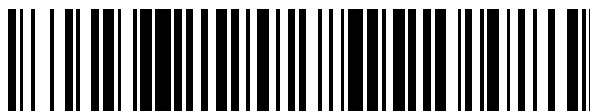


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 110**

51 Int. Cl.:

G06F 1/26 (2006.01)

G06F 1/32 (2009.01)

H02M 3/155 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2013 PCT/US2013/044590**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13184959**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2013 E 13730426 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2859426**

54 Título: **Esquema de entrega de energía bimodal para circuitos integrados que permite la gestión de energía de granularidad fina para múltiples bloques funcionales en una única pastilla**

30 Prioridad:

06.06.2012 US 201213489859

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

01.10.2019

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**KOLLA, YESHWANT NAGARAJ;
FISCHER, JEFFREY HERBERT y
FLEDERBACH, WILLIAM R.**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 726 110 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

Esquema de entrega de energía bimodal para circuitos integrados que permite la gestión de energía de granularidad fina para múltiples bloques funcionales en una única pastilla

5

Campo de divulgación

[0001] Los modos de realización divulgados están dirigidos a esquemas de entrega de energía para circuitos integrados. Más concretamente, los modos de realización a modo de ejemplo están dirigidos a un sistema de entrega de energía bimodal configurado para proporcionar una entrega de potencia de granularidad fina a una pluralidad de bloques funcionales integrados en una única pastilla de semiconductor.

10

Antecedentes

[0002] La energía de conmutación o la energía dinámica consumida por los circuitos digitales en general se rige por la fórmula, $P=FCV^2$, en la que C es el valor de la capacitancia que se está conmutando, F es la frecuencia de conmutación de reloj y V es la magnitud de la tensión que se produce en el componente de conmutación. Existe una necesidad bien reconocida en la técnica, especialmente con respecto a dispositivos portátiles y operados mediante baterías, para reducir el consumo de energía. Las técnicas convencionales para reducir el consumo de energía implican reducir la tensión V y la frecuencia F con el fin de reducir la energía dinámica.

15

20

[0003] Los circuitos digitales normalmente se integran en pastillas de semiconductor, en las que varios bloques funcionales pueden estar presentes en una única pastilla de semiconductor. Estos bloques funcionales pueden abarcar una amplia variedad de elementos funcionales y, por tanto, sus necesidades de frecuencia y tensión pueden diferir enormemente. Por lo tanto, con el fin de cumplir los objetivos de baja energía, cada uno de estos bloques funcionales puede operarse de forma independiente de tal manera que sus respectivos valores de frecuencia y tensión puedan escalarse de forma apropiada.

25

[0004] Sin embargo, operar los diversos bloques funcionales de forma independiente a tensiones y frecuencias individuales puede requerir fuentes individuales de reloj y de tensión para cada bloque funcional. En general, dado que las fuentes de tensión esencialmente controlan el suministro de energía, las fuentes de tensión también se denominarán fuentes de energía en esta descripción. Surgen retos complementarios para proporcionar dichas fuentes de energía individuales. Haciendo referencia ahora a la FIG. 1, se ilustra un circuito digital convencional 100 con N bloques funcionales: 102₁...102_N. El circuito digital 100 se puede integrar en una pastilla de semiconductor, en la que la pastilla de semiconductor se puede integrar en un paquete con un número limitado de clavijas para conectar el paquete con un siguiente nivel de ensamblaje, tal como una tarjeta de circuito impreso. Las clavijas pueden incluir clavijas de entrada/salida de señal, así como clavijas de energía. La tarjeta de circuito impreso puede estar limitada en sí misma por el número de clavijas que puede acomodar.

30

35

[0005] Volviendo ahora a la FIG. 1, las fuentes de energía 104₁...104_N pueden acoplarse al circuito digital 100 con el fin de suministrar energía adaptada individualmente a los bloques funcionales 102₁...102_N, respectivamente. Las fuentes de energía 104₁...104_N pueden configurarse para el escalado de frecuencia y tensión, de tal manera que se pueden proporcionar relojes y tensiones personalizadas a cada uno de los bloques funcionales 102₁... 102_N. Como se muestra, las fuentes de energía 104₁...104_N pueden proporcionarse fuera de la pastilla de semiconductor o paquete que aloja el circuito digital 100. Debido a las limitaciones en los recursos (por ejemplo, clavijas) y los altos costes asociados con la provisión de un gran número de fuentes de energía a medida que aumenta el número de bloques funcionales, las implementaciones convencionales tales como el circuito digital 100 se vuelven poco prácticas.

40

45

[0006] Alternativamente, las implementaciones conocidas pueden incluir reguladores de tensión en la pastilla (por ejemplo, para regular la frecuencia o la tensión, o, de forma colectiva, la "energía") que se integran en la misma pastilla de semiconductor que los bloques funcionales. Aunque los reguladores de tensión en la pastilla convencionales pueden configurarse para proporcionar, por ejemplo, tensión de suministro programable a bloques funcionales individuales, tienen costes prohibitivos. Estos reguladores de tensión en la pastilla normalmente consumen una gran área en la pastilla. El regulador de tensión en la pastilla de elección es una topología de suministro de energía de modo de conmutación, que puede incluir inductores. El uso de varios inductores con el fin de entregar energía a los bloques funcionales individuales aumenta los costes y, además, estos inductores no son fáciles de integrar en la pastilla de semiconductor. Además, estos reguladores de tensión en la pastilla generan cantidades significativas de energía térmica, lo que no es deseable en dispositivos móviles.

50

55

[0007] En consecuencia, existe una necesidad en la técnica de superar las limitaciones mencionadas anteriormente de las implementaciones convencionales, y proporcionar soluciones de gestión de energía de granularidad fina para diseños de circuitos digitales que comprenden varios bloques funcionales integrados en una pastilla de semiconductor.

60

[0008] El documento US2009167270 A1 divulga un aparato para controlar la tensión de suministro para un circuito integrado, que tiene una lógica de control que controla los circuitos del regulador de tensión de conmutación para ajustar la tensión basándose en la información correspondiente a la carga actual para diferentes estados de energía.

65

[0009] El documento US2011154068 A1 divulga un regulador de tensión de condensador conmutado que recibe una tensión de entrada y proporciona una tensión de salida según la carga deseada de un procesador.

5 SUMARIO

[0010] Los modos de realización a modo de ejemplo de la invención se dirigen a sistemas y procedimientos para la entrega de energía bimodal y de granularidad fina a una pluralidad de bloques funcionales integrados en una única pastilla de semiconductor.

[0011] Por ejemplo, un modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un procedimiento para entregar energía a un circuito integrado que comprende bloques funcionales, comprendiendo el procedimiento: proporcionar una primera fuente de energía a un primer bloque funcional del circuito integrado para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional, obtener una segunda fuente de energía a partir de la primera fuente de energía, y proporcionar la segunda fuente de energía al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional.

[0012] Otro modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un circuito integrado para la entrega de energía bimodal que comprende: un primer bloque funcional, una primera fuente de energía acoplada al primer bloque funcional y configurada para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional, y una segunda fuente de energía obtenida a partir de la primera fuente de energía, estando acoplada la segunda fuente de energía al primer bloque funcional y configurada para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional.

[0013] Otro modo de realización a modo de ejemplo más está dirigido a un sistema configurado para la entrega de energía bimodal, comprendiendo el sistema: unos primeros medios de circuito integrado, unos primeros medios de energía acoplados a los primeros medios de circuito integrado y configurados para soportar un primer modo de operación de los primeros medios de circuito integrado, y unos segundos medios de energía obtenidos a partir de los primeros medios de energía, estando acoplados los segundos medios de energía a los primeros medios de circuito integrado y configurados para soportar un segundo modo de operación de los primeros medios de circuito integrado.

