



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 283 775**

(51) Int. Cl.:

H04J 14/06 (2006.01)

H04B 10/135 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03729866 .8**

(86) Fecha de presentación : **06.05.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1514373**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

(54) Título: **Procedimiento y disposición para reducir la degradación de señal de una señal óptica de multiplexación por polarización.**

(30) Prioridad: **10.05.2002 DE 102 20 929**
16.09.2002 DE 102 42 915

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

(73) Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

(72) Inventor/es: **Gottwald, Erich;**
Hecker, Nancy;
Paetsch, Werner y
Schairer, Wolfgang

(74) Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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

Procedimiento y disposición para reducir la degradación de señal de una señal óptica de multiplexación por polarización.

La invención se refiere a un procedimiento y a una disposición para la reducción de la degradación de señal según el preámbulo de la reivindicación 1 de patente y a una disposición a este respecto según el preámbulo de la reivindicación 9.

En sistemas de transmisión ópticos, para aumentar la capacidad de transmisión se aplica el procedimiento de multiplexación por polarización, en el que se transmiten dos señales polarizadas de manera ventajosa ortogonalmente entre sí en la misma longitud de onda.

La aparición de la dispersión por modos de polarización (PMD) lleva a una diafonía coherente entre las señales. Esta diafonía (*crosstalk*) hace imposible incluso con valores de PMD reducidos una transmisión sin errores de señales de multiplexación por polarización, mientras que con sistemas de transmisión sin multiplexación por polarización estos valores de PMD todavía son tolerables. Las interferencias se hacen perceptibles tanto con modulación de amplitud (también de varios niveles) como con modulación angular.

En la solicitud de patente europea EP 1 202 485 A1 se describe un procedimiento para la transmisión de señales de multiplexación por polarización, en el que una señal se divide en dos señales parciales, que entonces se integran de nuevo con planos de polarización perpendiculares entre sí para dar una señal de multiplexación por tiempo. Mediante el procedimiento de multiplexación por tiempo se evitan interferencias de señal recíprocas y la tasa de transferencia de datos en cada señal se divide por la mitad. Sin embargo, no se consigue la duplicación requerida de la capacidad de transmisión.

Otro procedimiento para reducir la degradación de señal en señales ópticas de multiplexación por polarización se conoce por el documento US2002/0003641 A1.

El objetivo de la invención es reducir la degradación de señal en señales de multiplexación por polarización, sin limitar la capacidad de transmisión.

Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Una disposición adecuada se indica en la reivindicación 11.

Los perfeccionamientos ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes.

El núcleo de la invención consiste en disponer temporalmente las interferencias provocadas por una señal, de tal modo que se sitúen en el intervalo no crítico de la otra señal, en el que no se influye en la evaluación del estado lógico. Puesto que estas interferencias se derivan de los límites de bit (en modulación multifase se entiende por esto los límites de las secciones de modulación) y en modulación de amplitud son provocadas por los flancos de señal, ambas señales que han de transmitirse deberían sincronizarse de manera que sus límites de bit o flancos de señal no se sitúen en el intervalo crítico de evaluación, es decir en los centros de bit y en su proximidad. Con señales NRZ (*not return to zero*, sin retorno a cero), los límites de bit deberían por tanto coincidir. Con señales RZ con impulsos cortos esto se consigue mediante un desplazamiento de fase de 180°. Para señales de modulación angular se aplica lo mismo.

En el caso de que ambas señales procedan de diferentes fuentes de datos, es necesaria una sincronización o adaptación de reloj.

Mediante el procedimiento según la invención, la tolerancia con respecto a PMD aumenta más del doble, lo que lleva al aumento del trayecto de transmisión máximo posible sin regenerador en un factor de 4.

Esto permite también un procedimiento de transmisión con el que se combina la multiplexación por polarización con modulación de fase en varios niveles. Con el empleo de modulación de cuatro fases es posible una tasa de transferencia de datos cuádruple. Con una codificación binaria doble se obtienen ventajas similares.

Se describen detalladamente ejemplos de realización de la invención con ayuda de las figuras.

