

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 474 941**

51 Int. Cl.:

H03K 5/14 (2014.01)

H03L 7/081 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2008** **E 08769620 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014** **EP 2158678**

54 Título: **Sistemas y métodos para proporcionar señales retardadas**

30 Prioridad:

25.05.2007 US 754127

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.07.2014

73 Titular/es:

**NIITEK, INC. (100.0%)
23031 LADBROOK DRIVE
DULLES, VA 20166, US**

72 Inventor/es:

**WILENS, DAVID;
HIBBARD, MARK y
CUMMINGS, WILLIAM**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 474 941 T3

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

Sistemas y métodos para proporcionar señales retardadas

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a retardos de señal y, más específicamente, a sistemas y métodos para proporcionar señales retardadas.

10 **Antecedentes de la invención**

El muestreo en tiempo equivalente es una técnica para muestrear señales sustancialmente repetitivas. En un ejemplo, una señal de alta frecuencia es muestreada en un punto dado durante un primer ciclo. Durante el siguiente ciclo, se muestrea en otro punto desplazado en una cierta cantidad del primer punto, estando el desplazamiento representado en el tiempo por Δt . En ciclos sucesivos, Δt se incrementa de modo que el punto de muestreo se desplaza, cubriendo eventualmente la forma de onda completa. De ese modo, la forma de onda es muestreada en una ventana de tiempo que abarca múltiples ciclos de señal, y las muestras pueden ser procesadas para crear una forma de onda reconstruida con la misma forma que la forma de onda original, aunque "extendida" en el tiempo. El análisis puede ser realizado sobre la forma de onda reconstruida en vez de usar la señal original, de alta frecuencia.

Una técnica para llevar a cabo un muestreo en tiempo equivalente sobre una onda utiliza dos señales de disparo. La primera señal de disparo es de frecuencia fija, y dispara la transmisión de la forma de onda. La segunda señal de disparo está retardada respecto a la primera señal de disparo, y se utiliza para provocar un muestreo de la forma de onda. El retardo de la segunda señal de disparo tiene un Δt que se incrementa con cada ciclo, según se ha descrito anteriormente.

Los sistemas de la técnica anterior para crear las dos señales de disparo en sistemas de radar se basan en circuitos analógicos. Por ejemplo, un sistema de doble rampa tiene una rampa lenta y una rampa rápida, donde la rampa lenta añade un retardo en incrementos de tiempo más finos que la rampa rápida. La rampa lenta determina en qué parte de la rampa rápida se genera el pulso. La señal se alimenta a continuación a un comparador analógico para generar el pulso en los puntos deseados.

Tales sistemas de la técnica anterior tienen normalmente varias desventajas. Por ejemplo, tales sistemas tienden a comportarse de manera diferente a diferentes temperaturas operativas y edades. Además, las unidades de retardo tienen variaciones de fabricación intrínsecas. La sincronización de tales sistemas para compensar la variación con la temperatura, la variación con la edad y las variaciones de fabricación, incluye ajustar uno o más potenciómetros, lo que es difícil de hacer con precisión durante la operación del dispositivo. No existe en la actualidad ningún sistema disponible que proporcione señales de retardo fiablemente y con sincronización efectiva y eficiente.

El documento US 2005/286320 está dirigido a un aparato de control de retardo que incluye un primer y un segundo elementos de retardo, cada uno de ellos configurado para recibir y retardar una señal estroboscópica y de reloj mediante un valor de retardo predeterminado.

El documento US 6.055.287 está dirigido a circuitos de reloj de bucle enganchado de retardo que no utilizan comparadores de fase.

El documento US 6.150.863 está dirigido a circuitos de realimentación que emparejan automáticamente el período de retardo de un circuito de retardo con un período de retardo de una señal de reloj distribuida.

El documento US 5.336.940 está dirigido a una plataforma de salida para un circuito integrado que incluye circuitería para fijar el retardo de salida en un valor constante, incluso cuando se producen cambios en la tensión de la fuente de alimentación, al proceso de fabricación y a la temperatura.

55 **Breve resumen de la invención**

La presente invención está dirigida a sistemas y métodos para calibrar señales retardadas y también a sistemas y métodos para proporcionar señales de disparo controladas digitalmente en sistemas de radar.

Un objeto de la invención consiste en proporcionar un sistema con sincronización efectiva y eficiente de señal retardada.

Este objeto se ha conseguido con las características de las reivindicaciones 1 y 10.

En un ejemplo de realización, una técnica compara una señal retardada procedente de una línea de retardo programable con un retardo fijo, conocido. El retardo conocido, fijo, puede ser independiente de los diversos fenómenos que ocasionan la varianza operacional en la línea de retardo programable de modo que sea un retardo de

calibración confiable. La señal retardada se ajusta de modo que su retardo es eventualmente igual, o se aproxima de manera muy cercana, al retardo conocido. Además, se pueden calibrar múltiples puntos de retardo en la señal de esta manera, con el uso de múltiples retardos conocidos.

5 En algunas realizaciones, los sistemas y métodos conocidos utilizan una línea de retardo digitalmente programable para conseguir modulación estroboscópica para muestreo en tiempo equivalente para adquisición por radar. Se pueden usar técnicas de calibración, tal como la que se ha descrito con anterioridad, para calibrar el retardo a partir de la línea de retardo digitalmente programable.

