

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 726 548 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.07.2004 Patentblatt 2004/30

(51) Int Cl.7: **G08B 13/16**

(21) Anmeldenummer: **95101937.1**

(22) Anmeldetag: **13.02.1995**

(54) **Körperschallmelder zur Einbruchüberwachung**

Sonic detector for monitoring intrusions

Détecteur sonique pour la surveillance d'intrusions

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.08.1996 Patentblatt 1996/33

(73) Patentinhaber: **Siemens Building Technologies
AG
8034 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Studach, Cornel
CH-8634 Hombrechtikon (CH)**

(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing. et al
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 2 900 444 FR-A- 2 560 701
FR-A- 2 569 027 US-A- 4 290 058**

EP 0 726 548 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Körperschallmelder zur Überwachung von Kassenschränken, Panzerschränken, Tresorräumen und Geldausgabe-Automaten, mit einem mit dem zu überwachenden Objekt verbundenen Sensor zur Aufnahme von Körperschall, und mit einer an den Sensor angeschlossenen Auswerteelektronik, in der eine Mischung des verstärkten Sensorsignals mit einer Trägerfrequenz und eine Filterung der gemischten Signale in einem schmalen Frequenzbereich erfolgt.

[0002] Diese auch als Geräuschmelder bezeichneten Melder dienen zur Detektion von Angriffen auf Schutzobjekte aus Stahl oder Beton und auf Panzerschränke mit kunststoffverstärkten Schutzbeschichtungen. Die Funktion der Körperschall- oder Geräuschmelder beruht darauf, dass bei der Bearbeitung von harten Werkstoffen, wie beispielsweise Beton oder Metall, Massenschwingungen entstehen und dadurch mechanische Schwingungen erzeugt werden, die sich im Material als Körperschall ausbreiten. Der vorzugsweise piezoelektrische Sensor nimmt diese Schwingungen auf und wandelt sie in elektrische Signale um. Die Melder-elektronik analysiert die Signale und löst bei entsprechendem Ergebnis einen Alarm aus.

[0003] Wie bei allen automatischen Überwachungseinrichtungen ist es auch bei den Körperschallmeldern sehr wichtig, dass möglichst keine Fehlalarme ausgelöst, dass also Störsignale unterdrückt werden. Diese Störsignalunterdrückung erfolgt bei einem in der US-A-4,290.058 beschriebenen Körperschallmelder im wesentlichen dadurch, dass die vom Sensor aufgenommenen Schwingungen mit einer Trägerfrequenz gemischt werden, die periodisch und kontinuierlich ein bestimmtes Frequenzgebiet durchläuft, und dass die gemischten Signale in einem schmalbandigen Frequenzgebiet gefiltert werden.

[0004] Obwohl die Auswerteelektronik dieses bekannten Körperschallmelders den Vorteil hat, dass das ausgewertete Frequenzband viel schärfer begrenzt ist als bei blosser Verwendung eines Bandpassfilters, kann selbstverständlich ein innerhalb des ausgewerteten Frequenzbandes liegender Störer immer noch einen Fehlalarm auslösen. Dabei liegen die bei einem Einbruchversuch erzeugten Körperschallschwingungen in einem charakteristischen Frequenzgebiet, vorzugsweise im kHz-Bereich nahe der oberen Hörgrenze zwischen etwa 12 und 20 kHz, während typische Störgeräusche wesentlich niederfrequenter oder auch höherfrequenter sind. Die Erfahrung zeigt, dass in dem für die Körperschallschwingungen bei einem Einbruchversuch charakteristischen Frequenzbereich immer wieder längere Zeit anhaltende Schwingungen auftreten, so dass es zur Auslösung von Fehlalarmen kommt.

[0005] Durch die Erfindung soll nun eine Auswerteelektronik für einen Körperschallmelder angegeben werden, mit der auch innerhalb des genannten Fre-

quenzbereichs liegende Störsignale unterdrückt werden und damit die Zuverlässigkeit und Fehlalarmssicherheit entsprechend ausgerüsteter Körperschallmelder entscheidend verbessert wird.

