



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 705 030 A2

(51) Int. Cl.: G01N 27/22 (2006.01)  
G01N 33/36 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00658/12

(71) Anmelder:  
Uster Technologies AG, Sonnenbergstrasse 10  
8610 Uster (CH)

(22) Anmeldedatum: 09.05.2012

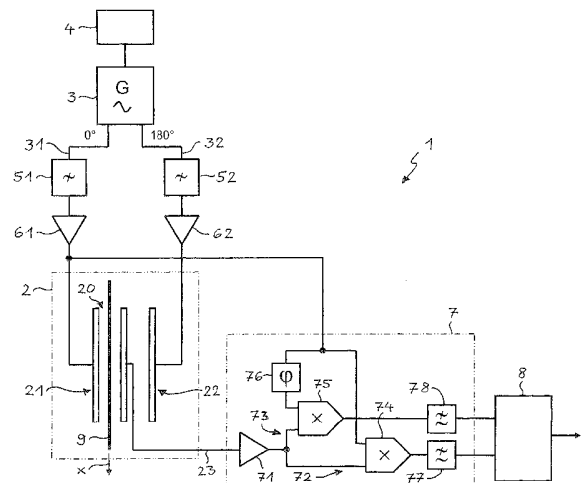
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2012

(30) Priorität: 16.05.2011 CH 820/11

(72) Erfinder:  
Reto Gehrig, 8406 Winterthur (CH)

(54) Verfahren und Schaltung zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes.

(57) Es wird vorgeschlagen, die Frequenzspreizung in einer elektrischen Schaltung (1) zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes (9) zu verwenden. Das Prüfgut (9) wird in einer Messzelle (2), bspw. in einem Messkondensator (21), einem frequenzspreizten elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt. Dank der Frequenzspreizung wird die Störemission gesenkt und die elektromagnetische Verträglichkeit der Schaltung (1) verbessert.



## Beschreibung

### FACHGEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Untersuchung von Stoffen mit elektrischen Mitteln. Sie betrifft ein Verfahren und eine elektrische Schaltung zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes, gemäss den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Ein bevorzugtes Einsatzgebiet für die Erfindung ist die kapazitive Prüfung von länglichen, vorzugsweise textilen Gebilden wie Garn, Vorgarn, Faserband, Vlies, Gewebe oder Gestrick. Die Untersuchung kann bspw. die Detektion von Fremdstoffen, das Erkennen von Änderungen der Masse pro Längeneinheit und/oder die Messung von Feuchtigkeit im Prüfgut zum Ziel haben. Die Erfindung kann bspw. im Produktionsprozess (online) in Garnreinigern auf Spinn- oder Spulmaschinen oder in der Laborprüfung (offline) in Garnprüfgeräten eingesetzt werden.

### STAND DER TECHNIK

[0003] Es ist eine Vielzahl verschiedenartiger Vorrichtungen zur Untersuchung oder Prüfung von länglichem textilem Prüfgut wie bspw. Kardenband, Vorgarn, Garn oder Gewebe bekannt. Sie lassen sich nach ihrer Anwendung in die beiden Klassen Laborprüfung (offline) und Prüfung während des Produktionsprozesses (online) einteilen. Die Vorrichtungen verwenden verschiedene bekannte Sensorprinzipien; hier interessiert besonders das kapazitive Messprinzip. Bei diesem ist ein Messkondensator typischerweise als ebener Plattenkondensator ausgeführt und weist eine Durchgangsöffnung für das Prüfgut auf. Am Messkondensator wird ein elektrisches Wechselsignal angelegt, das üblicherweise eine vorgegebene, zeitlich unveränderliche Grundfrequenz aufweist. Dadurch wird die Durchgangsöffnung mit einem elektrischen Wechselfeld beaufschlagt. Das Prüfgut wird durch den Plattenkondensator hindurch bewegt und dem Wechselfeld ausgesetzt. Es wird ein elektrisches Ausgangssignal des Plattenkondensators detektiert. In einer Auswerteschaltung werden aus dem Ausgangssignal dielektrische Eigenschaften des Prüfgutes ermittelt. Aus den dielektrischen Eigenschaften werden Änderungen von Parametern des Prüfgutes wie Masse pro Längeneinheit und/oder Materialzusammensetzung bestimmt.

[0004] Um genaue, von äusseren Einflüssen wie Lufttemperatur oder Luftfeuchtigkeit nicht beeinflusste Messungen durchführen zu können, wird häufig eine Kompensationsmethode angewendet. Zu diesem Zweck beinhaltet die Vorrichtung nebst dem eigentlichen Messkondensator einen Referenz- oder Kompensationskondensator.

[0005] Die WO-2010/043 064 A1 offenbart eine gattungsgemässe kapazitive Messschaltung. Das elektrische Wechselsignal wird von einem Wechselsignalgenerator am Messkondensator angelegt. Der Wechselsignalgenerator ist derart eingerichtet, dass die Grundfrequenz des angelegten Wechselsignals veränderbar ist. Ausserdem ist der Messkondensator derart vom Wechselsignalgenerator abgekoppelt, dass er die Grundfrequenz des angelegten Wechselsignals nicht wesentlich beeinflusst. Dadurch sind Messungen bei verschiedenen Grundfrequenzen zur vollständigeren Charakterisierung des Prüfgutes möglich.

[0006] Die US-3 443 219 A beschreibt ein kapazitives Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Feuchtigkeit einer Papierbahn. Die Papierbahn durchläuft einen Messkondensator, an dem eine elektrische Wechselspannung angelegt wird. Gemessen wird die Phasenverschiebung des entsprechenden Wechselstromes bezüglich der angelegten Wechselspannung. Die Frequenz der angelegten Wechselspannung wird derart geregelt, dass die Phasenverschiebung einen vorbestimmten, konstanten Wert, z.B. 45°, beibehält. Die so eingestellte Frequenz ist ein Mass für die im Messkondensator befindliche Feuchtigkeit.

