

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

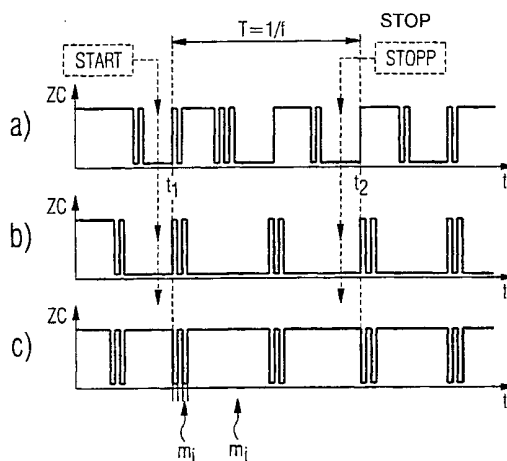
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/03445 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04Q 1/00** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEISNER, Armin**
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/02021** [DE/DE]; Ludwigstrasse 4, D-64354 Rheinheim (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: **21. Juni 2000 (21.06.2000)** (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).
(25) Einreichungssprache: **Deutsch** (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
(30) Angaben zur Priorität: **199 30 458.0** **2. Juli 1999 (02.07.1999)** **DE**
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING TONE RINGING FREQUENCY**

(54) Bezeichnung: **TONRUF-FREQUENZBESTIMMUNGSVORRICHTUNG UND -VERFAHREN**



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining tone ringing frequency which comprises the following steps: Forming a zero crossing signal from a tone ringing signal by comparing the tone ringing signal with a threshold (S), whereby the zero crossing signal has a succession of alternatively rising and falling edges between two zero crossing signal values; measuring the respective duration between the adjacent rising and falling edges of the zero crossing signal; comparing the measured duration with a predetermined duration limiting value (t_g); defining an evaluation start time (t_1) if a measured duration is greater than or equal to the duration limiting value (t_g), whereby the evaluation start time (t_1) is the instant of the subsequent edge; defining an evaluation stop time (t_2) if a measured duration with an identical zero crossing signal value for the time occurring after the subsequent time is greater than or equal to the duration limiting value (t_g), whereby the evaluation stop time (t_2) is the instant of the subsequent edge, and; determining the frequency (f) using the measured time difference between the evaluation start time (t_1) and the evaluation stop time (t_2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/03445 A2



europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein Tonruf-Frequenzbestimmungsverfahren mit den Schritten: Bilden eines ZC-Signals aus dem Tonrufsignal durch Vergleich des Tonrufsignals mit einer Schwelle (S), wobei das ZC-Signal eine Folge von abwechselnd steigenden und fallenden Flanken zwischen zwei ZC-Signalwerten aufweist; Messen der jeweiligen Zeitdauer zwischen den benachbarten steigenden und fallenden Flanken des ZC-Signals; Vergleichen der gemessenen Zeitdauern mit einem vorbestimmten Zeitdauer-Grenzwert (t_g); Festlegen einer Bewertungsstartzeit (t_1), wenn eine gemessene Zeitdauer größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ist, wobei die Bewertungsstartzeit (t_1) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist; Festlegen einer Bewertungsstoppzeit (t_2); wenn eine gemessene Zeitdauer mit gleichem ZC-Signalwert zum übernächsten Mal größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ist, wobei die Bewertungsstoppzeit (t_2) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist; und Bestimmen der Frequenz (f) anhand der gemessenen Zeitdifferenz zwischen der Bewertungsstartzeit (t_1) und der Bewertungsstoppzeit (t_2).

Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung und -verfahren

5

STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tonruf-Frequenz-
bestimmungsvorrichtung sowie ein entsprechendes Tonruf-
10 Frequenzbestimmungsverfahren.

Obwohl auf beliebige Tonrufsignalisierungen anwendbar, wer-
den die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegen-
de Problematik in bezug auf eine Tonruf-Signalisierung für
15 ein Haustelefon erläutert.

Um eine fehlerfreie Signalisierung des Tonrufs zu gewähr-
leisten, sind bestimmte Forderungen an eine Tonrufsignali-
sierung gestellt. Zum einen soll erst ab einer bestimmten
20 Mindestaussteuerung (Pegelbedingung), zum andern nur auf
Anregungen in einem festen Frequenzfenster (Frequenz-
bedingung), eine Signalisierung erfolgen.

