



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 277 022**

51 Int. Cl.:
H04B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03076165 .4**

86 Fecha de presentación : **03.10.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1333601**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **06.08.2003**

54 Título: **Señal de sincronización de estaciones de base.**

30 Prioridad: **03.10.2000 FR 00 12765**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

73 Titular/es: **Mitsubishi Electric Information
Technology Centre Europe B.V.
Capronilaan 46
1119 NS Schiphol Rijk, NL**

72 Inventor/es: **Rudolf, Marian y
Jechoux, Bruno**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Señal de sincronización de estaciones de base.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de sincronización de estaciones de base en un sistema de telecomunicación radiomóvil. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método de sincronización de estaciones de base para un sistema de telecomunicación del tipo duplex con división de tiempo (TDD). Dicho sistema de telecomunicación es, por ejemplo, el sistema en curso de normalización denominado comúnmente como 3GPP W-CDMA TDD.

En la Fig. 1 se representa una trama de radio de tal sistema de telecomunicación. La misma está constituida por quince intervalos de tiempo de transmisión (time slots) de los que algunos, por ejemplo, los intervalos IT_0 , IT_1 , IT_2 , IT_5 , IT_6 e IT_8 , están destinados al transporte de los datos (en un amplio sentido del tema) en el sentido descendente (desde la estación de base hacia el terminal móvil) mientras que otros, los intervalos IT_3 , IT_4 , IT_7 , IT_9 , IT_{10} , IT_{11} , IT_{12} , IT_{13} e IT_{14} , están destinados al transporte de los datos en el sentido ascendente (desde la estación móvil hacia la estación de base). Durante un intervalo de transmisión, los datos (D) se transmiten en forma de una secuencia de símbolos. El intervalo también incluye un midámbulo (M) que comprende símbolos pilotos que permiten la estimación del canal, una palabra de control de potencia (TPC) y un intervalo de guarda (GP'). En un sistema tal, muchos terminales móviles o estaciones de base pueden emitir o recibir datos en un mismo intervalo de tiempo. Las uniones o enlaces se diferencian por multiplexado con división de código (Code Division Multiple Access = CDMA (Acceso Múltiple con División de Código)). Los símbolos transmitidos por o para los diferentes usuarios se presentan espectralmente, aproximadamente a una frecuencia "chip" $1/T_c$, donde T_c es el periodo de transmisión elemental.

Debido al hecho de que una misma frecuencia se puede utilizar tanto en el sentido ascendente como en el sentido descendente, es imperativo garantizar la sincronización de las estaciones de base. En efecto, si no fuera así, un primer terminal móvil que estuviera emitiendo una fuerte potencia en un canal ascendente podría interferir con un segundo terminal móvil, cercano al primero, que estuviera recibiendo datos sobre un canal descendente. La coacción de sincronización de estaciones de base vecinas es del orden de algunos microsegundos (aproximadamente cinco) en el sistema W-CDMA TDD.

Para efectuar la sincronización entre estaciones de base, en el estado actual de la técnica, se han propuesto varios métodos.

Según un primer método, la sincronización se obtiene mediante receptores GPS que equipan a las estaciones de base. De acuerdo con un segundo método, en primer lugar, en una fase inicial, por ejemplo durante la instalación de red o de una nueva estación de base, se procede a una sincronización basta (del orden de algunas decenas de ms, es decir, de algunas decenas de millares de "chips"). Esta sincronización basta inicial se asegura por la red, más precisamente, por el controlador de acceso de radio (RNC) que controla varias estaciones de base vecinas (denominadas hasta ahora como "nodos B"). A continuación se efectúa una sincronización fina regularmente por el interfaz de radio entre estaciones de base vecinas. Esta sincronización fina tiene por objeto particularmente corregir la deriva de los relojes de temporización o secuenciado entre estaciones de base vecinas. Para hacer esto, se reservan algunos intervalos de tiempo en la transmisión y en la recepción de una señal de sincronización. Un intervalo de transmisión dedicado a la sincronización esencialmente comprende una secuencia de sincronización (Sync) y un periodo de guarda (GP). La sincronización se obtiene, de una manera conocida, por correlación de la secuencia recibida con una secuencia réplica de la transmitida. La correlación se efectúa sobre una ventana temporal de longitud dada por el margen de precisión de la sincronización basta. Así pues, cuando una estación de base recibe una secuencia de sincronización y detecta un pico de correlación en esta ventana, dicha estación de base puede sincronizar su temporización o secuenciado con la temporización o secuenciado de las estaciones de base vecinas.