10 Lo que antecede ha perfilado de manera bastante amplia las características y las ventajas técnicas de la presente invención con el fin de que la descripción detallada de la invención que sigue pueda ser mejor comprendida. En lo que sigue se van a describir características y ventajas adicionales de la invención que constituyen el objeto de las reivindicaciones de la invención. Los expertos en la materia podrán apreciar que la concepción y la realización específica que se describen pueden ser fácilmente utilizadas como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente invención. Las características novedosas que se considera que son propias de la invención, tanto en su organización como en su forma de operación, junto con otros objetos y ventajas, podrán ser mejor comprendidas a partir de la descripción que sigue cuando se considera en relación con los dibujos que se acompañan. Debe entenderse expresamente, sin embargo, que cada una de las figuras ha sido proporcionada a efectos de ilustración y descripción solamente y no se pretende que sea una definición de los límites de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

25 Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace ahora referencia a la descripción que sigue tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una ilustración de un ejemplo de sistema adaptado según una realización de la invención;

30 la figura 2 es un ejemplo de diagrama de retardo para el sistema de la figura 1;

la figura 3 es un ejemplo de diagrama de retardo para el sistema de la figura 1, que muestra un ejemplo de puntos de calibración;

35 la figura 4 es una ilustración de un ejemplo de sistema adaptado según una realización de la invención para proporcionar una señal de retardo y calibrar el mecanismo de retardo;

la figura 5 es un diagrama de temporización de señal para la operación del sistema de la figura 4;

40 la figura 6 es una ilustración de un ejemplo de sistema adaptado según una realización de la invención;

la figura 7 es una ilustración de un ejemplo de método de calibración de una señal, adaptado según una realización de la invención, y

45 la figura 8 es una ilustración de un ejemplo de método para proporcionar una señal retardada a un sistema de radar, tal como el sistema de la figura 6.

Descripción detallada de la invención

50 La figura 1 es una ilustración de un ejemplo de sistema 100 adaptado según una realización de la invención. El sistema 100 incluye la unidad 101 de retardo variable. La unidad de retardo variable puede ser cualquiera de una diversidad de unidades de retardo conocidas actualmente o que se desarrollen con posterioridad, que aplican un retardo variable a una señal. Los ejemplos incluyen una línea de retardo programable, digitalmente controlable, modelo SY89296, disponible en Micrel, Inc. La unidad 101 de retardo variable proporciona retardo en una serie de etapas discretas, según se explica con mayor detalle en lo que sigue en relación con la figura 2.

55 El sistema 100 incluye también un segundo retardo 102. El segundo retardo 102 puede ser cualquiera de una diversidad de componentes de retardo conocidos en la actualidad o desarrollados con posterioridad, incluyendo aunque sin limitación trazas de señal y cable coaxial. El cable coaxial es un material deseable en muchas realizaciones debido a sus características de retardo constante y relativamente precisas, incluso a una diversidad de temperaturas operativas. En el sistema 100, la señal que se introduce en el segundo retardo 102 incluye el retardo proporcionado por la unidad 101 de retardo variable. En efecto, la unidad 101 de retardo variable y el segundo retardo 102 están dispuestos en el sistema 100 a modo de retardos de etapa fina y de etapa ordinaria, respectivamente.

65 El sistema 100 incluye también la unidad 103 de salida que presenta a la salida selectivamente una de sus dos señales de entrada. La unidad 103 de salida puede incluir cualquier clase de conmutador, tal como un multiplexor digital. En un ejemplo, se producen retardos más pequeños presentando a la salida la señal procedente de la unidad

