



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :  
**08.05.91 Bulletin 91/19**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F04D 17/04**

②① Numéro de dépôt : **88402086.8**

②② Date de dépôt : **11.08.88**

⑤④ **Ventilateur à courant transversal.**

③⑩ Priorité : **13.08.87 FR 8711522**

④③ Date de publication de la demande :  
**15.02.89 Bulletin 89/07**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :  
**08.05.91 Bulletin 91/19**

⑥④ Etats contractants désignés :  
**BE DE ES GB IT NL SE**

⑤⑥ Documents cités :  
**EP-A- 0 132 793**  
**AU-B- 467 912**  
**DE-A- 1 503 532**  
**DE-U- 8 034 229**  
**GB-A- 1 066 598**

⑦③ Titulaire : **ETAT-FRANCAIS représenté par le**  
**DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT**  
**(DPAG)**  
**Bureau des Brevets et Inventions de la**  
**Délégation Générale pour l'Armement 26,**  
**Boulevard Victor**  
**F-75996 Paris Armées (FR)**  
Titulaire : **OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET**  
**DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA)**  
**29, Av. de la Division Leclerc**  
**F-92320 Chatillon sous Bagneux (FR)**

⑦② Inventeur : **Guezou, Jean-Pierre**  
**Résidence Les accacias 11 Clos Perault**  
**F-91200 Athis-Mons (FR)**  
Inventeur : **Heid, Gilles**  
**9 rue de Dakar**  
**F-31500 Toulouse (FR)**  
Inventeur : **Bailleux, Pierre**  
**60 rue de l'Hardinière**  
**F-59242 Templeuve (FR)**  
Inventeur : **Pruvost, Marc**  
**14 rue Necker**  
**F-59000 Lille (FR)**

**EP 0 303 543 B1**

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

Le secteur technique de la présente invention est celui des ventilateurs à courant transversal appliqués à la ventilation d'un local ou d'une machine ou bien à la sustentation d'un véhicule à coussin d'air, par exemple un navire à effet de surface.

Ce type de ventilateur est bien connu et a été proposé pour la première fois en 1892 par MORTIER pour la ventilation des mines de charbon. La particularité principale de ce ventilateur est de présenter une caractéristique pression-débit de type bossu, dont la partie croissante représente entre 50 et 75% de la plage maximale (ou excursion) accessible en débit. La seconde particularité est de présenter une pression à débit nul différente de zéro. Une autre caractéristique de ce ventilateur réside dans la fourniture simultanée de coefficients de débit et de pression élevés, comparativement au ventilateur centrifuge qui ne fournit, à taille égale, qu'un coefficient de pression élevé à coefficient de débit faible et au ventilateur axial qui ne fournit par contre, à taille égale, qu'un coefficient de débit élevé à coefficient de pression faible. En conséquence, la puissance aéraulique fournie par le ventilateur transverse est alors nettement supérieure. Le point faible de ce ventilateur réside traditionnellement dans le rendement obtenu qui peut être amélioré en jouant sur les formes statoriques.

A titre indicatif, on connaît le brevet DE-A-1 428 071 relatif à un ventilateur transverse ayant une caractéristique de débit d'air stable et étant peu bruyant.

On connaît également le brevet DE-A-2 545 036 perfectionnant le ventilateur du brevet précédent par un système complexe de parois-guides et de parois poreuses placées sur le trajet du fluide pour réduire le bruit. Cependant, cet avantage peut être compromis par l'encrassement des parois poreuses après un certain temps d'utilisation.

On connaît encore le brevet FR-A-2 481 378 qui vise à réduire le niveau de bruit et à fournir un débit d'air accru pour une même vitesse du rotor par une forme particulière en arrondi de la volute aval et des becs de volute et de crosse.

On notera toutefois que ces trois documents concernent des appareils domestiques, où le débit d'air est inférieur à 0,05 m<sup>3</sup>/s avec une pression inférieure à 50 Pa.

On connaît encore un dispositif de ventilation des radiateurs de fluide et des rhéostats d'une motrice à l'aide d'un ventilateur transverse. Cependant, il s'agit surtout de l'incorporation de ce ventilateur dans une structure où l'espace est réduit.

Dans ces réalisations antérieures, on utilise surtout les propriétés de débit du ventilateur transverse et on n'a jamais cherché à améliorer les formes du collecteur amont et du diffuseur aval pour obtenir simultanément un débit et une pression élevés, tout en visant un rendement élevé.

Une première tentative a été faite dans une étude théorique publiée par G. HEID, Revue française de mécanique 1986-2, sur l'application de la théorie de BIDARD relative au pompage des compresseurs, à l'étude du phénomène de pompage dans les ventilateurs transverses. En effet, toutes les réalisations connues des ventilateurs transverses sont des configurations figées répondant à un problème spécifique de débit ; l'homme de l'art ne peut donc pas à partir de ces réalisations extrapoler les résultats obtenus. Cette étude a donc permis de formuler les conclusions suivantes :

- du point de vue pression, le rotor se comporte comme un seul étage, ce qui a pour avantage de donner la possibilité d'augmenter le débit en augmentant sa longueur,
- seule la dissymétrie amont/aval des formes statoriques détermine le sens d'écoulement,
- pour un même couple pression/débit, on peut choisir plusieurs combinaisons diamètre/longueur/vitesse de rotation du rotor.

Le but de la présente invention est donc de définir, pour la première fois, un ventilateur transverse dont les caractéristiques sont prévues à l'avance, pour obtenir simultanément dans une installation technique des coefficients de débit et de pression pouvant atteindre respectivement 2,5 à 3 environ, tout en maîtrisant la stabilité du point de fonctionnement sur l'ensemble de la plage de débit et en particulier sur la partie croissante de la caractéristique pression-débit sur laquelle on sait qu'un phénomène de pompage peut prendre naissance. Il est connu qu'un tel phénomène de pompage se traduit par des pulsations périodiques en débit et en pression dans le circuit aval, caractérisées par une fréquence et une amplitude de pompage, ce qui rend la machine inutilisable dans une application industrielle.

L'invention a donc pour objet un ventilateur à courant transversal comportant un collecteur amont délimité par une face amont d'élément de volute et une face amont d'élément de crosse, une roue ou rotor munie de pales et un divergent délimité par une face aval de l'élément de volute et une face aval de l'élément de crosse, le collecteur et le divergent délimitant en regard de la roue dans un plan perpendiculaire à son axe de rotation deux passages longitudinaux rétrécis définis d'une part, par un bec de l'élément de volute et d'autre part, par un bec amont de l'élément de crosse, caractérisé en ce que dans un référentiel d'axes perpendiculaires dont l'origine est située sur l'axe de rotation de la roue et dont l'axe des abscisses est parallèle à la face aval de

l'élément de crosse, il présente :

- un bec amont de l'élément de crosse décrivant un angle compris entre 290 et 330° à une distance de la roue ou entrefer comprise entre 2 et 8% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue,
- une face de l'élément de crosse décrivant un angle dont le sommet est confondu avec le bec amont de crosse compris entre -20° et 60° par rapport à un axe parallèle à l'axe des ordonnées concourant avec le bec amont,
- un bec de volute décrivant un angle compris entre 76 et 112° à une distance de la roue ou entrefer comprise entre 2 et 8% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue,
- une face amont plane, concourante au bec de volute, et inclinée par rapport au plan joignant l'axe de rotation de la roue et le bec de volute d'un angle d'une valeur comprise entre 0 et 70°.

