

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt: **82100019.7**

⑤① Int. Cl.³: **F 04 D 29/68**

⑳ Date de dépôt: **05.01.82**

③① Priorité: **08.01.81 FR 8100210**

⑦① Demandeur: **ALSTHOM-ATLANTIQUE Société anonyme dite:, 38, Avenue Kléber, F-75784 Paris Cedex 16 (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **21.07.82**
Bulletin 82/29

⑦② Inventeur: **Vincent de Paul, Michel, 18, rue Lucas Championnière Saint Leonard, F-60300 Senlis (FR)**
Inventeur: **Riollet, Gilbert, 11, rue du Cherche-Midi, F-75006 Paris (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

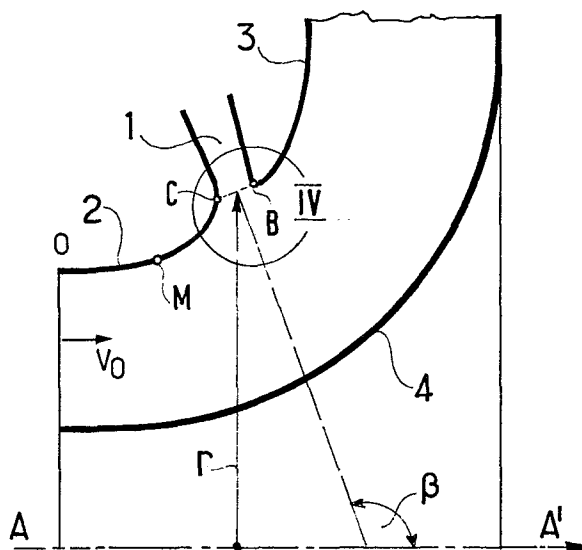
⑦④ Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al, Zeppelinstrasse 63, D-8000 München 80 (DE)**

⑤④ **Diffuseur à aspiration pariétale.**

⑤⑦ Diffuseur à aspiration pariétale symétrique de révolution autour d'un axe AA' et à entrée axiale, comportant une paroi (2, 3) extérieure entourant le fluide circulant à l'intérieur du diffuseur, ladite paroi (2, 3) étant munie d'une fente (1) circulaire évacuant une fraction du débit du fluide entrant. Cette paroi (2, 3) a un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de la fente (1) et positif en aval.

Le débit d'aspiration est ramené à une très faible proportion du débit d'entrée, d'où un très bon rendement du diffuseur.

Ce diffuseur peut être appliqué dans les turbines et dans les souffleries.



Diffuseur à aspiration pariétale

La présente invention a trait à un diffuseur à aspiration pariétale symétrique de révolution autour d'un axe AA' et à entrée sensiblement axiale, utilisé par exemple dans une turbine ou dans une soufflerie, comportant une paroi extérieure entourant le fluide s'écoulant à l'intérieur du diffuseur de l'entrée vers la sortie, ladite paroi étant munie d'une fente circulaire évacuant une fraction du débit entrant et ayant un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de ladite fente.

10 Un tel diffuseur est décrit dans le brevet britannique n° 1024328.

Dans le diffuseur connu, l'écoulement du fluide le long de la paroi en aval de la fente se fait dans le sens inverse de l'écoulement général, c'est-à-dire dans le sens sortie vers entrée.

Il se produit un décollement en aval de la fente.

15 L'invention a pour but d'éviter tout décollement. Ce but est atteint par un diffuseur tel que défini ci-dessus qui est caractérisé en ce que ladite paroi, en aval de ladite fente, a un tracé tel que le sens de l'écoulement tout le long de ladite paroi en aval de ladite fente soit dans le sens de l'entrée vers la sortie et que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit positif.

20 L'existence d'une recompression en aval de la fente s'oppose à l'établissement d'un écoulement à contre courant le long de la paroi.

On connaît également des diffuseurs dans lesquels le gradient de pression en amont et en aval de la fente est nul.

25 De tels diffuseurs sont décrits par exemple dans le brevet britannique n° 1000767.

Dans de tels diffuseurs, les décollements de la couche limite peuvent, en grande partie, être évités grâce à l'aspiration de celle-ci par la fente circulaire. Toutefois, des essais ont montré qu'il existe un large domaine de taux d'aspiration (quantité de fluide aspirée par la fente divisée par la quantité de fluide entrant dans le diffuseur) pour lequel le fonctionnement n'est pas stable.

