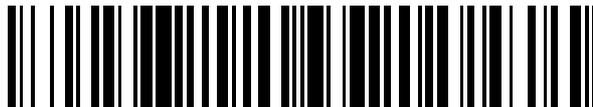


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 459 952**

51 Int. Cl.:

G05F 1/575 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2011 E 11719121 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2564284**

54 Título: **Regulador de tensión de baja caída en-chip, sin condensador con control Q**

30 Prioridad:

21.04.2011 US 201113091715
29.04.2010 US 329141 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.05.2014

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

ZHANG, JUNMOU y
CHUA-EOAN, LEW G.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 459 952 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

Regulador de tensión de baja caída en-chip, sin condensador con control Q

Campo de la divulgación

5 Las formas de realización divulgadas se refieren al campo de las disposiciones sin condensador de reguladores de tensión en-chip de baja caída (LDO). Más en concreto, las formas de realización ejemplares se refieren a las disposiciones sin condensador de reguladores de tensión LDO configurados para controlar el factor de calidad (Q), proporcionando así estabilidad al sistema.

Antecedentes

10 La gestión de la energía eléctrica juega un importante papel en la industria electrónica en la actualidad. Los dispositivos energizados por baterías y portátiles requieren técnicas de gestión de la energía eléctrica para prolongar la duración de las baterías y mejorar el rendimiento y la operación de los dispositivos. Un aspecto de la gestión de la energía eléctrica incluye el control de las tensiones operativas. Los sistemas electrónicos convencionales, en particular los sistemas en-chip (*on-chip*) (SOCs) generalmente incluyen diversos subsistemas. Los diversos subsistemas pueden ser operados con diferentes tensiones operativas adaptadas a las necesidades específicas de los subsistemas. Los reguladores de tensión son empleados para suministrar tensiones específicas a los diversos subsistemas. Los reguladores de tensión pueden también ser empleados para mantener los subsistemas aislados entre sí.

15 Los reguladores de tensión de baja caída (LDO) son habitualmente utilizados para generar y suministrar tensiones bajas, y conseguir una circuitería de bajo ruido. Los reguladores de tensión LDO convencionales exigen un condensador externo de gran tamaño, con frecuencia del orden de varios microfaradios. Estos condensadores externos ocupan un espacio de tablero valioso, incrementan el número de espigas del circuito integrado (IC), e impiden soluciones eficientes de los SOCs.

20 Con referencia a la FIG. 1, en ella se ilustra un regulador 100 de tensión LDO convencional con un condensador C_L . El condensador C_L es problemático según lo expuesto con anterioridad. Como se ilustra, el regulador 100 de tensión LDO acepta una tensión de entrada V_{in} no regulada y una tensión de referencia V_{ref} de entrada, y genera una tensión de salida V_{out} regulada. Una entrada del amplificador 102 diferencial vigila una fracción de tensión de salida V_{out} regulada, en cuanto determinada por la relación de resistencia de los resistores R_1 y R_2 . La otra entrada al amplificador 102 diferencial es estable, la tensión de referencia V_{ref} . El amplificador 102 diferencial excita un transistor de gran paso, el transistor 104. Si la tensión de salida V_{out} regulada, que se deriva en la salida del transistor 104 se eleva demasiado con respecto a la tensión de referencia V_{ref} , entonces el amplificador 102 diferencial altera la intensidad de la excitación hacia el transistor 104 con el fin de mantener la tensión de salida V_{out} regulada en un valor de tensión constante.

25 El regulador 100 de tensión LDO convencional de la FIG. 1 es un sistema de "polo doble". Un "polo", como es sobradamente conocido en los sistemas de control asociados con circuitos eléctricos es una indicación de estabilidad del circuito eléctrico. En concreto, con respecto a los circuitos de resistor - condensador, una ganancia de bucle trazada a lo largo de una gama de frecuencias de la corriente alterna que pasa a través del circuito se incrementaría drásticamente en los polos del circuito. Con el fin de mantener la estabilidad del circuito en estos polos, los polos son compensados con otros elementos de circuito que actúan como factores de amortiguación sobre la ganancia de bucle. Si existen múltiples polos, por ejemplo, debido a las combinaciones múltiples de resistor - condensador, el foco de atención debe situarse en la compensación del polo dominante. En dichos sistemas, es deseable que un polo no dominante esté situado cerca del polo dominante, de forma que los circuitos de compensación puedan ser empleados eficazmente para estabilizar tanto el polo dominante como el no dominante.

30 Volviendo a la FIG. 1, un polo dominante se forma en la puerta del transistor 104. El condensador C_L contribuye al polo dominante. Con el fin de conseguir la estabilidad del sistema, un resistor R_{ESR} es introducido, según se muestra. Sin embargo, es extremadamente difícil controlar el R_{ESR} con la suficiente precisión con el fin de asegurar la estabilidad del regulador 100 de tensión LDO sobre ambos polos. Por tanto, como alternativa, el tamaño del condensador C_L se incrementa, algunas veces hasta el orden de varios microfaradios, lo que conduce a los numerosos problemas descritos con anterioridad. Por consiguiente, surgen en la técnica soluciones que no requieren un gran condensador C_L para establecer la estabilidad del regulador 100 de tensión LDO. En otras palabras, se necesitan soluciones sin condensador de reguladores de tensión LDO.

35 Los esfuerzos previos para eliminar el condensador de los reguladores de tensión LDO están lastrados por graves inconvenientes. Por ejemplo, un bloque de control de factor de amortiguación (DFC) se utiliza en K. N. Leung y P.K.T. Mok, "Un regulador de baja caída de tensión CMOS sin condensador con una compensación de control de frecuencia factor de amortiguación" ["A capacitor-free CMOS low-dropout regulator with damping-factor-control frequency compensation"], IEEE J. Solid - State Circuits, vol. 38, No. 10, pp. 1691-1702, Oct. 2003 (en lo sucesivo, "Leung"). Sin embargo, el bloque DFC de Leung es esencialmente un amplificador que incluye un condensador para intensificar la carga capacitiva a la salida del amplificador de error. Este condensador crea un polo dominante. Como resultado de ello, la técnica de Leung requiere un mínimo de una carga de corriente de 1mA con el fin de asegurar la

estabilidad del regulador de tensión LDO. Soportar dichas cargas de corriente amplias, del orden de varios mAs no es factible. Así, el regulador de tensión LDO de Leung no es apropiado para disposiciones de SOCs eficientes.

