



Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 6 Absatz 1 des
Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1376 20

Int.Cl.³

3(51) G 01 D 1/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 01 D 2967 70

(22) 18.07.78

(45) 33.03.83

(44) 12.03.79

- (71) VEB FILMFABRIK WOLFEN FOTOCHEMISCHES KOMB., WOLFEN 1; DD,
(72) GRAEFE, WOLFGANG, DIPL.-PHYS., HARTUNG, KLAUS, DIPL.-ING., SCHNEIDER, AXEL, DIPL.-ING.; DD,
(73) siehe (72)
(74) DIPL.-CHEM. VIKTORIA PRELL, VEB FILMFABRIK WOLFEN, FOTOCHEMISCHES KOMBINAT, 4440
WOLFEN 1

(54) ANORDNUNG ZUR SOFORTBEWERTUNG STOCHASTISCH SCHWANKENDER MESSSIGNALE

206770.

Int. Cl.³: G 01 D 1/04

Anordnung zur Sofortbewertung stochastisch schwankender
Meßsignale

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur anwendungsbezogenen Sofortbewertung von überwiegend stochastisch schwankenden Meßsignalen. Hierunter sind Meßsignalverläufe zu verstehen, die in der Hauptsache stochastisch schwanken, die aber auch periodische Schwankungsanteile enthalten können. Derartige Meßsignalverläufe liegen z.B. vor bei der Kontrolle kontinuierlicher Produktionsprozesse oder bei der Gleichmäßigkeitsprüfung zwecks Qualitätseinstufung von kontinuierlich produzierten Erzeugnissen, wie bahnförmigen Materialien.

Die Erfindung ist in Gebieten anwendbar, in denen stochastische Meßsignalverläufe quantitativ auszuwerten sind; so z.B. bei der Prüfung von Kinefilmmaterialien, der Gleichmäßigkeit der Beschichtung von magnetischen oder anderen Informationsträgern oder der Wolkigkeit in der Papierfabrikation und weiterhin bei der Prüfung der Gleichmäßigkeit der Dicke oder der Durchsichtigkeit von Folien.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Prüfung von Qualitätsparametern bahnförmiger Erzeugnisse während der Herstellung sind Abweichungen von einem vorgesehenen Sollwert in vielen Fällen mit ausreichender Genauigkeit und Auflösung meßbar, indem die Bahn in ihrer Längsrichtung in einer Spur mit einem geeigneten Meßfühler (optisch, magnetisch, radiometrisch u.a.m.) abgetastet wird. Das elektrische Ausgangssignal eines solchen Meßvorganges liegt dann als zeitlich in der Amplitude schwankender Signalverlauf oder als Registrierstreifen vor. Der Signalverlauf kann bei Überschreiten bestimmter Toleranzmarken eine Signalisierung und damit ggf. bestimmte Produktionskorrekturen auslösen.

Eine sofortige schnelle quantitative Einschätzung der Beeinträchtigung der Gebrauchseigenschaften der Erzeugnisse durch die Schwankungen des gemessenen Qualitätsparameters ist jedoch nicht direkt möglich, da

1. aus dem Signalverlauf eine Zahl gewonnen werden muß, die diese Gebrauchseigenschaft charakterisiert,
2. im Meßsignal häufig mehr Information enthalten ist, als zur Charakterisierung der Gebrauchseigenschaft erforderlich ist.

Am Beispiel der Bewertung der Homogenität von Kinefilmmaterial soll diese Problematik dargestellt werden:

Bei der Herstellung von Kinefilmmaterial treten infolge geringer, oft unvermeidbarer Ungleichmäßigkeiten der Produktionsbedingungen Schwankungen der Verteilungsdichte des Silberhalogenids oder der Dicke der Begußschicht auf, die sich als Schwankungen des Transmissionsgrades des Filmmaterials oder bei der Kinovorführung als Schwankungen der Bildhelligkeit bemerkbar

machen. Die Abweichungen vom mittleren Transmissionsgrad können bei der Kinovorführung oder beim Vorbeilaufen des Filmes an einer gleichmäßig ausgeleuchteten Mattscheibe beobachtet und subjektiv bewertet werden.

