



Generación de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables EL-6000

Modulo Energía Eólica

**Semestre Primavera 2010
Ing. Keith Watt Arnaud**

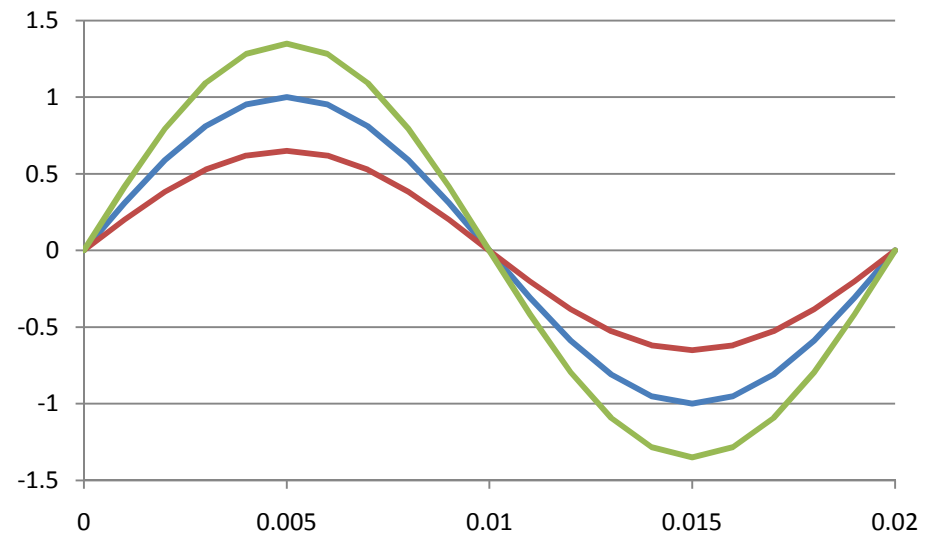


7. Generación Eólica y Calidad de Servicio



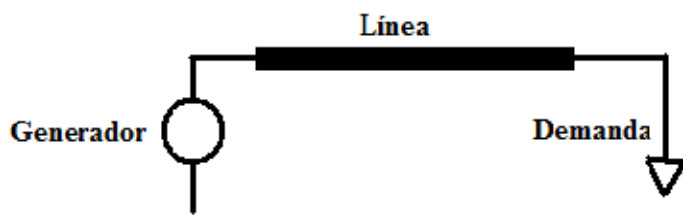
7. Generación Eólica y Calidad de Suministro

- Problemas de la Calidad de Servicio En Un Sist. Eléctrico
 - Voltaje
 - Colapso de Tensión y Sobretensión
 - Flicker
 - Frecuencia
 - Desequilibrios en la red
 - Dañar Equipos
 - Armónicas
 - De tensión
 - De corriente

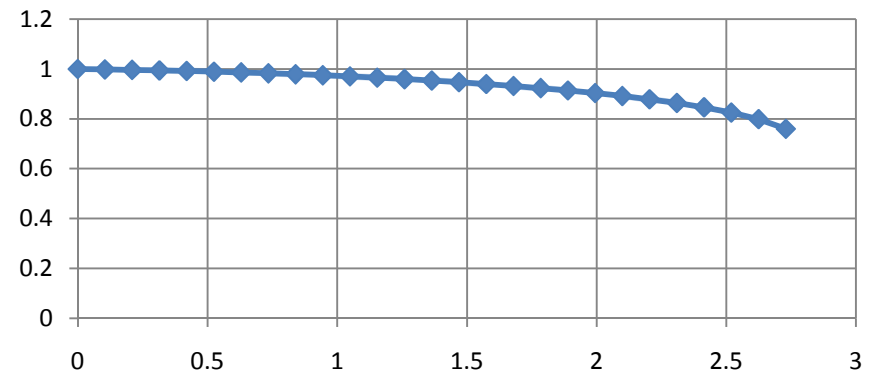


Calidad del Voltaje

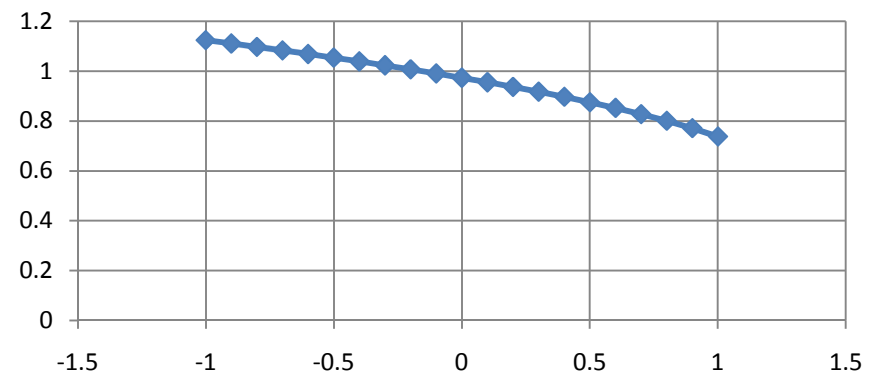
- Problemas de Baja Tensión o Colapso de Tensión
 - Se producen cuando aumenta la corriente por la Línea
 - **Aumento del Flujo por la Línea**
 - Mayor Demanda
 - » Potencia Activa
 - » Potencia Reactiva