C'est pourquoi il est nécessaire d'utiliser des taux d'aspiration assez élevés (10% ou plus), ce qui limite considérablement l'intérêt industriel de tels diffuseurs.

Le diffuseur selon l'invention permettant d'utiliser un taux d'aspiration plus faible a une paroi extérieure ayant un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de ladite fente et positif en aval, ce qui évite tout décollement de la couche limite en amont de la fente comme en aval.

Selon un premier perfectionnement de l'invention, l'angle d'entrée du fluide dans la fente, mesuré à partir de l'axe de révolution orienté dans le sens d'entrée du fluide dans le diffuseur, est compris entre 100° et 120°.

Ainsi le taux d'aspiration pour lequel les décollements sont en grande partie évités peut être diminué.

Selon un deuxième perfectionnement de l'invention, on choisit une largeur de fente à l'entrée voisine de

$$b = \frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

X étant le taux d'aspiration, rapport du débit aspiré au débit total entrant dans le diffuseur

S₀ étant la section d'entrée du diffuseur

V₀ la vitesse moyenne dans la section d'entrée du diffuseur

r le rayon à partir de l'axe de l'entrée de la fente

V₁ étant la vitesse du fluide sur la paroi à l'entrée de la fente en amont de cette dernière.

R₁ étant le rayon de courbure de la paroi à l'entrée de la fente et en amont.

La largeur optimale de la fente est voisine de cette valeur. En effet, si la fente a une largeur faible, d'une part, cela réduit les possibilités de captation des zones décollées éventuelles se produisant en amont de la fente et, d'autre part, cela augmente les pertes dans la

fente, la vitesse de pénétration dans la fente étant alors trop élevée (à taux d'aspiration constant). Par contre, si la largeur de la fente est trop importante, la vitesse de pénétration dans la fente est trop faible (à taux d'aspiration constant) et les décollements en amont de la fente se trouvent facilités, et de plus il se produira une survitesse sur le bord d'attaque en aval de la fente entraînant un épaississement de la couche limite pouvant aller jusqu'au décollement.

Selon un troisième perfectionnement de l'invention, le décalage d'entre le plan perpendiculaire à l'axe et tangent à la paroi convexe en amont de la fente et le plan perpendiculaire à l'axe et passant par le centre du cercle osculateur au bord d'attaque de la paroi en aval de la fente est égal ou légèrement supérieur à

$$\frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

avec $L = X \frac{S_o}{2\pi r} \frac{V_o}{V_1}$

X, S_o, r, V₁, R₁, étant définis comme ci-dessus.

Les avantages apportés par l'invention sont particulièrement intéressants dans le cas où l'angle de sortie du fluide est égal ou voisin de 90°, c'est-à-dire où le diffuseur est à sortie sensiblement radiale.

En effet, en raison de la déviation du fluide qui s'ajoute à la recompression du fluide, la tendance aux décollements des couches limites est très importante.

La présente invention va maintenant être décrite plus en détail en se référant à un mode de réalisation particulier cité à titre d'exemple non limitatif et représenté par des dessins annexés.

La figure 1 représente un premier type d'écoulement dans un diffuseur à entrée axiale et à aspiration pariétale.

La figure 2 représente un second type d'écoulement dans un diffuseur à entrée axiale et à aspiration pariétale.

La figure 3 représente un diffuseur selon l'invention.

Le figure 4 représente un agrandissement de l'entrée de la fente

d'aspiration du diffuseur selon l'invention repérée IV sur la figure 3.

Les figures 5 à 8 représentent les courbes de variation du taux d'aspiration en fonction de la largeur de la fente.

La figure 9 représente la variation de la vitesse du fluide le long
5 de la paroi extérieure du diffuseur.

Sur les figures 1 et 2 on a représenté un diffuseur à entrée axiale comportant une paroi extérieure et une fente 1 séparant ladite paroi en une partie amont 2 et une partie aval 3. Le diffuseur comporte également une paroi interne 4. Le diffuseur est symétrique de révolution autour
10 d'un axe et la paroi extérieure 2, 3 a un tracé tel que le gradient de pression en amont et en aval de la fente soit nul.