[0006] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Auswerteelektronik eine Kammfilterschaltung aufweist, welche aus zwei parallel angeordneten, spiegelbildlich aufgebauten Kammfiltern besteht, deren Ausgänge an eine Minimumstufe geführt sind, von welcher nur das jeweils kleinere der Ausgangssignale der beiden Kammfilter der Weiterverarbeitung zugeführt ist.

[0007] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Körperschallmelders ist dadurch gekennzeichnet, dass jedes Kammfilter eine Filterperiode von nicht über 500 Hz aufweist. Vorzugsweise beträgt die Filterperiode 200 Hz.

[0008] Ein normales Angriffs- oder Einbruchssignal ist relativ breitbandig und wird an den Ausgängen beider Kammfilter der Kammfilterschaltung ein etwa gleich grosses Signal liefern, so dass es gleichgültig ist, welches der beiden Signale weiterverarbeitet wird. Das kleinere Signal wird nur unbedeutend kleiner sein als das grössere und wird daher gleich schnell und gleich sicher wie dieses Alarm auslösen. Wenn jedoch in dem betrachteten Frequenzband eine relativ schmalbandige Störstrahlung auftritt, dann wird diese, wegen der geringen Filterperiode, mit Sicherheit von dem einen Kammfilter durchgelassen und von dem anderen nicht, so dass das Auftreten einer bestimmten Differenz zwischen den Ausgangssignalen der beiden Kammfilter ein Hinweis auf einen Störer ist. Wenn nun, wie dies erfindungsgemäss vorgeschlagen wird, nur das jeweils kleinere der beiden Signale weiterverarbeitet wird, dann wird die Störstrahlung automatisch unterdrückt und braucht nicht näher analysiert zu werden.

[0009] Die praktische Erfahrung hat übrigens gezeigt, dass gerade in jüngerer Zeit unerwartet viel Störstrahlung in dem genannten schmalen Frequenzbereich zwischen 12 und 20 kHz auftritt. Es ist mit ziemlicher Sicherheit zu vermuten, dass diese Störstrahlung durch elektronische Geräte verursacht ist, beispielsweise durch getaktete Netzgeräte oder durch auf dem zu überwachenden Objekt stehende Bildschirmgeräte. Höherfrequente Störstrahlung im Frequenzbereich von etwa 25 kHz kann beispielsweise durch Ultraschalleindringdetektoren verursacht sein.

[0010] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschema eines erfindungsgemässen Körperschallmelders mit einer Kammfilterschaltung,
- Fig. 2 ein Schema der Kammfilterschaltung von Fig. 1,
- Fig. 3 die Übertragungscharakteristik eines Kammfilters der Schaltung von Fig. 2,

Fig. 4 das Frequenzspektrum eines normalen Angriffs- oder Einbruchssignals; und

Fig. 5 das Frequenzspektrum eines Störsignals.

[0011] Der in Fig. 1 dargestellte Körperschallmelder M enthält ein als Körperschallaufnehmer wirkendes Mikrofon 1 und eine Auswerteelektronik E. Das Mikrofon dient zur Ausfaltung der Schwingungen, die von bei der Bearbeitung von harten Werkstoffen entstehenden Massenbeschleunigungen erzeugt werden, und zur Umwandlung dieser Schwingungen in elektrische Signale. Die Auswerteelektronik E ist beispielsweise aus der US-A-4,290,058 und von der Körperschallmeldern der Typen GM31, GM35 und GM36 der Cerberus AG her bekannt, und soll hier nur kurz beschrieben werden. Bezüglich des Mikrofons 1 wird auf die CH-Patentanmeldung Nr. 0 172/94 der Cerberus AG verwiesen.