En otro ejemplo, una técnica de reducción del factor de calidad (Q) se propone en S.K. Lau, P.K.T. Mok, K.N. Leung, "Un regulador de baja caída para SoC con reducción Q" ["A low-dropout regulator for SoC with Q-reduction", IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 42, No. 3, marzo 2007 (en lo sucesivo, "Lau"). La técnica de Lau incluye un condensador y un diodo para controlar la ganancia de pico del regulador de tensión LDO. Sin embargo, la técnica de Lau también se resiente de la desventaja de que requiere una carga de corriente mínima muy grande, del orden de 100uA, con el fin de mantener la estabilidad del regulador de tensión LDO.

Otro ejemplo adicional de un regulador de tensión LDO se describe en R.J. Milliken, J. Silva-Martínez, E. Sánchez-Sinencio, "Regulador total de la tensión de baja caída CMOS en-chip" ["Full on-chip CMOS low-dropout voltage regulator"], IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, Vol. 54, No. 9, sept. 2007, Páginas: 1879-1890 (en adelante, "Milliken"). Milliken utiliza un bucle diferenciador para detectar los cambios de la tensión de salida del regulador de tensión LDO, y proporciona una trayectoria de retroacción negativa rápida para las cargas transitorias. El bucle diferenciador actúa también como un "condensador Miller" para estabilizar el regulador de tensión LDO, dividiendo los polos del circuito. Milliken utiliza un espejo de corriente "cascode" para garantizar la adecuada distribución de la corriente en la puerta del transistor de paso. Sin embargo, una distribución adecuada de la corriente es difícil de mantener con tensiones de suministro de energía bajas y con la contracción de los tamaños de los dispositivos que son tendencias habituales en la técnica. La falta de una distribución apropiada de la corriente podría traducirse en un gran desplazamiento de la corriente. Además, la técnica de Milliken para controlar la ganancia de pico del regulador de tensión LDO requiere un gran número de iteraciones para conseguir la convergencia.

Otra distribución LDO adicional se observa en el producto de Texas Instrument's "TPS73601". El TPS73601 es una distribución independiente de un regulador de tensión LDO, que incluye una bomba de carga y un bloque "servo" para acelerar los cambios de tensión en la puerta o en el transistor de paso. El bloque servo utiliza un comparador para medir la tensión de salida. Cuando la tensión de salida es más baja que una tensión específica, esto es, si hay una infratensión, se incrementará una corriente de fuente. Por otro lado, si se produce una sobretensión se incrementará una corriente de absorción. La distribución del producto TPS73601 requiere una circuitería adicional que consume una gran corriente estática y, en consecuencia, no es eficiente desde el punto de vista electroenergética.

Por consiguiente, en la técnica se necesitan soluciones eficientes sin condensador para reguladores de tensión LDO, que no estén lastradas por los inconvenientes de las técnicas descritas con anterioridad.

Sumario

Formas de realización ejemplares de la invención se refieren a unos sistemas y a un procedimiento para las distribuciones sin condensador de reguladores de tensión LDO.

Por ejemplo, una forma de realización ejemplar se refiere a un regulador de tensión de baja caída (LDO) sin condensador que comprende: un amplificador de error configurado para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia y una tensión de LDO regulada, y un amplificador Miller acoplado a una salida del amplificador de error, en el que el amplificador de error está configurado para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador Miller. Un condensador acoplado a la salida del amplificador de error crea un bucle de retroacción positiva para reducir un factor de calidad (Q), de forma que resulta mejorada la estabilidad del sistema.

Otra forma de realización ejemplar está dirigida a un procedimiento para formar un regulador de tensión de Baja Caída (LDO) sin condensador que comprende: configurar un amplificador de error para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia y una tensión LDO regulada, acoplar un amplificador Miller a una salida del amplificador de error, y configurar el amplificador Miller para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador Miller.

Otra forma de realización ejemplar adicional se refiere a un procedimiento para formar un regulador de tensión de Baja Caída (LDO) sin condensador que comprende la etapa de configurar un amplificador de error para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia y una tensión LDO regulada, la etapa de acoplamiento de un amplificador Miller a una salida del amplificador de error, y la etapa de configuración del amplificador Miller para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador Miller.

Una forma de realización ejemplar adicional se refiere a un sistema que comprende un regulador de tensión de Baja Caída (LDO) sin condensador, en el que el regulador de tensión LDO comprende: un medio amplificador para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia y una tensión LDO regulada, y un amplificador Miller acoplado a una salida del medio amplificador, en el que el amplificador Miller está configurado para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador Miller.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan se presentan para ayudar a la descripción de las formas de realización de la invención y se ofrecen únicamente como ilustración de las formas de realización y no como limitación de la misma.

La FIG. 1 ilustra un regulador de tensión LDO convencional.

La FIG. 2 es una representación esquemática de un regulador de tensión LDO, sin condensador, ejemplar.

5 La FIG. 3 ilustra un diagrama de circuito de un regulador de tensión LDO, sin condensador, ejemplar.

La FIG. 4 ilustra un diagrama de circuito de un regulador de tensión LDO, sin condensador, ejemplar, que efectúa una retroacción positiva para controlar el factor de Calidad Q.

La FIG. 5 ilustra una representación de un diagrama de flujo de un procedimiento de formación de unos reguladores de tensión LDO sin condensador de acuerdo con formas de realización ejemplares.

10 La FIG. 6 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica ejemplar en el que una forma de realización de la divulgación puede ser empleada de forma ventajosa.