L'élément de crosse présente entre ses becs amont et aval une épaisseur comprise entre 1 et 40% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

L'épaisseur de l'élément de crosse est égale à 16% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

La face crosse-roue est plane et inclinée par rapport à l'axe des ordonnées d'un angle compris entre -20 et 60°.

La face crosse/roue est creuse et réalisée sous la forme d'un arc de cercle passant par les becs amont et aval d'élément de crosse placés tous deux sur une parallèle à l'axe Y, tel que la tangente au bec amont délimite un angle avec ladite parallèle à l'axe des ordonnées variant entre 0 à 60°.

La longueur (1) de la face amont de crosse projetée sur l'axe des abscisses est comprise entre 90 et 100% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

La face amont de crosse est constituée par une surface plane inclinée d'un angle compris entre 25 et 80° par rapport à l'axe des abscisses.

L'angle d'inclinaison est égal à 26° et la longueur (1) à 95% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

La face amont de crosse est constituée d'un arc de cercle ouvert vers la roue dont la tangente au bec amont de crosse délimite par rapport au rayon passant par le bec amont un angle compris entre 25 et 80°.

La volute aval est prolongée par un divergent délimitant un angle de 7° par rapport à l'axe des abscisses à partir d'un point situé sur une parallèle à l'axe des ordonnées passant par le bec de crosse aval à une distance de celui-ci comprise entre 60 et 90% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

La volute aval est délimitée en section par un premier arc de cercle concentrique à la roue et un second arc de cercle reliant le premier arc de cercle au divergent.

La volute aval passe par un axe situé sur une parallèle à l'axe des X passant par le bec aval de crosse, à une distance de ce dernier comprise entre 60 et 120% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

Cette distance est égale à 59% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.

La roue est du type à aubes crochantes, dont le diamètre interne est compris entre 70 et 80% de son diamètre extérieur, et chaque aube présente, en fonction du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue, un rayon de courbure compris entre 10 et 15%, une corde comprise entre 10 et 15% et un allongement compris entre 1 et 5.

Les aubes sont vrillées longitudinalement d'un angle d'hélice inférieur à 10°.

La roue est vrillée par rotation des flasques d'extrémité l'un par rapport à l'autre.

L'élément de bec de crosse est vrillé d'un angle d'hélice inférieur à 10°.

Un résultat de la présente invention réside dans l'obtention d'un rendement élevé qui atteint 70 à 80%.

Un autre résultat réside dans la mise à profit des caractéristiques intrinsèques du ventilateur transverse pour l'obtention d'un flux en nappe ou d'un rideau d'air ; le débit étant de ce fait proportionnel à la longueur de la roue, à vitesse de rotation constante, on conserve la valeur des coefficients aérodynamiques réduits.

Un autre résultat réside dans l'accroissement de la marge au pompage.

Un autre résultat réside dans l'accessibilité à des puissances de l'ordre du mégawatt, tout en conservant un encombrement minimal comparé à celui des machines classiques de même puissance.

On sait que les caractéristiques d'un ventilateur sont usuellement définies par les coefficients sans dimension de débit  $C_d$ , de pression  $C_p$  et de rendement  $\eta$  selon les relations :

$$C_d = \frac{Q_v}{2L\omega R^2} \quad C_p = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2 R^2} \quad \text{et } \eta = \frac{Q_v \Delta P}{C \omega}$$

55

où L est la longueur de la roue (m),  $\omega$  la vitesse de rotation de la roue (rd/s), R le rayon de la roue,  $\rho$  la masse volumique de l'air ( $\text{Kg/m}^3$ ),  $Q_v$  le débit du ventilateur ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) et  $\Delta P$  la variation de pression (Pa).

L'invention sera mieux comprise à la lecture du complément de description qui va suivre d'un mode de réalisation donné à titre indicatif en relation avec un dessin sur lequel

- la figure 1 est une vue générale du montage d'un ventilateur transverse,
- la figure 2 est une illustration schématique de la position du bec amont de l'élément de crosse,
- la figure 3 est une illustration schématique de la face roue-crosse plane et la figure 4 celle de la face roue-crosse creuse,
- la figure 5 est une illustration de la face amont plane de crosse et la figure 6 celle de la face amont creuse de crosse,
- la figure 7 est une illustration schématique de la position du bec de volute et de la face amont de bec de volute,
- la figure 8 illustre le tracé de la volute aval,
- la figure 9 illustre la réalisation d'une aube de la roue,
- la figure 10 représente une réalisation particulière de la roue,
- la figure 11 illustre un exemple de courbes aérodynamiques obtenues selon l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté un exemple de réalisation d'un ventilateur transverse comportant une roue 1, tournant dans le sens de la flèche F, un élément de crosse 2 et un élément de volute 3. Les éléments de volute et de crosse constituent le stator de la machine tournante et délimitent une partie amont de section convergente et une partie aval 4a de section divergente, cette dernière étant suivie d'un circuit d'utilisation 4b partiellement représenté.

L'élément de crosse 2 comprend une face amont 5 ou volute amont, un bec amont 6, une face roue-crosse 7, un bec aval 8 et une face aval 9.

L'élément de volute 3 comprend une face amont 10, un bec de volute 11 et une volute aval 12.

Le bec amont 6 de crosse est placé à une distance de la roue 1 appelée entrefer 13 de bec de crosse (ECR). Le bec 11 de volute est également placé à une distance de la roue 1 appelée entrefer 14 de bec de volute (EVR).

Pour définir les caractéristiques du ventilateur selon l'invention, on se donne un repère d'axes perpendiculaires OXY dont l'origine O coïncide avec l'axe de la roue 1 et dont l'axe des abscisses est parallèle à la face aval 9 de l'élément de crosse. Les dimensions linéaires sont exprimées classiquement en pourcentage du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue 1.

La position du bec amont 6 de crosse est défini, conformément à la figure 2, par l'angle  $A_{BCAM}$  entre l'axe X et le rayon D de la roue 1 passant par ce bec. Cet angle peut être compris entre 290 et 330°. On peut par construction adopter une valeur fixe de cet angle, la position des autres éléments étant définie à partir de cette valeur. Sur la figure 2, cet angle est de 309° à entrefer nul.

La dimension de l'entrefer 13 (ECR) est comprise entre 2 et 8% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue et plus particulièrement entre 2 et 3%.

Sur la figure 3, on a schématisé à entrefer ECR nul l'épaisseur  $E_c$  de la crosse et son inclinaison  $A_{FRC}$  par rapport à la parallèle 15 à l'axe Y passant par le bec amont 6 de crosse. L'épaisseur  $E_c$  est comptée entre la face aval 9 plane et le plan 16 parallèle à cette face passant par le bec 6. L'épaisseur  $E_c$  est comprise entre 0,1 et 40% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue 1 et avantageusement entre 14 et 18%.