Diese subjektive Prüfung wird den Anwendungsbedingungen des Filmes gut gerecht. Nachteilig sind die unzureichende Empfindlichkeit und die erhebliche Unsicherheit infolge der subjektiven Festlegung der Qualitätskennzahl.

Neben der subjektiven Beurteilung der Begußgleichmäßigkeit existieren objektive Prüfmethoden. Bei diesen wird auf optischem Wege der Verlauf des Transmissionsgrades in einer Spur längs der Filmbahn gemessen. Zur Ermittlung einer Qualitätskennzahl aus dem erhaltenen Signalverlauf sind mehrere Verfahren bekannt.

Bei Verwendung eines Digitalrechners können aus dem Signalverlauf nach bekannten mathematischen Methoden Kennwerte berechnet werden, die die Gebrauchseigenschaften charakterisieren. Solche Kennwerte sind z.B. die mittlere Schwankung (Standardabweichung) oder die frequenzbewertete Schwankungsleistung. Der kostenintensive Einsatz eines Digitalrechners ist jedoch zur Auswertung bei einem einzelnen Meßgerät nicht in jedem Falle gerechtfertigt.

Neben der Möglichkeit einer Bewertung der Messung mittels Digitalrechners sind analoge Bewertungsverfahren bekannt. So kann die mittlere Schwankung (Standardabweichung) des Signalverlaufes durch ein oszillografisches Auswertungsverfahren bestimmt werden (Bild und Ton 25 (1972) 293 bzw. DD-WP 406 09). Nachteilig an diesem oszillografischen Bewertungsverfahren ist, daß in einem sehr weiten Frequenzbereich alle Schwankungen erfaßt werden. Da vom Betrachter bei der Kinovorführung jedoch nur Schwankungen in einem Frequenzbereich um 10 Hz mit großer Empfindlichkeit und sehr schnelle oder langsame Schwankungen nicht

oder stark unterdrückt als störend empfunden werden, charakterisiert diese oszillografisch bestimmte Kennzahl nicht richtig den subjektiven Schwankungseindruck bei Gebrauch des Filmes. Nachteilig ist weiterhin die relativ aufwendige und in bezug auf Qualifikation der Bearbeiter anspruchsvolle Handhabung insbesondere bei der erforderlichen fotografischen Speicherung des Oszillografen-Schirmbildes und bei seiner Anwendung. Eine Sofortanzeige der Qualitätskennzahl ist nicht möglich.

Es sind auch analoge Verfahren und Vorrichtungen zur elektronischen Bestimmung der mittleren Abweichung bekannt (DD-AP 91 154), die jedoch ebenfalls keine die Gebrauchseigenschaften des Meßobjektes berücksichtigende Signalebewertung durchführen. Weiterhin ist bei einer aus analogen elektronischen Baugruppen aufgebauten Schaltung nur mit großem Aufwand eine genaue Bestimmung der Standardabweichung über längere Meßzeitintervalle möglich.

Eine weitere Möglichkeit der Auswertung eines derartigen überwiegend stochastischen Signalverlaufes besteht in der Einordnung der Schwankungen oder der Momentanwerte in bestimmte Größenklassen und Zählung der Klassenhäufigkeit (Agfa-Veröffentl. 9 (1961) 233). Als Schwankung kann zu diesem Zweck z.B. die Differenz benachbarter relativer Extremwerte des Signalverlaufes aufgefaßt werden. Für die Teilautomatisierung einer derartigen Auswertung bestehen günstigere gerätetechnische Voraussetzungen (Zähler, elektronische Amplitudendiskriminierung). Eine Zählung der Schwankungen (der Extremwertdifferenzen) liefert indirekt eine gewisse Frequenzbewertung des Signalverlaufes, indem niedrige Frequenzen unterbewertet werden. Trotzdem ist eine befriedigende Anpassung an bestimmte Frequenzbewertungen, z.B. an die der visuellen Kinefilmbetrachtung nicht möglich.

Ziel der Erfindung

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine für die Gebrauchseigenschaften der gemessenen Erzeugnisse quantitativ charakteristische Kennzahl der Gleichmäßigkeit zu ermitteln. Durch eine kontinuierliche Sofortbewertung während des Produktionsprozesses sollen Totzeiten vermieden werden, die bei nachträglichen Prüfungen und Auswertungen erforderlich werden. Die ermittelten Werte können zur Steuerung des Produktionsprozesses und zur gebrauchsgerechten Qualitätseinschätzung direkt verwendet werden. Außerdem soll der zusätzliche Einsatz von Arbeitskräften bei einer manuellen Auswertung vermieden werden.

