(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 492 546 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.04.1996 Patentblatt 1996/15

(51) Int Cl.[6]: **F41G 7/22**, F42B 19/26

(21) Anmeldenummer: **91122019.2**

(22) Anmeldetag: **20.12.1991**

(54) **Unterwasserwaffe mit aktiv ortender akustischen Zielsuchvorrichtung**

Submarine weapon with active acoustic target seeker

Arme sous-marine pourvue d'un système actif autodirecteur du type acoustique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **22.12.1990 DE 4041457**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.1992 Patentblatt 1992/27

(73) Patentinhaber: **Dynamit Nobel Aktiengesellschaft**
D-53839 Troisdorf (DE)

(72) Erfinder:
- **Böttger, Wolfgang, Dr. Dipl.-Phys.**
  W-4000 Düsseldorf 12 (DE)
- **Schöffl, Rainer, Dipl.-Ing.**
  W-5068 Odenthal (DE)
- **Die andere Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 134 353
US-A- 3 723 951
US-A- 3 990 378
US-A- 4 192 246

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).

EP 0 492 546 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Unterwasserwaffe, insbesondere zur U-Boot-Bekämpfung, mit einem Raketenmotor und einer aktiv ortenden, akustischen Zielsuchvorrichtung.

Unterwasserwaffen zur U-Boot-Bekämpfung sind als Torpedos bekannt, die nach Eintritt ins Wasser mittels der akustischen Zielsuchvorrichtung ein U-Boot orten und von einer die Ortungsergebnisse auswertenden Lenkeinrichtung auf das U-Boot gelenkt werden (Homing). Die Torpedos sind im allgemeinen mit einem relativ geräuscharmen Propellerantrieb ausgerüstet, um die Funktion der akustischen Zielsuchvorrichtung nicht durch einen zu hohen Eigenstörpegel zu beeinträchtigen. Der Propeller wird dabei durch eine Gasturbine, einen Verbrennungsmotor oder einen Elektromotor angetrieben.

Unter dem Begriff ASROC-System ist eine Unterwasserwaffe zur U-Boot-Abwehr bekannt, die aus einem Torpedo des Typs MK 46, einem Raketenmotor und einem Fallschirm besteht. Dieses System wird luftverbracht, d.h. es wird jeweils von einem Oberflächenschiff oder einem Flugzeug aus abgeschossen. Beim Eintritt in das Wasser trennt sich der Torpedo von den anderen Systemteilen und wird nach Zielauffassung zum Homing veranlaßt.

Der Nachteil der propellergetriebenen Torpedos sind die mechanisch sehr aufwendigen Antriebe, die einen hohen Kostenaufwand verursachen. Bei elektrischem Antrieb des Propellers wird dabei auch ein beträchtlicher Teil des Volumens und des Gewichts des Torpedos durch die Batterien beansprucht. Hinzu kommt, daß solche Torpedos über längere Zeit nicht wartungsfrei sind, sondern daß sie vielmehr zur Sicherstellung ihrer Funktion in regelmäßigen Abständen in Betrieb genommen werden müssen.

Es ist bereits eine Unterwasserwaffe der eingangs genannten Art bekannt (DE 31 00 794 A1), die mittels des Raketenmotors von einem Mutterschiff aus durch die Luft in Zielnähe gebracht wird. Nach dem Eintreten in das Wasser dient die Raketenkammer als Arbeitskammer eines Hydropulsmotors, mit dem die Waffe unter Wasser angetrieben wird. Der Hydropulsmotor arbeitet, indem die Raketenkammer wiederholt mit Wasser gefüllt wird, das dann mit hoher Geschwindigkeit durch eine Düse am Heck des Waffenkörpers mittels einer Anzahl von Gasdruckerzeugern, die nacheinander gezündet werden, ausgestoßen wird. Beim Brennen eines der Gasgeneratoren und nachfolgenden Ausstoßen des Wassers aus der Raketenkammer zwecks Beschleunigung der Unterwasserwaffe entsteht ein erhebliches Eigengeräusch. Zwischen den Antriebsimpulsen ist das Eigengeräusch des Hydropulsantriebs jedoch minimal, so daß die akustischen Sensoren der Zielsuchvorrichtung in der Lage sind, die Umgebung der Unterwasserwaffe auf U-Boot-Geräusche abzuhorchen. Der Intervallbetrieb von Hydropulsmotor und akustischer Zielsuchvorrichtung ist allerdings ein wenig optimaler Kompromiß und läßt einerseits keine hohen Fahrgeschwindigkeiten der Unterwasserwaffe zu und begrenzt andererseits die Leistungsfähigkeit der akustischen Zielsuchvorrichtung hinsichtlich ihres Ortungsbereichs.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Unterwasserwaffe der eingangs genannten Art zu schaffen, die einen preiswerten, effektiven und vor allem wartungsfreien Unterwasserantrieb und eine akustische Zielsuchvorrichtung mit ausreichend großem Auffaßbereich durch kontinuierlichen, während des Laufs der Unterwasserwaffe ununterbrochenen Betrieb aufweist.

