Asea Brown Boveri, S.A.
Ignacio Rivera

ENERGÍA EÓLICA Y ESTABILIDAD DE RED

© ABB - 1 - 2/24/2006

ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN
- CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACIÓN EÓLICA
- ESTABILIDAD DE LA RED
- CASOS DE REFERENCIA
- CONCLUSIONES

Introducción

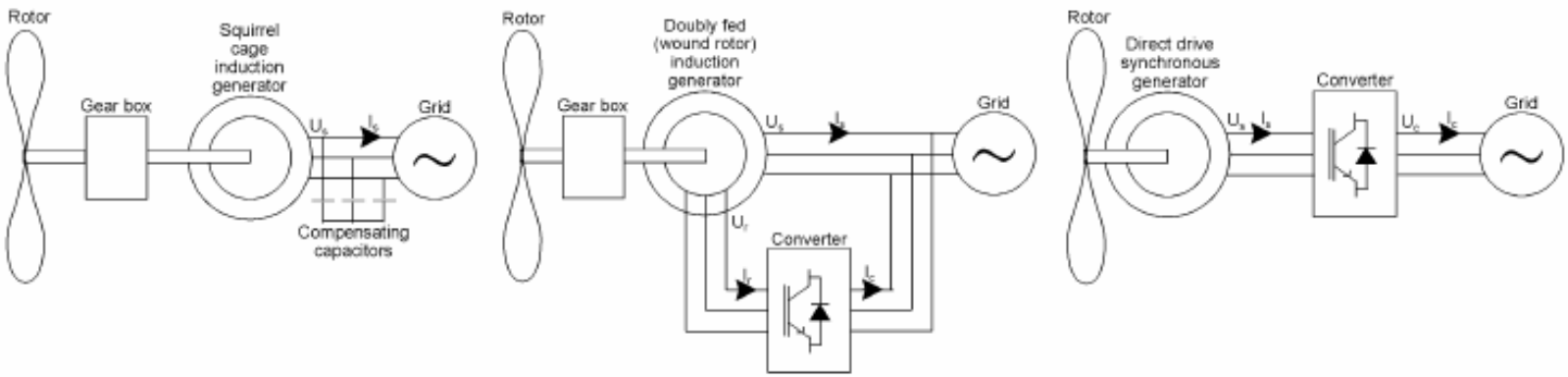
- Actualmente existe un gran impulso en la introducción de energías renovables en las redes de transporte
- De todas las fuentes de energía renovables, la eólica es la tecnología más viable
- En el pasado los parques eólicos eran generalmente pequeños (pocos MW) y conectados principalmente a las redes de distribución
- Hoy en día los parque eólicos previstos se encuentran por encima de 100 MWs y muchos contectados directamente a las redes de transporte
- Aparece la necesidad de realizar análisis de los sistemas en las fases iniciales de desarrollo de los parques eólicos con el fin de asegurar su correcta integración en las redes de transporte

© ABB

Características de la generación eólica

- Tipos de generadores eólicos
  - Los más comunes son el generador asíncrono de inducción ‘‘convencional’’ y el generador asíncrono de inducción doblemente alimentado (DFIG)
  - Otros tipos: Unidades ‘‘Full converters’’ (generadores síncronos)