- 101 de retardo variable, mientras que los retardos más grandes se producen presentando a la salida la señal procedente del segundo retardo 102. El retardo más pequeño puede ser producido presentando a la salida la señal procedente del retardo 101 variable cuando está en, o cerca de, su retardo mínimo definido. La unidad 101 de retardo variable puede ser controlada de modo que produzca un retardo creciente con cada ciclo de la señal de disparo. Una vez que la unidad 101 de retardo variable alcanza su máximo definido, la unidad 103 de salida conmuta su salida a la señal procedente del segundo retardo 102, y el retardo 101 variable reduce su retardo a, o cerca de, su mínimo (por ejemplo, un valor cero definido). El retardo 101 variable sigue entonces incrementando su retardo con cada ciclo sucesivo.
- 10 Aunque no se ha representado, debe apreciarse que el sistema 100 puede ser controlado mediante cualquiera de una diversidad de unidades de control. Por ejemplo, se puede proporcionar control digital mediante un procesador de uso general (como en un ordenador personal), con un Circuito Integrado Específico de la Aplicación (ASIC), con un chip de control digital especializado, con una Matriz de Puerta Programable en Campo (FPGA), y/o otros similares.
- 15 La figura 2 es un ejemplo de diagrama de retardo para el sistema 100 (figura 1). En un ejemplo, el retardo 102 fijo proporciona 10 nseg de retardo, y el retardo 101 variable proporciona hasta 10 nseg de retardo en etapas discretas linealmente crecientes. Esto permite un rango total de ajuste de 20 nseg, según se muestra. El rango 200 muestra pasos discretos atribuibles al retardo 101 variable, cuando la unidad 103 de salida presenta a la salida la señal procedente del retardo 101 variable. El rango 201 muestra el retardo que es posible cuando la unidad 103 de salida presenta a la salida la señal procedente del retardo 102 fijo, en donde los primeros 10 nseg son atribuibles al retardo 102 fijo, y las etapas adicionales son proporcionadas por el retardo 102 variable con cada ciclo sucesivo. Usando este escenario, la "rampa" de retardo se incrementa monotónicamente a través de la totalidad de la gama de 20 nseg.
- 25 La figura 3 es un ejemplo de diagrama de retardo para el sistema 100 (figura 1), que muestra ejemplos de puntos de calibración. Una característica de algunas unidades de retardo variable (tal como la unidad 101 de la figura 1) es que el comportamiento depende con frecuencia de la temperatura, la edad, y/o las variantes de fabricación. Por ejemplo, el Micrel SY89296 a base de silicio, experimenta cambios según se incrementa la temperatura de trabajo. Por lo tanto, el retardo proporcionado en un punto puede estar desviado unos pocos nanosegundos de la etapa de retardo correspondiente en el mismo sistema 5 minutos más tarde. Por el contrario, los retardos fijos basados en cable son relativamente constantes a través de la mayor parte de las temperaturas de operación normal y de las edades siempre que la longitud sea constante, aunque no todos los retardos fijos sean necesariamente constantes. En consecuencia, muchas realizaciones pueden beneficiarse de una o más técnicas de calibración para compensar la deriva y/o la variación de los componentes de retardo.
- 30 Un ejemplo de técnica para compensar la deriva y/o la variación, calibra el retardo respecto a tres retardos fijos conocidos (en los puntos 0, A & B de la figura 3) proporcionados por tres retardos conocidos y reales, por ejemplo a partir de tres cables coaxiales de calibración separados. Los puntos de calibración de la figura 3 corresponden en general a valores próximos al comienzo de la gama de retardo (Punto 0), próximos a la zona media de la gama de retardo (Punto A), y próximos al final de la gama de retardo (Punto B). En una realización, en la que se proporciona el retardo de calibración mediante cables coaxiales, la longitud respectiva de cada uno de los cables corresponde a uno de los puntos de retardo.
- 35 Por ejemplo, un primer cable coaxial que corresponde al punto 0, se corta de modo que se pueda calibrar un retardo variable (por ejemplo, 101 de la figura 1) para que se empareje con el retardo del punto 0 cuando está cerca del comienzo de la gama de retardo cuando no se activa por conmutación un retardo fijo (por ejemplo, 102 en la figura 1). Este retardo se elige de modo que el punto cero definido (por ejemplo, el comienzo de una ventana de observación de radar) proporcione espacio para el ajuste posterior, si se necesita. (Lo mismo puede decirse en relación con el Punto B, que está próximo pero no a la altura del extremo superior de la gama).
- 40 Continuando con el ejemplo, un segundo cable coaxial de compensación correspondiente al punto A se corta de modo que el retardo variable pueda ser calibrado para que se empareje con el retardo cuando se ajusta a un valor próximo al extremo de su gama de retardo cuando la línea de retardo fijo no se ha conmutado a activación.
- 45 Según se ha descrito en lo que antecede con relación a la figura 2, varias realizaciones conmutan la señal de salida cuando la fuente de retardo variable alcanza o se aproxima a su máximo definido, por ejemplo, conmutando a una señal de salida que proviene de una fuente de retardo fijo. Con el fin de mejorar la continuidad en este punto de conmutación, algunas realizaciones se calibran, para el punto A, con y sin fuente de retardo fijo conmutada a conexión.
- 50 Un tercer cable coaxial de calibración correspondiente al punto B, se corta de modo que el retardo variable pueda ser calibrado de modo que se empareje con la señal de salida cuando se ajusta a, o está cerca de su máximo definido cuando la línea de retardo fijo se activa por conmutación. Este punto puede ser definido como el final de la ventana de observación.
- 55 La figura 4 es una ilustración de un ejemplo de sistema 400 adaptado conforme a una realización de la invención para proporcionar una señal retardada y calibrar el mecanismo de retardo. El sistema 400 incluye el sistema 100 con los
- 60
- 65

componentes asociados para la calibración del retardo proporcionado a la señal. El retardo de calibración 401 corresponde al Punto 0 de la figura 3, el retardo de calibración 402 corresponde al Punto A, y el retardo de calibración 403 corresponde al Punto B. Cada retardo 401-403 de calibración, se alimenta a un detector de fase 411-413 asociado. La salida de los detectores de fase 411-413 va a una unidad de control. En este ejemplo, los detectores de fase 411-413 son flip-flops de rampa ascendente, aunque otras realizaciones pueden usar técnicas diferentes, tal como las que emplean flip-flops de rampa descendente. La unidad de control (no representada) de esta realización es la misma unidad de control que controla el sistema 101.

En el sistema 400, la calibración se realiza como sigue. En primer lugar, la unidad 103 de salida selecciona la señal a partir del retardo 101 variable, el cual está en, o próximo a, su valor mínimo. Con cada ciclo sucesivo, el retardo es escalonado hasta que el detector de fase 411 vuelve a cero. El cero indica que el retardo en la señal de salida y el retardo del componente 410 son iguales. De forma similar, un cero en el detector de fase 412 indica que el retardo en la señal es el mismo que en el componente 402, y un cero en el detector de fase 413 indica que el retardo en la señal es el mismo que en el componente 403. Una vez que se han realizado las pruebas de calibración, la unidad de control sabe cuáles de las palabras de control están asociadas a los Puntos 0, A y B y controla consiguientemente al sistema 100.

La figura 5 es un diagrama de temporización de señal para la operación del sistema 400. La figura 5 muestra una repetición de la señal de disparo. Las salidas de los comparadores de fase 411-413 son leídas por la unidad de control después del Punto B más una pequeña cantidad de retardo de propagación (para una lectura más precisa) y antes de la siguiente repetición. En algunas realizaciones, este periodo representa la ventana del detector de fase válida.

Con el fin de encontrar las disposiciones de calibración apropiadas del mecanismo de retardo de señal de disparo, el sistema 400 utiliza el procedimiento que sigue:

1. Establecer la palabra de control en disposición de mínimo retardo con el retardo 102 fijo (figura 4) conmutado a desactivación o no insertado. La salida del detector de fase 411 estará alta mientras la ventana del detector de fase sea válida debido a que el borde creciente de la salida del sistema 100 aparece en una entrada al comparador de fase 411 con anterioridad a la salida de la unidad 401 de calibración (entrada de reloj al flip-flop).