Cette épaisseur  $E_c$  étant définie, la face 7 crosse-roue peut être soit plane, soit creuse, afin d'organiser l'écoulement interne de l'air en fonction de l'application envisagée. De même, la face crosse-roue 7a, représentée sur la figure 3, est plane et calée d'un angle  $A_{FRC}$ , par rapport à la parallèle 15, compris entre -30 et +60° et plus particulièrement entre -10 et +10°. Par contre, la face crosse-roue 7b, représentée sur la figure 4, est creuse, en arc de cercle, le bec amont 6 et le bec aval 8 de crosse étant dans cette configuration alignés sur la parallèle 17 à l'axe Y. Le centre B de courbure de cet arc de cercle est situé sur la médiatrice de la corde 18 joignant les becs 6 et 8 et l'angle  $A_{FRC}$  est déterminé par la tangente 19 passant par le bec 6 et la corde 18. Cet angle est compris entre 0 et 60° et avantageusement entre 10 et 25°. A noter que lorsque l'angle  $A_{FRC}$  est nul, la face 7b est plane.

La face amont 5 de crosse peut être soit plane 5a (figure 5) soit creuse 5b (figure 6). Elle s'étend entre le bec amont 6 de crosse et un point  $M_{FAC}$ . La face 5a est définie par sa position angulaire par rapport à l'axe X et par sa longueur projetée sur ce même axe. L'angle  $A_{FAC}$  est compris entre 25 et 80° et sa longueur (1) projetée est comprise entre 90 et 100% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue 1.

La face creuse 5b, représentée sur la figure 6, est définie par l'angle  $A'_{FAC}$  entre le rayon de la roue passant par le bec amont 6 de crosse et la tangente en ce point à la forme étudiée. L'angle  $A'_{FAC}$  est compris comme précédemment entre 25 et 80° et plus particulièrement entre 60 et 78°. Le centre C de courbure est situé sur la médiatrice à la corde 20 passant le bec 6 et le point  $M_{FAC}$ . La longueur (1) de la face creuse projetée sur un axe parallèle à l'axe X est comprise entre 90 et 100% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue 1.

Le bec 11 de volute, dont la position est schématisée sur la figure 7, est situé sur un arc de cercle 21, à

une distance ou entrefer 14 (EVR) comprise entre 2 et 8% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue 1. L'arc de cercle 21 est délimité par l'angle  $A_{BC}$  compris entre 76 et 112°. Sur cette figure, on voit également la face amont 10 du bec de volute incliné de l'angle  $A_{FABV}$  par rapport au rayon passant par le bec 11 de volute. L'angle  $A_{FABV}$  est compris entre 0 et 70°. Ces deux angles sont choisis de façon à assurer une alimentation optimale compatible avec le point nominal recherché.

La figure 8 représente la volute aval 12 qui est constituée de trois parties 21, 22 et 23. La partie 21 est un arc toujours concentrique à la roue 1 et existe lorsque l'angle  $A_{BC}$  est inférieur à 112°. Les deux parties 22 et 23 sont définies à partir de l'élément de crosse 2 en délimitant une première section notée SHBCAV (section horizontale de bec de crosse aval) parallèle à l'axe X, telle que sa longueur soit comprise entre 80 et 100% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue 1, et une seconde section notée SBCAV (section verticale de bec de crosse aval), telle que sa longueur soit comprise entre 60 et 90% du diamètre  $D_e$  extérieur de la roue 1. Ces sections définissent les deux points  $M_{HBCAV}$  et  $M_{VBCAV}$ . La volute est alors constituée par la partie 22 en arc de cercle passant par le point  $M_{HBCAV}$  tangent à la partie 21 et à la partie plane 23 passant par le point  $M_{VBCAV}$  et faisant un angle de 7° avec l'axe X.

La volute est enfin reliée au plan divergent 24 par la partie plane 23 prolongeant ce dernier. Le divergent 4b est délimité par une surface plane prolongeant la face aval 9 de crosse et la partie plane 24 faisant un angle de 7° avec l'axe X. Ceci conduit à un divergent de ventilateur à 7°, valeur communément admise en mécanique des fluides pour ce qui concerne l'obtention d'une perte de charge minimale.

La roue d'un ventilateur transverse est définie de façon connue par les paramètres suivants : diamètres extérieur et intérieur, longueur, nombre de pales, rayon de courbure de la pale, corde de la pale, angles d'entrée et de sortie de la pale, diamètre de flasque. Les plages de variation de ces paramètres sont bien connues et il n'est pas nécessaire de les expliciter en détail.

Par simplification, on a représenté sur la figure 9 une aube 25 de la roue 1 qui est du type crochante, c'est-à-dire quand  $\beta_{11}$  est supérieur à 90°. Chaque aube est définie par les paramètres suivants :

- le rapport du diamètre interne  $D_i$  et du diamètre externe  $D_e$  de la roue ; ce rapport est usuellement compris entre 0,7 et 0,8 ;
- le rayon de courbure R ; il est compris entre 10 et 15% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue,
- la corde C ; elle est comprise entre 10 et 15% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue,
- l'allongement ; il est exprimé par le rapport longueur/diamètre et varie entre 1 et 5.

Ces paramètres permettent de caler l'aube et de définir les angles  $\beta_{11}$  et  $\beta_{12}$  qui varient respectivement dans la fourchette 120 à 170° et 70 à 100°.

La roue 1 peut être vrillée comme représenté sur la figure 10 par rotation des flasques 26 et 27 l'un par rapport à l'autre d'un angle d'hélice  $A_H$ . Le bord d'attaque 28 de chaque aube 25 définit alors une courbe présentant un angle d'hélice  $A_H$  inférieur à 10°. Cette réalisation permet entre autres de diminuer le bruit et l'amplitude des vibrations. En variante, la ligne décrite par le bec 11 de volute et/ou le bec amont 6 de crosse peuvent être vrillés suivant la même loi.

Sur la figure 11, on a représenté la caractéristique pression/débit d'un ventilateur transverse ayant les caractéristiques géométriques suivantes :

diamètre extérieur  $D_e = 283$  mm

diamètre intérieur  $D_i = 223$  mm soit  $D_i/D_e = 78,95\%$

nombre d'aubages  $N_p = 40$

Crosse droite  $E_c = 46$  mm soit  $E_c/D_e = 16,25\%$

$A_{FRC} = 0^\circ$

$A_{FAC}$  à entrefer mini = 40°

Rayon de courbure de la volute amont de crosse = 251 mm

$A_{FABV}$  à entrefer mini = 40°

$S_{HBCAV}$  à entrefer mini = 166 mm soit 58,64% de  $D_e$

$S_{VBCAV}$  à entrefer mini = 220 mm soit 77,73% de  $D_e$

Rayon de courbure de la volute aval = 301 mm soit 106,47% de  $D_e$

Entrefer volute/roue EVR = 6 mm soit 2,12% de  $D_e$

Entrefer crosse/roue ECR = 8 mm soit 3,03% de  $D_e$ .

La puissance obtenue est d'environ 2 KWatt pour un ventilateur de 420 mm de longueur, alors que l'obtention d'une puissance équivalente à l'aide d'un ventilateur axial ou centrifuge nécessiterait un diamètre et une longueur d'au moins 2 à 3 fois plus grands. Les valeurs  $\Delta P$  et  $Q_v$  sont mesurées à la sortie du ventilateur. La courbe P représente la variation de pression et la courbe R le rendement.

