

Brevet N° **8 1 8 4 4**  
du **5 NOVEMBRE 1979**  
Titre délivré : **- 5 JUN 1980**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre  
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes  
Service de la Propriété Industrielle  
LUXEMBOURG

*U. 111*  
*5.5.80*

## Demande de Brevet d'Invention

### I. Requête

La Société Anonyme dite : COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS (1)  
CIT-ALCATEL, 12, rue de la Baume - 75008 PARIS, FRANCE, représentée par  
Monsieur Jean-Paul RIPPINGER, Résidence VAL STE CROIX, 2-4 Allée Léopold Goebel (2)  
LUXEMBOURG, agissant en qualité de mandataire

dépose ce Cinq Novembre Mil Neuf Cent Soixante Dix Neuf (3)  
à *11h30* heures, au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :

DISPOSITIF DE RECUPERATION DE RYTHME (4)

déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :  
Michel LEMOUSSU, Ingénieur d'études 15, Allée des Erables (5)  
91240 ST MICHEL SUR ORGE, FRANCE

2. la délégation de pouvoir, datée de PARIS le 18 OCTOBRE 1979

3. la description en langue Française de l'invention en deux exemplaires ;

4. deux planches de dessin, en deux exemplaires ;

5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,

le Cinq Novembre Mil Neuf Cent Soixante Dix Neuf

revendique pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de

(6) BREVET déposée(s) en (7) FRANCE

le 7 NOVEMBRE 1978, sous le N° 78 31 466 (8)

au nom de la demanderesse (9)

élit domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg

Résidence VAL STE CROIX, 2-4 Allée Léopold Goebel (10)

sollicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes  
susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à SIX mois.

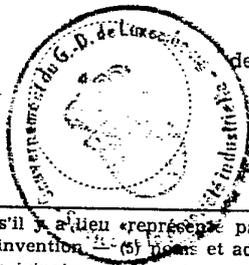
Le Mandataire *[Signature]*

### II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie Nationale  
et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :

5 NOVEMBRE 1979

à *11h30* heures



Pr. le Ministre  
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes,  
p. *[Signature]*

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il y a lieu représenté par ... agissant en qualité de mandataire — (3) date du  
dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité  
— (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

Brevet N° **8 1 8 4 4**  
du **5 NOVEMBRE 1979**  
Titre délivré : .....

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre  
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes  
Service de la Propriété Industrielle  
LUXEMBOURG

*U. Gu.*  
*5.5.80*

# Demande de Brevet d'Invention

## I. Requête

La Société Anonyme dite : COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS (1)  
CIT-ALCATEL, 12, rue de la Baume - 75008 PARIS, FRANCE, représentée par  
Monsieur Jean-Paul RIPPINGER, Résidence VAL STE CROIX, 2-4 Allée Léopold Goebel (2)  
LUXEMBOURG, agissant en qualité de mandataire

dépose ce Cinq Novembre Mil Neuf Cent Soixante Dix Neuf (3)  
à 11h30 heures, au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :

DISPOSITIF DE RECUPERATION DE RYTHME (4)

déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :  
Michel LEMOUSSU, Ingénieur d'études 15, Allée des Erables (5)  
91240 ST MICHEL SUR ORGE, FRANCE

2. la délégation de pouvoir, datée de PARIS le 18 OCTOBRE 1979  
3. la description en langue Française de l'invention en deux exemplaires ;  
4. deux planches de dessin, en deux exemplaires ;  
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,

le Cinq Novembre Mil Neuf Cent Soixante Dix Neuf  
revendique pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de  
(6) BREVET déposée(s) en (7) FRANCE  
le 7 NOVEMBRE 1978, sous le N° 78 31 466 (8)

au nom de la demanderesse (9)  
élit domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg  
Résidence VAL STE CROIX, 2-4 Allée Léopold Goebel (10)

sollicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes  
susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à SIX mois.

Le Mandataire

## II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie Nationale  
et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :

5 NOVEMBRE 1979

à 11h30 heures



Pr. le Ministre  
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes,  
p. O.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il y a lieu représenté par ... agissant en qualité de mandataire — (3) date du  
dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité  
— (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

JB/NV  
F° 11430  
CIT-ALCATEL  
2 pl.