[0012] Das Ausgangssignal des Mikrofons 1 wird über einen Impedanzwandler 2 einem Vorverstärker 3 zugeführt. Das vorverstärkte Signal gelangt über einen weiteren Verstärker 4 zu einem Mischer 5, wo das verstärkte Signal mit dem Signal eines Oszillators 7 gemischt wird. Das Signalmischprodukt wird über einen Empfindlichkeitsregler 8 einem Zwischenfrequenzverstärker 9 zugeführt, der auch ein Tiefpassfilter enthält. Das verstärkte ZF-Signal gelangt in einen A/D-Wandler 10 und von diesem in eine Kammfilterschaltung 11, deren Ausgangssignal einem Integrator 12 zugeführt ist, in welchem eine numerische Integration des Ausgangssignals der Kammfilterschaltung 11 erfolgt. Sobald der Wert am Integrator 12 die Schwelle eines Alarmkomparators 13 überschreitet, wird durch das Abfallen eines Alarmrelais 14 Alarm ausgelöst.

[0013] Der Alarmkomparator ist als Schmitt-Trigger beschaltet. Dabei sind die Schaltschwellen so gewählt, dass bei Alarm durch den Integrator 12 die Alarmselbsthaltezeit über einen Timer 15 auf circa 1 s eingestellt ist. Bei starken Schlägen oder bei einer Sprengung wird eine Kippstufe 16 ausgelöst, die den Integrator 12 in sehr kurzer Zeit auflädt und eine Alarmauslösung bewirkt. Wenn der Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Geräuschen grösser als circa 5 bis 10 s ist, dann wird der Integrator 12 durch eine Stufe 17 schnell entladen. Die Funktionen von Kammfilterschaltung 11, Integrator 12, Alarmkomparator 13 und Stufe 17 werden in einem Mikroprozessor μP gerechnet. Fig. 2 zeigt eine etwas detailliertere Darstellung der Kammfilterschaltung 11 von Fig. 1. Darstellungsgemäss besteht diese aus zwei parallel angeordneten, spiegelbildlich aufgebauten, Kammfiltern 18 und 18', deren Ausgänge an eine Minimumstufe 19 geführt sind, von welcher nur das jeweils kleinere der Ausgangssignale der Kammfilter 18, 18' an den Integrator 12 (Fig. 1) weitergeleitet und das grössere Signal unterdrückt wird. Ein Kammfilter ist bekanntlich ein Filter mit einem periodischen Frequenzgang, bei dem Durchlass- und Sperrbereiche einander abwechseln. Kammfilter werden beispielsweise bei der Video-Signalverarbeitung im Farb-

decoder von Fernsehempfängern verwendet (siehe dazu beispielsweise: H. Schönfelder "Bildkommunikation", S. 188f, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1983). Der spiegelbildliche Aufbau der beiden Kammfilter 18, 18' bedeutet, dass dort, wo bei dem einen Filter die Sperrbereiche liegen, bei dem anderen die Durchlassbereiche sind, und umgekehrt. Und das hat zur Folge, dass ein innerhalb eines Frequenzbandes mit einer halben Filterperiode entsprechenden Bandbreite auftretendes schmalbandiges Signal von einem der beiden Kammfilter 18 oder 18' durchgelassen und vom anderen nicht durchgelassen oder zumindest stark unterdrückt wird.

[0014] Fig. 3 zeigt die Übertragungscharakteristik eines der beiden Kammfilter 18, 18' über einen Frequenzbereich von 800 Hz. Wie in der Beschreibungseinleitung erwähnt ist, liegen die bei einem Einbruchversuch erzeugten typischen Körperschallschwingungen in einem Frequenzbereich zwischen 12 und 20 kHz. Dieser Frequenzbereich wird in der Auswerteelektronik E auf ein Band zwischen 0 und 4 kHz heruntergemischt, über welches Band sich auch der Übertragungsbereich der beiden Kammfilter 18, 18' erstreckt. Darstellungsgemäss sind die Kammfilter jeweils für ein Frequenzband von 100 Hz Breite durchlässig und für ein gleich breites Frequenzband undurchlässig. Die Filterperiode P beträgt als 200 Hz und jedes der beiden Kammfilter 18, 18' hat je 20 Sperr- und Durchlassbereiche, wobei diese in den beiden Filtern um eine halbe Filterperiode gegeneinander verschoben sind.