Convencional **DFIG** **Full converter**



© ABB - 4 -

Operación y modelado

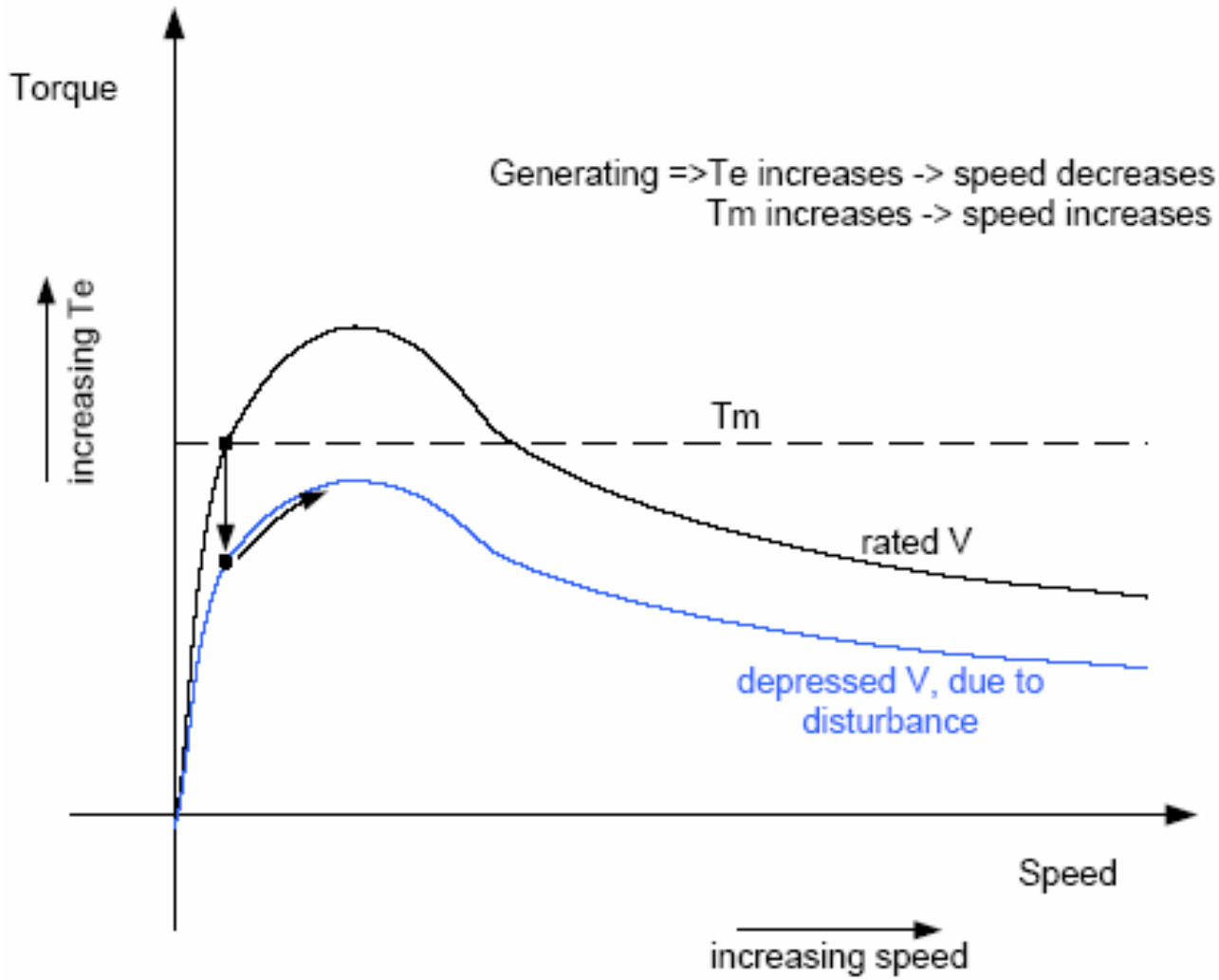
Generador de Inducción Convencional

- Alta eficiencia de un motor de inducción operando con pequeño deslizamiento negativo (super-sincrono)
- Absorbe energía reactiva del sistema (sin compensación ~0.9pf)
- Requiere de compensación (baterías de condensadores) a nivel máquina
- Una perturbación puede llevar a la máquina a la inestabilidad al sobrepasar su par máximo, acelerándose hasta que dispara la protección (colapso de tensión)
- Las fluctuaciones de viento repentinas se transmiten rápidamente a fluctuaciones en la potencia eléctrica
- Se emplean modelos convencionales de motores de inducción para análisis de estabilidad transitoria