[0007] Die JP-2002-005 971 A zeigt eine Vorrichtung zur kapazitiven Unterscheidung verschiedener Flüssigkeiten wie destilliertem Wasser und Hahnenwasser sowie zur Detektion von nichtmetallischen Fremdstoffen in Flüssigkeiten. Zu diesem Zweck wird ein Schaltkreis, in dem sich die Probe befindet, breitbandig abgetastet und die Dispersion ermittelt. Als Signalgenerator für die Abtastung dient ein direkter digitaler Synthesizer (direct digital Synthesizer, DDS).

[0008] In den Veröffentlichungen US-3 864 626 A, US-3 986 108 A, DE-2 510 644 A1 und EP-0 922 963 A2 sind weitere kapazitive Messverfahren und Messschaltungen beschrieben, in denen die Frequenz eines angelegten elektrischen Wechselsignals veränderbar ist, um Messungen bei verschiedenen Frequenzen zu ermöglichen.

[0009] Die WO-03/050 530 A2 schlägt die Verwendung von Mikrowellen in der Spinnereindustrie zur Ermittlung der Bandmasse eines Faserbandes vor. Das Faserband wird durch einen Mikrowellenresonator eines Mikrowellensensors geführt. Der Mikrowellenresonator wird mit Mikrowellen veränderbarer Frequenz beaufschlagt. Die Frequenz wird an die jeweilige Resonanzfrequenz angepasst. Die Resonanzfrequenz ist ein Mass für die im Mikrowellenresonator befindliche Bandmasse und Feuchtigkeit.

[0010] All diesen Messverfahren und Messschaltungen aus dem Stand der Technik ist gemeinsam, dass die Frequenz im Zusammenhang mit der Messung gezielt verändert wird und die Frequenzänderung somit das Messresultat wesentlich beeinflusst. Um möglichst genaue, zuverlässige und wiederholbare Messresultate zu erhalten, muss daher die jeweilige Frequenz möglichst eindeutig und scharf definiert sein, d. h. im Frequenzspektrum muss die Energie innerhalb einer möglichst kleinen Bandbreite konzentriert sein.

**[0011]** Bei kapazitiven Messvorrichtungen ist der Messkondensator oft gänzlich oder nahezu ungeschirmt, um für das Prüfgut zugänglich zu sein. Daraus können ungewollte elektromagnetische Effekte resultieren. Der Stand der Technik leidet diesbezüglich an den folgenden zwei Nachteilen:

- Einerseits strahlt die Messvorrichtung starke Störsignale bei der Messfrequenz und (bei nicht-sinusförmigen Signalformen) ihren Harmonischen ab. Dadurch kann die Funktion elektrischer Geräte in der Umgebung beeinträchtigt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass an kapazitiven Sensoren oft grosse Signalamplituden angelegt werden, um ein hohes Signal-zu-Rauschverhältnis zu erhalten. Die Abstrahlung grosser elektromagnetischer Energien in sehr schmalen Frequenzbändern erfolgt sowohl feldgebunden als auch leitungsgebunden. Solche Messvorrichtungen können daher die Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) nur schwer erfüllen.
- Andererseits nimmt der Messkondensator Störungen durch äussere elektromagnetische Felder auf. Beinhaltet eine solche elektromagnetische Störung die jeweilige Messfrequenz oder liegt sie in deren unmittelbarer Nähe (innerhalb der Breite des Nutzbandes), so kann dies die Messung verfälschen oder verunmöglichen.

**[0012]** Die Frequenzspreizung ist ein aus der Nachrichtentechnik bekanntes Verfahren, bei dem ein schmalbandiges Signal umgewandelt wird in ein Signal mit einer grösseren Bandbreite, als für die Informationsübertragung nötig wäre. Dies erhöht einerseits die Sicherheit, indem das Abfangen der übermittelten Nachricht durch Unbefugte erschwert wird. Andererseits wird dadurch die Nachrichtenübertragung robuster gegenüber schmalbandigen Störungen.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Schaltung zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes anzugeben, welche die oben beschriebenen Nachteile des Stands der Technik vermeiden oder zumindest lindern. Insbesondere soll die elektromagnetische Verträglichkeit verbessert werden. Die Auswirkungen von äusseren elektromagnetischen Störungen auf die Messung sollen reduziert werden.

**[0014]** Diese und andere Aufgaben werden durch das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe elektrische Schaltung, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen definiert sind, gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0015]** Die Erfindung beruht auf der Idee, die Frequenzspreizung in einer elektrischen Schaltung zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes zu verwenden. Das frequenzgespreizte Wechselsignal ist vorzugsweise das unmittelbar für die Messung verwendete Signal, bspw. die Wechselspannung, die an einem Messkondensator angelegt wird, um im Messkondensator ein elektromagnetisches Wechselfeld zu erzeugen, das mit dem im Messkondensator befindlichen Prüfgut wechselwirkt. Zusätzlich oder alternativ kann aber die Frequenzspreizung an anderen Wechselsignalen in der elektrischen Schaltung vorgenommen werden, bspw. bei einer Demodulation eines Messsignals. Auf den ersten Blick scheint die Verwendung der Frequenzspreizung in der Messtechnik widersinnig, weil eine grössere Unschärfe einer Frequenz zu einem ungenaueren Messresultat führt. Dieser Nachteil wird jedoch erfindungsgemäss bewusst in Kauf genommen, um eine bessere elektromagnetische Verträglichkeit der elektrischen Schaltung zu erreichen. Durch die Frequenzspreizung wird nämlich die abgestrahlte elektromagnetische Energie des Wechselsignals auf ein breiteres Frequenzband verteilt, und die spektrale Energiedichte verringert sich. Selbstverständlich soll die Frequenzspreizung die Messresultate möglichst wenig beeinflussen. Im Sinne eines technischen Kompromisses soll also die Breite des gespreizten Frequenzbandes so schmal gewählt werden, dass die durch die Frequenzspreizung eingeführten Messunschärfen in einem tolerierbaren Mass bleiben. Im Idealfall sind die durch die Frequenzspreizung eingeführten Messunschärfen kleiner als die Auflösung der Messvorrichtung.