Wesen der Erfindung

Die Erfindung hat die Aufgabe, mit Hilfe einer Anordnung eine Sofortbewertung der Gleichmäßigkeit von gemessenen Qualitätsgrößen eines kontinuierlichen Produktionsprozesses, z.B. der Herstellung einer Materialbahn, durchzuführen. Die Bewertung soll nur die Schwankungen der Qualitätsgröße im Meßsignal erfassen, die bei Gebrauch des Erzeugnisses stören, und sie dem Grad ihrer Störwirkung entsprechend bewerten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei einer Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe, die Qualitätsmerkmale von Erzeugnissen beschreiben, und von einer Meßeinrichtung geliefert werden, nach einem das Zeitverhalten bei Gebrauch des gemessenen Erzeugnisses nachbildendem Filter eine die Amplitudenbewertung im Gebrauchsfall nachbildende Wichtungseinheit geschaltet ist, an die ein Auswerteteil angeschlossen ist.

Der Auswerteteil besteht aus einem den Mittelwert bei quasistationären Signalverläufen ausschaltendem Hochpaßfilter, aus einer den Schwankungsbetrag bildenden Gleichrichtereinheit oder einem das Schwankungsquadrat bildendes

Quatriorglied sowie aus einem zur Bildung von

$$S_d = \frac{1}{T-T_0} \int_{T_0}^T \Delta f(t) dt$$

bzw.

$$S_m^2 = \frac{1}{T-T_0} \int_{T_0}^T \Delta f(t)^2 dt$$

des Schwankungssignales $\Delta f(t)$ vorgesehenen Integrator, einer von der Steuerschaltung getakteten Torschaltung und einer Anzeige der ermittelten Bewertungsergebnisse. Zur Sofortbewertung von Kinefilmmaterial werden insbesondere ein das Zeitverhalten der visuellen Empfindung von Helligkeitsschwankungen nachbildendes Filter und eine die Schwankungsamplituden logarithmisch bewertende Wichtungseinheit zwischen Meßeinrichtung und Auswerteteil geschaltet. Es ist vorteilhaft, daß der Integrator und die Anzeige aus einem A/D - Wandler und einem Zähler zur Erfassung und Anzeige der über die Torschaltung während der Integrationszeit $T-T_0$ anlaufenden Impulse besteht, dabei ist zwischen die Torschaltung und den Zähler ein mit der Meßzeitwahl am Steuerteil einstellbarer Untersetzter geschaltet.

Ausführungsbeispiel 1

Von der Meßeinrichtung 1 wird ein den zeitlichen Schwankungen des Qualitätsparameters proportionales stetiges elektrisches Ausgangssignal geliefert und an das Frequenzfilter 2 weitergeleitet. Das Frequenzfilter 2 bildet das Zeitverhalten der Störwirkung der Schwankungen des Qualitätsparameters bei Gebrauch des Erzeugnisses durch geeignete Kombination von RC - Gliedern nach. In der anschließenden Amplitudenbewertung 3 werden die Schwankungsamplituden entsprechend ihrer Störwirkung bei Gebrauch des Erzeugnisses gewichtet verstärkt. Der derart vorbewertete Signalverlauf $f(t)$ durchläuft ein Hochpaßfilter 5, in dem der stationäre Gleichanteil

$$\overline{f(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

eliminiert wird (siehe Fig. 1). Das verbleibende Schwankungssignal

$$\Delta f = f(t) - \overline{f(t)}$$

gelangt nach Variante a (Fig. 2a) zur Bestimmung der mittleren Abweichung

$$S_m^2 = \frac{1}{T-T_0} \int_{T_0}^T [\Delta f(t)]^2 dt$$

in eine Quadrierschaltung 6a bzw. nach Variante b (Fig. 2b) zur Bestimmung der durchschnittlichen Abweichung

$$S_d = \frac{1}{T-T_0} \int_{T_0}^T |\Delta f(t)| dt$$

in eine Gleichrichterschaltung 6b. Von der Steuerschaltung 10 wird über die Torschaltung 7 nach einer auf den Start der Bewertung folgenden Totzeit T die vorwählbare Integrationszeit $T - T_0$ für den Integrator 8 vorgegeben. Das im Integrator 8 gebildete Zeitintegral des quadrierten bzw. gleichgerichteten Schwankungsverlaufes wird in der Baugruppe 9 zu Anzeige gebracht bzw. zur Registrierung ausgegeben.