FS Revendication de la Priorité d'une demande de brevet déposée en FRANCE  
le 7 NOVEMBRE 1978, sous le N° 78 31 466.

*Rippon*

---

BREVET D'INVENTION

---

DISPOSITIF DE RECUPERATION DE RYTHME

Invention de Michel LEMOUSSU

---

Société Anonyme dite

COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT-ALCATEL

---

La présente invention est relative à la transmission de données. Elle concerne la récupération à la réception, du rythme d'un signal numérique synchrone transmis par une modulation linéaire.

5 Dans un système de transmission de données utilisant une modulation linéaire, un signal binaire synchrone est soumis à une mise en forme par un codeur avant d'être modulé et émis. Cette mise en forme, qui a pour rôle de limiter la bande passante du signal transmis, transforme le signal binaire synchrone en un signal à plusieurs  
10 niveaux dont le spectre ne comporte aucune raie à la fréquence de rythme de sorte que la récupération du rythme en réception ne peut

*A. FS*

s'effectuer par simple filtrage du signal reçu et démodulé, et nécessite un traitement non linéaire du signal démodulé.

On connaît des dispositifs de récupération de rythme qui comportent un oscillateur centré sur la fréquence de rythme asservi par une boucle à verrouillage de phase sur le signal de sortie d'un redresseur double alternance recevant le signal démodulé. Ces dispositifs ont l'inconvénient de ne tolérer qu'un faible déphasage entre les porteuses d'émission et de réception.

La présente invention a pour but d'éviter cet inconvénient.

Elle a pour objet un dispositif de récupération du rythme pour un système de transmission de données par une modulation linéaire comportant à la réception un démodulateur synchrone à deux porteuses en quadrature avec deux sorties l'une dite en phase, l'autre dite en quadrature. Ce dispositif comporte :

- un premier redresseur connecté à la sortie en phase du démodulateur,

- un deuxième redresseur connecté à la sortie en quadrature du démodulateur,

- un premier multiplicateur à deux entrées et une sortie, ayant l'une de ses entrées connectée à la sortie du premier redresseur et l'autre entrée connectée à la sortie d'un oscillateur commandé en tension fournissant la fréquence du rythme récupéré,

- un deuxième multiplicateur à deux entrées et une sortie ayant l'une de ses entrées connectée à la sortie du deuxième redresseur et l'autre entrée connectée à la sortie dudit oscillateur commandé en tension fournissant la fréquence du rythme récupéré,

- un premier filtre passe-bas connecté à la sortie du premier multiplicateur,

- un deuxième filtre passe-bas connecté à la sortie du deuxième multiplicateur,

- un sommateur à deux entrées et une sortie dont l'une des entrées est connectée à la sortie du premier filtre passe-bas et dont  
5 l'autre entrée est connectée à la sortie du deuxième filtre passe-bas

- et ledit oscillateur commandé en tension avec une entrée de commande connectée à la sortie du sommateur et une sortie qui délivre la fréquence du rythme récupéré et qui est connectée à l'une des entrées  
10 des premier et deuxième multiplicateurs.

Dans un mode préféré de réalisation on utilise, comme redresseurs, des redresseurs à double alternance, on intercale des limiteurs absolus entre ces derniers et les multiplicateurs, et l'on emploie des portes logiques du type "ou exclusif" comme multiplicateurs.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront des revendications jointes et de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple et adapté à un système de transmission de données en modulation d'amplitude à bande latérale unique. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

20 - la figure 1 représente le schéma général d'un système de transmission de données en modulation d'amplitude à bande latérale unique,

- la figure 2 représente le schéma d'un circuit de récupération de rythme selon l'invention utilisé dans la partie réception  
25 du système de transmission représenté à la figure 1

- et les figures 3 et 4 sont des diagrammes explicitant le fonctionnement du dispositif de récupération de rythme représenté à la figure précédente.

On distingue sur la figure 1 un système de transmission de données avec un dispositif d'émission 1, un dispositif de réception 2 et un canal de transmission 3 reliant les dispositifs d'émission et de réception.