La secuencia de sincronización generalmente utilizada es larga (varios millares de "chips") con el fin de obtener una adecuada precisión de correlación para una potencia por símbolo aceptable. El periodo de guarda debe ser superior al tiempo de propagación de una estación de base a una estación vecina, de manera que se evite, en la recepción, una intrusión de la secuencia de sincronización sobre un intervalo de tiempo vecino. Como la distancia entre dos estaciones de base es mayor que el rayo de una célula, el periodo de guarda (GP) se elige mayor que el periodo de guarda normal (GP'). El periodo de guarda (GP) también debe tener en cuenta la deriva de los relojes de tramas.

La secuencia de sincronización se elige de forma que tenga unas propiedades adecuadas de auto-correlación, o sea, un pico de auto-correlación muy pronunciado. Generalmente, las secuencias de sincronización utilizadas se obtienen a partir de polinomios primitivos sobre GF(2), cuerpo de Galois de cardinal 2. Una secuencia tal presenta una longitud L tal como una potencia enésima de 2, menos 1, o sea: $2^N - 1$. Particularmente, este es el caso para las secuencias denominadas de Gold que se han propuesto en la relación TSGR1#15(00)0946 titulada "Secuencias for the cell sync burst (Secuencias para la rotura de la sincronización de la célula)" del grupo de trabajo TSG-RAN del ETSI para sincronizar estaciones de base vecinas.

Las secuencias de Gold tienen propiedades adecuadas de autocorrelación periódica (la correlación de una secuencia constituida por la repetición de una secuencia de Gold con una réplica de la secuencia de esta última que no

presenta picos secundarios importantes). En cambio, desgraciadamente, estas secuencias no presentan tan buenas propiedades de autocorrelación aperiódica (correlación de una secuencia de Gold aislada con una réplica). Lo que ocurre generalmente es que el correlacionador generalmente utilizado opera en el dominio temporal bajo la forma de un filtro adaptado FIR clásico que presenta una complejidad en $O(L)$ que puede ser muy elevada. Además, la elección de las longitudes de tales secuencias es reducida, ya que, como se ha visto, únicamente pueden tomar valores de 2^N-1 y un truncamiento conduciría a una pérdida sensible de las propiedades de autocorrelación.

Un objeto de la presente invención es proponer un método de sincronización de estaciones de base vecinas mediante la transmisión de una secuencia de sincronización que presenta propiedades de correlación muy adecuadas.

Un objeto secundario de la invención es ofrecer una gran selección de longitudes de secuencias de sincronización posibles, y ello, para un pequeño grado de complejidad del correlacionador.

La presente invención está definida por un método de sincronización de estaciones de base en un sistema de telecomunicación radiomóvil, según el cual, una primera estación de base transmite una secuencia de sincronización que comprende una primera secuencia seguida de una segunda secuencia, donde dichas secuencias, primera y segunda, forman un par de secuencias complementarias, y porque al menos una segunda estación de base efectúa la correlación de dicha secuencia de sincronización con una réplica de la primera secuencia y con una réplica de la segunda secuencia, sumándose a continuación los resultados de correlación para proporcionar una señal de correlación que facilita una información de sincronización. La primera secuencia está separada de la segunda secuencia por un intervalo de separación de longitud predeterminada (2GP, 2E), de forma que la señal de correlación presenta un pico de correlación aislado en una ventana temporal.

Ventajosamente, las secuencias, primera y segunda, son secuencias complementarias de Golay.

Según un primer modo de realización, dicho intervalo de separación se obtiene previendo intervalos de guarda alrededor de la primera secuencia y de la segunda secuencia.

Según un segundo modo de realización, dicho intervalo de separación se obtiene previendo una extensión periódica de la primera secuencia, seguida de una extensión periódica de la segunda secuencia.

Según un tercer modo de realización, la primera secuencia se genera por medio de una primera secuencia de Golay y de una primera secuencia auxiliar, multiplicando sucesivamente dicha primera secuencia de Golay por los bits de la primera secuencia auxiliar.

Del mismo modo, la segunda secuencia se puede generar por medio de una segunda secuencia de Golay, complementaria de dicha primera secuencia de Golay, y de una segunda secuencia auxiliar, multiplicando sucesivamente dicha segunda secuencia de Golay por los bits de la segunda secuencia auxiliar.

Ventajosamente, la primera secuencia auxiliar y la segunda secuencia auxiliar son secuencias complementarias de Golay.

Según una variante de realización, la correlación se efectúa mediante un filtrado en enrejado.