Ausführungsbeispiel 2

Im folgenden soll am Beispiel der Messung und elektronischen Bewertung der Schwankungen der Transparenz von Kinefilm die Erfindung im einzelnen beschrieben werden (Fig. 3).

Der zu prüfende Kinefilm 11 wird durch eine Meßeinrichtung geführt, in der er von einem Lichtbündel konstanter Intensität 12 durchgesetzt wird. Die Meßeinrichtung kann z.B. in einer Begießmaschine zur Filmbeschichtung mit lichtempfindlicher Emulsion angeordnet

sein, wobei der Transport des Filmes durch die Meßeinrichtung mit dem Filmtransport der Begießmaschine gegeben ist. Andererseits kann die Meßeinrichtung auch als selbständiges Gerät mit eigenem Filmtransport 13 aufgebaut sein, so daß bestimmte aufgearbeitete und ggf. vorbehandelte Filmproben gemessen werden können. Die Vorbehandlung der Filmproben kann insbesondere in einer gleichmäßigen Anbelichtung und Entwicklung auf einen bestimmten Sollwert der mittleren Transparenz bestehen.

Das in der Meßeinrichtung von einer Lichtquelle mit bestrahlungsseitiger Optik erzeugte Lichtbündel tastet den Film in einer Meßspur ab und wird beim Durchdringen des Filmes im Rhythmus seiner Transparenzschwankungen moduliert. Das Lichtbündel gelangt auf einen optoelektronischen Wandler 14 (z.B. Fotodiode, Fotovervielfacher), der das optische Signal in einen elektronischen Signalverlauf umsetzt, welcher dem Transparenzverlauf in der Meßspur proportional ist.

An Stelle eines Lichtbündels 12 kann insbesondere für unbelichtetes Rohmaterial auch infrarote Meßstrahlung konstanter Intensität (Spektralbereich 800 ... 1000 nm) verwendet werden. Bei durch Anbelichtung vorbehandeltem Farbfilm ist eine selektive Messung der drei Einzelschichten möglich, indem das Licht durch eine geeignete Spektralteileranordnung in drei Farbanteile aufgespalten wird, die den Farbauszügen des Colorfilmes komplementär sind. Die u.U. unterschiedlichen Transparenzschwankungen der Einzelschichten wirken auf nur einen (den farbkomplementären) Farbanteil des Lichtbündels. Sie werden von drei Fotoempfängern in je einen elektronischen Signalverlauf umgesetzt. Die zur Bewertung erforderliche Elektronik besteht dann aus drei gleichartig aufgebauten Kanälen, von denen im folgenden die Ausführung eines Kanales beschrieben ist.

In dem Filter 15 und dem Logarithmierer 17 wird der elektronische Signalverlauf nach Frequenz und Amplitude entsprechend den Gebrauchseigenschaften des Kinefilmmaterials bewertet.

Bei der Kinefilmbetrachtung stören besonders die Schwankungen in einem mittleren Frequenzbereich um 10 Hz, während Schwankungen geringerer und höherer Frequenz nur einen verminderten oder gar keinen Störeindruck hervorrufen. Die Frequenzcharakteristik der Kinefilmbetrachtung wird dabei einmal durch die Daten der Bildprojektion (Bildfrequenz, Bildhöhe) und durch das visuelle Frequenzverhalten bei Helligkeitsschwankungen bestimmt.

Durch eine frequenzabhängige Bewertung im Filter 15 wird der Signalverlauf dieser Bewertung bei Gebrauch des Filmmaterials angepaßt.

