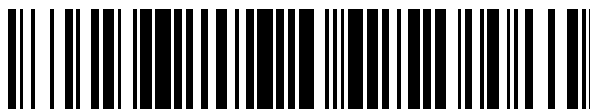


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 624**

51 Int. Cl.:

G01K 1/02 (2006.01)

H04B 1/59 (2006.01)

G01K 7/32 (2006.01)

G01K 7/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2006 PCT/ES2006/000562**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2008 WO08043861**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2006 E 06830871 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2083254**

54 Título: **Sensor de temperatura inalámbrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.11.2018

73 Titular/es:

INCIDE, S.A. (100.0%)
C/ Zuatzu, 3
20018 Donostia/San Sebastian (Guipuzcoa), ES

72 Inventor/es:

UBARRETXENA BELANDIA, ARITZ;
BERENGUER PEREZ, ROC;
MARTINEZ ANTON, CÉSAR;
EGURROLA LOPEZ, DANIEL y
HERNANDEZ DE MIGUEL, JAVIER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 691 624 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

Sensor de temperatura inalámbrico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los sensores de temperatura integrados, y más concretamente, a los de bajo coste y consumo, así como al campo de los transpondedores inalámbricos que incorporan dichos sensores.

10 Antecedentes de la invención

Son conocidos los circuitos integrados de diseño minimalista en relación al consumo de potencia de los mismos. Esta tendencia tiene por origen el amplio crecimiento de aquellas aplicaciones en las que el consumo energético es crucial, tales como transpondedores RFID (Identificación por Radiofrecuencia), sensores inalámbricos, etc.

15 La mayor parte de estos circuitos dispone de una batería con una capacidad de energía muy limitada (circuitos activos) y el resto de circuitos recoge y almacena temporalmente la energía de una fuente radiante para su correcto funcionamiento (circuitos pasivos).

20 De ahí que, tanto en unos como en otros circuitos, es deseable disponer de un bajo consumo de potencia.

La Solicitud de Patente US 2005/0135456 A1 describe un sensor de temperatura por radiofrecuencia que comprende un oscilador que genera una señal cuya frecuencia depende de la temperatura. Esto se consigue a través del retardo producido por una resistencia térmica y un condensador.

25 Sin embargo, el sensor de temperatura descrito en el documento US 2005/0135456 A1 presenta una serie de inconvenientes, tales como la necesidad de una gran cantidad de área superficial para integrar el circuito resonante RC (resistencia y condensador), así como la dificultad de adaptación de este núcleo (RC) en función del intervalo de variación de temperatura deseado. Se describe un sensor similar en el documento US 2003/0107483 A1.

30 El documento US 2003/0155903 A1 describe un aparato y método para cuantificar una diferencia en tensión entre una tensión independiente de la temperatura y una tensión dependiente de la temperatura. Requiere dos VCO (oscilador controlado por tensión), dos contadores y un comparador. El documento US 6091255 A describe un termómetro en chip que comprende un circuito de reloj, un circuito sensible a la temperatura y un contador.

35 Resumen de la invención

La presente invención resuelve los problemas anteriormente mencionados mediante un sensor de temperatura integrado de bajo coste y consumo, válido para los tipos de aplicaciones citados (sensores RFID o, con mayor generalidad, sensores inalámbricos). El sensor de la presente invención comprende un oscilador que genera una señal cuya frecuencia depende de la temperatura, en el que dicha dependencia se consigue a través del retardo producido por una cadena de un cierto número de puertas lógicas. Se consigue así una sencilla adaptación al intervalo de variación de temperatura deseado, fácilmente realizable por el escalado directo de las puertas lógicas (pues el área total es prácticamente invariable), en comparación con el rediseño total que exige la misma acción para sensores basados en circuitos RC.

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un sensor de temperatura integrado tal como se define en la reivindicación 1 de bajo coste y consumo válido para un transpondedor RFID activo, semiactivo o pasivo.

50 Preferentemente, el sensor comprende además medios de control para coordinar el resto de medios del sensor a partir de al menos una señal de referencia independiente de la temperatura que se desea medir, y más preferentemente, a partir de una segunda señal de inicialización.

Además, el tren de pulsos se genera por un oscilador en anillo a partir de una señal de referencia independiente de la temperatura que se desea medir.

60 Los medios para generar un tren de pulsos comprenden preferentemente un circuito de activación y desactivación de la tensión de alimentación; una fuente de corriente, que preferentemente comprende medios para proteger al generador de pulsos contra variaciones de la tensión de alimentación; un circuito de arranque para dicha fuente de corriente; y un generador de pulsos.

El retardo dependiente de la temperatura introducido por las puertas lógicas se debe a que, al aumentar la temperatura, decrece la movilidad de electrones y huecos de los transistores que forman dichas puertas lógicas, mientras que al disminuir la temperatura, aumenta dicha movilidad.

65 El sensor está fabricado sobre un sustrato que se elige de entre: silicio, silicio sobre aislante (SOI), silicio-germanio,

fosfuro de indio y arseniuro de galio.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un transpondedor para un sistema de identificación de temperatura inalámbrico tal como se define en la reivindicación 6. Otro aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de identificación de la temperatura inalámbrico tal como se define la reivindicación 8. La presente invención proporciona asimismo un método de medida de temperatura tal como se define la reivindicación 9. Finalmente, la presente invención se refiere a un método de calibración de un sensor de temperatura integrado tal como se especifican la reivindicación 11. En el contexto de la presente invención, el término "aproximadamente" debe entenderse como indicando valores muy próximos a los que dicho término acompañe. El experto en la materia entenderá que una pequeña desviación de los valores indicados, dentro de unos términos razonables, es inevitable debido a imprecisiones de medida, etc.

A lo largo de esta especificación, el término "comprende" y sus derivados no debe interpretarse en un sentido excluyente o limitativo, es decir, no debe interpretarse en el sentido de excluir la posibilidad de que el elemento o concepto al que se refiere incluya elementos o etapas adicionales.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 representa un diagrama de bloques general del sensor según una realización de la presente invención.

La figura 2 representa el diagrama de bloques del nivel jerárquico superior de la lógica de control del sensor según una realización de la presente invención.

La figura 3 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico de la lógica de control, que comprende tres bloques: "CTR", "OSC_START" y "TEMP_MEAS & ENABLE".

La figura 4 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del bloque "CTR" de la lógica de control de la figura 3.

La figura 5 representa en detalle uno de los bloques del bloque "CTR" de la figura 4.

La figura 6 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del bloque "OSC_START" de la lógica de control.

La figura 7 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del bloque "TEMP_MEAS & ENABLE" de la lógica de control.

La figura 8 representa el diagrama de bloques del nivel jerárquico superior del oscilador dependiente de la temperatura del sensor según una realización de la presente invención.

La figura 9 representa un diagrama del circuito del oscilador dependiente de la temperatura de la figura 8, según una realización de la presente invención.

La figura 10 representa el diagrama de bloques del nivel jerárquico superior del contador binario del sensor según una realización de la presente invención.

La figura 11 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del contador binario, que comprende los bloques "Bloque Unitario del Contador Binario".

La figura 12 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico de cada bloque "Bloque Unitario del Contador Binario".

La figura 13 representa el diagrama de bloques del nivel jerárquico superior del conversor paralelo a serie del sensor según una realización de la presente invención.

La figura 14 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del conversor de paralelo a serie, que comprende los bloques PBUCPS (Primer Bloque Unitario del Conversor de Paralelo a Serie) y BUCPS (Bloque Unitario del Conversor de Paralelo a Serie).

La figura 15 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del bloque PBUCPS.

La figura 16 representa el diagrama de bloques del siguiente nivel jerárquico del bloque BUCPS.

La figura 17 muestra un lector y un transpondedor de medida de temperatura que comprende un sensor según una realización de la presente invención.

La figura 18 ilustra el funcionamiento del transpondedor 101 de la figura 17 según una realización de la presente invención.

La figura 19 representa el proceso de calibración y envío de dicho valor junto con la medida en temperatura a un lector por medio inalámbrico según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 representa el diagrama de bloques del sensor de temperatura 108 según una realización de la presente invención. El sensor de temperatura 108 de la figura 1 puede implementarse en un transpondedor RFID (radio frequency identification) o en cualquier otro transpondedor inalámbrico en general.

El sensor 108 de la figura 1 comprende un oscilador 2000, un contador binario 3000 y unos medios para generar una señal digital serie 4000. Preferentemente, el sensor 108 comprende además medios de control 1000.

La figura 1 muestra los medios de control mediante un bloque de lógica de control 1000, un oscilador dependiente de la temperatura 2000, un contador binario 3000 y un conversor de paralelo a serie 4000. En esta realización de la presente invención, las entradas al sensor 108 son START y CLK. La primera (START) es una señal en escalón empleada para iniciar el proceso de medida del sensor 108. Concretamente, el arranque del sensor 108 se produce con el flanco ascendente de la señal "START". La segunda es la señal de reloj (CLK) utilizada para la generación de las señales lógicas de control y para controlar el correcto funcionamiento del bloque digital (conversor paralelo a serie) 4000. Esta señal de reloj (CLK) es generada por la extracción de la señal de un lector incidente en un transpondedor y no posee dependencia térmica alguna, es decir, la frecuencia del reloj es invariante con la temperatura. Tanto el lector como el transpondedor se describen más adelante. La salida del sensor 108 viene dada por la señal DATA_OUT, que es la representación digital serie de un número de bits de la medida en temperatura. En una realización particular, esta salida está formada por 12 bits, pero la presente invención no se limita a este número concreto de bits. Cada uno de estos bloques se describe en detalle más adelante.

La figura 2 representa los medios de control o bloque de lógica de control 1000 con sus entradas y salidas. Este bloque 1000 se encarga de generar las señales digitales (pulsos en '1' durante un cierto tiempo) necesarias para la correcta coordinación del resto de módulos del sensor 108. Esto se consigue a partir de al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T). Las señales digitales generadas por el bloque 1000 son: OSC_ENABLE, TEMP_MEAS y ENABLE. La señal OSC_ENABLE controla el inicio (con su flanco ascendente) y final (con su flanco descendente) de la operación del oscilador 2000 de la figura 1. Concretamente, la anchura de este pulso determina el tiempo durante el cual el oscilador 2000 genera un tren de pulsos en su salida. En cuanto a la señal TEMP_MEAS, su anchura determina el tiempo durante el cual se contabilizan en el contador binario 3000 de la figura 1 los pulsos entregados por el tren de pulsos de salida del generador 2000. Por otro lado, el pulso TEMP_MEAS está comprendido (anchura menor) en el pulso OSC_ENABLE, de esta forma se evita contar pulsos en el inicio y fin del tren de pulsos (arranque y parada del oscilador), regiones transitorias que afectan a la frecuencia de oscilación del tren de pulsos. Finalmente, la anchura del pulso ENABLE define el tiempo durante el cual opera el sensor 108 desde que se inicia el proceso de medida en temperatura hasta que el contador binario 3000 de la figura 1 entrega una palabra (por ejemplo, de 12 bits) en paralelo como una representación digital de la medida de la temperatura (T) que se desea medir. El bloque de lógica de control 1000 comprende varios sub-bloques que a su vez comprenden preferentemente biestables (FF) tipo D; puertas lógicas inversoras; puertas lógicas AND; puertas lógicas OR y puertas lógicas NOR.