Las características de la invención anteriormente mencionadas, así como también otras características, aparecerán más claramente con la lectura de la descripción siguiente, efectuada en relación con las figuras adjuntas, de las cuales:

La Fig. 1 representa de forma esquemática una trama de emisión de un sistema de transmisión del tipo W-CDMA TDD;

La Fig. 2A representa un primer modo de realización de la invención;

La Fig. 2B representa un segundo modo de realización de la invención;

La Fig. 2C representa un tercer modo de realización de la invención;

La Fig. 3 representa un correlacionador útil para el tercer modo de realización de la invención.

En el fundamento de la invención, la idea general es utilizar, para la sincronización de estaciones de base vecinas, un par de códigos complementarios, por ejemplo, de códigos complementarios polifases, más particularmente, un par de códigos complementarios de Golay. Los códigos complementarios, conocidos como tales, tienen como propiedad notable que la suma de sus funciones aperiódicas de autocorrelación es una función de Dirac. En otras palabras, si se toma nota de un par (A,B) de tales códigos complementarios, se tiene que $\varphi_{AA}(m) + \varphi_{BB}(m) = \delta(m)$ donde "m" es el índice de tiempo, δ es el símbolo de Kronecker y φ es la función de autocorrelación aperiódica.

En la continuación de la descripción, se mencionarán esencialmente códigos complementarios de Golay. Sin embargo, la invención se aplica a los códigos complementarios en general.

Por otra parte, como se describe particularmente en el artículo de S. Z. Budisin, titulado "Efficient pulse compressor for Golay complementary sequences (Compresor de impulso eficiente para secuencias complementarias de Golay)" y publicado en Electronics Letters (Cartas Electrónicas) Vol. 27, Nº 3, páginas 219-220 en Enero de 1991, el correlacionador se puede realizar gracias a un filtro en enrejado que presenta una complejidad en $O(\log L)$ y no en $O(L)$ como en un filtro adaptado FIR clásico. Este filtro en enrejado se denomina también filtro EGC para Efficient Golay Correlator (Correlacionador Eficiente de Golay). Un ejemplo de realización de filtro EGC se proporciona en el artículo de B. M. Popovic, titulado "Efficient Golay Correlator", publicado en IEEE Electronics Letters (Cartas Electrónicas de IEEE), Vol. 35, Nº 17, Enero de 1999.

Además, para una longitud autorizada específica, existen varias secuencias de Golay posibles. En efecto, como las secuencias de Golay están generadas por códigos generadores, se puede demostrar que dos códigos generadores distintos y de la misma longitud generan secuencias de Golay también distintas y de la misma longitud. Estas secuencias poseen propiedades adecuadas de inter-correlación (es decir, bajos valores de inter-correlación), que permiten, por ejemplo, a grupos de estaciones de base, utilizar códigos distintos o incluso efectuar una sincronización de las estaciones de base en diferentes instantes de su temporización o secuenciado.

En la Fig. 2A se representa un primer modo de realización de la invención. Según este modo de realización, una secuencia de sincronización está constituida por dos secuencias complementarias de Golay A y B multiplexadas en el tiempo, donde cada secuencia está precedida y seguida por un intervalo de guarda, como se describe en la solicitud francesa FR-A-9916851 presentada el día 30.12.1999 a nombre de la solicitante. Esta secuencia se transmite por una estación de base y se recibe por una estación de base vecina. En el momento de la recepción, la secuencia de sincronización se correlaciona con una réplica de la secuencia A y con una réplica de la secuencia B, el resultado de la correlación con la secuencia A se retarda de forma que esté temporalmente alineado con el resultado de la correlación con la secuencia B, antes de que se sumen, obteniéndose el pico de Dirac cuando las réplicas de A y B están alineadas con las secuencias correspondientes. La presencia del intervalo de guarda GP_2 garantiza que, durante la correlación, las secuencias A y B no superponen a las réplicas complementarias correspondientes, o sea a B y a A respectivamente, en una ventana temporal centrada sobre la posición de alineación temporal. Así pues, los picos secundarios de correlación que pueden resultar de la intercorrelación entre secuencias y réplicas complementarias se rechazan fuera de esta ventana. Más precisamente, si $GP_2=2.GP_3=2.GP_1=2.GP$, la suma de los dos resultados de correlación presenta un pico de Dirac aislado en una ventana de anchura $2.GP$ alrededor de la posición de alineación temporal. Ventajosamente, las correlaciones se efectúan por correlacionadores EGC, tales como los mencionados anteriormente.

