

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 749 140 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

18.12.1996 Bulletin 1996/51(51) Int Cl.⁶: **H01H 33/59, H01H 33/16**(21) Numéro de dépôt: **96401236.3**(22) Date de dépôt: **10.06.1996**

(84) Etats contractants désignés:

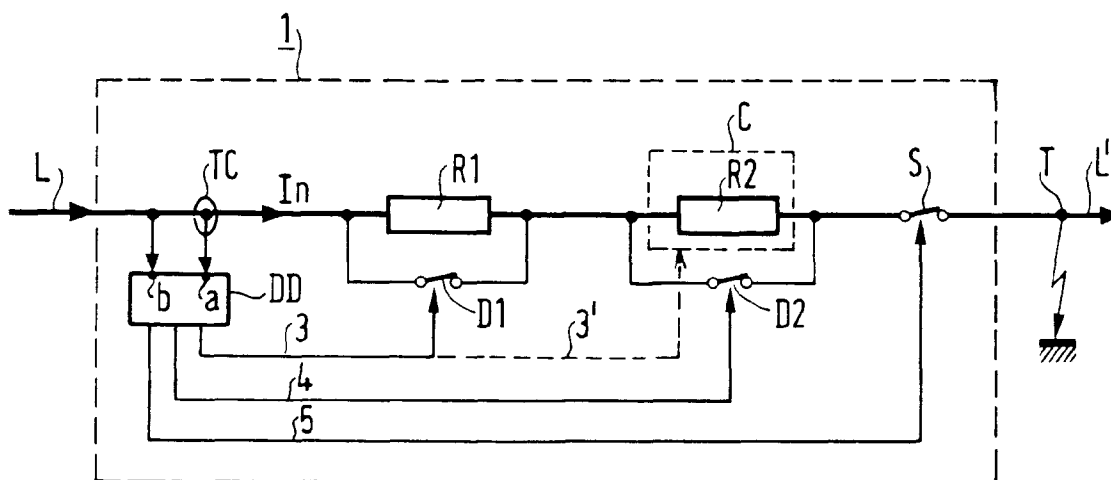
AT CH DE ES GB IT LI SE• **Rieux, Nadine****75009 Paris (FR)**(30) Priorité: **13.06.1995 FR 9506988**(74) Mandataire: **Fournier, Michel et al****c/o ALCATEL ALSTHOM,****Département de Propriété Industrielle,****30, avenue Kléber****75116 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

• **Pham, Van Doan****69330 Meyzieu (FR)**(54) **Dispositif pour la coupure d'un courant continu à haute tension**

(57) Dispositif pour la coupure d'un courant continu d'une ligne à haute tension caractérisé en ce qu'il comprend, un ensemble comprenant, reliés en série, une première résistance (R1) en parallèle avec un premier disjoncteur (D1), une seconde résistance (R2) en parallèle avec un second disjoncteur (D2) et un sectionneur (S), les résistances comprenant des éléments en polymère chargé de carbone, le dispositif comprenant en

outre un détecteur de défaut (DD) donnant un ordre d'ouverture au premier disjoncteur (D1) lorsque un défaut est détecté, donnant un ordre d'ouverture au second disjoncteur (D2) lorsque le courant dans la ligne dépasse par valeur inférieure une première valeur de seuil prédéterminée, et donnant un ordre d'ouverture du sectionneur (S) lorsque le courant dans la ligne atteint par valeur inférieure une seconde valeur de seuil prédéterminée.

FIG. 1

Description

La présente invention concerne la coupure des courants continus à haute tension.

On sait que la coupure des courants de défaut des lignes à courant continu est un problème difficile, puisqu'on ne dispose pas, comme pour la coupure des courants alternatifs, du passage par zéro du courant.

On a proposé une méthode pour la coupure du courant continu qui consiste à provoquer une oscillation du courant et mettre à profit un passage par zéro du courant.