On constate qu'on obtient simultanément de forts maxima de pression de l'ordre de 750 Pa pour de forts débits de l'ordre de 2 m<sup>3</sup>/s et ce pour un rendement utilisable de l'ordre de 60%. En outre, ce ventilateur dispose d'une marge au pompage  $\Delta Q$  accrue, comparativement aux machines classiques à courbe bossue et peut

être utilisé dans une plage d'excursion en débit exempte de risques de pompage. Sur cette figure, on voit que cette marge  $\Delta Q$  est de l'ordre de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ce type de ventilateur peut donc être utilisé notamment dans la sustentation des navires à effet de surface.

5

## Revendications

1. Ventilateur à courant transversal comportant un collecteur amont délimité par une face amont (10) d'élément de volute (3) et une face amont (5) d'élément de crosse (2) ; une roue (1) ou rotor munie de pales et un divergent (4a) délimité par une face aval (12) de l'élément de volute et une face aval (9) de l'élément de crosse, le collecteur et le divergent délimitant en regard de la roue dans un plan perpendiculaire à son axe de rotation deux passages longitudinaux rétrécis (13, 14) définis d'une part, par un bec (11) de l'élément de volute et d'autre part, par un bec amont (6) de l'élément de crosse (2), caractérisé en ce que dans un référentiel d'axes X et Y perpendiculaires dont l'origine est située sur l'axe de rotation de la roue (1) et dont l'axe X des abscisses est parallèle à la face aval (9) de l'élément de crosse, il présente :
- un bec amont (6) de l'élément de crosse décrivant un angle  $A_{BCAM}$  compris entre  $290^\circ$  et  $330^\circ$  à une distance de la roue ou entrefer (13) comprise entre 2 et 8% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue,
  - une face (7) de l'élément de crosse décrivant un angle  $A_{FRC}$  dont le sommet est confondu avec le bec amont (6) de crosse compris entre  $-20^\circ$  et  $60^\circ$  par rapport à un axe (15) parallèle à l'axe des ordonnées concourant avec le bec amont (6),
  - un bec (11) de volute décrivant un angle  $A_{BC}$  compris entre  $76^\circ$  et  $112^\circ$  à une distance de la roue ou entrefer (14) comprise entre 2 et 8% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue,
  - une face amont plane (10), concourante au bec (11) de volute, et inclinée par rapport au plan joignant l'axe de rotation de la roue et le bec (11) de volute d'un angle  $A_{FAVB}$  d'une valeur comprise entre  $0^\circ$  et  $70^\circ$ .
2. Ventilateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de crosse (2) présente entre ses becs amont (6) et aval (8) une épaisseur comprise entre 1 et 40% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.
3. Ventilateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'épaisseur  $E_c$  de l'élément de crosse (2) est égale à 16,25% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.
4. Ventilateur selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la face (7) crosse-roue est plane et inclinée par rapport à l'axe Y d'un angle  $A_{FAC}$  compris entre  $-20^\circ$  et  $60^\circ$ .
5. Ventilateur selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la face (7) crosse/roue est creuse et réalisée sous la forme d'un arc de cercle (7b) passant par les becs amont (6) et aval (8) d'élément de crosse placés tous deux sur une parallèle à l'axe Y, tel que la tangente (19) au bec amont (6) délimite un angle  $A_{FRC}$  avec ladite parallèle à l'axe Y tel que  $0 < A_{FRC} \leq 60^\circ$ .
6. Ventilateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la longueur (1) de la face amont (5) de crosse projetée sur l'axe X est comprise entre 90 et 100% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.
7. Ventilateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la face amont (5) de crosse est constituée par une surface plane inclinée d'un angle  $A_{FAC}$  compris entre  $25^\circ$  et  $80^\circ$  par rapport à l'axe X.
8. Ventilateur selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'angle d'inclinaison est égal à  $26^\circ$  et la longueur (1) à 95% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.
9. Ventilateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la face amont (5) de crosse est constituée d'un arc de cercle (5b) ouvert vers la roue dont la tangente au bec amont (6) de crosse délimite par rapport au rayon passant par le bec amont (6) un angle  $A'_{FAC}$  compris entre  $25^\circ$  et  $80^\circ$ .
10. Ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la volute aval (12) est prolongée par un divergent (24) délimitant un angle de  $7^\circ$  par rapport à l'axe des abscisses à partir d'un point situé sur une parallèle à l'axe des ordonnées passant par le bec de crosse aval à une distance de celui-ci comprise entre 60 et 90% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.
11. Ventilateur selon la revendication 10, caractérisé en ce que la volute aval (12) est délimitée en section par un premier arc de cercle (21) concentrique à la roue (1) et un second arc de cercle (22) reliant le premier arc de cercle au divergent (24).
12. Ventilateur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la volute aval (3) passe par un axe situé sur une parallèle à l'axe des X passant par le bec aval (8) de crosse (2), à une distance de ce dernier comprise entre 60 et 120% du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue.
13. Ventilateur selon la revendication 12, caractérisé en ce que cette distance est égale à 59% du diamètre extérieur de la roue.
14. Ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la roue est du type à aubes crochantes, dont le diamètre interne est compris entre 70 et 80% de son diamètre extérieur,

et en ce que chaque aube présente en fonction du diamètre extérieur  $D_e$  de la roue un rayon de courbure compris entre 10 et 15%, une corde comprise entre 10 et 15% et un allongement compris entre 1 et 5.

15. Ventilateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que les aubes (25) sont vrillées longitudinalement d'un angle d'hélice  $A_H$  inférieur à  $10^\circ$ .

16. Ventilateur selon la revendication 15, caractérisé en ce que la roue (51) est vrillée par rotation des flasques (26, 27) d'extrémité l'un par rapport à l'autre.

17. Ventilateur selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'élément de bec de crosse (2) est vrillé d'un angle d'hélice inférieur à  $10^\circ$ .

## Ansprüche

1. Querstromventilator bestehend aus einem durch eine ansaugseitige Stirnfläche (10) des Spiralgehäuses (3) und eine ansaugseitige Fläche (5) des Einleitsattels (2) abgegrenzten Saugkanal, einem mit Schaufeln versehenen Laufrad (1) sowie aus einem durch eine druckseitige Fläche (12) des Spiralgehäuses und eine druckseitige Fläche (9) des Einleitsattels abgegrenzten Druckkanal (4a), wobei Saug- und Druckkanal mit dem Laufrad in einer senkrecht zu dessen Drehachse liegenden Ebene durch eine Zunge (11) des Spiralgehäuses (3) einerseits und eine ansaugseitige Zunge (6) des Einleitsattels (2) andererseits zwei Längsschlitzen (13, 14) bilden, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem Bezugssystem mit den senkrechten X- und Y-Achsen, dessen Nullpunkt auf der Drehachse des Laufrades (1) liegt und dessen X-Achse parallel zur druckseitigen Seite (9) des Einleitsattels verläuft,

– eine ansaugseitige Zunge (6) des Einleitsattels, die einen Winkel  $A_{BCAM}$  zwischen  $290^\circ$  und  $330^\circ$  schlägt und einen Abstand (13) vom Laufrad von 2 bis 8% des äußeren Durchmessers  $D_o$  des Laufrades bildet,