Das Einhalten der Pegelbedingung wird in der Regel von der
25 Hardware gewährleistet, die Einhaltung der Frequenzbedin-
gung hingegen ist Aufgabe der Software. Ein Nichteinhalten
einer oder beider Bedingungen führt zu einer falschen Ruf-
signalisierung (z.B. keine oder verspätete Signalisierung
bei gültigem Rufsignal, Rufsignalisierung ohne Rufspannung,

usw.)).

Überlagerte Störungen der Rufwechselspannung haben einen großen Einfluß auf ein korrektes Arbeiten der Tonruf-
5 Frequenzerkennung. Ein Erkennen von gestörten Frequenzen ist jedoch kein triviales Problem.

Fig. 3 zeigt eine Illustration zur Ableitung eines ZC-Signals (ZC = Zero Crossing) aus der erfaßten Tonrufspannung.
10 nung.

In Fig. 3 ist die Zeit t auf der x-Achse aufgetragen und die Tonrufspannung U_T bzw. das ZC-Signal ZC auf der y-Achse. Die Tonrufspannung U_T wird in diesem Fall als reine
15 Sinus-Wechselspannung (durchgezogene Linie in Fig. 3 oben) angenommen.

Um eine Tonruf-Frequenzerkennung zu ermöglichen, wird die gleichgerichtete Tonrufspannung U_T (gestrichelte Linie in
20 Fig. 3 oben) an einen nicht dargestellten Komparator angelegt. Der Ausgang des Komparators ist mit einem Prozessor verbunden, der das ZC-Signal verarbeitet.

Wie gezeigt, führt der Komparator einen Vergleich der
25 gleichgerichteten Tonrufspannung U_T mit einer Schwelle S durch. Jedesmal wenn die gleichgerichtete Tonrufspannung U_T diese Schwelle ansteigend durchläuft, hat das ZC-Signal eine abfallende Flanke. Bei jedem darauffolgenden Nulldurch-

- 3 -

gang hat das ZC-Signal eine ansteigende Flanke. Hier ist also eine gewisse Hysterese eingebaut.

Die Frequenz f des Tonrufsignals ergibt sich in diesem einfachen Fall als $t^* = 1/2f$, wobei t^* der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden ansteigenden bzw. abfallenden Flanken des ZC-Signals ist.

Fig. 4 zeigt eine Illustration eines ZC-Signals ohne Störung mit unterschiedlicher Amplitude des Tonrufsignals.

Wie Fig. 4 entnehmbar, ist je nach Lage der Komparator-schwelle S bzw. Signalaussteuerung des Tonrufsignals das Tastverhältnis des ZC-Signals höchst unterschiedlich.

Da jedoch, um die Periodendauer bzw. Frequenz f zu messen, üblicherweise immer auf die steigende oder fallende Flanke des ZC-Signals getriggert wird, ist eine Bestimmung der Frequenz f unabhängig vom Tastverhältnis des ZC-Signals möglich.

In realen Systemen muß damit gerechnet werden, daß das Tonrufsignal keine reine Sinusschwingung ist, sondern periodische und/oder aperiodische Überlagerungen aufweist. Diese Überlagerungen machen sich insbesondere dann bemerkbar, wenn die Amplitude der Störung größer als die Hysterese der ZC-Erkennungsschaltung ist.

- 4 -

Ein Maß für die Unempfindlichkeit gegen solche Störungen ist die Fremdsignal-Störfestigkeit. Ein Überlagern von Störungen über das ZC-Signal führt zu Signalverläufen, die in Fig. 5 für ein gestörtes ZC-Signal mit unterschiedlichem
5 Tastverhältnis gezeigt sind.

Eine möglichst schnelle Auswertung solcher gestörter ZC-Signale ist nicht trivial. Um die Grundschiwingung zu ermitteln, müssen die Störungen ignoriert werden. Bei einem ungünstigen Tastverhältnis sind aber Störimpulse und Nutzsignal
10 nicht mehr zu unterscheiden.

Bekannt sind Systeme, die Impulse oder Impulsgruppen ausblenden. Diese haben einerseits den Nachteil, daß zusätzliche Ressourcen (z.B. zweite Zeitbasis zum Ausblenden der
15 Störungen) benötigt werden. Andererseits nehmen solche Systeme eigentlich eine Art Unterabtastung des ZC-Signals durch Ausblendung bestimmter Zeitbereiche vor. Ist dabei das ausgeblendete Zeitintervall, im Vergleich zu den zu
20 messenden Zeiten, nicht mehr vernachlässigbar, treten Meßfehler auf.