La figura 3 representa el diagrama de bloques interno del bloque 1000 (Lógica de Control) y comprende preferentemente los bloques CTR 1100, OSC_START 1200 y TEMP_MEAS & ENABLE 1300. El bloque CTR 1100 genera dos versiones modificadas (T_START y CLK_INT) de las señales de entrada START y CLK, respectivamente, que sirven como entrada para los bloques OSC_START 1200 y TEMP_MEAS & ENABLE 1300. El bloque 1200 genera la señal de salida OSC_ENABLE, que a su vez, sirve como entrada para el bloque 1300. Este último bloque genera las señales de salida TEMP_MEAS y ENABLE, sirviendo esta última, a su vez, como señal de entrada para el bloque 1100.

La figura 4 muestra el contenido del bloque CTR 1100. La versión modificada de la señal START, T_START, se genera en el bloque T_START 1110. El resto de componentes (inversores 1120 y 1130, biestable 1140 y puerta lógica AND 1150) se emplean para generar el reloj interno CLK_INT a partir del reloj general CLK y con la ayuda de la señal T_START.

La figura 5 muestra el contenido del bloque T_START 1110. Este bloque genera la señal T_START a partir de las señales de entrada START y ENABLE y comprende preferentemente cadenas de cinco inversores 1111 y 1112, una puerta lógica AND 1113 y puertas lógicas NOR 1114, 1115 y 1116.

La figura 6 representa el interior del bloque OSC_START 1200. Este bloque genera la señal de control OSC_ENABLE para el oscilador dependiente de la temperatura 2000 a partir de las señales de entrada CLK_INT y T_START. Comprende preferentemente biestables 1210, 1230 y 1250 e inversores 1220, 1240 y 1260.

La figura 7 muestra el contenido del último bloque de control TEMP_MEAS & ENABLE 1300. Este bloque genera la señal de control TEMP_MEAS necesaria para el contador binario 3000 y la señal ENABLE requerida tanto por el contador binario 3000 como por el conversor de paralelo a serie 4000 a partir de las señales de entrada CLK_INT y OSC_ENABLE. Como puede verse en la figura 7, el bloque 1300 comprende preferentemente inversores 1310, 1330, 1360 y 1380, biestables 1320, 1350 y 1370, una puerta lógica AND 1340 y una puerta lógica OR 1390.

La figura 8 muestra el oscilador 2000. Este oscilador 2000, que es preferentemente un oscilador en anillo, es dependiente de la temperatura (T) que se desea medir. Su entrada OSC_ENABLE (generada por el bloque de lógica de control 1000) controla el tiempo durante el cual el oscilador 2000 permanece activo. Esta señal OSC_ENABLE es independiente de la temperatura (T) que se desea medir. La salida DATA_IN representa el tren de pulsos cuya frecuencia de oscilación es función de la temperatura. Más concretamente, esta frecuencia de oscilación es

dependiente del retardo introducido por las puertas lógicas que comprende el oscilador 2000. Dicho tren de pulsos existe mientras el oscilador 2000 permanezca en estado activo. En una realización de la presente invención, este oscilador 2000 comprende un generador de pulsos, un circuito de activación/desactivación de la tensión de alimentación para el resto de componentes del oscilador; una fuente de corriente, preferentemente con alto índice PSRR (rechazo a variaciones de la tensión de alimentación) para alimentar al generador de pulsos y un circuito de arranque para establecer el punto de operación estable de la fuente de corriente.

La figura 9 muestra una posible realización del circuito del oscilador 2000. Dicha realización comprende cuatro circuitos: un primer circuito "VDD Enable" 2100, un segundo circuito "Startup" 2200, un tercer circuito "Cascode Bootstrapped Current Source" 2300 y un cuarto circuito "Pulse_Generator" 2400. El objetivo del circuito 2100 es activar/desactivar la tensión de alimentación VDD para el resto de circuitos del oscilador 2000, es decir, mientras la señal OSC_ENABLE permanezca en un estado '1' lógico, los dos inversores 2110 y 2120 conectan la alimentación VDD con el nodo de salida del circuito 2100. De esta forma se reduce el consumo del sensor 108 porque este solo consume energía mientras la señal OSC_ENABLE vale '1'. El circuito 2200 se emplea para establecer un punto de operación estable para la fuente de corriente 2300 y, en una posible configuración, comprende una resistencia R1 2210 y dos transistores NMOS 2220 y 2230. Una fuente de corriente 2300 se emplea para alimentar el circuito 2400. Esta fuente se diseña preferentemente para poseer un alto índice PSRR (Power Supply Rejection Ratio o rechazo a variaciones de la tensión de alimentación). Con este alto índice PSRR se independiza todo lo posible el circuito generador de la oscilación 2400 de fluctuaciones en la tensión de alimentación, ya que dichas fluctuaciones afectan a la frecuencia de oscilación generada. La citada fuente de corriente 2300 comprende, en una posible realización, transistores PMOS 2301, 2302, 2303, 2304, 2310 y 2311, transistores NMOS 2306, 2307 y 2309 y resistencias R2 2305 y R3 2308. Finalmente, el circuito generador de pulsos 2400 comprende preferentemente un número impar de puertas lógicas negadas (puerta NAND 2410 e inversores 2420, 2430, 2440 y 2450) en un bucle cerrado que producen un tren de pulsos a la salida (DATA_IN), cuya frecuencia de oscilación es función del retardo introducido por dichas puertas. Cuando la temperatura crece, decrecen las movilidades de electrones y huecos de los transistores que forman las puertas lógicas citadas. De ahí que aumenten los retardos introducidos por las mismas y disminuya la frecuencia de oscilación generada. Así se obtiene una relación inversamente lineal entre la temperatura y la frecuencia de oscilación del tren de pulsos DATA_IN. Un transistor NMOS 2500 permite mantener la salida DATA_IN en un estado lógico definido '0' cuando la señal OSC_ENABLE es '0' y por tanto se desactiva el oscilador 2000. Es decir, siguiendo la figura 9, cuando OSC_ENABLE es '0' la tensión de puerta a fuente, VGS, del transistor 2500 vale VDD y dicho transistor entra en saturación conectando el nodo DATA_IN a tierra (GND). Por el contrario, cuando OSC_ENABLE es '1' y el oscilador 2000 está por tanto activo, la tensión VGS del transistor 2500 será nula y este estará en circuito abierto no interfiriendo en ningún modo en la salida DATA_IN.

La figura 10 muestra el bloque contador binario 3000 con sus entradas y salidas. El contador binario 3000 cuenta el número de pulsos (contenido en el tren de pulsos entregado por el oscilador 2000) en un tiempo fijo y extraído de la señal de reloj del sensor 108 que es invariante con la temperatura. El contador binario 3000 toma el tren de pulsos entregado por el oscilador 2000 en la entrada DATA_IN y cuenta su número de pulsos en el tiempo fijo e independiente de la temperatura marcado por la entrada TEMP_MEAS. Cuando se termina el proceso de medida de la temperatura y la señal de entrada ENABLE pasa a valer '0', el contador 3000 se repone (su cuenta se pone a 0) y queda preparado para la siguiente medida. De esta forma se obtiene una representación digital binaria de la medida de temperatura (T). La cuenta, en su representación digital binaria, del contador 3000, al finalizar el proceso de medida, se entrega en la salida formada por los pines desde el bit más significativo hasta el bit menos significativo (palabra digital en paralelo). En una realización particular, el número de pines es 12, por lo que el bit más significativo es el "b₁₁" y el menos significativo es "b₀". El contador binario 3000 comprende preferentemente biestables tipo D; cerrojos (LATCH) tipo D y puertas lógicas inversoras.

La figura 11 muestra una posible realización del contador binario 3000. Este comprende una pluralidad de BUCB (Bloque Unitario del Contador Binario) idénticos (representados en la figura 11 desde 3100 hasta 3600). En una realización particular, el número de BUCB es de doce. Cada uno de estos doce bloques toma las señales TEMP_MEAS, ENABLE y la salida del bloque anterior para entregar uno de los doce bits de la cuenta binaria como salida.

La figura 12 muestra una posible realización de cualquiera de los 12 bloques BUCB. Estos comprenden preferentemente un biestable 3010, un inversor 3020 y un cerrojo 3030. Como se ha citado anteriormente, las entradas son TEMP_MEAS, ENABLE y la salida del bloque anterior (PREV_TAP), y las salidas son el i-ésimo bit "b_i" y la entrada para el siguiente bloque (NEXT_TAP).

La figura 13 representa el conversor de paralelo a serie 4000 con sus entradas y salidas. El conversor de paralelo a serie 4000 toma la palabra entregada en paralelo por el contador binario 3000 y la convierte a una palabra en serie en tantos ciclos de la señal de reloj consecutivos como bits contenga la palabra en paralelo (por ejemplo, 12). En otras palabras, este bloque va sacando en serie en la salida DATA_OUT, al ritmo impuesto por el reloj del sensor CLK, la representación binaria en paralelo de la medida en temperatura cargada en las entradas desde "b₁₁" hasta "b₀". Para leer correctamente la palabra serie de, por ejemplo, 12 bits en la salida DATA_OUT se debe comenzar a considerar los bits "b_i" cuando la señal de entrada ENABLE cae a '0', y a partir de ese instante se leerá un bit en cada ciclo de reloj. De esta forma, en 12 ciclos de reloj CLK consecutivos, se obtiene la palabra de 12 bits ordenada

desde el bit más significativo ("b₁₁") hasta el menos significativo ("b₀"). El hecho de introducir un conversor de paralelo a serie en el sensor 108 facilita posibles medidas y ensayos del mismo dado que posee la información relevante a la medida en un único terminal de salida. El conversor de paralelo a serie 4000 comprende preferentemente biestables tipo D; puertas lógicas inversoras; puertas lógicas AND y puertas lógicas OR. Esta palabra serie se almacena en un registro o memoria, que puede ser volátil o no volátil, para su posterior empleo (por ejemplo, envío a un lector remoto). Este registro o memoria puede formar parte del propio sensor 108 o puede no formar parte directa del mismo. En este caso, el registro o memoria forma parte del transpondedor (como se ilustra más adelante).

La figura 14 muestra una posible realización del conversor de paralelo a serie 4000. Este comprende preferentemente un inversor 4100, un bloque PBUCPS 4200 (Primer Bloque Unitario del Conversor de Paralelo a Serie) y los restantes once bloques BUCPS (Bloque Unitario del conversor de paralelo a serie) representados en la figura 14 desde 4300 hasta 4700. Todos los bloques, excepto el primero, toman como entrada las señales ENABLE, ENABLE, CLK, el i-ésimo bit "b_i" y la salida del bloque anterior para generar como salida la entrada del siguiente bloque hasta que el último entrega la palabra OUT_DATA.

La figura 15 muestra una posible realización del bloque PBUCPS 4200, que comprende un biestable 4210 y un inversor 4220. Actúan como entradas la señal de reloj CLK y el bit menos significativo "b₀". La única salida es NEXT_TAP que es la entrada para el siguiente BUCPS.