En la Fig. 2B se representa un segundo modo de realización de la invención. Según este modo de realización, una secuencia de sincronización está constituida por dos secuencias complementarias de Golay multiplexadas en el tiempo, donde cada secuencia está precedida y seguida por una extensión periódica, como se explica en la solicitud francesa titulada "Sequence d'estimation de canal et procédé d'estimation de canal de transmission utilisant une telle sequence (Secuencia de estimación de canal y procedimiento de estimación de canal de transmisión, utilizando una tal secuencia)" presentada a nombre de la solicitante. La extensión periódica de una secuencia específica es un truncado de la secuencia periódica obtenida por repetición de dicha secuencia. Para hacer esto, es suficiente con concatenar a la secuencia a extender un prefijo correspondiente al final y un sufijo correspondiente al principio de dicha secuencia. En la Fig. 2B se ha indicado esquemáticamente la concatenación de prefijos y de sufijos para dos secuencias complementarias de Golay, A y B. La secuencia de sincronización está constituida por dos secuencias así extendidas, ext(A) y ext(B). Las extensiones periódicas producen la misma ventaja que el intervalo de guarda GP_2 , o sea, la ausencia de picos secundarios de correlación alrededor del pico de Dirac, en una cierta ventana temporal. Más precisamente, si los sufijos y prefijos son de tamaño idéntico e igual a E, la suma de los resultados de correlación presentará un pico de Dirac aislado en una ventana de anchura $2.E$ alrededor de la posición de alineación temporal. Esto se comprende fácilmente si se considera la hipótesis en la que la secuencia de sincronización comprende secuencias A y B completamente periódicas. La correlación con réplicas de A y B produce entonces una serie de picos de Dirac de periodo L. Una extensión periódica de amplitud E vuelve a truncar esta serie por una ventana de anchura $2.E$ alrededor del pico de alineación temporal. La ventaja de este modo de realización con respecto al precedente es que no provoca variaciones bruscas de potencia de señal entre las secuencias A y B, al nivel del amplificador del emisor. Dichas variaciones bruscas pueden generar frecuencias elevadas de la interferencia intersímbolo y como consecuencia degradar, en la recepción, los resultados de correlación.

En la Fig. 2C se representa un tercer modo de realización de la invención. Según este modo de realización, a partir de una secuencia de Golay A ó B y de una secuencia auxiliar X, se genera una secuencia compuesta, según el modo de construcción de secuencias jerárquicas. Más precisamente, se multiplica sucesivamente el primer bit de la secuencia auxiliar X por todos los bits de la secuencia A, después el segundo bit de la segunda secuencia por todos los bits de la secuencia A, así sucesivamente y se concatenan las secuencias obtenidas. En lo sucesivo anotaremos como $A*X$ una tal secuencia compuesta, donde A es la secuencia de base y X la secuencia auxiliar generatriz. Así, las secuencias complementarias de Golay A y B se pueden multiplicar por secuencias auxiliares X, Y, idénticas o distintas, donde, por otra parte, estas últimas pueden ser secuencias de Golay.

Sean $A*X$ y $B*X$ secuencias compuestas, obtenidas a partir de un par A, B, de secuencias complementarias de Golay, de longitud L, extendidas por prefijos y sufijos de tamaño E. $A*X$ y $B*X$ se multiplexan en el tiempo y se separan por un intervalo W. La señal recibida se correlaciona con la secuencia A por una parte y con la secuencia B por otra parte. El resultado de la primera correlación se retarda en $(L+2E)+W$ y se suma con el resultado de la

segunda correlación. La suma obtenida es una secuencia R que tiene una serie de picos de Dirac de periodo $L'=L+2E$ modulados por los valores $x_0, x_1, \dots, x_K$, donde K es la longitud de la secuencia X, donde cada pico está rodeado por una ventana de anchura $2E$ que no incluye más que ceros. A continuación, la secuencia R se somete a un filtrado mediante un filtro lineal de respuesta:

$$H(z) = x_0 + x_1 \cdot z^{-L'} + \dots + x_K \cdot z^{-K \cdot L'}$$

La secuencia R filtrada lleva un pico de Dirac de altura $2 \cdot K \cdot L$ en el medio de una ventana nula de anchura $2E$, lo que permite detectarle fácilmente. Por otra parte, la secuencia total constituida por las secuencias $A \cdot X$ y $B \cdot X$ multiplexadas en el tiempo es de longitud total de $2 \cdot (L+2E) \cdot K + W$, lo que ofrece una gran selección de longitudes de secuencias autorizadas.

Según otra variante de realización, se generan cuatro secuencias compuestas $A \cdot X$, $A \cdot Y$, $B \cdot X$, $B \cdot Y$, donde A y B forman un primer par de secuencias complementarias de Golay, extendidas o no extendidas, y X, Y, forman un segundo par de secuencias complementarias de Golay que sirven como secuencias auxiliares generatrices.