[0014] Otro modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que comprende código que, cuando se ejecuta mediante un procesador, hace que el procesador realice operaciones para entregar energía a un circuito integrado que comprende bloques funcionales, comprendiendo el medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador: código para proporcionar una primera fuente de energía a un primer bloque funcional del circuito integrado para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional, código para obtener una segunda fuente de energía a partir de la primera fuente de energía y código para proporcionar la segunda fuente de energía al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional.

[0015] Otro modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un procedimiento para entregar energía a un circuito integrado que comprende bloques funcionales, comprendiendo el procedimiento: proporcionar una primera fuente de energía a un primer bloque funcional del circuito integrado para soportar un modo de operación del primer bloque funcional, proporcionar una segunda fuente de energía al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional, y controlar los ciclos de trabajo de proporcionar la primera y la segunda fuentes de energía al primer bloque funcional para conseguir un caudal promedio deseado del primer bloque funcional.

[0016] Otro modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un circuito integrado para la entrega de energía bimodal que comprende: un primer bloque funcional, una primera fuente de energía acoplada al primer bloque funcional y configurada para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional, una segunda fuente de energía acoplada al primer bloque funcional y configurada para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional, y un primer secuenciador para controlar los ciclos de trabajo de la primera y la segunda fuentes de energía para conseguir un caudal promedio deseado del primer bloque funcional.

[0017] Otro modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un sistema configurado para la entrega de energía bimodal, comprendiendo el sistema: unos primeros medios de circuito integrado, unos primeros medios de energía acoplados a los primeros medios de circuito integrado y configurados para soportar un primer modo de operación de los primeros medios de circuito integrado, unos segundos medios de energía acoplados a los primeros medios de circuito integrado y configurados para soportar un segundo modo de operación de los primeros medios de circuito integrado, y unos primeros medios de secuenciador configurados para controlar los ciclos de trabajo del primer y el segundo medios de energía para conseguir un caudal promedio deseado de los primeros medios de circuito integrado.

[0018] Otro modo de realización a modo de ejemplo está dirigido a un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que comprende código que, cuando se ejecuta mediante un procesador, hace que el procesador realice operaciones para entregar energía a un circuito integrado que comprende bloques funcionales, comprendiendo el medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador: código para proporcionar una primera fuente de

energía a un primer bloque funcional del circuito integrado para soportar un modo de operación del primer bloque funcional, código para proporcionar una segunda fuente de energía al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional, y el código para controlar los ciclos de trabajo de proporcionar la primera y la segunda fuentes de energía al primer bloque funcional para conseguir un caudal promedio deseado del primer bloque funcional.

[0019] La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0020] Los dibujos adjuntos se presentan para asistir en la descripción de los modos de realización de la invención y se proporcionan únicamente para la ilustración de los modos de realización y no para la limitación de los mismos.

La FIG. 1 es un esquema de una implementación convencional para la entrega de energía en un circuito digital que comprende elementos funcionales integrados en una pastilla de semiconductor.

Las FIG. 2A-B son ilustraciones esquemáticas de sistemas de procesamiento a modo de ejemplo 200 y 250 configurados para la entrega de energía bimodal a bloques funcionales integrados en una pastilla de semiconductor, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo.

Las FIG. 3A-B son diagramas de flujo que ilustran el flujo de operación de definir de una fuente de entrega de energía bimodal para bloques funcionales integrados en una pastilla de semiconductor, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo.

La FIG. 4 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica a modo de ejemplo 400 en el que se puede emplear ventajosamente un modo de realización de la divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0021] Se divulgan aspectos de la invención en la siguiente descripción y en dibujos relacionados, orientados a modos de realización específicos de la invención. Pueden concebirse modos de realización alternativos sin apartarse del alcance de la invención. Adicionalmente, no se describirán con detalle elementos bien conocidos de la invención, o se omitirán para no oscurecer los detalles pertinentes de la invención.

[0022] El término "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar que "sirve de ejemplo, caso o ilustración". No debe interpretarse necesariamente que cualquier modo de realización descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" sea preferente o ventajoso con respecto a otros modos de realización. Asimismo, el término "modos de realización de la invención" no requiere que todos los modos de realización de la invención incluyan la característica, ventaja o modalidad de funcionamiento analizada.

[0023] La terminología usada en el presente documento es con el fin de describir modos de realización particulares y no está concebida para limitar los modos de realización de la invención. Como se usan en el presente documento, las formas en singular "un", "una", "el" y "la" están concebidas para incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "comprendiendo"/"que comprende", "incluye" y/o "incluyendo"/"que incluye", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

[0024] Además, muchos modos de realización se describen en términos de secuencias de acciones a realizar, por ejemplo, mediante elementos de un dispositivo informático. Se reconocerá que diversas acciones descritas en el presente documento pueden realizarse mediante circuitos específicos (por ejemplo, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC)), mediante instrucciones de programa ejecutadas por uno o más procesadores o mediante una combinación de ambos. Adicionalmente, puede considerarse que estas secuencias de acciones descritas en el presente documento se realizan por completo dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tenga almacenado en el mismo un conjunto correspondiente de instrucciones de ordenador que, tras su ejecución, provocarían que un procesador asociado realizara la funcionalidad descrita en el presente documento. Por tanto, los diversos aspectos de la invención pueden realizarse en una serie de formas diferentes, todas las cuales se ha contemplado que estén dentro del alcance de la materia objeto reivindicada. Además, para cada uno de los modos de realización descritos en el presente documento, la forma correspondiente de cualquiera de dichos modos de realización puede describirse en el presente documento como, por ejemplo, "lógica configurada para" realizar la acción descrita.

[0025] Los modos de realización a modo de ejemplo reconocen la necesidad de proporcionar frecuencia y tensión de operación personalizadas a uno o más bloques funcionales que pueden integrarse en una pastilla de semiconductor, sin requerir un complemento completo de clavijas asociadas con la entrega de energía independiente

para cada bloque funcional. Por consiguiente, los modos de realización a modo de ejemplo pueden incluir un esquema de entrega de energía bimodal que comprende dos fuentes de energía distintas para entregar energía a bloques funcionales integrados en una pastilla de semiconductor. Una primera fuente de energía puede configurarse para entregar alta tensión o energía. Por ejemplo, la primera fuente de energía puede ser una red compartida de alta corriente configurada para soportar la operación de alta energía (y, en consecuencia, alto rendimiento/frecuencia) de los bloques funcionales. Una segunda fuente de energía puede configurarse para entregar baja tensión o energía. En algunos modos de realización, la segunda fuente de energía puede obtenerse a partir de la primera fuente de energía y puede comprender uno o más reguladores de tensión en la pastilla de baja corriente integrados en la misma pastilla de semiconductor que los bloques funcionales, y configurados para soportar la operación de baja energía (y, en consecuencia, bajo rendimiento/frecuencia) de los bloques funcionales. En otros modos de realización, la segunda fuente de energía puede ser una red compartida de baja corriente configurada para soportar la operación de baja energía/bajo rendimiento/baja frecuencia de los bloques funcionales.

[0026] Haciendo referencia ahora a la FIG. 2A, se ilustra un primer sistema de procesamiento a modo de ejemplo 200. El sistema de procesamiento 200 puede incluir el circuito integrado 214. En consecuencia, el circuito integrado 214 puede comprender M bloques funcionales, $202_1 \dots 202_M$, como se muestra. Estos M bloques funcionales pueden comprender uno cualquiera de o una combinación de elementos lógicos digitales conocidos, circuitos semiconductores, núcleos de procesamiento, estructuras de memoria, etc. Los modos de realización descritos en el presente documento no se limitan a una disposición particular de los bloques funcionales, y las técnicas divulgadas pueden extenderse fácilmente a varias estructuras y disposiciones de bloques funcionales en pastillas o paquetes de semiconductor.