La figura 16 muestra una posible realización del contenido de cualquiera de los once bloques BUCPS. Estos bloques comprenden puertas lógicas AND 4010 y 4020, una puerta OR 4030, un biestable 4040 y un inversor 4050. Como se ha comentado, cada uno de estos BUCPS genera la salida NEXT_TAP que es entrada del siguiente bloque hasta que el último entrega en su salida NEXT_TAP la representación final de la medida DATA_OUT.

El sensor 108 que se ha descrito se fabrica sobre un sustrato que se elige preferentemente de entre: silicio, silicio sobre aislante (SOI), silicio-germanio, fosforo de indio y arseniuro de galio.

A continuación se detalla, con relación a las figuras 17 y 18, una posible realización de un sistema de medida de temperatura que comprende un transpondedor 101 que a su vez comprende un sensor de temperatura integrado 108 según la presente invención. El sistema de medida de temperatura comprende además al menos un lector 100.

No obstante, el sensor de temperatura integrado 108 de la presente invención puede formar parte de distintos transpondedores 101 o sistemas de medida de temperatura, sin tener que limitarse al formato, tecnología y/o implementación de las figuras 17 y 18.

La figura 17 muestra una posible realización de un sistema de medida de temperatura, que comprende un lector 100 y un transpondedor 101 para medida de temperatura.

El lector 100 puede ser cualquier lector convencional de los utilizados en sistemas de lectura de transpondedores, tales como sistemas inalámbricos RFID (identificadores por radiofrecuencia) y no es, por tanto, objeto en sí mismo de la presente invención. Un ejemplo de lector 100, que no debe considerarse limitativo, sino como un mero ejemplo ilustrativo, comprende una pantalla 102, que actúa como interfaz con el usuario, un subsistema de radiofrecuencia 103 conectado a al menos una antena que funciona como emisor-receptor de la información intercambiada con el transpondedor 101, un bloque 104 para el procesamiento digital de la información y un reloj estable con la temperatura 105. En una posible realización, este reloj 105 puede basarse en un cristal de cuarzo. Opcionalmente, este reloj 105 puede comprender algún tipo de corrección de estabilización con temperatura. En modo normal de funcionamiento, el lector 100 emite una señal de radiofrecuencia en una banda determinada (por ejemplo, 134,2 kHz o 125 kHz para la identificación animal, pero puede usarse cualquier otra banda de frecuencia usada por los lectores y transpondedores convencionales).

Así, el transpondedor 101 recibe esta energía (señal) a través de al menos una antena 107 y la procesa internamente para la obtención de su propia energía de funcionamiento. Este procesamiento de energía se realiza por medio de un frontal de radiofrecuencia o subsistema de radiofrecuencia 106, encargado de la recepción de la señal por medio de una o varias antenas 107, rectificando posteriormente la señal (figura 18) hasta disponer de una tensión continua que alimenta momentáneamente el funcionamiento del transpondedor 101. La misma o mismas antenas 107 reciben posteriormente la emisión del transpondedor 101, tratándola de forma similar al subsistema de radiofrecuencia o sistema de emisión- recepción 103 del lector 100, de manera que se pueda extraer la información necesaria para ser procesada por el bloque 104 del lector 100. La información recibida, bien sea una identificación pasiva del transpondedor 101 o bien la lectura del sensor 108, se muestra en la pantalla 102 del lector 100, de manera que sea fácilmente visible por el usuario.

El transpondedor 101 puede ser cualquier transpondedor convencional de los utilizados en sistemas inalámbricos, tales como sistemas inalámbricos RFID (identificadores por radiofrecuencia). Así, el transpondedor 101 comprende al menos: medios 110 para almacenar un código de identificación único para dicho transpondedor 101; una antena 107 capaz de recibir una señal de petición de temperatura desde un lector 100, 6000 y de transmitir a dicho lector

100, 6000 una señal (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa la temperatura medida (T); y un sensor de temperatura integrado 108 según la presente invención.

Preferentemente, el transpondedor 101 comprende además medios para extraer, de una señal de petición de temperatura procedente de un lector 101, 6000, una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir para ser usada por los medios de control (1000) del sensor 108 para coordinar el resto de medios (2000, 3000, 4000).

El transpondedor 101 comprende además medios 5000 para almacenar la señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa la temperatura medida (T). Estos medios 5000 pueden ser o no los mismos que aquéllos 110 para almacenar un código de identificación único para dicho transpondedor 101.

El transpondedor 101 puede comprender además medios 5000 para almacenar una señal digital de referencia (DATA_OUT@T_{REF}) que representa una temperatura de referencia (T_{REF}). En este caso, la antena (107) es capaz de transmitir, junto con la señal digital (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa la temperatura medida (T), la señal digital de referencia (DATA_OUT@T_{REF}). Dichos medios pueden ser también los mismos que aquéllos 110 para almacenar un código de identificación único para dicho transpondedor 101, u otros medios diferentes, así como pueden ser los mismos medios 5000 para almacenar la señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa la temperatura medida (T).

El transpondedor 101 de la figura 17 comprende una o varias antenas 107 de recepción-emisión, un sistema analógico de emisión-recepción 106, encargado de manejar la energía emitida por el lector 100 y de emitir la información de vuelta al lector 100; un sensor de temperatura integrado 108 objeto de la presente invención; un bloque de procesamiento de la información 109 encargado de gestionar la información interna; un bloque de memoria o sistema de almacenamiento de información 110; una capacidad de carga 112 para el almacenamiento de energía y una capacidad de resonancia 111 que forma, junto con la bobina, un circuito resonante que funciona como antena 107. Estas capacidades pueden ser integradas o externas. El bloque de memoria o sistema de almacenamiento de información 110 es preferentemente no- volátil 110, del tipo EEPROM, EPROM, OTP o cualquier otro sistema de memoria permanente en ausencia de alimentación.

Además, el transpondedor 101 es preferentemente un transpondedor de radiofrecuencia integrado. Sus dimensiones dependen de la tecnología de integración utilizada, preferentemente entre 1 y 2 mm² aproximadamente, así como del nivel de integración llevado a cabo, ya que es posible integrar o no diversas capacidades de almacenamiento y resonancia.

La figura 18 ilustra el funcionamiento del transpondedor 101 según una posible realización de la presente invención. El transpondedor 101, al ser interrogado por el lector 100, recibe la energía que emite este por medio de la antena, limitando en amplitud la señal incidente por medio del diodo 201. La onda incidente desde el lector 100 tiene una frecuencia determinada y estable con la temperatura, ya que está basada en una referencia estable 105 del lector 100. Esta frecuencia estable incidente se extrae en el transpondedor 101 por un bloque regenerador de reloj 202 encargado de obtener una señal de reloj que se utilizará por el sistema transpondedor 101, tras haberla bajado de frecuencia por medio de un bloque divisor de reloj 204. La energía incidente del lector 100 carga gradualmente la capacidad de carga 112 (figura 17) hasta un valor máximo controlado por el bloque limitador de energía 203. La onda recuperada de reloj CLK se utiliza como entrada del bloque sensor de temperatura 205. El resultado obtenido de la temperatura se almacena en un bloque de memoria 206, 110 (volátil o no) a la espera de ser emitido de vuelta con el mensaje al lector 100. Cuando, según el protocolo bajo el que se rige el sistema, el transpondedor 101 debe emitir el mensaje de vuelta al lector 100, la información recogida del bloque "sensor de temperatura" 205 y almacenada en la memoria 206, 110, se modula de acuerdo al protocolo definido por el modulador 207 sobre una señal de radiofrecuencia de vuelta, basada en la señal incidente, que se ha mantenido activa gracias al bloque de disparo 208.

La figura 17 representa también un sistema de identificación de la temperatura inalámbrico según una posible realización de la presente invención. El sistema de la figura 17 comprende: al menos un lector (100) capaz de transmitir a través de una antena una señal de petición de temperatura y de recibir a través de dicha antena una señal (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa una temperatura medida (T) y al menos un transpondedor (101) según la presente invención.

Este sistema de identificación de la temperatura inalámbrico es preferentemente un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID).

La presente invención tiene también por objeto un método de medida de temperatura que comprende las siguientes etapas: generar (2000) un tren de pulsos (DATA_IN) a una determinada frecuencia de oscilación; contar (3000) el número de pulsos de dicho tren de pulsos (DATA_IN) durante un tiempo fijo e independiente de la temperatura que se desea medir (T) y generar una pluralidad de bits (b₁₁, b₁₀, ..., b₀) que indiquen el número de pulsos comprendidos en el tren de pulsos (DATA_IN); generar (4000) una señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) a partir de dicha pluralidad de bits (b₁₁, b₁₀, ..., b₀); en el que el tren de pulsos (DATA_IN) se genera mediante un oscilador que

comprende una pluralidad de puertas lógicas (2410, 2420, 2430, 2440, 2450) capaces de introducir un retardo dependiente de la temperatura que se desea medir (T), siendo la frecuencia de oscilación de dicho tren de pulsos (DATA_IN) dependiente de la temperatura que se desea medir (T).

- 5 El método comprende preferentemente la etapa de controlar (1000) las etapas anteriores (2000, 3000, 4000) a partir de al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T).

Además, dicho retardo dependiente de la temperatura introducido por las puertas lógicas (2410, 2420, 2430, 2440, 2450) se debe a que, al aumentar la temperatura, decrece la movilidad de electrones y huecos de los transistores que forman dichas puertas lógicas, mientras que al disminuir la temperatura, aumenta dicha movilidad.

El método comprende además las etapas de: antes de generar dicho tren de pulsos (DATA_IN), recibir una petición de temperatura procedente de un lector remoto (100); tras generar una señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T), almacenar dicha señal (DATA_OUT, DATA_OUT@T) en un registro de memoria (110) y transmitir dicha señal (DATA_OUT, DATA_OUT@T) a un lector remoto (100) a través del espacio libre.

El sensor, transpondedor y sistema de la presente invención presentan una serie de ventajas con respecto a los sistemas de detección de temperatura conocidos, tales como: El transpondedor que integra el sensor de la presente invención presenta un área de integración considerablemente menor que los transpondedores del estado de la técnica. Dado que el oscilador del sensor se diseña a partir de varias puertas lógicas y que la lógica asociada es totalmente digital, el resultado final del área utilizada para la integración es de reducidas dimensiones en comparación con otros sistemas basados en bloques de conversión analógico-digital.

Además, el hecho de integrar un dispositivo tan pequeño y basado en puertas digitales hace que el consumo de dicho dispositivo sea esencialmente menor que el de los sistemas conocidos. Este hecho es de gran importancia en el campo de los transpondedores, ya que la ausencia de baterías u otros sistemas de alimentación externos evita cuellos de botella en el funcionamiento global del sistema.

Adicionalmente, desde el punto de vista del diseño, el sensor, transpondedor y sistema de la presente invención presentan una mayor simplicidad en comparación con las complicaciones derivadas del diseño de conversores analógico-digital.