Las secuencias compuestas se multiplexan en el tiempo y se separan por intervalos que supondremos iguales y de anchura W. Las secuencias A y B son de longitud $L'=L+2E$, donde L es la longitud de la secuencia de base y E es el tamaño de la extensión, donde las secuencias X e Y son de longitud K. Por lo tanto, la longitud de la secuencia total es de $4(L+2E)K+3W$, lo que ofrece una gran selección de longitudes de secuencias autorizadas.

La presente variante saca partido del hecho de que se dispone de L' pares de secuencias complementarias (X, Y) bajo la forma de sub-secuencias S_m y S'_m , donde $S_m(n)=A \cdot X_{n \cdot L' + m}$ y $S'_m(n)=(B+X)_{n \cdot L' + m}$, $m=0, \dots, L'-1$ se obtienen por diezmado de la secuencia total inicial. En lugar de efectuar una correlación con un correlacionador EGC, se utiliza un correlacionador "jerárquico", donde la primera zona del correlacionador de función EGC se ha modificado tal como se representa en la Fig. 3.

Se supondrá que el par de secuencias X e Y se ha generado clásicamente por una secuencia elemental $s_0, \dots, s_{K-1}$, donde $K=2^k-1$, y retardos $D'_0, D'_1, \dots, D'_{K-1}$, donde $D'_i=2^{P_i}$, y donde $(P_0, P_1, \dots, P_{K-1})$ es una permutación sobre el conjunto $(0, 1, \dots, K-1)$, de la forma recursiva siguiente:

$$X_0(i) = \delta(i); \quad Y_0(i) = \delta(i);$$

$$X_n(i) = X_{n-1}(i) + s_{n-1} \cdot X_{n-1}(i - D'_i); \quad Y_n(i) = Y_{n-1}(i) - s_{n-1} \cdot Y_{n-1}(i - D'_i)$$

Asimismo, se supondrá que el par de secuencias A, B, se ha generado por la secuencia elemental $t_0, \dots, t_{L-1}$, donde $L=2^l-1$ y retardos $D_0, D_1, \dots, D_{L-1}$, donde $D_i=2^{P_i}$ y donde $(P_0, P_1, \dots, P_{L-1})$ es una permutación sobre el conjunto $(0, 1, \dots, L-1)$.

El primer escalón de correlación efectúa una correlación con el par de secuencias X, Y, pero difiere de un correlacionador EGC clásico en que los retardos se han multiplicado por un factor L' para tener en cuenta la dispersión de las muestras. Los dos resultados de correlación se suman después de la alineación temporal con un retardo D_{XY} , donde el retardo D_{XY} separa las secuencias $A \cdot X$ y $A \cdot Y$, por una parte, y las secuencias $B \cdot X$ y $B \cdot Y$, por otra parte. El segundo escalón del correlacionador efectúa la correlación con el par de secuencias A, B, y es clásico en sí mismo. Los resultados de correlación se alinean temporalmente con un retardo D_{AB} y se suman, correspondiendo el retardo D_{AB} a la desviación temporal entre las secuencias $A \cdot X$ y $B \cdot X$, por una parte, y entre las secuencias $A \cdot Y$ y $B \cdot Y$, por otra parte.

El correlacionador así constituido opera en primer lugar una correlación basta con un paso L' y después una correlación fina al paso de muestreo. Su complejidad es pequeña porque el número de operaciones efectuadas es $O(\log(K)+\log(L))$.

Aunque el ejemplo anteriormente descrito únicamente posee dos niveles de secuencias y dos niveles de correlación, la invención se generaliza de forma inmediata a un número cualquiera de niveles de secuencias y de escalones correspondientes del correlacionador jerárquico.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Señal de sincronización utilizada para la sincronización en un sistema de telecomunicación por radio, **carac-**
terizada porque dicha señal de sincronización está formada por una primera secuencia polifase y por una segunda
secuencia polifase que sigue a dicha primera secuencia polifase, donde dicha segunda secuencia polifase es comple-
mentaria de dicha primera secuencia polifase y está separada de dicha primera secuencia polifase por un intervalo
de separación, y donde dicho intervalo de separación consiste en una extensión periódica de dicha primera secuencia
polifase y una extensión periódica de dicha segunda secuencia polifase.
- 10 2. Señal de sincronización según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha primera secuencia polifase está
formada a partir de una primera secuencia de Golay y dicha secuencia polifase está formada a partir de una segunda
secuencia de Golay, que es complementaria de dicha primera secuencia de Golay.
- 15 3. Señal de sincronización según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque dicha extensión periódica
de dicha primera secuencia polifase es una réplica de la parte del principio de dicha primera secuencia polifase y está
acoplada al final de dicha primera secuencia polifase.
- 20 4. Señal de sincronización según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizada** porque dicha extensión periódica de
dicha segunda secuencia polifase es una réplica de la parte del final de dicha segunda secuencia polifase y está acoplada
al principio de dicha segunda secuencia polifase.
- 25 5. Señal de sincronización según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque la suma de los
resultados de correlación de dicha señal de sincronización con dicha réplica de dicha primera secuencia polifase y
dicha réplica de dicha segunda secuencia polifase produce un pico de Dirac aislado en una ventana de tiempo.
- 30 6. Sistema de telecomunicación por radio que comprende una primera estación de base que transmite una señal de
sincronización según una de las reivindicaciones 1 a 5, y una segunda estación de base que correlaciona dicha señal
de sincronización con el fin de producir una señal de correlación y de producir una información de sincronización.
- 35 7. Sistema de telecomunicación por radio según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dicha estación de base
comprende un correlacionador que correlaciona dicha señal de sincronización con una réplica de la primera secuencia
polifase y una réplica de la segunda secuencia polifase, y también comprende un dispositivo adicionador para adicionar
los resultados de correlación con el fin de proporcionar dicha señal de correlación que tiene un pico de correlación
aislado en una ventana de tiempo.