5 Le dispositif d'émission 1 comporte :

- une source de données 4 fournissant des symboles binaires à un rythme ou débit binaire  $1/T$ ,
- un brouilleur 5 connecté en sortie de la source de données 4,
- un codeur 6 connecté à la suite du brouilleur 5
- 10 - et un circuit de modulation 7.

Le brouilleur 5 effectue une somme modulo 2 des signaux binaires de la source de données avec les signaux binaires d'une séquence pseudoaléatoire. Sa structure et son fonctionnement sont bien connus. On rappellera simplement qu'il permet de mettre à profit  
15 la propriété du spectre de raies d'un train d'impulsions, propriété selon laquelle la densité des raies augmente avec l'irrégularité d'apparition des impulsions, irrégularité qui donne aux impulsions le caractère d'un signal de bruit. Cette augmentation de densité du spectre de raies est une propriété très intéressante car elle  
20 facilite la récupération du rythme.

Le codeur 6 effectue la mise en forme du signal binaire pour le rendre apte à une modulation d'amplitude en bande latérale unique. Il existe différentes mises en forme possibles. La plus utilisée est dénommée réponse partielle classe IV. On pourra se reporter pour  
25 cette dernière à un article de E.R. Kretzmer intitulé "Generalisation of a technique for binary data communication" et publié dans la revue I.E.E.E. Trans. Commu. tech. COM 14 n° 1 feb 1966. Cette mise en forme permet

d'atteindre la cadence de Nyquist (2 symboles par hertz de bande passante). Elle est également bien adaptée à la modulation d'amplitude à bande latérale unique car elle donne un signal n'ayant que peu d'énergie autour de la fréquence nulle. Dans la suite de la description on admettra, de manière non limitative, que la mise en forme adoptée est de ce type.

Le circuit de modulation 7 effectue la modulation d'amplitude à bande latérale unique et, comme c'est souvent le cas ajoute, au signal de modulation à bande latérale unique, un pilote à bas niveau à la fréquence de la porteuse de modulation.

Le dispositif de réception comporte :

- un circuit de récupération de porteuse 8 connecté à l'entrée,
- un démodulateur 9 connecté à l'entrée et à la sortie du circuit de récupération de porteuse 8 et fournissant le signal reçu démodulé,
- un circuit de récupération de rythme 10 connecté en sortie du démodulateur 9,
- un égaliseur 11 connecté à la suite du démodulateur et recevant le rythme récupéré,
- un décodeur 12 connecté à la sortie de l'égaliseur 11
- et un débrouilleur 13 connecté à la suite du décodeur 12 et fournissant une estimation du signal engendré par la source de données 4.

Le circuit de récupération de porteuse 8 fonctionne à partir de l'onde pilote contenue dans le signal reçu. Il reçoit souvent une information d'erreur de phase de la part de l'égaliseur.

Le démodulateur 9 est un démodulateur synchrone.

Le circuit de récupération de rythme 10 permet de retrouver la fréquence de rythme des données engendrées par la source 4 à partir du signal reçu et démodulé.

L'égaliseur 11 a pour but de corriger les distorsions d'amplitude et de temps de propagation de groupe engendrées par le canal de transmission. Ses caractéristiques de transmission sont inverses de celles du canal 3 de manière à obtenir une réponse globale plate en amplitude et linéaire en phase. Il est en général autoadaptatif et réalisé sous forme numérique il traite alors des échantillons du signal prélevés à la cadence délivrée par le circuit de récupération de rythme.

Le décodeur 12 permet de retrouver des signaux sous forme binaire et le débrouilleur 13 des signaux binaires identiques à ceux engendrés par la source de données 4. Ils sont également pilotés par le circuit de récupération de rythme 10.

A l'exception du démodulateur et du circuit de récupération de rythme, les différents circuits mentionnés précédemment ne seront pas détaillés. En effet ils n'intéressent pas directement l'invention et leur réalisation est bien connue dans la technique.