– eine Fase (7) des Einleitsattels, die einen Winkel  $A_{FRC}$  schlägt, dessen Spitze mit der ansaugseitigen Zunge (6) des Einleitsattels übereinstimmt und dessen Wert im Bezug auf eine parallel zur Y-Achse verlaufende Achse (15) zwischen  $-20^\circ$  und  $60^\circ$  liegt,

– eine Zunge (11) des Spiralgehäuses, die einen Winkel  $A_{BC}$  zwischen  $76^\circ$  und  $212^\circ$  schlägt und einen Abstand (14) vom Laufrad von 2 bis 8% des äußeren Durchmessers  $D_o$  des Laufrades bildet,

– sowie eine flache ansaugseitige Stirnfläche (10) aufweist, die durch den Spitzenpunkt der Spiralgehäusezunge (11) geht und in Bezug auf eine durch die Drehachse des Laufrades und den Spitzenpunkt der Spiralgehäusezunge (11) verlaufende Ebene um einen Winkel  $A_{FAVB}$  mit einem Wert zwischen  $0^\circ$  und  $70^\circ$  geneigt ist.

2. Querstromventilator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einleitsattel (2) zwischen den beiden ansaugseitigen (6) bzw. druckseitigen (8) Zungen eine Dicke zwischen 1 und 40% des Laufraddurchmessers aufweist.

3. Querstromventilator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke  $E_c$  des Einleitsattels (2) 16,25 % des äußeren Laufraddurchmessers  $D_o$  entspricht.

4. Querstromventilator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die laufradseitige Stirnfläche (7) des Einleitsattels flach und in Bezug auf die Y-Achse um einen Winkelwert  $A_{FAC}$  zwischen  $-20^\circ$  und  $60^\circ$  geneigt ausgelegt ist.

5. Querstromventilator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die laufradseitige Stirnfläche (7) des Einleitsattels gewölbt ausgelegt ist und daß das Gewölbe einem durch die ansaugseitigen (6) bzw. druckseitigen (8) und auf einer Parallele zur Y-Achse befindlichen Zungen des Einleitsattels laufenden Kreisbogen (7b) entspricht, wobei die Tangente (19) bei der ansaugseitigen Zunge (6) mit der oben erwähnte Parallele zur Y-Achse einen Winkel  $A_{FRC}$  abgrenzt, dessen Wert die Beziehung  $0 < A_{FRC} \leq 60^\circ$  erfüllt.

6. Querstromventilator nach einem beliebigen Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die auf die X-Achse projizierte Länge (1) der ansaugseitigen Seite (5) des Einleitsattels einem zwischen 90 und 100% des äußeren Laufraddurchmessers  $D_o$  liegenden Wert entspricht.

7. Querstromventilator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ansaugseitige Fläche (5) des Einleitsattels einer flachen Ebene entspricht und in Bezug auf die X-Achse um einen Winkelwert  $A_{FAC}$  zwischen  $25^\circ$  und  $80^\circ$  geneigt ist.

8. Querstromventilator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel  $26^\circ$  beträgt und die Länge (1) 95% des äußeren Laufraddurchmessers  $D_o$  entspricht.

9. Querstromventilator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ansaugseitige Fläche (5) des Einleitsattels einem in Richtung des Laufrades offenen Kreisbogen entspricht, dessen Tangente bei der ansaugseitigen Zunge (6) mit dem durch die ansaugseitige Zunge (6) verlaufenden Radius einen Winkel  $A_{FAC}$  abgrenzt, dessen Wert zwischen 25 und  $80^\circ$  liegt.

10. Querstromventilator nach einem beliebigen vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß sich

der druckseitige Spiralgehäuseteil (12) durch einen Streukanal (24) verlängert, der in Bezug auf die X-Achse, aus einem auf der durch die druckseitige Zunge des Einleitsattels verlaufender Parallele zur Y-Achse, in einem Abstand zwischen 60 und 90% des äußeren Laufraddurchmessers  $D_o$  befindlichen Punkt einen  $7^\circ$ -Winkel bildet.

5 11. Querstromventilator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der druckseitige Spiralgehäuseteil (12) im Querschnitt durch einen ersten mit dem Laufrad (1) konzentrischen Kreisbogen (21) sowie durch einen zweiten Kreisbogen (22), der den ersten Kreisbogen mit dem Streukanal (24) verbindet, abgegrenzt wird.

12. Querstromventilator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das druckseitige Spiralgehäuse (3) durch eine Achse verläuft, die parallel zur X-Achse durch die druckseitige Zunge (8) des Einleitsattels (2) gezogen ist, wobei der Abstand zwischen dieser Achse und der druckseitige Zunge (8) zwischen 60 und 120% des äußeren Laufraddurchmessers  $D_o$  entspricht.

13. Querstromventilator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Abstand 59% des äußeren Laufraddurchmessers  $D_o$  entspricht.

14. Querstromventilator nach einem beliebigen vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Laufrad mit hakenförmigen Schaufeln versehen ist, deren innerer Durchmesser zwischen 70 und 80% des äußeren Durchmessers entspricht, und daß jede Schaufel in Bezug auf den äußeren Laufraddurchmesser  $D_o$  einen Krümmungsradius zwischen 10 und 15%, eine Sehne zwischen 10 und 15% sowie eine Streckung zwischen 1 und 5 aufweist.

15. Querstromventilator nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufradschaufeln (25) in Längsrichtung um einen Steigungswinkel  $A_H$  kleiner als  $10^\circ$  verwindet sind.

16. Querstromventilator nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Laufrad (1) durch Verdrehung der Flansche (26, 27) in entgegengesetzter Richtung verwindet ist.

17. Querstromventilator nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge des Einleitsattels (2) um einen Steigungswinkel kleiner als  $10^\circ$  verwindet ist.

25

## Claims

1. Cross flow fan comprising an convergent inlet demarcated by upstream face (10) of scroll element (3) and upstream face (5) of cross-head element (2), impeller (1) or rotor provided with blades and divergent (4a) demarcated by downstream face (12) of scroll element and downstream face (9) of cross-head element, said inlet and said divergent demarcating with respect to the impeller in a plane perpendicular to its axis of rotation two narrowing longitudinal passages (13, 14) defined on the one hand by leading edge (1) of scroll element and on the other hand by upstream leading edge (6) of cross-head element (2), wherein in a reference system of perpendicular axes X and Y, whose origin is placed at the axis of rotation of impeller (1), and whose abscissas axis X is parallel to downstream face (9) of the cross-head element, it features :

– an upstream leading edge (6) of cross-head element describing an angle  $A_{BCAM}$  included between  $290$  and  $330^\circ$  at a distance from impeller or air gap (13) included between 2 and 8% of outside diameter  $D_e$  of the impeller,

40 – a face (7) of cross-head element describing an angle  $A_{FRC}$  whose apex is one and the same as upstream leading edge (6) of cross-head included between  $-20^\circ$  and  $60^\circ$  with respect to an axis (15) parallel to the ordinates axis concurrent with upstream axis (6),

– a scroll leading edge (11) describing an angle  $A_{BV}$  included between  $76$  and  $112^\circ$  at a distance from impeller or air gap (14) included between 2 and 8% of outside diameter  $D_e$  of the impeller,

45 – a plane upstream face (10), concurrent with leading edge (11) of scroll, inclined with respect to the plane connecting the axis of rotation of the impeller and the scroll leading edge (11) by an angle  $A_{FABV}$  of a value included between 0 and  $70^\circ$ .