[0027] Haciendo referencia continua a la FIG. 2A, el circuito integrado 214 se puede integrar en una pastilla de semiconductor o paquete. Se puede suponer que la pastilla de semiconductor o paquete puede soportar un número limitado de clavijas, tales como clavijas de entrada/salida y de energía. En consecuencia, los modos de realización optimizan el uso del número limitado de clavijas de energía en los esquemas de entrega de energía descritos. El riel de tensión compartida 210 puede obtenerse de una fuente de energía externa y usarse para suministrar alta tensión a los M bloques funcionales $202_1 \dots 202_M$. Como se muestra, el riel de tensión compartida 210 puede encontrar un punto de entrada en la pastilla de semiconductor o paquete que comprende el circuito integrado 214 a través de una única clavija, o, en otros modos de realización, se puede utilizar un pequeño número de una o más clavijas para extender el riel de tensión compartida 210 a los M bloques funcionales. El número de clavijas puede depender de parámetros tales como el valor de M, la disposición de los bloques funcionales, etc. El riel de tensión compartida 210 puede comprender la primera fuente de energía descrita anteriormente y, por tanto, puede configurarse para transportar alta tensión.

[0028] El riel de tensión compartida 210 también puede alimentar los reguladores de tensión en la pastilla $204_1 \dots 204_M$, que pueden integrarse en la pastilla de semiconductor o paquete que comprende el circuito integrado 214. En el modo de realización ilustrado, los M reguladores de tensión en la pastilla $204_1 \dots 204_M$ se muestran correspondiendo a M bloques funcionales $202_1 \dots 202_M$, respectivamente. Sin embargo, se entenderá que la configuración mostrada en la FIG. 2A tiene solo fines ilustrativos, y en algún modo de realización, se puede compartir un único regulador de tensión en la pastilla entre uno o más bloques funcionales. Como se muestra, los reguladores de tensión en la pastilla $204_1 \dots 204_M$ pueden configurarse para convertir la alta tensión recibida del riel de tensión compartida 210 en una salida de baja tensión, que se lleva en los rieles de baja tensión $212_1 \dots 212_M$. Estos reguladores de tensión en la pastilla $204_1 \dots 204_M$ pueden representar la segunda fuente de energía antes mencionada configurada para generar baja tensión en baja tensión $212_1 \dots 212_M$. Los valores de salida de tensión individuales de estos reguladores de tensión en la pastilla $204_1 \dots 204_M$ se pueden determinar de tal manera que cumplan con los requisitos de valor de tensión mínima de los bloques funcionales correspondientes $202_1 \dots 202_M$. Una forma de determinar el requisito de tensión mínima puede basarse en la tensión mínima requerida para soportar una frecuencia de operación específica del bloque funcional correspondiente. Los expertos en la materia reconocerán variaciones adecuadas de los modos de realización anteriores para configuraciones de circuitos particulares.

[0029] Los M bloques funcionales $202_1 \dots 202_M$ se pueden conectar a la primera y segunda fuentes de energía, como se muestra en la FIG. 2A. Los M conmutadores de alta energía $206_1 \dots 206_M$ pueden acoplar los M bloques funcionales $202_1 \dots 202_M$ al riel de tensión compartida 210 que forma la primera fuente de energía; y los M conmutadores de baja energía $208_1 \dots 208_M$ pueden acoplar los M bloques funcionales $202_1 \dots 202_M$, respectivamente, a los M rieles de baja tensión $212_1 \dots 212_M$ acoplados a los M reguladores de tensión en la pastilla $204_1 \dots 204_M$ que forman la segunda fuente de energía.

[0030] Se apreciará que los modos de realización a modo de ejemplo que incluyen el esquema de entrega de energía bimodal superan los inconvenientes asociados con las implementaciones convencionales descritas anteriormente. Por ejemplo, con respecto a la primera fuente de energía, el riel de tensión compartida 210 tiene un coste significativamente menor, en comparación con las implementaciones convencionales que requieren suministros de energía dedicados para cada bloque funcional. Además, el riel de tensión compartida 210 simplifica el enrutamiento de energía a la pastilla de semiconductor o paquete que comprende el circuito integrado 214, y permite que se conecten rutas de energía amplias a una tarjeta de circuito impreso que puede acoplarse a la pastilla de semiconductor o paquete. Las rutas de energía amplias del riel compartido 210 permiten rutas de entrega de energía de baja

inductancia que dan como resultado un menor ruido de la fuente de energía. Además, el promedio de carga se produce entre los M bloques funcionales 202₁...202_M acoplados al riel de tensión compartida 210, lo que reduce la aparición de grandes picos de carga de corriente. Como se reconocerá, las características anteriores del riel de tensión compartida 210 también facilitan la distribución de energía en la pastilla, ya que se puede realizar un diseño simplificado de capas metálicas superiores que comparten el riel de tensión 210.

[0031] Con respecto a la segunda fuente de energía, los tiempos de respuesta para los reguladores de tensión en la pastilla a modo de ejemplo 204₁...204_M configurados solo para salidas de baja tensión pueden ser significativamente más rápidos, en comparación, por ejemplo, con los reguladores convencionales configurados para un intervalo completo que varía desde requisitos de salida de baja a alta tensión. En consecuencia, se consume menos energía en los reguladores de tensión en la pastilla a modo de ejemplo 204₁...204_M, porque se eliminan las oscilaciones bruscas entre las salidas de alta y baja tensión. Además, por razones similares, los reguladores de tensión en la pastilla a modo de ejemplo 204₁...204_M pueden no requerir inductores integrados. Por consiguiente, los reguladores de tensión en la pastilla 204₁...204_M pueden ser más pequeños e implicar consideraciones de diseño más sencillas en comparación con los reguladores convencionales de suministro de energía de modo conmutado de intervalo de tensión completo.

[0032] Además, la red en la pastilla asociada con los rieles de tensión 212₁...212_M puede tener requisitos de capacitancia mucho menores que las redes fuera de la pastilla. Debido a que los reguladores de tensión en la pastilla 204₁...204_M están eléctricamente más cerca de los circuitos consumidores (bloques funcionales 202₁...202_M), pueden ser más adecuados para detectar y responder a variaciones de carga con un ancho de banda de frecuencia mejorado.

[0033] En algunos modos de realización, el sistema de procesamiento 200 puede comprender lógica o software (no ilustrado por separado) para determinar dinámicamente un modo asociado con cada uno de los M bloques funcionales 202₁...202_M. Si, para un bloque funcional particular, por ejemplo el bloque funcional 202₁, se determina que se desea un alto rendimiento o una operación de alta frecuencia en un punto en el tiempo, entonces el bloque funcional 202₁ puede obtener su tensión de operación de la primera fuente de energía, es decir, el riel de tensión compartida 210, activando su conmutador de alta energía 206₁ y desactivando su conmutador de baja energía 208₁. De manera similar, en el caso inverso en el que se desea una operación de bajo rendimiento o de baja frecuencia, el bloque funcional 202₁ puede obtener su tensión de operación de la segunda fuente de energía, es decir, el regulador de tensión en la pastilla 204₁ a través del riel de baja tensión 212₁ activando su conmutador de baja energía 208₁ y desactivando su conmutador de alta energía 206₁.

[0034] Como se ha mencionado anteriormente, en algunos modos de realización, el número de reguladores de tensión en la pastilla y los conmutadores se pueden reducir, ya que se pueden compartir entre bloques funcionales. Por ejemplo, dos o más bloques funcionales pueden compartir un único regulador de tensión en la pastilla como su segunda fuente de energía. En un modo de realización a modo de ejemplo, la salida del regulador de tensión en la pastilla compartido se puede acoplar a los dos o más bloques funcionales a través de dos o más conmutadores de baja energía, respectivamente. En otro modo de realización a modo de ejemplo, uno o más conmutadores de baja energía también pueden compartirse entre dos o más bloques funcionales, por ejemplo en escenarios en los que estos dos o más bloques funcionales pueden tener requisitos de frecuencia/rendimiento similares. Debido a que la lógica de conmutación puede incurrir en costes en términos de área y energía en la pastilla, dicha compartición puede reducir los costes asociados. Se puede añadir soporte de software/hardware adecuado para soportar dicha compartición y también para determinar los bloques funcionales que pueden compartir conmutadores de baja energía.