Vcarga 1 vs Potencia Activa



Vcarga 1 vs Potencia Reactiva



Calidad del Voltaje

- Problemas de Baja Tensión o Colapso de Tensión
 - Los Motores Eléctricos operan a Potencia Constante.
 - **Al existir una baja de tensión**
 - La corriente aumenta
 - » Se Dañan los equipos y la Aislación
 - » Disminución de la vida útil y seguridad de los equipos

$$P_{Motor} = VI^* = Cte. \quad \longrightarrow \quad Si \ V \downarrow \Rightarrow I \uparrow$$

Calidad del Voltaje

- Problemas de Baja Tensión o Colapso de Tensión

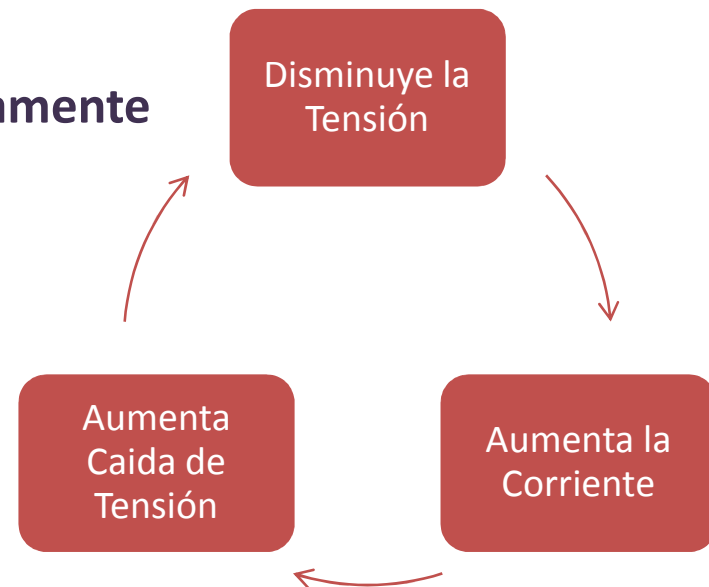
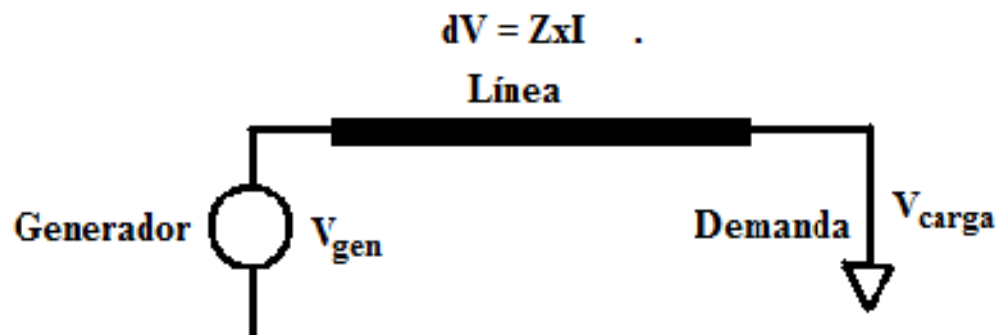
- Se vuela un circulo vicioso.

- **Disminuye la Tensión**

- Aumenta la corriente

- » **Disminuye la Tensión Nuevamente**

- Inestabilidad



Calidad del Voltaje

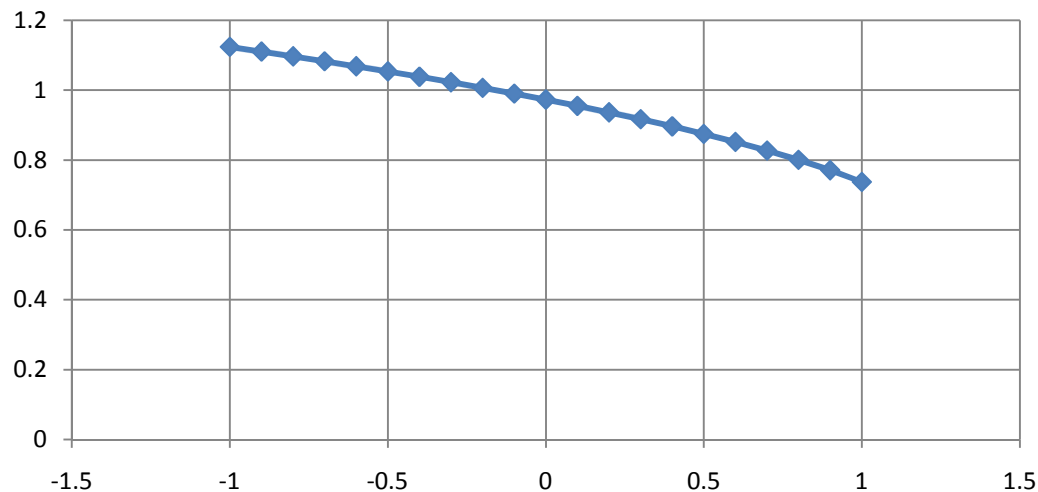
- Problemas de Sobretensión
 - Al existir sobretensión
 - Aislaciones pueden ver superadas sus niveles de operación
 - En calentamiento de equipos
 - Equipos de Electrónica se pueden quemar
 - » Televisores
 - » Computadores