Descripción detallada

15 Aspectos de la invención se divulgan en la descripción que sigue y en los dibujos relacionados que se refieren a formas de realización específicas de la invención. Formas de realización alternativas pueden ser diseñadas sin apartarse del alcance de la invención. Así mismo, no se describirán con detalle elementos sobradamente conocidos de la invención o se omitirán para no oscurecer los detalles relevantes de la invención.

20 La palabra “ejemplar” se utiliza en la presente memoria para significar “que sirve como ejemplo, supuesto o ilustración”. Cualquier forma de realización descrita en la presente memoria como “ejemplar” no debe ser necesariamente interpretada como preferente o ventajosa respecto de otras formas de realización. Así mismo, el término “formas de realización de la invención” no requiere que todas las formas de realización de la invención incluyan la característica, ventaja o modo de operación analizadas.

25 La terminología utilizada en la presente memoria tiene por finalidad describir solo formas de realización concretas y no pretende ser limitativa de las formas de realización de la invención. Según se utiliza en la presente memoria, las formas singulares “un”, “uno”, “una”, y “el”, “la”, pretenden también incluir las formas plurales a menos que del contexto claramente se derive lo contrario. Debe entenderse además que los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye” y / o “que incluye”, cuando se utilizan en la presente memoria, especifican la presencia de características manifestadas, números enteros, etapas, operaciones, elementos y / o componentes, pero no precluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes, distintos, y / o grupos de estos.

30 Así mismo, muchas formas de realización se describen en términos de secuencias de acciones destinadas a ser llevadas a cabo mediante, por ejemplo, elementos de un dispositivo informático. Se debe advertir que las diversas acciones descritas en la presente memoria pueden ser llevadas a cabo mediante circuitos específicos (por ejemplo, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASICs)), mediante instrucciones de programas que sean ejecutadas por uno o más procesadores o mediante una combinación de ambos. Así mismo, estas secuencias de acciones descritas en la presente memoria pueden ser consideradas como enteramente incorporadas dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que incluya almacenado en su interior un correspondiente conjunto de instrucciones de ordenador que, tras su ejecución, provocarían que un procesador asociado llevara a cabo la funcionalidad descrita en la presente memoria. Así, los diversos aspectos de la invención pueden ser incorporados en una pluralidad de formas distintas, todas las cuales han sido contempladas para quedar incluidas en el alcance de la materia objeto reivindicada. Así mismo, para cada una de las formas de realización descritas en la presente memoria, la forma correspondiente de cualquiera de dichas formas de realización puede ser descrita como, por ejemplo, “lógica configurada para” llevar a cabo la acción descrita.

45 Formas de realización ejemplares evitan grandes condensadores externos en circuitos para reguladores de tensión LDO mediante la incorporación de la capacitancia Miller de los circuitos. En general, una capacitancia Miller deriva de un efecto Miller - un aumento de una capacitancia de entrada equivalente de un amplificador debido al amplificador de capacitancia entre los terminales de entrada y de salida del amplificador. Sobre todo con referencia a los reguladores de tensión LDO, la capacitancia Miller realizada entre los terminales de entrada y de salida de los circuitos que implantan los reguladores de tensión LDO, son potenciados por una o más etapas de amplificación con el fin de proporcionar una implantación estable del circuito, sin que sean necesarios grandes condensadores externos.

50 Con referencia ahora a la FIG. 2, en ella se ilustra una representación esquemática de un regulador 200 de tensión LDO. A diferencia del regulador 100 de tensión LDO convencional de la FIG. 1, el regulador 200 de tensión LDO no requiere un condensador C_L de mayor volumen para conseguir la estabilidad del circuito. En su lugar, la topología del circuito fusiona un valor amplificado del condensador 208 Miller utilizando el aplicador 206 Miller con la salida del amplificador 202 de error, en el terminal de puerta del transistor 204 de paso.

Con referencia a la FIG. 3, en ella se ilustra una realización de un circuito ejemplar del regulador 200 de tensión LDO. Según se ilustra en la FIG. 3, un Circuito de Polarización 302, un Seguidor de Corriente 308, un Amplificador de fuente de corriente (CS) 306, y un Espejo de Corriente 304 forman de manera conjunta el amplificador 206 Miller configurado para amplificar el condensador 208 Miller. El Seguidor de Corriente 308 esencialmente sigue la corriente que fluye a través del condensador 208 Miller. El Amplificador CS 306 es un amplificador de tensión que amplifica la salida de tensión en la salida del Seguidor de Corriente 308. El Espejo de Corriente 304, que incluye el transistor M11, actúa entonces para trasladar la tensión amplificada a una amplificación de corriente. El Circuito de Polarización 302 opera para polarizar el circuito del regulador 200 de tensión LDO a un valor de corriente derivada de la polarización de suministro de corriente externa, como se muestra en la FIG. 3. Por consiguiente, la combinación del Seguidor de Corriente 308, del Amplificador CS 306 y del Espejo de Corriente 304, amplifica eficazmente la corriente que sigue a través del condensador 208 Miller, de forma que la corriente que fluye a través del transistor M11 es amplificada en varios órdenes de magnitud por encima de la corriente que fluye a través del amplificador 208 Miller. Se debe advertir que el condensador C_L de salida puede ser mantenido en un valor bajo dentro del circuito del regulador 200 de tensión LDO y no necesita ser incrementado hasta un valor alto con el fin de asegurar la estabilidad del sistema.

Con referencia todavía a la FIG. 3, los transistores M1, M2, M3 y M4 están configurados como un amplificador diferencial. En combinación con los transistores M7 y M8 configurados como una fuente de corriente, los circuitos de transistor comprenden los transistores M1, M2, M3, M4 y M7-M8 que forman un amplificador 202 de error de doble etapa. El transistor 204 de paso forma una tercera etapa del amplificador 202 de error. El circuito de la FIG. 3 asegura una tensión de salida V_{out} regulada en la salida del transistor 204 de paso.