[0035] En consecuencia, mediante el uso apropiado de la lógica o el software, el sistema de procesamiento 200 puede determinar los modos de alto o bajo rendimiento/frecuencia anteriores para cada uno de los M bloques funcionales 202₁...202_M, teniendo en cuenta parámetros tales como la naturaleza y la cantidad de trabajo que debe realizarse mediante los bloques funcionales individuales en cualquier instancia o intervalo de tiempo en particular. Los modos de frecuencia/rendimiento también pueden diseñarse de tal manera que un bloque funcional particular pueda configurarse para operar en un modo de alta frecuencia/rendimiento durante un primer período de tiempo; y durante un segundo período de tiempo, apagarse completamente (por ejemplo, apagando el conmutador de alta energía y el de baja energía asociados con el bloque funcional particular) o cambiar al modo de baja frecuencia/rendimiento. En los modos de realización a modo de ejemplo, el sistema de procesamiento 200 también puede determinar los modos de frecuencia/rendimiento para un bloque funcional particular, de tal manera que el bloque funcional particular está configurado para operar completamente bajo los valores de frecuencia y tensión más bajos (o más altos) permitidos. Otros modos de realización adicionales pueden tener en cuenta parámetros tales como un caudal computacional promedio deseado para el sistema de procesamiento 200, fijando así los modos de frecuencia/rendimiento para los bloques funcionales individuales de una manera que cumpliría el caudal computacional promedio deseado.

[0036] También se entenderá que, aunque los esquemas de suministro de energía bimodal descritos anteriormente en los modos de realización a modo de ejemplo definen dos intervalos de energía correspondientes a dos fuentes de energía, ninguna fuente de energía está vinculada a una tensión particular. Por ejemplo, el riel de baja tensión 212 puede programarse para proporcionar tensión a través de una ventana de operación de baja tensión, que puede superponerse con una ventana de operación de tensión del riel de tensión compartida de alta tensión 210. En otro ejemplo, el riel de tensión compartida 210 puede configurarse para transportar baja tensión si se determina que la

eficiencia del sistema de procesamiento 200 puede mejorarse reduciendo así el nivel de tensión en el riel de tensión compartida 210.

5 **[0037]** Haciendo referencia ahora a la FIG. 2B, se ilustra un segundo sistema de procesamiento a modo de ejemplo 250. El sistema de procesamiento 250 es notablemente diferente del sistema de procesamiento 200 en que la segunda fuente de energía puede ser independiente y comprender una red compartida en lugar de obtenerse a partir de la primera fuente de energía usando uno o más reguladores de tensión en la pastilla. Más concretamente, el sistema de procesamiento 250 puede incluir un circuito integrado 264 que comprende M bloques funcionales, 252₁...252_M, como se muestra. Los rieles de tensión compartida 260 y 254 pueden obtenerse de fuentes de energía externas y pueden configurarse como la primera y la segunda fuentes de energía para suministrar alta tensión y baja tensión, respectivamente, a los M bloques funcionales 252₁...252_M. Los M bloques funcionales 252₁...252_M se pueden conectar a la primera y la segunda fuentes de energía usando los M conmutadores de alta energía 256₁... 256_M y los M conmutadores de baja energía 258₁...258_M, respectivamente. Los M bloques secuenciadores 262₁...262_M pueden configurarse para controlar los M conmutadores de alta energía 256₁...256_M y los M conmutadores de baja energía 258₁...258_M, como se muestra.

20 **[0038]** En el sistema de procesamiento 250, se puede conseguir un caudal deseado para cada uno de los M bloques funcionales 252₁...252_M controlando un ciclo de trabajo de la primera y la segunda fuentes de energía, 260 y 254, respectivamente. El caudal puede relacionarse con los modos de rendimiento descritos anteriormente de los bloques funcionales. En un ejemplo, un caudal deseado para un bloque funcional puede relacionarse con un número de instrucciones que se pueden procesar en una unidad de tiempo. Una unidad convencional de medición del caudal puede ser en términos de millones de instrucciones por segundo (MIPS). Como se ha descrito anteriormente, se puede conseguir un caudal más alto o un valor más alto de MIPS para un bloque funcional particular operándolo en un modo de alto rendimiento acoplando el bloque funcional a una fuente de energía de alta tensión. De manera correspondiente, se puede conseguir un caudal más bajo o un valor más bajo de MIPS operando el bloque funcional en un modo de bajo rendimiento acoplando el bloque funcional a una fuente de baja energía. Por tanto, cualquier caudal promedio deseado en un intervalo de valores de caudal que se encuentran entre los valores de caudal más altos y más bajos posibles para un bloque funcional particular se puede conseguir controlando proporcionalmente la cantidad de tiempo que el bloque funcional opera en los modos de alto y bajo rendimiento. Las cantidades relativas de tiempo que el bloque funcional se opera en los modos de alto y bajo rendimiento pueden medirse en términos de ciclos de trabajo.

35 **[0039]** En un ejemplo ilustrativo no limitativo, la primera fuente de energía 260 puede ser una red compartida de alta tensión capaz de transportar valores de alta tensión en el intervalo de 1-1,1 V, mientras que la segunda fuente de energía 254 puede ser una red compartida de baja tensión capaz de transportar valores de baja tensión en el intervalo de 0,6-0,7 V. En este ejemplo ilustrativo, un bloque funcional particular 252_M puede ser capaz de un caudal máximo de 3 MIPS cuando está acoplado al valor más alto de tensión de 1,1 V, y un caudal mínimo de 0,5 MIPS cuando está acoplado al valor más bajo de tensión de 0,6 V. En un modo de realización, se puede conseguir un caudal de 2 MIPS entre los caudales más altos y más bajos posibles para el bloque funcional 252_M principalmente controlando el conmutador de alta energía 256_M y el conmutador de baja energía 258_M, controlando así la cantidad de tiempo que el bloque funcional 252_M se opera acoplándose a la primera fuente de energía 260 y a la segunda fuente de energía 254, respectivamente, en una unidad de tiempo dada. El bloque secuenciador 262_M puede configurarse para controlar el conmutador de alta energía 256_M y el conmutador de baja energía 258_M en consecuencia. El ciclo de trabajo relativo a cada fuente de energía puede definirse como la cantidad de tiempo que esa fuente de energía se usa para suministrar energía al bloque funcional 252_M a través del conmutador de energía correspondiente en la unidad de tiempo. Los M bloques secuenciadores 262₁...262_M pueden configurarse para controlar los ciclos de trabajo relativos a los M bloques funcionales correspondientes, 252₁...252_M de la manera descrita anteriormente, la lógica/funcionalidad de estos M bloques secuenciadores 262₁...262_M no necesita estar separada en M bloques independientes como se ilustra, y puede unificarse en un control global que se puede colocar en cualquier ubicación según las necesidades particulares. En algunos modos de realización, los bloques secuenciadores o el control global pueden incluso ubicarse fuera del chip o fuera del circuito integrado 264, o, en algunos modos de realización, las funciones relacionadas de estos bloques pueden realizarse usando algoritmos de software. Los expertos en la materia reconocerán las variaciones apropiadas de los modos de realización descritos anteriormente.

55 **[0040]** Continuando con el ejemplo ilustrativo anterior, en otro modo de realización, los valores de tensión dentro de los intervalos de alta tensión y baja tensión también pueden modificarse además de o en lugar de controlar los ciclos de trabajo con el fin de conseguir el caudal deseado. Por ejemplo, si los ciclos de trabajo se fijaron a un valor constante, se pueden seleccionar valores de tensión particulares dentro del intervalo de alta tensión de 1-1,1 V y el intervalo de baja tensión de 0,6-0,7 V con el fin de conseguir el caudal deseado de 2 MIPS para el ciclo de trabajo fijado. Controlar ambos valores de tensión dentro de los intervalos de alta y baja tensión, así como controlar los ciclos de trabajo, puede proporcionar un control sintonizado fino para conseguir los valores de caudal deseados en los modos de realización a modo de ejemplo.

