

## PRÓLOGO

La idea de hacer este informe surgió después de haber implementado diferentes *convertidores buck síncronos como tarjetas de prueba, utilizando diferentes tecnologías de MOSFETs* (de la compañía Infineon Technologies y sus competidores directos), cada una de ellas con una diferente técnica de soldado debido a la diferencia de encapsulado. Después de aprender a manejar el equipo necesario para medir el desempeño de los convertidores *buck* síncronos. Después de todo ello, era menester adentrarse a la teoría de las actividades citadas para entender el por qué de los resultados obtenidos.

Uno de los primeros pasos para adentrarse a la teoría fue entender el lenguaje, el argot, del tema. Ese proceso se llevó bastante tiempo. Para evitar ese contratiempo y confusiones al lector, al final del texto (consultar índice) existe un glosario donde se definen las literales utilizadas a lo largo de este y algunos términos que el autor considera importantes.

El presente informe de actividades profesionales pretende acercar al estudiante de ingeniería o al ingeniero, al mundo de las fuentes conmutadas controladas por transistores MOSFETs de potencia con especial énfasis en las pérdidas de potencia generadas por los transistores antes mencionados. En otras palabras, se busca plasmar las actividades profesionales del autor del texto, junto con la teoría para explicarlas.

# INTRODUCCIÓN

## LA COMPANÍA

Infineon Technologies A.G. es una compañía alemana fundada en abril de 1999, cuando las operaciones de materiales semiconductores de la compañía “madre”, Siemens A.G., crecieron tanto como para formar una entidad legal por separado. Infineon Technologies A.G. se enfoca principalmente en tres retos que la sociedad moderna enfrenta: eficiencia de energía, comunicaciones y seguridad y ofrece semiconductores y soluciones en sistemas para la electrónica automotriz e industrial, tarjetas con *chip* y aplicaciones de seguridad así como también en comunicaciones.

Los productos de Infineon Technologies destacan por su confiabilidad, su excelencia en calidad y por su innovación y vanguardia tecnológicas en señal analógica y mixta, radiofrecuencia y potencia, así como también en control embebido.

Con una presencia global, Infineon opera por medio de sus subsidiarias; en Estados Unidos, localizada en Milpitas, California; en la región Asia-Pacífico, con base en Singapur, y en Japón con base en Tokio. Infineon tiene un gran número de instalaciones en Europa. El área de potencia se encuentra distribuida en Warstein (Alemania), **Villach (Austria)** y Cegléd ( Hungría). También cuenta con centros de Investigación y Desarrollo en Francia, Rumania, Taiwan y La India y con unidades de fabricación en Malasia, Indonesia y China.

## EL DEPARTAMENTO: *Industrial y Multimercado*

El departamento en el cual yo me desempeñé fue el denominado “Industrial y Multimercado”. Éste surgió teniendo como base la siguiente idea: *La generación eficiente, la transmisión y la distribución confiable son vitales para el sostén de un ambiente eléctrico amigable*. Infineon es la única compañía en ofrecer semiconductores y módulos de potencia para toda la cadena de energía eléctrica; generación, transmisión y **conversión**. Los productos de Infineon son de gran importancia para fuentes de energía futuras en términos de uso eficiente de energía y explotación de energías renovables. Los componentes Infineon forman parte de las fuentes de alimentación de energía para unidades eléctricas, electrodomésticos e iluminación, y la compañía es la número uno del mundo en **semiconductores de potencia**.

La cartera de productos ofrecidos por el departamento “Industrial y Multimercado” es tan diversa como el rango de segmentos en el mercado en el cual sus componentes son usados: módulos y semiconductores de potencia, circuitos

integrados de aplicación específica, semiconductores discretos con aplicación en medicina y electrónicos de consumo, productos de computación y comunicación así como en los segmentos tradicionales de la industria mencionados anteriormente.

Dentro del departamento Industrial y Multimercado, el área en la cual yo laboré fue: *Administración de Energía y Suministro de Discretos*, en Villach, Austria. Aún más específico, dentro del campo de **conversión de energía** para el mercado de servidores. Mi actividad principal era evaluar el desempeño (formas de onda, temperatura, eficiencia) de los productos Infineon implementados en la fuente conmutada conocida como “Convertidor *Buck* Síncrono” utilizada en unidades centrales de proceso, CPUs, por sus siglas en inglés.