Dans les systèmes de transmission de l'art antérieur, le démodulateur synchrone est en général constitué par un multiplicateur qui effectue le produit entre le signal reçu et la porteuse fournie par le circuit de récupération 8, et par un filtre passe-bas qui est disposé à la suite et qui élimine du produit obtenu, les composantes indésirables. Le circuit de récupération du rythme comporte un redresseur connecté à la sortie du démodulateur et suivi soit d'une boucle à verrouillage de phase soit d'un filtre centrés l'un et l'autre sur la fréquence du rythme  $1/T$ .

Dr. FC

Le traitement non linéaire que fait subir le redresseur au signal en bande de base issu du démodulateur fait apparaître une raie à la fréquence de rythme  $1/T$  en phase avec celle d'émission. Malheureusement on constate expérimentalement que l'amplitude de cette

5 dernière dépend du déphasage entre la porteuse d'émission et la porteuse de réception. La figure 3 représente la forme de la courbe de variation de l'amplitude de cette raie en fonction du déphasage  $\varphi$  entre les

10 porteuses d'émission et de réception. Elle montre que ladite amplitude accuse un maximum pour un déphasage nul et un minimum pour un déphasage égal à  $\pm \frac{\pi}{2}$ . Lorsque le déphasage  $\varphi$  s'écarte trop de la valeur nulle, l'amplitude de la raie est insuffisante pour permettre la récupération du rythme.

Le circuit de récupération de rythme, qui est représenté à la figure 2 ne présente pas ce défaut. Il se connecte derrière un

15 démodulateur à deux porteuses en quadrature jouant le rôle du démodulateur synchrone 9. Ce démodulateur comporte, comme représenté à la figure 2, deux multiplicateurs 20, 21 suivis chacun d'un filtre passe-bas 22, 23. L'un 20 des multiplicateurs effectue le produit du signal reçu  $e(t)$  privé de l'onde porteuse, par la porteuse récupérée  $p(t)$  délivrée

20 par le circuit de récupération de porteuse (8 figure 1). Le filtre passe-bas 22, qui le suit, élimine du produit obtenu, les composantes indésirables et délivre sur une sortie 25 dite en phase un signal  $x_1(t)$  qui est le signal démodulé lorsque les porteuses d'émission et de

25 réception sont en phase. L'autre multiplicateur 21 effectue le produit du signal reçu  $e(t)$  privé de l'onde porteuse, par la porteuse récupérée  $p(t)$  affectée au préalable d'un retard de phase de  $\frac{\pi}{2}$  par un circuit déphaseur 25. Le filtre passe-bas 23 qui le suit, élimine du produit obtenu, les

composantes indésirables et délivre sur une sortie 27 dite en quadrature un signal  $x_2(t)$ .

Le circuit de récupération de rythme 10 proprement dit comporte, comme représenté sur la figure 2 :

- 5                   - un premier redresseur 30 à double alternance connecté en entrée à la sortie en phase 26 du démodulateur à deux porteuses en quadrature 9,
- un deuxième redresseur 31 à double alternance connecté en entrée à la sortie en quadrature 27 du démodulateur à deux porteuses en quadrature 9,
- 10                  - un premier limiteur absolu 32 connecté à la suite du premier redresseur 30 délivrant un signal  $x'_1(t)$ ,
- un deuxième limiteur absolu 33 connecté à la suite du deuxième redresseur 31 et délivrant un signal  $x'_2(t)$ ,
- 15                  - un premier multiplicateur 34 à deux entrées dont l'une est connectée à la sortie du premier limiteur absolu 32 et dont l'autre est connectée à la sortie d'un oscillateur contrôlé en tension 39,
- un deuxième multiplicateur 35 à deux entrées dont l'une est connectée à la sortie du deuxième limiteur absolu 33 et dont l'autre est connectée à la sortie de l'oscillateur contrôlé en tension 39,
- 20                  - un premier filtre passe-bas 36 connecté à la sortie du premier multiplicateur 34,
- un deuxième filtre passe-bas 37 connecté à la sortie du deuxième multiplicateur 35,
- 25                  - un sommateur 38 à deux entrées dont l'une est connectée à la suite du premier filtre passe-bas 36 et dont l'autre est connectée à la suite du deuxième filtre passe-bas 37

- et ledit oscillateur commandé en tension 39 dont l'entrée de commande est connectée à la sortie du sommateur 38 et dont la sortie est connectée à une entrée de chacun des premier et second multiplicateurs 34 et 35.