© ABB

Operación y modelado

Generador de Inducción convencional



© ABB - 6 -

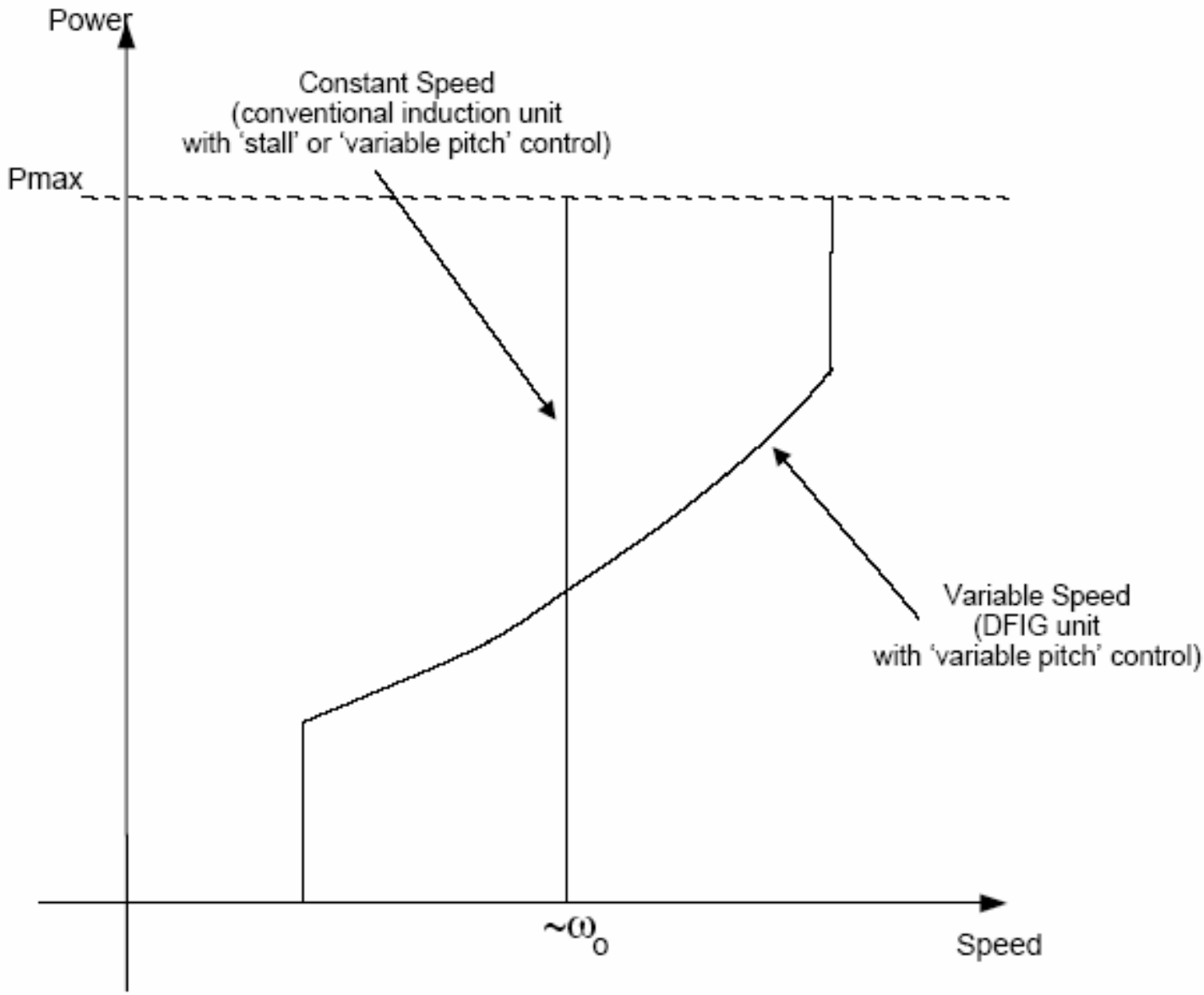
Operación y modelado

DFIG/Full Converter

- Operación de velocidad variable => mayor aprovechamiendo del viento
- Capacidad de generar o absorber energía reactiva (0.9pf inductivo/capacitivo)
- Pares transitorios más pequeños
- Las fluctuaciones de viento repentinas no se transmiten en fluctuaciones en la potencia eléctrica
- Diseño eléctrico y control más complejo con electronica de potencia
- Se emplean modelos espefícicos para el análisis de estabilidad transitoria (RMS)
- Para análisis más en profundidad de la interacción del control son necesarios modelos más detallados por fases (EMT)