Pour un même taux d'aspiration X (quantité de fluide aspirée par la fente divisée par la quantité de fluide entrant dans le diffuseur) et dans un domaine plus au moins étendu de X , on a pu constater que deux
15 types d'écoulement étaient possibles.

Sur la figure 1 on a représenté un écoulement normal qui est recherché. La couche limite située en amont de la fente 1 le long de la paroi extérieure 2 est aspirée par la fente 1.

Il s'ensuit que l'écoulement n'est pas décollé en aval de la fente.
20 Dans le cas de la figure 2 il se produit un écoulement à contre courant le long de la paroi extérieure 3 en aval de la fente 2. Lorsqu'un tel écoulement s'établit il n'est plus possible de recomprimer le fluide dans le diffuseur.

Sur la figure 5 on a représenté la variation du taux d'aspiration X en fonction de la largeur b de la fente 1.
25

Une première courbe (I) en trait tireté représente les valeurs de X minimales en fonction de b pour lesquelles il s'établit, à coup sûr, le régime d'écoulement de la figure 1, et une seconde courbe (II) en trait plein représente les valeurs de X maximales en fonction de b où il
30 s'établit, à coup sûr, le régime d'écoulement de la figure 2. Pour une même valeur de b , b_0 nous obtenons une valeur de X , X_1 sur la courbe I et X_2 sur la courbe II. Pour les valeurs de X inférieures ou égales à X_2 , seul le régime d'écoulement de la figure 2 s'établit.

Pour les valeurs de X comprises entre X_2 et X_1 , les deux régimes
35 d'écoulement peuvent s'établir et pour les valeurs de X supérieures ou

égales à X_1 , seul le régime de la figure 1 peut s'établir.

Il s'ensuit qu'il conviendra de prendre pour taux d'aspiration X une valeur égale ou supérieure à celui défini par la courbe I.

Sur la figure 3 on a représenté le diffuseur selon l'invention également symétrique par rapport à un axe de révolution AA' . La paroi extérieure est interrompue par une fente 1 qui la sépare en paroi amont 2 et paroi aval 3. La paroi extérieure a un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de ladite fente et positif en aval.

La section d'entrée du diffuseur est S_0 et la vitesse moyenne dans cette section est V_0 .

La fente 1 circulaire est également symétrique de révolution autour de l'axe AA' et a une largeur b à son entrée BC et la vitesse du fluide sur la paroi 2 à l'entrée de la fente 1 au point C est V_1 . La fente 1 va en s'évasant légèrement après son entrée.

Nous désignons par R_1 le rayon de courbure de la paroi amont 2 à l'entrée de la fente 1 et par r le rayon mesuré par rapport à l'axe AA' de l'entrée de la fente.

L'angle de la fente par rapport à l'axe AA' est β .

Sur la figure 6 on a représenté les courbes I et II pour un diffuseur selon l'invention, dans lequel la paroi extérieure a un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de la fente et positif en aval.

Les courbes I et II sont abaissées et il est donc possible d'obtenir, avec une même largeur de fente (si nous comparons avec la figure 5), un fonctionnement correct en utilisant un taux d'aspiration X nettement inférieur.

La pression sur la paroi 2 va diminuer progressivement de l'entrée du diffuseur jusqu'à l'entrée de la fente 1, si bien que le fluide va être accéléré et que l'état de la couche limite sera plus éloigné du décollement. Il faut toutefois éviter d'avoir des vitesses trop élevées à l'entrée de la fente; ce qui conduirait à des pertes très importantes dans cette fente et éventuellement des problèmes liés à la compressibilité. On prendra en général une vitesse de 15% à 40% supérieure à la vitesse d'entrée dans le diffuseur, suivant les possibilités de tracé dont on dispose.

Le tracé de la paroi 3 va diminuer les risques de formation de l'écoulement de la figure 2.

Sur la paroi concave interne 4 la loi de pression dépend de la déviation que l'on désire obtenir avec le diffuseur considéré.

5 En choisissant un angle de direction de fente β compté à partir de l'axe de révolution AA', compris entre 100° et 120° , on diminue les taux d'aspiration minimaux de la courbe I (voir figure 7).