Finalmente, la figura 19 representa un método de calibración del sensor 108 de la presente invención. Este comprende los pasos de:

- a) Realizar una vez el método o proceso de medida de temperatura en el que la temperatura que se desea medir es una temperatura de referencia definida y conocida (T_{REF}) y obtener en la salida DATA_OUT su representación digital en un número determinado de bits, por ejemplo, 12 bits (DATA_OUT@ T_{REF}).
- b) Guardar esta señal o palabra digital de referencia (DATA_OUT@ T_{REF}) obtenida de, por ejemplo, 12 bits en un registro o memoria volátil o no volátil 110, 5000 de un transpondedor 101;
- c) Realizar el mismo proceso con la temperatura (T) que se desea medir, resultando en una palabra (DATA_OUT@T) que se almacena también en una parte del mismo o en otro registro de memoria 110, 5000;
- d) Finalmente, enviar ambas representaciones digitales (DATA_OUT@ T_{REF} , DATA_OUT@T) a un lector 100, 6000 por medio de una interfaz inalámbrica (espacio libre).

A partir de entonces el lector 100, 6000 dispone de un valor de referencia (DATA_OUT@ T_{REF}) para comparar y deducir así la temperatura medida de las futuras palabras DATA_OUT@T que recibirá. De esta forma toda la carga computacional se deja para el lector 100, 6000, simplificando así el microprocesador del transpondedor.

El transpondedor 101 de este sistema se diseña para ser utilizado en muchas posibles aplicaciones:

- medición de temperatura en seres vivos, por medio de la implantación de un transpondedor pasivo en un ser vivo, por ejemplo, en un animal, para medir su temperatura corporal. Esto se consigue mediante la implantación de un transpondedor 101 en un animal, por ejemplo, pero no de forma limitativa, inyectado bajo la piel, por medio de sistemas de marcado que perforan los cartílagos o implantados internamente con empaquetados adicionales —empaquetados cerámicos, plásticos— depositados en órganos internos;
- medición de temperatura en entornos cerrados, tales como edificios, por medio de transpondedores pasivos;
- medición de temperatura en empaquetados de alimentación, por medio de transpondedores embebidos en el paquete correspondiente;
- cualquier otra aplicación que implique la medida de temperatura y su lectura por medio de un dispositivo externo conectado por radiofrecuencia.

REIVINDICACIONES

1. Sensor de temperatura integrado (108) para medición de temperatura, que comprende:

- medios de oscilador (2000) para la generación a partir de un pulso (OSC_ENABLE) de un tren de pulsos (DATA_IN) a una determinada frecuencia de oscilación que es dependiente de la temperatura que se desea medir (T), en donde dicho pulso (OSC_ENABLE) es generado a partir de al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T), pudiendo extraerse dicha al menos una señal de referencia (CLK) de una señal externa desde un lector, el ancho de dicho pulso (OSC_ENABLE) a partir del que se genera el tren de pulsos (DATA_IN) determina la duración de tiempo durante la que se genera dicho tren de pulsos (DATA_IN); comprendiendo dichos medios de oscilador (2000) para la generación de un tren de pulsos (DATA_IN) una pluralidad de puertas lógicas (2410, 2420, 2430, 2440, 2450) que son capaces de introducir un retardo dependiente de la temperatura que se desea medir (T);
- un bloque contador binario (3000) para contar el número de pulsos de dicho tren de pulsos (DATA_IN) durante un tiempo fijo independiente de la temperatura que se desea medir (T) y para generar una pluralidad de bits (b11, b10, ..., b0) que indican el número de pulsos comprendido en el tren de pulsos (DATA_IN), contando dicho un bloque contador binario (3000) dicho número de pulsos a partir de las siguientes señales de entrada: el tren de pulsos (DATA_IN) generado por dichos medios de oscilador (2000), un pulso (TEMP_MEAS) cuyo ancho determina el tiempo, independiente de la temperatura que se desea medir, durante el que se cuentan los pulsos que forman dicho tren de pulsos (DATA_IN), y un pulso (ENABLE) cuyo ancho define el tiempo durante el que funciona al sensor (108), pudiendo obtenerse dichas señales de entrada (DATA_IN, TEMP_MEAS, ENABLE) a partir de dicha al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T) y a partir de una señal en escalón (START) usada para iniciar el proceso de medición del sensor (108), proporcionando dicho bloque contador binario (3000) una representación digital binaria de la medida de temperatura (T);
- medios (4000) para generar una señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) a partir de dicha pluralidad de bits (b11, b10, ..., b0), representando dicha señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) una temperatura medida.

2. Sensor (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por** comprender además medios (1000) para coordinar el resto de medios (2000, 3000, 4000) del sensor (1) a partir de dicha al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T).

3. Un sensor (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dichos medios (2000) para generar un tren de pulsos (DATA_IN) comprenden:

- un circuito de activación y desactivación de la tensión de alimentación (2100);
- una fuente de corriente (2300);
- un circuito de arranque (2200) para dicha fuente de corriente (2300);
- un generador de pulsos (2400).

4. Sensor (1) según la reivindicación 3, **caracterizado por** el hecho de que dicha fuente de corriente (2300) comprende medios para proteger el generador de pulsos (2400) contra variaciones de la tensión de alimentación (VDD).

5. Sensor (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el retardo dependiente de la temperatura que es introducido por las puertas lógicas (2410, 2420, 2430, 2440, 2450) se debe al hecho de que cuando aumenta la temperatura, disminuye la movilidad de los electrones y los huecos de los transistores que forman dichas puertas lógicas, mientras que cuando disminuye la temperatura, aumenta dicha movilidad.

6. Transpondedor (101) para un sistema de identificación de temperatura inalámbrico, que comprende:

- medios (110) para almacenar un único código de identificación para dicho transpondedor (101);
- una antena (107) que es capaz de recibir una señal de petición de temperatura desde un lector (100) y transmitir a dicho lector (100) una señal (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa la temperatura medida (T);

caracterizado por que comprende un sensor de temperatura integrado (108) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

7. Transpondedor (101) según la reivindicación 6, **caracterizado por que** comprende medios para extraer, a partir de una señal de petición de temperatura desde un lector (100), una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T) para ser usada por los medios de control (1000) del sensor (108) para coordinar el resto de los medios (2000, 3000, 4000) del sensor.

8. Sistema de identificación de temperatura inalámbrico que comprende:

- al menos un lector (100, 6000) que puede transmitir una señal de petición de temperatura a través de una antena y recibir a través de dicha antena una señal (DATA_OUT, DATA_OUT@T) que representa una temperatura medida (T);

caracterizado por que comprende al menos un transpondedor (101) según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7.

9. Método de medición de temperatura que comprende las siguientes etapas:

- generar, usando los medios de oscilador (2000) a partir de un pulso (OSC_ENABLE), un tren de pulsos (DATA_IN) a una determinada frecuencia de oscilación que es dependiente de la temperatura que se desea medir (T), en donde el ancho de dicho pulso (OSC_ENABLE), a partir del que se genera el tren de pulsos (DATA_IN), determina la duración de tiempo durante la que se genera dicho tren de pulsos (DATA_IN), generándose dicho tren de pulsos (DATA_IN) por medio de un oscilador que comprende una pluralidad de puertas lógicas (2410, 2420, 2430, 2440, 2450) que son capaces de introducir un retardo dependiente de la temperatura que se desea medir (T);
- contar, usando un bloque contador binario (3000), el número de pulsos de dicho tren de pulsos (DATA_IN) durante un tiempo fijo independiente de la temperatura que se desea medir (T) y generar una pluralidad de bits (b₁₁, b₁₀, ..., b₀) que indican el número de pulsos comprendido en el tren de pulsos (DATA_IN), en donde dicho número de pulsos se cuenta a partir de las siguientes señales de entrada: el tren de pulsos (DATA_IN), un pulso (TEMP_MEAS) cuyo ancho determina el tiempo durante el que se cuentan los pulsos que forman dicho tren de pulsos (DATA_IN), y un pulso (ENABLE) cuyo ancho define el tiempo durante el que funciona al sensor (108), pudiendo obtenerse dichas señales de entrada (DATA_IN, TEMP_MEAS, ENABLE) a partir de dicha al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T) y a partir de una señal en escalón (START) usada para iniciar el proceso de medición del sensor (108);
- generar una señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) a partir de dicha pluralidad de bits (b₁₁, b₁₀, ..., b₀), representando dicha señal digital serie (DATA_OUT, DATA_OUT@T) una temperatura medida.
- controlar las etapas previas a partir de al menos una señal de referencia (CLK) independiente de la temperatura que se desea medir (T), siendo extraída dicha al menos una señal de referencia (CLK) a partir de una señal externa desde un lector.

10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por** el hecho de que dicho retardo dependiente de la temperatura que es introducido por las puertas lógicas (2410, 2420, 2430, 2440, 2450) se debe al hecho de que cuando aumenta la temperatura, disminuye la movilidad de los electrones y los huecos de los transistores que forman dichas puertas lógicas, mientras que cuando disminuye la temperatura, aumenta dicha movilidad.

11. Método de calibración de un sensor de temperatura integrado **caracterizado por** las etapas de:

- realizar el método de medición de la temperatura de la reivindicación 9, en el que la temperatura que se desea medir es una temperatura de referencia conocida (TREF);
- almacenar la señal digital de referencia obtenida (DATA_OUT@TREF) en un registro de memoria (110, 5000).

12. Método de calibración de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por** la etapa de transmitir dicha señal de referencia obtenida (DATA_OUT@TREF) a un lector remoto (100, 6000) a través del espacio libre.