Muestran:

la figura 1, una disposición de emisión con un desfase eléctrico para la sincronización,

la figura 2, una disposición de emisión para generar señales polarizadas sincrónicas,

la figura 3, una disposición de emisión para convertir una señal de datos en dos señales de emisión polarizadas paralelas,

la figura 4, una disposición de emisión con una regulación que utiliza la señal de multiplexación de datos,

la figura 5, una disposición de emisión con un dispositivo comparador para generar la señal de regulación,

la figura 6, un diagrama de tiempo correspondiente,

5 la figura 7, una disposición de emisión con dos detectores de fase y

la figura 8, un diagrama de tiempo correspondiente.

10 La figura 1 muestra una disposición de emisión para la transmisión de una señal PMD. En el ejemplo de realización se parte de luz polarizada lineal y se supondrá para una mejor comprensión modulación de amplitud. Sin embargo, también son posibles otras polarizaciones (ortogonales) y otros tipos de modulación.

Una fuente 1 de luz coherente (láser) genera una señal LS láser que se divide en un divisor 2 de haz de polarización óptico en dos componentes ortogonales, las señales OT1 y OT2 portadoras. Estas se alimentan respectivamente a un modulador, por ejemplo un modulador 3 ó 4 Mach-Zehnder. El modulador 3 se controla por una primera fuente 5 de datos eléctrica, que genera una primera señal DS1 de datos. Una segunda fuente 6 de datos eléctrica genera una segunda señal DS2 de datos, que se alimenta a través de una unidad 7 de tiempo de propagación (desfasador) eléctrica al segundo modulador 4. Las señales S1 y S2 moduladas se unen a través de un combinador 8 de haz de polarización (por esto se entiende cualquier combinador que sea adecuado para unir las señales, por ejemplo también un acoplador 3dB) y la señal PMS de multiplexación por polarización así obtenida se emite en la salida A. De ello se deriva que ambas fuentes de datos son sincrónicas entre sí, de modo que únicamente es necesario un dispositivo 7, 70 de sincronización que se encargue de la posición de fase óptima entre la primera señal DS1 de datos y la segunda señal DS2 de datos. Esta posición de fase óptima se genera mediante un desfasador que está realizado como unidad 7 de tiempo de propagación eléctrica ajustable. En principio, el desfasador ajustable puede disponerse en cada lado en la trayectoria de la señal (incluyendo alimentación de reloj) de la señal S1 o S2.

De manera ventajosa, la unidad 7 de tiempo de propagación se controla mediante un dispositivo 70 de regulación al que se alimenta una señal MS de medición derivada de la señal PMS de multiplexación por polarización. Puede emplearse para la regulación cualquier criterio de regulación, por ejemplo, la tasa de errores o una proporción de onda armónica de la señal. Para obtener un intervalo de regulación simétrico, puede incorporarse una unidad 72 de retardo (eléctrica) adicional, por ejemplo entre la primera fuente 5 de datos y el primer modulador 3. En principio, la unidad 7 de tiempo de propagación podría sustituirse por una unidad 71 de retardo óptica controlable. La unidad 71 de tiempo de propagación óptica se incorpora por ejemplo después del segundo modulador 4.

35 Una solución equivalente consiste en la incorporación de la unidad de tiempo de propagación en una línea de señal de reloj, si una fuente de datos se activa por un generador 11 de reloj.

Con señales NRZ, la unidad 7 de tiempo de propagación eléctrica se ajusta de tal manera que aparecen límites de secciones de modulación, en el caso de modulación de amplitud los flancos de las señales S1 y S2 que deben transmitirse, en los mismos instantes (en modulación angular los instantes de la variación de fase o de frecuencia, por ejemplo límites de bit), es decir que las interferencias generadas estén separados lo más posible del intervalo de evaluación, principalmente el instante de evaluación o de exploración en el centro del bit.

La figura 2 muestra una disposición para la transmisión de señales plesiocronas. Dos señales PS1 y PS2 de datos plesiocronas se escriben en primer lugar en la memoria 12 ó 14 y se llaman desde ésta con una señal TS1 ó TS2 de reloj, ambas generadas mediante un único generador 11 de reloj. La adaptación entre la tasa de transferencia de datos de las señales plesiocronas y las señales TS1 y TS2 de reloj se realiza mediante adaptaciones 13 ó 15 de reloj, que compensan las diferencias en las tasas de transferencia de datos mediante operaciones de *buffering*. Con señales NRZ, las señales TS1 y TS2 presentan la misma posición de fase.