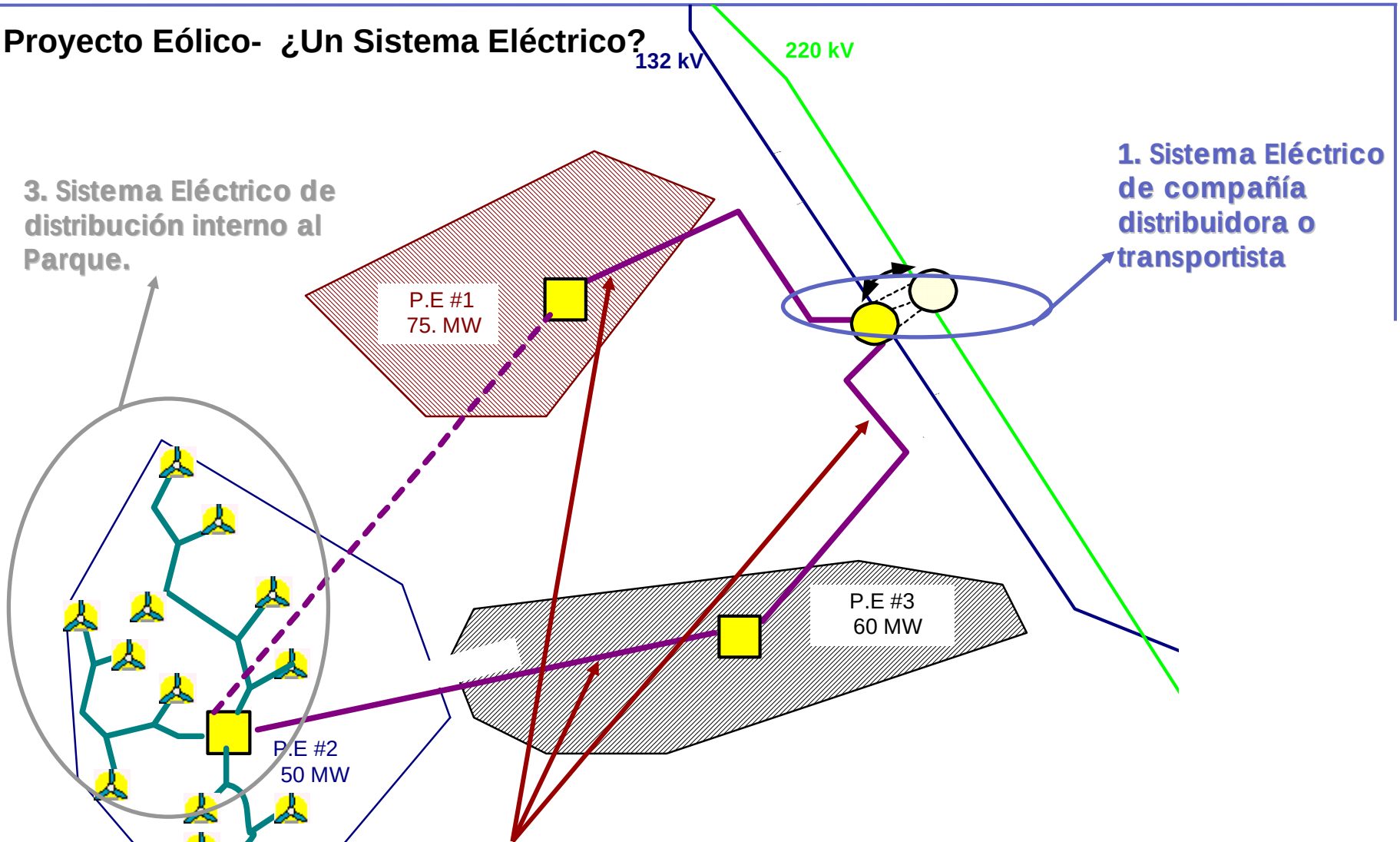
© ABB

Velocidad fija vs. Velocidad variable



Estabilidad de la red

Proyecto Eólico- ¿Un Sistema Eléctrico?



© ABB - 9 -

Estabilidad de la red

Situación actual

- La evacuación de la energía eólica puede afectar el comportamiento del sistema.
  - Dependiendo de la cantidad de potencia eólica instalada
  - Teniendo en cuenta la “fortaleza” de la red (P_{cc}/P_{eolica})

Necesidad de evaluar el impacto en la red (comportamiento estático y comportamiento dinámico)

© ABB

Estabilidad de la red

Comportamiento Estático (límite por tensión)

- Los mayores limitantes en cuanto a la “bondad” del punto de conexión suelen venir por inestabilidad de tensiones.
- Para evaluar los límites por inestabilidad de tensión y/o las necesidades adicionales de apoyo reactivo (MVAr) en el proyecto se utilizan:
  - Curvas P-V para determinar el punto de colapso.
  - Curvas Q-V para determinar las necesidades de reactiva.