2. Incrementar la palabra de retardo de control una vez por ciclo de señal hasta que la salida leída desde el detector de fase 411 esté baja. En este valor de palabra de retardo de control (denominada "retardo cero"), el retardo en el sistema 100 se empareja con el retardo en la unidad 401 de calibración.

3. Repetir las etapas 1 y 2 para el detector de fase 412 también con el retardo 102 fijo conmutado a desactivación. La palabra de retardo de control resultante puede ser denominada "retardo A".

4. Repetir las etapas 1 y 2 para el detector de fase 412 con el retardo 102 fijo conmutado a activación. La palabra de retardo de control resultante puede ser denominada "retardo A principal".

5. Repetir las etapas 1 y 2 para el detector de fase 413 con el retardo 102 fijo activado. La palabra de retardo de control resultante puede ser denominada "retardo B".

La unidad de control utiliza entonces estos valores de palabra de retardo para incrementar el retardo sustancialmente de forma lineal (es decir, al menos el 95% lineal) y monotónicamente desde el principio hasta el final del extremo de la ventana de observación. La palabra de retardo de control se incrementa linealmente desde retardo 0 a retardo A sin retardo fijo 102 (ventana de retardo 1) y después desde el retardo A principal hasta el retardo B con retardo fijo 102 (ventana de retardo 2). Puesto que el retardo efectivo de los valores "retardo A" y "retardo A principal" son iguales, la unidad de control puede calibrar antes y después de la calibración en el retardo 102 fijo mientras elimina mucha falta de linealidad y discontinuidad.

Los sistemas tales como el sistema 100 (figura 1) y el sistema 200 (figura 2) pueden ser usados en una diversidad de aplicaciones. Por ejemplo, el retardo en rampa proporcionado por varias realizaciones puede estar adaptado para su uso en sistemas que realizan muestreo en tiempo equivalente. Así, en una realización, un sistema de radar puede usar la señal de disparo (señal de entrada en el sistema 100) como un desencadenante de transmisión y usar la señal de disparo retardada (salida del sistema 100) como activador de recepción. El retardo linealmente creciente en la señal de activación de recepción puede ser usado para capturar porciones sucesivas de la forma de onda de la señal retornada. La ventana de observación discutida con anterioridad puede ser usada como ventana de observación de radar.

Un sistema de radar adaptado según una realización de la invención ha sido mostrado en la figura 6, el cual es un simple esquema. El sistema 600 incluye un mecanismo 601 de disparo, un módulo 602 de radiofrecuencia (RF), una antena 603, y una unidad 604 de procesamiento de señal. El mecanismo 601 de disparo proporciona en este ejemplo las señales de disparo 611 y 612, siendo la señal de disparo 612 una versión retardada de la señal de disparo 611. El mecanismo 601 de disparo puede ser implementado según una diversidad de formas, incluyendo al igual que el