Calidad del Voltaje

- Problemas de Sobretensión
 - Aparecen cuando existe un exceso de Potencia activa en la red
 - Exceso de equipos de Compensación conectados
 - Desconexión intempestiva de Consumos

Vcarga 1 vs Potencia Reactiva Consumida



Generalmente Equipos se Protegen mediante

- desconexión del equipo
- tensión $> 1.25 \times V_{\text{nominal}}$

Calidad del Voltaje

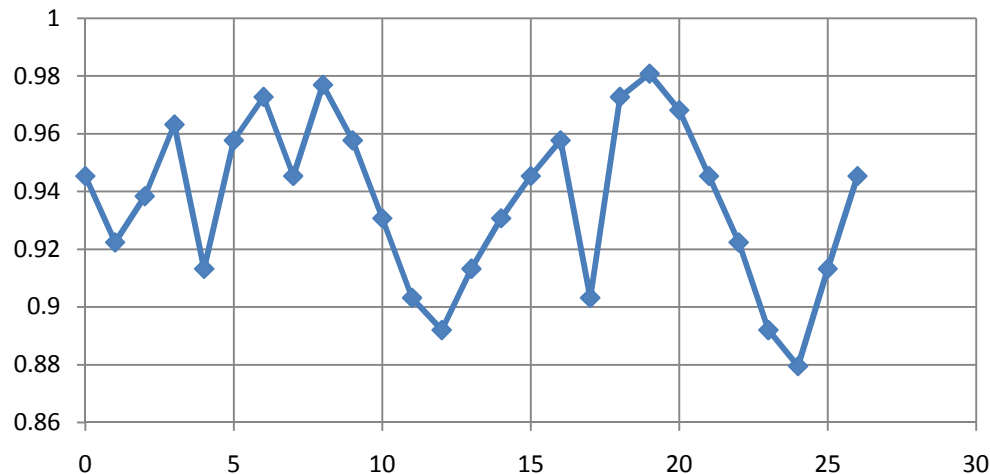
- Problema de Flicker de Voltaje
 - Definición de Flicker
 - La Sensación de molestia producto de la variación de la intensidad Lumínica.
 - Que la produce
 - Variaciones rápidas de Potencia Activa y/o Reactiva
 - Generadores
 - Cargas

Calidad del Voltaje

- Problema de Flicker de Voltaje
 - Variación rápida de la Carga
 - **Procesos industriales**
 - Mucho encendido y apagado de motores
 - » **Altas Corrientes de Partidas**



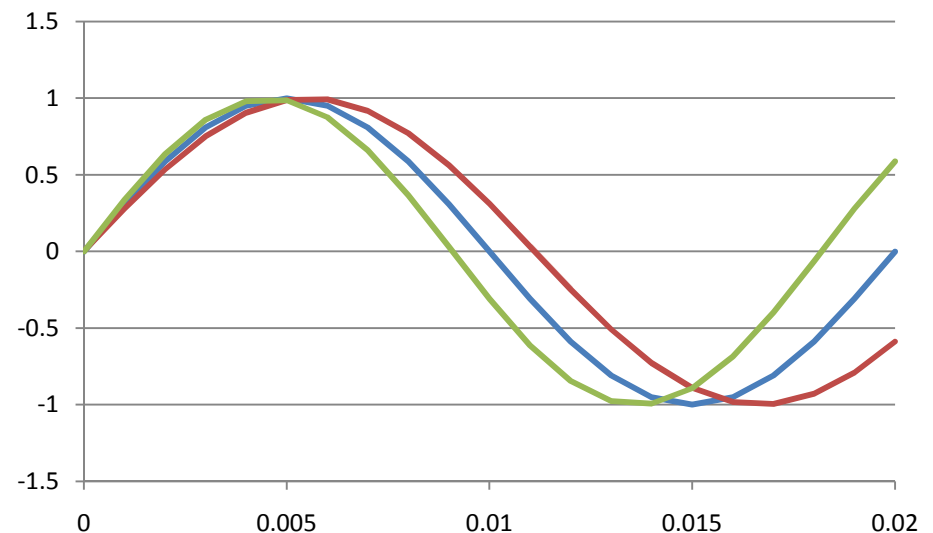
Efecto Flicker por Variación de Potencia