65 **[0041]** Aunque no se ilustra, se pueden proporcionar más de dos fuentes de energía en algunos modos de realización. Por ejemplo, además de una primera y una segunda fuentes de energía para alta y baja tensión, también se puede proporcionar una tercera fuente de energía para una tensión de intervalo medio en casos en los que el espacio entre los intervalos de alta y baja tensión sea alto. Por tanto, los sistemas particulares pueden configurarse

con cualquier número de fuentes de energía sin apartarse del alcance de los modos de realización. Por ejemplo, en algunos sistemas de procesamiento a modo de ejemplo, la entrega de energía a los bloques funcionales puede basarse en combinaciones de esquemas de entrega de energía descritos con respecto a los sistemas de procesamiento 200 y 250 de las FIG. 2A y 2B, respectivamente. Por consiguiente, la segunda fuente de energía para algunos bloques funcionales puede obtenerse de una fuente de energía externa de baja tensión, mientras que algunos bloques funcionales pueden obtener su segunda fuente de energía a partir de la primera fuente de energía a través del uso de reguladores en la pastilla. Por tanto, las técnicas a modo de ejemplo pueden integrarse dentro de un mismo sistema de procesamiento o circuito integrado.

[0042] En consecuencia, se apreciará que los modos de realización incluyen diversos procedimientos para llevar a cabo los procesos, funciones y/o algoritmos divulgados en el presente documento. En un ejemplo, como se ilustra en la FIG. 3A, un primer modo de realización a modo de ejemplo puede incluir un procedimiento para entregar energía a un circuito integrado (por ejemplo, el circuito integrado 214) que comprende: proporcionar una primera fuente de energía (por ejemplo, un riel de tensión compartida 210) a un primer bloque funcional (por ejemplo, los bloques funcionales 202₁) del circuito integrado para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional - Bloque 302; obtener una segunda fuente de energía (regulador de tensión en la pastilla 204₁) a partir de la primera fuente de energía - Bloque 304; y proporcionar la segunda fuente de energía al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional - Bloque 306. En un modo de realización, el primer modo de operación puede ser un modo de operación de alta frecuencia y el segundo modo de operación puede ser un modo de operación de baja frecuencia. La frecuencia deseada en un modo de operación puede basarse en parámetros tales como un objetivo de energía deseada del primer bloque funcional, la eficiencia deseada del primer bloque funcional, el caudal computacional promedio deseado del circuito integrado, etc. En algunos modos de realización, el primer bloque funcional puede operarse en el modo de operación de alta frecuencia durante un primer período de tiempo y en el modo de operación de baja frecuencia durante un segundo período de tiempo. El primer y segundo períodos de tiempo pueden basarse en un caudal promedio deseado para el circuito integrado. Los expertos en la materia apreciarán que los modos de operación no están limitados a los determinados por la frecuencia, sino que pueden incluir cualquier otro modo de alta y baja energía.

[0043] En otro ejemplo, como se ilustra en la FIG. 3B, un segundo modo de realización a modo de ejemplo puede incluir un procedimiento para entregar energía a un circuito integrado (por ejemplo, el circuito integrado 264) que comprende: proporcionar una primera fuente de energía (por ejemplo, un riel de alta tensión compartida 260) a un primer bloque funcional (por ejemplo, el bloque funcional 252_M) del circuito integrado para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional - Bloque 352; proporcionar una segunda fuente de energía (por ejemplo, un riel de baja tensión compartida 254) al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional - Bloque 354; y controlar los ciclos de trabajo de proporcionar la primera y la segunda fuentes de energía al primer bloque funcional (por ejemplo, usando el bloque secuenciador 262_M) para conseguir un caudal promedio deseado del primer bloque funcional - Bloque 356.

[0044] Los expertos en la materia apreciarán que la información y las señales pueden representarse usando cualquiera entre una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que puedan haberse mencionado a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0045] Además, los expertos en la materia apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito en general diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas en el sistema general. Los expertos en la materia pueden implementar la funcionalidad descrita de formas distintas para cada aplicación particular, pero no debería interpretarse que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente invención.

[0046] Los procedimientos, las secuencias y/o los algoritmos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, en una memoria flash, en una memoria ROM, en una memoria EPROM, en una memoria EEPROM, en registros, en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

[0047] Haciendo referencia a la FIG. 4, se representa un diagrama de bloques de un modo de realización ilustrativo particular de un dispositivo inalámbrico que incluye un procesador de múltiples núcleos configurado según los modos de realización, y, en general, se designa como 400. El dispositivo 400 incluye un procesador de señales digitales

(DSP) 464, que puede incluir componentes del sistema de procesamiento 200 ilustrado en la FIG. 2A. Por ejemplo, el DSP 464 puede incluir los bloques funcionales 202₁...202_M acoplados a un riel de tensión compartida 210, y los reguladores de tensión en la pastilla 204₁...204_M, los conmutadores de alta energía 206₁... 206_M, y los conmutadores de baja energía 208₁...208_M, respectivamente, como se muestra. En un modo de realización particular, la fuente de energía 444 está acoplada al dispositivo de sistema en chip 422, y la fuente de energía 444 actúa como una fuente de alta tensión para suministrar alta tensión a un riel de alta tensión compartida 210 acoplado al suministro de energía 444. La FIG. 4 también muestra un controlador de pantalla 426 que está acoplado al DSP 464 y a la pantalla 428. Un codificador/descodificador (CODEC) 434 (por ejemplo, un CODEC de audio y/o de voz) se puede acoplar al DSP 464. El DSP 464 también está acoplado a la memoria 432, como se muestra. También se ilustran otros componentes, tales como el controlador inalámbrico 440 (que puede incluir un módem). Un altavoz 436 y un micrófono 438 pueden estar acoplados al CODEC 434. La FIG. 4 indica además que el controlador inalámbrico 440 puede estar acoplado a la antena inalámbrica 442. En un modo de realización particular, el DSP 464, el controlador de pantalla 426, la memoria 432, el CÓDEC 434 y el controlador inalámbrico 440 están incluidos en un dispositivo de sistema en paquete o sistema en chip 422.

[0048] En un modo de realización particular, un dispositivo de entrada 430 está acoplado al dispositivo de sistema en chip 422. Además, en un modo de realización particular, como se ilustra en la FIG. 4, la pantalla 428, el dispositivo de entrada 430, el altavoz 436, el micrófono 438, la antena inalámbrica 442 y la fuente de energía 444 son externos con respecto al dispositivo de sistema en chip 422. Sin embargo, cada uno de la pantalla 428, el dispositivo de entrada 430, el altavoz 436, el micrófono 438, la antena inalámbrica 442 y la fuente de energía 444 se puede acoplar a un componente del dispositivo de sistema en chip 422, tal como una interfaz o un controlador.

[0049] Se debe señalar que, aunque la FIG. 4 representa un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, el DSP 464 y la memoria 432 también pueden integrarse en un descodificador, un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un asistente digital personal (PDA), una unidad de datos de ubicación fija, o un ordenador. Un procesador (por ejemplo, el DSP 464) también puede integrarse en dicho dispositivo.

[0050] Por consiguiente, un modo de realización de la invención puede incluir un medio legible por ordenador que incorpora un procedimiento de entrega de energía bimodal. Por consiguiente, la presente invención no se limita a los ejemplos ilustrados, y cualquier medio para realizar las funciones descritas en el presente documento se incluye en los modos de realización de la invención.