© ABB

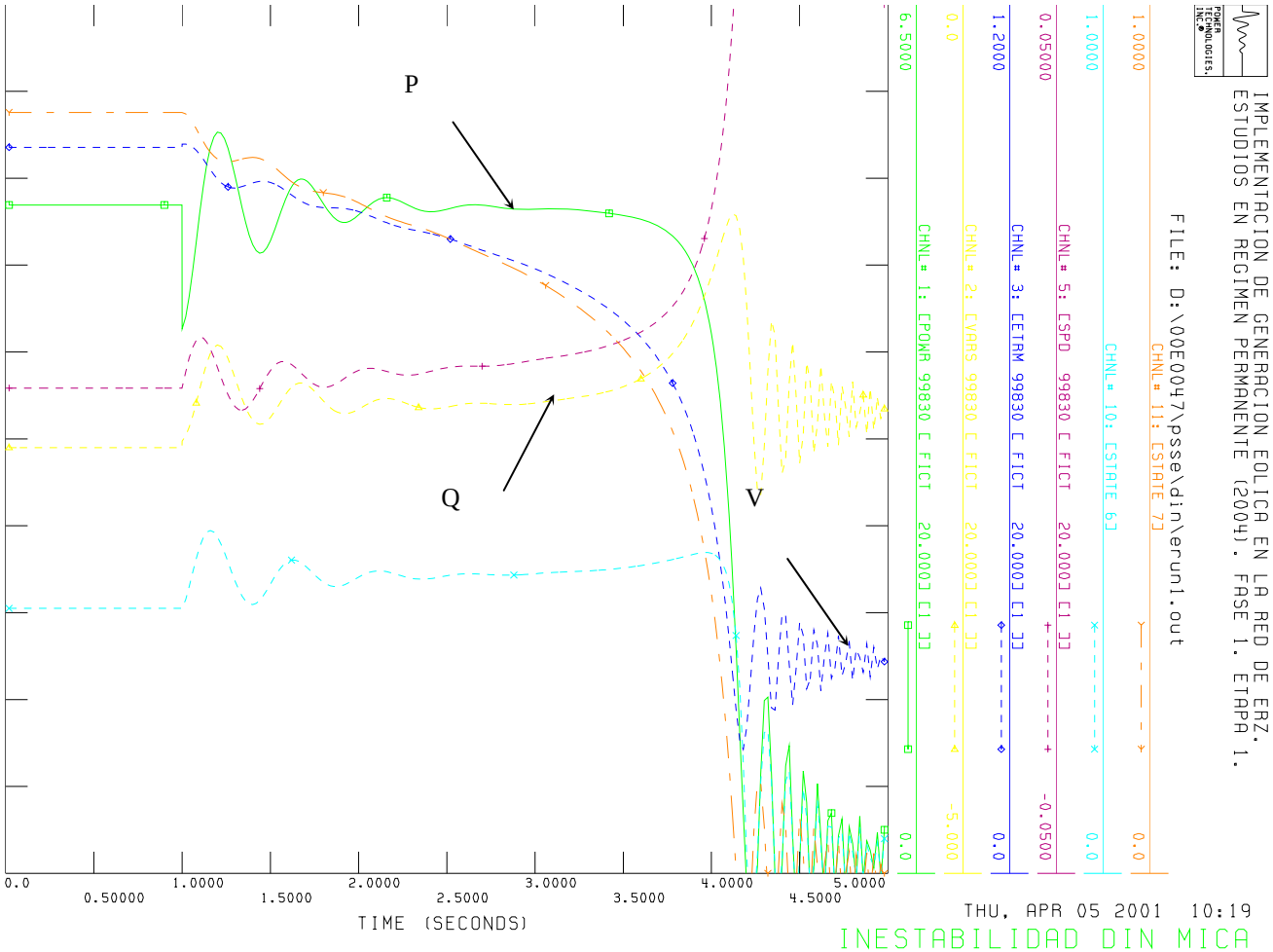
Estabilidad de la red

Comportamiento Dinámico (límite por estabilidad)

- Es necesario evaluar el “proceso” de realimentación de los huecos de tensión.
  - Modelado de elementos “activos” del sistema (generadores, FACTS, protecciones, aerogeneradores, carga,…).
  - La inestabilidad puede producirse varios segundos después de producirse el evento.