Análisis
Cuasiestacionario

Calidad de la Frecuencia

- El sistema Eléctrico y sus Equipos Operan a una Cierta Frecuencia.
 - Europa & Chile
 - 50 Hz
 - Estados Unidos, Argentina & Brazil
 - 60 Hz



Calidad de la Frecuencia

- Los Problemas de Frecuencia de una Red nacen a partir de Desequilibrios de Potencia Activa en esta.
 - Desbalances de la Potencia Activa
 - **Entre Generación y Demanda**
 - Necesidad de Mantener el Equilibrio entre Generación y Demanda

$$\Delta f \propto \Delta P_{Gen} - \Delta P_{Dem}$$

Calidad de la Frecuencia

- Es el símil a una masa de Inercia J que gira a velocidad ω
 - Desbalances Entre el Torque
 - **Aceleran o frenan a la masa**
 - Cuando el Torque Mecánico es mayor (Generación)
 - **Velocidad Aumenta**
 - Mayor Generación que Demanda
 - Cuando el Torque Eléctrico es mayor (Demanda)
 - **Velocidad Disminuye**
 - Mayor Demanda en el Sistema

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} = T_m - T_e$$

Calidad de la Frecuencia

- Baja frecuencia
 - Puede producir Alta corrientes de Excitación
 - Transformadores
 - Máquinas de Inducción

$$X = j\omega L = j2\pi fL$$

- Aumenta Flujo Magnético
 - Dañar al Entrehierro
 - Sobre calentamiento

$$Flujo_{magnetico} \propto \frac{1}{f}$$

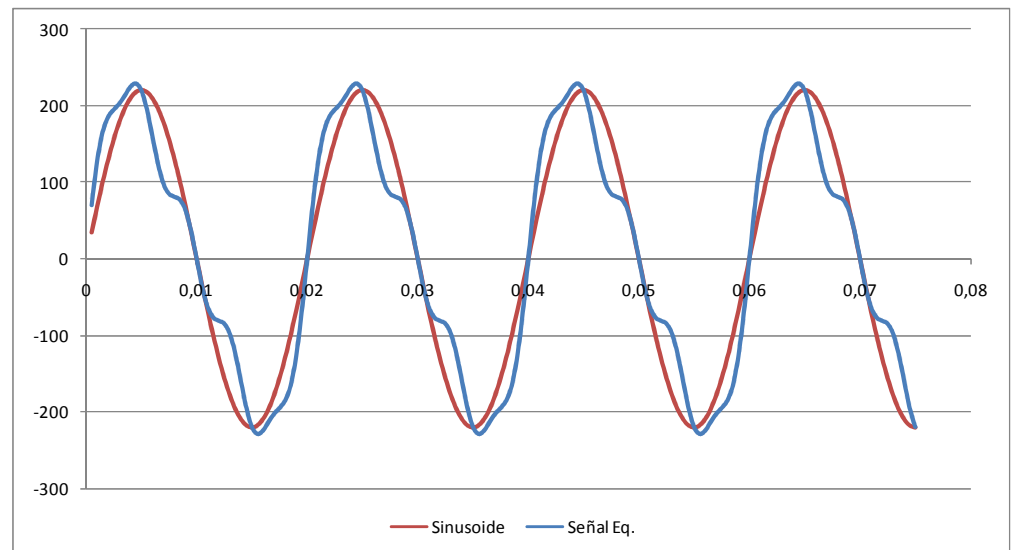
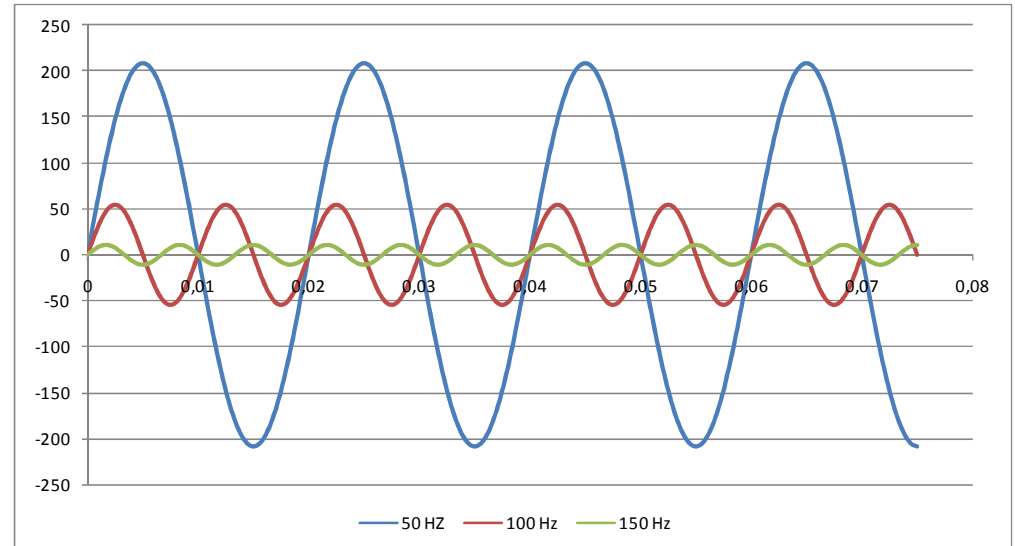
Calidad de la Frecuencia