50 La figura 3 muestra una disposición en la que una señal DS de datos se divide mediante un desmultiplexor en dos señales DS1 y DS2 de datos con la mitad de tasa de transferencia de datos. Con estas señales de datos se modulan de nuevo las componentes OT1, OT2 ortogonales de la señal LS láser y las señales S1, S2 moduladas vuelven a integrarse en el acoplador 9 de polarización para dar la señal PMS de multiplexación por polarización. Con señales NRZ, en los moduladores se conectan aguas arriba memorias intermedias y la modulación se realiza de manera sincrónica.

Con el procedimiento según la invención resulta esencial una posición de fase lo más óptima posible entre las señales emisoras polarizadas ortogonalmente, que presentan la misma tasa de transferencia de datos, para minimizar las interferencias contrarias.

60 En la figura 4 se describe una disposición con una regulación. Dos fuentes 5 y 6 de señales de datos se sincronizan mediante un generador 11 de reloj común. La señal TS de reloj se alimenta a través de una unidad 71 de retardo fija o una unidad 7 de retardo ajustable, en cada caso, a una de las fuentes de señales de datos. Las fuentes de señales de datos emiten en cada caso una señal DS1 y DS2 de datos con las que se modulan en amplitud una señal portadora generada por el láser 1 en los moduladores 3 y 4. Con esta forma de realización están previstos dos puntos 17 y 18 de polarización que giran las señales moduladas en dos planos de polarización ortogonales entre sí. Las señales ortogonales se reúnen en un sumador 8 y se emitan como señal PMS de multiplexación por polarización. A través de un acoplador 9 de medición se deriva de esta señal una señal MS de medición y se convierte en un fotodiodo 19 en

ES 2 283 775 T3

una señal ES eléctrica. Esta se eleva al cuadrado en un multiplicador 20 y entonces se alimenta como señal ES² de medición elevada al cuadrado a un filtro 21, convenientemente uno de paso banda. Cuando los flancos de bit de las señales S1 y S2 son sincrónicos, la potencia en una gama de frecuencia que corresponde a la tasa de transferencia de datos de las señales de datos, por ejemplo en la gama de frecuencia de 10 Ghz con una tasa de transferencia de datos de 10 Gbits/s, está en un mínimo. Un regulador 22 conectado en la salida del filtro varía la unidad 7 de tiempo de propagación ajustable hasta que se alcanza este mínimo. La unidad 7 de tiempo de propagación ajustable puede conectarse en cualquier punto en el segundo trayecto 7, 6, 4, 18, 8 de señal inferior de la disposición. La disposición representada en la figura 1 también puede equiparse por supuesto con esta regulación.

Mediante la elevación al cuadrado adicional de la señal ES de medición eléctrica (la primera se realiza mediante el fotodiodo 19), se obtiene un mejor criterio de regulación. Básicamente puede decirse que o bien se regula a un máximo de la frecuencia base o a un mínimo de las proporciones de frecuencia parásita, lo que conduce generalmente a un régimen plano inferior.

La figura 5 muestra una variante adicional de la regulación. Se generan de nuevo dos señales S1 y S2 moduladas en amplitud polarizadas ortogonalmente. La figura 5 se diferencia de la figura 4 únicamente en que la portadora óptica generada por el láser 1 se guía a través de un divisor 9 de polarización, con lo cual los elementos de ajuste de polarización pueden suprimirse. De ambas señales S1 y S2 polarizadas moduladas se deriva, a través de acopladores 10 y 11 de medición en cada caso, una señal MS1 y MS2 de medición y se alimentan a conversores 12 y 13 óptico-eléctricos (demoduladores). Las señales eléctricas se comparan lógicamente entre sí en una puerta OR exclusiva o puerta NOR exclusiva. Si las señales S1 y S2 son sincrónicas sin diferencia de fase $\varphi = 0$, tal como está representado en el diagrama de tiempo de la figura 6, entonces la señal EX de salida de la puerta OR exclusiva presenta como máximo la mitad de frecuencia de la tasa de transferencia de datos. Sin embargo, si existe una diferencia de fase, por ejemplo $\varphi = 90^\circ$ entre las señales S1 y S2, tal como está representado también en el diagrama de tiempo de la figura 6 abajo, entonces la frecuencia de salida se duplica. Según la realización del filtro 24, el regulador 22 puede regular a un máximo de su señal de entrada de la mitad de la tasa de transferencia de datos o a un mínimo de su señal de entrada con una mayor tasa de transferencia de datos mediante ajuste de la unidad 7 de tiempo de propagación.