2. Fan according to claim 1, wherein said cross-head element (2) presents between its upstream leading edge (6) and downstream leading edge (8) a thickness included between 1 and 40% of the outside diameter  $D_e$  of the impeller.

3. Fan according to claim 2, wherein the thickness  $E_c$  of the cross-head element (2) is equal to 16.25% of outside diameter  $D_e$  of the impeller.

4. Fan according to claim 3, wherein said cross-head-impeller face (7) is plane and inclined with respect to the Y axis by an angle  $A_{FAC}$  included between  $-20$  and  $60^\circ$ .

55 5. Fan according to claim 3, wherein said cross-head/impeller face (7) is hollow and in the form of a circle arc (7b) passing through upstream (6) and downstream leading edge (8) of cross-head element both placed on a line parallel to axis Y such that tangent (19) to upstream leading edge (6) demarcates an angle  $A_{FRC}$  with said parallel to axis Y such that  $0 < A_{FRC} \leq 60^\circ$ .

6. Fan according to claim 5, wherein the length (1) of upstream face (5) of the cross-head, projected onto the X axis is included between 90 and 100% of outside diameter  $D_e$  of the impeller.

7. Fan according to claim 6, wherein said upstream face (5) of the cross-head comprises a plane surface inclined by an angle  $A_{FAC}$  included between 10 and 30° with respect to the X axis.

5 8. Fan according to claim 7, wherein said angle of inclination equals 26° and the length (1) equals 95% of outside diameter  $D_e$  of the impeller.

9. Fan according to claim 6, wherein said upstream face (5) of cross-head comprises a circle arc (5) open toward the impeller whose tangent to upstream leading edge (6) of the cross-head, demarcates with respect to a radius passing through upstream leading edge (6) an angle  $A_{FAC}$  included between 20 and 80°.

10 10. Fan according to claim 1, wherein said downstream scroll (12) extends in a divergent (24) demarcating an angle of 7° with respect to the abscissa axis from a point located on a parallel to the ordinate axis passing through the downstream cross-head leading edge at a distance from said leading edge included between 60 and 90% of outside diameter  $D_e$  of the impeller.

11 11. Fan according to claim 10, wherein said downstream scroll (12) is demarcated in its section by a first circle arc (21) concentric with impeller (1) and a second circle arc (22) connecting the first circle arc to divergent (24).

12. Fan according to claim 11, wherein said downstream scroll (3) passes through an axis placed on a line parallel to the X axis passing through downstream leading edge (8) of cross-head (2), at a distance from the latter included between 60 and 120% of outside diameter  $D_e$  of the impeller.

20 13. Fan according to claim 12, wherein said distance equals 59% of the outside diameter of the impeller.

14. Fan according to claim 13, wherein said impeller is of forward-curved blade type with an internal diameter included between 70 and 80% of its outside diameter and in that each blade has, as a function of outside diameter  $D_e$  of the impeller, a curve radius included between 10 and 15%, a chord of between 10 and 15% and an aspect ration included between 1 and 5.

25 15. Fan according to claim 14, wherein said blades (25) are longitudinally twisted through an angle of helix  $A_H$  less than 10°.

16. Fan according to claim 15, wherein said impeller (51) is twisted by the rotation of end flanges (26, 27) with respect to one another.

30 17. Fan according to claim 15, wherein said cross-head leading edge element (2) is twisted through an angle of helix of less than 10°.