Un exemple de mise en oeuvre de cette méthode est mentionné dans l'article "The Development of a HVDC SF6 breaker", IEEE PAS n° 10, octobre 1985. Il est proposé l'utilisation d'un circuit LC avec varistance à l'oxyde de zinc créant un courant d'arc oscillatoire amplifié à l'aide d'un disjoncteur spécial. Cette mise en oeuvre est onéreuse.

On connaît également un limiteur à courant continu à haute tension à supraconducteur, décrit dans le brevet français n° 89 16 252. Il met en oeuvre, pour réduire le courant de défaut, le changement d'état d'un conducteur passant de l'état supraconducteur où sa résistance est nulle, à l'état résistif, lorsque la densité du courant dépasse un certain seuil (densité critique). Le courant résiduel est adressé à un circuit oscillant LC qui permet de créer des passages par zéro du courant. L'utilisation d'un supraconducteur à basse température critique nécessite un cryostat à hélium liquide, de sorte que la solution n'est pas économique.

On connaît également, notamment par le brevet français n°81 09 707, un disjoncteur associé à une résistance à coefficient de température positif (CTP) à base de titanate de baryum et de strontium. Le passage du courant de défaut provoque l'échauffement de la résistance dont la valeur ohmique croît très vite. La réduction importante du courant de défaut facilite sa coupure par le disjoncteur. Cette solution n'est pas économique en raison du coût des céramiques et des pertes Joule engendrées par la valeur ohmique relativement élevée des céramiques.

Un but de la présente invention est de réaliser un dispositif pour la coupure des courants continus à haute tension qui soit économique à la fabrication aussi bien qu'à l'utilisation.

L'invention a pour objet un dispositif pour la coupure du courant d'une ligne à courant continu à haute tension comprenant deux conducteurs, caractérisé en ce qu'il comprend, sur au moins un des conducteurs de la ligne, un ensemble comprenant, reliés en série, au moins un premier groupe comprenant une première résistance en parallèle avec un premier disjoncteur, au moins second groupe comprenant une seconde résistance en parallèle avec un second disjoncteur et un sectionneur, les résistances comprenant des éléments en polymère chargé de carbone, le dispositif comprenant en outre un détecteur de défaut donnant en cas de défaut, un ordre

d'ouverture aux disjoncteurs du premier groupe, donnant un ordre d'ouverture aux disjoncteurs du second groupe lorsque le courant dans la ligne dépasse par valeur inférieure une première valeur de seuil prédéterminée, et donnant un ordre d'ouverture du sectionneur lorsque le courant dans la ligne atteint par valeur inférieure une seconde valeur de seuil prédéterminée.

La résistance du premier groupe est choisie pour pouvoir supporter en permanence un courant de valeur au plus égale à 1/35 de la valeur maximale du courant de court-circuit de la ligne.

La résistance du second groupe est choisie pour pouvoir supporter en permanence un courant de valeur égale à 1/15 environ de la valeur du courant supportée en permanence par la résistance du premier groupe.

Les résistances des premier et second groupes sont constituées d'un empilement alterné de disques de polymère chargé de carbone et de disques de métal bon conducteur de l'électricité.

L'empilement est entouré d'une enveloppe étanche remplie de gaz isolant.

La valeur initiale de la résistance du premier groupe est de l'ordre de 0,1 Ω .

La valeur initiale de la résistance du second groupe est de l'ordre de 1,5 Ω .

La résistance du second groupe est munie d'un dispositif de chauffage rapide commandé à l'ouverture du disjoncteur du premier groupe.

Le dispositif est caractérisé en ce que la première valeur de seuil est comprise entre deux trentecinquièmes et un trentecinquième de la valeur maximale (Icc) du courant de court-circuit de la ligne.

Le dispositif est caractérisé en ce que la seconde valeur de seuil est comprise entre un cinquantième et un millième de la valeur maximale (Icc) du courant de court-circuit de la ligne.

L'invention sera bien comprise à la lecture de la description donnée ci-après d'un mode préféré de mise en oeuvre de l'invention, en référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 est un schéma électrique du dispositif de l'invention,
- la figure 2 est une vue en élévation d'une résistance utilisée dans le dispositif.