La figura 7 muestra una disposición adicional para la sincronización, que contiene dos detectores 30, 31, 32, 33 y 35, 36, 37, 38 de fase. Estos están realizados como detectores de fase Hogge con, en cada caso, dos circuitos 32, 33 ó 35, 36 basculantes y dos puertas OR 32, 33 ó 37, 38 exclusivas. El primer detector de fase, al que está asociada la primera trayectoria 5, 3, 8 de señal (superior), y que obtiene su señal de entrada a través de un primer acoplador 10 de medición y el fotodiodo 12, se encarga de que entre la señal de entrada y la señal de reloj TSH generada por un oscilador (VCO) 34 controlable haya una relación de fases definida. La señal de entrada del detector de fase se explora en este caso en el centro del bit por la señal TSH de reloj y se almacena en memoria intermedia en el circuito 30 basculante. Puesto que el generador 11 de reloj ya genera una señal TS de reloj con la misma frecuencia, en lugar del oscilador puede emplearse también una unidad de tiempo de propagación ajustable, con lo cual puede realizarse la conmutación esencialmente de manera más sencilla.

Con una construcción simétrica, mediante el segundo detector 35, 36, 37, 38 de fase, que obtiene su señal de entrada a través del segundo acoplador 11 de medición y el fotodiodo 13, se ajusta la unidad 7 de tiempo de propagación ajustable a través del regulador 39 de tal manera que la señal de entrada del segundo detector de fase también se explora en el centro, es decir, que ambas señales S1 y S2 son sincrónicas en fase. La figura 8 muestra este caso en un diagrama de tiempo.

Si en lugar de modulación de amplitud se emplea una modulación angular, podrían utilizarse las mismas conmutaciones, si las señales se convierten primero en señales moduladas en amplitud.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para reducir la degradación de señal de una señal (PMS) de multiplexación por polarización, que se genera mediante integración de una primera señal (S1) óptica modulada y una segunda señal (S2) óptica modulada con la misma tasa de transferencia de datos, que presenta otra polarización, **caracterizado** porque en la transmisión de señales (S1, S2) moduladas NRZ, la primera señal (S1) NRZ óptica y la segunda señal (S2) NRZ óptica se transmiten con una diferencia de fase de al menos casi cero, de modo que los límites de sección de modulación de la primera y la segunda señal (S1, S2) NRZ óptica se sitúan separados al máximo de los instantes de evaluación de la otra señal (S2, S1) NRZ óptica respectiva.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque entre la primera señal (S1) NRZ óptica y la segunda señal (S2) NRZ óptica se ajusta o se genera una diferencia de fase de al menos casi cero entre ambas señales (S1, S2).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la primera señal (S1) NRZ óptica se genera mediante modulación de una primera señal (OT1) portadora óptica con una primera señal (DS1) de datos, porque la segunda señal (S2) NRZ óptica se genera mediante modulación de una segunda señal (OT2) portadora óptica, que presenta otra polarización, con una segunda señal (DS2) de datos y porque estas dos señales (DS1, DS2) de datos se sincronizan entre sí.

