



P.O. Box 3019 • 4 Shoham St.
 Caesarea Industrial Park • Israel 38900
 Phone +972-4-6272-470
 Fax +972-4-6272-465 •
 Email: info@elspec-ltd.com



Corrección del Factor de Potencia en Generadores Eólicos

Ventajas del uso del Sistema EQUALIZER en Generadores accionados por Turbinas Eólicas.

El factor de potencia de las turbinas eólicas en operación, varía de acuerdo a los niveles de carga del generador y en la generalidad de los casos, el generador operará en un rango de carga que variará desde un 25% hasta un 125% de la plena carga, en incrementos de 25 %. El factor de potencia varía en forma inversa con la carga, i.e., el factor de potencia es menor con una carga de 125%. Para efectos estimativos, el consumo reactivo en condiciones sin carga (en vacío) es de aproximadamente 30% de la potencia nominal, similar a la de un motor DOL.

Factor de Potencia y Rendimiento.

Los sistemas convencionales de corrección del factor de potencia están limitados por el hecho de que el tiempo de descarga de los capacitores debe ser tomado en cuenta. Durante la operación bajo carga de la turbina, un sistema convencional normalmente sub compensa debido al hecho de que el sistema debe esperar 60 segundos para la descarga de los capacitores antes de que la reconexión pueda tener lugar. Además el tiempo de desconexión es lento debido al riesgo de la sobre compensación. Esto causa el “lock out” de los generadores, i.e., la turbina es desconectada debido a la inestabilidad del voltaje. Este es un problema común y es aceptado como “parte del juego” por los propietarios de las plantas generadoras eólicas.

Con el Sistema **EQUALIZER** estas limitantes desaparecen ya que tanto bajo las condiciones de operación normal, así como durante la conexión y/o de desconexión del generador, la velocidad de conexión del Equalizer es de un ciclo o menor a un ciclo del sistema. Esto mejora el factor de potencia bajo todas las condiciones de carga.

La tabla que sigue es un ejemplo de una turbina de 1300 kW, con un sistema convencional de corrección del factor de potencia (CFP), de una potencia nominal de 350 kVAR con pasos de 87,5 kVAR. Este es el mejoramiento esperado del factor de potencia.

POTENCIA MÍNIMA ESPERADA CON UN SISTEMA CONVENCIONAL DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA (CFP)						
Potencia Nominal (kW)	% de la Potencia Nominal	Potencia Generada kW	Rendimiento (%)	Factor de Potencia	Corriente Generada (A)	Rendimiento Total (%)
1.300 Kw.	125%	1.625	93.90	0.93	1187.39	87.33 (%)
Voltaje	100%	1.300	94.80	0.95	979.74	90.06 (%)
690 Volts	75%	975	94.80	0.97	750.20	91.96 (%)
	50%	650	94.20	0.98	502.09	92.32 (%)
	25%	325	92.50	0.98	246.51	90.65 (%)

En un sistema perfecto, con un rendimiento de 100% y un factor de potencia unitario la corriente máxima debiera ser igual a 1.360 A. (para 125% de la potencia nominal). La corriente generada (o corriente nominal) se calcula tomando en consideración los kW generados, el rendimiento y el factor de potencia.



P.O. Box 3019 • 4 Shoham St.
Caesarea Industrial Park • Israel 38900
Phone +972-4-6272-470
Fax +972-4-6272-465 •
Email: info@elspec-ltd.com



Si asumimos un factor de potencia unitario, que puede lograrse con un Sistema **Equalizer de Elspec**, la corriente generada puede incrementarse para cualquier carga, en porcentajes variables, según la siguiente tabla:

POTENCIA ESPERADA CON UN SISTEMA EQUALIZER DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA (CFPTR)							
Potencia Nominal (kW)	% de la Potencia Nominal	Potencia Generada kW	Rendimiento (%)	Factor de Potencia	Corriente Generada (A)	Rendimiento Total (%)	(%) de variación
1.300 kW	125%	1.625	93.90	1.00	1276.76	93.90	7.53
Voltaje	100%	1.300	94.80	1.00	1031.20	94.80	5.26
690 volts	75%	975	94.80	1.00	773.40	94.80	3.09
	50%	650	94.20	1.00	512.34	94.20	2.04
	25%	325	92.50	1.00	251.54	92.50	2.04
Mejoramiento promedio							3.99%

Tal como se muestra en la tabla, el mejor aprovechamiento de la corriente generada ocurre con las cargas mayores y aunque esta mejora pueda parecer pequeña, en plantas generadoras eólicas con 50 turbinas de este tipo, la mejoría representa una mayor generación de 2.6 MW.