La largeur de fente est un paramètre important. En effet, si elle est trop faible, les possibilités de captation des zones décollées éventuelles se produisant sur la paroi 2 sont réduites. De plus cela augmente les pertes dans la fente (à taux d'aspiration constant). Si la largeur est trop grande, le décollement sur la paroi 2 est facilité et en plus le point d'arrêt S (où la vitesse est nulle) pourra se trouver légèrement à l'intérieur de la fente, d'où une survitesse importante de l'écoulement au contournement du bord d'attaque faisant suite à S sur la paroi 3, ce qui entraînera un épaississement de la couche limite sur la paroi 3 pouvant aller jusqu'au décollement, donc des pertes plus importantes pour ce diffuseur.

20 La largeur b_{opt} optimale sera voisine de

$$\frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

25 Le rapport $\frac{V_1}{V_0}$ peut facilement être mesuré en plaçant une prise de pression statique à l'entrée de la fente (p_1) et une autre dans le plan d'entrée du diffuseur (p_0), puis en mesurant la pression d'arrêt (p_0^*) dans ledit plan d'entrée à l'aide d'une sonde pitot

30 Le rapport $\frac{V_1}{V_0}$ est égal à $\frac{p_0^* - p_1}{p_0^* - p_0}$

On a représenté sur la figure 9 la variation du rapport $\frac{V}{V_0}$ (V étant la vitesse au point M pris sur la paroi 2 ou 3) en fonction de l'abscisse curviligne OM, O étant le point de la paroi 2 à l'entrée du diffuseur.

35

Quand M varie de 0 à C, le rapport $\frac{V}{V_0}$ augmente régulièrement. En S la vitesse V est nulle, puis augmente fortement avant de décroître vers une limite donnée.

La paroi 3 à l'aval de la fente est décalée dans l'écoulement (voir figure 4) ; ce décalage δ est mesuré par la distance de deux plans
5 perpendiculaires à l'axe AA', l'un tangent à la paroi convexe amont 2, l'autre passant par le centre du cercle osculateur au bord d'attaque de la paroi aval 3. Ce décalage δ est de préférence égal ou légèrement supérieur à la valeur b_{opt} signalée précédemment.

Lorsque le décalage est choisi égal ou légèrement supérieur à b_{opt}
10 et que les conditions imposées pour les courbes de la figure 7 sont remplies la courbe I est pratiquement confondue avec la courbe II (voir figure 8), le minimum de ces courbes étant obtenu pour une largeur de fente égale ou voisine de b_{opt} .

On choisira de préférence le tracé du bord d'attaque de la paroi 3,
15 de façon que le rayon du cercle osculateur soit égal ou

supérieur à $\frac{b_{opt}}{4}$.

Comme il ressort des graphiques des diverses figures 5 à 8, le choix judicieux de la largeur de la fente, de son orientation et de son décalage permettra de minimiser le taux d'aspiration du diffuseur et
20 donc d'accroître le rendement.

Dans le cas d'un diffuseur à entrée axiale et à sortie axiale utilisé par exemple dans les turbines à gaz, la paroi interne 4 sera, bien entendu, supprimée.

REVENDECATIONS

1/ Diffuseur à aspiration pariétale symétrique de révolution autour d'un axe AA' et à entrée sensiblement axiale, comportant une paroi extérieure (2, 3) entourant le fluide s'écoulant à l'intérieur du diffuseur de l'entrée vers la sortie, ladite paroi (2, 3) étant munie d'une fente circulaire (1) évacuant une fraction du débit entrant et ayant un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de ladite fente (1), caractérisé en ce que ladite paroi (3), en aval de ladite fente (1), a un tracé tel que le sens de l'écoulement tout le long de ladite paroi (3) en aval de ladite fente (1) soit dans le sens de l'entrée vers la sortie et que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit positif.

2/ Diffuseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle d'entrée du fluide (β) dans la fente (1), mesuré à partir de l'axe de révolution (AA') orienté dans le sens d'entrée du fluide dans le diffuseur, est compris entre 100° et 120°.