- sistema 100 (figura 1) o al igual que el sistema 400 (figura 4) mecanismos de control asociados. El módulo 602 de RF recibe las señales de disparo 611 y 612 y lleva a cabo las operaciones de transmisión y de recepción a través de la antena 603. Aunque solamente se ha mostrado una antena, se debe apreciar que se puede usar un número cualquiera de antenas y que se pueden usar disposiciones de antena separadas para transmisión y recepción en algunas realizaciones. Las señales de retorno son analizadas por la unidad 604 de procesamiento para proporcionar una salida a un usuario o a otra aplicación. Por ejemplo, la unidad 604 de procesamiento puede analizar la señal usando muestreo en tiempo equivalente facilitado por la disposición de señal de disparo retardada. Se puede usar entonces una forma de onda reconstruida para proporcionar datos a un usuario o a una aplicación.
- 5
- 10 Adicionalmente a encontrar utilidad en aplicaciones de radar, diversas realizaciones de la presente invención pueden ser usadas en numerosas aplicaciones. Cualquier aplicación que utilice señales retardadas para capturar formas de onda puede verse potencialmente beneficiada, incluyendo los analizadores de señal en laboratorios de física, los comprobadores de microchip, y similares.
- 15 La figura 7 es una ilustración de un ejemplo de método 700 para calibrar una señal, adaptado según una realización de la invención. El método 700 puede ser llevado a cabo, por ejemplo, mediante un sistema de calibración, tal como el sistema 400 (figura 4) con una unidad de control asociada. En un ejemplo, la unidad de control ejecuta un código legible con máquina en forma de software y/o de firmware para llevar a cabo las operaciones.
- 20 En la etapa 701, se recibe una primera señal, incluyendo la primera señal un retardo desde una unidad de retardo variable. En un ejemplo, la unidad de retardo variable es una línea de retardo basada en semiconductor que experimenta derivas con la temperatura de trabajo. Sin embargo, el método 700 puede ser adaptado para su uso con cualquier clase de unidad de retardo variable, con independencia del tipo de deriva que experimente.
- 25 En la etapa 702, se recibe una segunda señal, incluyendo la segunda señal un retardo desde una fuente de retardo conocido y fijo. Por ejemplo, el retardo producido por cables coaxiales cortados puede servir como retardo conocido y fijo. Además, el segundo retardo es real, puesto que realmente se aplica a la segunda señal. En este ejemplo, el segundo retardo es independiente de los factores que causen deriva en la unidad de retardo variable. Por ejemplo, si la unidad de retardo variable es un dispositivo semiconductor que presenta derivas con la temperatura, el segundo retardo puede ser proporcionado por un componente que sea sustancialmente independiente de la temperatura, tal como un componente basado en cable.
- 30 En la etapa 703, la primera y la segunda señales son comparadas. La comparación puede ser llevada a cabo, por ejemplo, mediante cualquiera de los comparadores de fase 411-413 (figura 4). Además, la comparación puede ser realizada sobre múltiples ciclos de la primera señal con retardo creciente o decreciente procedente de la unidad de retardo variable. Tal comparación se ha descrito anteriormente en relación con la figura 4. La etapa 703 puede incluir también salvar un parámetro (tal como una palabra de control de datos asociada) que indique cuándo se emparejan los retardos de la primera y segunda señales.
- 35 En la etapa 704, la unidad de retardo variable está controlada para que presente a la salida el primer retardo sustancialmente igual que el segundo retardo en respuesta a la comparación. Por ejemplo, el primer retardo se calibra de modo que se empareje con el retardo conocido, al menos en un punto de retardo.
- 40 En la etapa 705, la primera señal con el primer retardo controlado es proporcionada a un sistema activado junto con otra señal sin el primer retardo. Por ejemplo, las dos señales pueden ser proporcionadas a un sistema de radar con la señal retardada utilizada como señal de disparo de recepción y la otra señal como señal de disparo de transmisión para llevar a cabo un muestreo en tiempo equivalente. (Aunque debe apreciarse que es posible usar una señal de disparo retardada como señal de transmisión y otra señal de disparo no retardada como señal de recepción).
- 45 El método 700 ha sido mostrado como una serie de etapas discretas; sin embargo, las diversas realizaciones pueden añadir, omitir, reordenar o modificar algunas etapas. Por ejemplo, se pueden repetir las etapas 701-704 para una pluralidad de retardos de calibración. Por ejemplo, la figura 4 ilustra una realización con tres retardos de calibración, y varias realizaciones son escalables para un número de retardos de calibración. Además, la calibración puede ser realizada en uno cualquiera de una diversidad de momentos durante el funcionamiento del sistema. Ésta puede ser realizada tras un número específico de ciclos de señal; después de que haya pasado una cantidad específica de tiempo, tras un cambio de temperatura de funcionamiento, y/o similar. Adicionalmente, varias realizaciones son escalables para cualquier número de señales de disparo retardadas, y cada señal de disparo puede ser calibrada para un número de puntos de retardo.
- 50 La figura 8 es una ilustración de un ejemplo de método 800 para proporcionar una señal retardada a un sistema de radar, tal como en el sistema 600 (figura 6). El método 800 puede ser realizado, por ejemplo, en un sistema de radar, tal como el sistema 600. En un ejemplo, una unidad de control en un sistema 600 de radar ejecuta un código legible con máquina en forma de software y/o firmware para llevar a cabo las operaciones.
- 60 En la etapa 801, una señal de disparo es recibida en una unidad de retardo variable que aplica un retardo variable a la misma para producir una primera señal de salida. Por ejemplo, el retardo puede ser incrementado o reducido con
- 65

ciclos sucesivos de la señal de disparo de modo que la unidad de retardo variable añade un retardo cambiante a la señal de disparo. Un ejemplo de retardo variable es el retardo 101 de la figura 1.

5 En la etapa 802, la salida de la unidad de retardo variable es recibida por una unidad de retardo ordinario que añade un retardo ordinario a la misma para producir una segunda señal de salida. De ese modo, la segunda señal de salida añade otro retardo a la primera señal de retardo. En algunas realizaciones, el retardo ordinario puede ser un retardo fijo, tal como un cable coaxial, aunque otras realizaciones no están necesariamente limitadas al mismo.

10 En la etapa 803, una de las primera y segunda señales de salida es presentada selectivamente a la salida para producir una tercera señal de salida, teniendo la tercera señal de salida una gama de retardo a partir de una referencia cero hasta un retardo igual a un retardo máximo variable definido más el retardo fijo. Un diagrama de un ejemplo de retardo ha sido mostrado en la figura 2, actuando el retardo variable como retardo fino adicionalmente al retardo ordinario. La presentación de salida selectiva puede ser llevada a cabo, por ejemplo, mediante un multiplexor, según se muestra en la figura 1. En algunas realizaciones, la entrada de control se utiliza para seleccionar la salida del dispositivo de conmutación de modo que la salida sea sustancialmente lineal a través de la gama de retardo completa.

20 En la etapa 804, la tercera señal y la señal de disparo se aplican en un sistema de radar para llevar a cabo un muestro en tiempo equivalente sobre una forma de onda recibida. Por ejemplo, la señal de disparo puede ser usada como disparo de transmisión, y la tercera señal puede ser usada como señal de disparo de recepción de retardo en rampa para muestrear sucesivamente diferentes partes de una forma de onda con cada ciclo de la señal de disparo.

25 El método 800 ha sido mostrado en forma de una serie de etapas discretas; sin embargo, las diversas realizaciones pueden añadir, omitir, reordenar o modificar algunas etapas. Por ejemplo, las etapas 801-803 pueden ser repetidas a través de muchos ciclos para producir dos disparos de repetición de una frecuencia dada, con una de las señales de disparo siendo retardada crecientemente. Además, varias realizaciones son escalables para cualquier número de señales de disparo retardadas.

30 Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar una o más ventajas sobre los sistemas de la técnica anterior. Por ejemplo, es generalmente más fácil controlar sistemas 100 (figura 1) y 400 (figura 4) que controlar circuitos sumadores de señal analógica de la técnica anterior que se basan en potenciómetros para la sincronización. De ese modo, algunas realizaciones pueden resultar más eficientes de operar cuando se comparan con los sistemas de la técnica anterior.