**[0016]** Unter dem Begriff «elektrisches Wechselsignal» wird in dieser Schrift ein elektrisches Spannungs- oder Stromsignal mit mindestens einem sich zeitlich ändernden, vorzugsweise zumindest annähernd periodischen Anteil (AC-Anteil) verstanden, dem zusätzlich ein zeitlich im Wesentlichen konstanter Anteil (DC-Anteil, Offset) überlagert sein kann.

**[0017]** Im erfindungsgemässen Verfahren zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes wird also eine elektrische Schaltung verwendet, in welcher ein elektrisches Wechselsignal frequenzgespreizt wird.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Prüfgut einem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt, das durch das frequenzgespreizte Wechselsignal erzeugt wird und ebenfalls frequenzgespreizt ist. Das frequenzgespreizte Wechselsignal weist mindestens eine Trägerfrequenz auf, und die Frequenzspreizung erfolgt innerhalb einer Bandbreite um die Trägerfrequenz herum. Die Bandbreite kann zwischen 0.2% und 20%, vorzugsweise zwischen 0.5% und 2%, der Trägerfrequenz betragen. Die Trägerfrequenz kann zwischen 1 MHz und 100 MHz, vorzugsweise zwischen 5 MHz und 50 MHz, liegen und ist bspw. gleich 10 MHz. Gemäss einer anderen Variante der Erfindung kann die Mittenfrequenz zwischen 10 kHz und 1000 kHz, vorzugsweise zwischen 50 kHz und 500 kHz, liegen und ist bspw. gleich 200 kHz. Das frequenzgespreizte Wechselsignal kann mehrere Signalkomponenten mit unterschiedlichen Trägerfrequenzen beinhalten. Es ist also möglich, die beiden obigen Varianten im MHz-Bereich bzw. im kHz-Bereich gleichzeitig zu verwirklichen.

**[0019]** In der vorliegenden Erfindung kann grundsätzlich irgendeines der bekannten Verfahren zur Frequenzspreizung angewendet werden. Bevorzugt wird das an sich bekannte Direct-Sequence-Spread-Spectrum-Verfahren (DSSS). Dabei wird im Wesentlichen der Trägerfrequenz ein Spreizsignal aufmoduliert. Die Frequenzmodulation kann sinusförmig, linear,

nach einem anderen Schema oder pseudozufällig erfolgen. Bei zyklischer Frequenzmodulation spricht man auch von Frequenzwobbelung.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Prüfgut zur Untersuchung in eine Messzelle eingebracht und dort dem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt. Mindestens eine elektrische Messgrösse eines an der Messzelle abgegriffenen elektrischen Signals wird detektiert. Die Messzelle ist vorzugsweise eine kapazitive Messzelle mit einem Messkondensator, in den das Prüfgut eingebracht wird.

**[0021]** Besonders gut eignet sich das erfindungsgemässe Verfahren für ein entlang seiner Längsrichtung bewegtes längliches Prüfgut. Das Prüfgut kann z.B. ein Garn, ein Vorgarn, ein Faserband, ein Vlies, ein Gewebe oder ein Gestrick sein. Die Untersuchung kann sich diesfalls z.B. auf eine Querdimension, Massendichte, Materialzusammensetzung, Fremdstoffe, Feuchtigkeitsgehalt, Haarigkeit, Oberflächenstruktur und/oder andere Eigenschaften des Prüfgutes beziehen.

**[0022]** Die erfindungsgemässe elektrische Schaltung dient zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes. Sie beinhaltet eine Messzelle zur Aufnahme des Prüfgutes und mindestens einen elektrischen Wechselsignalgenerator, der zum Erzeugen eines frequenzgespreizten elektrischen Wechselsignals eingerichtet ist.

**[0023]** Der mindestens eine Wechselsignalgenerator ist zum Anlegen des frequenzgespreizten Wechselsignals an die Messzelle eingerichtet.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausführungsform beinhaltet die Schaltung Detektionsmittel zur Detektion mindestens einer elektrischen Messgrösse eines an der Messzelle abgegriffenen elektrischen Signals und zur Ausgabe mindestens eines Ausgangssignals. Der mindestens eine Wechselsignalgenerator ist derart eingerichtet, dass das elektrische Wechselsignal mindestens eine Trägerfrequenz aufweist und die Frequenzspreizung innerhalb einer Bandbreite um die Trägerfrequenz herum erfolgt.

**[0025]** Die Detektionsmittel beinhalten vorzugsweise einen der Messzelle nachgeschalteten Demodulator. Der Demodulator kann auf verschiedene, an sich bekannte Arten ausgeführt sein, z. B. als Mischer, Multiplizierer, IQ-Demodulator oder Gilbert-Zelle. Vorteilhafterweise beinhaltet der Demodulator einen Multiplizierer zur Multiplikation des an der Messzelle abgegriffenen elektrischen Signals mit einem Wechselsignal des mindestens einen Wechselsignalgenerators. Dem Demodulator können weitere Bauteile wie Filter und/oder Verstärker vorgeschaltet oder nachgeschaltet sein.