3/ Diffuseur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la largeur de la fente (1) à l'entrée est voisine de

$$b_{\text{opt}} = \frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

avec $L = X \cdot \frac{S_0}{2\pi r} \cdot \frac{V_0}{V_1}$

X étant le taux d'aspiration, rapport du débit aspiré au débit total entrant dans le diffuseur

S₀ étant la section d'entrée du diffuseur

V₀ la vitesse moyenne dans la section d'entrée du diffuseur

r le rayon à partir de l'axe de l'entrée de la fente (1)

V₁ étant la vitesse du fluide sur la paroi (2) à l'entrée de la fente (1) en amont de cette dernière.

R₁ étant le rayon de courbure de la paroi (2) à l'entrée de la fente (1) et en amont.

4/ Diffuseur selon l'une des revendications précédentes dans lequel le décalage δ entre le plan perpendiculaire à l'axe et tangent à la

paroi (2) convexe en amont de la fente (1) et le plan perpendiculaire à l'axe et passant par le centre du cercle osculateur au bord d'attaque de la paroi (3) en aval de la fente est égal ou légèrement supérieur à

$$\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}$$

avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

X étant le taux d'aspiration, rapport du débit aspiré au débit total entrant dans le diffuseur

S₀ étant la section d'entrée du diffuseur

V₀ la vitesse moyenne dans la section d'entrée du diffuseur

r le rayon à partir de l'axe de l'entrée de la fente (1)

V₁ étant la vitesse du fluide sur la paroi (1) à l'entrée de la fente en amont de cette dernière

R₁ étant le rayon de courbure de la paroi (2) à l'entrée de la fente et en amont.

5/ Diffuseur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'angle de sortie du diffuseur est de l'ordre de 90°.