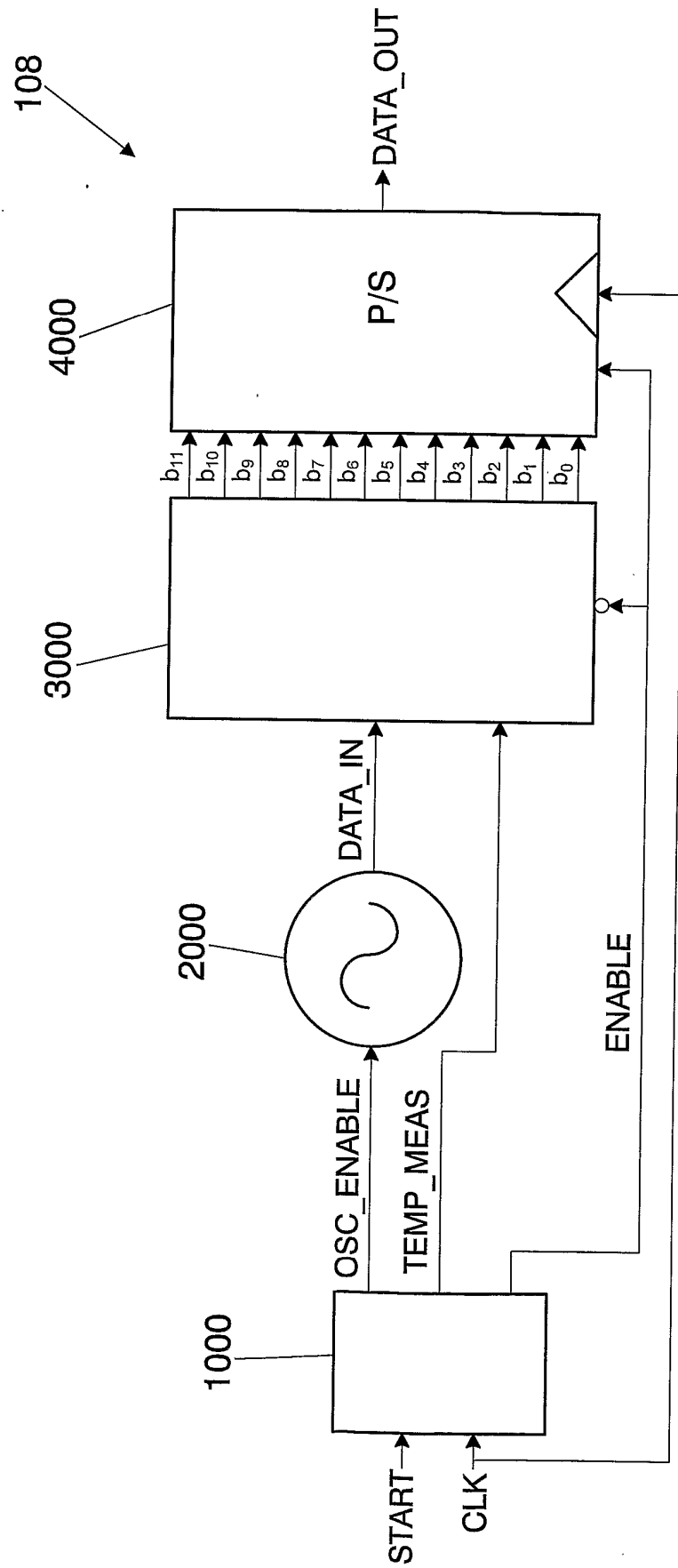


FIG. 1

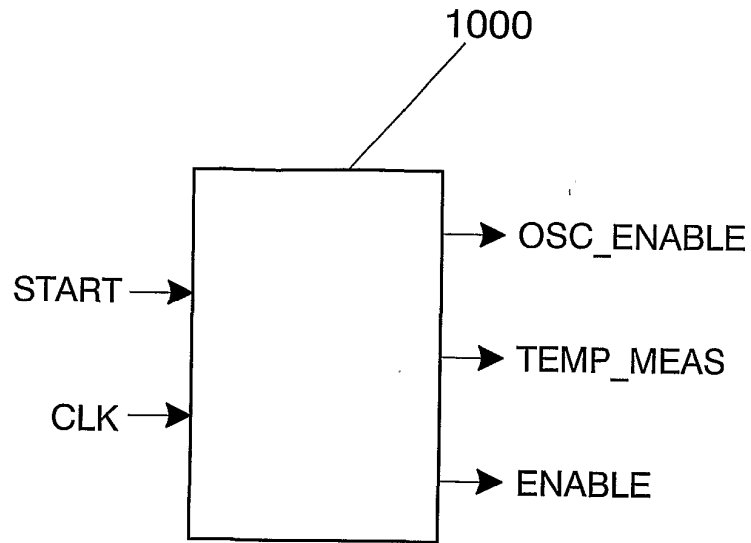


FIG. 2

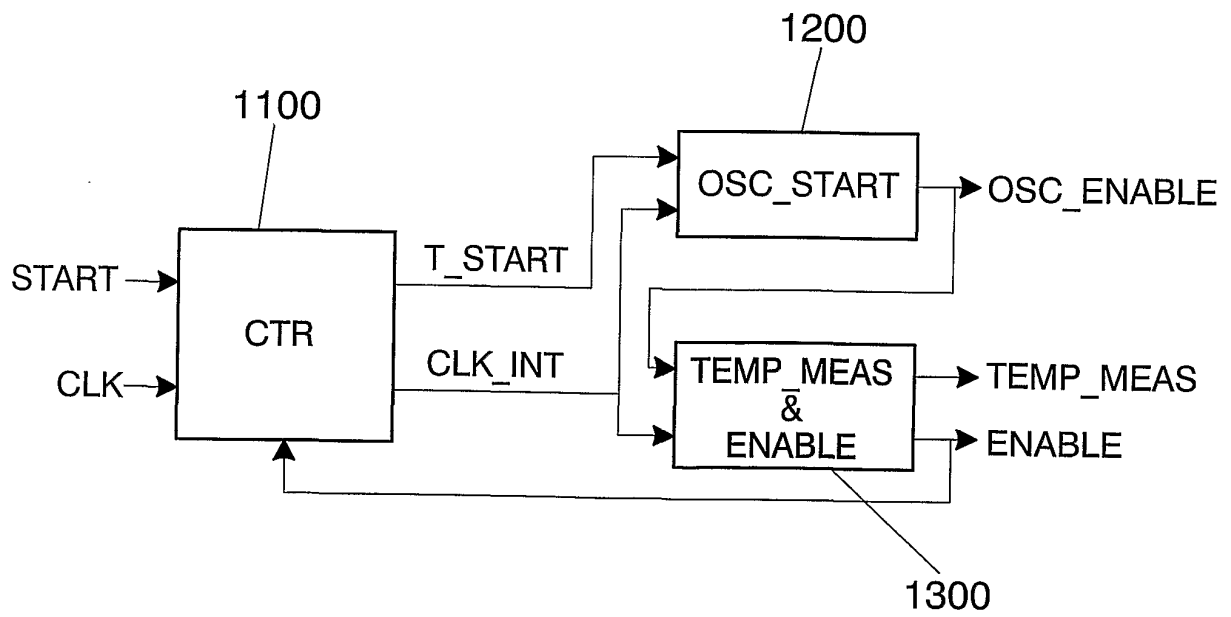


FIG. 3

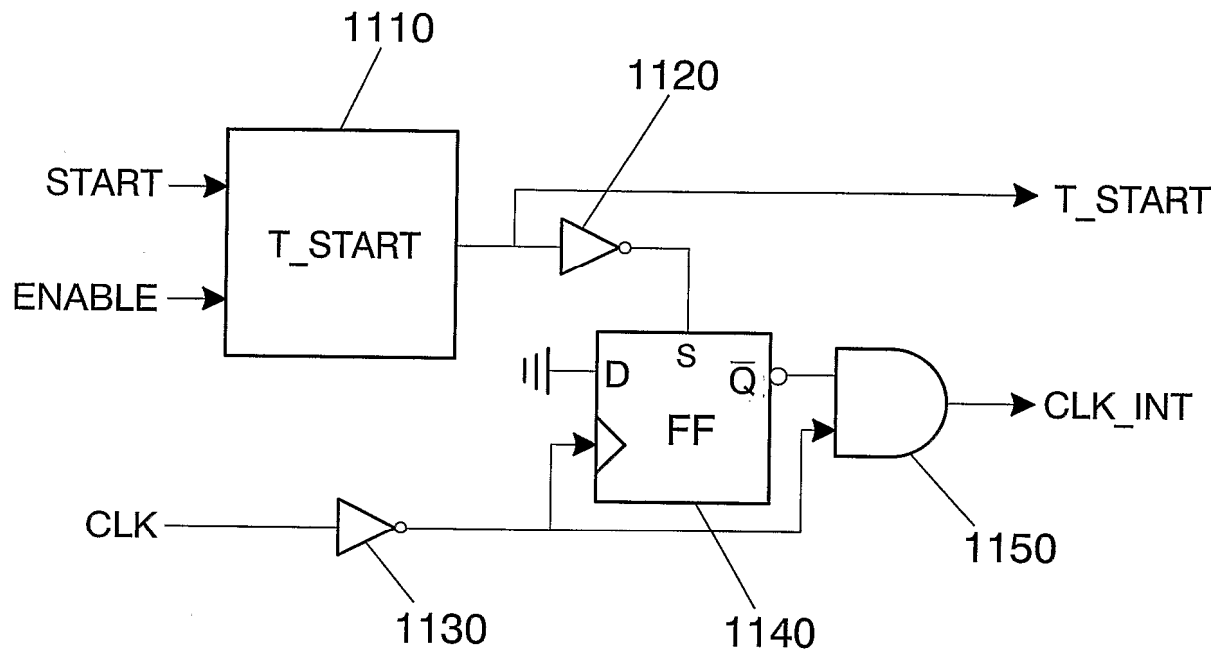


FIG. 4