[0051] Aunque la divulgación anterior muestra modos de realización ilustrativos de la invención, debería observarse que diversos cambios y modificaciones pueden realizarse en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Las funciones, etapas y/o acciones de las reivindicaciones de procedimiento de acuerdo a los modos de realización de la invención, descritos en el presente documento, no tienen que realizarse en ningún orden particular. Además, aunque los elementos de la invención puedan describirse o reivindicarse en singular, se contempla el plural a menos que se indique explícitamente la limitación al singular.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para entregar energía a un circuito integrado que comprende bloques funcionales, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 proporcionar una primera fuente de energía a un primer bloque funcional del circuito integrado para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional (302);
 - 10 obtener una segunda fuente de energía a partir de la primera fuente de energía (304);
 - 15 proporcionar la segunda fuente de energía al primer bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional (306); **caracterizado por**
 - 20 operar el primer bloque funcional en el primer modo de operación durante un primer período de tiempo; y operar el primer bloque funcional en el segundo modo de operación durante un segundo período de tiempo, en el que el primer período de tiempo y el segundo período de tiempo se determinan basándose en un caudal promedio deseado para el circuito integrado, y
 - 25 en el que el primer modo de operación es un modo de alta frecuencia, y el segundo modo de operación es un modo de baja frecuencia,
 - en el que la primera fuente de energía es un riel de alta tensión compartida acoplado a una fuente de alta tensión fuera del circuito integrado, y la segunda fuente de energía comprende un primer regulador de tensión en la pastilla acoplado al primer bloque funcional y en el que el primer regulador de tensión en la pastilla está integrado en una misma pastilla que el circuito integrado.
2. El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proporcionar el riel de alta tensión compartida a un segundo bloque funcional del circuito integrado para soportar un primer modo de operación del segundo bloque funcional, y proporcionar la segunda fuente de energía al segundo bloque funcional para soportar un segundo modo de operación del segundo bloque funcional.
3. El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la segunda fuente de energía comprende además un segundo regulador de tensión en la pastilla acoplado al segundo bloque funcional.
- 35 4. El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el primer regulador de tensión en la pastilla se comparte entre el primer bloque funcional y el segundo bloque funcional.
5. El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además: acoplar la primera fuente de energía al primer bloque funcional a través de un primer conmutador de alta energía;
 - 40 acoplar la segunda fuente de energía al primer bloque funcional a través de un primer conmutador de baja energía; y
 - 45 controlar el primer conmutador de alta energía y el primer conmutador de baja energía para conectar selectivamente el primer bloque funcional a la primera fuente de energía o a la segunda fuente de energía basándose en una frecuencia de operación deseada del primer bloque funcional.
6. El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el modo de frecuencia deseado del primer bloque funcional se basa en al menos uno de un objetivo de energía deseado del primer bloque funcional, la eficiencia deseada del primer bloque funcional, o un caudal computacional promedio deseado del circuito integrado.
7. Un circuito integrado (250) para la entrega de energía bimodal que comprende:
 - 55 un primer bloque funcional (252);
 - una primera fuente de energía (260) acoplada al primer bloque funcional y configurada para soportar un primer modo de operación del primer bloque funcional;
 - 60 una segunda fuente de energía (254) acoplada al primer bloque funcional y configurada para soportar un segundo modo de operación del primer bloque funcional; **caracterizado por**
 - un primer secuenciador (262) para controlar los ciclos de trabajo de la primera y la segunda fuentes de energía para conseguir un caudal promedio deseado del primer bloque funcional

en el que la primera fuente de energía es un riel de alta tensión compartida acoplado a una fuente de alta tensión fuera del circuito integrado, y la segunda fuente de energía comprende un primer regulador de tensión en la pastilla acoplado al primer bloque funcional y en el que el primer regulador de tensión en la pastilla está integrado en una misma pastilla que el circuito integrado.

- 5
8. Un aparato que comprende medios para realizar un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 10
9. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador, comprendiendo el medio legible por ordenador al menos una instrucción para hacer que un ordenador o procesador realice un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