5 L'oscillateur commandé en tension 39 délivre un signal rectangulaire dont la fréquence peut varier dans une plage étroite autour de celle de rythme  $1/T$  en fonction du signal appliqué à son entrée de commande par le sommateur 38.

10 Les premier et deuxième multiplicateurs 34 et 35 sont des portes logiques du type "ou exclusif" à deux entrées.

La sortie en phase 26 du démodulateur 9 fournit un signal  $x_1(t)$  qui correspond au signal démodulé obtenu avec un démodulateur synchrone à une seule porteuse. Le redresseur 30 permet de faire apparaître dans ce signal, de manière connue en soi, une raie à la fréquence  $1/T$ , en phase avec le rythme d'émission, dont l'amplitude varie avec l'angle de déphasage  $\varphi$  entre les porteuses d'émission et de réception avec une loi représentée sur la figure 4 par la courbe A qui est l'analogie de celle représentée à la figure 3. Le limiteur absolu 32 possède un seuil réglable ajusté pour obtenir un maximum d'amplitude de la raie à la fréquence  $1/T$  dans le signal  $x'_1(t)$ .

15  
20

La sortie en quadrature 27 du démodulateur 9 fournit un signal  $x_2(t)$  qui correspond à un signal démodulé obtenu avec un démodulateur synchrone à une seule porteuse présentant par rapport à la porteuse émission un écart de phase  $\phi$  égal à  $\varphi - \frac{\pi}{2}$ . Le redresseur 31 permet de faire apparaître, comme dans le cas du signal  $x_1(t)$ , une raie à la fréquence  $1/T$  en phase avec le rythme d'émission dont l'amplitude varie avec l'angle du déphasage  $\phi$  entre les porteuses d'émission

25

et de réception avec une loi qui peut se déduire de celle représentée à la figure 3 en remplaçant  $\rho$  par  $\phi$ , ce qui compte tenu du fait que  $\phi$  et  $\rho$  sont liés par la relation  $\phi = \rho - \frac{\pi}{2}$  conduit à la loi représentée sur la figure 4 par la courbe B. Les deux signaux  $x_1(t)$  et  $x_2(t)$  présentent des raies à la fréquence  $1/T$  dont les amplitudes varient en sens inverses l'une de l'autre en fonction du déphasage  $\rho$  entre les porteuses d'émission et de réception. L'utilisation simultanée de ces deux signaux  $x_1(t)$  et  $x_2(t)$  permet donc de s'affranchir des effets du déphasage  $\rho$  entre les porteuses d'émission et de réception. Chacun d'eux est appliqué à un comparateur de phase distinct constitué du multiplicateur 34 suivi du filtre passe-bas 36 ou du multiplicateur 35 suivi du filtre passe-bas 37. Les tensions continues issues de ces comparateurs sont additionnées dans le sommateur 38 et appliquées à l'entrée de commande de l'oscillateur contrôlé en tension selon la technique des boucles de phase.

On peut sans sortir du cadre de l'invention modifier certaines dispositions ou remplacer certains moyens équivalents. On peut notamment ne pas utiliser les circuits limiteurs absolus 32,33 et employer des multiplicateurs analogiques.