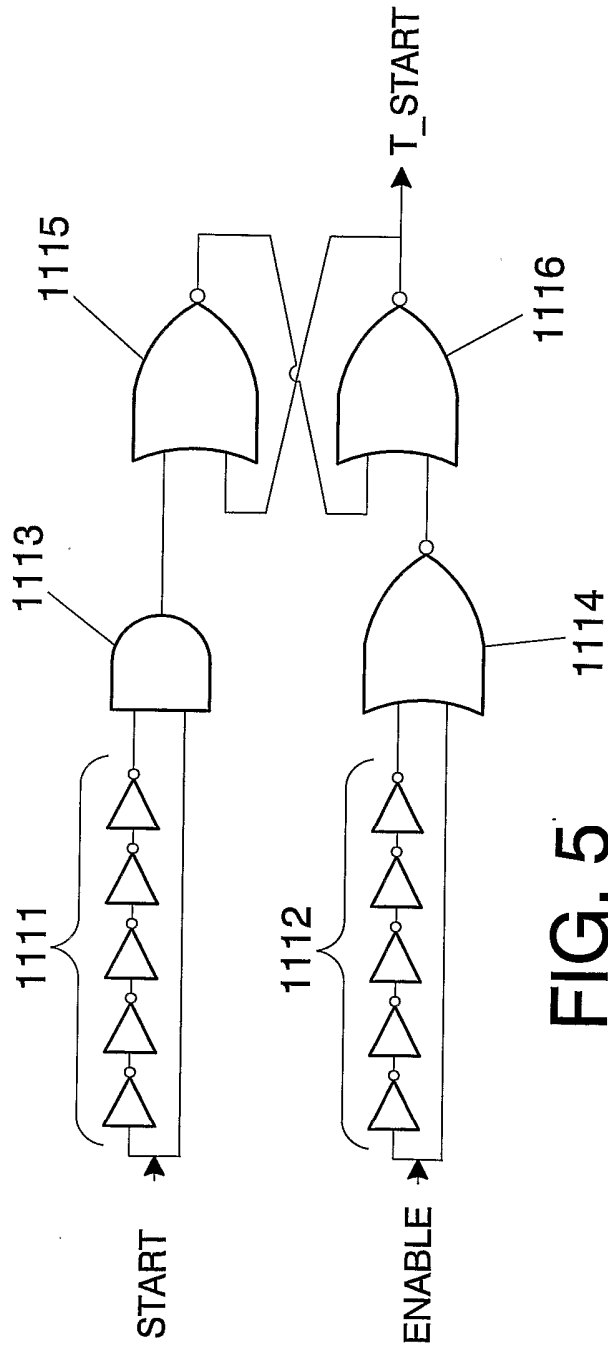


FIG. 5

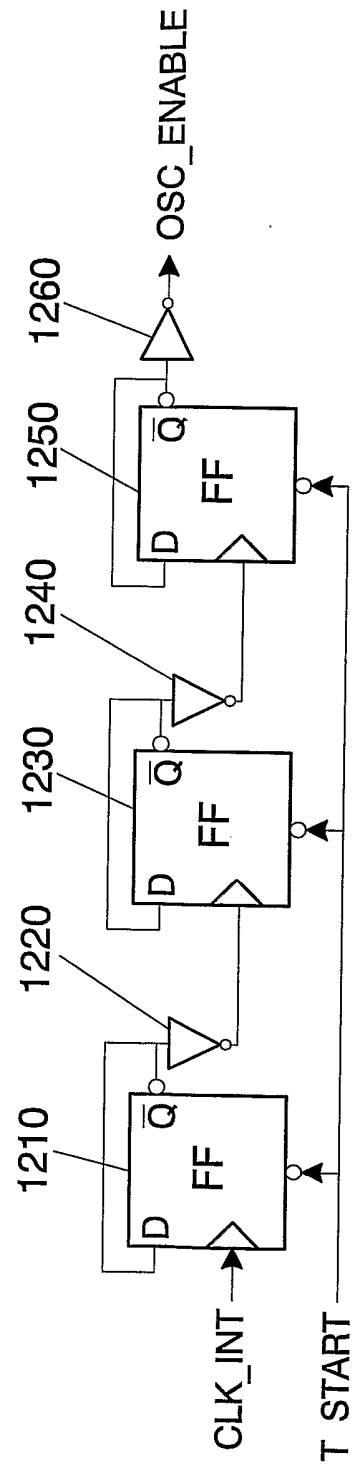


FIG. 6

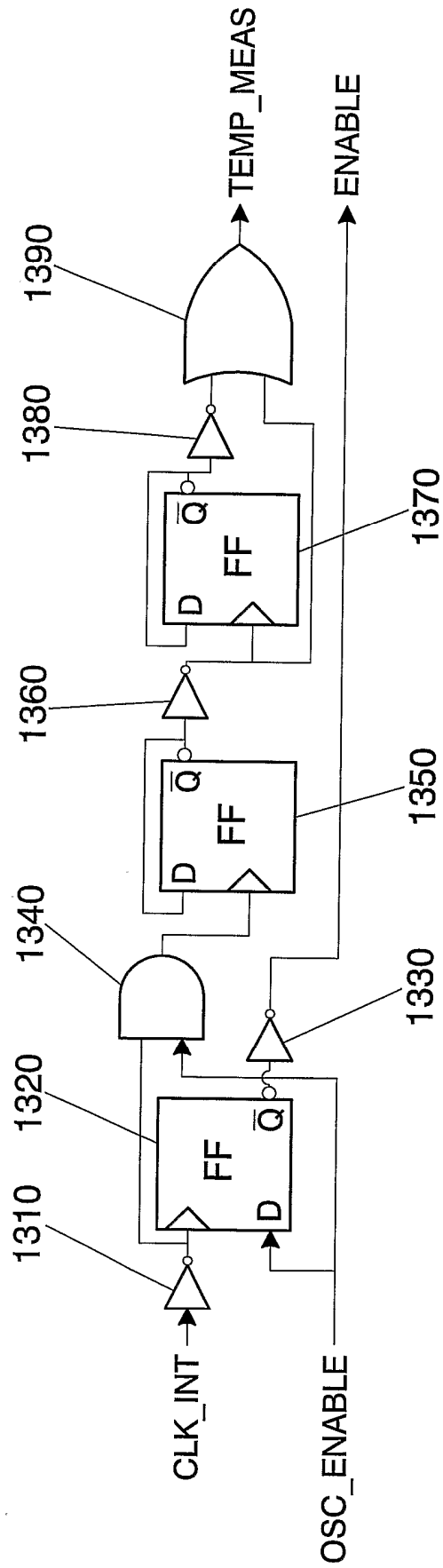


FIG. 7

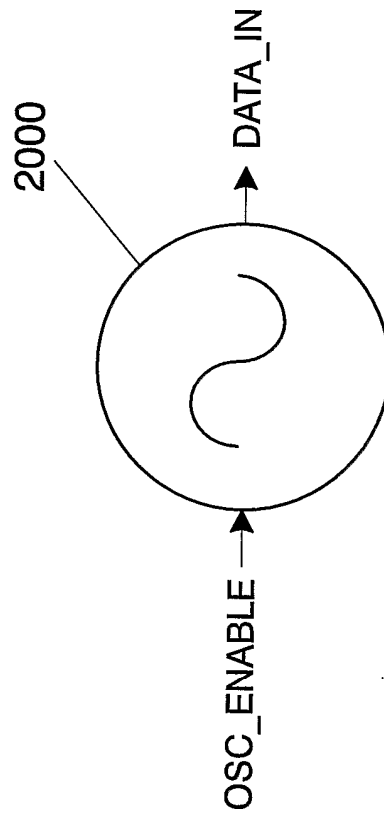
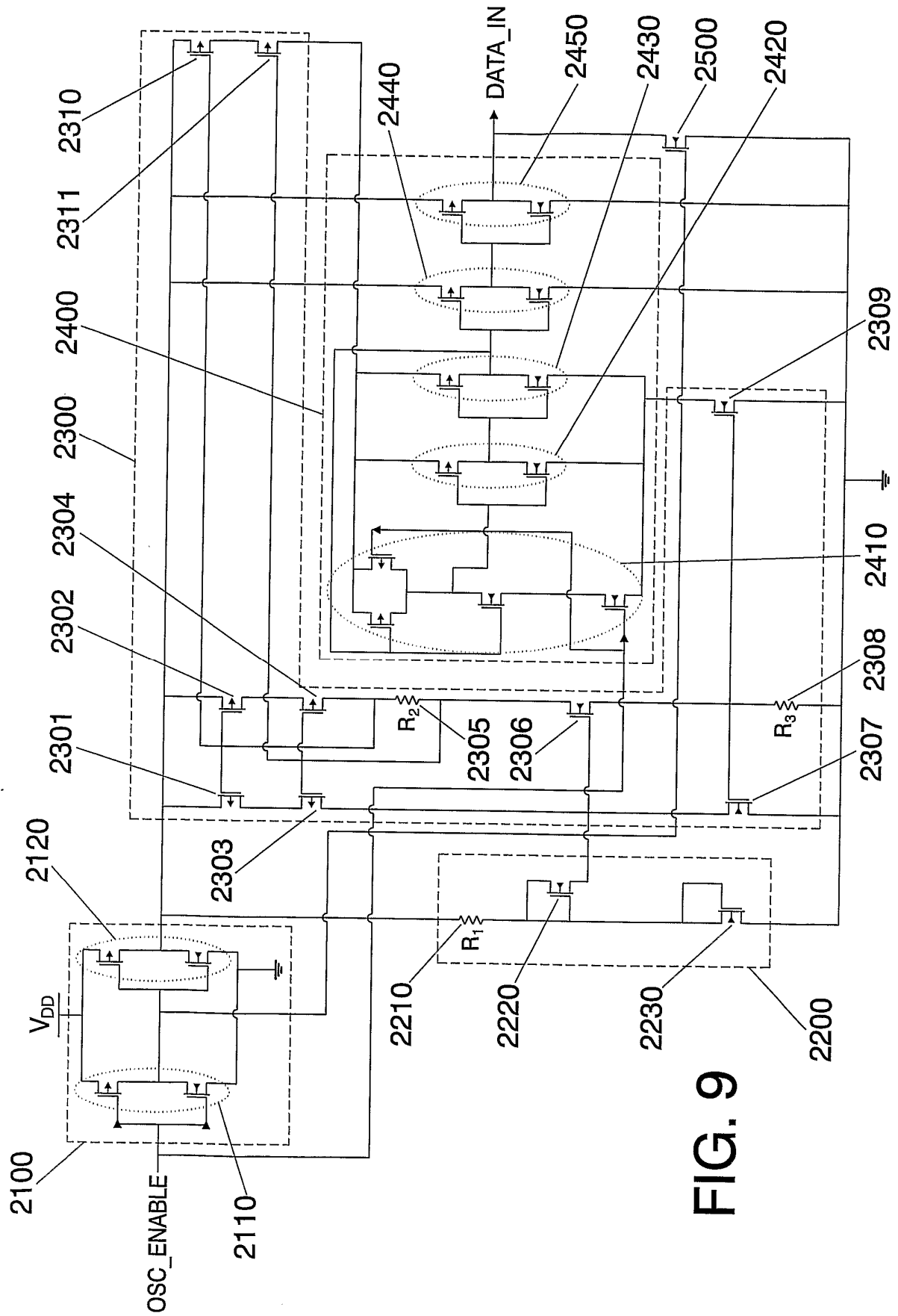


