

RESUMEN

La presente tesis se enmarca en el campo de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, la mejora de la calidad del suministro eléctrico y la mejora de la estabilidad de redes de baja potencia como lo son las micro redes (*Microgrids*) y las redes inteligentes (*Smart Grids*). La definición de dichas redes se basa en la integración de generadores distribuidos, entre ellos los basados en energías renovables como los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica o de energía eólica. Dichos sistemas de generación se conectan a la red de distribución por medio de convertidores electrónicos con una potencia eléctrica limitada, esta característica provoca que las redes con alta integración de generadores distribuidos se vean afectadas en mayor medida por problemas de calidad del suministro, debido a su baja corriente de cortocircuito.

Con la finalidad de mantener la calidad del suministro eléctrico en una red de distribución debe cumplirse que el sistema conste de tensiones senoidales, de frecuencia fundamental y simétricas; y de cargas que consuman corrientes senoidales de frecuencia fundamental, equilibradas y en fase con el sistema de tensiones. Cuando alguna de estas condiciones no se cumple, se producen fenómenos que disminuyen la eficiencia del sistema y degradan la calidad del suministro eléctrico, la mayor parte de estos fenómenos pueden ser mitigados mediante el uso de compensadores activos conectados en serie o en paralelo al sistema eléctrico. En particular, los compensadores activos conectados en paralelo se encargan de proporcionar al sistema las corrientes ineficientes demandadas por las cargas, permitiendo así que por la red de distribución transiten únicamente las corrientes eficientes, mejorando el rendimiento del sistema en general. Las corrientes que deben ser inyectadas por el convertidor son calculadas a partir de una teoría de la potencia eléctrica que ayude a llevar a cabo una correcta identificación de las componentes ineficientes consumidas por la carga. Una compensación global de las corrientes ineficientes puede llevarse a cabo siempre que el límite de potencia de los convertidores lo permita, por lo que si las ineficiencias son mayores que la capacidad de un convertidor se puede considerar la compensación parcial de las corrientes ineficientes o bien la compensación selectiva de los distintos fenómenos que generan las ineficiencias.

Los convertidores electrónicos utilizados como interfaz de conexión de los generadores distribuidos a la red eléctrica tienen la misma topología que los compensadores activos, esta característica ha dado paso al desarrollo de sistemas híbridos de generación y compensación. Dada la naturaleza intermitente de las fuentes de energía renovables, los sistemas de generación distribuida basados en dichas fuentes no hacen uso de la potencia nominal del convertidor en todo momento, por lo que la diferencia entre la potencia activa inyectada y la potencia nominal del convertidor puede ser utilizada para la compensación de los fenómenos ineficientes de la red. En la presente tesis se plantea el estudio de los sistemas híbridos de generación y compensación basados en sistemas de generación de minieólica, también llamados de pequeña eólica, con la finalidad de optimizar el

aprovechamiento de la potencia disponible en el convertidor electrónico de conexión a red para ayudar a mejorar la calidad del suministro y la estabilidad del sistema eléctrico.

El sistema propuesto en la presente tesis abarca el control del sistema de generación de pequeña eólica, la transferencia de energía a la red eléctrica y la compensación de fenómenos ineficientes mediante la optimización del aprovechamiento del convertidor electrónico de conexión a red. Se propone la utilización de técnicas de control borroso para la búsqueda del punto de máxima potencia del aerogenerador y el control de la tensión del bus de continua; así como la aplicación de técnicas de control no lineal para la estimación de la velocidad de giro de la turbina eólica para realizar un control de velocidad que permita la extracción de la máxima potencia disponible en el viento. En la conexión a red se presenta un algoritmo de optimización del aprovechamiento de la potencia disponible en el inversor a red para la compensación de potencias ineficientes, resultando en un sistema de gestión de generación, a partir de la energía minieólica, y compensación de ineficiencias en forma selectiva.

A partir del sistema desarrollado en la presente tesis se presentan los resultados de simulación que ayudan a validar cada uno de los subsistemas propuestos, así como el sistema global. Además, se presentan los resultados experimentales de los subsistemas que han sido implementados. Se finaliza con las conclusiones obtenidas del estudio de los resultados, las aportaciones, líneas de trabajo futuro y las publicaciones derivadas de la presente tesis doctoral.