Con referencia también a la FIG. 3, una trayectoria de subida que comprende los transistores M2 y M10 permiten una subida de la tensión de salida V_{out} a la tensión de suministro VSS. Una trayectoria de bajada que comprende el amplificador 206 Miller y el transistor M11 permite una bajada de la tensión de salida V_{out} a la tensión de tierra.

Como se describió con anterioridad, la ganancia de un sistema eléctrico teóricamente se incrementa hasta un valor infinito en los polos del sistema, convirtiendo el sistema en inestable. Por consiguiente, el sistema eléctrico puede ser diseñado para introducir elementos de amortiguación para compensar la ganancia descontrolada en los polos. De la misma manera, el sistema eléctrico puede ser diseñado de forma que el valor de ganancia de pico sea inhabilitado de forma que no sobrepase un valor específico.

En el caso del regulador 200 de tensión LDO, el análisis de la "función de transferencia" o las características de entrada / salida a través de un espectro de frecuencias, revela que la ganancia de pico puede ser controlada mediante el control del factor de calidad (Q) del circuito. En concreto, un valor menor de Q conduce a un valor de ganancia de pico menor. Mediante el estudio de la función de transferencia a lo largo de un margen de frecuencias, el factor de Calidad Q se encuentra que presenta una relación inversamente proporcional con la ganancia efectiva de la corriente del amplificador 206 Miller, en lo sucesivo designada como "gma"; y una relación directamente proporcional con la ganancia efectiva de la corriente en la carga de salida que comprende la resistencia R_L y el condensador C_L , en lo sucesivo designada como "gmp".

Por consiguiente, debido a que un Q menor conduce a unos valores de ganancia de pico más bajos, es ventajoso maximizar la gma, lo cual produce el efecto de disminuir el factor Q. Debido a que la gma depende de la frecuencia, se requiere maximizar la gma a lo largo de un ancho de banda de frecuencias amplio. Formas de realización ejemplares implantan una técnica de retroacción positiva para incrementar el ancho de banda a lo largo del cual la gma puede potenciarse al máximo.

Con referencia ahora a la FIG. 4, en ella se ilustra una realización de circuito ejemplar del regulador 300 de tensión LDO. Como se muestra, el circuito del regulador 300 de tensión LDO conserva diversos elementos de circuito del regulador 200 de tensión LDO, introduciendo al tiempo unas pocas modificaciones según se expone a continuación. En primer lugar, el regulador 300 de tensión LDO incluye una Amplificador CS 406 que comprende un condensador 410, según se muestra. El condensador 410 es introducido con el fin de crear una trayectoria de retroacción positiva. El condensador 410 incrementa el ancho de banda a lo largo del cual la gma del regulador 300 de tensión LDO se potencia al máximo y, en consecuencia, el factor Q se reduce. Por consiguiente, la ganancia de pico del regulador 300 de tensión LDO se mantiene en un valor bajo, estable, a lo largo de una amplia gama de frecuencias mediante el control del factor Q.

Con referencia todavía a la FIG. 4, el condensador 412 se incluye en el regulador 300 de tensión LDO como segunda modificación. Como se ilustra, el condensador 412 es introducido en la trayectoria de subida de la tensión de salida V_{out} . Como se analizó con anterioridad, la trayectoria de subida incluye los transistores M2 y M10. Se puede observar que sin la introducción del condensador 412, la trayectoria de subida es mucho más rápida que la trayectoria de bajada que comprende el amplificador 206 Miller y el transistor M11. Por tanto, el condensador 412 se añade con el fin de ralentizar la trayectoria de subida para de esta forma equilibrar las trayectorias de subida y bajada. El equilibrio de las trayectorias de subida y bajada puede evitar de esta manera grandes picos que en otro caso podrían producirse en circuitos con trayectorias desequilibradas de subida y bajada.

De esta manera, formas de realización ejemplares implantan un regulador de tensión LDO eficiente sin condensador, por ejemplo el regulador 200 de tensión LDO fusionando el amplificador 202 de error y el amplificador 206 Miller en el terminal de puerta del transistor 204 de paso. El amplificador 202 de error puede proporcionar la trayectoria de subida para la tensión de salida V_{out} , y el amplificador 206 Miller puede proporcionar la trayectoria de bajada. Modificaciones al regulador 200 de tensión LDO pueden comprender estructuras para equilibrar las trayectorias de subida y bajada según lo descrito con respecto al regulador 300 de tensión LDO. Se apreciará que no se requieren técnicas de distribución de la corriente adicionales en las formas de realización ejemplares descritas en la presente memoria. Así mismo, las formas de realización ejemplares regulan también una técnica de retroacción positiva mediante la cual el factor de Calidad Q es controlado en el amplificador 206 Miller, con el fin de reducir al mínimo la ganancia de pico a través de una amplia gama de frecuencias.

Por consiguiente, formas de realización ejemplares ofrecen una solución para sustituir los reguladores de tensión LDO que incorporan condensadores externos voluminosos, por una arquitectura LDO sin condensador robusta en condiciones de tensión de suministro de baja potencia, como por ejemplo de 1,31V. Formas de realización ejemplares incluyen también sistemas de compensación que proporcionan una respuesta rápida transitoria y una completa gama de estabilidad de corriente alterna (AC) para una amplia gama de corrientes de carga, como por ejemplo de 0uA a 50mA. En una forma de realización diseñada para una tecnología de 45nm, una salida de tensión controlada digital de 50mA puede oscilar entre 0,63V y 1,11V y puede consumir solo aproximadamente 65uA de corriente en reposo y con una tensión de caída de aproximadamente 200mV.

Los reguladores de tensión LDO, como por ejemplo el regulador 200 y 300 de tensión LDO pueden ser incluidos en varios dispositivos, como por ejemplo una unidad remota y / o un ordenador portátil. Por ejemplo, las unidades remotas pueden ser teléfonos móviles, unidades de sistemas de comunicación personal (PCS) de sujeción manual, unidades de datos portátiles, como por ejemplo asistentes personales de datos, dispositivos habilitados GPS, dispositivos de navegación, descodificadores, reproductores de música, reproductores de vídeo, aparatos para juegos de ocio, aparatos de datos de emplazamiento fijo, como por ejemplo equipos de lectura de contadores, o cualquier otro dispositivo que almacene o recupere datos o instrucciones de los dispositivos indicados. Formas de realización de la divulgación pueden ser empleadas de forma apropiada en cualquier dispositivo que incluya circuitos integrados activos incluyendo reguladores de tensión LDO.