- Frecuencias Altas
 - Aceleración de Máquinas Sincrónicas
 - Perjudicar procesos industriales
 - Desaceleración de Máquinas de Inducción
 - Torsiones Electromecánicas
 - Fatiga de Materiales



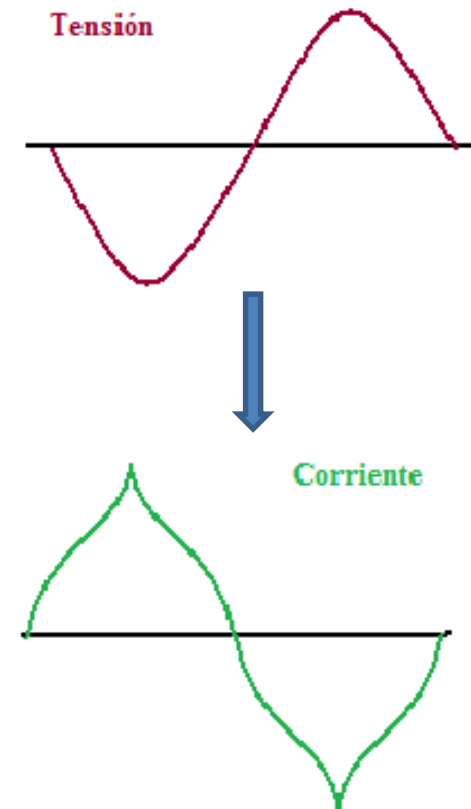
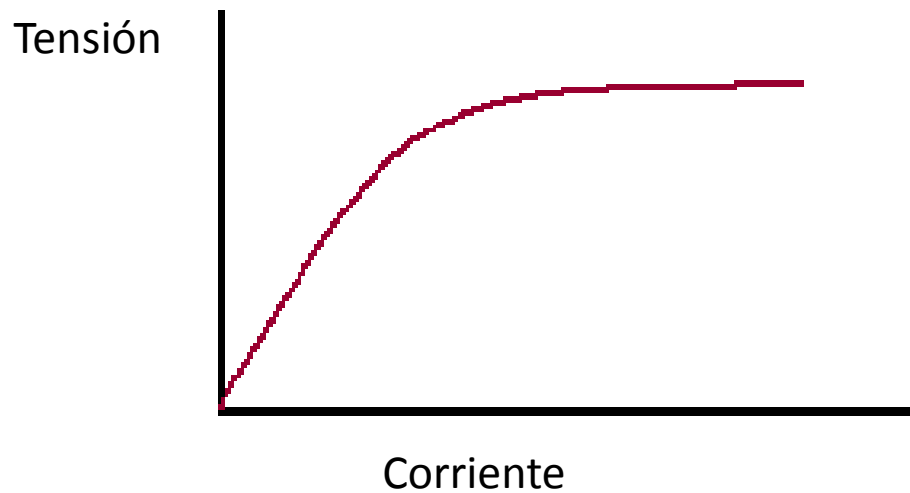
Armónicas

- Las Armónicas se encuentran en la Corriente y en la Tensión
 - Tensión
 - Pueden Producir Sobre tensiones
 - Dañan las Aislaciones de los Equipos
 - Corriente
 - Corrientes altas
 - Quemar equipos o dañar motores
 - Operación Innecesaria de Protecciones



