

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 décembre 2002 (05.12.2002)

PCT

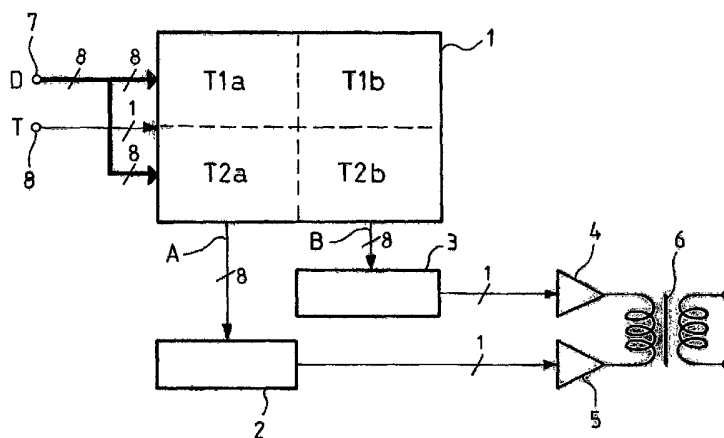
(10) Numéro de publication internationale
WO 02/098092 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : H04L 25/49, H03M 5/16 (30) Données relatives à la priorité : 01/07157 31 mai 2001 (31.05.2001) FR
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR02/01821 (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALCA-TEL [FR/FR]; 54, rue la Boétie, F-75008 PARIS (FR).
- (22) Date de dépôt international : 30 mai 2002 (30.05.2002) (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : GASS, Raymond [FR/FR]; 58, rue Principale, F-67150 Bolsenheim (FR). LE CREFF, Michel [FR/FR]; 5, impasse les Baunes, F-95450 Vigny (FR).
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CODING METHOD

(54) Titre : PROCEDE DE CODAGE



(57) Abstract: The invention consists in coding a binary word according to a plurality of coding tables, whereby the coding table is chosen for each binary word to be coded, according to at least one item of additional information to be coded. In one embodiment, a word consisting of p bits is coded with a symbol which is composed of q ternary numbers, p and q being chosen in such a way that the number of symbols having a weight of zero is equal to 2×2^p . A first coding table comprises 2^p symbol, having a weight of zero. A second coding table comprises 2^p other symbols having a weight of zero. In a second embodiment, p and q are chosen in such a way that the number of symbols having a weight of zero or equal to ± 1 is at least equal to 3×2^p ; a first coding table comprises 2^p symbols, having a weight of zero; a second coding table comprises 2^p other symbols having a weight of equal to -1; and a third coding table comprises 2^p other symbols having a weight equal to +1. In a third embodiment q binary symbols are used; p and q are chosen in such a way that q is greater than or equal to p+1; a first coding table comprises 2^p symbols; and a second coding table comprises 2^p other symbols. The invention can be used in particular with data transmission networks in compliance with the IEEE 802.3 standard.

(57) Abrégé : Le procédé consiste à coder un mot binaire selon une pluralité de tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information supplémentaire à coder. Selon une première variante, un mot de p bits est codé avec un symbole composé de q chiffres ternaires, p et q étant choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul est au moins égal à 2×2^p . Une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul. Une seconde table de codage comporte 2^p

[Suite sur la page suivante]

WO 02/098092 A1



(74) **Mandataires :** SCIAUX, Edmond etc.; Compagnie Financière Alcatel, DPI, 30, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) **États désignés (national) :** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US seulement

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(84) **États désignés (régional) :** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

autres symboles ayant un poids nul. Selon une seconde variante, p et q sont choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul ou égal à ± 1 est au moins égal à 3×2^p ; une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul; une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à -1; et une troisième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à +1. Selon une troisième variante, q symboles binaires sont utilisés; p et q sont choisis tels que q est supérieur ou égal à p+1; une première table de codage comporte 2^p symboles; et une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles. Application notamment aux réseaux de transmission de données conformes à la norme IEEE 802.3.

PROCEDE DE CODAGE

L'invention concerne un procédé de codage pouvant être utilisé notamment dans les réseaux de transmission de données conformes à la norme IEEE 802.3.

5 Le but de l'invention est de coder des données pour permettre la transmission de ces données sur une ligne, en transmettant simultanément des informations supplémentaires telles qu'une indication de début d'octet, ou de début de trame, ou une information de détection et éventuellement de correction d'erreur. Il est connu d'indiquer le début d'une trame de données en le codant
10 par une combinaison de symboles ayant une faible probabilité d'imitation par les données de la charge utile ; et il est connu de détecter des erreurs dans une trame en codant et en transmettant un mot, dit de contrôle par redondance cyclique, calculé en fonction des données transmises dans cette trame de données. Ces informations supplémentaires provoquent une augmentation du
15 volume des symboles transmis.

Il est connu d'obtenir un débit en ligne inférieur au débit des données binaires à transmettre, en codant un mot binaire de p bits avec un symbole qui est un mot ternaire composé de q chiffres ternaires (c'est à dire ayant un poids égal à -1 , ou 0 , ou $+1$), c'est ce qu'on appelle un codage ou un code pB/qT . Ce
20 codage ternaire a été introduit dans le but de réduire la rapidité de modulation, mais il permet en outre d'éviter la transmission d'un courant continu sur une ligne métallique, à condition d'émettre le même nombre de symboles de poids $+1$ que de symbole de poids -1 sur un long intervalle de temps. L'absence de courant continu est importante pour la transmission sur une ligne métallique car
25 une telle ligne est isolée à ses deux extrémités respectivement par deux transformateurs qui pourraient se saturer s'il y avait un courant continu.

