Ausführungsbeispiel erfolgt diese Messung alle 100 Sekunden. Besonders zweckmäßig ist es, wenn über die wie oben erhaltenen Mittelwerte eine Statistik ermittelt und daraus ein gleitender Mittelwert gebildet wird. Die Anzahl der Werte, über die (mittels gleitendem Mittelwert) gemittelt wird, bestimmt sich aus der Varianz und der gewünschten Toleranz der Linie. Die Varianz ist die mittlere quadratische Abweichung der Messwerte von deren Mittelwert. Je höher die Varianz, d. h. je höher die Messwerte um ihren Mittelwert schwanken, und je geringer die gewünschte Toleranz ist, umso mehr Werte muss gemittelt werden. In einem aktuellen Messverfahren

werden exponentielle gleitende Mittelwerte verwendet, d. h. es wird der aktuelle Mittelwert mit einem bestimmten Faktor < 1 , z.B.: 0,1 multipliziert und zu dem mit 1 minus diesem Faktor multiplizierten aktuellen Mittelwert dazu addiert:

$$\text{Mittelwert : } \bar{x}[n] = k \cdot x[n] + (1 - k)\bar{x}[n-1] \quad \bar{x}[1] = x[1]$$

$$\text{Varianz : } \text{var}_x[n] = k(x[n] - \bar{x}[n])^2 + (1 - k)\text{var}_x[n-1]$$

$$\text{var}_x[1] = x[1]/4 \leftarrow \text{Schätzwert}$$

[0040] Dieser gleitende Mittelwert kann dann, z. B. alle 100 s, mit dem Soll(Referenz)wert verglichen werden.

[0041] Es ist für den Fachmann klar, dass die Wahl der verwendeten Frequenzen ebenso wie deren Anzahl im Rahmen der Erfindung den jeweiligen Bedingungen angepasst werden kann. Ebenso wird es von Vorteil sein, wenn periodisch, z. B. mit der erwähnten 100 Sekunden Periode, sowohl Großsignal- als auch Kleinsignalmessungen durchgeführt werde.