Die Frequenzkurve des Filters wird dabei außer von der Frequenzcharakteristik der Kinefilmbetrachtung auch durch die Filmtransportgeschwindigkeit in der Meßeinrichtung bestimmt. Für die Messung von Kinefilm (35 mm Breite) mit z.B. 30 m/min Geschwindigkeit ist z.B. die in Fig. 4 angegebene Frequenzkurve geeignet. Ein derartiger Frequenzverlauf wird im Filter 15 durch geeignete Kombination von RC - Gliedern realisiert.

Der frequenzabhängig bewertete Schwankungsverlauf wird vom Filter in einen einstellbaren Verstärker 16 geleitet, der eine Auswahl geeigneter Arbeitsbereiche ermöglicht. Die Bewertung zur Nachbildung des Amplitudenverhaltens bei der Kinefilmbetrachtung muß berücksichtigen, daß der visuelle Schwankungseindruck der Bildhelligkeit dem Logarithmus der Schwankungen der Beleuchtungsstärke auf der Bildwand proportional ist (Weber-Fechnersches Gesetz). Da die Beleuchtungsstärke des projizierten Kinobildes direkt der Transparenz des Filmmaterials proportional ist, muß der gemessene Transparenzverlauf in 17 logarithmiert werden, um der visuellen Betrachtung angepaßt zu sein.

Aus dem derart den Gebrauchseigenschaften des Kinefilm-materials angeglichenen Signalverlauf der Transparenz wird die durchschnittliche Abweichung

$$S_d = \frac{1}{T-T_0} \int_{T_0}^T \Delta f(t) dt$$

über einen vorwählbaren Zeitintervall $T - T_0$ bestimmt.

Der Gleichanteil des Signalverlaufes ist zuvor im Hochpaß des Filters 15 eliminiert worden. Da das Filter jedoch nach dem Einschalten eine gewisse Einschwingzeit benötigt, kann der Bewertungsvorgang erst nach einer Totzeit T_0 nach dem Einschalten beginnen. Die Dauer der Totzeit muß so bemessen sein, daß der noch anstehende gedämpfte Einschaltssprung ausreichend klein gegen die durchschnittliche Abweichung des Signalverlaufes S_d ist (Fig. 1). Die Wahl der Totzeit und der Meßzeit, die die Länge des auszuwertenden Intervalls auf der Meßprobe bestimmt, erfolgt mit der Steuerschaltung 23 über die Torschaltung 20.

Für die Ermittlung der durchschnittlichen Abweichung wird der Signalverlauf in der Schaltung 18 gleichgerichtet. Die Integration wird digital nach A/D-Wandlung des Signals im Spannungs-Frequenz-Umsetzers 19 durch eine Impulszählung ausgeführt. Dadurch ist auch bei längeren Meßzeiten eine ausreichende Genauigkeit gewährleistet. Die von den Ziffernanzeigeröhren der Zählereinheit 22 angezeigte Zählrate ist ein Maß für die durchschnittliche Schwankung der bewerteten Meßgröße.

Zwischen der Torschaltung 20 und dem Zähler 22 ist ein mit der Meßzeiwahl am Steuerteil 23 einstellbarer Untersetzer 21 geschaltet, dessen Untersetzungsfaktor in reziprokem Verhältnis zur Meßzeit eingestellt wird. Damit wird unabhängig von der Auswertelänge der Probe bei gleichbleibendem Signalverlauf stets dieselbe Zählrate angezeigt.

E r f i n d u n g s a n s p r u c h

1. Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe, die Qualitätsmerkmale von Erzeugnissen beschreiben, und von einer Meßvorrichtung geliefert werden, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß nach einem das Zeitverhalten bei Gebrauch des gemessenen Erzeugnisses nachbildendem Filter (2) eine die Amplitudenbewertung im Gebrauchsfall nachbildende Wichtungseinheit (3) geschaltet ist, an die ein Auswerteteil (4) angeschlossen ist.
2. Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe nach Punkt 1, g e k o n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß der Auswerteteil (4) aus einem den Mittelwert bei quasistationären Signalverläufen ausschaltenden Hochpaßfilter (5), aus einem das Schwankungsquadrat bildenden Quadrierglied (6a) oder einer den Schwankungsbetrag bildenden Gleichrichtereinheit (6b), sowie aus einer von der Steuerschaltung (10) getakteten Torschaltung (7), aus einem Integrator (8) und einer Anzeige (9) besteht.

3. Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe nach Punkt 1, g e k e n n - z e i c h n e t d a d u r c h , daß das Filter (2) vorzugsweise ein das Zeitverhalten der visuellen Empfindung von Helligkeitsschwankungen nachbildendes Filter (15) ist und zwischen die Meßeinrichtung (14) zur Bestimmung der Transparenzschwankungen von Filmmaterial und den Verstärker (16) geschaltet ist.
4. Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe nach Punkt 1, g e k e n n - z e i c h n e t d a d u r c h , daß die Wichtungseinheit (3) vorzugsweise eine die Schwankungsamplituden logarithmisch bewertete Schaltungsanordnung (17) ist und zwischen dem Verstärker (16) und die Gleichrichterschaltung (18) geschaltet ist.
5. Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe nach Punkt 1 und 2, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß der Integrator (8) und die Anzeige (9) vorzugsweise aus einem A/D-Wandler (19) und einem Zähler (22) zur Erfassung und Anzeige der über die Torschaltung (20) während der Integrationszeit $T - T_0$ anlaufenden Impulse besteht.
6. Anordnung zur Sofortbewertung überwiegend stochastisch schwankender Signalverläufe nach Punkt 1 und 5, g e - k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß zwischen die Torschaltung (20) und den Zähler (22) ein mit der Meßzeiteahl am Steuerteil (23) einstellbarer Untersetzer (21) geschaltet ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