Dans les codes utilisés actuellement ($4B/3T$, $8B/6T$) le nombre de symboles ternaires ayant un poids nul est inférieur au nombre de mots binaires à coder. Pour éviter cependant un courant continu, il est connu de coder certains
30 mots binaires au moyens de deux symboles différents pour un même mot binaire : un mot ternaire de poids $+1$ et un mot ternaire de poids -1 . La somme

des poids des symboles transmis est calculée en permanence, et le codage consiste à utiliser le symbole de poids +1 si la valeur courante de la somme est égale à -1, et à utiliser le symbole de poids -1 si la valeur courante de la somme est égale à +1. Les procédés de codage ternaire connus permettent ainsi
5 de transmettre toutes les valeurs d'un mot binaire de quatre bits ou de huit bits, sans courant continu, mais ils ont deux inconvénients :

- Le nombre de symboles disponibles est insuffisant pour permettre la transmission d'informations supplémentaires.
- La redondance de certains symboles, qui est utilisée pour annuler le
10 courant continu, réduit le nombre des symboles non utilisés, et donc réduit l'efficacité de la détection des erreurs de transmission.

Un autre problème se pose : si une longue suite de zéros est transmise, le dispositif de réception risque de se désynchroniser. Le document **EP 0.548.415A** décrit un procédé de codage consistant à coder un bit d'un signal
15 binaire principal avec un symbole ternaire. Le codage est de type AMI (Alternate Mark Inversion) pour éviter un courant continu. Pour éviter la transmission de longues suites de zéros, ce procédé connu consiste à changer de loi de codage lorsqu'une longue suite de zéros pourrait être émise. Les lois de codage utilisées sont proches de celles du code HDB3 normalisé par le CCITT, mais le
20 remplacement des longues suites de zéros est faite par un procédé différent de celui utilisé dans le HDB3.

La transmission d'un symbole codant un bit du signal binaire principal est alors remplacée par la transmission d'un symbole violant la loi de codage en cours d'utilisation. Ce viol de la loi de codage en cours signifie que la table de
25 codage est changée. Comme il faut néanmoins transmettre le bit qui a été supprimé, et qu'il est souhaitable de pas augmenter le débit des symboles transmis, le procédé consiste à coder ce bit en utilisant une nouvelle loi de codage qui est choisie en fonction de la valeur de ce bit. Le décodage de ce bit est réalisé, à la réception, en identifiant quelle est la nouvelle loi de codage.
30 Ainsi le changement de loi de codage ne provoque ni réduction du nombre de bits transmis, ni augmentation du débit de transmission.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé de codage qui ne nécessite pas de remplacer de longues suites de zéros, et qui permette de transmettre effectivement des bits supplémentaires, pour un débit de transmission donné.

5 Selon une première variante, l'objet de l'invention est un procédé de codage consistant à coder un mot de p bits avec un symbole composé de q chiffres ternaires, selon une pluralité de tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information à coder ;

10 **caractérisé** en ce que p et q sont choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul est au moins égal à 2×2^p ;

en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

15 et en ce qu'une seconde table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids nul.

Le procédé ainsi caractérisé permet de coder, avec deux symboles différents et ayant un poids nul, chacun des 2^p mots binaires constituant les données à transmettre, et permet de coder en plus une information supplémentaire, par le changement de table de codage. L'absence de courant
20 continu est alors obtenue sans avoir à surveiller la somme des poids des symboles transmis, ce qui permet de simplifier la réalisation d'un codeur et d'un décodeur.

Selon une deuxième variante, l'objet de l'invention est un procédé de codage consistant à coder un mot de p bits avec un symbole composé de q
25 chiffres ternaires, selon une pluralité de tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information à coder ;

caractérisé en ce que p et q sont choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul ou égal à ± 1 est au moins égal à 3×2^p ;

30 en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

en ce qu'une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à -1 ;

et en ce qu'une troisième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à $+1$.

5 Le procédé ainsi caractérisé permet de coder chacun des 2^p mots binaires constituant les données à transmettre, avec trois symboles différents (un ayant un poids nul, un ayant un poids égal à $+1$, et un ayant un poids égal à -1). Il permet donc de coder trois informations supplémentaires, par le changement de table de codage. Dans le cas d'une ligne métallique, puisque les symboles
10 utilisés n'ont pas tous un poids nul, il est nécessaire de maintenir nul le courant continu. Un mode de mise en œuvre préférentiel consiste alors à alterner le codage selon la deuxième et la troisième table, en fonction de la valeur courante de la somme des poids des symboles précédemment codés et transmis :

- Si la somme est égale à $+1$, il consiste à utiliser une table qui code
15 tous les mots binaires avec seulement des symboles de poids égal à -1 .

- Si la somme est égale à -1 , il consiste à utiliser une table qui code tous les mots binaires avec seulement des symboles de poids égal à $+1$.

- Si la somme est égale à 0 , il consiste à utiliser une table qui code tous les mots binaires avec seulement des symboles de poids égal à 0 .