Die Aufgabe ist bei einer Unterwasserwaffe der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Unterwasserwaffe hat den Vorteil, daß durch den Einsatz des Raketenmotors mit kontinuierlichem Raketenschub ein leistungsstarker Unterwasserantrieb zur Verfügung steht, der leicht und kostengünstig herzustellen und über lange Zeiträume absolut wartungsfrei ist. Eine Beeinträchtigung des kontinuierlichen Betriebs der akustischen Zielsuchvorrichtung durch den dem Raketenmotor anhaftenden hohen Geräuschpegel wird durch die erfindungsgemäße Auswahl der Ortungsfrequenz - auch "Arbeitsfrequenz" genannt - der akustischen Zielsuchvorrichtung vermieden.

Durch die mit dieser Frequenzauswahl verbundene Verschiebung der Ortungsfrequenz in einen höheren Frequenzbereich oberhalb 80 kHz wird der zusätzliche Vorteil erreicht, daß die Antenne für Sender und Empfänger bei guter Bündelung räumlich kleiner gemacht werden kann und preiswerte elektroakustische Wandler auf Keramikbasis eingesetzt werden können.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Unterwasserwaffe mit vorteilhaften Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

Wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Austrittsdüse des Raketenmotors so aufgeweitet, daß der Druck des ausströmenden Treibgases am Düsenende etwa dem Umgebungsdruck entspricht, entsteht im Wasser keine Druckwelle, die sich für die Zielsuchvorrichtung störend bemerkbar machen würde.

Der schwingungsdämpfende Einbau des Raketenmotors in den Waffenkörper gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung läßt den ins Wasser abgestrahlten Störpegel weiter sinken. Als Dämmaterial wird vorzugsweise Polyurethan-Schaum verwendet, der zwischen dem Raketenmotor und der Hülle des Waffenkörpers eingeschäumt wird. Der Dämpfungseffekt des Polyurethan-Schaums ist in dem Frequenzbereich, in welchem die Arbeitsfrequenz der Zielsuchvorrichtung liegt, besonders stark ausgeprägt.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 einen schematisch dargestellten Längsschnitt einer Unterwasserwaffe mit Raketenmotor und Zielsuchvorrichtung und

Fig. 2 ein Diagramm von verschiedenen Pegelverläufen in Abhängigkeit von der Frequenz.

Die in Fig. 1 im Längsschnitt schematisch dargestellte Unterwasserwaffe - auch "Laufkörper" genannt - weist einen Waffenkörper 10 auf, der am vorderen Ende einen Gefechtskopf 11 und am Heck die Lenkfläche 12 einer im Heck angeordneten, der Übersichtlichkeit halber hier nicht dargestellten Lenkeinheit trägt. Am Heck selbst ist eine Austrittsdüse 13 eines Raketenmotors 14 zu sehen. Der Raketenmotor 14 ist mit einem Feststofftreibsatz versehen, der als Stirnbrenner ausgelegt ist. Der Raketenmotor 14 ist von schalldämmendem Material 15, wie z.B. Polyurethan-Schaum, umgeben und in den Waffenkörper 10 fest eingebaut. Die mit dem Raketenmotor 14 verbundene Austrittsdüse 13 ist zur Austrittsöffnung 16 hin so aufgeweitet, daß der Druck des ausströmenden Treibgases am Düsenende in etwa dem Umgebungsdruck entspricht.