Patentansprüche

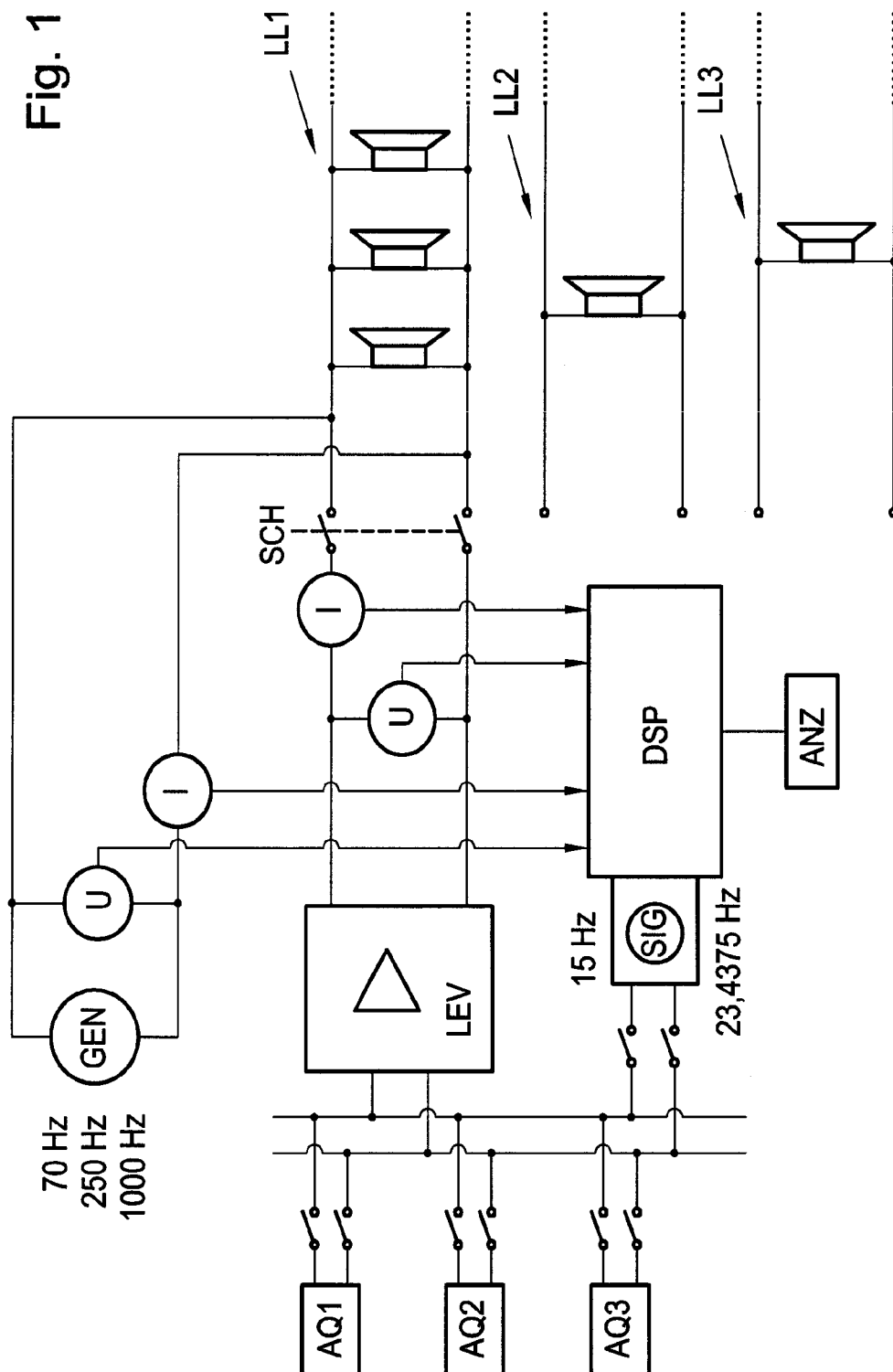
1. Verfahren zur Überwachung von Lautsprecherlinien durch Impedanzmessung, bei welchem dem Eingang einer Lautsprecherlinie zumindest ein Wechselspannungssignal vorbestimmter Frequenz zugeführt wird, Spannung und Strom an dem Eingang der Linie gemessen werden und aus diesen Messwerten die Eingangsimpedanz an der Linie ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung einer mit einem Referenzwert (Z_{Ref}) zu vergleichenden Impedanz (Z) bei einem Messvorgang eine Vielzahl analoger Messwerte von Spannung und Strom in digitale Signale gewandelt und diese einer Fouriertransformation unterworfen werden, aus den Fouriertransformierten Werten von Strom und Spannung eine entsprechende Vielzahl von Impedanzwerten ermittelt wird, diese Impedanzwerte einer Mittelwertbildung unterzogen werden und der resultierende Mittelwert mit einem Referenz-Impedanzwert verglichen wird, wobei bei Abweichen des resultierenden Mittelwertes von dem Referenz-Impedanzwert um einen festlegbaren Toleranzwert ein Fehlersignal abgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das bei einer Großsignalmessung ein einziges Wechselspannungssignal (s_u) vorbestimmter Frequenz einer Lautsprecherlinie über einen Leistungsverstärker mit einem Pegel zugeführt wird, der unterhalb des Nennbetriebspegels liegt, und das Wechselspannungssignal eine so niedrige Frequenz (f_u) aufweist, dass ein für das menschliche Ohr nicht oder nur kaum wahrnehmbarer Schallpegel erzeugt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Nutzsignal vor jeder Messung einer Spektralanalyse unterzogen wird, um den Nutzsignalpegel bei einer Vielzahl von Frequenzen (m) zu ermitteln, wobei diese Vielzahl von Frequenzen auch die einzige niedrige Frequenz (f_u) enthält, aus der Vielzahl der erhaltenen Nutzsignalpegel ein gewichteter Mittelwertpegel gebildet wird und für jede Messung der Pegel des der Lautsprecherlinie zugeführten einzigen Messsignals niedriger Frequenz in einem vorgebbaren festen Abstand zu dem gewichteten Mittelwertpegel eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor einer Messung ein Entmagnetisierungssignal (s_E) mit niedriger Frequenz (f_E) einer Lautsprecherlinie über einen Leistungsverstärker mit einem bis zu einem Maximalpegel ansteigenden und dann wieder abfallenden Pegel zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Kleinsignalmessung zumindest ein Wechselspannungssignal (s_i) vorbestimmter Fre-

quenz/Frequenzen (f_i) einer Lautsprecherlinie mit einem Pegel/Pegeln zugeführt wird, der so gewählt wird, dass die erzeugten Schallpegel für das menschliche Ohr nicht oder nur kaum wahrnehmbarer sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem laufenden Betrieb der Anlage in einer Einlernphase der Lautsprecherlinie Signale unterschiedlicher Frequenzen und/oder Pegel zugeführt, die dabei erhaltenen Messwerte vom Strom und Spannung in digitale Signale umgewandelt und sodann einer Fouriertransformation unterworfen und sodann aus den Strom- und Spannungswerten Referenzwerte (Z_{Ref}) für unterschiedliche Frequenzen und/oder Pegel ermittelt und abgespeichert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für jede Frequenz/Pegel eine Vielzahl von Einzelmesswerte für Strom und Spannung ermittelt werden und der folgenden Bestimmung der Referenzimpedanzen Mittelwerte der Einzelmesswerte zugrunde gelegt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Toleranzwert während des Betriebes dahingehend geändert wird, dass langsamen Änderungen von Ist-Impedanzen ein weiterer Toleranzbereich der Referenzimpedanzen zugewiesen wird, als raschen Änderungen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Absolutwert der Impedanz ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird.
10. Vorrichtung zur Überwachung von Lautsprecherlinien durch Impedanzmessung mit zumindest einem Signalgenerator und zumindest einem Verstärker sowie gesteuerten Schaltern zur Zuführung zumindest eines Wechselspannungssignals vorbestimmter Frequenz an den Eingang zumindest einer Lautsprecherlinie, mit Messeinrichtungen zum Messen von Spannung und Strom an dem Eingang der Linie sowie mit zumindest einem Mikroprozessor, welcher unter Benutzung der Merkmale des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 den zumindest einen Signalgenerator steuert, dem die Messwerte der Messeinrichtungen zuführbar sind und der zur Ermittlung der Eingangsimpedanz an der Linie und zu deren Vergleich mit einem Referenzwert sowie zur Abgabe eines Fehlersignals eingerichtet ist, falls der ermittelte Impedanzwert innerhalb festsetzbarer Toleranzen von einem Referenzwert abweicht.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1