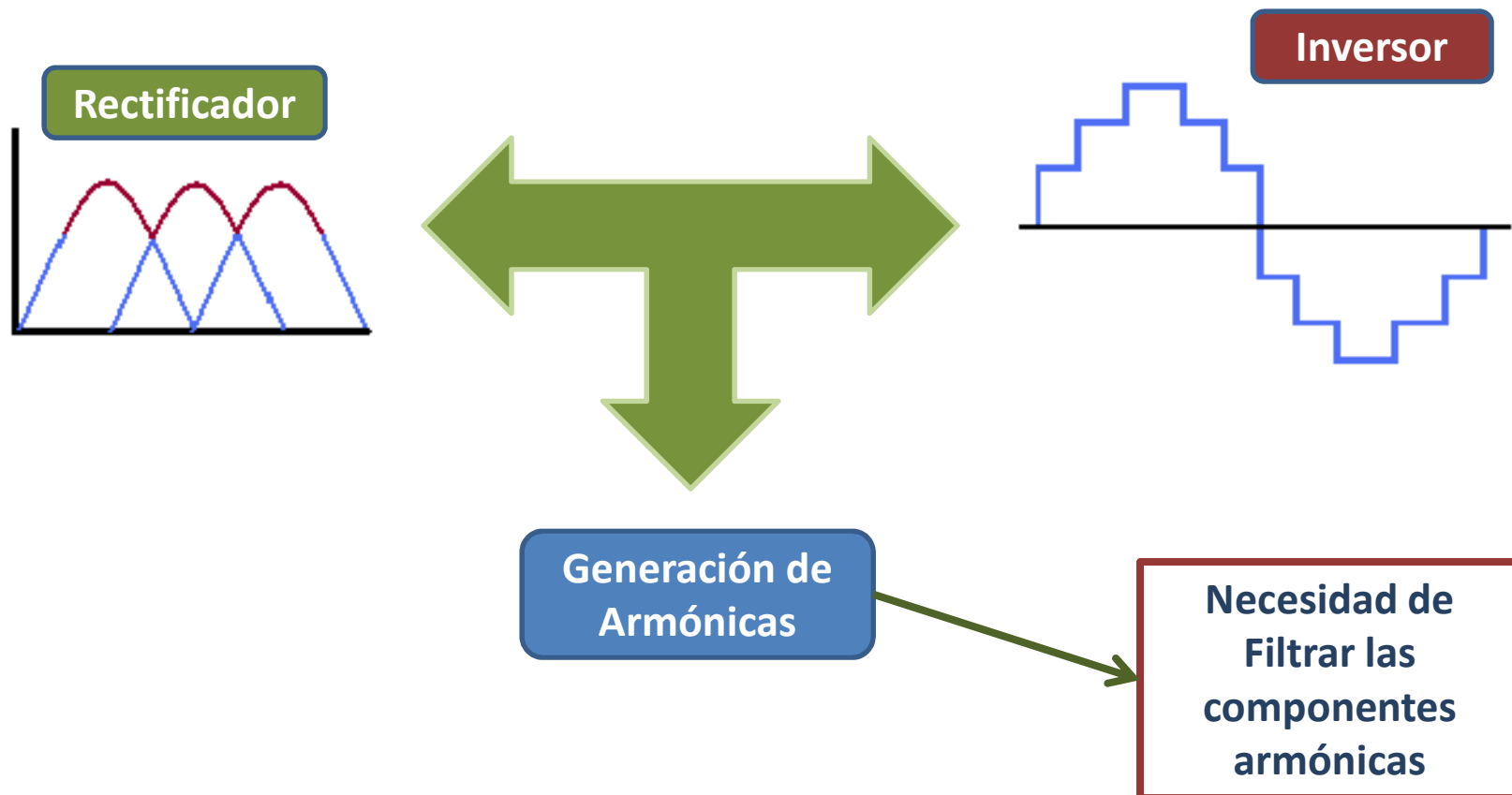
Armónicas

- Son Generadas por:
 - Máquinas Sincrónicas
 - La Saturación de los Núcleos de Hierro