**[0026]** Der mindestens eine elektrische Wechselsignalgenerator ist z. B. ein Synthesizer, vorzugsweise ein direkter digitaler Synthesizer. Die elektrische Schaltung kann einen Oszillator, vorzugsweise einen digitalen Oszillator, zum Ansteuern oder Takten des elektrischen Wechselsignalgenerators beinhalten. Hier sei angemerkt, dass die Frequenzspreizung bei der Ansteuerung eines Wechselsignalgenerators in der Messtechnik äusserst ungewöhnlich - wenn nicht völlig unbekannt - ist. Üblicherweise ist vielmehr ein möglichst schmalbandiges, frequenzstabiles Wechselsignal erwünscht, so dass Clockoszillatoren mit möglichst geringen Schwankungen (Jitter) eingesetzt werden. Alternativ kann der Wechselsignalgenerator als elektrischer Schwingkreis mit einem verstimmbaren Bauteil, bspw. einer Kapazitätsdiode, ausgeführt sein. Viele andere, an sich bekannte Wechselsignalgeneratoren können eingesetzt werden.

**[0027]** Unter dem Begriff «Synthesizer» wird in dieser Schrift eine mixedsignal (digitale und analoge) elektronische Vorrichtung zur Erzeugung von analogen elektrischen Wechselspannungssignalen verstanden. Mit besonderem Vorteil werden in der erfindungsgemässen Schaltung direkte digitale Synthesizer (direct digital Synthesizer, DDS) eingesetzt. Ein DDS ist ein elektronischer Baustein, der im Prinzip analoge, annähernd sinusförmige Signale beliebiger Frequenz und/oder Phasenlage erzeugen kann, wobei einzelne Typen gewissen Beschränkungen unterliegen können. Er hat eine digitale Hardware, die mit einer von aussen vorgegebenen Frequenz (Clockfrequenz) betrieben wird. In einem Rechenspeicher (programmable read-only memory, PROM) des DDS sind digitale Werte einer ganzen oder halben Periode eines periodischen Signals, bspw. eines Sinussignals, als Tabelle abgelegt. Diese Stützstellen werden bei der Signalerzeugung abgerufen. Dabei können gewisse Stützstellen ausgelassen oder verdoppelt werden, so dass sich beliebige Frequenzen erzeugen lassen. DDS wurden bisher nur mit festen Clockfrequenzen betrieben. Eine Ansteuerung eines DDS mit einem frequenzgespreizten Clocksignal, wie sie die vorliegende Erfindung vorschlägt, ist völlig neu.

**[0028]** Die Messzelle ist bspw. eine kapazitive Messzelle mit einem Messkondensator zur Aufnahme des Prüfgutes. Die Messzelle kann zur Aufnahme eines entlang seiner Längsrichtung hindurch bewegten länglichen Prüfgutes geeignet sein. Die kapazitive Messzelle kann zusätzlich zum Messkondensator einen Referenzkondensator beinhalten, welcher in Serie zum Messkondensator geschaltet ist.

**[0029]** Ein erster Vorteil, den die Erfindung mit sich bringt, besteht in der deutlichen Senkung der Störemission. Somit wird die elektromagnetische Verträglichkeit verbessert, und die EMV-Richtlinien sind einfacher einzuhalten. Ein zweiter Vorteil der Erfindung besteht darin, dass allenfalls vorhandene Störsignale konstanter Frequenz durch die Frequenzspreizung verschmiert werden, so dass sie die Messung weniger stark beeinträchtigen. Diese Vorteile werden möglicherweise durch eine etwas grössere Messunschärfe erkauft.

### AUFZÄHLUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0030]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der schematischen Zeichnung detailliert erläutert.

Fig. 1 zeigt ein elektrisches Schaltschema einer bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Messschaltung.

Fig. 2 zeigt Beispiele für Frequenzspektren (a) einer Messschaltung gemäss dem Stand der Technik und (b) der erfindungsgemässen Messschaltung.

## AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0031]** In Fig. 1 ist ein elektrisches Schaltschema einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Messschaltung 1 dargestellt. Die Messschaltung 1 beinhaltet eine Kondensatoranordnung 2 mit einem Messkondensator 21 für ein entlang seiner Längsrichtung x bewegtes längliches Prüfgut 9, bspw. Garn. Der Messkondensator 21 weist zwei parallele Kondensatorplatten und eine dazwischen liegende Durchgangsöffnung 20 für das Prüfgut 9 auf. Fakultativ ist in der Kondensatoranordnung 2 ein Referenz- oder Kompensationskondensator 22 zur Erhöhung der Messgenauigkeit und zur Ausschaltung oder Verringerung von unerwünschten Umgebungseinflüssen wie Luftfeuchtigkeit oder Lufttemperatur vorhanden. Der Referenzkondensator 22 ist vorzugsweise gleich aufgebaut wie der Messkondensator 21, mit dem Unterschied, dass er nicht vom Prüfgut 9 durchlaufen wird. Der Messkondensator 21 und der Referenzkondensator 22 sind in Serie zueinander geschaltet und bilden zusammen einen kapazitiven Spannungsteiler. Selbstverständlich kann die Kondensatoranordnung 2 noch weitere, hier nicht eingezeichnete Komponenten beinhalten.