Dans la Fig 1, la référence LL' désigne l'un des deux conducteurs d'une ligne à courant continu; le dispositif de l'invention peut comporter deux ensembles identiques insérés respectivement en série sur chacun des deux conducteurs de la ligne. Seul l'un des ensembles est représenté dans la Fig. 1., dans un rectangle en traits tiretés désigné par la référence 1.

L'ensemble 1 comprend:

- deux résistances R1 et R2 en série, shuntées respectivement par deux disjoncteurs D1 et D2,
- un sectionneur S en série avec les résistances,

- un détecteur de défaut DD recevant sur une entrée "a" une mesure de l'intensité du courant fournie par un transformateur de courant TC et, sur une entrée "b", une mesure de la tension. Le détecteur de défaut est capable d'analyser ces informations et de distinguer entre un défaut et une surcharge.

Les résistances R1 et R2 sont constituées de la même manière décrite ci-après.

La résistance comprend une pluralité de disques 13 en polymère chargé de carbone à deux faces métallisées, séparés par des disques 14 en métal bon conducteur de l'électricité, de préférence le cuivre. Les disques de polymère et de cuivre constituent un empilement placé entre deux flasques d'extrémité métalliques 11 et 12; les flasques sont serrés par des tiges isolantes 15 filetées à leurs extrémités et munies d'écrous 16. Sur les flasques sont soudés des conducteurs 18 et 19 servant à la liaison électrique avec la ligne et avec le disjoncteur. De préférence, l'ensemble constituant la résistance est protégé par une enveloppe isolante étanche non représentée, remplie d'un gaz diélectrique tel que l'azote. Pour mieux répartir la tension entre les disques 13 en cas de fonctionnement non uniforme de ces derniers, des varistances 17 (ou des résistances de faible valeur ohmique) sont connectées en parallèle sur chacun des disques 13 et permettent d'écarter et de limiter la tension aux bornes de chacun des disques.

On rappelle que les résistances en polymère chargé de carbone ont une résistance à la température ambiante de l'ordre du dixième d'ohm et qu'à une température comprise entre 100 et 110 °C, leur résistance est brusquement multipliée par un facteur de l'ordre de 5000.

Les caractéristiques de la résistance R1 sont les suivantes.

La résistance R1 peut supporter un courant permanent i_{n1} égal à environ 15% de I_n pour un courant de court-circuit maximal I_{cc} de 10.000A sur la ligne LL', I_n désignant la valeur nominale du courant de la ligne.

Par exemple, si I_n est égal à 2.000 A, la valeur de i_{n1} sera de 300 A.

La résistance initiale de R1 est de l'ordre de 0,1 ohm, pour une tension de réseau de 100 kV.

Si le courant de court-circuit maximal I_{cc} est de 20.000 A, le courant permanent i_{n1} sera choisi égal à 30% de I_n , soit $i_{n1} = 600$ A.

Plus généralement, on fixe I_{cc}/i_{n1} au moins égal à 35.

Les caractéristiques de la résistance R2 sont les suivantes.

La résistance R2 peut supporter un courant permanent i_{n2} égal environ à 1% de I_n , soit 20 A si I_n est égal à 2.000 A.

Si $i_{n1} = 600$ A, i_{n2} sera égal à 40 A.

Plus généralement on choisit les résistances R1 et R2 pour que le rapport i_{n1}/i_{n2} soit voisin de 15.

La résistance initiale de R2 est de l'ordre de 1,5 ohm pour une tension de réseau de 100 kV.

Les disques 13 de la résistance R1 ont par exemple une section de 220 cm²; les disques 13 de la résistance R2 auront alors une section de 15 cm².

Le fonctionnement du dispositif est le suivant.

En fonctionnement normal, les disjoncteurs D1 et D2 et le sectionneur S sont fermés. Le courant traverse les disjoncteurs, dont la valeur ohmique des résistances de contact est faible devant la valeur ohmique des résistances R1 et R2. Le courant traverse également le sectionneur S.