47. Ec

## REVENDEICATIONS

1/ Dispositif de récupération de rythme pour un système de transmission de données par une modulation linéaire comportant à la réception un démodulateur synchrone à deux porteuses en quadrature (9) avec deux sorties, l'une (26) dite en phase l'autre (27) dite en quadrature, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier redresseur (30) connecté à la sortie en phase (26) du démodulateur (9),
- un deuxième redresseur (31) connecté à la sortie en quadrature (27) du démodulateur (9),
- un premier multiplicateur (34) à deux entrées et une sortie ayant l'une de ses entrées connectée à la sortie du premier redresseur (30) et l'autre entrée connectée à la sortie d'un oscillateur commandé en tension (39),
- un deuxième multiplicateur (35) à deux entrées et une sortie ayant l'une de ses entrées connectée à la sortie du deuxième redresseur (31) et l'autre entrée connectée à la sortie dudit oscillateur commandé en tension (39),
- un premier filtre passe-bas (36) connecté à la sortie du premier multiplicateur (34),
- un deuxième filtre passe-bas (37) connecté à la sortie du deuxième multiplicateur (35),
- un sommateur (38) à deux entrées dont l'une est connectée à la sortie du premier filtre passe-bas (36) et dont l'autre est connectée à la sortie du deuxième filtre passe-bas (37)
- et ledit oscillateur commandé en tension (39) avec une entrée de commande connectée à la sortie du sommateur 38 et une sortie délivrant la fréquence du rythme récupéré, connectée à l'une des entrées des

premier et deuxième multiplicateurs (34 et 35).

2/ Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que les premier et deuxième redresseurs (30, 31) sont des redresseurs à double alternance.

3/ Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'un limiteur absolu (32, 33) est intercalé entre le premier redresseur (30) et le premier multiplicateur (34) ainsi qu'entre le deuxième redresseur (31) et le deuxième multiplicateur (35) et en ce que les premier et deuxième multiplicateurs (34, 35) sont des postes logiques du type "ou exclusif" à deux entrées.

F. Segaut  
Rising



FIG. 3

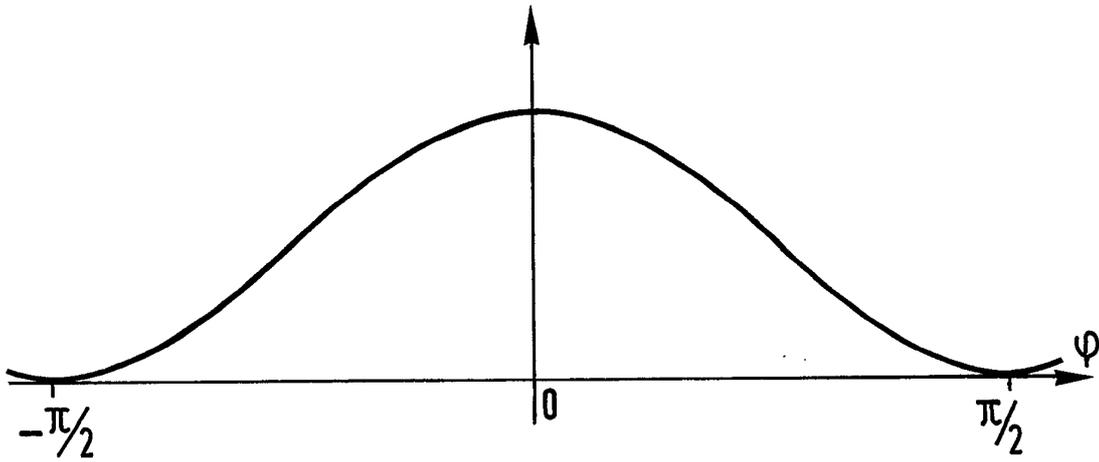
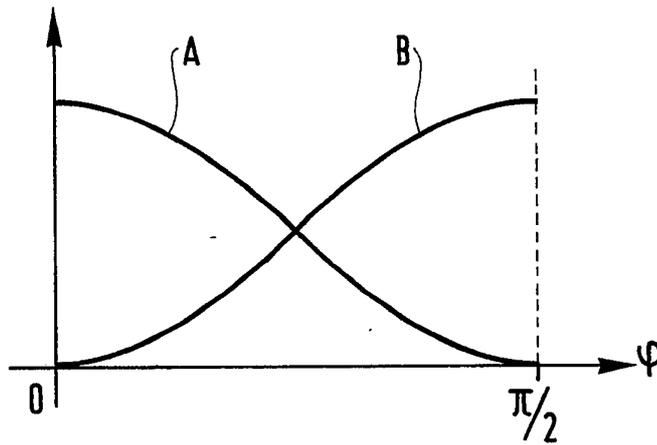


FIG. 4



*Designed  
E. Sepanski*