Así mismo, se debe apreciar que formas de realización incluyen diversos procedimientos para llevar a cabo los procesos, funciones y / o algoritmos divulgados en la presente memoria. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 5, una forma de realización puede incluir un procedimiento de configuración de un regulador de Baja Caída (LDO) sin condensador que comprenda: configurar un amplificador de error para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia y una tensión LDO regulada (Bloque 502); acoplar una amplificador Miller a una salida del amplificador de error (Bloque 504); y configurar el amplificador Miller para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador Miller (Bloque 506).

Los expertos en la materia apreciarán que la información y las señales pueden ser representadas utilizando cualquiera entre la multiplicidad de tecnologías y sistemas diferentes. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips a los que se ha hecho referencia a lo largo de la descripción expuesta pueden ser representados mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas, o cualquier combinación de estas.

Así mismo, los expertos en la materia apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos ilustrativos y etapas algorítmicas descritas en conexión con las formas de realización divulgadas en la presente memoria pueden ser llevadas a cabo como hardware electrónico, software informático o combinación de estos. Para ilustrar con claridad esta naturaleza intercambiable del software y el hardware, se han descrito con carácter general en las líneas anteriores diversos componentes, bloques, módulos y circuitos y etapas ilustrativas en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se lleve a cabo en forma de software o hardware depende de la aplicación concreta y de las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los expertos en la materia pueden implementar las funcionalidades descritas de diversas maneras para cada aplicación concreta, pero dichas decisiones de implementación no deben ser consideradas como una desviación respecto del alcance de la presente invención.

Los procedimientos, secuencias y / o algoritmos descritos en conexión con las formas de realización divulgadas en la presente memoria pueden ser incorporadas directamente en hardware, en un módulo software ejecutado por un procesador, o en una combinación de ambos. El módulo software puede residir en una memoria RAM, una memoria flash, una memoria ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, registros, disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar se acopla al procesador de manera que el procesador pueda leer la información procedente de, y escribir la información hasta, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

Por consiguiente, una forma de realización de la invención puede incluir un medio legible por ordenador que incorpore un procedimiento para los desarrollos eficientes de los reguladores de tensión de baja caída (LDO) sin

condensador. Por consiguiente, la invención no está limitada a los ejemplos ilustrados y cualquier medio de llevar a cabo la funcionalidad descrita en la presente memoria se incluye en las formas de realización de la invención.

5 La FIG. 6 ilustra un sistema 600 de comunicación inalámbrica ejemplar, en el que una forma de realización de la divulgación puede ser empleada de manera ventajosa. Con fines ilustrativos, la FIG. 6 muestra tres unidades remotas 620, 630 y 650 y dos estaciones de base 640. En la FIG. 6, la unidad remota 620 se muestra en la forma de un teléfono móvil, una unidad 630 remota se muestra en la forma de un ordenador portátil y una unidad 650 remota se muestra en la forma de una unidad remota de localización fija en un sistema de bucle local inalámbrico. Por ejemplo, las unidades remotas pueden ser teléfonos móviles, unidades de sistemas de comunicación personal (PCS) de sujeción manual, unidades de datos portátiles como por ejemplo asistentes personales de datos, dispositivos habilitados GPS, dispositivos de navegación, descodificadores, reproductores de música, reproductores de vídeo, unidades de entretenimiento, unidades de datos de emplazamiento fijo, como por ejemplo equipos de lectura de contadores, o cualquier otro dispositivo que almacene o recupere datos de instrucciones informáticas, o cualquier combinación de estos. Aunque la FIG. 6 ilustra unas unidades remotas de acuerdo con las enseñanzas de la divulgación, la divulgación no está limitada a estas unidades ejemplares. Formas de realización de la divulgación pueden emplearse de manera apropiada en cualquier dispositivo que incluya un conjunto de circuitos activos integrados incluyendo un conjunto de circuitos de memoria y de en-chip con fines de prueba y de caracterización.

15 Los dispositivos y procedimientos divulgados precedentes están típicamente diseñados y están configurados dentro de archivos informáticos (GDSII y GERBER), almacenados en medios legibles por ordenador. Estos archivos, a su vez, se suministran a operadores fabricantes que fabrican los dispositivos en base a estos archivos. Los productos resultantes son obleas semiconductoras y a continuación son cortadas en una matriz semiconductor y almacenada en un chip semiconductor. Los chips son que continuación empleados en los dispositivos descritos en las líneas anteriores.