Fig. 8



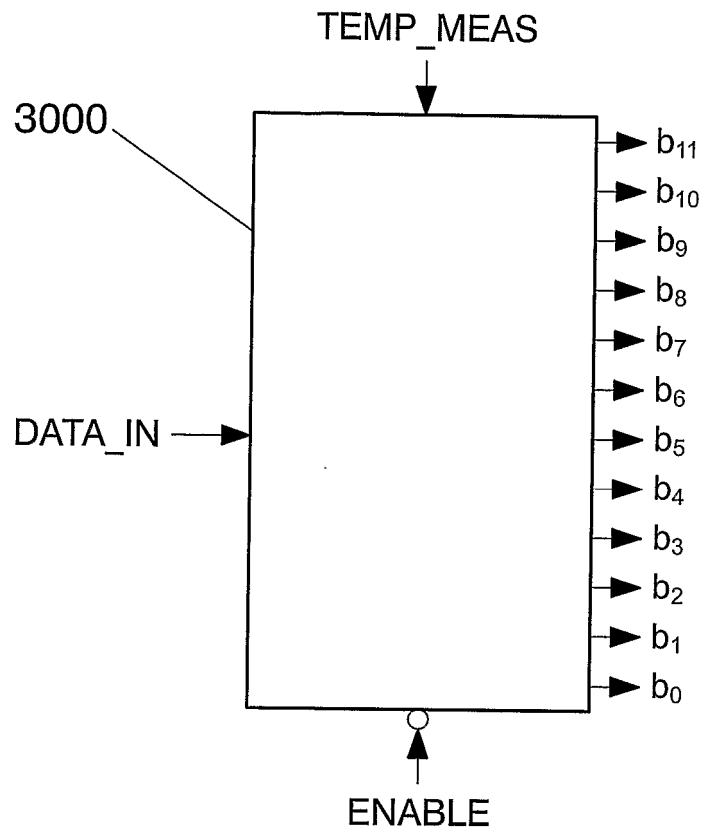


FIG. 10

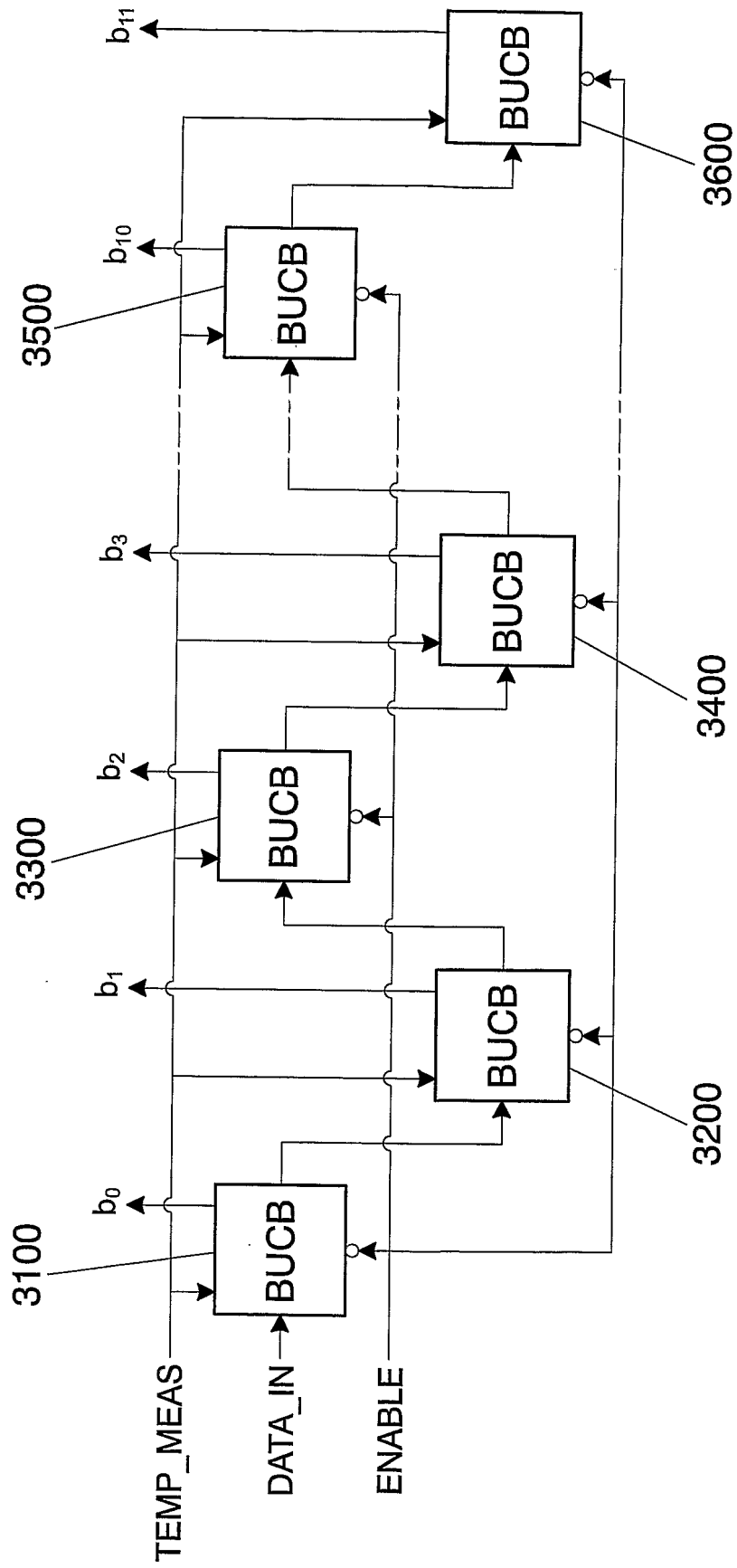


FIG. 11

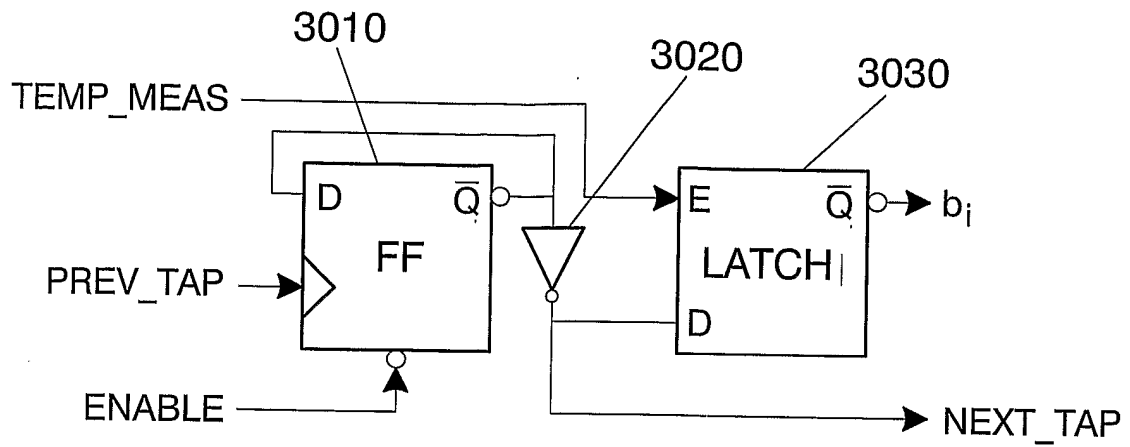


FIG. 12

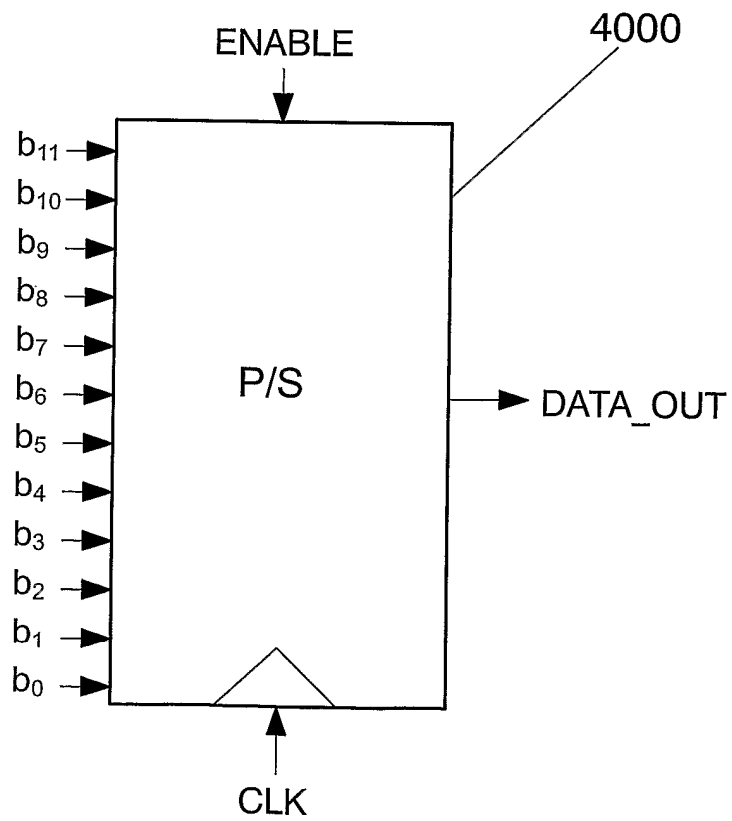


FIG. 13

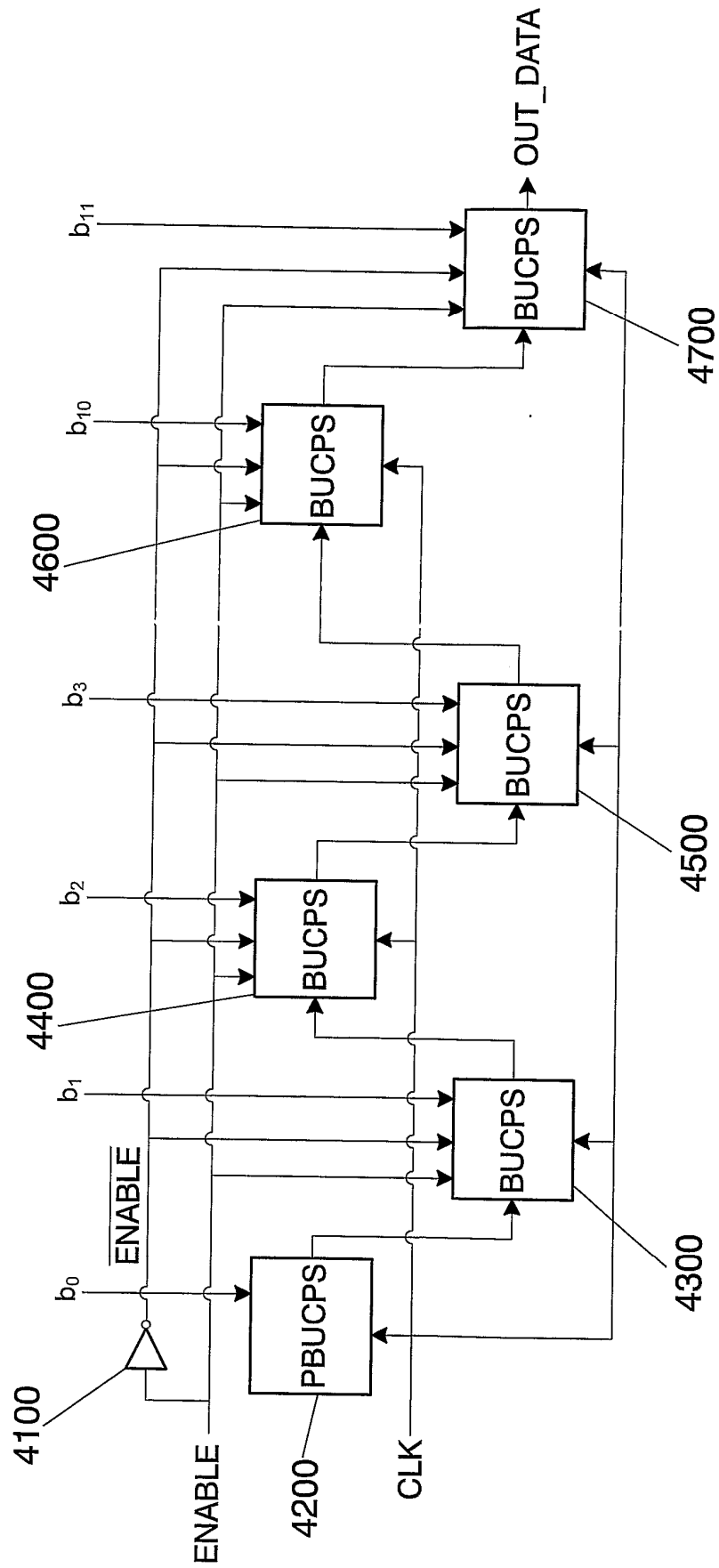