Der Gefechtskopf 11 enthält eine Sprengladung 17 und trägt an seiner Stirnseite eine Antenne oder Basis 18 einer akustischen Zielsuchvorrichtung 19. Die Antenne 18 besteht in bekannter Weise aus einer Mehrzahl von elektroakustischen Wandlern, die in fester räumlicher Zuordnung zueinander angeordnet sind. Die Zielsuchvorrichtung 18 arbeitet aktiv, d.h. sie sendet über die Antenne 18 Schallimpulse aus, und empfängt über die Antenne 18 die von einem beschallten Ziel reflektierten Echoimpulse. Aus der Einfallsrichtung und Laufzeit der Echoimpulse werden die Richtung und die Entfernung des georteten Ziels zu dem Laufkörper bestimmt. Diese Parameter werden einer Steuervorrichtung 20 zugeführt, die entsprechende Lenksignale für die Lenkeinheit in der Weise generiert, daß der Laufkörper mittels eines geeigneten Lenkverfahrens zum Ziel hin gelenkt wird (Homing). Die aktiv ortende, akustische Zielsuchvorrichtung 19 sowie die Steuervorrichtung 20 sind hinlänglich bekannt, so daß sie hier nicht näher beschrieben sind. Die Richtfunktion oder Richtcharakteristik der Zielsuchvorrichtung 19, die den Auffaß- oder Suchbereich der Zielsuchvorrichtung 19 bestimmt, ist in Fig. 1 mit 21 angedeutet.

Trotz schwingungs- und geräuschdämpfender Einbettung des Raketenmotors 14 in das schalldämmende Material 15 besitzt der Laufkörper einen sehr großen Eigenstörpegel. Damit dieser hohe Eigenstörpegel die Funktionsfähigkeit der aktiv ortenden Zielsuchvorrichtung 19 nicht beeinträchtigt, ist die Ortungsfrequenz der Zielsuchvorrichtung 19 so gewählt, daß der aus ihrem Auffaßbereich (Richtfunktion 21) zu erwartende Echopegel oberhalb des Störpegels des Raketenmotors 14 liegt.

In dem Diagramm in Fig. 2 zeigt die Kurve a den Störpegel des Raketenmotors 14 bei den einzelnen Frequenzen f seines Geräuschspektrums, gemessen bei laufendem Raketenmotor im Wasser. Die Kurve b zeigt den Echopegel eines vom Ziel in vorgegebener Entfernung (entsprechend dem im Einzelfall geforderten Auffaßbereich) zurückkehrenden Echos am Empfänger in Abhängigkeit von der Frequenz des von der Zielsuchvorrichtung 19 abgestrahlten Sendeimpulses. Kurve c markiert den erforderlichen Nutz-Störabstand des Echopegels vom Eigenstörpegel zur sicheren Detektion der einfallenden Echos. Mit e_1, e_2 und e_3 sind drei Beispiele für die spektrale Verteilung der vom Ziel zurückkehrenden Echos bei Aussendung eines extrem schmalbandigen Sendesignals der Mittenfrequenz f_1 bzw. f_2 bzw. f_3 angegeben. Bei einem Ortungsbetrieb mit der Sendefrequenz f_1 erreicht der Pegel e_1 der empfangenen Echos gerade die Auswerteschwelle (Kurve c), die durch den ausreichenden Nutz-Stör-Abstand vorgegeben ist. Mit dieser Sendefrequenz f_1 wäre theoretisch ein Zielsuch- und Zielverfolgungsbetrieb der Zielsuchvorrichtung möglich. Eine weit zuverlässigere Funktion der Zielsuchvorrichtung mit sicherer Detektion des Ziels wird mit Sendefrequenzen erzielt, die größer sind als diese Sendefrequenz f_1, beispielsweise mit der Sendefrequenz f_2 oder f_3, da hier die Echopegel e_2 bzw. e_3 die Auswerteschwelle (Kurve c) weit übersteigen. Sobald die optimale Ortungsfrequenz für einen bestimmten Typ des Laufkörpers ausgewählt ist, wird sie fest eingestellt und nicht mehr verändert. Die Abstimmung der beispielsweise piezokeramischen Schwinger auf diese Ortungsfrequenz erfolgt in bekannter Weise.