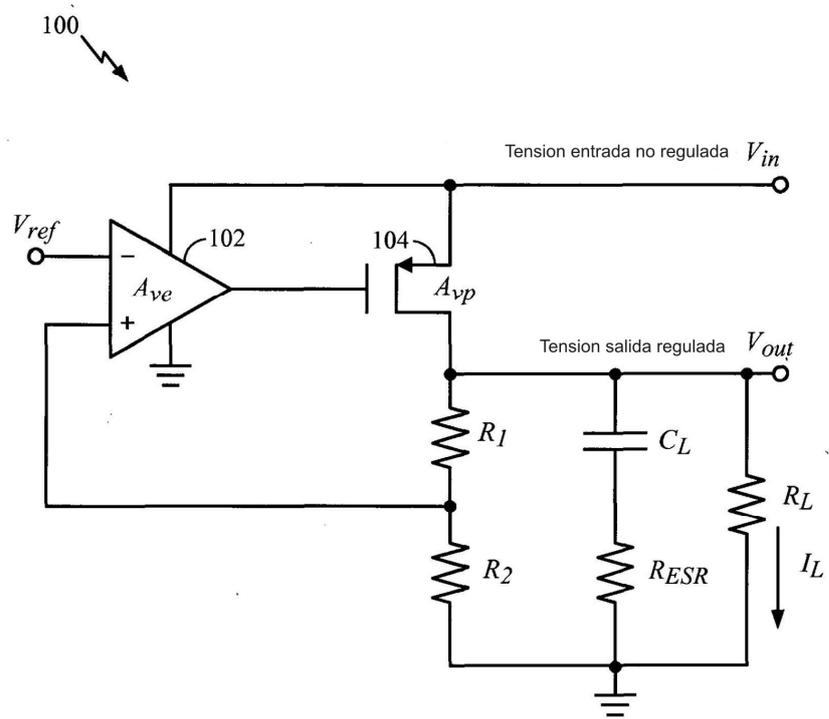
25

REIVINDICACIONES

- 1.- Un regulador (200) de tensión de baja caída, LDO, sin condensador, que comprende:
- un primer medio (202) amplificador para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia (V_{ref}) y una tensión LDO regulada; y
- 5 una salida de un medio (206) amplificador Miller acoplada a una salida del primer medio (202) amplificador, en el que el medio (206) amplificador Miller está configurado para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del medio (206) amplificador Miller.
- 2.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 1, que comprende además un medio para acoplar la salida del primer medio amplificador a un nodo de entrada de un medio (204) de conmutación, y un medio para derivar la tensión LDO regulada en un nodo de salida del medio (204) de conmutación.
- 10 3.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 1, que comprende un medio para configurar el primer medio amplificador para proporcionar una trayectoria de subida para la tensión LDO, y un medio para configurar la capacitancia Miller para proporcionar una trayectoria de bajada para la tensión LDO regulada.
- 4.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 1, que comprende además un medio para reducir un factor de calidad, en el que el factor de calidad es directamente proporcional a una ganancia de tensión del regulador de tensión LDO sin condensador.
- 15 5.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 4, que comprende además un medio de equilibrio de una trayectoria de subida con una trayectoria de bajada para la tensión LDO regulada.
- 6.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 1, que comprende además un medio para formar una carga de salida en el nodo de salida del medio de conmutación.
- 20 7.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 1, en el que:
- el primer medio amplificador es un amplificador de error configurado para amplificar la diferencia entre la tensión de referencia y la tensión LDO regulada; y
- 25 el medio amplificador Miller es un amplificador Miller de manera que una salida del amplificador Miller está acoplada con una salida del amplificador de error, en el que el amplificador Miller está configurado para amplificar la capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador Miller.
- 8.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 7, que comprende además un primer condensador acoplado a la salida del amplificador de error, de forma que el primer condensador crea un bucle de retroacción positivo para reducir un factor de calidad, en el que el factor de calidad es directamente proporcional a una ganancia de tensión del regulador de tensión LDO sin condensador.
- 30 9.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 8, que comprende además un segundo condensador formado dentro del amplificador Miller, en el que el segundo condensador está configurado para equilibrar una trayectoria de subida y una trayectoria de bajada para la tensión LDO regulada.
- 10 El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 7, en el que el amplificador Miller comprende un seguidor (308) de corriente, un amplificador (306) de fuente de corriente, y un espejo (304) de corriente.
- 35 11.- El regulador de tensión LDO sin condensador de la reivindicación 7, en el que el amplificador de error comprende un par de inversores retroacoplados.
- 12.- Un procedimiento para la formación de un regulador (200) de tensión LDO de baja caída sin condensador que comprende:
- 40 la configuración de un amplificador (202) de error para amplificar una diferencia entre una tensión de referencia (V_{ref}) y una tensión LDO regulada;
- el acoplamiento de una salida de un amplificador (206) Miller a una salida del amplificador (202) de error; y
- la configuración del amplificador (206) Miller para amplificar una capacitancia Miller formada en un nodo de entrada del amplificador (206) Miller.
- 45 13.- El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además el acoplamiento de la salida del amplificador de error a un nodo de puerta de un transistor (204) de paso, y la derivación de la tensión LDO regulada en un nodo de salida del transistor (204) de paso.
- 14.- El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además el acoplamiento de un primer condensador a la salida del amplificador de error, de manera que el primer condensador crea un bucle de retroacción positiva para

reducir un factor de calidad, en el que el factor de calidad es directamente proporcional a una ganancia de tensión del regulador de tensión LDO sin condensador.

- 5 15.- El procedimiento de la reivindicación 14, que comprende además la configuración de un segundo condensador dentro del amplificador Miller, de manera que una trayectoria de subida se equilibra con una trayectoria de bajada para la tensión LDO regulada.