Soporte a la Red Eléctrica.

La gran mayoría de las plantas generadoras eólicas están localizadas en lugares remotos y las redes a los cuales están conectadas pueden ser muy débiles y de voltajes inestables. En la práctica actual, las compañías proyectistas instalan la compensación en el transformador principal en el lado de Alta Tensión, conectando las plantas eólicas a la red, o alternativamente, usando un compensador estático en Alta Tensión (HV Static Var Compensator) para mantener el sistema operando. Estas soluciones son muy caras; alrededor de US\$ 87-100 por kVAR y además, si el sistema falla, la red se ve inmediatamente afectada así como también los generadores eólicos.

A diferencia de los sistemas convencionales, el Equalizer puede programarse teniendo como objetivo un factor de potencia capacitivo, lo que para las plantas generadoras eólicas es un punto a favor ya que un factor de potencia capacitivo afecta a las turbinas solo cuando están sin carga (en vacío). El sistema puede ser usado entonces para proveer a la red con VARS positivos, lo cual no solamente es mas eficiente desde el punto de vista de costos al instalar los sistemas de compensación en el lado de Alta Tensión, sino que también es mas eficiente. Es posible desconectar uno o dos sistemas eólicos sin afectar a la red eléctrica.

Adicionalmente es posible programar el Equalizer en forma remota desde un computador central.



P.O. Box 3019 • 4 Shoham St.
Caesarea Industrial Park • Israel 38900
Phone +972-4-6272-470
Fax +972-4-6272-465 •
Email: info@elspec-ltd.com



Filtraje de Armónicos.

El Equalizer puede usarse para filtrar las corrientes armónicas cuando VSD de 6 pulsos son utilizados en los generadores, lo cual es una ventaja única ya que pueden ser preprogramados en niveles fijados de antemano a los niveles de distorsión que pueden ser exportados a la red.

Libre de Transitorios.

Los fenómenos transitorios causados por la operación de elementos de maniobra electromecánicos usados en bancos de condensadores convencionales pueden ser un problema, sobre todo en instalaciones grandes. En promedio, un sistema convencional tiene 6 o 7 pasos operados por contactores, cifra que se duplica si se opta por una compensación completa. Por ejemplo, una planta generadora eólica con 30 turbinas y que solo tenga compensación para el estado “sin carga” (en vacío) puede tener entre 180/210 pasos. Por lo tanto, la posibilidad de cierre simultáneo de un número importante de contactores es alta y con ello los transitorios de corriente también serán altos.

El sistema Equalizer es un sistema “libre de transitorios” con una conexión “suave” para todos los pasos.

Sobre-compensación en caso de Caída del Sistema.

La caída del sistema es de ocurrencia frecuente en plantas generadoras eólicas debido principalmente a su ubicación geográfica y a la inestabilidad de su operación en determinadas condiciones. Si una situación de este tipo ocurre cuando una turbina esta operando a plena carga y conectada a un sistema de compensación capacitivo convencional, una caída de la red dará como resultado que la turbina se convierta en la fuente de voltaje en lugar de la red e instantáneamente entra en la condición de trabajo sin carga (en vacío). Si la compensación es lenta en reaccionar y por lo tanto la desconexión de los capacitores es también lenta, ocurrirá una sobreexcitación en el generador lo cual puede ocasionarle severos daños.

En ese instante, el Sistema Equalizer detectará instantáneamente el cambio en la dirección del flujo de corriente y desconectará todos los capacitores dentro del lapso de un ciclo de la red, previniendo así la sobreexcitación y los posibles daños al generador.