**[0032]** Die Messschaltung 1 beinhaltet ferner einen z. B. als Synthesizer ausgebildeten elektrischen Wechselspannungsgenerator 3 zur Erzeugung eines Wechselspannungssignals, welches an die Kondensatoranordnung 2 angelegt wird. Dadurch wird die Durchgangsöffnung 20 des Messkondensators 21 von einem elektrischen Wechselfeld beaufschlagt, welches mit dem Prüfgut 9 wechselwirkt. Durch die Wechselwirkung wird dem vom Wechselspannungsgenerator 3 erzeugten Wechselsignal ein Messsignal aufmoduliert. Demzufolge kann durch Demodulation eines Ausgangssignals des Messkondensators 21 auf Eigenschaften des Prüfgutes 9 geschlossen werden. Auch der Referenzkondensator 22 wird mit einem elektrischen Wechselfeld beaufschlagt. In einer bevorzugten Ausführungsform wird als Wechselspannungsgenerator 3 ein direkter digitaler Synthesizer (direct digital Synthesizer, DDS) eingesetzt. Alternativ zu einem Wechselspannungsgenerator 3 kann ein Wechselstromgenerator eingesetzt werden.

**[0033]** Der Wechselspannungsgenerator 3 wird von einem Oszillator 4 angesteuert oder getaktet. Der Oszillator 4 ändert ständig die Frequenz seines Ausgangssignals innerhalb einer relativ schmalen Bandbreite um eine Trägerfrequenz herum. Die Frequenzänderungen können z. B. sinusförmig, linear, nach einem anderen Schema oder pseudozufällig erfolgen; sie können stetig oder unstetig sein. Solche Frequenzänderungen sind in der Technik an sich bekannt; erfolgen sie zyklisch, so werden sie Frequenzwobbelung genannt. Es kann ein digitaler Oszillator 4, bspw. ein Clockoszillator, wie er in der Computertechnik zum Takten von Prozessoren eingesetzt wird, oder ein analoger Oszillator, bspw. ein LC-Oszillator, verwendet werden.

**[0034]** Die Trägerfrequenz selbst kann vorzugsweise innerhalb eines sehr grossen Frequenzbereichs, der durch den Synthesizer 3 beschränkt ist, frei und mit grosser Genauigkeit eingestellt werden. Zur Untersuchung von Garn 9 und anderen länglichen textilen Gebilde eignen sich besonders Frequenzen aus dem Bereich zwischen 1 MHz und 100 MHz, vorzugsweise zwischen 5 MHz und 50 MHz und bspw. ungefähr gleich 10 MHz. Das vom Synthesizer 3 an die Kondensatoranordnung 2 abgegebene Signal kann bei Bedarf mehrere gewobbelte Signalkomponenten mit unterschiedlichen Trägerfrequenzen beinhalten. So kann es vorteilhaft sein, nebst einer hochfrequenten Komponente im MHz-Bereich eine tieffrequente Komponente zur Verfügung zu stellen mit einer Trägerfrequenz aus dem Bereich zwischen 10 kHz und 1000 kHz, vorzugsweise zwischen 50 kHz und 500 kHz und bspw. ungefähr gleich 200 kHz. Es ist nicht nötig, quasi-sinusförmige Signalkomponenten zu verwenden, wobei jedoch bekanntlich jedes periodische Signal durch Fourier-Entwicklung in sinusförmige Komponenten zerlegbar ist. Der Synthesizer 3 kann also eine beliebige Anzahl von Signalkomponenten zu einem Wechselspannungssignal mischen, wobei die Signalformen, Trägerfrequenzen, Amplituden und gegenseitigen Phasenlagen der verschiedenen Komponenten vorzugsweise beliebig wählbar sind. Mindestens eine der Signalkomponenten muss erfindungsgemäss frequenzgespreizt sein.

**[0035]** Im Ausführungsbeispiel von Figur 1 erzeugt der Synthesizer 3 ein Wechselspannungssignal, bspw. ein quasi-sinusförmiges Signal, dessen zeitabhängige Frequenz vom Oszillator 4 vorgegeben und gewobbelte wird. Der Synthesizer 3 weist vorzugsweise zwei Ausgangsleitungen 31, 32 auf, wobei auf einer ersten Ausgangsleitung 31 ein erstes Signal und auf einer zweiten Ausgangsleitung 32 ein zweites Signal ausgegeben wird, das im Wesentlichen mit dem ersten Signal identisch, jedoch bezüglich desselben um 180° phasenverschoben ist. Die beiden vom Synthesizer 3 erzeugten Signale können gegebenenfalls von entsprechenden Filtern 51,52 gefiltert werden. Danach werden sie von jeweils einem oder mehreren Verstärkern 61, 62, z.B. einem Operationsverstärker, verstärkt. Die so verstärkten Signale werden in die Kondensatoranordnung 2 eingespiessen. Die Kondensatoranordnung 2 empfängt somit zwar vom Synthesizer 3 erzeugte Wechselspannungssignale, ist aber vom Synthesizer 3 durch die Verstärker 61, 62 derart abgekoppelt, dass sie Parameter der vom Synthesizer 3 erzeugten Wechselspannungssignale nicht beeinflusst. Zur Abkopplung können statt der Verstärker 61, 62 andere Bauteile, z. B. Übertrager, eingesetzt werden.

**[0036]** Ein Ausgangssignal der Kondensatoranordnung 2 wird vorzugsweise zwischen dem Messkondensator 21 und dem Referenzkondensator 22, also von der mittleren Kondensatorelektrode, abgegriffen und auf einer elektrischen Leitung 23