TECNICA ANTERIOR
Regulador Tension LDO Convencional

FIG. 1

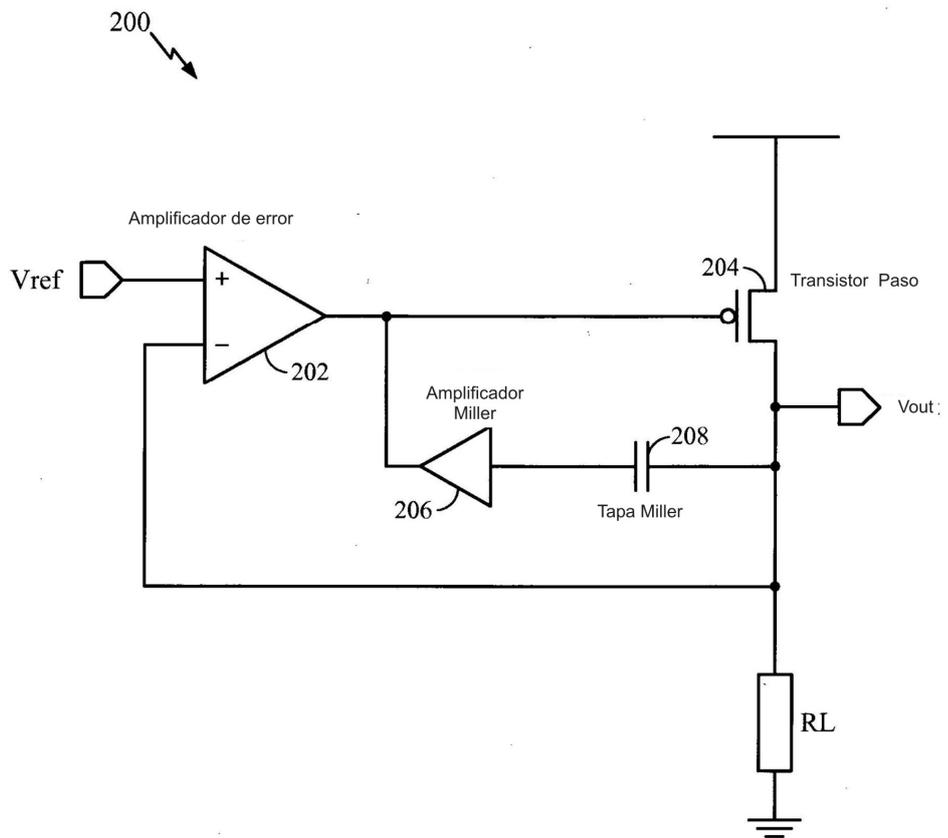


FIG. 2

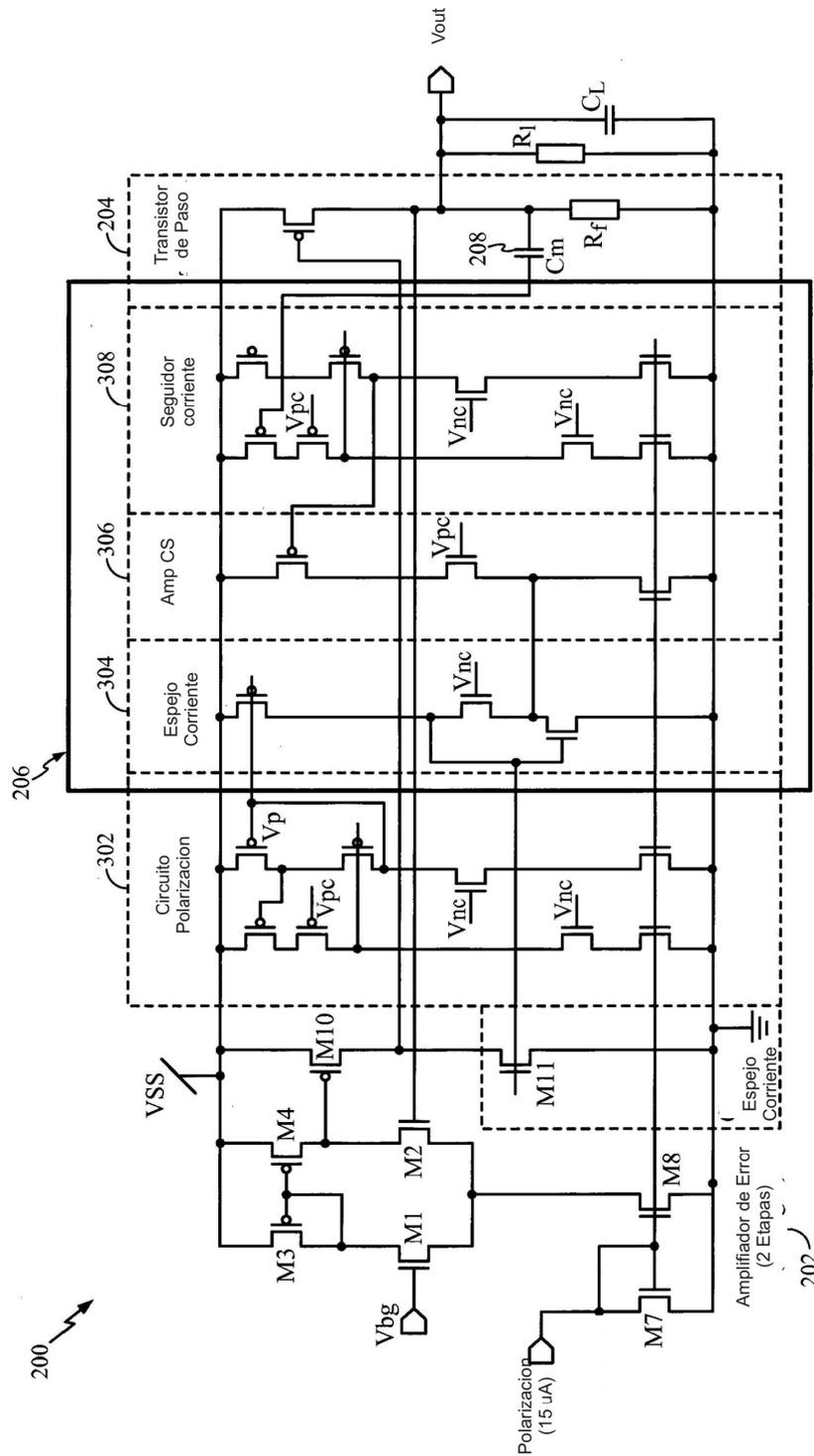