20 Si cette règle n'est pas respectée dans des données reçues, cela signifie qu'il y a eu une erreur de transmission. Ce codage procure une bonne détection d'erreur.

Selon une troisième variante, convenant particulièrement à une ligne non métallique, telle qu'une ligne à fibre optique, le procédé consiste à coder
25 un mot de p bits avec un symbole composé de q chiffres **binaires**, selon une pluralité de tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information à coder ; et est **caractérisé** en ce que p et q sont choisis tels que q est supérieur ou égal à $p+1$; en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles ; et en ce
30 qu'une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles.

Le procédé ainsi caractérisé permet de coder, avec deux symboles différents, chacun des 2^p mots binaires constituant les données à transmettre, et permet de coder en plus une information supplémentaire, par le changement de table de codage. Les trois variantes du procédé selon l'invention permettent d'éviter le remplacement des longues suites de zéros parce qu'elles procurent une redondance des symboles suffisante pour permettre de constituer des tables de codages telles qu'il n'y a jamais de longues suites de zéros. Il est alors possible d'utiliser le changement de table pour coder une information supplémentaire quelconque, c'est à dire totalement indépendante du processus de prévention des longues suites de zéros. En effet, le procédé selon l'invention permet de coder, avec au moins deux symboles différents, chacun des mots binaires constituant les données à transmettre. Puisque chaque mot binaire est représentable par au moins deux symboles au choix, il est possible de transmettre une information supplémentaire représenté par le choix du symbole, c'est à dire le choix de la table de codage. L'information supplémentaire est restituée en fonction de la table de décodage qui a permis de décoder un mot binaire.

Une utilisation de cette information supplémentaire peut consister à discriminer des trames appartenant à un réseau virtuel réservé à la transmission de données, et des trames appartenant à un réseau virtuel réservé à la transmission téléphonique, selon la table de codage utilisée. Cette discrimination permet de traiter ces deux types de trame avec deux niveaux de priorité différents. Le fait d'obtenir cette information sans avoir à analyser le contenu des trames, pour extraire un code de priorité, raccourcit la durée de traitement des trames.

Une autre application de ces informations supplémentaire peut consister à détecter un début de message ou un début d'octet par un changement de table de codage. Par exemple, l'identification d'un début de trame est plus rapide en détectant un changement de table de codage, plutôt qu'en détectant un préambule et un délimiteur de trame, comme dans les procédés classiques.

Si le nombre de symboles, 2^q , est supérieur à deux fois le nombre de mots binaires à coder, 2^p , il est possible de transmettre des symboles spécifiques pour certaines informations de service, telles que le délimiteur de début d'un message.

5 Certains symboles qui ne sont pas utilisés contribuent eux aussi à la détection d'erreur puisque la détection d'un symbole non utilisé signale une erreur, après la phase de synchronisation.

Selon un mode de mise en œuvre préférentiel, le procédé de codage consiste à changer de table de codage pour indiquer le début d'un message ; et
10 en outre à indiquer ce début par un symbole qui n'est pas imitable par une combinaison de deux symboles successifs, parmi ceux utilisés dans les tables de codage.

Une autre application des informations supplémentaires transmises peut consister à repérer des informations de gestion d'un lien Ethernet. En effet, sur
15 les liens Ethernet, la transmission démarre par une phase de négociation des caractéristiques et des capacités de l'équipement d'extrémité, puis une phase d'apprentissage. Pendant la phase d'apprentissage, l'équipement commence par émettre des séquences de salves de bits relativement longues : ce sont des salves d'impulsions d'horloge, espacées de 125 ± 14 microsecondes. Dix-sept
20 impulsions de rang impair sont toujours présentes et constituent seulement un signal d'horloge. Seize impulsions de rang pair sont des données : une impulsion de rang pair représente un 1, et une absence d'impulsion de rang pair représente un 0. En d'autres termes, un codage ternaire est utilisé pour réduire le débit, mais les mots binaires sont, dans certains cas, deux fois plus longs pour
25 être bien reconnus.

L'opération de décodage est assez complexe : il faut analyser toute la séquence des salves, avec les contraintes temporelles afférentes. Des temporisateurs vérifient qu'une impulsion d'horloge dure 125 microsecondes, qu'une impulsion de données dure 62,5 microsecondes, que l'intervalle entre
30 deux impulsions de données dure au moins 31,25 microsecondes pour une impulsion de valeur 1, et 93,75 microsecondes pour une impulsion de valeur 0.

Grâce au procédé de codage selon l'invention, ces transactions peuvent être repérées grâce au changement de table de codage. L'opération de décodage est alors grandement simplifiée.

Si le nombre de symboles, 2^q , est supérieur à deux fois le nombre de mots binaires à coder, il est possible de transmettre des symboles spécifiques pour certaines informations de service, telles que le délimiteur de début d'un message.

Certains symboles qui ne sont pas utilisés contribuent eux aussi à la détection d'erreur puisque la détection d'un symbole non utilisé signale une erreur.

L'invention a aussi pour objet un codeur et un décodeur pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description d'exemples de mises en œuvre :

- La **figure 1** représente le schéma synoptique d'un exemple de codeur pour un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention, sur une ligne métallique.