ausgegeben. Das Ausgangssignal kann gefiltert und/oder verstärkt werden, wie aus dem Stand der Technik bekannt. Der Kondensatoranordnung 2 ist vorzugsweise ein Demodulator 7 für das Ausgangssignal nachgeschaltet. Der Demodulator 7 dient der Demodulation des analogen Ausgangssignals der Kondensatoranordnung 2, d. h. der analogen Aufbereitung und der Extraktion eines durch das Prüfgut 9 beeinflussten niederfrequenten Signals aus dem an der Kondensatoranordnung 2 abgegriffenen elektrischen Signal. Im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 beinhaltet der Demodulator 7 zunächst einen Verstärker 71 zur Verstärkung des Ausgangssignals. Das Ausgangssignal des Verstärkers 71 wird auf zwei Teilpfade 72, 73 aufgeteilt und bei zwei verschiedenen Phasen demoduliert. Die Demodulation wird im Wesentlichen synchron, als eine Multiplikation der Teilsignalkomponenten mit dem am Messkondensator 21 angelegten Wechselspannungssignal mittels Multiplizierer 74, 75 ausgeführt. Die Phasenverschiebung in einem Teilpfad 73 wird mit einem Phasenschieber 76 eingeführt. Sie beträgt vorzugsweise  $90^\circ$ , um ein Quadratursignal zu erhalten. Es ist aber durchaus möglich, eine andere Phasenschiebung zu wählen. Die in Fig. 1 dargestellte Synchrondemodulation ist ein Spezialfall. Demodulatoren können auch dazu verwendet werden, um das Signal auf eine Zwischen-Trägerfrequenz zu legen.

**[0037]** Zur Glättung werden beide Signale durch je einen Tiefpassfilter 77, 78 geschickt und danach als Demodulatorausgangssignale einer Auswerteeinheit 8 zugeführt. Die Auswerteeinheit 8 dient der Auswertung der Demodulatorausgangssignale. Sie kann zu diesem Zweck eine analoge elektrische Schaltung und/oder eine digitale Schaltung mit einem Prozessor beinhalten. Gemischte analog/digitale Schaltungen mit Analog/digital-Wandlern können eingesetzt werden.

**[0038]** Fig. 2 zeigt Frequenzspektren von elektrischen Wechselsignalen, wie sie in elektrischen Schaltungen zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes verwendet werden können. Es ist jeweils eine Signalamplitude  $A$  gegenüber der Frequenz/aufgetragen. Die Auftragung der Signalleistung gegenüber der Frequenz/ergäbe eine ähnliche Darstellung. Beide Diagramme verwenden dieselbe Achseneinteilung, wobei die Amplitudenachse logarithmisch ist.

**[0039]** Ein Signal in einer konventionelle Messschaltung, dessen Spektrum in Fig. 2(a) dargestellt ist, ist möglichst schmalbandig und hat eine möglichst scharfe Frequenz  $f_0$ . Das Spektrum weist dementsprechend eine sehr schmale, hohe Spitze mit einem Maximum bei einer Arbeitsfrequenz  $f_0'$  und einer kleinen Halbwertsbreite  $\Delta f'$  auf. Die Halbwertsbreite  $\Delta f'$  kann z.B. 0.17% der Arbeitsfrequenz  $f$  betragen. In einem typischen numerischen Beispiel ist  $f_0' = 10$  MHz und  $\Delta f' = 17$  kHz.

**[0040]** In Fig. 2(b) ist hingegen das Spektrum des elektrischen Wechselsignals einer erfindungsgemässen Messschaltung 1 dargestellt, wie es vom Wechselsignalgenerator 3 erzeugt wird. Dieses Spektrum ist gegenüber demjenigen von Fig. 2(a) frequenzgespreizt. Die elektromagnetische Energie verteilt sich auf ein Frequenzband der Breite  $\Delta f$  um eine Trägerfrequenz  $f_0$  herum, die mit der Arbeitsfrequenz  $f_0'$  von Fig. 2(a) identisch sein kann. In diesem Beispiel ist die Breite  $\Delta f$  des Frequenzbandes etwa sechsmal so gross wie die Halbwertsbreite  $\Delta f'$  der konventionellen Messschaltung gemäss Figur 2(a). Die wichtigste Folge dieser beabsichtigten Spreizung des Spektrums ist eine Reduktion der elektromagnetischen Störemission und damit eine Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit. Die Breite  $\Delta f$  des Frequenzbandes kann z.B. 1% der Trägerfrequenz  $f_0$  betragen. In einem numerischen Beispiel ist  $f_0 = 10$  MHz und  $\Delta f = 0.1$  MHz.

**[0041]** Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die oben diskutierten Ausführungsformen beschränkt. Bei Kenntnis der Erfindung wird der Fachmann weitere Varianten herleiten können, die auch zum Gegenstand der vorliegenden Erfindung gehören. Die Frequenzspreizung kann auf verschiedene Weisen erreicht werden, von denen viele an sich bekannt sind.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0042]

- 1 Messschaltung
- 2 Kondensatoranordnung
- 20 Durchgangsöffnung
- 21 Messkondensator
- 22 Referenzkondensator
- 3 Wechselsignalgenerator
- 31, 32 Ausgangsleitungen des Wechselsignalgenerators
- 33, 34 Ausgangsleitungen eines zweiten Wechselsignalgenerators
- 4 Oszillator
- 51-53 Filter
- 61-63 Verstärker
- 7 Demodulator

71	Verstärker
72, 73	Teilpfade des Demodulators
74, 75	Multiplizierer
76	Phasenschieber
77, 78	Tiefpassfilter
8	Auswerteschaltung
9	Prüfgut
A	Amplitude
$f$	Frequenz
$f_0$	Trägerfrequenz
$f_0'$	Arbeitsfrequenz
$\chi$	Längsrichtung des Prüfgutes
$\Delta f$	Bandbreite
$\Delta f'$	Halbwertsbreite