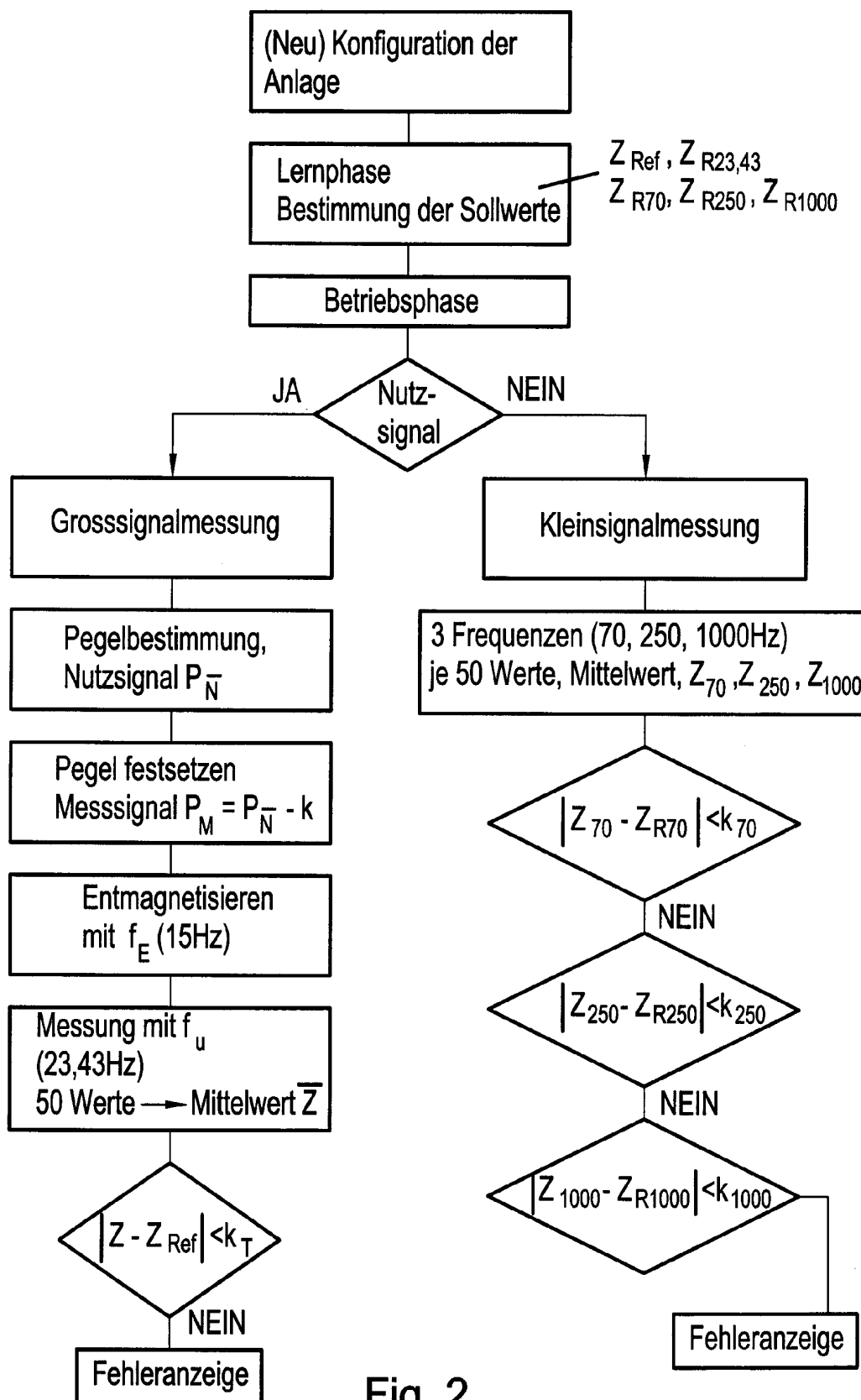


Fig. 2