4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la primera señal (S1) NRZ óptica se genera mediante modulación de una primera señal (OT1) portadora óptica con una primera señal (DS1) de datos, porque la segunda señal (S2) NRZ óptica se genera mediante modulación de una segunda señal (OT2) portadora óptica, que presenta otra polarización, con una segunda señal (DS2) de datos y porque la primera señal (DS1) de datos y la segunda señal (DS2) de datos se almacenan en memoria intermedia y se modulan con señales (TS1, TS2) de reloj que se derivan de un único generador (11) de reloj de manera sincrónica a las señales (OT1, OT2) portadoras.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la primera señal (DS1) de datos y la segunda señal (DS2) de datos se generan por desmultiplexación de una señal (DS) de datos, porque la primera señal (S1) NRZ óptica se genera mediante modulación de una primera señal (OT1) portadora óptica con una primera señal (DS1) de datos, porque la segunda señal (S2) NRZ óptica se genera mediante modulación de una segunda señal (OT2) portadora óptica, que presenta otra polarización, con una segunda señal (DS2) de datos.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque la primera señal (S1) NRZ óptica se genera mediante modulación de una primera señal (OT1) portadora óptica mediante modulación de dos o más niveles con una primera señal (DS1) de datos, y porque la segunda señal (S2) NRZ óptica se genera mediante modulación de una segunda señal (OT2) portadora óptica, que presenta otra polarización, mediante modulación de dos o más niveles con una segunda señal (DS2) de datos.

7. Disposición para reducir la degradación de señal de un sistema óptico de multiplexación por polarización que presenta dos trayectorias (5, 3, 8; 6, 4, 8) de señal con un modulador (3, 4) cada una, y que presenta dos fuentes (5, 6) de señales de datos con la misma tasa de transferencia de datos, que modulan en cada caso una portadora óptica, y que presenta un combinador (8) que integra las señales (S1, S2) NRZ ópticas moduladas para dar una señal (PMS) de multiplexación por polarización, **caracterizada** porque al menos una trayectoria (1, 6, 8, 20) de señal presenta un desfaseador (7) o una adaptación (13, 15) de reloj, que reduce la diferencia de fase entre las señales (S1, S2) moduladas y transmitidas en formato NRZ al menos casi a cero.

8. Disposición según la reivindicación 7, **caracterizada** porque en una trayectoria de señal, para el desplazamiento de una de las dos señales (S2) NRZ ópticas moduladas con respecto a la otra señal (S1) NRZ óptica modulada, está conectada una unidad (7, 71) de tiempo de propagación ajustable.

9. Disposición según la reivindicación 8, **caracterizada** porque como desfaseador está conectada una unidad (71) de retardo ajustable entre una de las fuentes (6) de señales de datos y un generador (11) de reloj que activa la fuente (6) de señales de datos mediante una señal (TS) de reloj.

10. Disposición según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizada** porque está previsto un dispositivo (9, 10, 7) de sincronización que regula la diferencia de fase entre las señales (S1, S2) NRZ ópticas moduladas al menos casi a cero.

11. Disposición según la reivindicación 10, **caracterizada** porque el dispositivo (9, 19, 20, 21, 22; 7) de sincronización presenta:

un divisor (9) que desacopla una parte de la señal (PMS) de multiplexación por polarización como señal (MS) de medición,

un conversor (19) óptico-eléctrico que convierte la señal (MS) de medición en una señal (ES) de medición eléctrica,

ES 2 283 775 T3

un multiplicador (20) que convierte la señal (ES) de medición eléctrica en una señal (ES²) de medición elevada al cuadrado,

un filtro que presenta propiedades de paso alto, cuya frecuencia límite inferior se sitúa por encima de la mitad de la tasa de transferencia de datos, o un filtro (21) que presenta propiedades de paso banda, cuya frecuencia media corresponde a la tasa de transferencia de datos, al que se alimenta la señal (ES²) de medición elevada al cuadrado,

un dispositivo (22, 7) de regulación al que se alimenta la señal (ES²) de medición elevada al cuadrado desde el filtro (21) como señal de regulación y que minimiza la amplitud de la señal de salida del filtro mediante desplazamiento temporal de una de las dos señales (S2) NRZ ópticas moduladas con respecto a la otra señal (S1) NRZ óptica modulada.