Estabilidad de la red

Ejemplo Inestabilidad dinámica



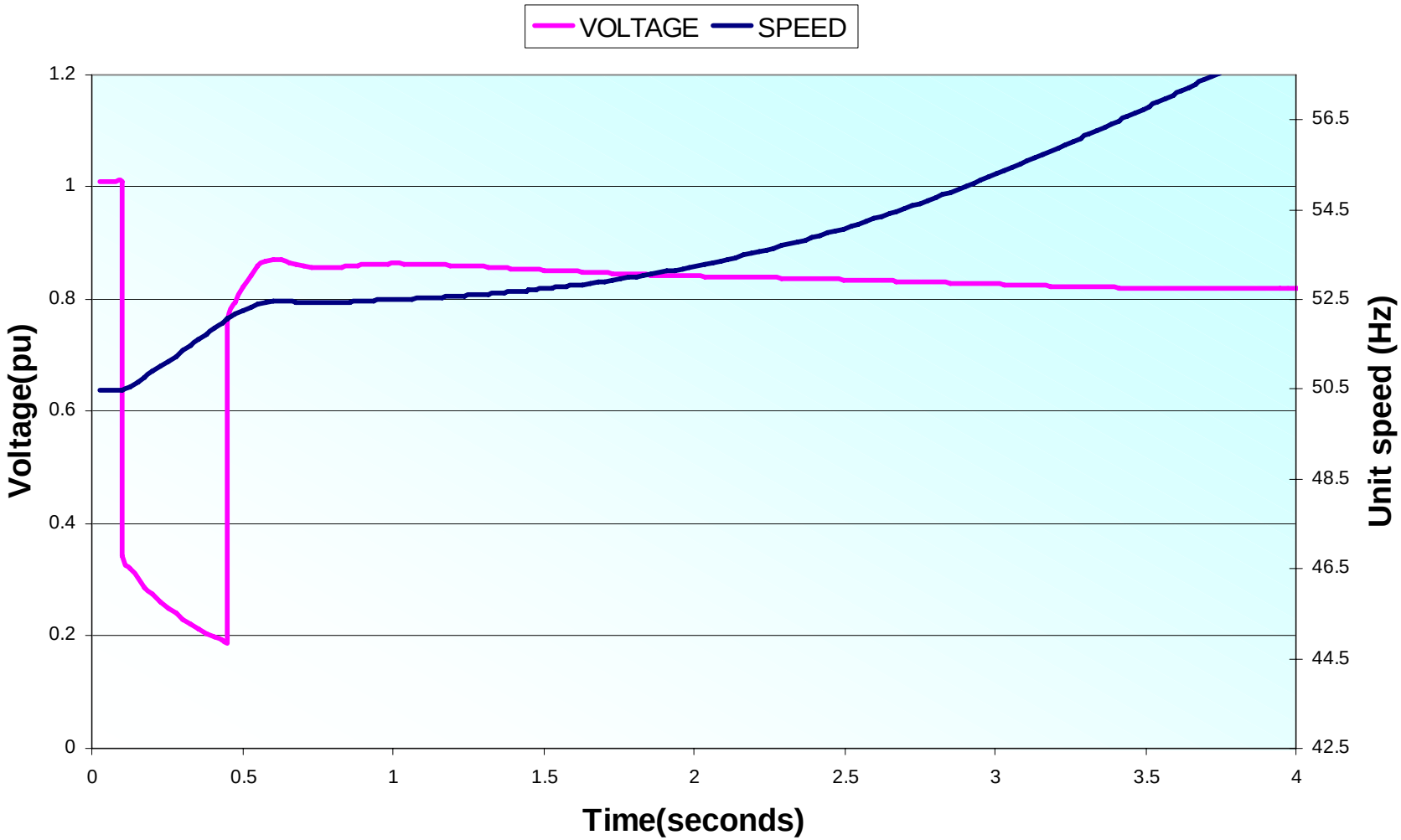
Estabilidad de la red

Comportamiento Dinámico (límite por estabilidad) (II)

- Para un sistema con gran cantidad de generación eólica muchos parques eólicos podrían disparar ante una perturbación sin el diseño y condiciones apropiadas
- Los requerimientos para el soporte de huecos de tensión de los generadores eólicos durante y después de una perturbación incluyen dependiendo de la tecnología
  - Compensación dinámica adicional para asegurar la estabilidad
  - Prevención de disparos intempestivos para proteger la electrónica de potencia