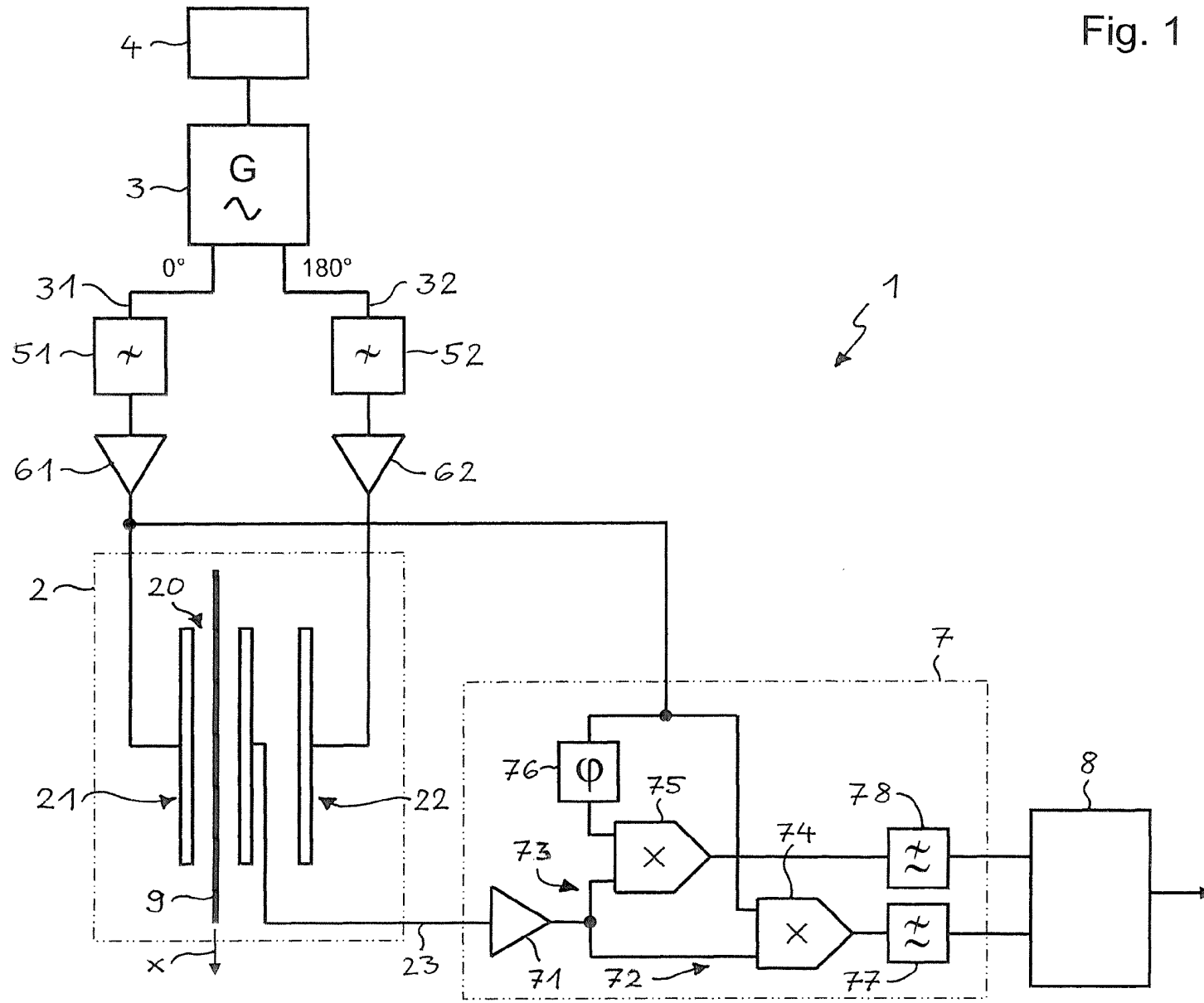
#### Patentansprüche

1. Verwendung der Frequenzspreizung in einer elektrischen Schaltung (1) zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes (9).
2. Verfahren zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes (9), wobei eine elektrische Schaltung (1) verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass in der elektrischen Schaltung (1) ein elektrisches Wechselsignal frequenzgespreizt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Prüfgut (9) einem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt wird, das durch das frequenzgespreizte Wechselsignal erzeugt wird und ebenfalls frequenzgespreizt ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei das frequenzgespreizte Wechselsignal mindestens eine Trägerfrequenz ( $f_0$ ) aufweist und die Frequenzspreizung innerhalb einer Bandbreite ( $\Delta f$ ) um die Trägerfrequenz ( $f_0$ ) herum erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Bandbreite ( $\Delta f$ ) zwischen 0.2% und 20%, vorzugsweise zwischen 0.5% und 2%, der Trägerfrequenz ( $f_0$ ) beträgt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Trägerfrequenz ( $f$ ) zwischen 1 MHz und 100 MHz, vorzugsweise zwischen 5 MHz und 50 MHz liegt und bspw. gleich 10 MHz ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-6, wobei die Trägerfrequenz ( $f_0$ ) zwischen 10 kHz und 1000 kHz, vorzugsweise zwischen 50 kHz und 500 kHz liegt und bspw. gleich 200 kHz ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-7, wobei das frequenzgespreizte Wechselsignal mehrere Signalkomponenten mit unterschiedlichen Trägerfrequenzen beinhaltet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-8, wobei das Prüfgut (9) zur Untersuchung in eine Messzelle (2) eingebracht und dort dem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt wird und mindestens eine elektrische Messgrösse eines an der Messzelle (2) abgegriffenen elektrischen Signals detektiert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Messzelle (2) eine kapazitive Messzelle mit einem Messkondensator (21), in den das Prüfgut (9) eingebracht wird, ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-10, wobei das Prüfgut (9) ein entlang seiner Längsrichtung ( $x$ ) bewegtes längliches Prüfgut ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-11, wobei das Prüfgut (9) ein Garn, ein Vorgarn, ein Faserband, ein Vlies, ein Gewebe oder ein Gestrick ist.
13. Elektrische Schaltung (1) zur elektrischen Untersuchung eines Prüfgutes (9), beinhaltend eine Messzelle (2) zur Aufnahme des Prüfgutes (9), gekennzeichnet durch mindestens einen elektrischen Wechselsignalgenerator (3), der zum Erzeugen eines frequenzgespreizten elektrischen Wechselsignals eingerichtet ist.