12. Disposición según la reivindicación 10, **caracterizada** porque el dispositivo (9, 19, 20, 21, 22; 7) de sincronización presenta:

un divisor (9) que desacopla una parte de la señal (PMS) de multiplexación por polarización como señal (MS) de medición,

un conversor (19) óptico-eléctrico que convierte la señal (MS) de medición en una señal (ES) de medición eléctrica,

un multiplicador (20) que convierte la señal (ES) de medición eléctrica en una señal (ES²) de medición elevada al cuadrado,

un filtro (21) que presenta propiedades de paso bajo, cuya frecuencia límite inferior se sitúa por encima de la mitad de la tasa de transferencia de datos, o un filtro (21) que presenta propiedades de paso banda, cuya frecuencia media corresponde a la tasa de transferencia de datos, al que se alimenta la señal (ES²) de medición elevada al cuadrado,

un dispositivo (22, 7) de regulación al que se alimenta la señal (ES²) de medición elevada al cuadrado desde el filtro como señal de regulación y que maximiza la amplitud de la señal de salida del filtro mediante desplazamiento temporal de una de las dos señales (S2) NRZ ópticas moduladas con respecto a la otra señal (S1) NRZ óptica modulada.

13. Disposición según la reivindicación 10, en la que se modula una portadora óptica a partir de dos fuentes (5, 6) de señales de datos con la misma tasa de transferencia de datos, **caracterizada** porque el dispositivo de sincronización presenta:

dos acopladores (10, 11) de medición, que desacoplan de cada una de las señales (S1, S2) moduladas una señal (MS1, MS2) de medición, conversores (12, 13) óptico-eléctricos que convierten las señales (MS1, MS2) de medición en señales (ES1, ES2) de medición eléctricas,

una puerta (23) OR exclusiva a la que se alimentan las señales (ES1, ES2) de medición eléctricas,

un regulador (22) al que se alimenta la señal de salida de la puerta (23) OR exclusiva a través de un filtro (24) y

que regula la señal de salida filtrada con un filtro que presenta una propiedades de paso banda o paso alto a un valor mínimo y, con un filtro que presenta propiedades de paso bajo, a un valor máximo.

14. Disposición según la reivindicación 10, **caracterizada** porque el dispositivo de sincronización presenta:

un primer acoplador (10) de medición, que está dispuesto en la primera trayectoria de señal y que desacopla de la primera señal (S1) modulada una primera señal (MS1) de medición,

un primer detector (30, 31, 32, 33) de fase en la primera trayectoria de señal, al que se alimenta la primera señal (MS1) de medición a través de un conversor (12) óptico-eléctrico y que controla un generador (34) de reloj que genera un reloj (TSH) de comparación,

un segundo acoplador (11) de medición, que está dispuesto en la segunda trayectoria de señal y que desacopla de la segunda señal (S2) modulada una segunda señal (MS2) de medición,

un segundo detector (35, 36, 37, 38) de fase en la segunda trayectoria de señal, al que se alimenta el reloj (TSH) de comparación y, a través de un segundo conversor (13) óptico-eléctrico, la segunda señal (MS1) de medición,

ES 2 283 775 T3

un regulador (39) que se controla por el segundo detector (35, 36, 37, 38) de fase y que controla una unidad (7) de retardo en la segunda trayectoria de señal o trayectoria de señal de reloj de tal manera que ambas señales (S1, S2) moduladas presentan la misma posición de fase.

- 5 15. Disposición según la reivindicación 14, **caracterizada** porque como regenerador (34) de reloj está prevista una unidad de tiempo de propagación controlada, a la que se alimenta la señal (TS) de reloj generada por el generador (11) de reloj.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