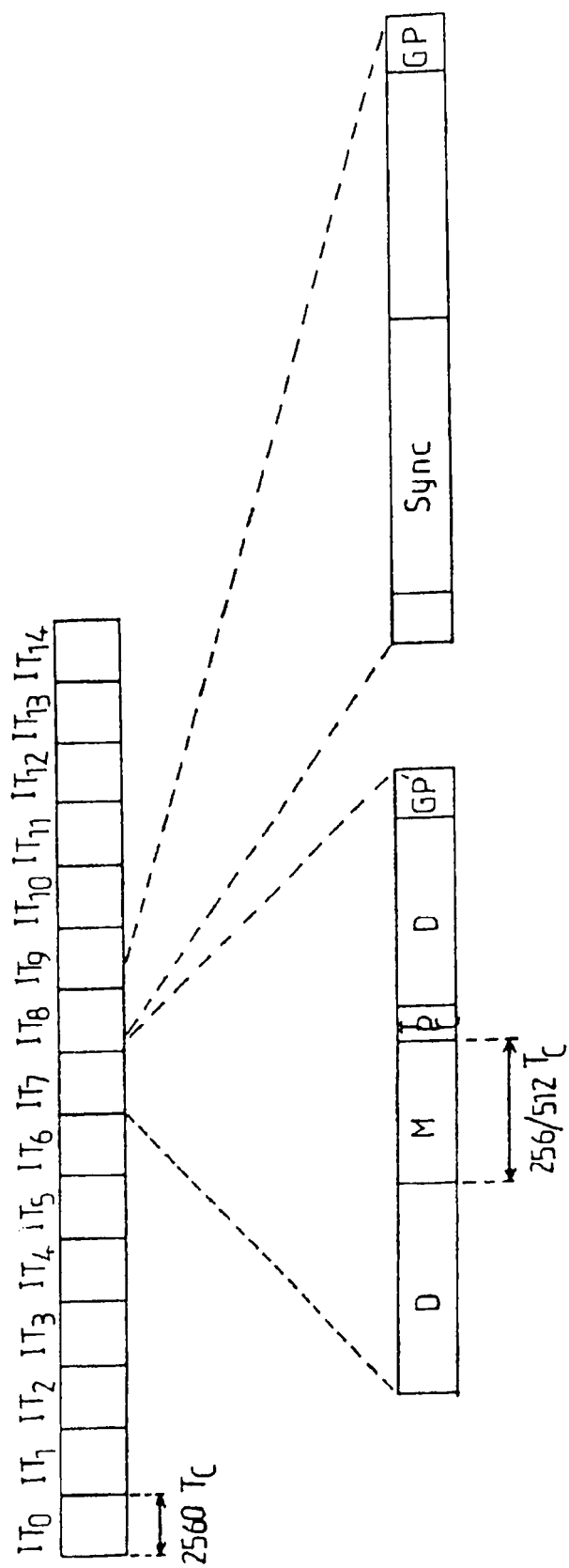


FIG. 1

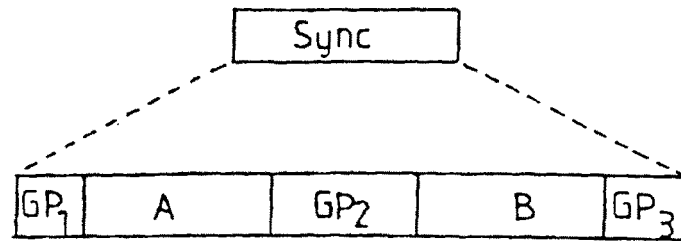