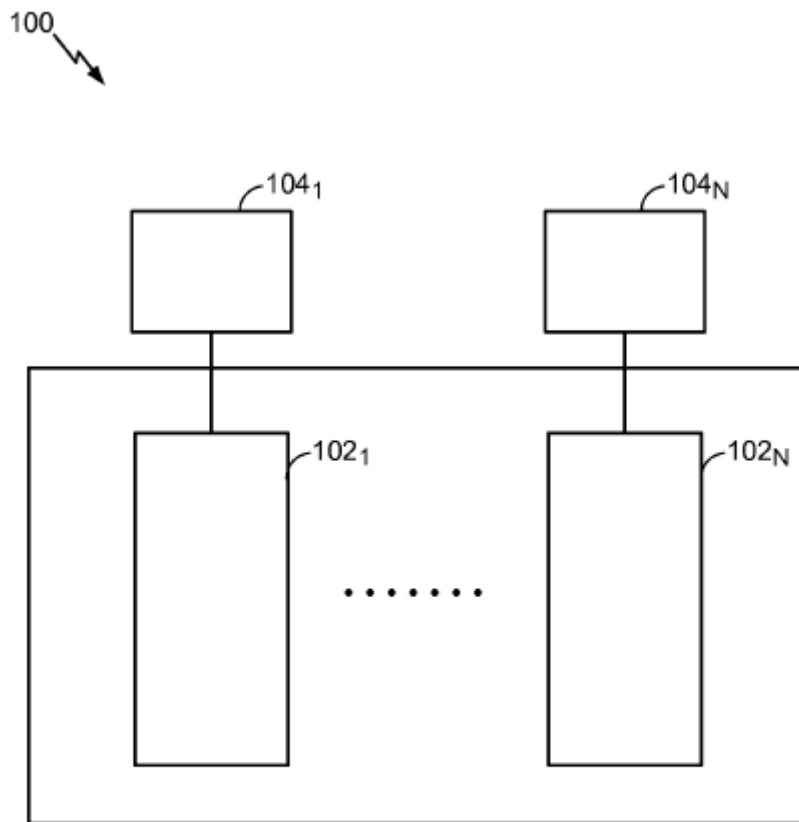


FIG. 1

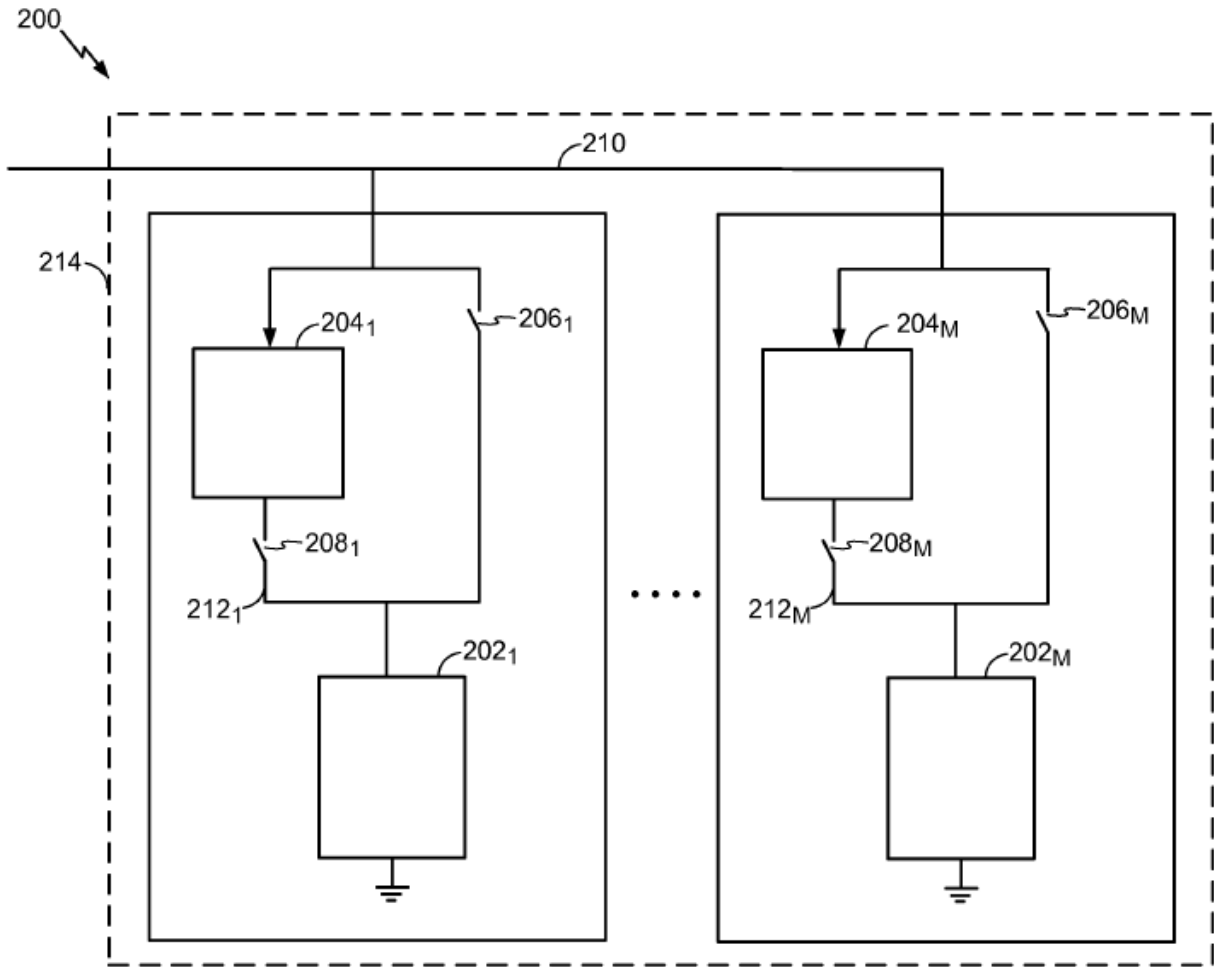


FIG. 2A

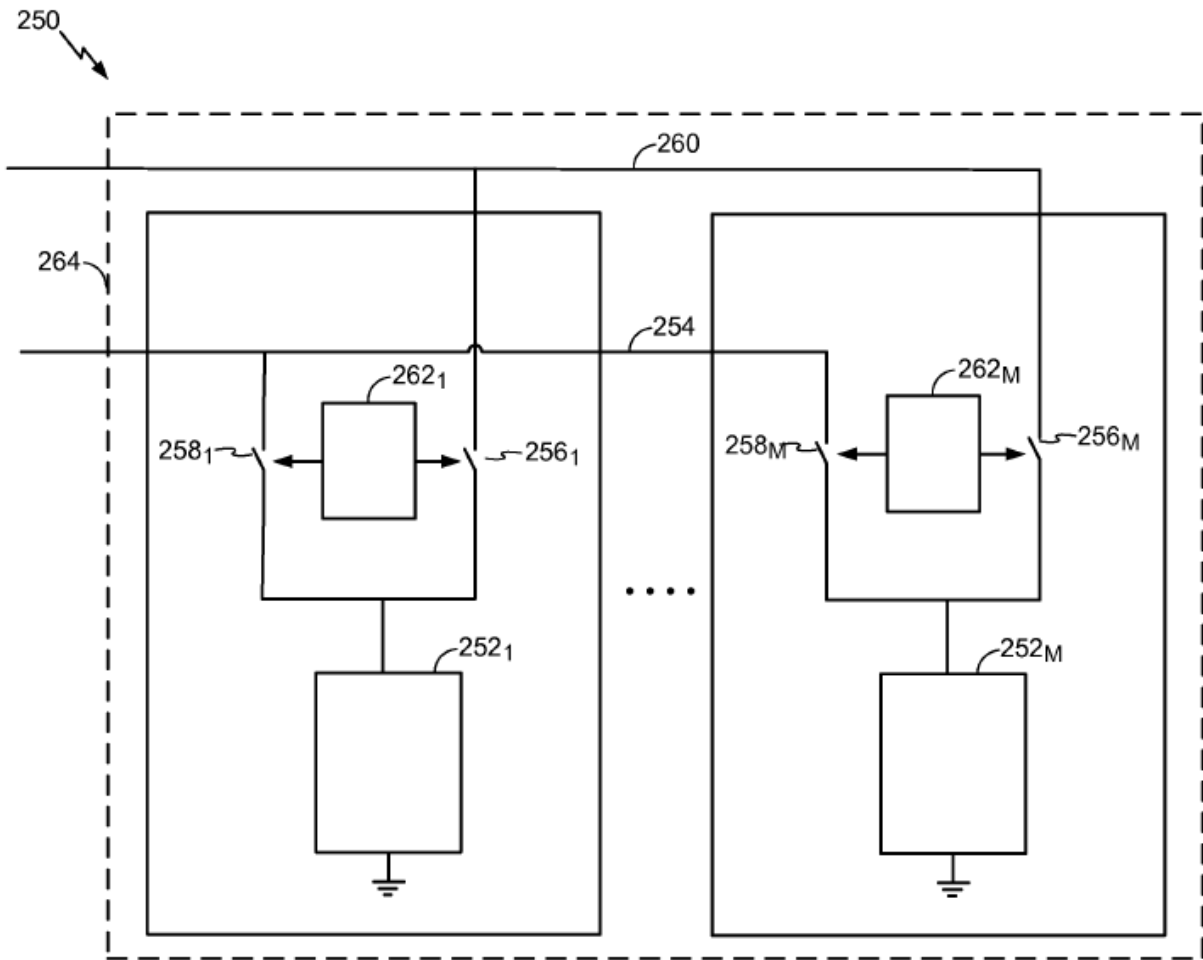


FIG. 2B