35 Además, diversas realizaciones de la invención son relativamente independientes de los ciclos anteriores. En los sistemas de la técnica anterior, en tales sistemas que utilizan circuitos sumadores de señal analógica, la temporización exacta y el retardo exacto de la red de retardo dependen en parte de la duración de tiempo desde el anterior pulso de disparo de transmisión a recepción, debido en su mayor parte a energía residual en condensadores e inductores asociados. Por el contrario, muchas realizaciones de la presente invención eliminan gran parte de la capacitancia y la inductancia que provocan dependencia de evento previo en los sistemas de la técnica anterior.

40

REIVINDICACIONES

1.- Un aparato de retardo variable, que comprende:

5 una unidad de retardo variable configurada para recibir una señal de disparo y una serie de entradas de palabra de control para producir una serie de señales de salida retardadas respecto a la señal de disparo en una serie de cantidades dentro una gama de retardo, estando la serie de cantidades asociada a la serie de entradas de palabra de control, y

10 una unidad de calibración configurada para recibir la serie de señales de salida desde la unidad de retardo variable y para recibir al menos una señal de salida fija retardada respecto a la señal de disparo procedente de al menos una fuente de retardo fijo, estando la al menos una fuente de retardo fijo configurada para proporcionar al menos una señal de salida fija dentro de la gama de retardo a efectos de calibración, comparando la unidad de calibración dicha serie de señales de salida procedentes de la unidad de retardo variable con la al menos una señal de salida fija para calibrar la serie de cantidades y la serie de entradas de palabra de control para controlar la operación de la unidad de retardo variable a través de la gama de retardo con el fin de producir una serie de retardos crecientes incrementados de forma sustancialmente lineal con cada ciclo de la señal de disparo independientemente de la deriva inducida ambientalmente, o con el fin de producir una serie de retardos decrecientes decrementados de forma sustancialmente lineal con cada ciclo de la señal de disparo independientemente de la deriva inducida ambientalmente.

20 2.- El aparato de retardo variable de la reivindicación 1, en el que dicha operación está dentro de una gama de temperatura que provoca deriva dependiente de la temperatura en dicha unidad de retardo variable.

3.- El aparato de retardo variable según las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende además:

25 un sistema de radar en comunicación con una salida de señal de disparo que presenta a la salida una señal de disparo, estando el sistema de radar en comunicación también con dicha unidad de retardo variable que presenta a la salida la serie de señales de salida, estando el sistema de radar configurado para usar dicha señal de disparo y la serie de señales de salida para llevar a cabo un muestreo en tiempo equivalente sobre la información de radar recibida.

4.- El aparato de retardo variable según las reivindicaciones 1 o 2, en el que:

35 dicha unidad de retardo variable incluye una línea de retardo variable programable que proporciona un retardo variable para una primera señal de disparo;

comprendiendo además dicho aparato:

40 una unidad de retardo ordinario en comunicación con dicho retardo variable para una primera señal de disparo, proporcionando dicha unidad de retardo ordinario un segundo retardo a dicho retardo variable para una primera señal de disparo, y

45 lógica de calibración que compara el retardo de dicha al menos una fuente de retardo fijo con el citado retardo variable para una primera señal de disparo y con una señal procedente de la citada unidad de retardo ordinario, y que proporciona al menos una entrada de palabra de control para controlar la citada línea de retardo variable programable en respuesta a dicha comparación.

5.- El aparato de retardo variable según la reivindicación 4, que comprende además:

50 un componente de conmutación configurado para presentar a la salida selectivamente una señal seleccionada a partir de una lista consistente en:

dicho retardo variable para una primera señal de disparo, y

55 una señal procedente de dicha unidad de retado ordinario.

6.- El aparato de retardo variable según la reivindicación 5, que comprende además:

60 una pluralidad de retardos fijos, y en el que dicha lógica de calibración compara la salida de dicho componente de conmutación con dicha pluralidad de retardos fijos, cada uno en un punto diferente de la gama de retardo.

7.- El aparato de retardo variable según la reivindicación 4, que comprende además una unidad de conmutación que proporciona selectivamente una señal de disparo de salida para una unidad de radar, siendo dicha señal seleccionada a partir de la lista consistente en:

65 dicho retardo variable para una primera señal de disparo, y

una señal procedente de la citada unidad de retardo ordinario.

5 8.- El aparato de retardo variable según la reivindicación 7, en el que dicha unidad de conmutación proporciona la citada señal de disparo de salida como una señal retardada de forma linealmente creciente a través de la gama de retardo, estando dicho retardo creciente proporcionado al menos en parte por dicha línea de retardo variable programable.

10 9.- El aparato de retardo variable según la reivindicación 8, en el que dicha unidad de radar recibe la citada señal de disparo de salida y dicha primera señal de disparo, y emplea dicha señal de disparo de salida y dicha primera señal de disparo para realizar un muestreo en tiempo equivalente de la información de radiofrecuencia recibida.

10.- Un método, que comprende:

15 recibir una primera señal, incluyendo dicha primera señal una de una serie de primeras cantidades de retardo desde una unidad de retardo variable,

20 en el que la citada de una serie de primeras cantidades de retardo tiene un retardo creciente o decreciente con relación a una señal de disparo dentro de una gama de retardo, y

en el que la citada de una serie de primeras cantidades de retardo está asociada a una de una serie de entradas de palabra de control;

25 recibir una segunda señal, incluyendo la segunda señal un segundo retardo en relación con la señal de disparo procedente de una fuente de retardo conocido y fijo, representando el segundo retardo un punto en la gama de retardo de la unidad de retardo variable a efectos de calibración,

comparar dichas primera y segunda señales, y

30 usar la serie de entradas de palabra de control para controlar dicha unidad de retardo variable en respuesta a dicha comparación con el fin de producir una serie de retardos crecientes incrementados de forma sustancialmente lineal con cada ciclo de la señal de disparo independientemente de la deriva inducida ambientalmente, o con el fin de producir una serie de retardos decrecientes decrementados de forma sustancialmente lineal con cada ciclo de la señal de disparo independientemente de la deriva inducida ambientalmente.