- La **figure 2** représente le schéma synoptique d'un exemple de décodeur pour cet exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention, sur une ligne métallique.

Le tableau ci-dessous illustre un exemple très simple où $p=4$ et $q=4$. Cet exemple de codage permet de coder 16 mots binaires de 4 bits au moyen de symboles comportant 4 nombres ternaires. Ces symboles sont classés horizontalement par poids croissants, du poids -4 au poids $+4$. Il y a 81 symboles, parmi lesquels 19 ont une valeur nulle, 31 ont une valeur de $+1$ à $+4$, et 31 ont une valeur de -1 à -4 . Il est à remarquer que 16 symboles ont un poids égal à $+1$, et 16 symboles ont un poids égal à -1 .

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
----	0---	00--	000-	0000	000+	00++	0+++	++++
	-0--	0-0-	00-0	00+-	00+0	0+0+	+0++	
	--0-	0--0	0+-	00+	0-++	0++0	++0+	
	---0	-00-	0-00	0+0-	0+00	+00+	+++0	
		-0-0	0+-	0+-0	0+-+	+0+0		
		--00	0--+	0-0+	0++-	++00		
		---+	+0--	0+0	-0++	+++-		
		--+-	+0-	+0-0	-+0+	++-+		
		+--	+--0	+00-	-++0	+--+		
		+---	-000	++--	+000	-+++		
			-0+-	+--00	-0+			
			-0+	+--+	+0+-			
			-+0-	+--	+0+			
			-+-0	-00+	+--0			
			--0+	-0+0	++0-			
			--+0	-+00	++-0			
				-+-+				
				-++-				
				--++				

Une première table de codage est constituée en codant les 16 mots binaires 0000, 0001,,1111, au moyen de 16 symboles de poids nuls. Il reste 2 symboles de poids nuls disponibles pour des informations supplémentaires, le symbole 0000 n'étant pas utilisé parce qu'il complique la récupération d'un signal d'horloge lors de la réception des données codées.

Une deuxième table de codage est constituée en codant les 16 mots binaires 0000, 0001,,1111, au moyen de 16 symboles de poids +1.

Une troisième table de codage est constituée en codant les 16 mots binaires 0000, 0001,,1111, au moyen de 16 symboles de poids -1.

Il est possible de détecter des erreurs de transmission en détectant tout les mots ternaires qui sont interdits, c'est à dire tous ceux de poids -2,-3, -4, +2, +3, +4. Il possible de coder une information supplémentaire par un changement de table de codage. Par exemple, le passage de la première table à la deuxième ou la troisième table permet de détecter un début de message.

Puisque les symboles utilisés n'ont pas tous un poids nul, il est nécessaire de maintenir nul le courant continu. Un exemple de mise en œuvre est le suivant :

- Si la somme est égale à +1, il consiste à utiliser la troisième table, celle-ci codant tous les mots binaires avec seulement des symboles de poids égal à -1.

- Si la somme est égale à -1, il consiste à utiliser la deuxième table qui
5 code tous les mots binaires avec seulement des symboles de poids égal à +1.

- Si la somme est égale à 0, et s'il n'y a pas de début de message à indiquer, il consiste à utiliser une table qui code tous les mots binaires avec seulement des symboles de poids égal à 0.

Si cette règle n'est pas respectée pour un symbole reçu, cela signifie qu'il
10 est affecté par une erreur de transmission.

Un second exemple de mise en œuvre consiste à coder 256 mots binaires de 8 bits au moyen de symboles comportant 8 nombres ternaires (codage 8B/8T). Le nombre de symboles de poids nul est égal à 744. Une première table de codage est constituée en codant les 256 mots binaires
15 00000000,.....,11111111, au moyen de 256 symboles de poids nul.

Une deuxième table de codage est constituée en codant les 256 mots binaires au moyen de 256 autres symboles de poids nul. Le passage de la première à la deuxième table de codage code une information supplémentaire telle que le passage d'un type de données à un autre (par exemple
20 voix/données).

Ce type de codage permet un décodage rapide puisqu'il n'y a pas besoin d'extraire puis de reconnaître un symbole, mais qu'il suffit de reconnaître le changement de table au moment du décodage. Le décodage est réalisée en adressant simultanément deux tables de décodage. La table qui reconnaît le
25 symbole reçu fournit le mot binaire décodé, et un bit supplémentaire qui identifie cette table.

Une troisième table de codage peut être constituée pour coder 231 informations supplémentaires (telles qu'un symbole indicateur de début de message, un symbole indicateur de fin de message, des codes de contrôle
30 d'erreur, etc) au moyen de 231 autres symboles de poids nuls.

Un mode de mise en œuvre préférentiel consiste à changer de table de codage pour indiquer le début d'un message ; et en outre à indiquer ce début par un symbole qui n'est pas imitable par une combinaison de deux symboles successifs, parmi ceux utilisés dans les tables de codage. Ce symbole est pas
5 exemple - - - - + + + +.

La **figure 1** représente le schéma synoptique d'un exemple de codeur pour cet exemple de mise en œuvre (8B/8T) du procédé selon l'invention, sur une ligne métallique.