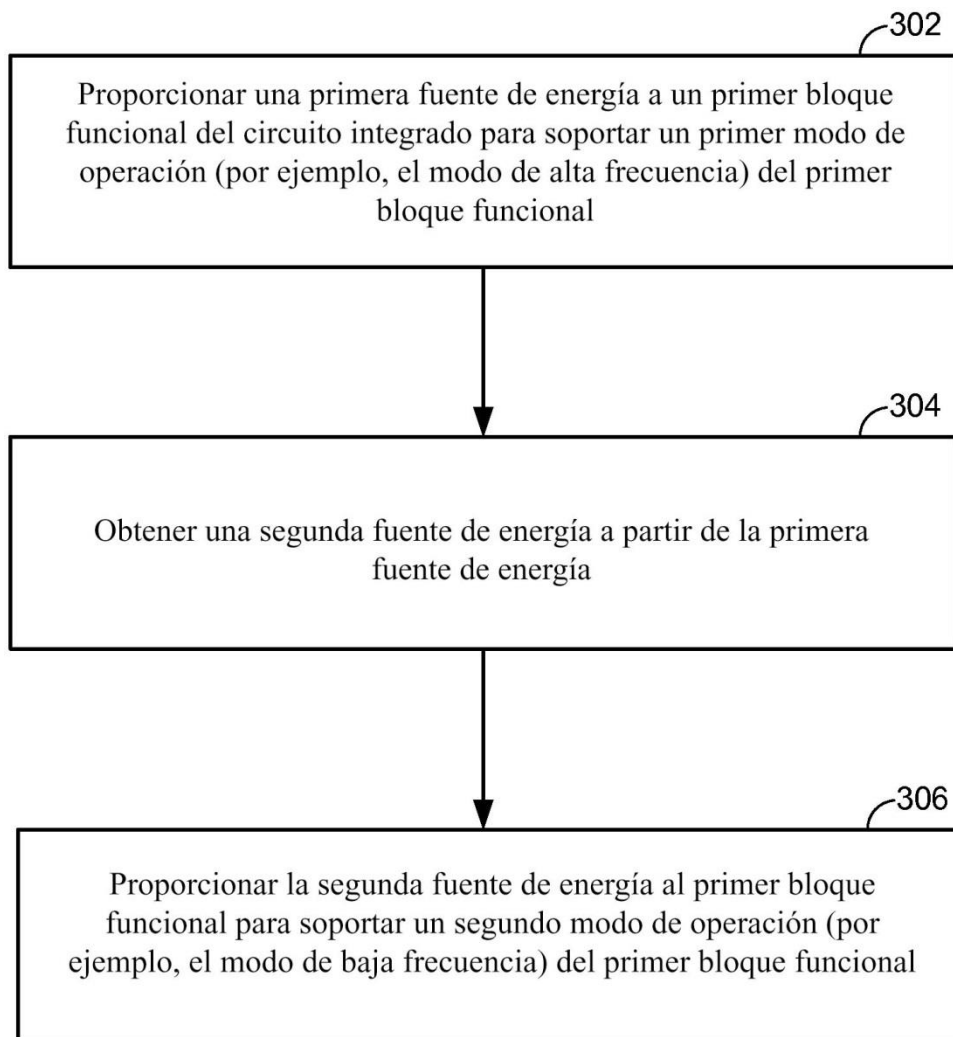


FIG. 3A

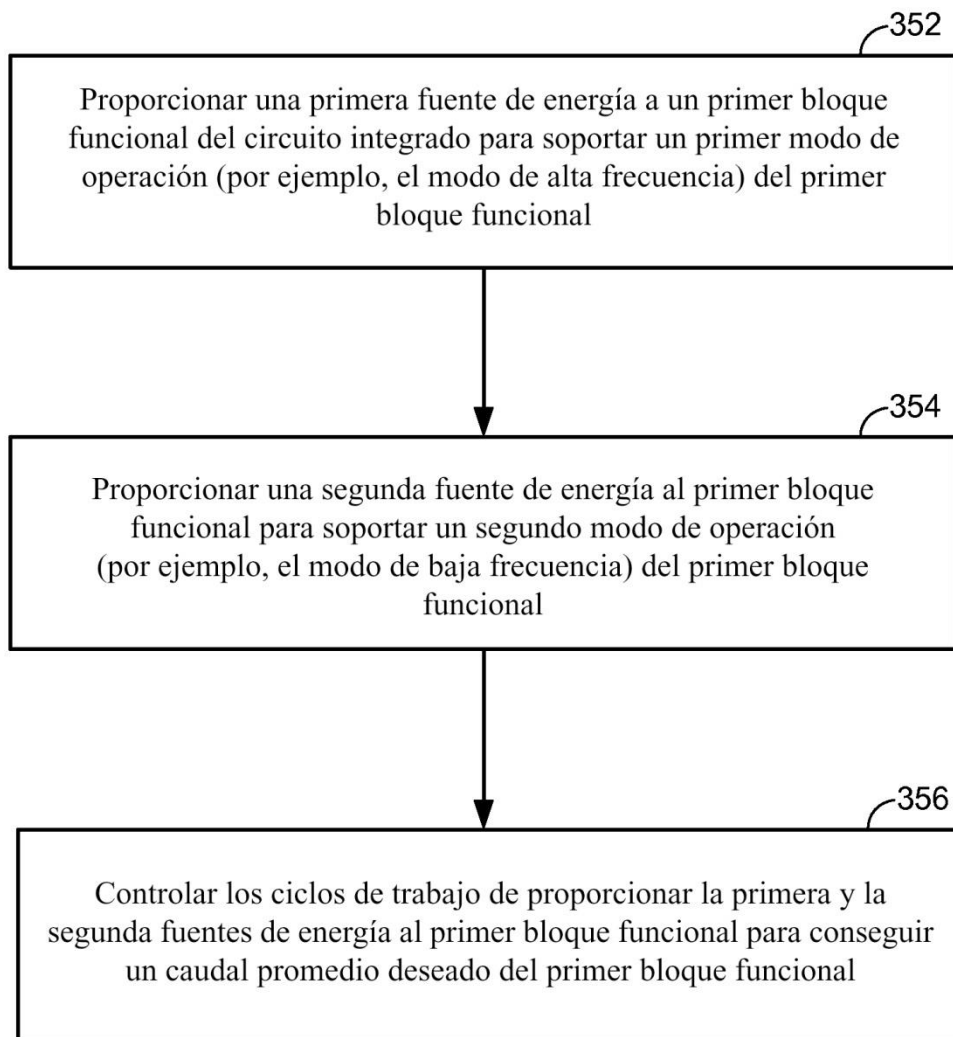


FIG. 3B

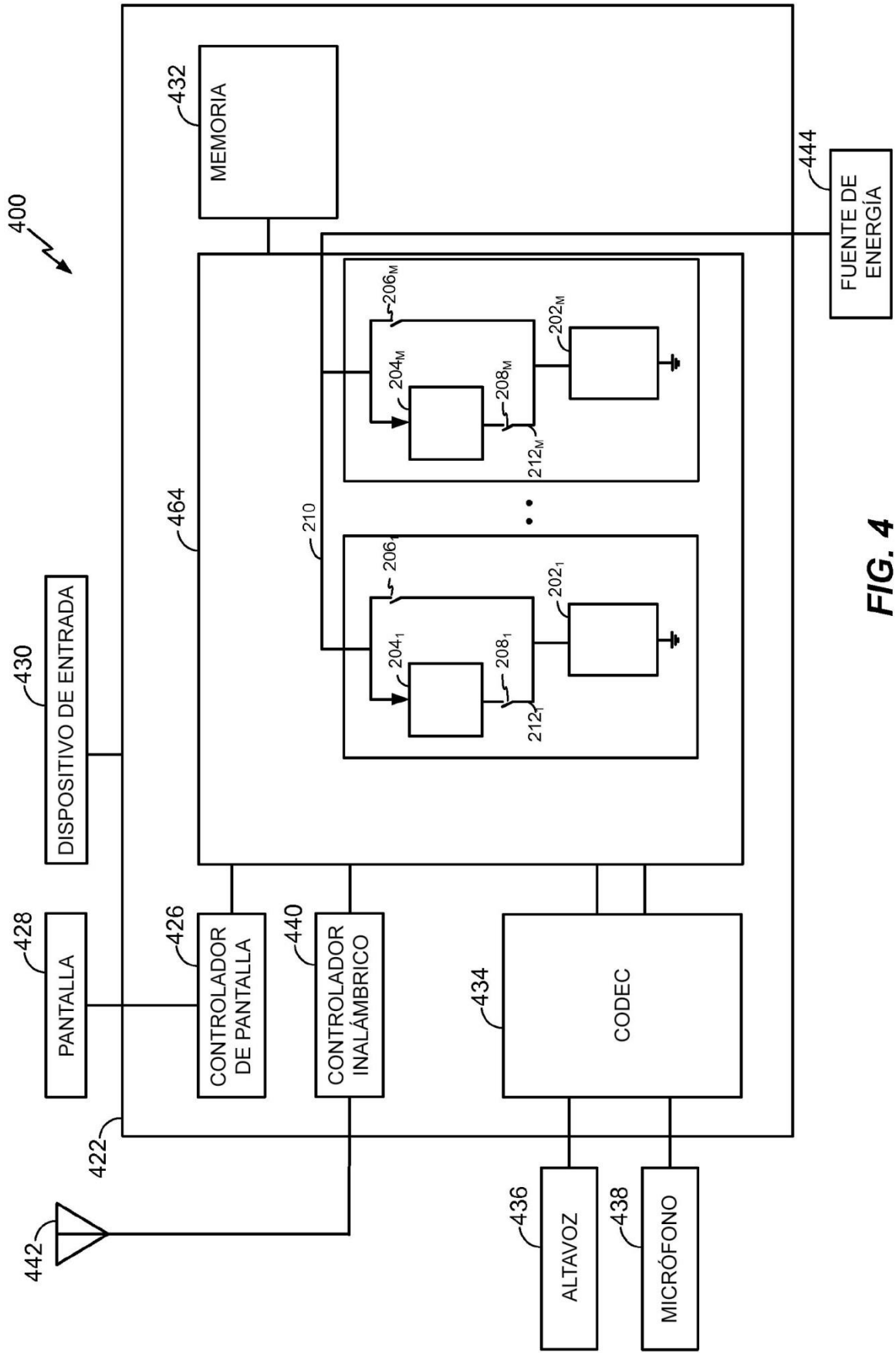


FIG. 4