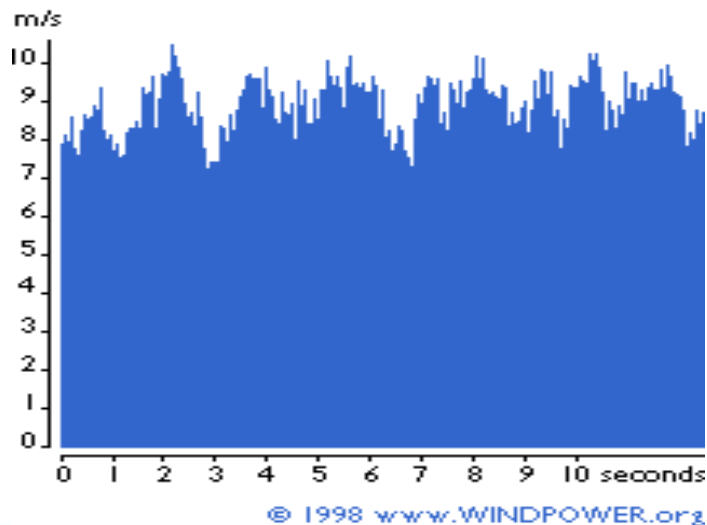
Armónicas

- Son Generadas por:
 - Rectificadores e Inversores

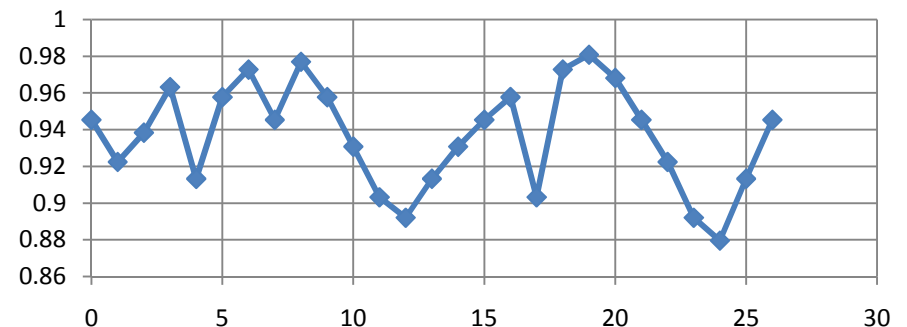


Energía Eólica y Calidad del Servicio

- Un Generador Eólico puede producir
 - Flicker
 - Gran variabilidad del viento
 - Gran variabilidad de Generación Activa

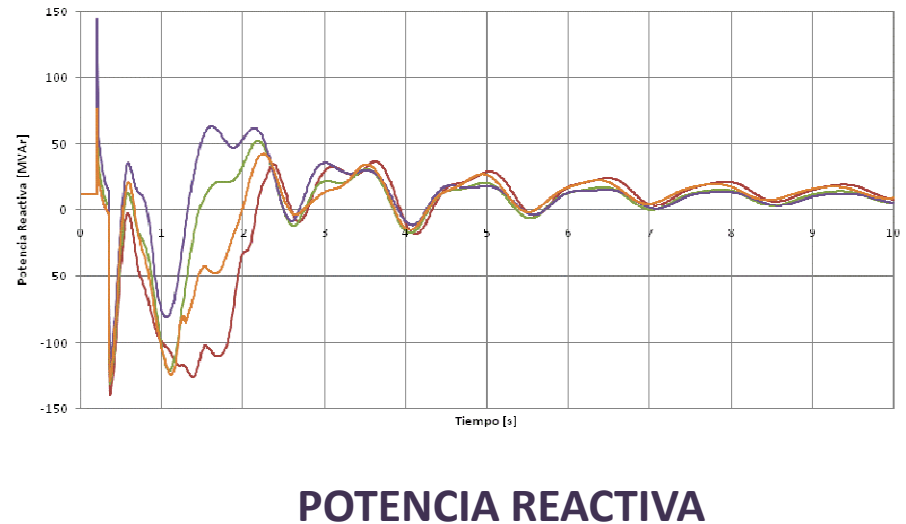
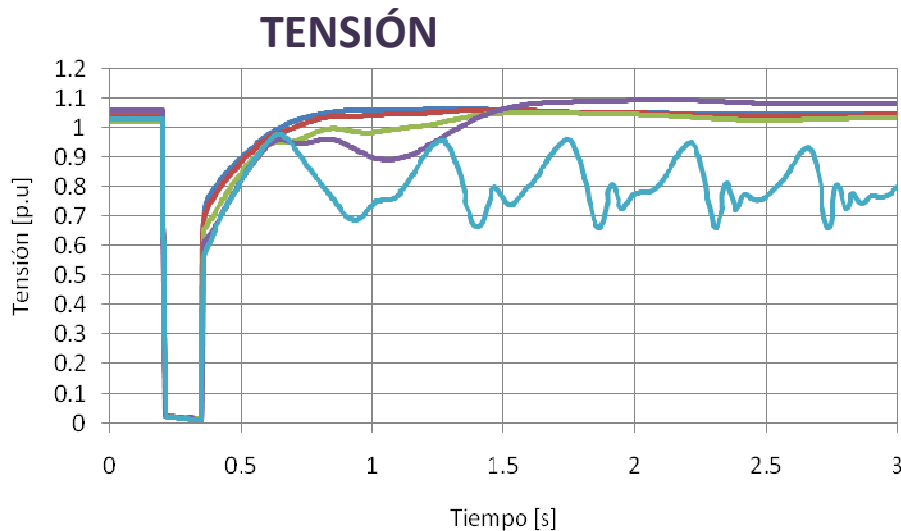