Il comporte :

- 10 - une mémoire 1 contenant deux tables de codage, T1 et T2, et ayant :
 - une entrée 8 sélectionnant une table, cette entrée recevant un signal binaire T qui représente une information binaire à transmettre (par exemple pour indiquer un début de trame),
 - une entrée d'adresse, 7, commune pour les deux tables T1 et T2, cette
15 entrée recevant un mot binaire D qui est un octet de données à coder ;
 - et une sortie fournissant seize bits, sous la forme d'un mot A de huit bits et un mot B de huit bits ;
- deux registres, 2 et 3, ayant chacun huit entrées parallèles et une sortie série, huit bits de la sortie de la mémoire 1 étant appliqués aux entrées du
20 registre 2 et les huit autres bits étant appliqués aux entrées du registre 3 ;
- deux amplificateurs de ligne, 4 et 5, ayant chacun une entrée reliée respectivement à une sortie d'un des registres 2 et 3 ;
- et un transformateur de ligne, 6 , ayant un enroulement primaire relié aux sorties des deux amplificateurs de ligne 4 et 5, et un enroulement secondaire
25 relié à une ligne de transmission bifilaire, non représentée.

Des moyens de commande non représentés commandent les registres 2 et 3 en synchronisme avec la mémoire 1.

La sortie de chacun des amplificateurs 4 et 5 ne peut avoir qu'un état haut ou un état bas, cet état étant commandé par un signal binaire appliqué à
30 son entrée. L'envoi d'un chiffre ternaire de valeur +1 est réalisé en mettant la sortie de l'amplificateur 4 à un niveau haut et la sortie de l'amplificateur 5 à un

niveau bas. L'envoi d'un chiffre ternaire de valeur -1 est réalisé en mettant la sortie de l'amplificateur 4 à un niveau bas et la sortie de l'amplificateur 5 à un niveau haut. L'envoi d'un chiffre ternaire de valeur 0 est réalisé en mettant la sortie de l'amplificateur 4 à un niveau haut et la sortie de l'amplificateur 5 à un niveau haut, par exemple.

Par exemple, si la table T1 est utilisée, sa partie T1a fournit les bits activant l'amplificateur 5, et sa partie T1b fournit les bits activant l'amplificateur 4. Pour coder un symbole, il faut activer l'amplificateur 5 avec huit bits successifs qui sont les huit bits constituant le mot A. Parallèlement, il faut activer l'amplificateur 4 avec huit autres bits successifs qui sont les huit bits constituant le mot B. La mémoire 1 fournit ces seize bits (mot A et mot B) en une seule fois, aux registres à décalage 2 et 3. Ces registres ont pour fonction de les restituer séquentiellement en huit temps successifs.

Par exemple, pour émettre le symbole $S = 00+0--++$, la mémoire 1 fournit simultanément les mots A et B suivants (mot A = colonne A ; mot B = colonne B) :

S	A	B
0	0	0
0	0	0
+	1	0
0	0	0
-	0	1
-	0	1
+	1	0
+	1	0

Le registre 2 enregistre en parallèle le contenu A de la deuxième colonne du tableau ci-dessus. Le registre 3 enregistre en parallèle le contenu B de la

troisième colonne du tableau ci-dessus. Pour chaque symbole, les registres 2 et 3 sont lus huit fois pour que chacun restitue en série huit bits successivement.

La **figure 2** représente le schéma synoptique d'un exemple de décodeur pour cet exemple de mise en œuvre (8B/8T) du procédé selon l'invention, sur
5 une ligne métallique. Il comporte :

- Un transformateur de ligne 11 ayant un enroulement primaire relié à une ligne bifilaire, non représentée, et un enroulement secondaire ;
- deux récepteurs de ligne, 12 et 13, ayant chacun une entrée reliée à l'enroulement secondaire du transformateur 11 ;
- 10 - deux registres, 14 et 15, ayant une entrée série et huit sorties parallèles ;
- et une mémoire 16 contenant deux tables de décodage T1' et T2', cette mémoire ayant :
 - une entrée d'adresse recevant huit bits fournis par les sorties du
15 registre 14 (mot A), et huit bits fournis par les sorties du registre 15 (mot B) ;
 - une sortie 17 fournissant un mot binaire D de huit bits qui est un octet de données décodées ;
 - une sortie 18 fournissant un bit T restituant une information binaire supplémentaire (par exemple un début de trame) ;
 - 20 -- et une sortie 19 fournissant un bit E indiquant, le cas échéant, que le symbole reçu ne correspond à aucun des symboles attendus, et qu'il est donc erroné.

Des moyens de commande non représentés commandent les registres 14 et 15 en synchronisme avec la mémoire 16.

25 La sortie de chacun des amplificateurs 12 et 13 ne peut avoir qu'un état haut ou un état bas représentant respectivement les valeurs 0 et 1. La réception d'un chiffre ternaire de valeur +1 se traduit par une valeur 1 à la sortie de l'amplificateur 12 et une valeur 0 à la sortie de l'amplificateur 13. La réception d'un chiffre ternaire de valeur -1 se traduit par une valeur 0 à la sortie de
30 l'amplificateur 12 et une valeur 1 à la sortie de l'amplificateur 13. La réception

d'un chiffre ternaire de valeur 0 se traduit par une valeur 0 à la sortie de l'amplificateur 12 et une valeur 0 à la sortie de l'amplificateur 14, par exemple.