Dies ist in Fig. 6 illustriert, welche Fehler beim Entstören des ZC-Signals aufzeigt, die durch einfaches Ausblenden der Störungen entstehen. Der ausgeblendete Zeitbereich ist
25 dabei grau schraffiert. T_M bezeichnet das Meßintervall.

Im Fall a) von Fig. 6 liegt ein ZC-Signal ohne Störungen vor, die Tonruffrequenz f wird richtig bestimmt.

- 5 -

Im Fall b) von Fig. 6 liegt ein ZC-Signal mit Störungen vor, die Tonruffrequenz f wird richtig bestimmt.

- 5 Im Fall c) von Fig. 6 liegt ein ZC-Signal ohne Störungen vor, die Tonruffrequenz f wird nicht richtig bestimmt, da hier Teile des Nutzsignals fälschlicherweise ausgeblendet werden. Mit anderen Worten wird ein ungestörtes ungültiges Signal fälschlicherweise als gültig bestimmt.

10

Als nachteilhaft bei den obigen bekannten Ansätzen hat sich also die Tatsache herausgestellt, daß eine zuverlässige Entstörung nicht in allen Fällen möglich ist.

15 VORTEILE DER ERFINDUNG

Das erfindungsgemäße Tonruf-Frequenzbestimmungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und die entsprechende Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung gemäß Anspruch 5 wei-
20 sen gegenüber den bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, daß trotz hochfrequenter Störungen auf dem ZC-Signal eine zuverlässige Entstörung möglich ist im Gegensatz zu bekannten Ausblendverfahren.

- 25 Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß jedes Zeitintervall zwischen einer abfallenden und ansteigenden Flanke des ZC-Signals ausgewertet wird und anhand einer Grenzwertes ein Bewertungsstart- sowie Bewertungsstopp-Zeitpunkt bestimmt, wobei das so ermit-

telte Bewertungsintervall ein Maß für die gesuchte Frequenz ist.

5 In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des betreffenden erfindungsgemäßen Gegenstandes.

10 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird ein Überwachungszeitfensters für die Frequenzbestimmung festgelegt und geschieht ein Abbrechen der Messung, falls die seit der Bewertungsstartzeit gemessene Zeit außerhalb des Überwachungszeitfensters liegt.

15 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird der Zeitdauer-Grenzwert als Konstante festgelegt.

20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird für den Zeitdauer-Grenzwert ein größtmöglicher Wert festgelegt, mit dem der Versuch der Festlegung der Bewertungsstartzeit begonnen wird. Dieser Wert wird nach einem vorbestimmten Algorithmus verkleinert, wenn nach einer bestimmten Zeit keine Bewertungsstartzeit festlegbar ist.

ZEICHNUNGEN

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine Illustration einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in Anwendung auf ein gestörtes ZC-Signal mit unterschiedlichem Tastverhältnis;
- 10 Fig. 2 ein Zustandsdiagramm der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Fig. 1;
- 15 Fig. 3 eine Illustration zur Ableitung eines ZC-Signals (ZC = Zero Crossing) aus der erfaßten Tonrufspannung;
- 20 Fig. 4 eine Illustration eines ZC-Signals ohne Störung mit unterschiedlicher Amplitude des Tonrufsignals;
- 25 Fig. 5 eine Illustration eines gestörten ZC-Signals mit unterschiedlichem Tastverhältnis; und
- Fig. 6 eine Illustration zum Problem, welche Fehler beim Entstören des ZC-Signals durch einfaches Ausblenden der Störungen entstehen.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

5

Fig. 1 zeigt eine Illustration einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in Anwendung auf ein gestörtes ZC-Signal mit unterschiedlichem Tastverhältnis.

- 10 Bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Bestimmung der Grundwelle nicht einzelne Zeitbereiche ignoriert, sondern alle Teilereignisse berücksichtigt. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Störungen, welche dem ZC-Signal überlagert sind, hochfrequenter als die
- 15 zu bestimmende Frequenz f sind.