Efecto Flicker por Variación de Potencia Eólica en la Magnitud de la Tensión



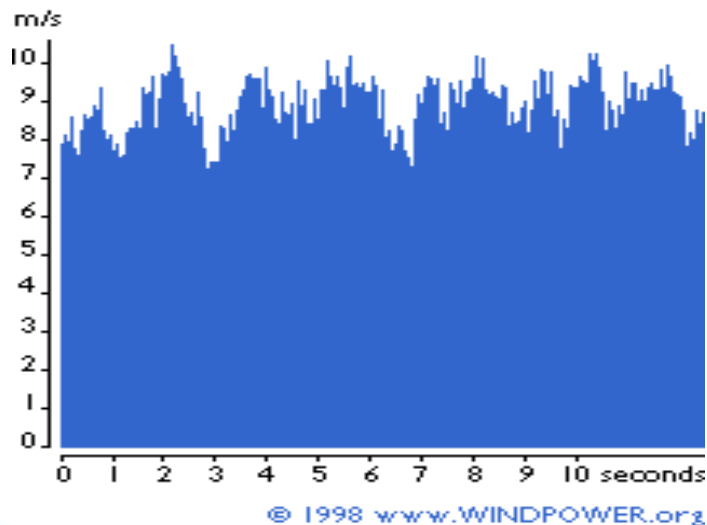
Energía Eólica y Calidad del Servicio

- Un Generador Eólico puede producir
 - Colapso de Tensión
 - **Uso de Máquinas de Inducción**
 - Conexión de la Máquina
 - » Gran Consumo de Potencia Reactiva



Energía Eólica y Calidad del Servicio

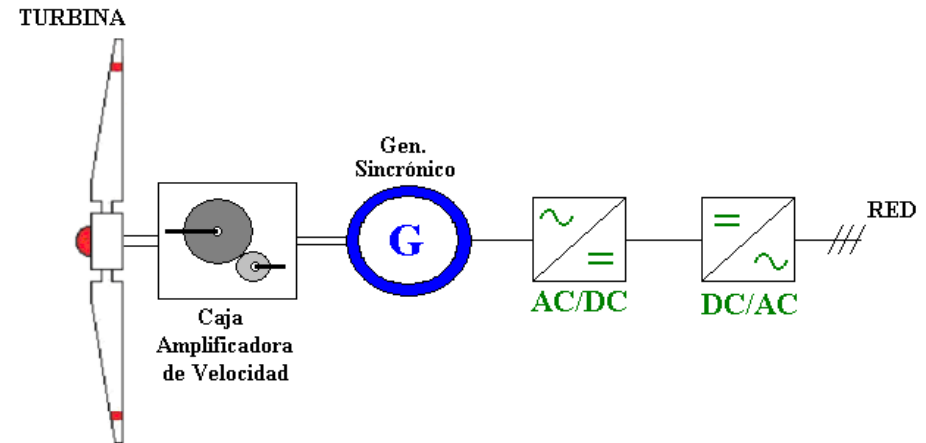
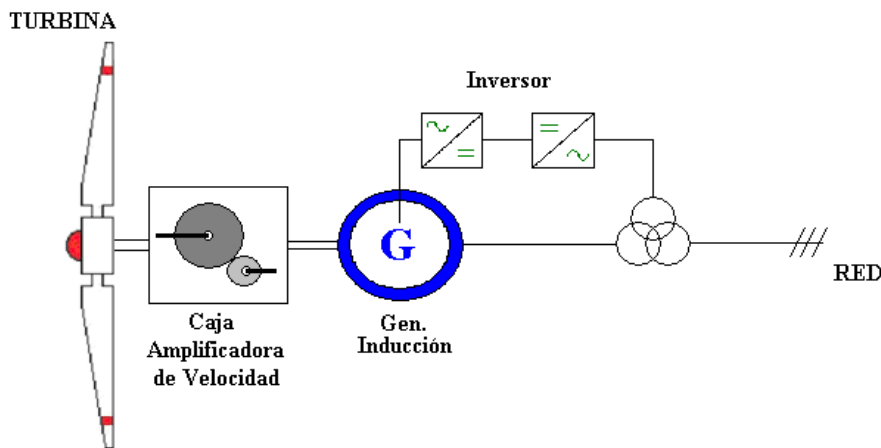
- Un Generador Eólico puede producir
 - Variación de Frecuencia
 - Gran variabilidad del viento
 - Control Limitado del Recurso Eólico
 - Solo se puede reducir la Generación
 - Aumenta Desbalances entre Generación & Demanda



$$\Delta f \propto \Delta P_{Gen} - \Delta P_{Dem}$$

Energía Eólica y Calidad del Servicio

- Un Generador Eólico puede producir
 - Gran Cantidad de Armónicas
 - Tecnologías de Generación que usan Convertidores
 - DFIG
 - Necesidad de Filtros
 - Generador Sincrónico con Conversor AC-DC-AC



Ventajas y Desventajas de La Energía Eólica en Chile

Categoría	Ventajas	Desventajas
Económicos	El recurso es Gratuito	Altos Costos de Inversión
Ambientales	Baja utilización de la Superficie	Generación de Ruido & Impacto Visual Impacto Bajo en Flora & Fauna
Planificación	Mayor Aceptación Ambiental	Dificultad de Encontrar Financiamiento
Estrategia País	Diversificación Matriz Energética	Necesidad de Importar Tecnología