35 11.- El método según la reivindicación 10, que comprende además:

40 recibir una tercera señal, incluyendo dicha tercera señal un retardo procedente de otra fuente de retardo fijo y conocido;

comparar dichas primera y tercera señales; y

45 controlar dicha unidad de retardo variable para presentar a la salida dicho primer retardo que es sustancialmente igual que dicho tercer retardo en respuesta a dicha comparación, representando dichos segundo y tercer retardos al menos dos puntos en la gama de retardo de la citada unidad de retardo variable.

12.- El método según la reivindicación 10, que comprende además:

50 recibir una tercera señal, incluyendo dicha tercera señal un retardo procedente de otra fuente de retardo fijo y conocido;

comparar dicha primera y tercera señales; y

55 controlar dicha unidad de retardo variable para presentar a la salida dicho primer retardo que es sustancialmente igual que dicho tercer retardo en respuesta a dicha comparación, representando dicho segundo retardo un punto en la gama de retardo de dicha unidad de retardo variable, y representando dicho tercer retardo el punto en dicha gama de retardo de la citada unidad de retardo variable en el que una fuente de retardo ordinario añade otro retardo a dicha primera señal.

60 13.- El método según una de las reivindicaciones 10 - 12, en el que dichos segundo y tercer retardos son proporcionados por componentes de retardo alámbricos respectivos.

65 14.- El método según una de las reivindicaciones 10 - 13, en el que la operación de dicha unidad de retardo variable presenta deriva con la temperatura, y en el que dicho control mantiene un retardo de dicha primera señal dentro de una gama de retardo definida a través de una gama de temperatura que causa deriva en la citada unidad de retardo variable.

