

OBJETIVOS Y RESUMEN DE LA TESIS

En el contexto de los sistemas electrónicos de alimentación y desde hace unos quince años, Corrección del Factor de Potencia ha venido siendo prácticamente un sinónimo de corriente de entrada senoidal y Distorsión Armónica Total muy baja. Para conseguir una forma de onda de este tipo, la solución más habitual consiste en recurrir a una topología con dos lazos de realimentación conocida como Corrector del Factor de Potencia (CPF). Uno de ellos se encarga exclusivamente de garantizar que la corriente de entrada del convertidor sea senoidal, mientras que el otro lazo se encarga de regular la tensión de salida.

La forma más habitual de implementar este tipo de control con dos lazos de realimentación es utilizar un circuito integrado de modulación de ancho de pulso con multiplicador analógico integrado. De esta forma, es posible hacer la multiplicación de la señal que proporciona la forma de onda senoidal por la señal que determina su amplitud y que en la práctica determina la tensión de salida. Es lo que comúnmente se denominan CFP con control con multiplicador. La principal desventaja de este tipo de controladores en comparación con los controladores convencionales es la mayor complejidad en su implementación. Además tradicionalmente suelen tener el ancho de banda de la corriente de entrada restringido. Esto hace que este tipo de control no se recomiende para redes de distribución de una frecuencia mayor de 400 Hz.

Por otro lado, desde el punto de vista del comportamiento del convertidor, la principal desventaja de este tipo de topologías es el comportamiento dinámico de la tensión de salida ya que suele ser bastante lento. Esto es debido a que, para conseguir una corriente de entrada muy senoidal y con baja distorsión, la dinámica del lazo de tensión debe ser muy lenta. Si la aplicación requiere unas características dinámicas rápidas, estos sistemas no pueden usarse. La solución más habitual consiste en colocar una segunda etapa en cascada que se encargue de regular la tensión de salida con las características adecuadas. Con este sistema, la primera etapa se encarga de corregir el Factor de Potencia y obtener una corriente de entrada senoidal. Además su tensión de salida estará estáticamente bien regulada, lo cual es una ventaja para el segundo convertidor. Este último únicamente tiene que encargarse de proporcionar buenas prestaciones dinámicas a la

tensión de salida, así como adaptar su nivel. Así, a pesar de que la energía se procesa dos veces, como las dos etapas están muy optimizadas, el rendimiento total suele ser muy elevado. Sin embargo, un esquema tan complejo puede no justificarse para aplicaciones de bajas potencias y de bajo coste. Nótese que ambos convertidores deben de tener su circuito de control, protecciones, etc..., lo cual puede incrementar el precio considerablemente.

Con la entrada en vigor de la norma EN 61000-3-2, esta apreciación se ha hecho si cabe, más evidente. Para cumplir esta normativa no es necesario en absoluto tener una corriente de entrada perfectamente senoidal. En la norma se fija, para cuatro clases de equipamiento, unos límites máximos en cada uno de los armónicos de la corriente de entrada entre el 2º y el 40º. Si la corriente de entrada del equipo está por debajo de estos límites, el equipo cumplirá la norma. De especial interés son los límites relativos de la clase A, donde se encuadran la mayoría de equipos de uso industrial, límites que no son muy restrictivos a baja potencia y sí lo son a potencias cercanas a la máxima considerada por la norma (3680 W).

Como se puede comprobar, la filosofía de la norma abre la puerta a nuevos circuitos que traten de suavizar la forma de onda de la corriente de entrada lo suficiente para que su contenido armónico esté por debajo de los límites. De hecho, existen muchas aplicaciones donde no se hace necesaria una respuesta dinámica de la tensión de salida excesivamente rápida, no hay requerimientos de *hold-up time* y las especificaciones de la tensión de salida (rizado y nivel de continua) no comprometen el diseño de la fuente (tamaño y coste del condensador de salida). En muchas de estas aplicaciones, el CFP con control con multiplicador puede ser usado como solución única (sin segunda etapa) para el diseño de una fuente de alimentación monofásica CA/CC y así disminuir el coste del diseño. En este caso, la dinámica de la tensión de salida de este tipo de convertidores ha de ser mejorada. Sin embargo esta mejora, está limitada.

El objetivo de esta Tesis es doble. En primer lugar, se va llevar a cabo un estudio detallado de los CFP con control con multiplicador para analizar sus límites y su campo de aplicación como fuente de alimentación de única etapa, para posteriormente aportar soluciones para eliminar la distorsión de la corriente de entrada que se produce al aumentar su dinámica. En segundo lugar se van a proponer nuevas estrategias de control con el objetivo de simplificar el control con multiplicador para CFP operando en Modo de Conducción Continuo.

Para abordar este estudio se ha estructurado la Tesis en 5 capítulos. En el primer capítulo se ha realizado una revisión de diferentes circuitos con Corrección del Factor de Potencia. El objetivo

es, además de mostrar una parte del estado del arte, intentar establecer un criterio para la selección de la topología más adecuada para cada aplicación.

En el segundo capítulo se ha llevado a cabo un detallado estudio del comportamiento de los CFP con control con multiplicador. En particular, se ha realizado un exhaustivo estudio del comportamiento de su lazo de tensión y de la posibilidad de aumentar su ancho de banda. Sin embargo, al aumentar el ancho de banda la distorsión en la corriente de entrada puede llevar al incumplimiento de la norma IEC 61000-3-2. En este capítulo se presenta un modelo estático y dinámico del CFP incrementando la dinámica de su tensión de salida distorsionando la corriente de entrada en el límite de la normativa. Finalmente, gracias a estos modelos se deducirán sus límites dinámicos.

En el tercer capítulo, se va a llevar a cabo un detallado estudio sobre la eliminación de la distorsión armónica en la corriente de entrada generada al aumentar la dinámica de la tensión de salida. Se va a presentar una nueva metodología de control basada en la generación de una referencia senoidal modificada calculada a priori a partir del análisis estático del rizado de la tensión de salida. Por lo tanto, el objetivo de este capítulo es obtener un CFP con dinámica relativamente rápida y con corriente de entrada senoidal.

En el cuarto capítulo se presentan dos nuevos métodos de control para CFP diseñados para trabajar en Modo de Conducción Continuo (MCC) en condiciones nominales. Ambos métodos se basan en el uso de un circuito integrado de propósito general de los utilizados en fuentes de alimentación conmutadas con control “modo corriente de pico”. En ningún caso se hace necesaria la presencia de un multiplicador analógico en los lazos de realimentación. Tampoco es necesario incluir un sensor de la tensión de entrada. Ambas características hacen que el control propuesto sea especialmente atractivo para equipos de bajo coste. El precio a pagar por estas ventajas es una ligera deformación de la corriente de entrada en condiciones distintas a las nominales, deformación que no impide el cumplimiento de la norma EN 61000-3-2. En ambos casos, como el control que se realiza es un control “ciclo a ciclo”, el lazo de realimentación de la corriente de entrada será extremadamente rápido, lo que redundará en que es perfectamente válido para ser usado con redes de relativa alta frecuencia.

Por último, en el quinto capítulo se evaluarán globalmente los resultados obtenidos, haciendo especial hincapié en las aportaciones originales realizadas y se extraerán las conclusiones generales de los mismos. Asimismo, se expondrán posibles futuras líneas de trabajo.

