



INGENIERIA 2014 - Presentación de Trabajo RESUMEN AMPLIADO N°: 115

Eje temático: 1. Desarrollo de las Economías

Contacto:

BUFANIO, RUBEN DOMINGO (Argentina)

ruben.bufanio@speedy.com.ar

Modelado y Simulación de Conversión de Energía Eólica PMSG para Sistema Aislado

BUFANIO, RUBEN DOMINGO ^{1(*)}

1 - UTN FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN Y HAEDO | (*) Argentina

Resumen:

Objetivos

Modelar y simular un aerogenerador de baja potencia (50kW) para aprovechamiento del recurso eólico en pequeñas comunidades rurales o aisladas. Emplear tecnología de conversión (WECS) para generador sincrónico a imanes permanentes (PMSG) de polos no salientes, acoplamiento directo (Gear Less), velocidad variable y paso de pala, con esquema de control para captura de máxima energía del viento (MPPT, en zona de carga parcial), que aplica al PMSG un seteo de la corriente directa estática a cero amperes (control ZDC), y conversión de potencia bidireccional en dos niveles con modulación vectorial (SVM).

Desarrollo

I. INTRODUCCIÓN: El sistema de conversión aplicado (PMSG) surge de los desarrollos en generación eólica en grandes potencias como lo indican las tendencias [1]. Se utiliza un sistema de conversión completa de manera de desvincular generación y frecuencia variable [2], [3], alimentando a una demanda con características del producto técnico en valores dentro de límites impuestos por las normas y recomendaciones [4], [5], [6], [7]. El convertidor lado generador cumple la función de maximizar captura de energía del viento, controlando flujo de potencia hacia el lado carga y velocidad de giro óptima. Superada la velocidad de viento a la que se obtiene la potencia nominal, actúa el control de paso de pala de manera de disminuir el coeficiente de potencia ($CP=f(\lambda, \beta)$), en donde " λ " es la relación de velocidad en punta de pala y " β " el paso de pala [8]. El generador PMSG puede ser controlado por diversos métodos [9], [10], se opta en este trabajo por el ZDC [11]. II. CONVERSIÓN ESPALDA CON ESPALDA, DE DOS NIVELES, EN MODULACIÓN VECTORIAL. Se aplica para la conmutación de los interruptores de los convertidores de potencia una técnica de modulación vectorial "SVM" que permite conversiones de bajo contenido armónico disminuyendo necesidad de desempeño de filtrado. Para lo anterior, partiendo de esquema de conversión simplificado de dos niveles, se definen en tiempo real los estados y tiempos de permanencia de los interruptores de potencia. Se plantea un arreglo de los tiempos de permanencia de los estados de conmutación, en donde cada muestra se divide a su vez en siete segmentos de estados de conmutación. Según sea el sector par o impar donde se encuentre el vector de referencia, se realiza y modela un intercambio entre los tiempos de permanencia de los vectores activos adyacentes al mismo. El arreglo intenta y logra que en cada muestra solo haya un cambio de encendido a apagado y viceversa por cada interruptor, mismo que al pasar de un estado de conmutación al contiguo solo haya cambio en una sola rama del convertidor, minimizando de esta manera la frecuencia de conmutación de los interruptores de potencia. Esto permite ser coherente con el desarrollo analítico, y conforme el arreglo, por medio en principio de modelado y simulación mejorar la distorsión armónica total (THD). En base a lo expuesto se modelan dos convertidores iguales según esquema de bloques [3]. III. ESQUEMA FINAL DE MODELADO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA EÓLICA PMSG. El sistema de conversión eólico "WECS" propuesto presenta las siguientes características principales: Modelo de rotor en potencia mecánica nominal de 51.500 kW, paso de pala óptimo en $\beta = 0^\circ$ y velocidad de viento nominal $V = 10.27$ m/s, velocidad de rotación nominal $\omega = 10.3$ r/s con radio de pala estimado en $R=7,17$ m, torque mecánico nominal $T_m = 5000$ Nm. Modelo de generador sincrónico a imanes permanentes PMSG de potencia nominal $P_g = 51.500/0.9$ VA, polos no salientes $P = 12$ (pares de polos), Inductancias en cuadratura $L_d = L_q = 5$ mH, flujo establecido por los imanes $\phi_r = 3$ V.s y constante de tensión de salida $K_v = 6530$ L-L / krpm. Modelado de convertidores de potencia con interruptores IGBT, índice de modulación nominal $m_a = 0.8$, tensión de alimentación de carga $V_{L-L} = 380$ V, frecuencia de muestro $f_s = 1800$ Hz, y carga con ángulo de factor de potencia $PF = 0.9$. IV. DESEMPEÑO DE MODELO (WECS) PMSG. Se muestran las salidas de simulación principales, en donde al aplicar un viento incidente de valor indicado con una crecida de manera de emular un viento real, pasado un tiempo (dado la cte. de inercia del rotor más generador) se estabiliza la velocidad de giro en coincidencia con el encuentro entre el torque mecánico y electromagnético, lo cual valida lo planteado matemáticamente en la introducción de este trabajo. Otras permiten observar la entrega de una corriente de fase del generador PMSG que valida el control ZDC y a través de este el MPPT con un factor de potencia hacia el generador muy cercano a la unidad.