[0015] In den Figuren 4 und 5 sind die Frequenzspektren eines normalen Angriffs- oder Einbruchssignals (Fig. 4) bzw. eines Störsignals (Fig. 5) dargestellt, wobei der Signalverlauf über einen Frequenzbereich von 10 - 25 kHz gezeigt und der bei Körperschallmeldern interessierende Frequenzbereich zwischen 12 und 20 Hz durch zwei strichpunktierte Linien mit einer Schraffur herausgehoben ist.

[0016] Das in Fig. 4 dargestellte normale Angriffs- oder Einbruchssignal ist so breitbandig, dass die Ausgangssignale der beiden Kammfilter 18, 18' (Fig. 2) immer etwa gleich gross sein werden, so dass es für die Entscheidung, ob ein Einbruchs- oder Angriffsversuch vorliegt und Alarm ausgelöst werden soll, nicht von Bedeutung ist, welches der beiden Ausgangssignale weiterverarbeitet wird.

[0017] Beim Störsignal von Fig. 5 liegen die Verhältnisse anders: Hier erkennt man zwei Komponenten, aus denen sich das dargestellte Signal zusammensetzt: Einerseits ein relativ kleines und ruhiges Grundsignal, in dem alle Frequenzen aus dem betrachteten Bereich etwa gleich vertreten sind, und andererseits ein markantes, sehr schmales Störsignal bei etwa 16 kHz. Dieses Störsignal ist so schmal, dass es mit hoher Wahrscheinlichkeit nur von dem einen der beiden Kammfilter 18 oder 18' durchgelassen und von dem anderen gesperrt wird. Da das das Störsignal sperrende Filter das kleinere Ausgangssignal liefert, wird also das Störsignal bei

der Weiterverarbeitung nicht berücksichtigt.

[0018] Die Kammfilter sind so dimensioniert, dass in der grossen Mehrzahl aller Fälle das Störsignal von einem der beiden Filter 18 oder 18' unterdrückt wird. Damit auch Störsignale, die genau im Übergangsbereich A (Fig. 2) zwischen dem Durchlass- und dem Sperrbereich der Kammfilter liegen, mit Sicherheit unterdrückt werden, sind die beiden Kammfilter 18, 18' so ausgelegt, dass der Sperrbereich immer etwas breiter ist als der Durchlassbereich, so dass in diesem Übergangsbereich A beide Filter sperren und somit ein eventuelles Störsignal von beiden Filtern 18 und 18' unterdrückt wird.

[0019] Wie schon erwähnt wurde, ist die Kammfilterstufe 11 im Mikroprozessor μP gerechnet, und zwar entweder als FIR (= Finite Impulse Response)- oder als IIR (= Infinite Impulse Response)-Filter.

Patentansprüche

1. Körperschallmelder zur Überwachung von Kassenschränken, Panzerschränken, Tresorräumen und Geldausgabe-Automaten, mit einem mit dem zu überwachenden Objekt verbundenen Sensor zur Aufnahme von Körperschall, und mit einer an den Sensor angeschlossenen Auswertelektronik, in der eine Mischung des verstärkten Sensorsignals mit einer Trägerfrequenz und eine Filterung der gemischten Signale in einem schmalen Frequenzbereich erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertelektronik (E) eine Kammfilterschaltung (11) aufweist, welche aus zwei parallel angeordneten, spiegelbildlich aufgebauten Kammfiltern (18, 18') besteht, deren Ausgänge an eine Minimumstufe (19) geführt sind, von welcher nur das jeweils kleinere der Ausgangssignale der beiden Kammfilter der Weiterverarbeitung zugeführt ist.
2. Körperschallmelder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Kammfilter (18, 18') eine Filterperiode (P) von nicht über 500 Hz aufweist.
3. Körperschallmelder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterperiode (P) 200 Hz beträgt.
4. Körperschallmelder nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperr- und Durchlassbereiche der beiden Kammfilter (18, 18') gegeneinander um eine halbe Filterperiode (P) verschoben sind.
5. Körperschallmelder nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchlassbereiche der beiden Kammfilter (18, 18') etwas schmaler sind als die Sperrbereiche, so dass in den Übergangsbereichen zwischen Durchlass- und Sperrbereich beide Kammfilter gleichzeitig sperren.