FIG. 2a

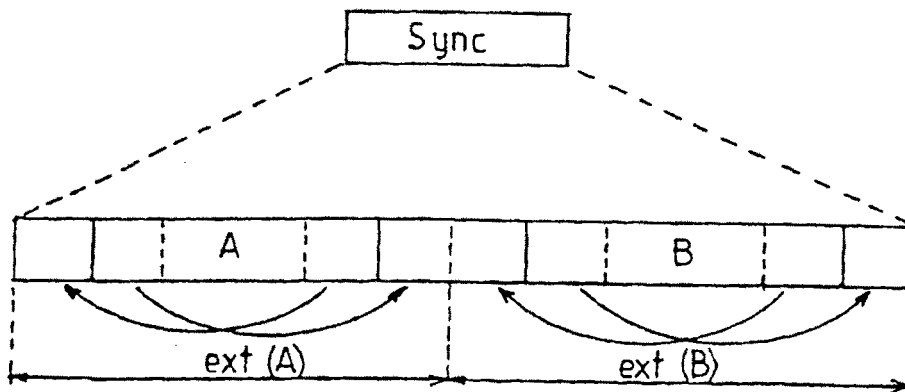


FIG. 2b

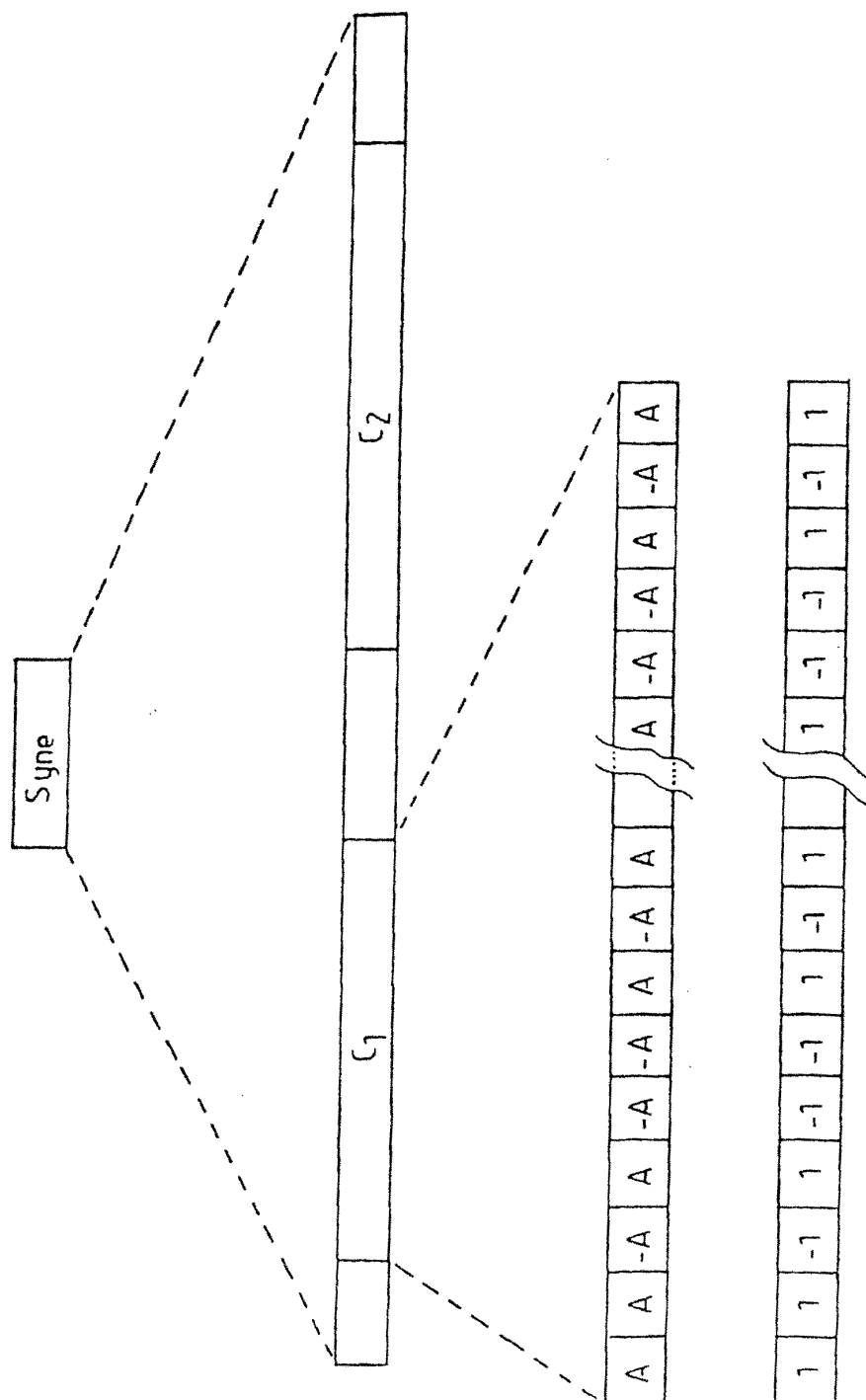


FIG. 2C

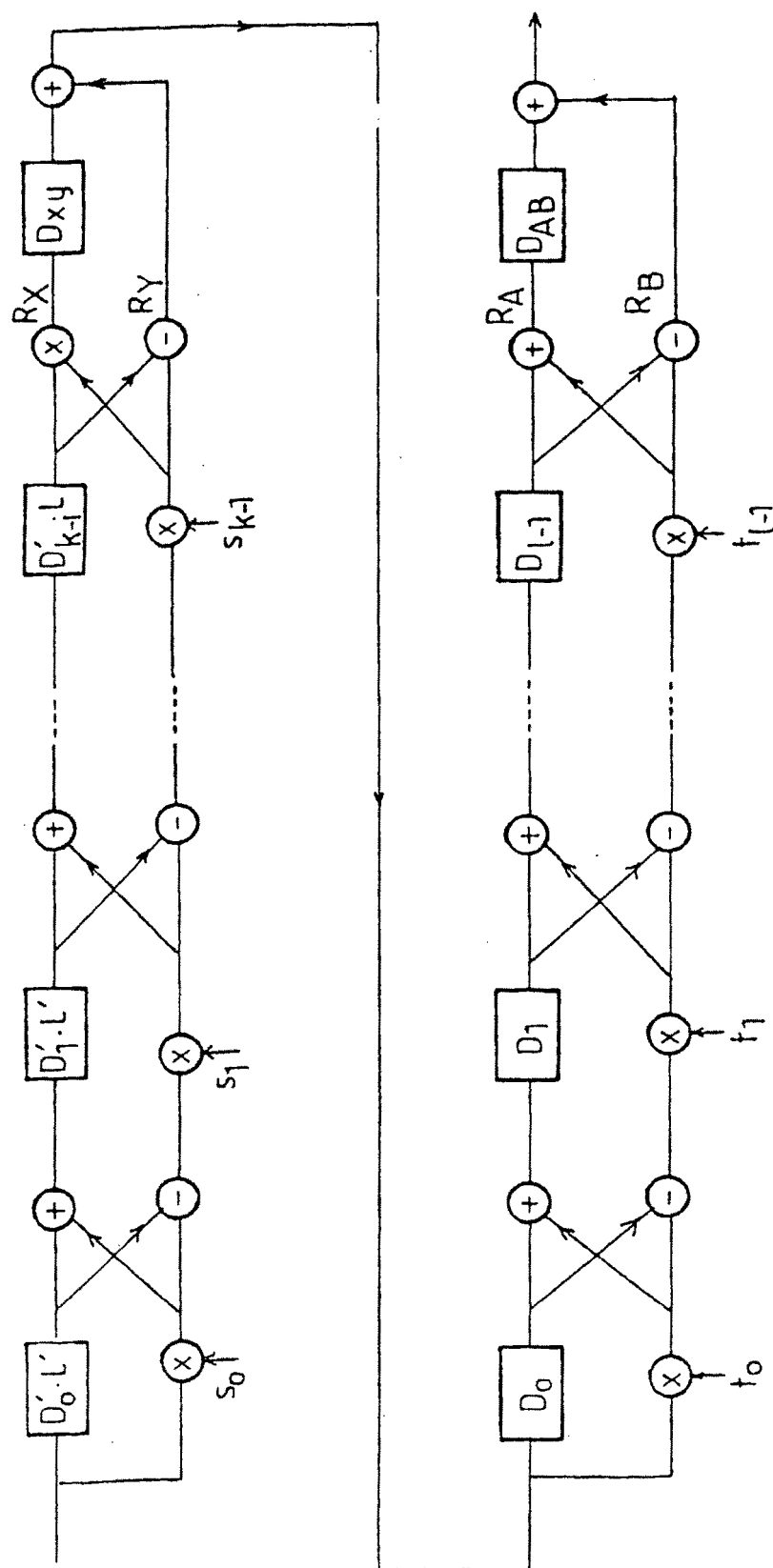


FIG. 3