206770

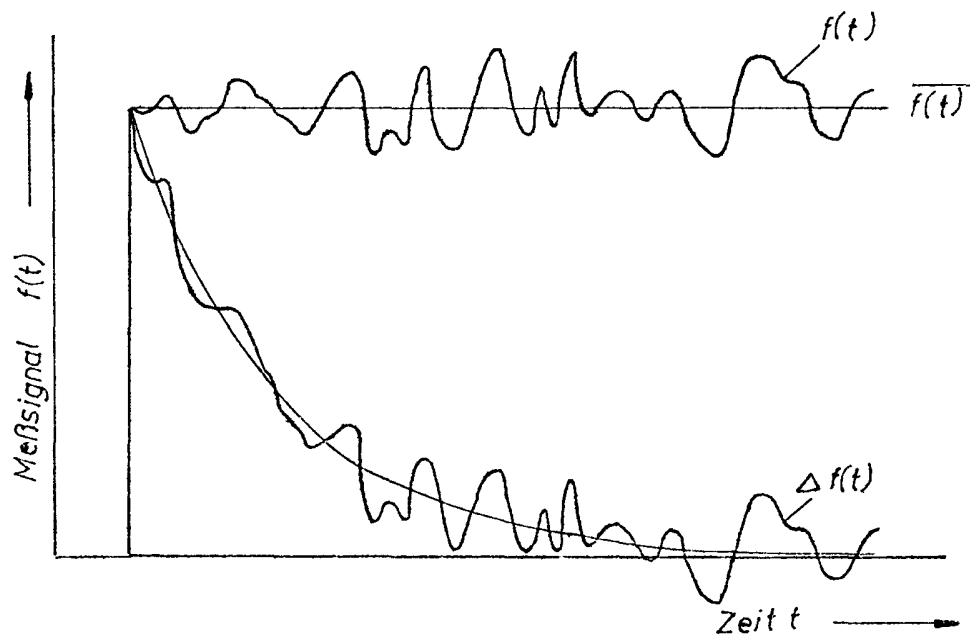


Fig. 1

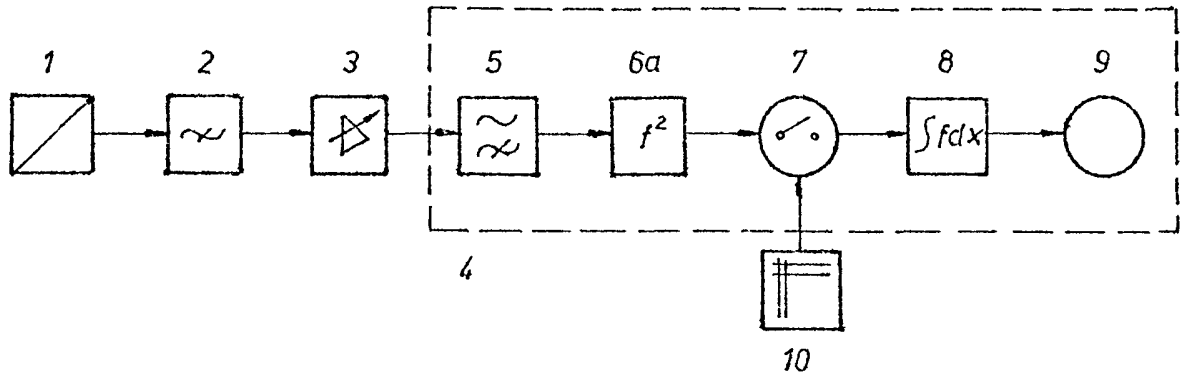


Fig. 2a

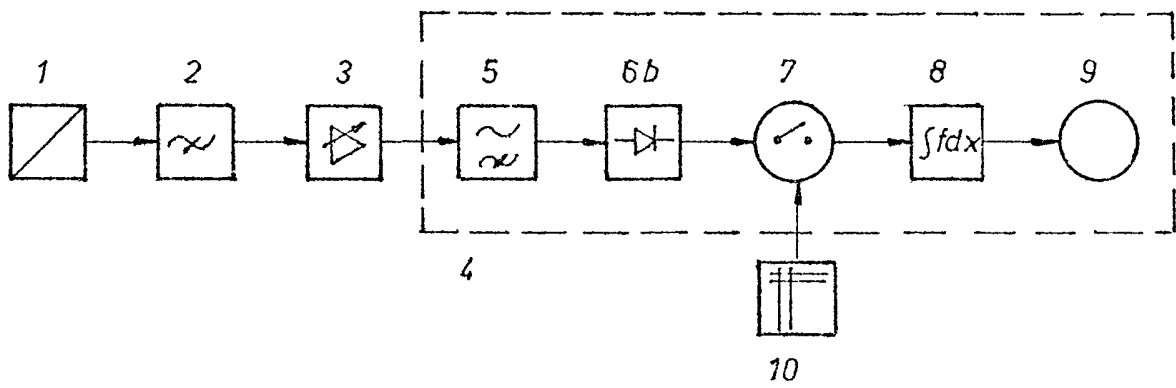