Die Echopegel werden wesentlich durch die Sendeleistung, den Abstand vom Ziel, d.h. den Ortungs- oder Auffassbereich, und die Frequenz der akustischen Signale bestimmt. Für die Sendeleistung ist die Obergrenze durch die Art der einsetzbaren akustischen Wandler und die Energieversorgung bestimmt. Die Größe des Laufkörpers setzt hier eine technische Grenze. Der Einfluß der Arbeitsfrequenz auf die Echopegel steht im engen Zusammenhang mit der Ortungsreichweite, da mit steigender Arbeitsfrequenz der Echopegel von einem Ziel in einem fest vorgegebenen Abstand abnimmt. Dieser Sachverhalt ist in Fig. 2 durch den Abfall der Kurve b - die den Verlauf der Echopegel von einem Ziel in festem Abstand bei fest vorgegebener Sendeleistung über der Frequenz wiedergibt - bei höheren Frequenzen dargestellt . Bei bekannten Laufkörpern, die nicht durch einen Raketenmotor mit kontinuierlichem Schub angetrieben werden, wird daher die Arbeitsfrequenz üblicherweise weit unterhalb der vorstehend genannten 80 kHz gewählt, um eine große Ortungsreichweite zu erzielen. Im unteren Frequenzbereich, d.h. bei Frequenzen bis f_1 in Fig. 2, liegt jedoch der Eigenstörpegel eines kontinuierlich arbeitenden Raketenantriebs sehr dicht bei oder oberhalb von den Pegeln der Echos, so daß hier die Echos nicht mehr verwertbar sind (siehe Kurve a in Fig. 2). Da in bestimmten Anwendungsfällen, in denen z.B. der Zielerwartungsbereich recht gut bekannt ist, eine große Ortungsreichweite nicht erforderlich ist, ist es hier vorteilhaft, entsprechend der Erfindung die Kurven a und

b miteinander zu verknüpfen, d.h. sie im Zusammenhang miteinander zu betrachten und damit die Arbeitsfrequenz der aktiv arbeitenden aktustischen Zielsuchvorrichtung des Laufkörpers gegen den Eigenstörpegel des Antriebs abzustimmen.

Ein Vergleich der Kurven a und b in Fig. 2 zeigt, daß ein maximaler Signalabstand der Echos vom Eigenstörpegel bei der Frequenz f_3 erreicht wird. Um eine deutliche Trennung der Echos vom Störgeräusch des Motors zu ermöglichen, müssen die Echopegel um einen vorgegebenen Mindestbetrag über dem Eigenstörpegel des Motors liegen. In der Fig. 2 ist dieser Mindestabstand durch die Kurve c beschrieben. Er wird bei Arbeitsfrequenzen oberhalb der Frequenz f_1 erreicht und bei der Frequenz f_4, dem erneuten Schnittpunkt der Kurven b und c, wieder unterschritten. Durch die Frequenz f_4 ist also die Obergrenze für die Arbeitsfrequenz bestimmt. Die nutzbare Energie der Signale zwischen den Frequenzen f_1 und f_4 ist durch die schraffierten Flächen der Echopegel e_2 bzw. e_3 oberhalb der Kurve c angedeutet.

Die Arbeitsfrequenz für die Zielsuchvorrichtung des raketenangetriebenen Laufkörpers kann damit im Frequenzbereich zwischen f_1 und f_4 gewählt werden. Der Verlauf der Kurve a des Eigenstörpegels ist für alle Raketenmotoren ähnlich. Jedoch hängen die Pegel vom Schub und von der mechanischen Auslegung des Motors ab, so daß die Wahl der Arbeitsfrequenz gerätespezifisch getroffen werden muß. Duch die vorstehend erläuterte erfindungsgemäße Anpassung der Arbeitsfrequenz der Zielsuchvorrichtung an das Spektrum des Eigenstörpegels bei aktiv akustisch zielsuchenden, raketenangetriebenen Laufkörpern ist es in vorteilhafter Weise möglich, einen hohen Pegelabstand des Echos des beschallten Ziels vom Eigenstörpegel des Raketenantriebes zu erzielen.