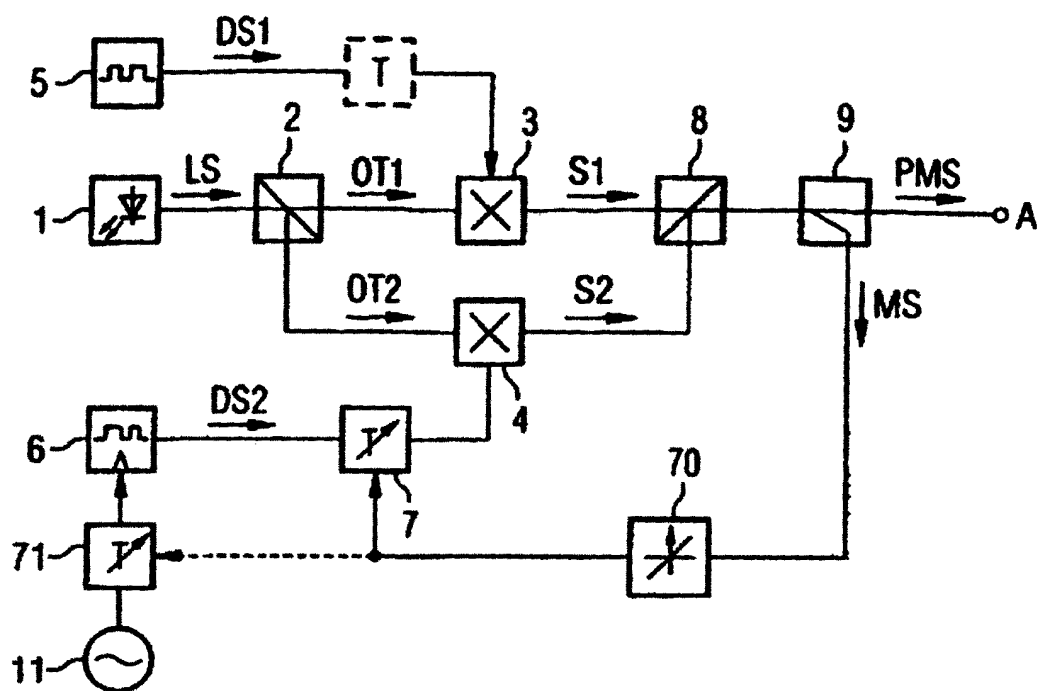


FIG 2

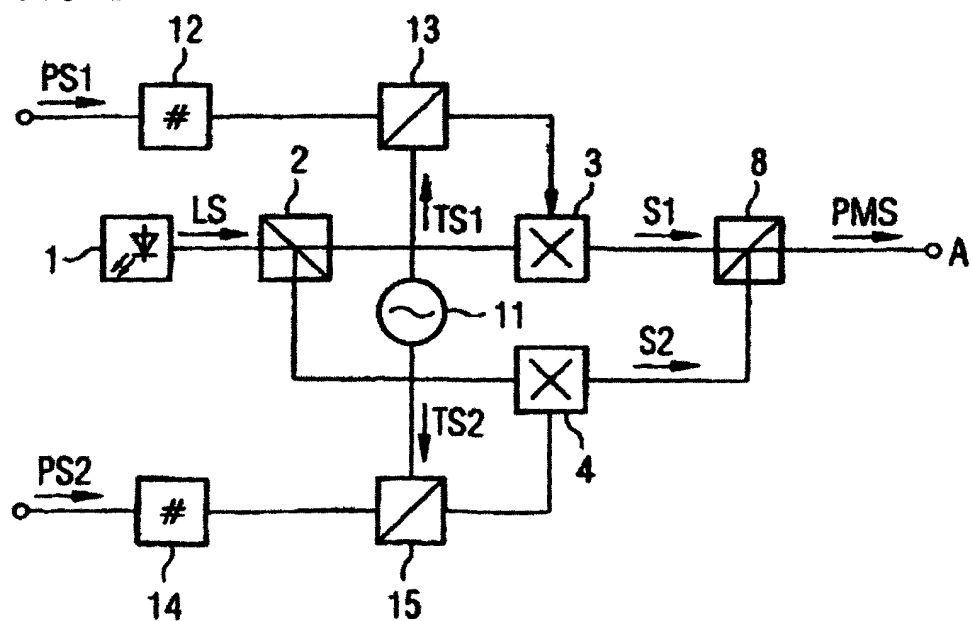


FIG 3

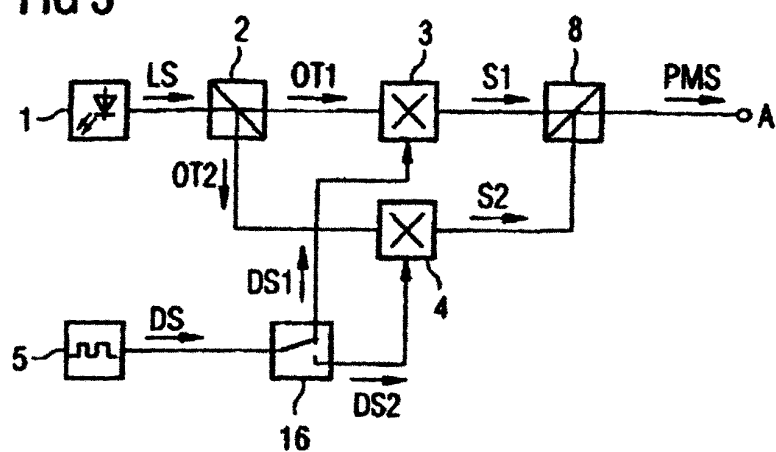