6. Körperschallmelder nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertelektronik (E) einen Mikroprozessor (μP) enthält, und dass die Kammfilter (18, 18') in diesem Mikroprozessor gerechnet sind.
7. Körperschallmelder nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammfilterschaltung (11) im Mikroprozessor (μP) als FIR-Filter gerechnet ist.
8. Körperschallmelder nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammfilterschaltung (11) im Mikroprozessor (μP) als IIR-Filter gerechnet ist.

Claims

1. Structure-borne sound detector for the surveillance of safes, strong boxes, strong rooms and automatic cash-dispensing machines, having a sensor connected to the object to be kept under surveillance for picking up structure-borne sound, and having an electronic evaluation system which is connected to the sensor and in which the amplified sensor signal is mixed with a carrier frequency and the mixed signals are filtered in a narrow frequency range, **characterized in that** the electronic evaluation circuit (E) has a comb-filter circuit (10) which comprises two comb filters (18, 18') which are arranged in parallel and are of mirror-image construction and whose outputs are fed to a minimum stage (19) from which only the respectively smaller of the output signals of the two comb filters is supplied for further processing.
2. Structure-borne sound detector according to Claim 1, **characterized in that** each comb filter (18, 18') has a filter period (P) of not more than 500 Hz.
3. Structure-borne sound detector according to Claim 2, **characterized in that** the filter period (P) is 200 Hz.
4. Structure-borne sound detector according to Claim 3, **characterized in that** the stop bands and pass bands of the two comb filters (18, 18') are mutually shifted by half a filter period (P).
5. Structure-borne sound detector according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the pass bands of the two comb filters (18, 18') are somewhat narrower than the stop bands with the result that both comb filters simultaneously do not transmit in the transition ranges between pass band and stop band.
6. Structure-borne sound detector according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the electronic

evaluation system (E) contains a microprocessor (μ P) and **in that** the comb filters (18, 18') are computed in said microprocessor.

7. Structure-borne sound detector according to Claim 6, **characterized in that** the comb-filter circuit (11) is computed in the microprocessor (μ P) as FIR filter.
8. Structure-borne sound detector according to Claim 6, **characterized in that** the comb-filter circuit (11) is computed in the microprocessor (μ P) as IIR filter.

Revendications

1. Détecteur de bruit de corps pour la surveillance de coffres-forts, de coffres blindés, de chambres de coffres et de distributeurs automatiques de billets, comprenant un capteur d'enregistrement du bruit de corps qui est relié à l'objet à surveiller et une électronique qui est raccordée au capteur et dans laquelle s'effectue un mélange du signal amplifié du capteur à une fréquence porteuse et un filtrage des signaux mélangés dans un domaine de fréquence étroit, **caractérisé en ce que** l'électronique (E) d'exploitation comporte un circuit (11) de filtres en peigne, qui est constitué de deux filtres (18, 18') en peigne montés en parallèle et disposés symétriquement comme en un miroir, dont des sorties vont à un étage (19) de minimum, duquel seul le plus petit, respectivement, des signaux de sortie des deux filtres en peigne est envoyé à un traitement ultérieur.
2. Détecteur de bruit de corps suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque filtre (18, 18') en peigne a une période (P) de filtre, qui n'est pas supérieure à 500 Hz.
3. Détecteur de bruit de corps suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** la période (P) de filtre est de 200 Hz.
4. Détecteur de bruit de corps suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** les bandes d'arrêt et les bandes de transmission des deux filtres (18, 18') en peigne sont décalées les unes par rapport aux autres d'une demi-période (P).
5. Détecteur de bruit de corps suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les bandes de transmission des deux filtres (18, 18') en peigne sont un peu plus étroites que les bandes d'arrêt, de sorte que dans les zones de transition entre la bande de transmission et la bande d'arrêt, les deux filtres bloquent simultanément.
6. Détecteur de bruit de corps suivant l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'électroni-