En cas de défaut, par exemple en T (Fig. 1), le détecteur de courant DD donne au disjoncteur D1, sur une sortie 3, un ordre d'ouverture.

L'ouverture du disjoncteur D1, qui s'accompagne d'un grand soufflage de gaz entre ses contacts, force le courant de défaut à traverser la résistance R1, étant donnée la faible tension à ses bornes. En effet, cette tension est par exemple égale à $10.000A \times 0,1 \Omega = 1.000$ V, si le courant de défaut est de 10.000 A.

Selon la valeur du courant de défaut, la résistance R1 changera de valeur ohmique par effet Joule plus ou moins vite, par exemple en 15 millisecondes si le courant de défaut est de 10.000 A, en 60 millisecondes si le courant de défaut est de 5.000 A.

Le changement brusque de valeur ohmique de la résistance R1 provoque une brusque diminution du courant; cette diminution est détectée par le détecteur DD qui, lorsque la valeur du courant atteint par valeur inférieure un premier seuil prédéterminé, donne sur une sortie 4, un ordre d'ouverture au disjoncteur D2. Ce seuil est par exemple compris entre $2i_{n1}$ et i_{n1} , soit entre deux trentecinquièmes et un trentecinquième de la valeur maximale (I_{cc}) du courant de court-circuit de la ligne.

Le courant qui, à l'ouverture du disjoncteur D1, traversait la résistance R1 et le disjoncteur D2, traverse, à l'ouverture du disjoncteur D2, la résistance R2. Ce courant ayant une valeur supérieure à la valeur i_{n2} définie plus haut, provoque l'échauffement rapide de la résistance R2 dont la valeur ohmique croît, provoquant une nouvelle diminution du courant dans la ligne. Cette diminution est plus ou moins rapide selon la valeur du courant traversant la résistance R2.

Après le fonctionnement de la résistance R2, le courant résiduel est coupé par le sectionneur, dès détection par le détecteur DD du passage par valeur inférieure d'un second seuil prédéterminé. Cet ordre est transmis par une liaison 5. Le seuil précité est par exemple compris entre i_{n2} et $0,5 i_{n2}$, soit environ entre un cinquantième et un millième de la valeur maximale (I_{cc}) du courant de court-circuit de la ligne.

On notera que la résistance R2 est avantageusement équipée d'un dispositif de chauffage rapide C qui est mis en route dès l'ouverture du disjoncteur D1, soit par un ordre émis par le détecteur de défaut DD (liaison 3'), soit par une commande non représentée liée au déplacement des contacts du disjoncteur D1. Ce dispositif de chauffage, en chauffant rapidement la résistance R2

à une température de 100°C environ, permet d'accélérer la transition de la résistance R2.

La coupure sans défaut du courant nominal I_n , ou d'un courant de valeur inférieure à I_n , est effectuée selon le même processus que celui qui vient d'être décrit, mais en commandant l'ouverture du disjoncteur D1 directement, sans faire intervenir à ce stade le détecteur de défaut.

En variante, pour la coupure intentionnelle d'un courant de valeur inférieure à la valeur nominale I_n , on peut n'ouvrir que le disjoncteur D2, en inhibant le premier seuil du détecteur de courant.

Pour la coupure d'un courant inférieur ou égal à $0,01 I_n$, si le sectionneur ne peut pas couper ce courant, on utilisera le dispositif de chauffage C pour chauffer la résistance R2 avant d'ouvrir le sectionneur S.

Les disjoncteurs D1 et D2 sont choisis pour avoir un "temps d'ouverture" de l'ordre de 20 millisecondes; le sectionneur a un temps d'ouverture de quelques secondes.

Pour une tension nominale du réseau plus élevée, par exemple 200kV au lieu de 100 kV, on pourra constituer l'ensemble 1 avec deux groupes R1-D1 en série et deux groupes R2-D2 en série, les disjoncteurs dans chaque groupe étant commandés simultanément et avec les mêmes séries de seuils que celles indiquées plus haut. Le sectionneur S devra avoir une tenue en tension double et un bon pouvoir de coupure.