#### LA APLICACIÓN: *Convertidor Buck Síncrono*

Los convertidores conmutados han provocado una revolución en el campo de las técnicas de suministro de energía, permitiendo una reducción drástica del espacio ocupado por las fuentes de poder y, en consecuencia, una disminución del peso y volumen de los equipos en los que son utilizados. Otro aspecto de gran importancia es **la eficiencia** de este tipo de convertidores, ya que usualmente (y ese es el objetivo de ellos) es mayor que las fuentes convencionales. Por ejemplo, las laptops, en promedio, incluyen seis fuentes de poder. Sería muy difícil obtener una computadora portátil tan ligera como las actuales sin usar técnicas de conmutación. Y entre mayor la eficiencia de los convertidores, mayor el tiempo que se puede usar la computadora, tan importante hoy en día.

El campo de las fuentes conmutadas es muy extenso. Incluye convertidores AC-AC, AC-DC, DC-AC y DC-DC, donde el voltaje bien puede aumentar o disminuir, invertirse o no. Cada tipo de regulador que genera una conversión de energía utilizando técnicas de conmutación pertenece a este terreno. Proveen un almacenamiento de energía en componentes reactivos y su subsecuente transferencia a otros componentes reactivos, al abrir y cerrar **transistores-interruptores**.

Los reguladores conmutados más difundidos son los convertidores AC-DC y los DC-DC, los cuales tienen muchas aplicaciones comerciales. Los convertidores AC-DC están en todos los equipos alimentados por la red eléctrica a 60 [Hz] (o 50) pero incluyen componentes y circuitos que operan con voltajes de DC, usualmente menores a 50 [V] para la protección del usuario. **La conversión DC-DC** es necesaria, por ejemplo, en equipos alimentados por baterías, cuyos voltajes se convierten en los diferentes voltajes necesarios para alimentar los respectivos dispositivos dentro de los equipos. Los convertidores DC-DC también se ocupan para hacer regulación de voltaje luego de un transformador (convertidor aislado), donde el voltaje del devanado secundario es diferente o menos preciso que el voltaje requerido por los dispositivos a proveer.

Los convertidores no aislados básicos (de los cuáles pueden salir todas las demás configuraciones existentes) son dos: el **Convertidor Step-Down (Buck)** y el Convertidor Step-Up (Boost). El más utilizado en la industria electrónica y el cual compete a este reporte es el primero.

#### EL PRODUCTO: *MOSFETs de potencia*

La palabra MOSFET es el acrónimo de *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* y es el componente clave en las aplicaciones de conmutación de alta frecuencia y alta eficiencia a través de la industria electrónica. Puede ser sorprendente pero la tecnología FET fue inventada en 1930, unos 20 años antes que el transistor bipolar. Los primeros transistores FET fueron construidos al final de la década de los 50's mientras que los **MOSFETs de potencia** estuvieron disponibles hasta la mitad de los 70's. Actualmente, millones de transistores MOSFET son integrados en componentes electrónicos modernos, desde microprocesadores hasta **transistores de potencia discretos**.

La popularidad y proliferación de la tecnología MOSFET para aplicaciones digitales y de potencia se debe a dos grandes ventajas sobre los transistores bipolares de juntura. La primera es la facilidad de uso en aplicaciones de alta frecuencia de conmutación. Los transistores MOSFET son más fáciles de manejar debido a que su electrodo de control está aislado del silicio que conduce la corriente, es por ello que no se requiere una corriente de encendido continua. Una vez que el transistor MOSFET ha sido encendido, su corriente de manejo es prácticamente cero y, en consecuencia, el tiempo de almacenamiento en los MOSFETs se reduce enormemente. Como resultado, la tecnología de los MOSFETs promete el uso de circuitos de manejo más eficientes y más simples con beneficios económicos significantes comparados con los dispositivos bipolares. La otra ventaja es el coeficiente de temperatura positivo de la resistencia entre las terminales fuente y drenador ( $R_2=R_1e^{0.007\Delta T}$  [ $\Omega$ ]) sobre el coeficiente de temperatura negativo de las uniones PN (-2 [mV/°C]). Esta ventaja es conveniente para la operación de dispositivos en paralelo en aplicaciones de alta potencia donde el uso de un solo dispositivo no sería práctico o posible.

El impacto de un buen diseño de un nuevo MOSFET de potencia sobre la eficiencia de los *Buck Converters* es vital para una empresa como Infineon y, en especial, para el departamento donde tuve la oportunidad de laborar. El énfasis en la eficiencia es debido a que esta es el principal resultado que las diferentes empresas alrededor del mundo observan para comprar o no un producto, junto con el costo del producto, claro está.