que (E) d'exploitation comporte un microprocesseur (μ P) et **en ce que** les filtres (18, 18') en peigne sont calculés dans ce microprocesseur.

- 5 7. Détecteur de bruit de corps suivant la revendication 6, **caractérisé en ce que** le circuit (11) de filtres en peigne est calculé dans le microprocesseur (μ P) sous la forme d'un filtre FIR.
- 10 8. Détecteur de bruit de corps suivant la revendication 6, **caractérisé en ce que** le circuit (11) de filtres en peigne est calculé dans le microprocesseur (μ P) sous la forme d'un filtre IIR.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

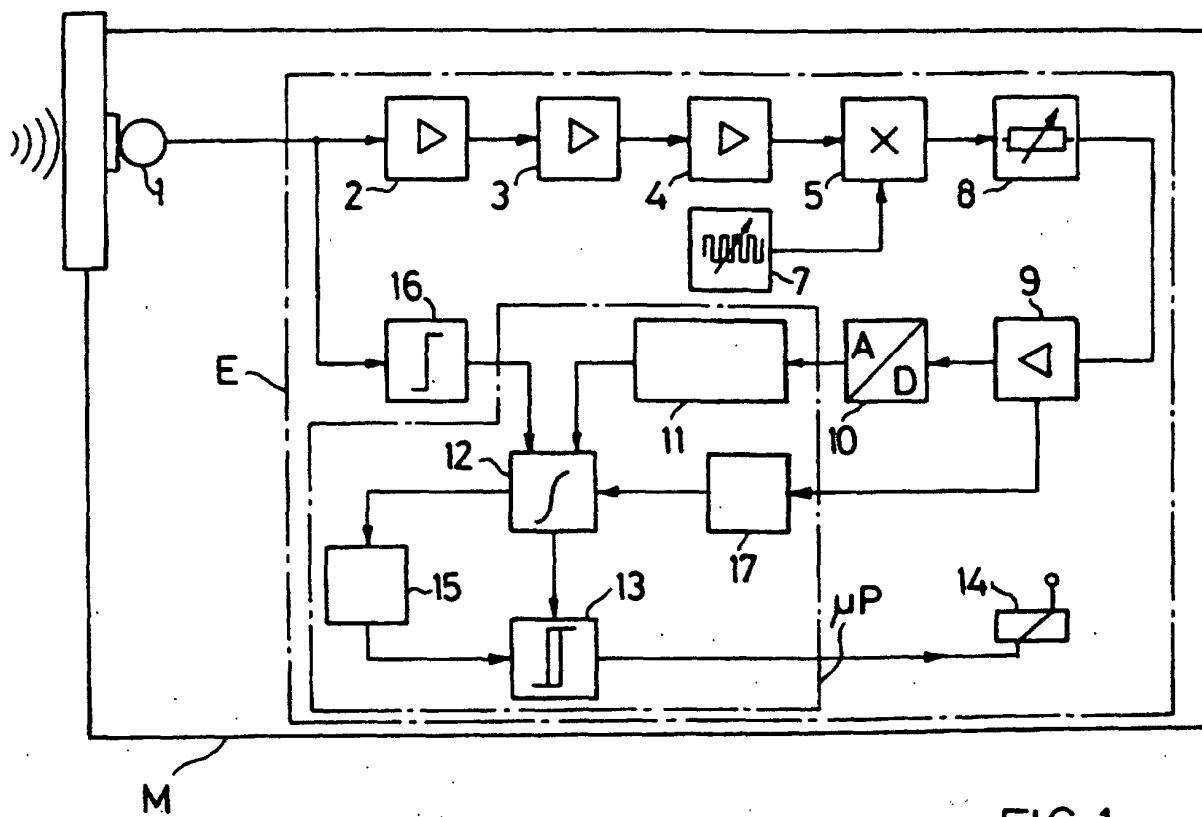


FIG. 1

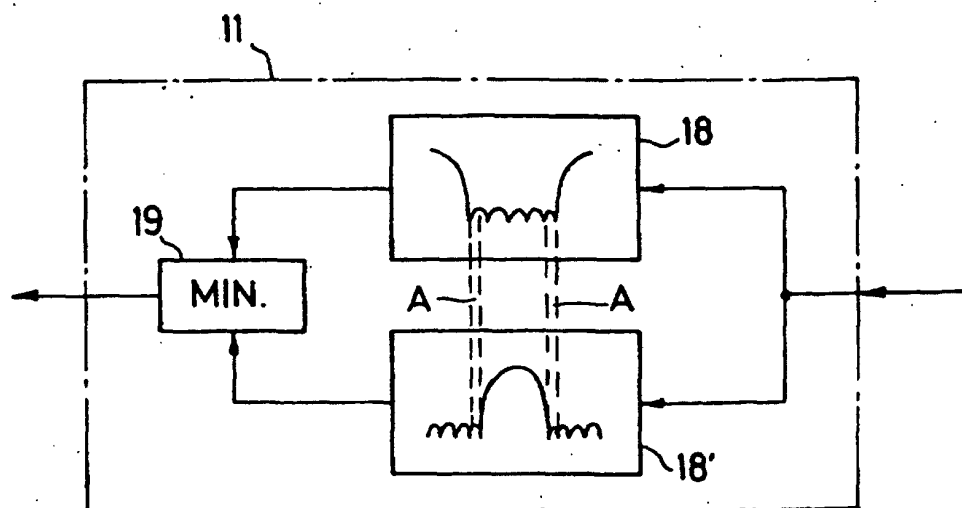


FIG. 2

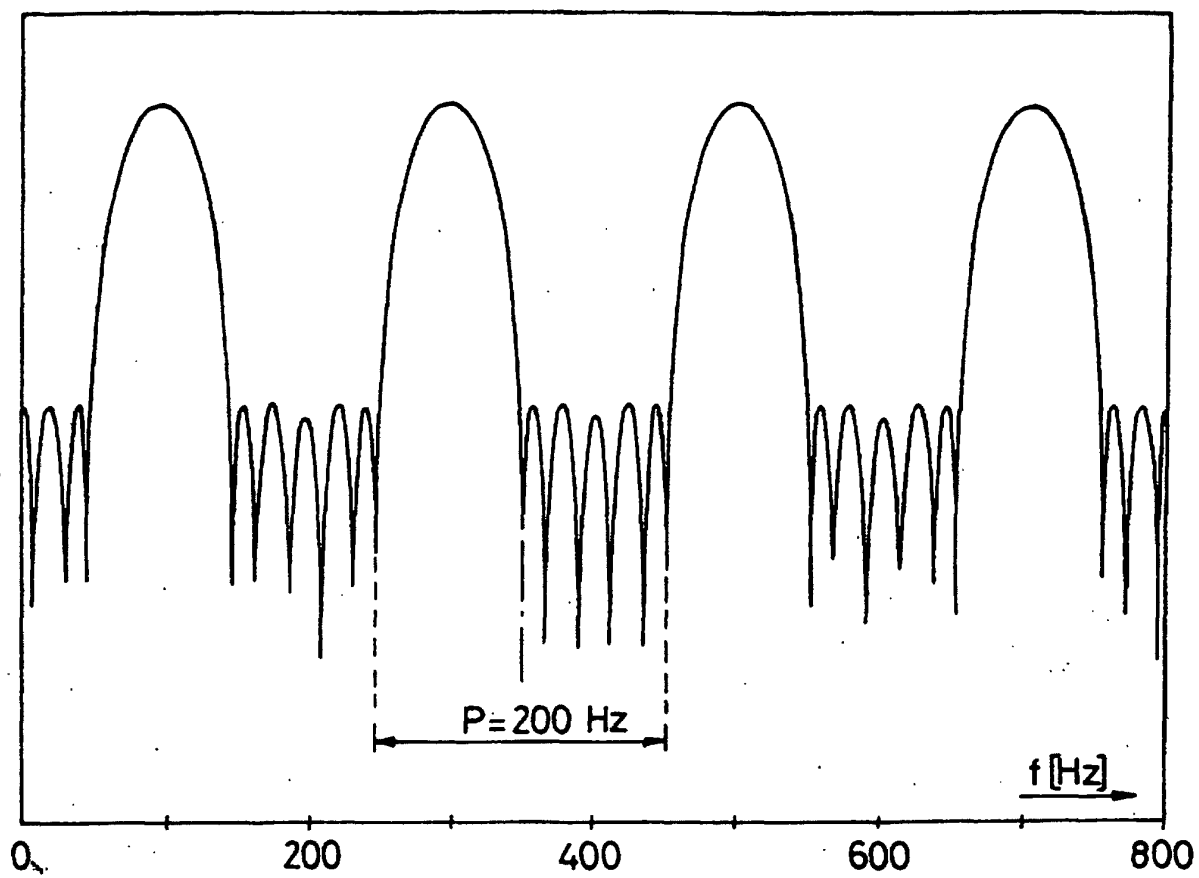


FIG. 3

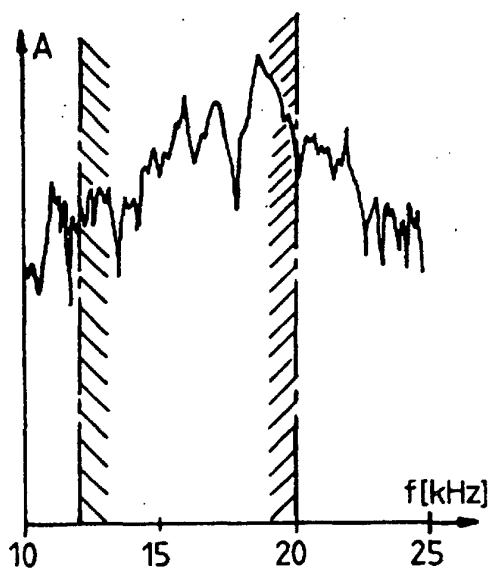


FIG. 4

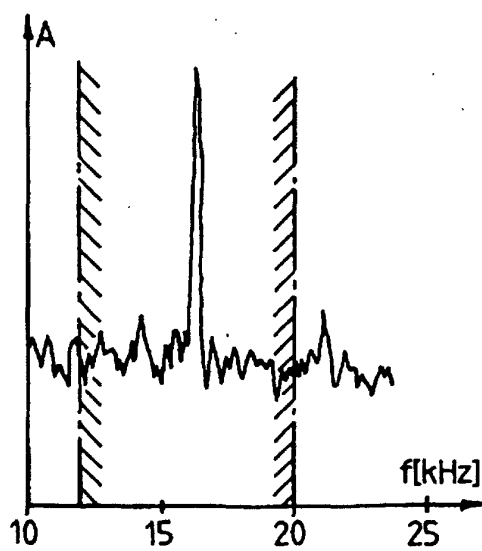


FIG. 5