L'invention trouve application dans l'équipement des réseaux à haute tension à courant continu.

Revendications

1. Dispositif pour la coupure d'un courant continu d'une ligne à haute tension comprenant deux conducteurs, caractérisé en ce qu'il comprend, sur au moins un des conducteurs de la ligne (LL'), un ensemble comprenant, reliés en série, au moins un premier groupe comprenant une première résistance (R1) en parallèle avec un premier disjoncteur (D1), au moins second groupe comprenant une seconde résistance (R2) en parallèle avec un second disjoncteur (D2) et un sectionneur (S), les résistances comprenant des éléments en polymère chargé de carbone, le dispositif comprenant en outre un détecteur de défaut (DD) donnant en cas de défaut un ordre d'ouverture aux disjoncteurs (D1) du premier groupe, donnant un ordre d'ouverture aux disjoncteurs (D2) du second groupe lorsque le courant dans la ligne dépasse par valeur inférieure une première valeur de seuil prédéterminée, et donnant un ordre d'ouverture du sectionneur (S) lorsque le courant dans la ligne atteint par valeur inférieure une deuxième valeur de seuil prédéterminée.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la résistance (R1) du premier groupe est

choisie pour supporter en permanence un courant de valeur (i_{n1}) au plus égale à $1/35$ de la valeur maximale (I_{cc}) du courant de court-circuit de la ligne.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la résistance (R2) du second groupe est choisie pour supporter en permanence un courant de valeur (i_{n2}) égale à $1/15$ environ de la valeur du courant (i_{n1}) supportée en permanence par la résistance du premier groupe.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les résistances (R1, R2) des premier et second groupes sont constituées d'un empilement alterné de disques (13) de polymère chargé de carbone et de disques (14) de métal bon conducteur de l'électricité.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'empilement est entouré d'une enveloppe étanche remplie de gaz isolant.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la valeur initiale de la résistance (R1) du premier groupe est de l'ordre de $0,1 \Omega$.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la valeur initiale de la résistance (R2) du second groupe est de l'ordre de $1,5 \Omega$.
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la résistance (R2) du second groupe est munie d'un dispositif de chauffage rapide (C) commandé à l'ouverture du disjoncteur (D1) du premier groupe.
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la première valeur de seuil est comprise entre deux trentecinquièmes et un trentecinquième de la valeur maximale (I_{cc}) du courant de court-circuit de la ligne.
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la seconde valeur de seuil est comprise entre un cinquième et un millième de la valeur maximale (I_{cc}) du courant de court-circuit de la ligne.