FIG. 1

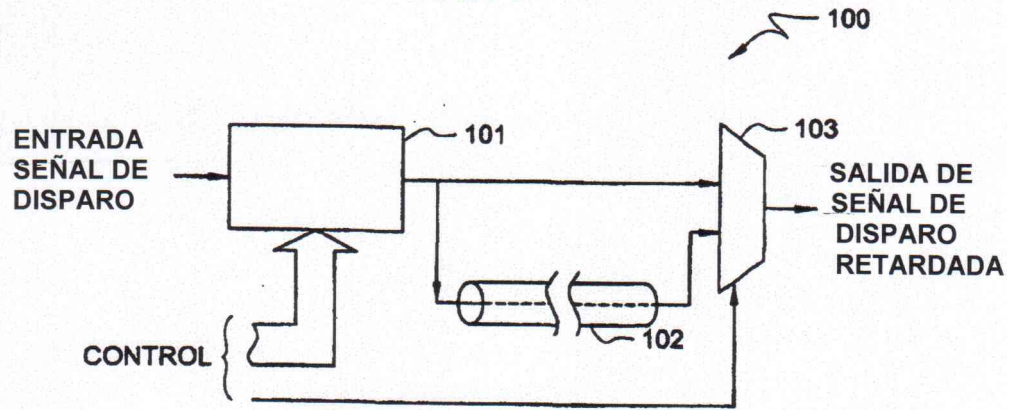


FIG. 2

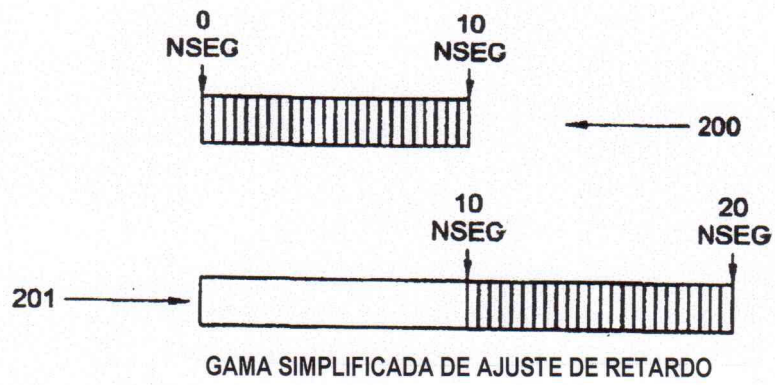


FIG. 3

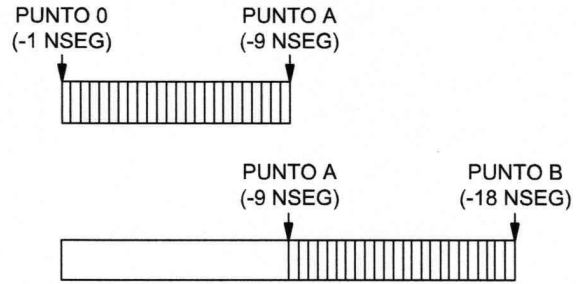


FIG. 4

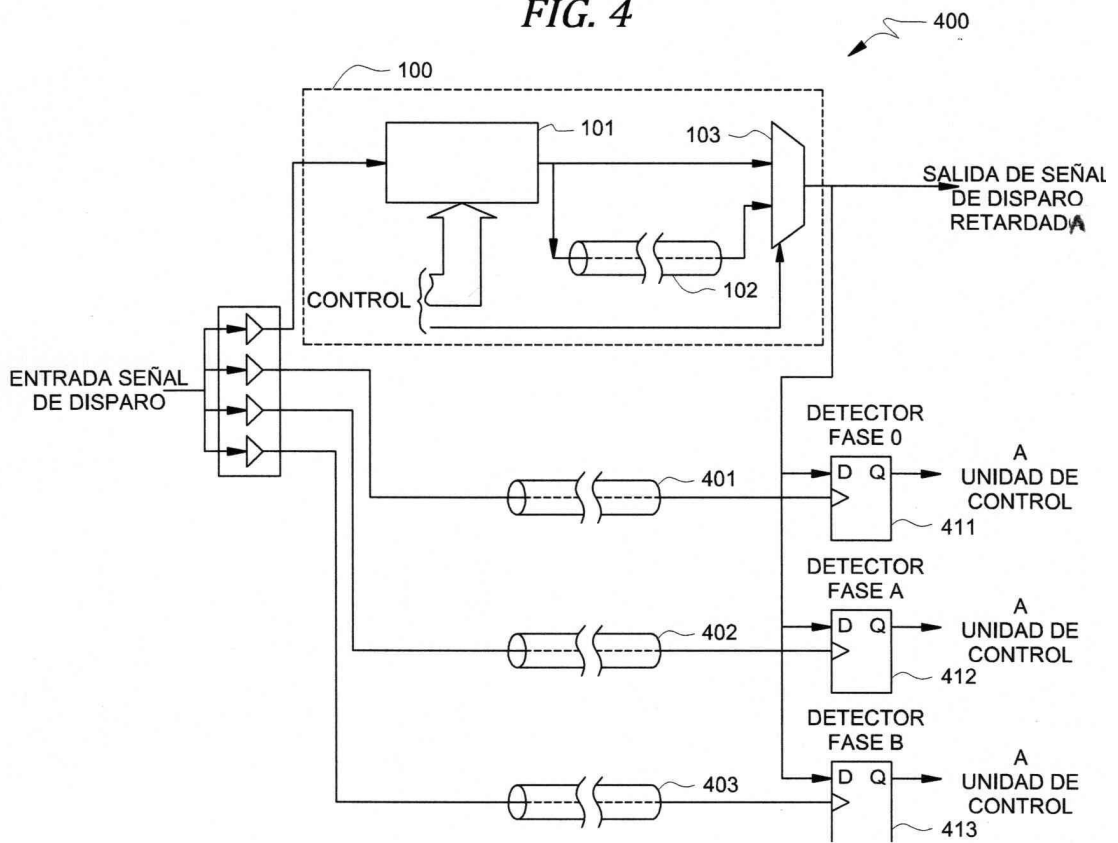


FIG. 5

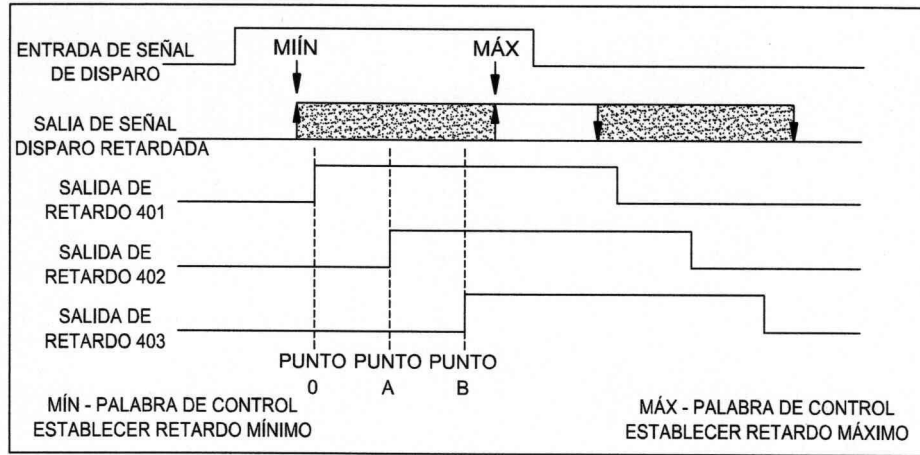


FIG. 6

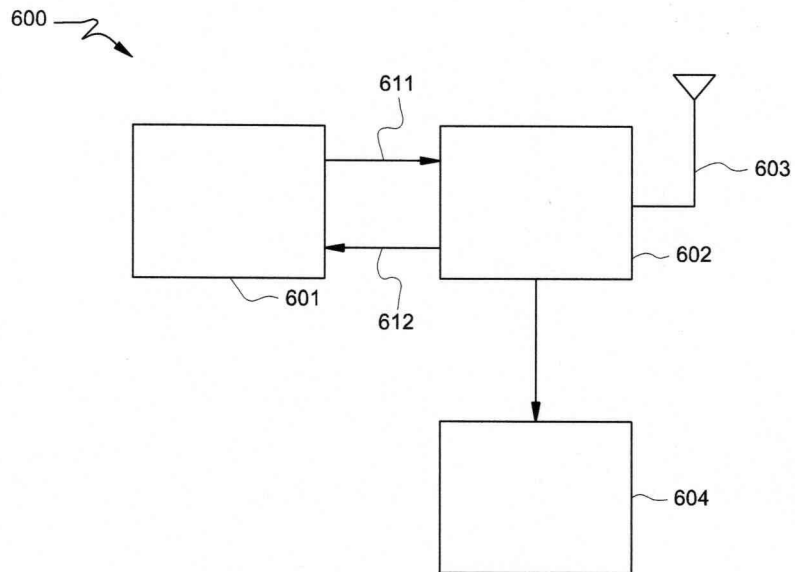


FIG. 7



FIG. 8