Mit anderen Worten findet ein ständiges Messen der jeweiligen Zeitdauer zwischen den benachbarten steigenden und fallenden Flanken des ZC-Signals statt. Aus diesen Teilereignissen wird dann die Frequenz der Grundschiwingung abgeleitet. Die Ausführungsform setzt voraus, daß die Richtung der Flanke (fallend bzw. steigend) des ZC-Signals zum Erzeugen eines Interrupts, sukzessive umgestellt werden kann.

20

- 25 Die Zeitdauern der einzelnen Teilmessungen m_1 , m_j werden mit einem vorgegebenen bei diesem Beispiel konstanten Grenzwert t_g verglichen. Ist die Zeitdauer einer Teilmessung größer als der Grenzwert t_g , liegt die Startbedingung vor, d.h. es wird eine Bewertungsstartzeit t_1 festgelegt,

- 9 -

wenn eine gemessene Zeitdauer größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert t_g ist, wobei die Bewertungsstartzeit (t_1) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist. Gleichzeitig wird die Phasenlage des ZC-Eingangssignals bestimmt werden („0“ = l(ow) oder „1“ = h(igh)). In Fig. 1a) und 1b) ist diese
5 = l(ow) oder „1“ = h(igh)). In Fig. 1a) und 1b) ist diese Phasenlage „0“, und in Fig. 1c) ist sie „1“.

Die Stoppbedingung ist der übernächste lange ZC-Signalzzyklus mit der gleichen Phasenlage. Es wird also eine Bewertungsstoppzeit t_2 festgelegt, wenn eine gemessene Zeitdauer mit gleichem ZC-Signalwert zum übernächsten Mal größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert t_g ist, wobei die Bewertungsstoppzeit t_2 der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist.
10

Der Timer bzw. Zeitgeber, von dem alle Zeiten abgeleitet werden, läuft nach der Startbedingung frei. Die Zeit, die der Timer für einen Durchlauf benötigt, muß dabei größer sein als das Überwachungsfenster für das ZC-Signal, welches sich durch eine untere Zeitgrenze T_u und eine obere Zeitgrenze T_o definieren läßt.
15
20

Werden in diesem Überwachungsfenster keine weiteren Interrupts detektiert, wird der Meßvorgang abgebrochen und die Meßfunktion wieder in den Grundzustand versetzt (d.h. die Frequenz ist sehr klein).
25

- 10 -

Das Bestimmen der gesuchten Frequenz f geschieht anhand der gemessenen Zeitdifferenz zwischen der Bewertungsstartzeit t_1 und der Bewertungsstoppzeit t_2 , wobei gilt $1/f = t_2 - t_1$.

- 5 Zur Bestimmung von t_g zweckmäßige Parameter sind beispielsweise:

	Komparatorschwelle ein (V_{on})	17.5 V
	Komparatorschwelle aus (V_{off})	6.5 V
10	minimale Frequenz (f_{min})	20 Hz
	maximale Frequenz (f_{max})	60 Hz
	Störspannung (U_{ST})	6 V _S
	Rufspannung (U_R)	32 V _{eff}

- 15 Fig. 2 zeigt ein Zustandsdiagramm der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Fig. 1.

In Fig. 2 bezeichnet I eine Initialisierungsroutine, um in das System in einen Grundzustand G zu versetzen. Ausgehend
 20 davon wird das Zeitintervall zwischen den benachbarten steigenden und fallenden Flanken des ZC-Signals gemessen, bis ein Intervall mit t größer gleich t_g gefunden ist.

Dann wird der Timer zur einer Bewertungsstartzeit t_1 gestartet (START), welche der Zeitpunkt der folgenden Flanke
 25 ist.

Zur Bewertungsstoppzeit t_2 , wenn eine gemessene Zeitdauer mit gleichem ZC-Signalwert zum übernächsten Mal größer oder

- 11 -

gleich dem Zeitdauer-Grenzwert t_g ist, wobei die Bewertungsstoppzeit t_2 der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist, wird der Timer wieder gestoppt.

- 5 Die verschiedenen Zeitpunkte zu denen eine gemessene Zeitdauer größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert t_g ist, sind dabei mit I, II und III bezeichnet. Die linke Schleife ist für den Fall einer L-Anfangsphase, die rechte für den Fall einer H-Anfangsphase. Die jeweilige Schleife mit der
10 Bezeichnung 1) bedeutet, daß entweder die Zeit- oder die Phasenbedingung nicht erfüllt ist.