35

40

45

50

55

FIG.1

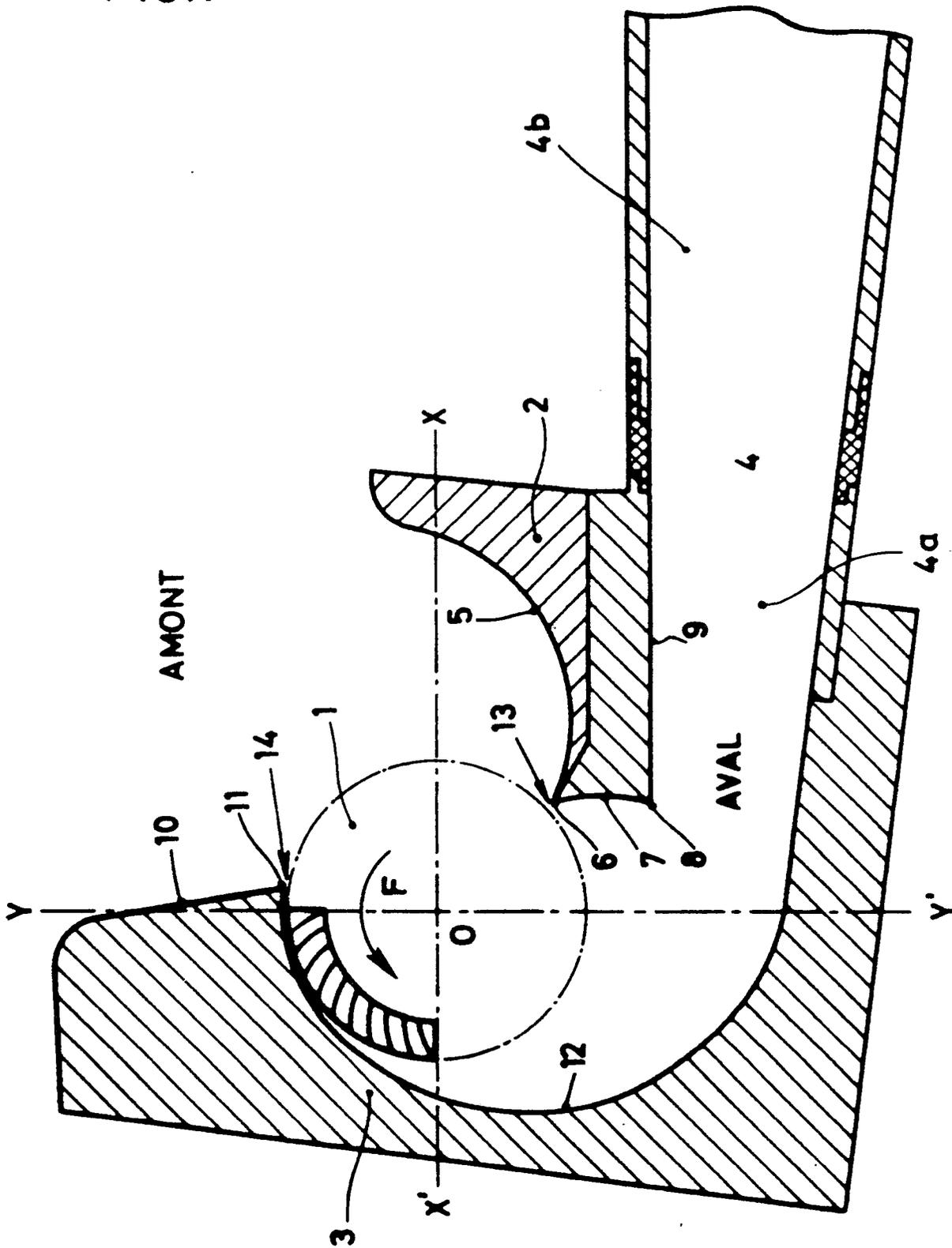


FIG.2

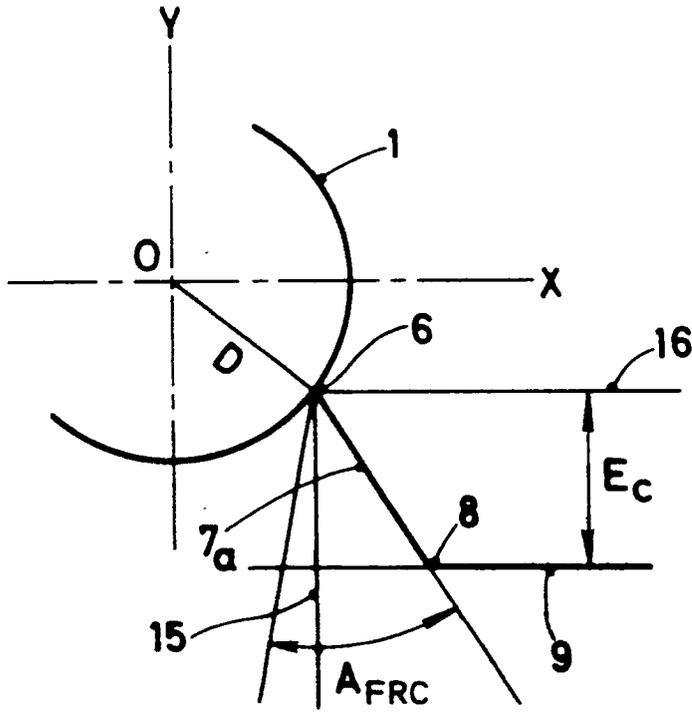
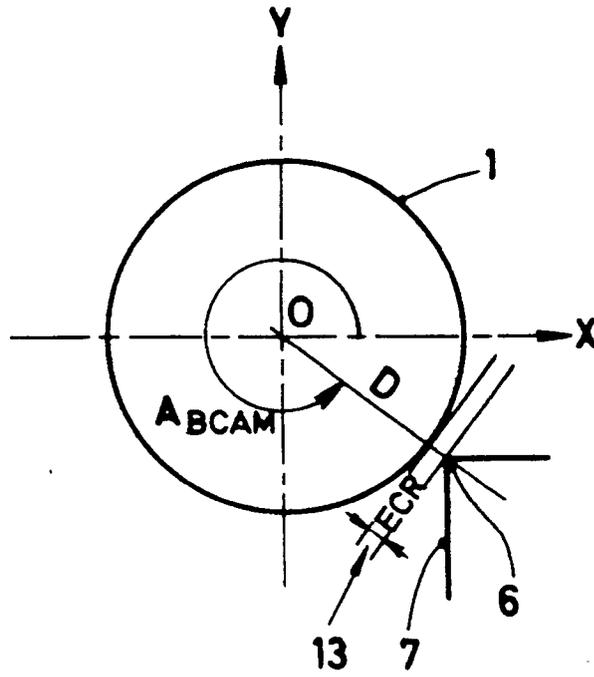


FIG.3

FIG.4

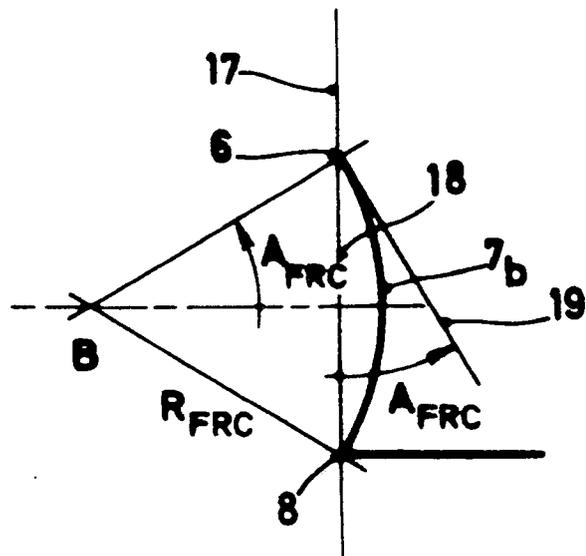


FIG.5

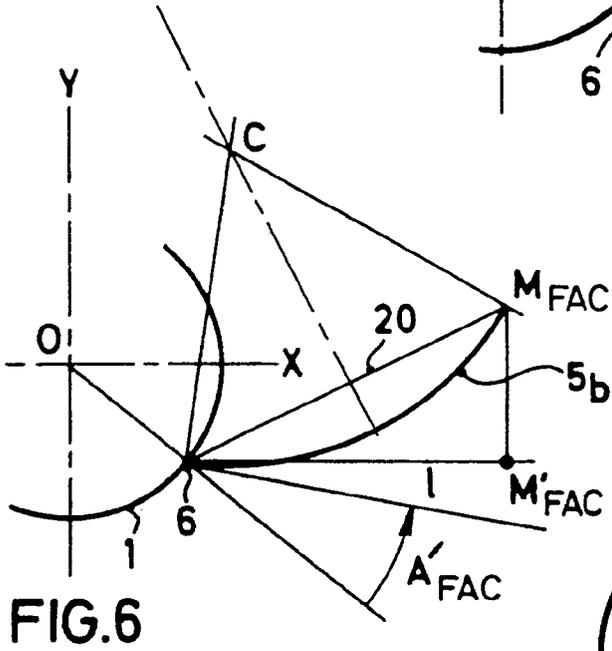
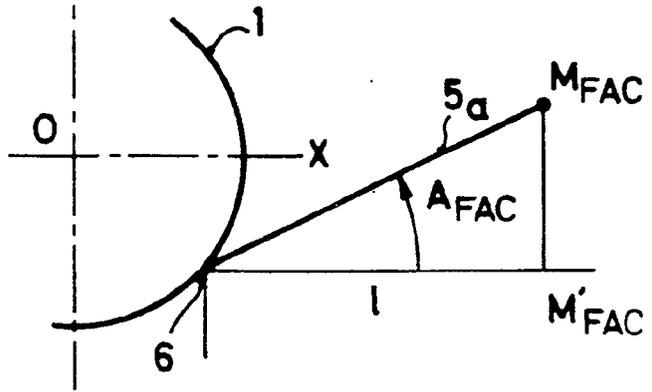