## CH 705 030 A2

14. Elektrische Schaltung (1) nach Anspruch 13, wobei der mindestens eine elektrische Wechselsignalgenerator (3) zum Anlegen des frequenzgespreizten Wechselsignals an die Messzelle (2) eingerichtet ist.
15. Elektrische Schaltung (1) nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Schaltung (1) Detektionsmittel (7) zur Detektion mindestens einer elektrischen Messgrösse eines an der Messzelle (2) abgegriffenen elektrischen Signals und zur Ausgabe mindestens eines Ausgangssignals beinhaltet und der mindestens eine Wechselsignalgenerator (3) derart eingerichtet ist, dass das elektrische Wechselsignal mindestens eine Trägerfrequenz ( $f_0$ ) aufweist und die Frequenzspreizung innerhalb einer Bandbreite ( $\Delta f$ ) um die Trägerfrequenz ( $f_0$ ) herum erfolgt.
16. Elektrische Schaltung (1) nach Anspruch 15, wobei die Detektionsmittel (7) einen der Messzelle (2) nachgeschalteten Demodulator mit einem Multiplizierer (74) zur Multiplikation des an der Messzelle (2) abgegriffenen elektrischen Signals mit einem Wechselsignal des mindestens einen Wechselsignalgenerators (3) beinhalten.
17. Elektrische Schaltung (1) nach einem der Ansprüche 13-16, wobei der mindestens eine elektrische Wechselsignalgenerator (3) ein Synthesizer, vorzugsweise ein direkter digitaler Synthesizer, ist.
18. Elektrische Schaltung (1) nach einem der Ansprüche 13-17, beinhaltend einen Oszillator (4), vorzugsweise einen digitalen Oszillator, zum Ansteuern oder Takten des mindestens einen elektrischen Wechselsignalgenerators (3).
19. Elektrische Schaltung (1) nach einem der Ansprüche 13-18, wobei die Messzelle (2) eine kapazitive Messzelle mit einem Messkondensator (21) zur Aufnahme des Prüfgutes (9) ist.
20. Elektrische Schaltung (1) nach einem der Ansprüche 13-19, wobei die Messzelle (2) zur Aufnahme eines entlang seiner Längsrichtung (x) hindurch bewegten länglichen Prüfgutes (9) geeignet ist.

Fig. 1



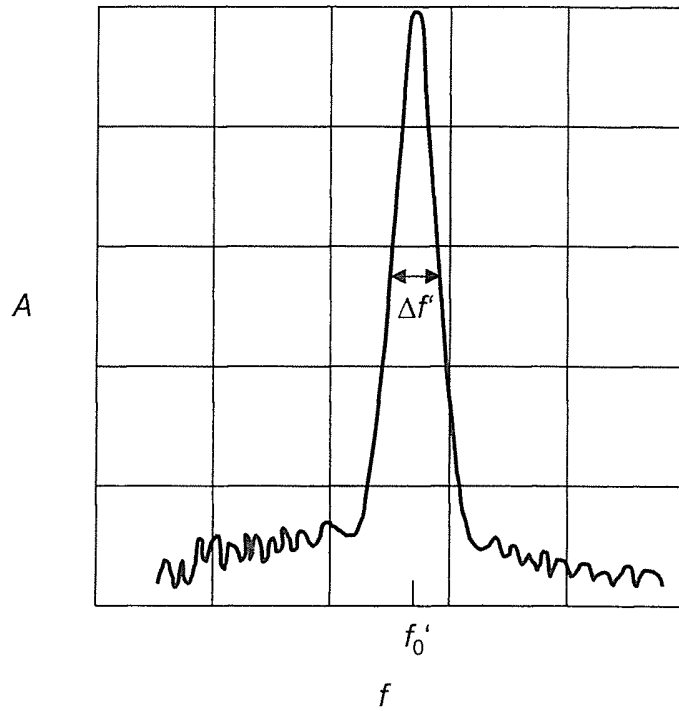


Fig. 2(a) STAND DER TECHNIK

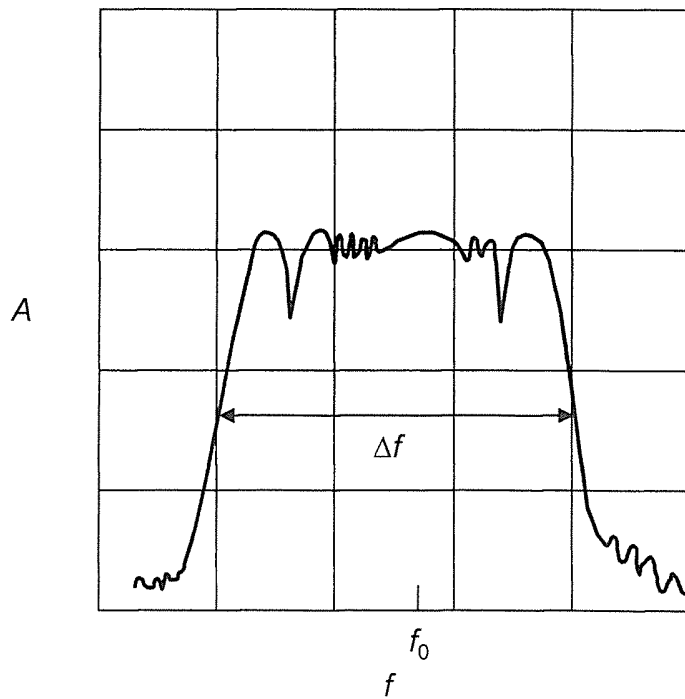


Fig. 2(b)