FIG. 1

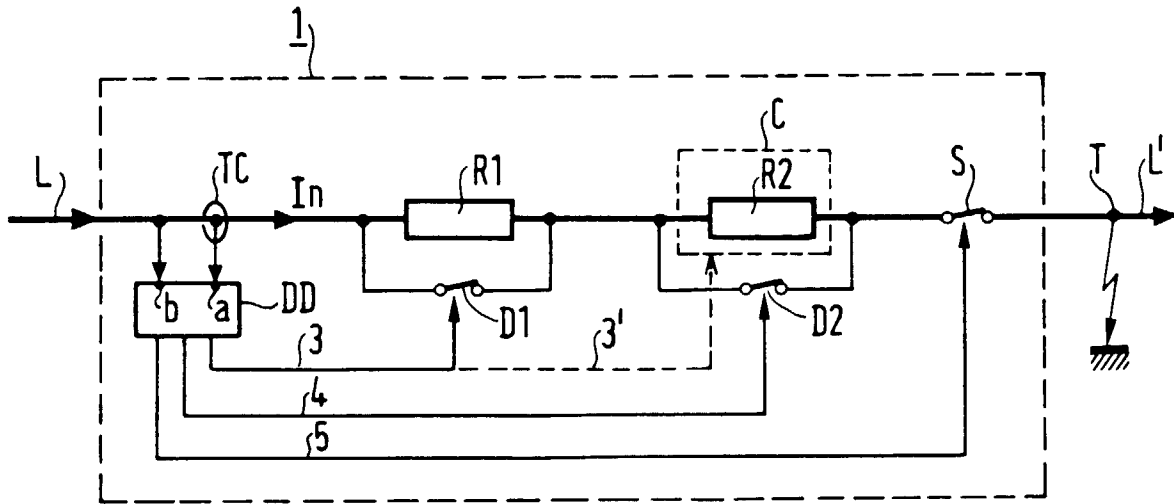
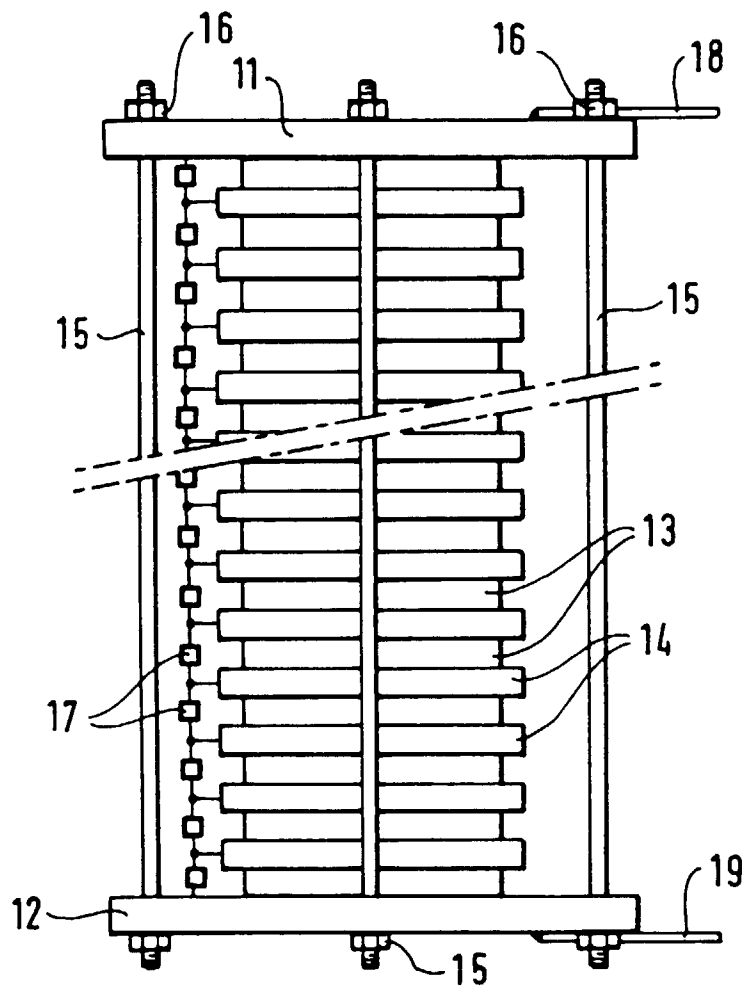


FIG. 2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 1236

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
D,A	IEEE TRANSACTIONS ON POWER APPARATUS AND SYSTEMS, OCT. 1985, USA, vol. PAS-104, no. 10, ISSN 0018-9510, pages 2721-2730, XP002000005 LEE A ET AL: "The development of a HVDC SF/sub 6/ breaker" ---	1	H01H33/59 H01H33/16
D,A	FR-A-2 506 067 (ALSTHOM ATLANTIQUE) 19 Novembre 1982 ---	1	
A D	EP-A-0 431 510 (ALSTHOM GEC) 12 Juin 1991 & FR-D-8 916 252 ---	1	
A	WO-A-90 00825 (RAYCHEM CORP) 25 Janvier 1990 * exemple 1 * ---	1	
A	DE-B-12 53 332 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 2 Novembre 1967 * colonne 1, alinéa 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 23 Août 1996	Examineur Libberecht, L
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)