Conclusiones

El modelo de aerogenerador, aunque solo simulado, entrega índices valiosos de la bondad de la propuesta planteada. Da posibilidad de obtener éxitos de desempeño, en principio dado los costos, a través de pruebas en prototipos de potencias menores (del orden del kW). Una mayor frecuencia de muestreo permitirá mejor desempeño global del sistema (10 kHz). Se trabaja a menor valor (1.8 kHz) con el fin de disminuir el consumo de recurso informático y por ende reducir los tiempos de las corridas. Dicho valor de muestreo sin embargo es indicador del buen funcionamiento del modelo elaborado. Permite probar lo hecho en trabajo anterior en donde se modela y simula una propuesta de convertidor en dos niveles en modulación SVM con arreglo de disparo de los interruptores de potencia que brinda resultados satisfactorios de THD a la salida del convertidor. Corroboró el buen desempeño del control de potencia tanto en carga parcial como total, en donde en la primera (por debajo del viento nominal) el MPPT permite adquirir la máxima potencia del viento incidente. Superado dicho límite el control de paso de pala actúa correctamente de manera de mantener la potencia a la nominal.

Bibliografía

[1] Thomas Ackermann, Wind Power in Power Systems, John Wiley and Sons, 2005. [2] Remus Teodorescu, Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems, IEEE, Wiley, 2011. [3] Bin Wu, Power Conversion and Control of Wind Energy Systems, IEEE, 2011. [4] IEC (International Electrotechnical Commission) (2001) Wind Turbine Generator Systems, Part 21: Measurement and Assessment of Power Quality Characteristics of Grid Connected Wind Turbines, IEC61400-21 (12.2001). [5] IEC (International Electrotechnical Commission), (2002). Electromagnetic Compatibility EMC, Parts 4-7: Testing and Measurements Techniques. General Guide on Harmonics and Interharmonics Measurements and Instrumentation, for Power Supply Systems and Equipment Connected. [6] EN (1995), Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems, EN 50160. [7] Ana Estanqueiro, Assessment of Power Quality Characteristics of Wind Farm, IEEE, 2007. [8] Burton, Wind Energy Handbook, Wiley, 2001. [9] Brendan Fox, Wind Power Integration, Institution of Engineering and Technology, London, 2007. [10] F. Bianchi, Wind Turbine Control Systems, Springer, 2007. [11] I. Munteanu, Optimal Control of Wind Power Systems, Springer, 2008

En breve recibirá la confirmación de su envío.

Si no la recibe dentro de un día comuníquese con la empresa encargada del sistema on-line de administración de resúmenes y ponencias del Congreso
2014ingenieria@gmail.com mencionando el código de su trabajo.