Chaque chiffre ternaire reçu est donc représenté par une paire de bits. Le registre 14 enregistre le premier bit de chaque paire. Le registre 15 enregistre le second bit de chaque paire. Pour chaque symbole, les registres 14 et 15 sont commandés huit fois pour que chacun enregistre huit bits successivement. Les deux bits d'une même paire sont respectivement enregistrés par les registres 14 et 15 simultanément.

Le décodage d'un symbole S, constitué de huit chiffres ternaires, en un mot binaire D de huit bits en est réalisé en deux étapes :

Dans une première étape, huit paires de bits, qui correspondent respectivement à huit chiffres ternaires constituant un symbole reçu, sont enregistrées successivement dans les registres 14 et 15.

Dans une seconde étape, les sorties parallèles des registres 14 et 15 fournissent simultanément ces huit paires de bits à l'entrée d'adresse de la mémoire 16, sous la forme d'un mot binaire A de huit bits, et d'un mot binaire B de huit bits. Par exemple, lorsque le symbole S = 00+0- -++ a été reçu, elles fournissent simultanément les huit paires de bits suivantes (colonnes A et B) :

S	A	B
0	0	0
0	0	0
+	1	0
0	0	0
-	0	1
-	0	1
+	1	0
+	1	0

Les seize bits 11100011, 00001100 appliqués à l'entrée d'adresse de la mémoire 16 permettent d'y lire un mot binaire de neuf bits, sauf si le symbole

reçu est erroné. Parmi ces neuf bits, huit bits constituent un mot binaire de données décodées, D , et le neuvième bit, T , indique si le symbole reçu appartient à la table de codage $T1'$ ou à la table de décodage $T2'$.

Si on souhaite réduire la rapidité de modulation, et donc le débit en
5 ligne, il faut choisir une valeur de q inférieure à la valeur de p .

Un troisième exemple de mise en œuvre, remplissant cette condition, consiste à coder 65536 mots binaires de 16 bits au moyen de symboles comportant 12 chiffres ternaires (codage 16B/12T). Le nombre de symboles de poids nul est supérieur à deux fois 65536. Une première table de codage est
10 constituée en codant les 65536 mots binaires au moyen de 65536 symboles de poids nul. Une deuxième table de codage est constituée en codant les 65536 mots binaires au moyen de 65536 autres symboles de poids nul. Le passage de la première à la deuxième table de codage code une information supplémentaire.

15 La réalisation d'un codeur et d'un décodeur pour ce type de codage est analogue à celle décrite précédemment.

Un quatrième exemple de mise en œuvre, qui convient pour une ligne à transmission optique, consiste à coder 256 mots binaires de 8 bits au moyen de symboles comportant 10 bits (codage 8B/10B). Le nombre de symboles est
20 de 1024. Une première table de codage est constituée en codant les 256 mots binaires au moyen de 256 premiers symboles. Une deuxième table de codage est constituée en codant les 256 mots binaires au moyen de 256 seconds symboles. Il reste 512 symboles inutilisés qui contribuent à faciliter la détection des erreurs. Le passage de la première à la deuxième table de codage code une
25 information supplémentaire.

La réalisation d'un codeur et d'un décodeur pour ce type de codage est analogue à celle décrite précédemment.

REVENDEICATIONS :

1) Procédé de codage, consistant à coder un mot de p bits avec un symbole composé de q chiffres ternaires, selon une pluralité de tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en
5 fonction d'au moins une information à coder ;

caractérisé en ce que p et q sont choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul est au moins égal à 2×2^p ;

en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

10 et en ce qu'une seconde table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids nul.

2) Procédé de codage, consistant à coder un mot de p bits avec un symbole composé de q chiffres ternaires, selon une pluralité de tables de
15 codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information à coder ;

caractérisé en ce que p et q sont choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul ou égal à ± 1 est au moins égal à 3×2^p ;

20 en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

en ce qu'une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à -1 ;

et en ce qu'une troisième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à $+1$.

25

3) Procédé de codage consistant à coder un mot de p bits avec un symbole composé de q chiffres **binaires**, selon une pluralité de tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information à coder ;

caractérisé en ce que p et q sont choisis tels que q est supérieur ou égal à $p+1$; en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, et une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles.

5 4) Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé** en ce qu'il consiste à changer de table de codage pour indiquer le début d'un message ; et en outre à indiquer ce début par un symbole qui n'est pas imitable par une combinaison de deux symboles successifs, parmi ceux utilisés dans les tables de codage.

10

5) Procédé selon la revendication 2, **caractérisé** en ce qu'il consiste en outre à alterner le codage selon la deuxième et la troisième table, en fonction de la valeur courante de la somme des poids des symboles précédemment codés et transmis.

15

6) Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé** en ce que $p=16$ et $q=12$.

20

7) Procédé selon la revendication 3, **caractérisé** en ce que $p=8$ et $q=10$.

25

8) Codeur pour coder un mot de p bits avec un symbole composé de q chiffres ternaires, comportant deux tables de codage (T_1, T_2), et des moyens (8) pour sélectionner une table de codage en fonction d'une information à coder ;

caractérisé en ce en ce que le nombre total de symboles ayant un poids nul est au moins égal à 2×2^p ;

en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

30

et en ce qu'une seconde table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids nul.