© ABB

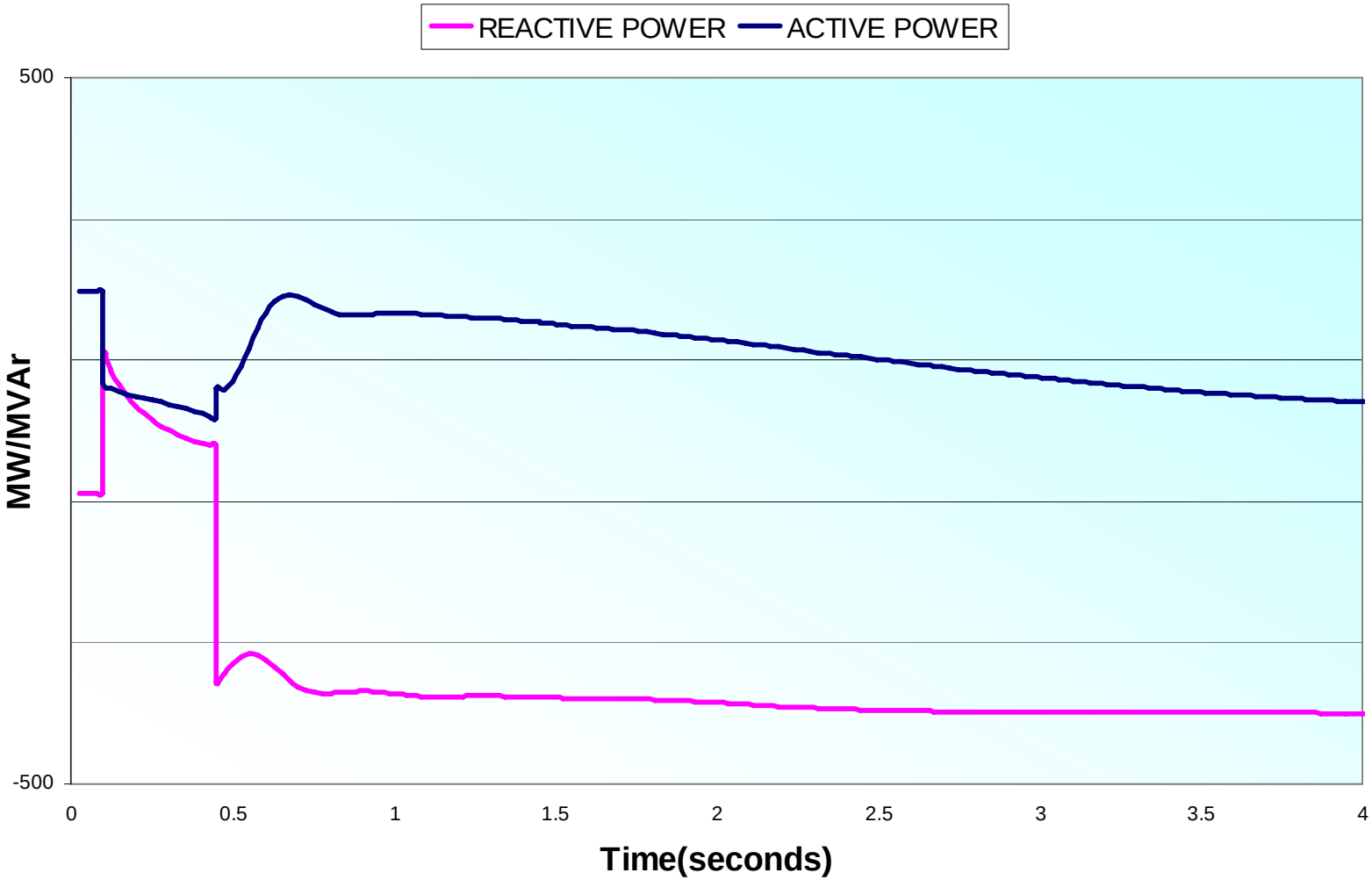
Generador de inducción convencional



Falta 3ph 350ms

© ABB - 15 -

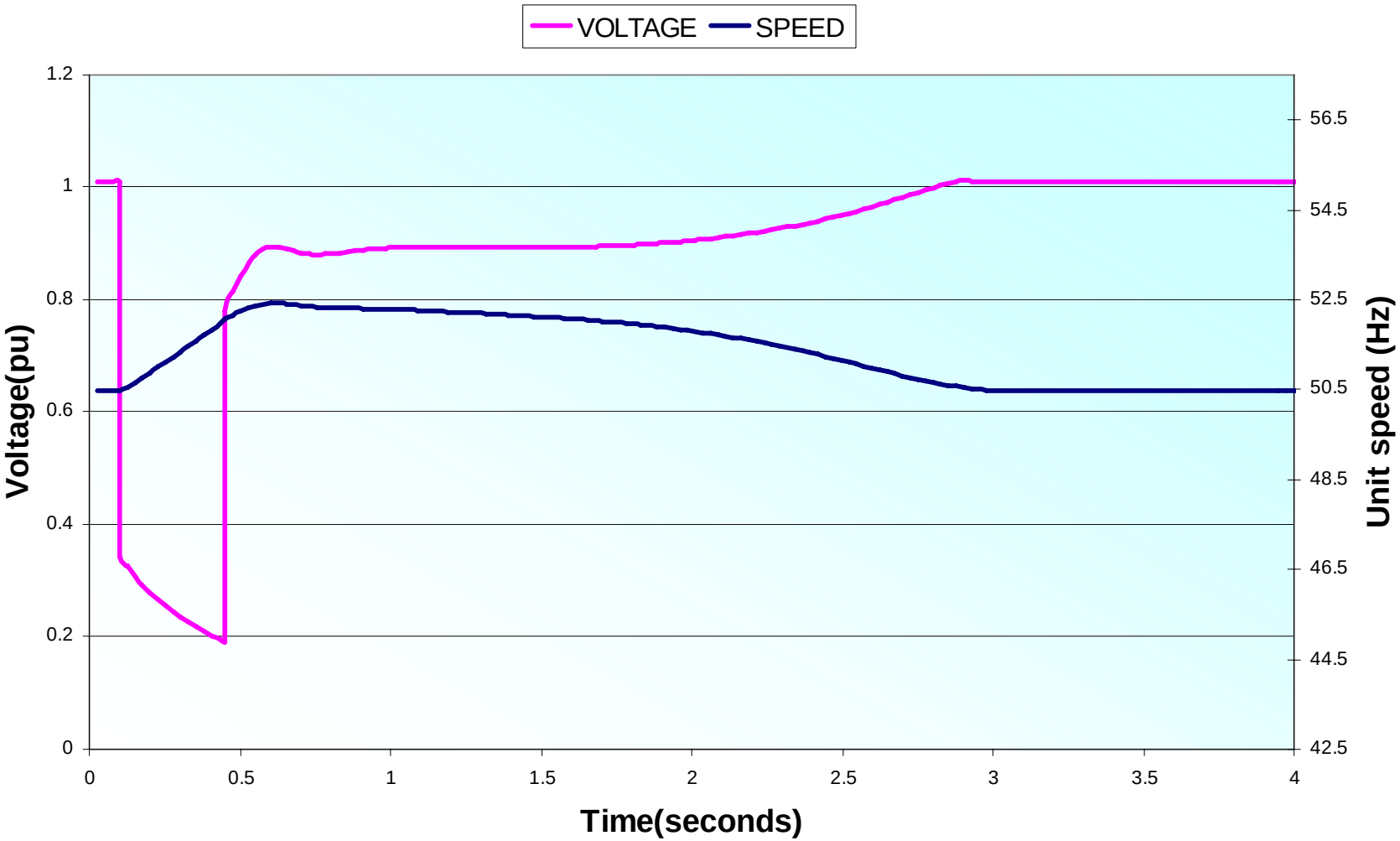
Generador de inducción convencional



Falta 3ph 350ms

© ABB - 16 -