FIG. 14

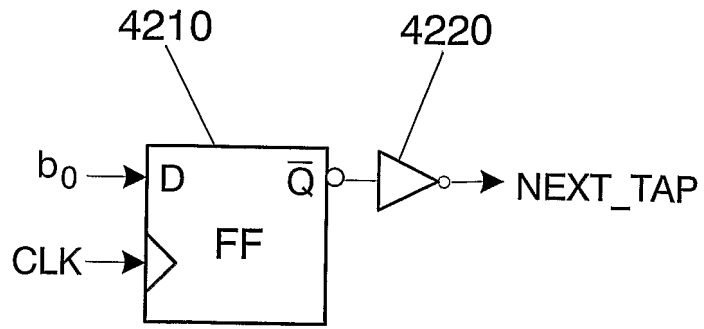


FIG. 15

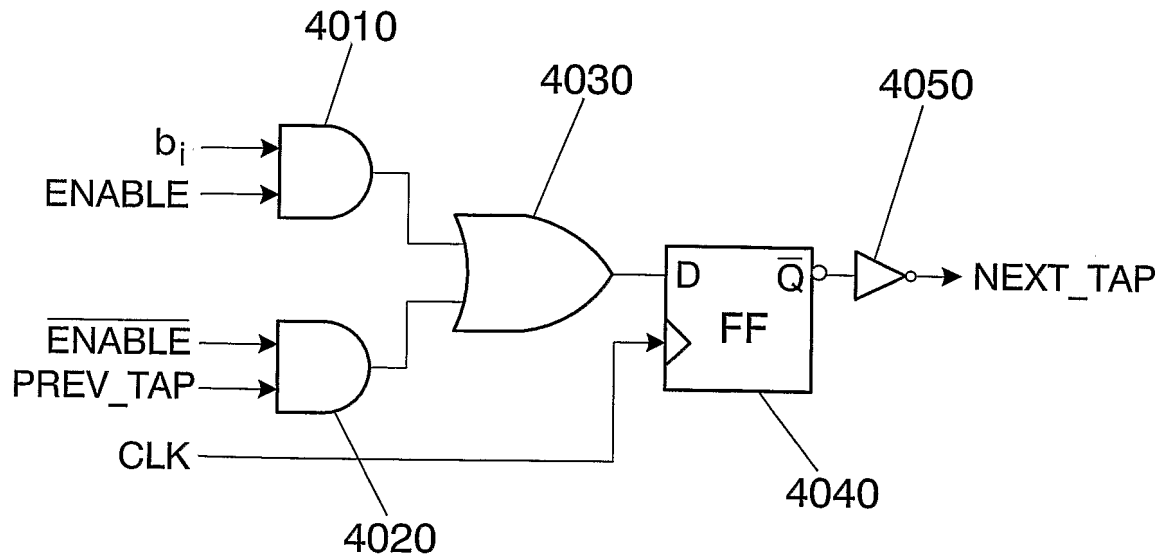


FIG. 16

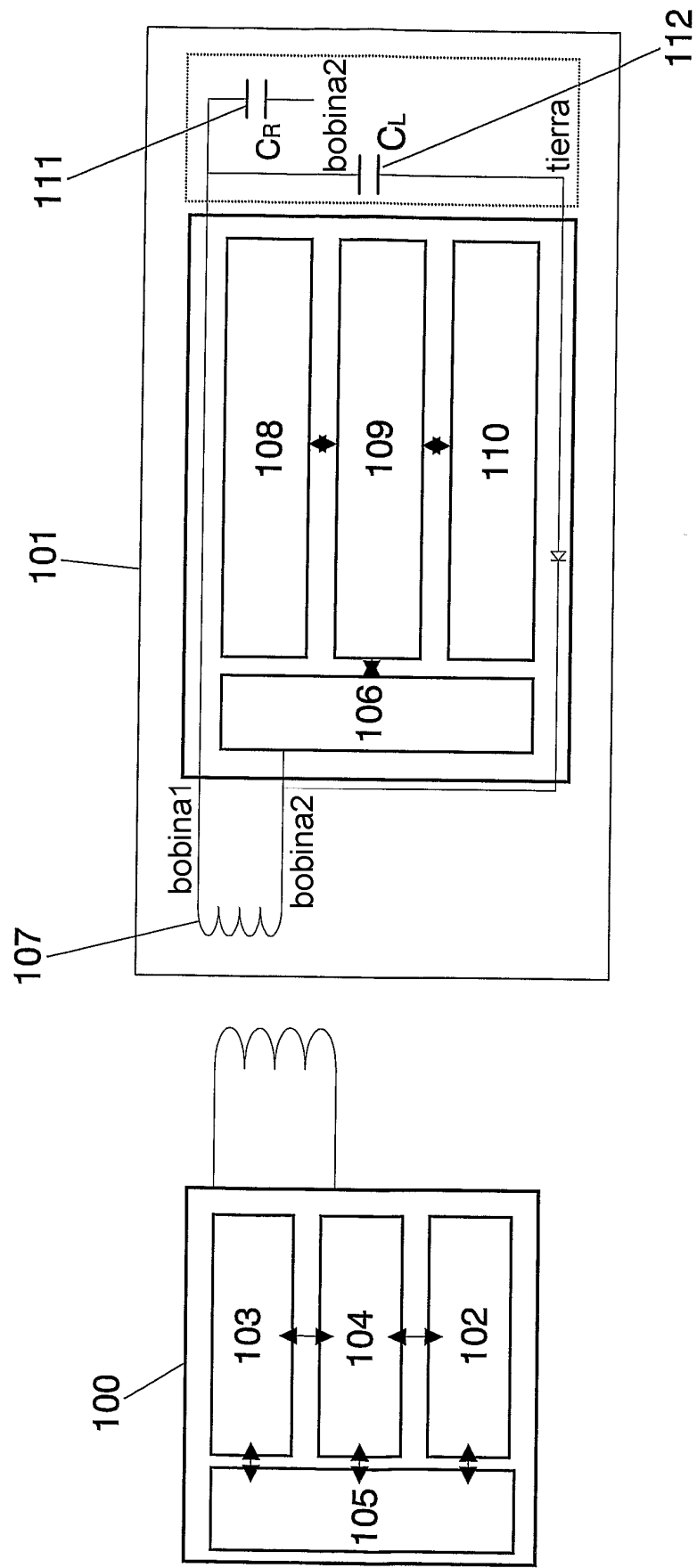


FIG. 17

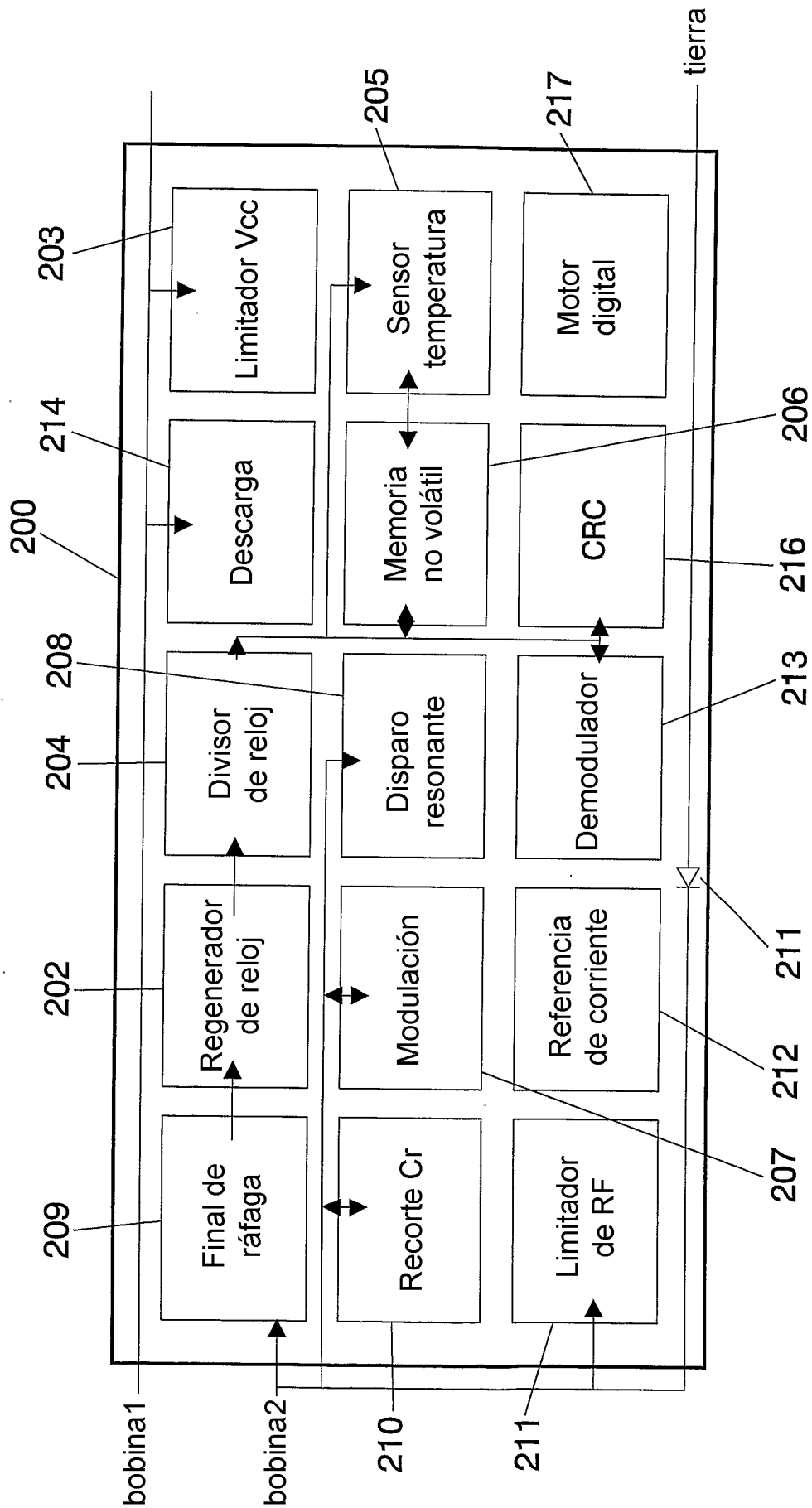


FIG. 18

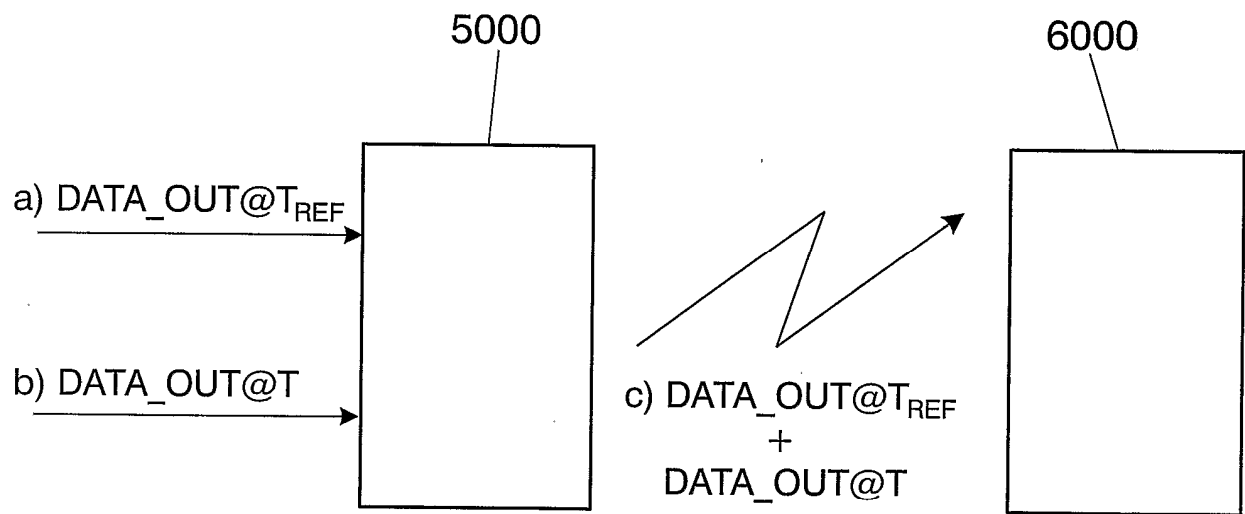


FIG. 19