9) Codeur pour coder un mot binaire, comportant des moyens pour mémoriser au moins trois tables de codage, et des moyens pour sélectionner une table de codage en fonction d'une information à coder ;

5 **caractérisé** en ce en ce que p et q sont choisis tels que le nombre de symboles ayant un poids nul ou égal à ± 1 est au moins égal à 3×2^p ;

 en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

 en ce qu'une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles
10 ayant un poids égal à -1 ;

 et en ce qu'une troisième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à $+1$.

10) Codeur pour coder un mot de p bits avec un symbole composé de q
15 chiffres binaires, comportant deux tables de codage, la table de codage étant choisie pour chaque mot binaire à coder, en fonction d'au moins une information supplémentaire à coder ;

caractérisé en ce que q est supérieur ou égal à $p+1$;

 et en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, et une
20 deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles.

11) Décodeur pour décoder un mot binaire, caractérisé en ce qu'il
comporte des moyens (16) pour mémoriser au moins deux tables de décodage
($T1'$, $T2'$), et des moyens (16, 18) pour restituer une information en fonction de
25 la table de décodage qui a permis de décoder un mot binaire ;

caractérisé en ce que le nombre total de symboles ayant un poids nul est au moins égal à 2×2^p ;

 en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

30 et en ce qu'une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids nul.

12) Décodeur pour décoder un mot binaire, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour mémoriser au moins deux tables de décodage, et des moyens pour restituer une information en fonction de la table de décodage qui a permis de décoder un mot binaire ;

5

caractérisé en ce que le nombre total de symboles ayant un poids nul ou égal à ± 1 est au moins égal à 3×2^p ;

en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, ayant un poids nul ;

10 en ce qu'une deuxième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à -1 ;

et en ce qu'une troisième table de codage comporte 2^p autres symboles ayant un poids égal à $+1$.

13) Décodeur pour décoder un mot binaire, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour mémoriser au moins deux tables de décodage, et des moyens pour restituer une information en fonction de la table de décodage qui a permis de décoder un mot binaire ;

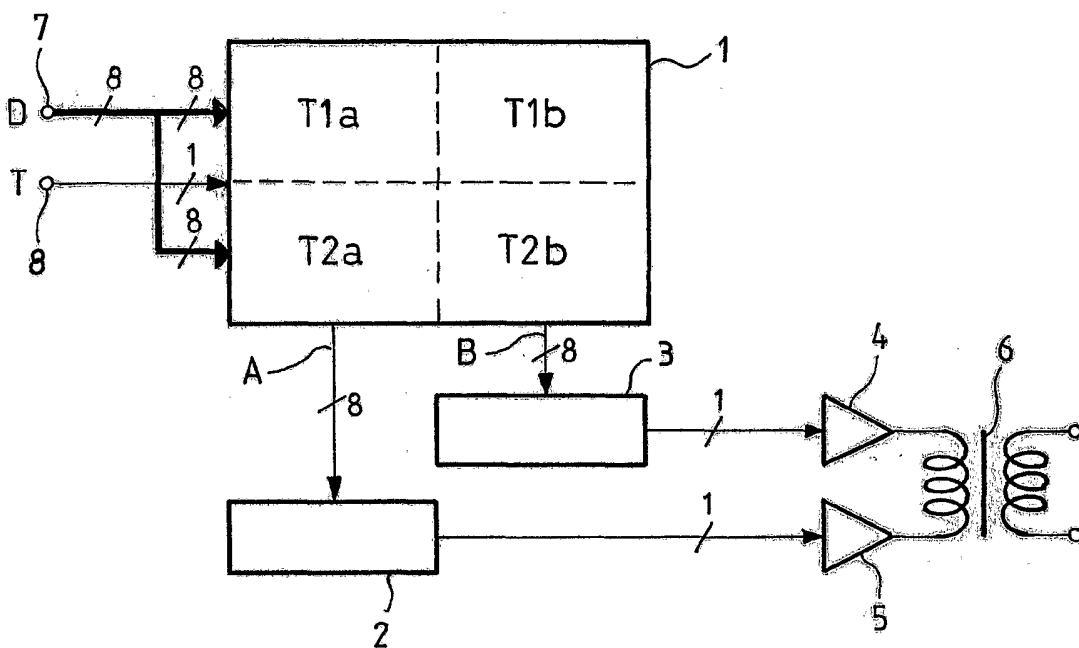
15

caractérisé en ce que q est supérieur ou égal à $p+1$; en ce qu'une première table de codage comporte 2^p symboles, et une deuxième table de codage