FIG.6

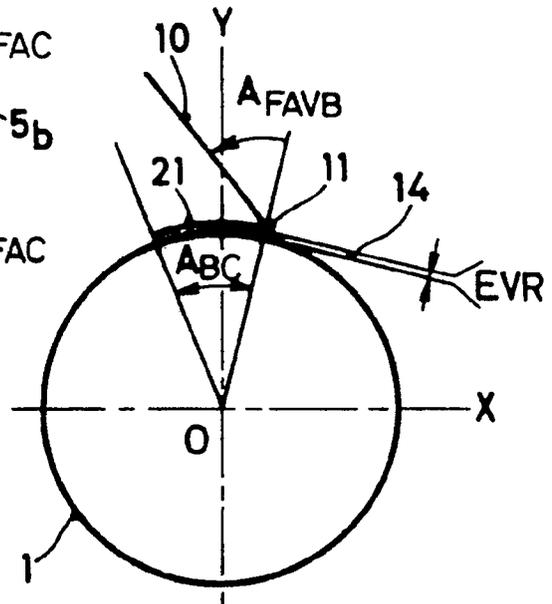


FIG.7

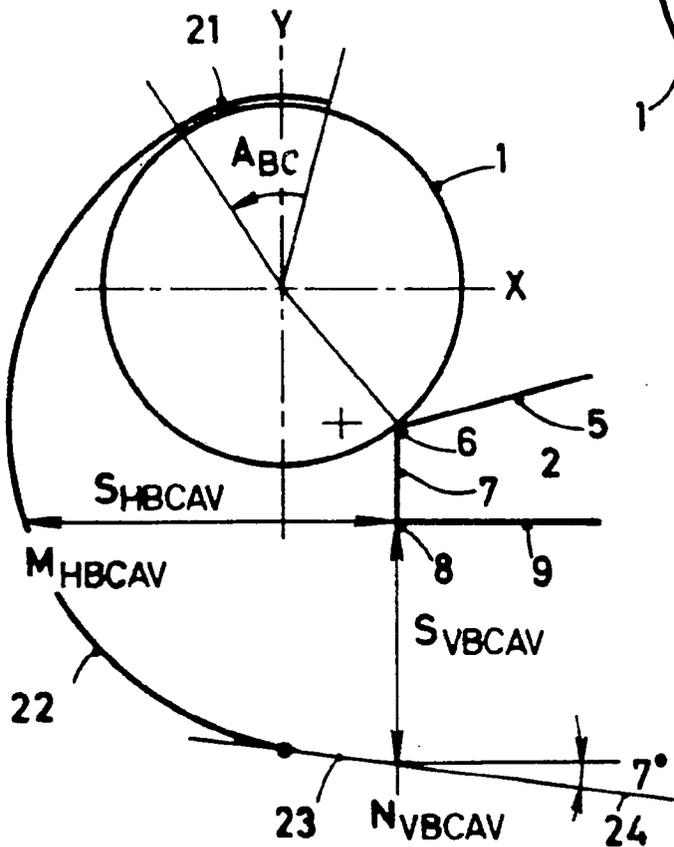


FIG.8

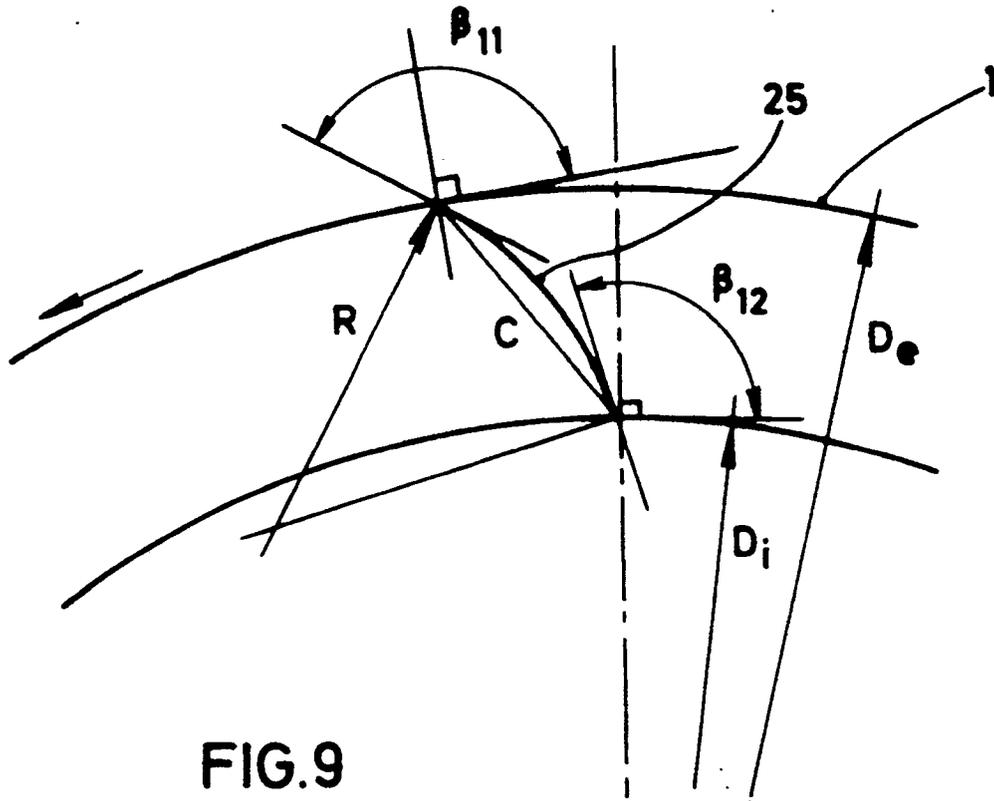


FIG. 9

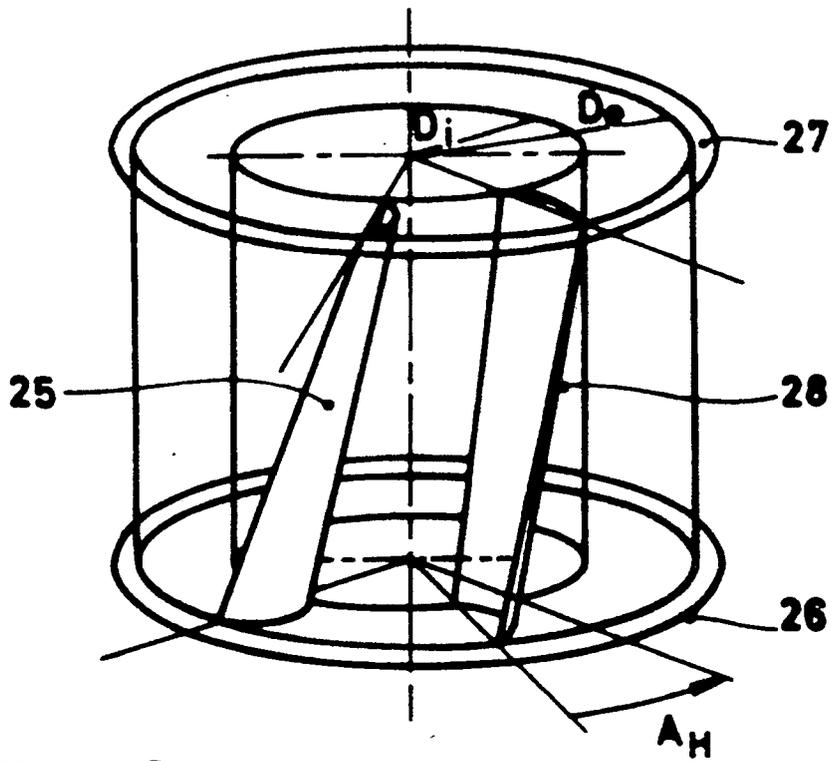


FIG. 10

FIG. 11