Patentansprüche

1. Unterwasserwaffe, insbesondere zur U-Boot-Bekämpfung, mit einem Raketenmotor und mit einer aktiv ortenden akustischen Zielsuchvorrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Raketenmotor (14) mit kontinuierlichem Raketenschub als Unterwasserantrieb verwendet wird und daß die Ortungsfrequenz (f_1, f_2 oder f_3) der Zielsuchvorrichtung (19) so gewählt ist, daß der aus ihrem Auffaßbereich (21) zu erwartende Echopegel (e_1, e_2 oder e_3) oberhalb des Störpegels (a) des Raketenmotors (14) liegt.

2. Unterwasserwaffe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Ortungsfrequenz (f) der Zielsuchvorrichtung (19) eine solche Sendefrequenz bestimmt wird, bei welcher der Pegelabstand des aus einer vorgegebenen Auffaßentfernung zu erwartenden Echopegels (e) vom Störpegel (a) des Raketenmotors (14) ein Maximum ist.

3. Unterwasserwaffe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüse (13) des Raketenmotors (14) zur Austrittsöffnung (16) hin so aufgeweitet ist, daß im Schubstrahl im Bereich der Austrittsöffnung (16) Umgebungsdruck erreicht wird.

4. Unterwasserwaffe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Raketenmotor (14) im Waffenkörper (10) geräusch- und/oder schwingungsdämpfend eingebaut ist.

Claims

1. Underwater weapon, in particular for combatting submarines, having a rocket engine and an actively locating acoustic target seeker, characterised in that the rocket engine (14) is used with continuous rocket thrust as underwater drive and that the locating frequency (f_1, f_2 or f_3) of the target seeker (19) is so chosen that the echo transmission level (e_1, e_2 or e_3) to be expected from its pick-up range (21) lies above the interference level (a) of the rocket engine (14).

2. Underwater weapon according to claim 1, characterised in that there is determined as locating frequency (f) of the target seeker (19) a transmission frequency at which the levels separation of the echo level (e) to be expected from a predetermined detecting distance from the interference level (a) of the rocket engine (14) is such as to be at a maximum.

3. Underwater weapon according to claim 1 or 2, characterised in that the exhaust nozzle (13) of the rocket engine (14) is so widened with respect to the exhaust opening (14) that ambient pressure is attained in the thrust jet in the region of the exhaust opening (16).

4. Underwater weapon according to one of claims 1 to 3, characterised in that the rocket engine (14) is incorporated in the weapon body (10) with sound and/or vibration damping.

Revendications

1. Arme sous-marine, notamment pour combattre des sous-marins, pourvue d'un moteur-fusée et d'un système autodirecteur actif acoustique, caractérisée par le fait que le moteur-fusée (14) est utilisé avec une poussée continue en tant que moyen de propulsion sous l'eau et par le fait que la fréquence de repérage (f_1, f_2 ou f_3) du système autodirecteur (19) est choisie de telle sorte que le niveau d'écho

(e_1, e_2 ou e_3) attendu dans sa zone de surveillance (21) soit supérieur au niveau perturbateur (a) du moteur-fusée (14).

2. Arme sous-marine selon la revendication 1, caractérisée par le fait que l'on choisit comme fréquence de repérage (f) du système autodirecteur (19) une fréquence d'émission pour laquelle l'écart entre le niveau d'écho (e) attendu pour une distance de surveillance donnée et le niveau perturbateur (a) du moteur-fusée (14) est maximal.

3. Arme sous-marine selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée par le fait que la tuyère de sortie (13) du moteur-fusée (14) s'élargit en direction de l'orifice de sortie (16) de telle sorte que la pression ambiante soit atteinte à l'intérieur du jet de poussée dans la région de l'orifice de sortie (16).

4. Arme sous-marine selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée par le fait que le moteur-fusée (14) est monté dans le corps de l'arme avec amortissement sur le plan du bruit et/ou des vibrations.