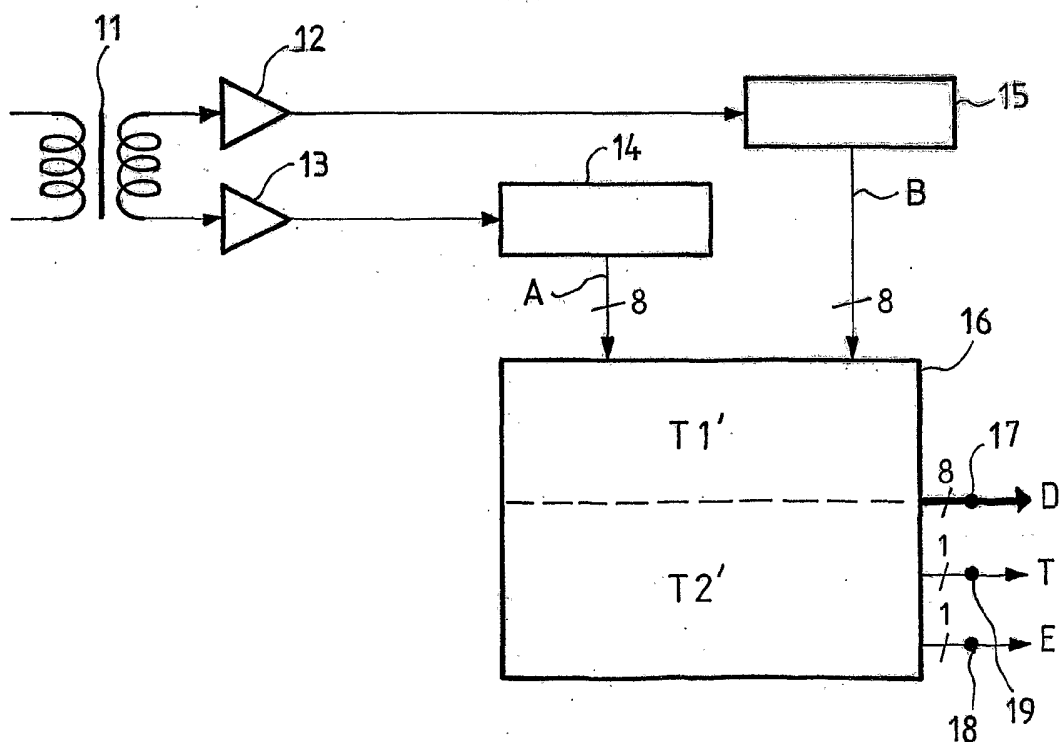
20 comporte 2^p autres symboles.

1/1

FIG_1



FIG_2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 02/01821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H04L25/49 H03M5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 H04L H03M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	D.J. LYNCH: "The suitability of various line coding techniques for the simultaneous transmission of data over copper telephone lines" UNIVERSITY OF SASKATCHEWAN, 'Online! December 1997 (1997-12), pages 12-59, XP002213739 Retrieved from the Internet: <URL:http://www.engr.usask.ca/dept/e/e/the sis/dj1thes.pdf> 'retrieved on 2002-09-17!	2
Y	paragraph '2.3.1! page 24, paragraph II page 25, line 10 - line 13; figure 2.4 page 50, line 10 - line 14; figure 3.4 ----- -/--	1,3-13

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2002

Date of mailing of the international search report

02/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Staveren, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 02/01821

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KEN YANG C-K ET AL: "A 0.8-UMM CMOS 2.5 GB/S OVERSAMPLING RECEIVER AND TRANSMITTER FOR SERIAL LINKS" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 31, no. 12, 1 December 1996 (1996-12-01), pages 2015-2023, XP000691822 ISSN: 0018-9200 page 2015, column 1, line 24 -----	3,7
Y	EP 0 548 415 A (BELL TELEPHONE MFG ;ALCATEL NV (NL)) 30 June 1993 (1993-06-30) page 5, line 35 - line 46; figure 1 -----	1,3-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR 02/01821

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0548415 A	30-06-1993	EP 0548415 A1	30-06-1993
		AU 657586 B2	16-03-1995
		AU 3016692 A	01-07-1993
		CA 2086145 A1	25-06-1993
		DE 69128937 D1	26-03-1998
		DE 69128937 T2	18-06-1998
		ES 2113362 T3	01-05-1998
		US 5369669 A	29-11-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 02/01821

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04L25/49 H03M5/16

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H04L H03M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	D.J. LYNCH: "The suitability of various line coding techniques for the simultaneous transmission of data over copper telephone lines" UNIVERSITY OF SASKATCHEWAN, 'en ligne! décembre 1997 (1997-12), pages 12-59, XP002213739 Extrait de l'Internet: <URL:http://www.engr.usask.ca/dept/ele/the sis/djllthes.pdf> 'extrait le 2002-09-17!	2
Y	alinéa '2.3.1! page 24, alinéa II page 25, ligne 10 - ligne 13; figure 2.4 page 50, ligne 10 - ligne 14; figure 3.4 --- -/--	1,3-13

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 septembre 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/10/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Van Staveren, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 02/01821

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>KEN YANG C-K ET AL: "A 0.8-UMM CMOS 2.5 GB/S OVERSAMPLING RECEIVER AND TRANSMITTER FOR SERIAL LINKS" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 31, no. 12, 1 décembre 1996 (1996-12-01), pages 2015-2023, XP000691822 ISSN: 0018-9200 page 2015, colonne 1, ligne 24</p>	3,7
Y	<p>EP 0 548 415 A (BELL TELEPHONE MFG ;ALCATEL NV (NL)) 30 juin 1993 (1993-06-30) page 5, ligne 35 - ligne 46; figure 1</p>	1,3-13

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 02/01821

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0548415	A	30-06-1993	30-06-1993
		EP 0548415 A1	
		AU 657586 B2	16-03-1995
		AU 3016692 A	01-07-1993
		CA 2086145 A1	25-06-1993
		DE 69128937 D1	26-03-1998
		DE 69128937 T2	18-06-1998
		ES 2113362 T3	01-05-1998
		US 5369669 A	29-11-1994