FIG. 3

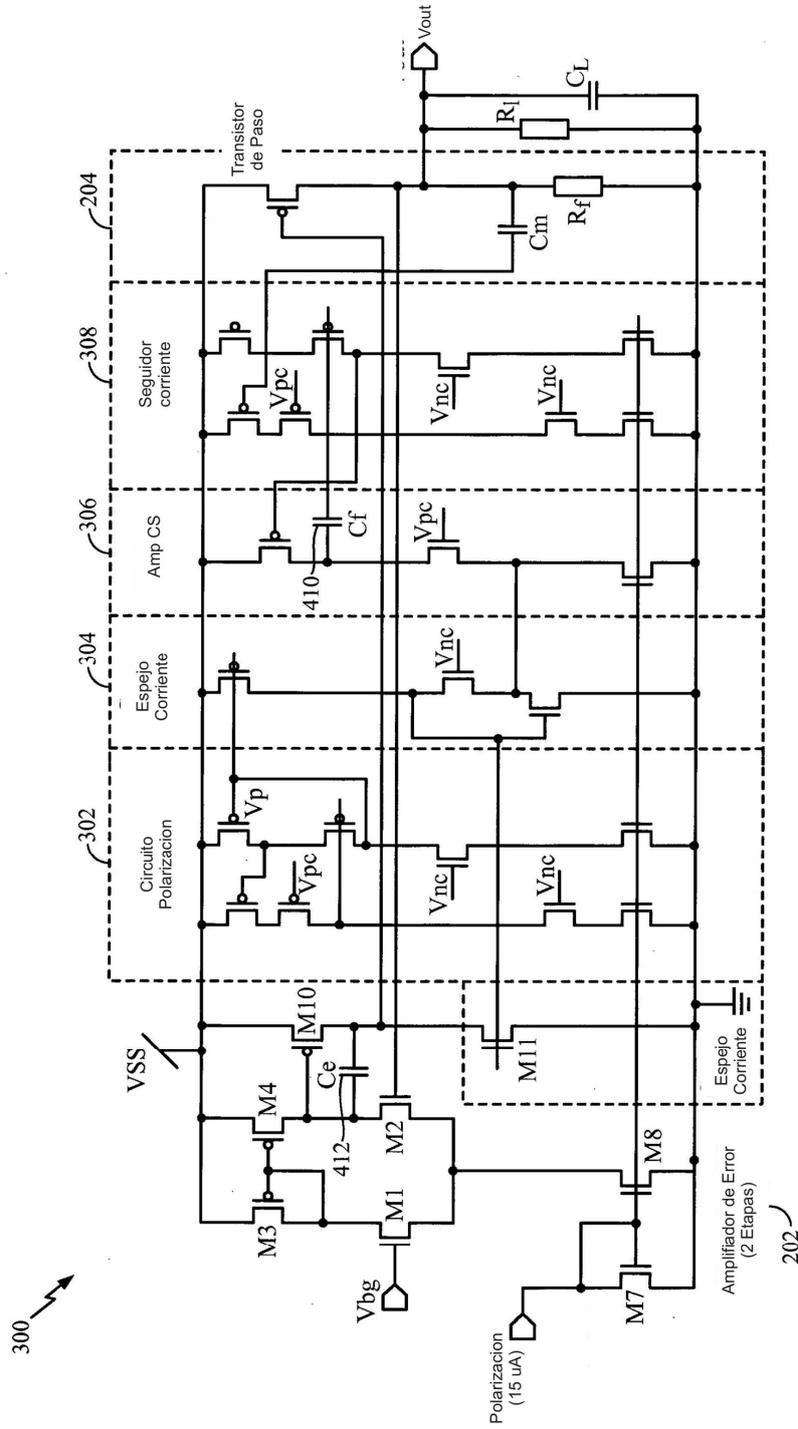


FIG. 4

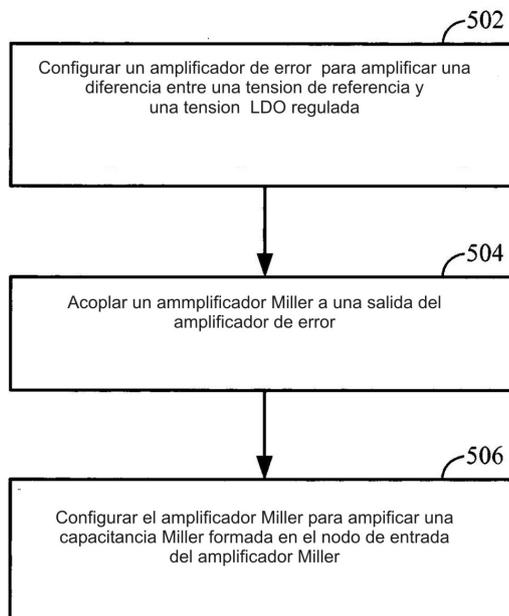


FIG. 5

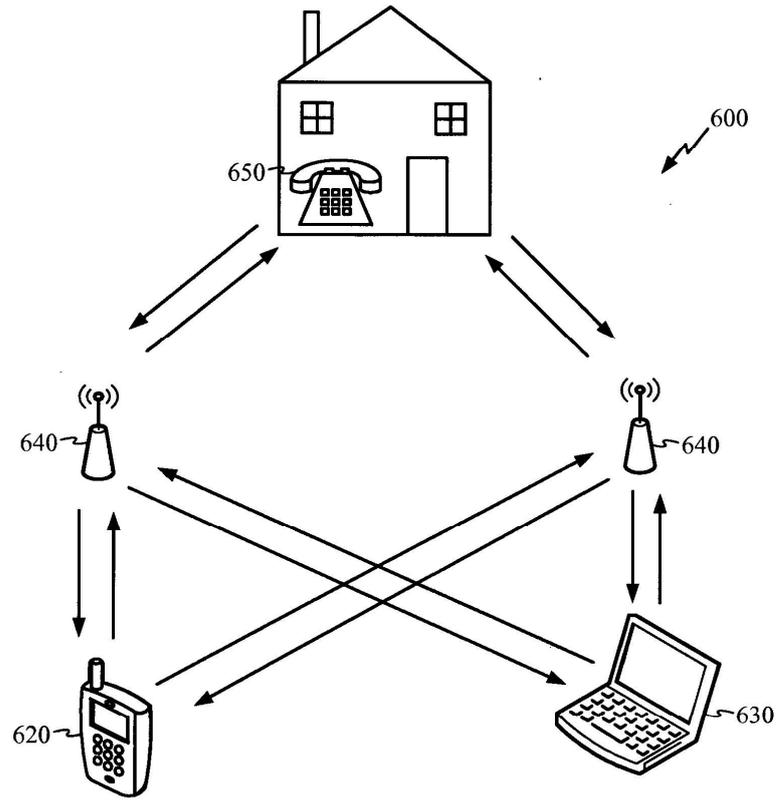


FIG. 6