FIG 4

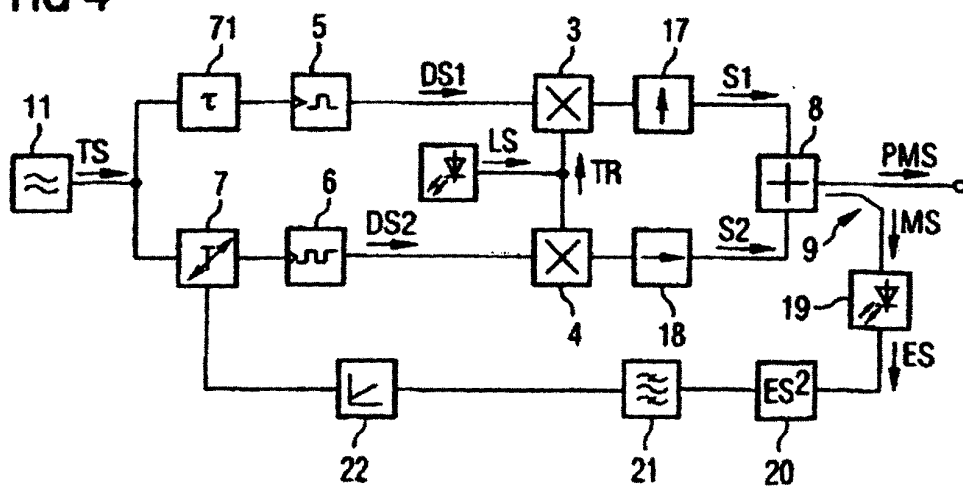


FIG 5

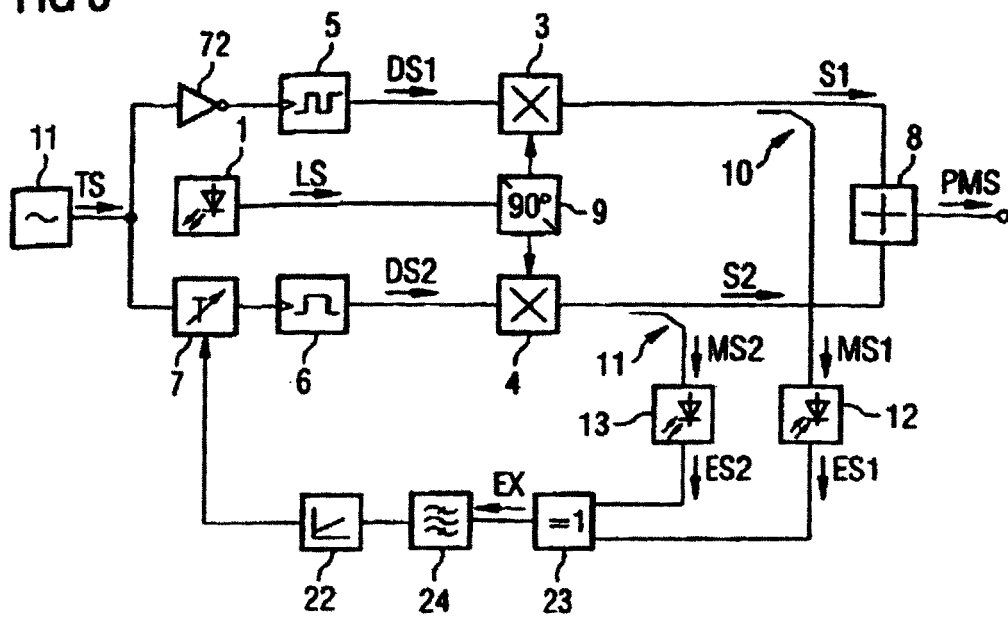


FIG 6

