

**FUENTES DE REFERENCIA EN TENSION Y CORRIENTE DE PRECISION CON
COMPENSACION DE TEMPERATURA EN EL DOMINIO DIGITAL**

SECTOR TECNOLÓGICO

5 La presente invención pertenece al campo de los circuitos electrónicos básicos de codificación, decodificación o conversión de código, específicamente al campo de la conversión analógica-digital y/o conversión digital-analógica, que consiste en la realización del sistema con fuentes de corriente de polarización, dispositivo con comportamiento similar al transistor bipolar, convertidor analógico-digital con células
10 digitales estándar, permitiendo la generación automática del sistema por medio de la descripción por código del circuito.

ESTADO DE LA TÉCNICA

15 En el estado de la técnica se conoce la solicitud de patente No. US 9323274 que describe un generador de tensión de referencia. En un ejemplo, el generador de tensión de referencia incluye un dispositivo dependiente de la temperatura, un módulo de procesamiento configurado para procesar representaciones digitales de primera y segunda tensiones derivadas del dispositivo dependiente de la
20 temperatura y una tensión de referencia para determinar el valor, y un convertidor digital a analógico (DAC) configurado para generar un voltaje de referencia basado en el valor. La primera tensión es proporcional a la temperatura absoluta (PTAT) y la segunda tensión es complementaria a la temperatura absoluta (CTAT) y la tensión de referencia es sustancialmente independiente de la temperatura absoluta en un
25 rango de temperatura de funcionamiento del generador de tensión de referencia. Por su parte, en la nueva invención, se reemplazan los circuitos completamente digitales, que pueden ser realizados a partir de standard-cells digitales, además, la nueva invención no necesita usar un DAC (308) porque no cuenta con un lazo de realimentación, además que no utiliza solo dos corrientes de polarización sino varias,
30 para poder eliminar las no-idealidades presentes en el voltaje de referencia generado.

También se encuentra la solicitud de patente No. US 20170177017 que proporciona un circuito de referencia de banda que incluye un primer transistor de unión bipolar
35 (BJT) en serie con un primer generador de corriente, el primer BJT y el primer generador de corriente configurado para producir una primera señal de temperatura

proporcional a absoluta (PTAT). El circuito también incluye un segundo BJT en serie con un segundo generador de corriente, el segundo BJT y el segundo generador de corriente configurado para producir una segunda señal PTAT. El circuito de referencia de banda prohibida mantiene una corriente a través de al menos una de la primera BJT o la segunda BJT dentro de una región de factor de idealidad constante del al menos uno de la primera BJT o la segunda BJT.

Se conoce la solicitud de patente No. US 20170255221 que describe un método y aparato para generar una referencia de voltaje. Más particularmente, la presente descripción se refiere a una metodología y circuitos configurados para proporcionar una señal de salida que combina un componente de temperatura proporcional a absoluta con un componente complementario a temperatura absoluta para generar una salida estable que no depende de la temperatura.

Igualmente se conoce la solicitud de patente No. JP 2017126339 que proporciona un circuito de voltaje de referencia. Una aplicación del circuito de voltaje de referencia comprende un circuito de voltaje de referencia de banda prohibida, un circuito generador de polarización, un primer condensador, un segundo condensador, un comparador y una lógica de control. En el modo operativo, la lógica de control controla cuando el circuito de tensión de referencia de banda produce una tensión de referencia de banda prohibida, la tensión del primer condensador y el segundo alcanza la tensión de referencia de banda, el comparador primero compara emitiendo una señal a la lógica de control, conmutando para el modo de ahorro de energía, la lógica de control controla como el circuito de voltaje de referencia de banda prohibida detiene la salida del voltaje de referencia de banda prohibida, un primer comparador de capacitores compara cuando la diferencia de voltaje entre el segundo condensador es mayor que el valor permitido, la lógica de control regresa al modo de operación basado en la segunda señal de comparación de las salidas del comparador.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Una de las principales ventajas del diseño de circuitos digitales frente a los analógicos, es el nivel de automatización que tienen los circuitos digitales. Basta con tener la descripción comportamental del circuito digital, junto con un archivo de restricciones, y es posible generar automáticamente el GDS (Graphic Database