FIG. 1

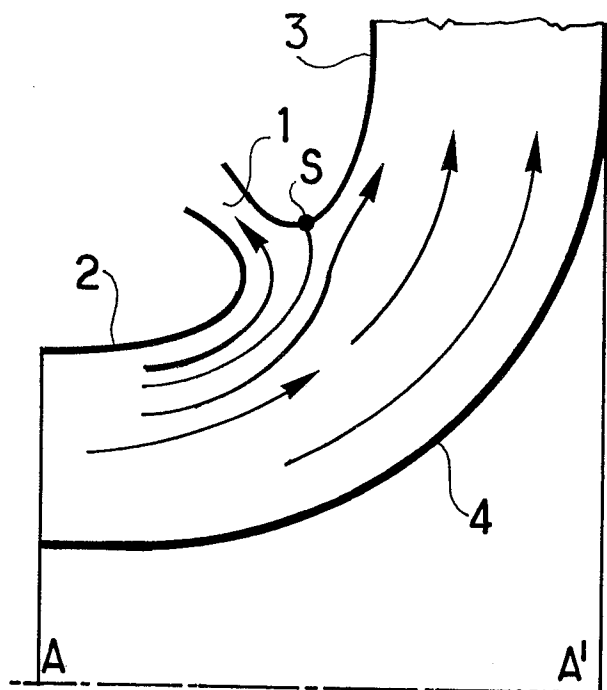


FIG. 2

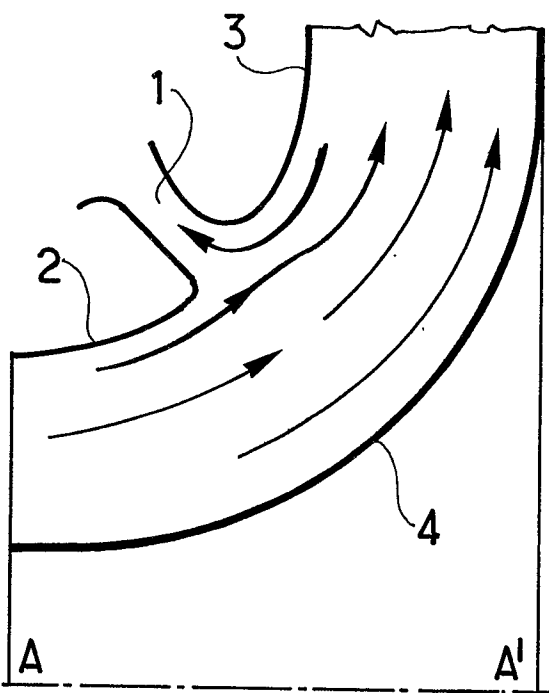


FIG. 3

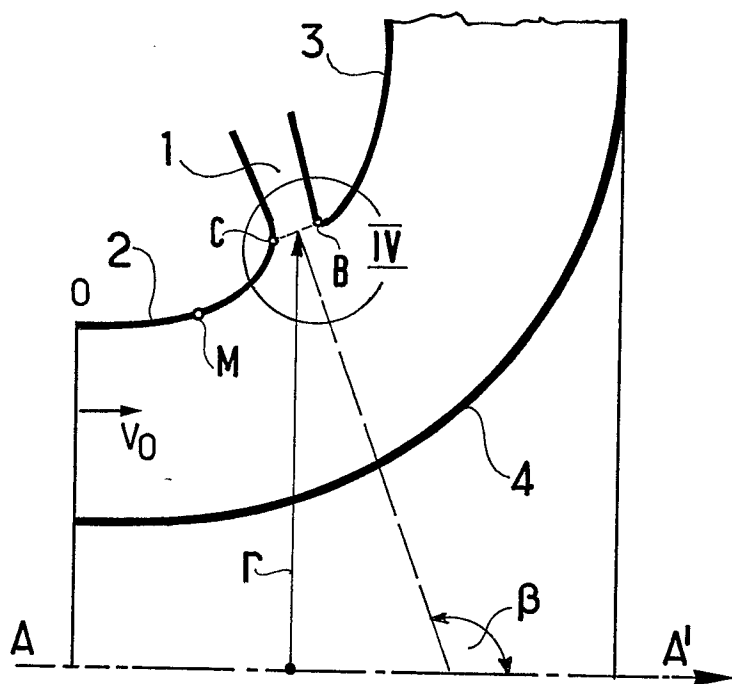


FIG. 4

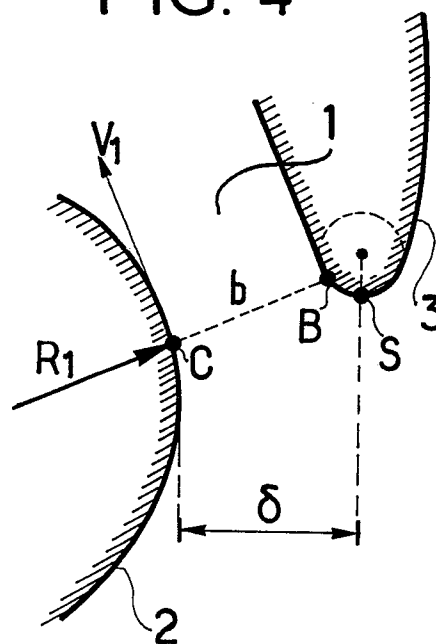


FIG. 5

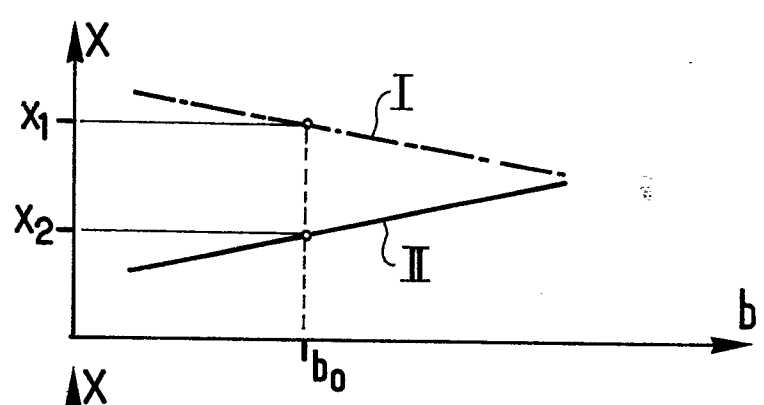


FIG. 6

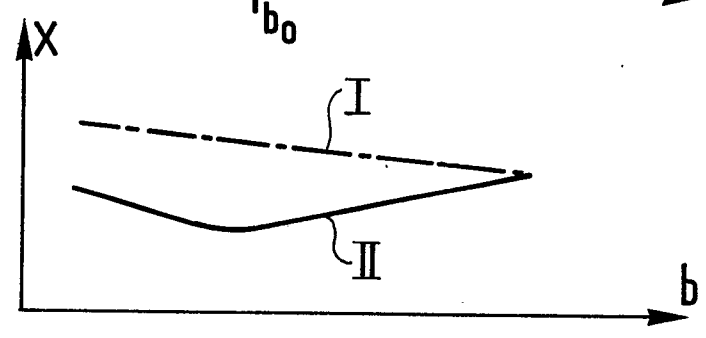


FIG. 7

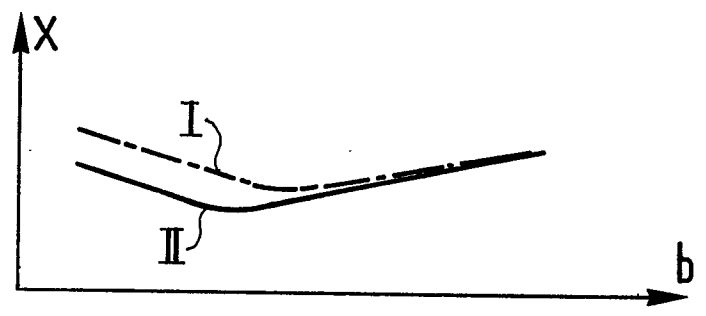


FIG. 8

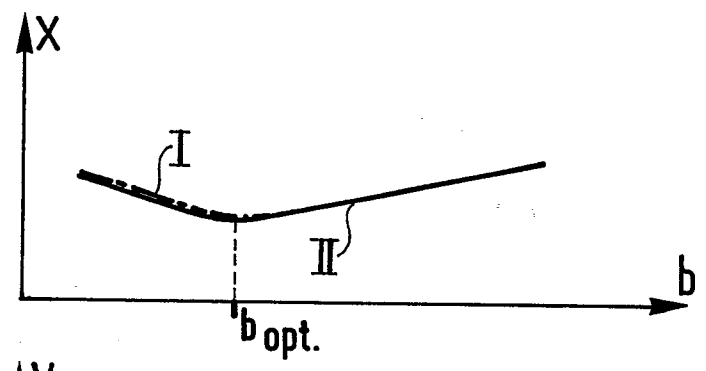
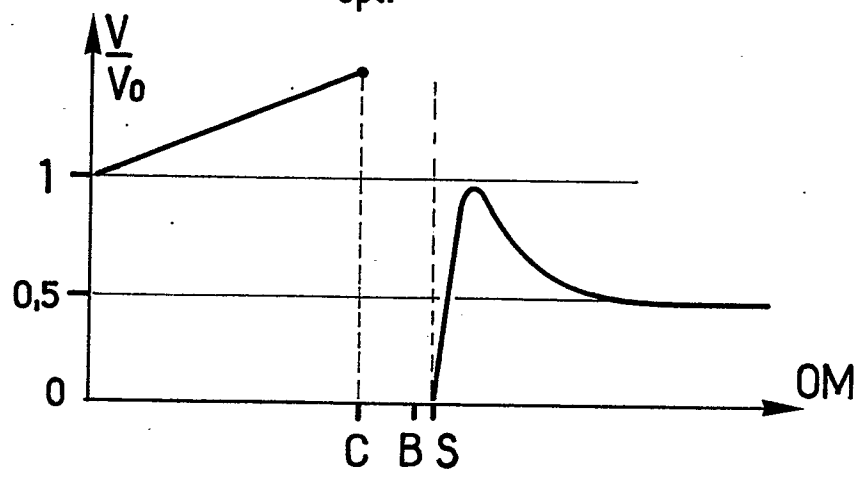


FIG. 9





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0056233

Numéro de la demande

EP 82 10 0019

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
Y,D	GB - A - 1 024 328 (GENERAL ELECTRIC) * En entier *	1,2,5	F 04 D 29/68
	--		
Y,D	GB - A - 1 000 767 (INTERNATIONAL RESEARCH & DEVELOPMENT COMP.) * En entier *	1,2,5	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			F 04 D
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent à lui seul Y: particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D: cité dans la demande L: cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
☒ Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		23-03-1982	WENZEL