Ist das gemessene Zeitintervall T innerhalb des erlaubten Zeitfensters $[T_u, T_o]$, ist die daraus ermittelte Frequenz f
15 gültig, und das System kehrt in den Grundzustand G zurück. Anderenfalls geht das System zurück zum Zustand I.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie
20 darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Der Parameter t_g kann bei kleinen Messbereichen wie beim obigen Beispiel als Konstante festgelegt werden. Die Zeitintervalle des ungestörten Signalanteils bei höchster gültiger Frequenz $f_{\max}$ müssen größer sein als t_g . Bei größeren
25 Messbereichen und konstantem ZC-Eingangssignal (d.h. die Frequenz ändert sich nicht während der Messung) kann die Messung mit größtmöglichem t_g begonnen werden. Wird keine

- 12 -

Startbedingung gefunden, wird der Parameter t_g solange verkleinert, bis eine Startbedingung gefunden wird.

Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung und -verfahren

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Tonruf-Frequenzbestimmungsverfahren mit den Schritten:

10 Bilden eines ZC-Signals aus dem Tonrufsignal durch Vergleich des Tonrufsignals mit einer Schwelle (S), wobei das ZC-Signal eine Folge von abwechselnd steigenden und fallenden Flanken zwischen zwei ZC-Signalwerten aufweist;

15 Messen der jeweiligen Zeitdauer zwischen den benachbarten steigenden und fallenden Flanken des ZC-Signals;

Vergleichen der gemessenen Zeitdauern mit einem vorbestimmten Zeitdauer-Grenzwert (t_g);

20

Festlegen einer Bewertungsstartzeit (t_1), wenn eine gemessene Zeitdauer größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ist, wobei die Bewertungsstartzeit (t_1) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist;

25

Festlegen einer Bewertungsstoppzeit (t_2), wenn eine gemessene Zeitdauer mit gleichem ZC-Signalwert zum übernächsten Mal größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ist,

- 14 -

wobei die Bewertungsstoppzeit (t_2) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist; und

Bestimmen der Frequenz (f) anhand der gemessenen Zeitdifferenz zwischen der Bewertungsstartzeit (t_1) und der Bewertungsstoppzeit (t_2).

2. Tonruf-Frequenzbestimmungsverfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Schritte:

10

Festlegen eines Überwachungszeitfensters (T_u , T_o) für die Frequenzbestimmung; und

15 Abbrechen der Messung, falls die seit der Bewertungsstartzeit (t_1) gemessene Zeit außerhalb des Überwachungszeitfensters liegt.

3. Tonruf-Frequenzbestimmungsverfahren nach einer der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitdauer-Grenzwert (t_g) als Konstante festgelegt wird.

20

4. Tonruf-Frequenzbestimmungsverfahren nach einer der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für den Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ein größtmöglicher Wert festgelegt wird, mit dem der Versuch der Festlegung der Bewertungsstartzeit (t_1) begonnen wird; und dieser Wert nach einem vorbestimmten Algorithmus verkleinert wird, wenn nach einer bestimmten Zeit keine Bewertungsstartzeit (t_1) festlegbar ist.

25

- 15 -

5. Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung mit:

5 einer ZC-Signalerzeugungseinrichtung zum Bilden eines ZC-Signals aus dem Tonrufsignal durch Vergleich des Tonrufsignals mit einer Schwelle (S), wobei das ZC-Signal eine Folge von abwechselnd steigenden und fallenden Flanken zwischen zwei ZC-Signalwerten aufweist;

10 einer Meßeinrichtung zum Messen der jeweiligen Zeitdauer zwischen den benachbarten steigenden und fallenden Flanken des ZC-Signals;

einer Vergleichseinrichtung zum Vergleichen der gemessenen
15 Zeitdauern mit einem vorbestimmten Zeitdauer-Grenzwert (t_g);

einer Festlegungseinrichtung zum Festlegen:

20 i) einer Bewertungsstartzeit (t_1), wenn eine gemessene Zeitdauer größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ist, wobei die Bewertungsstartzeit (t_1) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist; und

25 ii) Festlegen einer Bewertungsstoppzeit (t_2), wenn eine gemessene Zeitdauer mit gleichem ZC-Signalwert zum übernächsten Mal größer oder gleich dem Zeitdauer-Grenzwert (t_g) ist, wobei die Bewertungsstoppzeit (t_2) der Zeitpunkt der folgenden Flanke ist;

und einer Frequenzbestimmungseinrichtung zum Bestimmen der Frequenz (f) anhand der gemessenen Zeitdifferenz zwischen der Bewertungsstartzeit (t_1) und der Bewertungsstoppzeit
5 (t_2).

6. Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Festlegungseinrichtung zum Festlegen eines Überwachungszeitfensters (T_u , T_o) für die
10 Frequenzbestimmung und zum Abbrechen der Messung, falls die seit der Bewertungsstartzeit (t_1) gemessene Zeit außerhalb des Überwachungszeitfensters liegt, gestaltet ist.

7. Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung nach einer der
15 vorhergehenden Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Festlegungseinrichtung den Zeitdauer-Grenzwert (t_g) als Konstante festlegt.

8. Tonruf-Frequenzbestimmungsvorrichtung nach einer der
20 Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Festlegungseinrichtung für den Zeitdauer-Grenzwert (t_g) einen größtmöglichen Wert festlegt, mit dem der Versuch der Festlegung der Bewertungsstartzeit (t_1) beginnt; und dieser Wert nach einem vorbestimmten Algorithmus verkleinerbar
25 ist, wenn nach einer bestimmten Zeit keine Bewertungsstartzeit (t_1) festlegbar ist.

FIG 1

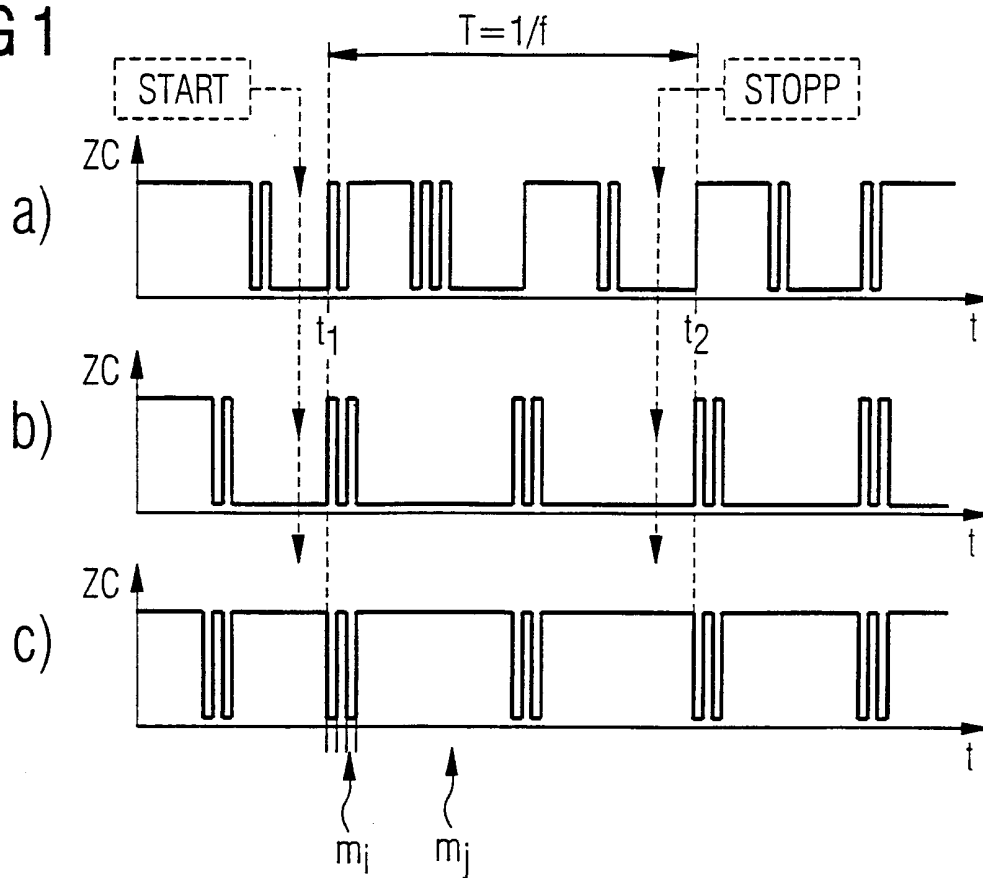


FIG 2

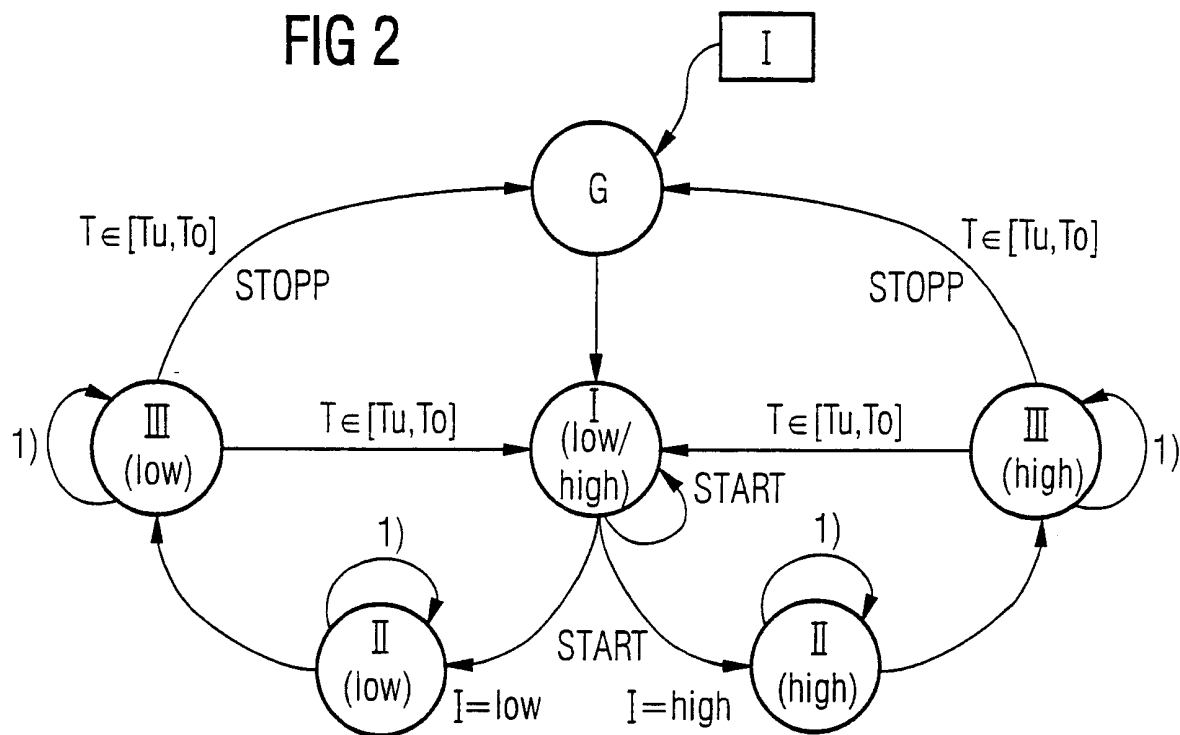


FIG 3

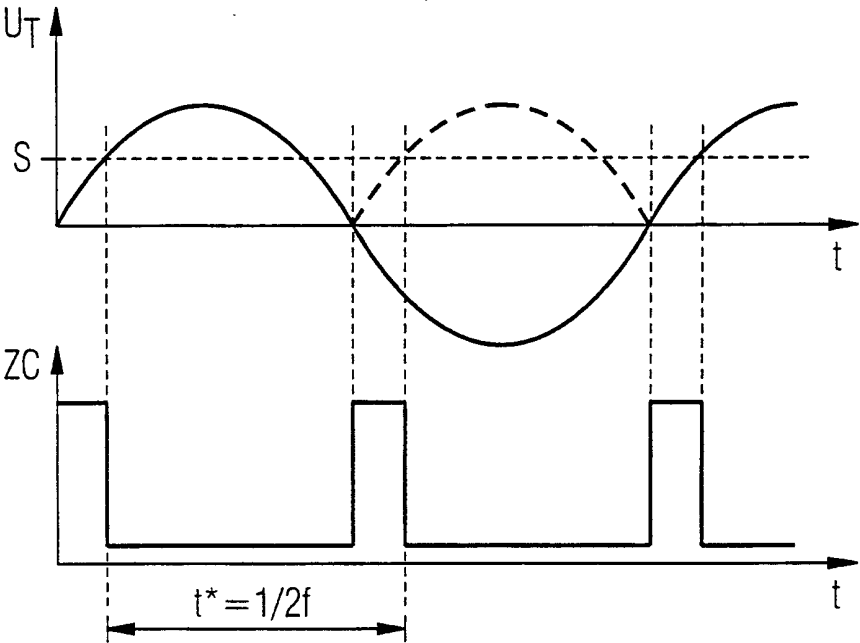
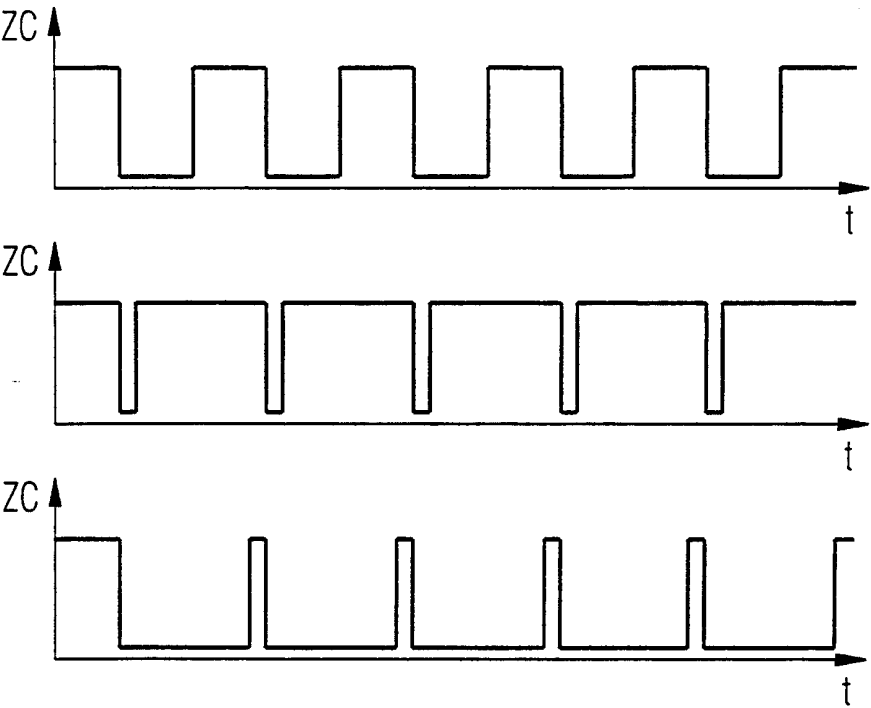


FIG 4



3/3

FIG 5

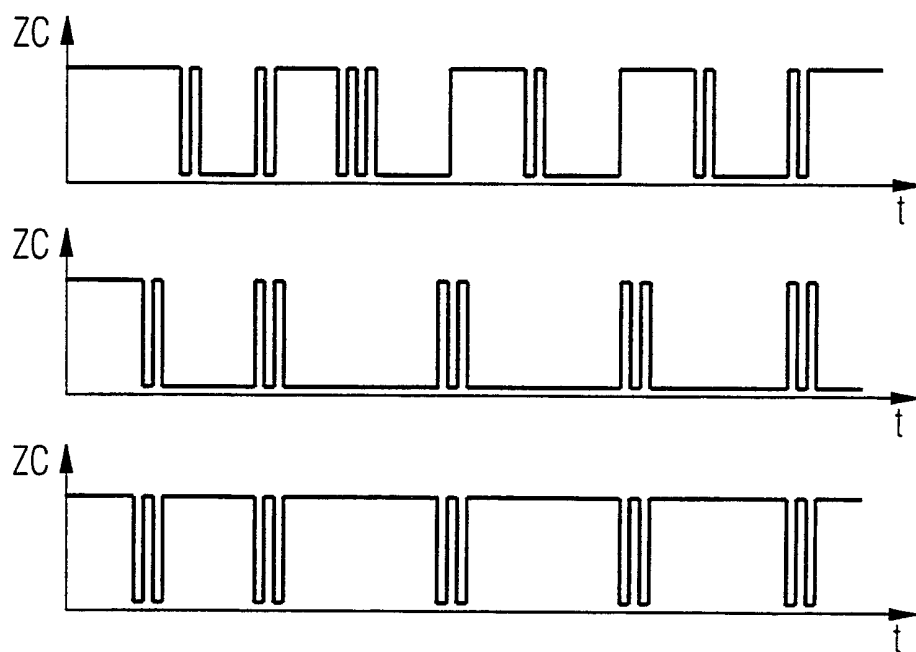


FIG 6