System) con el circuito integrado listo para ser fabricado. El diseño de circuitos analógicos es mucho más complejo que una descripción por código, y se requiere mucho más tiempo de diseño, lo que repercute en el costo final del chip.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION:

El desarrollo presentado en esta patente es un mecanismo que permite generar un voltaje de referencia Bandgap (que es uno de los circuitos analógicos más usados en la industria semiconductora) históricamente diseñado con la metodología analógica, de manera automática en el dominio digital, ahorrando tiempo de diseño y abaratando el costo final del sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE FIGURAS

Fig. 1. Diagrama de bloques del desarrollo presentado en la solicitud. En un tiempo t1 se muestrea el voltaje base-emisor vbe1; en un tiempo t2 se muestrea el voltaje base-emisor vbe2.

Ambos voltajes son convertidos al dominio digital por un conversor analógica-digital (ADC). En el dominio digital, se procesan ambos valores para generar la tensión de referencia digital.

Descripción detallada de la invención

Teniendo en cuenta la Fig. 1, una tensión de referencia digital se puede conseguir tras la conversión analógica-digital (ADC) de varios voltajes base-emisor (3), (4) de un mismo transistor bipolar (1), aplicando diferentes corrientes (2) al dispositivo en tiempos diferentes, para luego realizar una combinación lineal de estos valores en el dominio digital. La generación de las corrientes necesarias para polarizar el dispositivo, que tiene un comportamiento similar al de un transistor bipolar, el dispositivo en sí, el MUX multiplexor (5) y el conversión analógica-digital ADC (6), tienen células digitales estándar (NORs, NANDs e inversores), para lograr la generación automática del sistema por medio de la descripción por código del circuito.

La tensión de referencia digital se logra con la conversión analógica-digital de varios voltajes base-emisor de un mismo transistor bipolar (aplicando diferentes corrientes

al dispositivo) y su posterior combinación en el dominio digital. La generación de las corrientes necesarias para polarizar el dispositivo, que tiene un comportamiento similar al de un transistor bipolar, y el dispositivo en sí, se realiza con células digitales estándar, para lograr la generación automática del sistema por medio de la descripción por código del circuito.

La característica novedosa de este desarrollo reside en la realización del sistema (fuentes de corriente de polarización, dispositivo con comportamiento similar al transistor bipolar, convertidor analógico-digital) con células digitales estándar, permitiendo la generación automática del sistema por medio de la descripción por código del circuito.

Aunque la metodología implementada en los antecedentes es muy similar a la que se realiza en este desarrollo, las fuentes de corriente y el dispositivo transistor de unión bipolar BJT (Bipolar Junction Transistor) aún se hacen siguiendo el método de diseño analógico. Ningún circuito es sintetizable, solo el pos-procesamiento de las señales se realiza en el dominio digital, por lo que la solución que se plantea en este documento, permite, por medio de células digitales, generar automáticamente el sistema completo.

El proceso para generación de fuentes de fuentes de referencia en tensión y corriente de precisión con compensación de temperatura en el dominio digital sigue los siguientes pasos:

- Generar corrientes a polarizar por medio de la descripción por código del circuito automático.
- Aplicar diferentes corrientes (2) diferentes hasta 5 o más valores de corrientes que pueden estar en el orden de los nA o uA a un mismo transistor bipolar en tiempos diferentes en el orden de los milisegundos o microsegundos con células digitales estándar.
- Muestrear y convertir secuencialmente al dominio digital, por medio de un conversor analógico-digital, los voltajes base-emisor hasta 5 o más valores de voltajes que pueden estar dentro de un rango desde 300mV a 1.25V.
- Procesar todos los valores de voltaje digital para generar la tensión de referencia digital.

Ejemplo:

- Tres valores de corriente (6uA, 12uA y 30uA) son generados y aplicados a un mismo transistor bipolar en tiempos diferentes (200us, 400us y 600us, respectivamente) y a temperatura ambiente (25°C).
- 5 - Cada valor de corriente genera tensiones diferentes en el transistor bipolar (760mV, 775mV y 808mV, respectivamente). Estos valores se muestrean y se convierten al dominio digital de manera secuencial en tiempos diferentes (200us, 400us y 600us).
- Ya en el dominio digital, estos valores son procesados de manera que generen
- 10 la tensión de referencia digital.