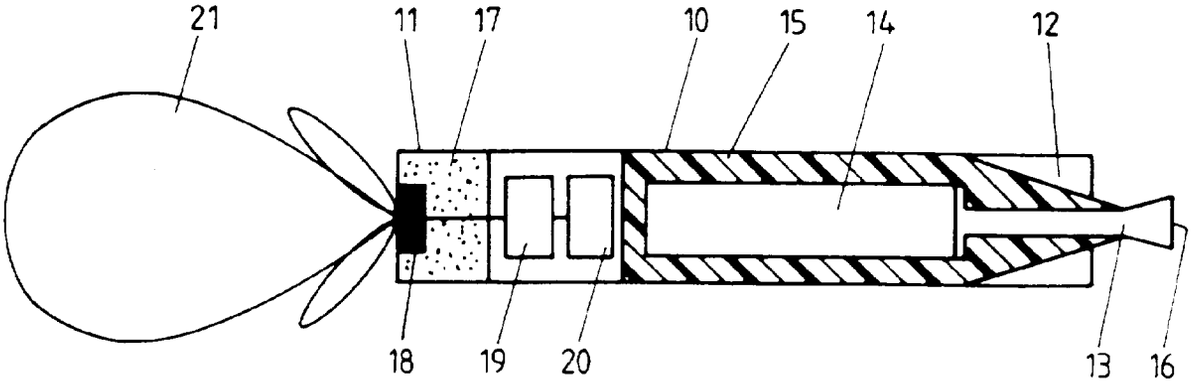


Fig. 1

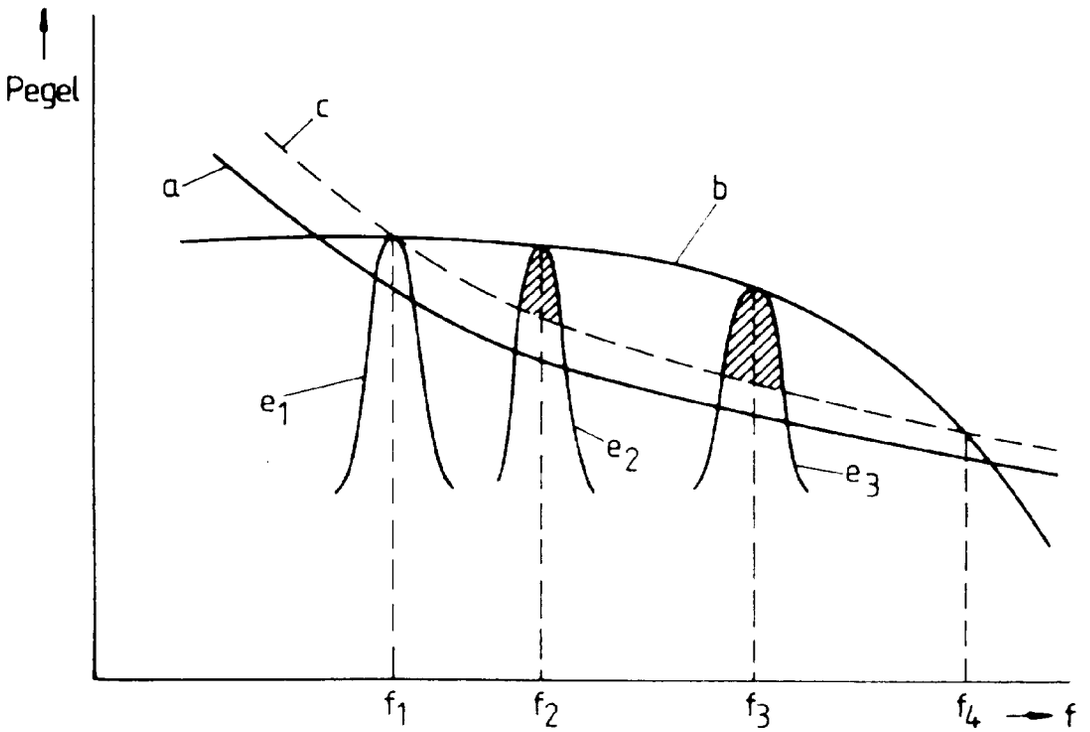


Fig. 2