Fig. 2b

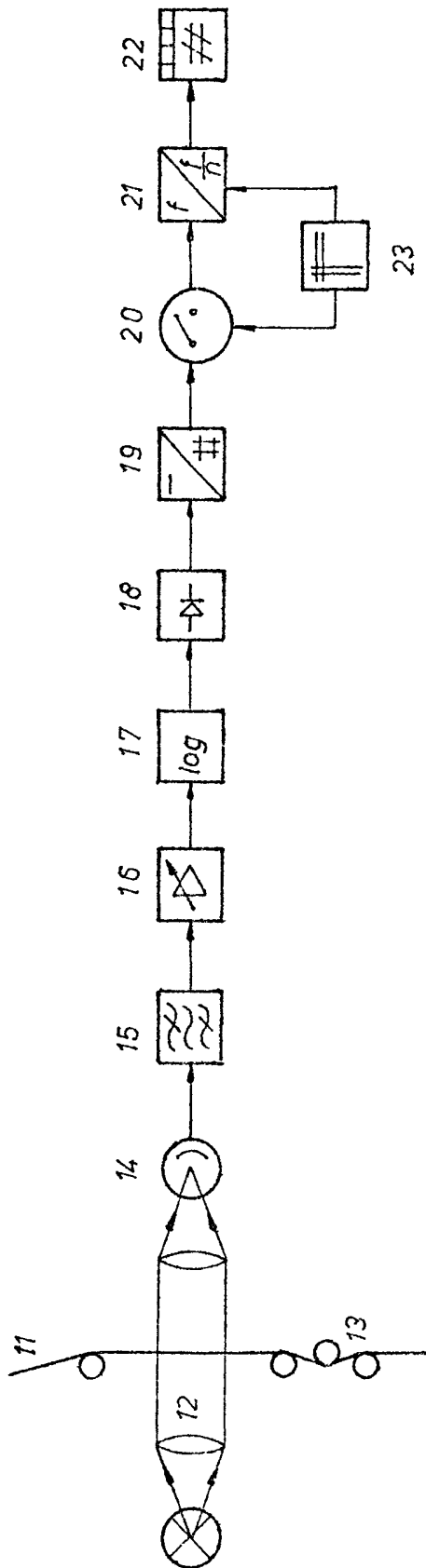


Fig. 3

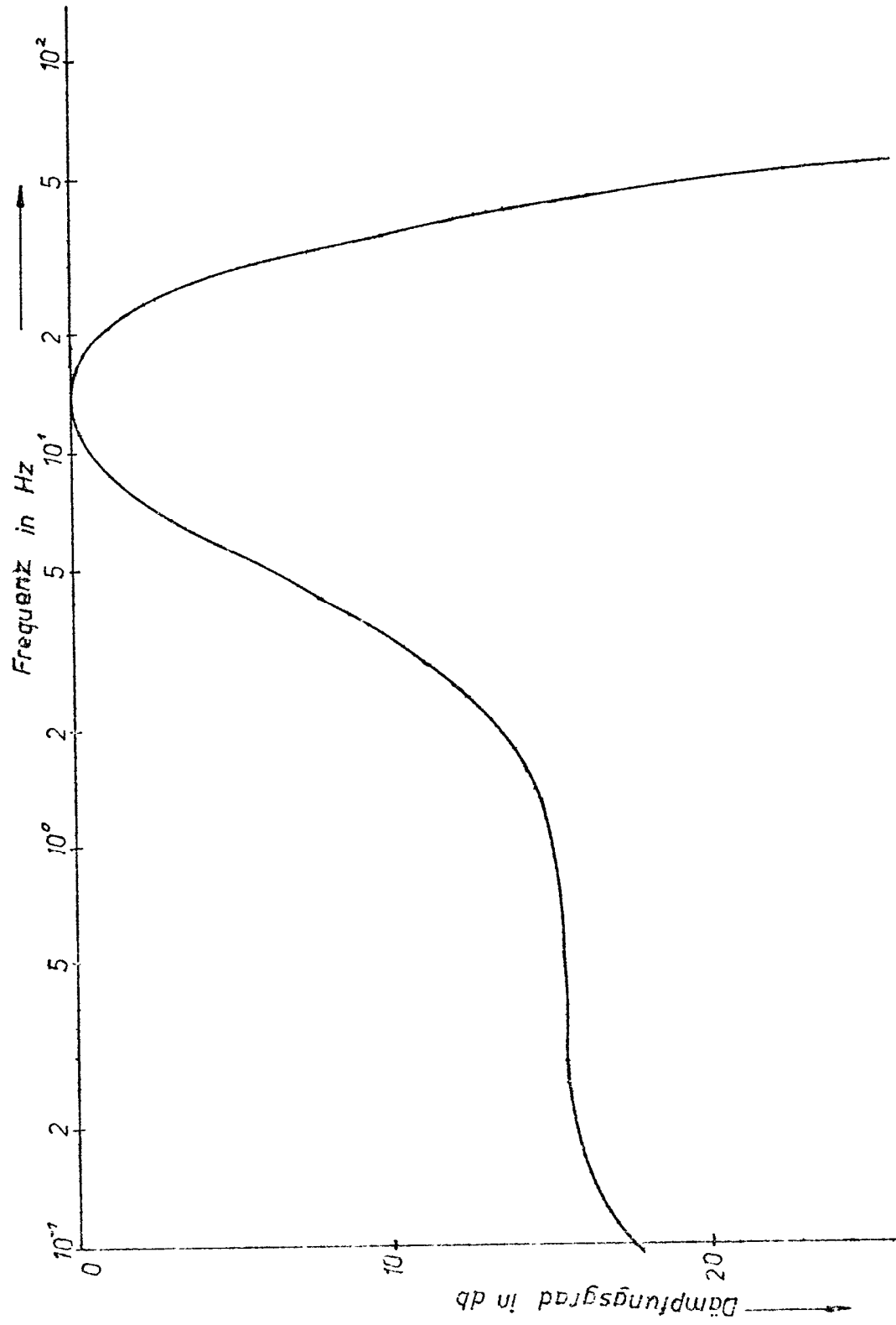


Fig. 4