Generador de inducción convencional + compensación dinámica

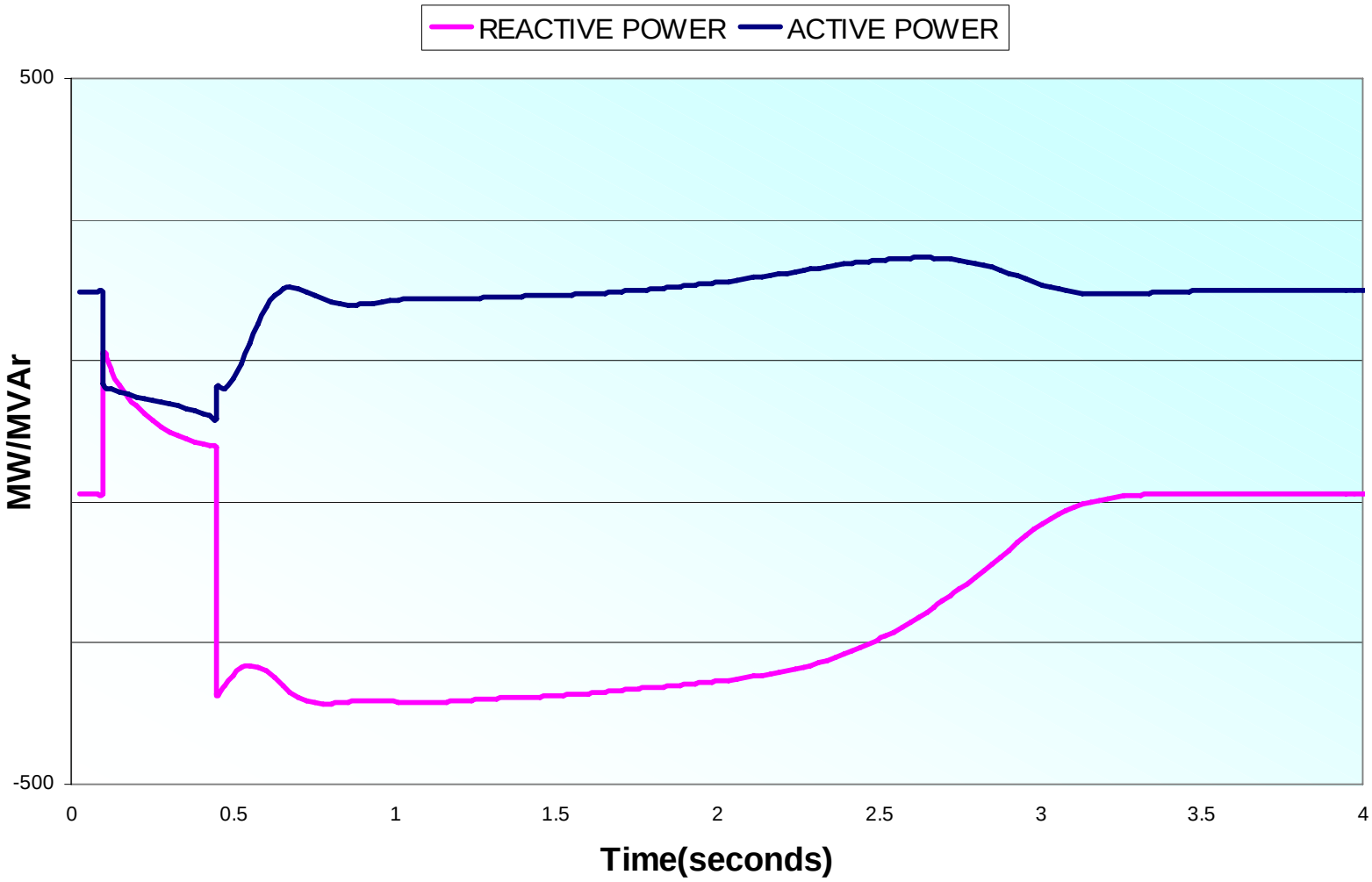


Falta 3ph 350ms

Compensación dinámica 30% P_{eolica}

© ABB - 17 -

Generador de inducción convencional + compensación dinámica

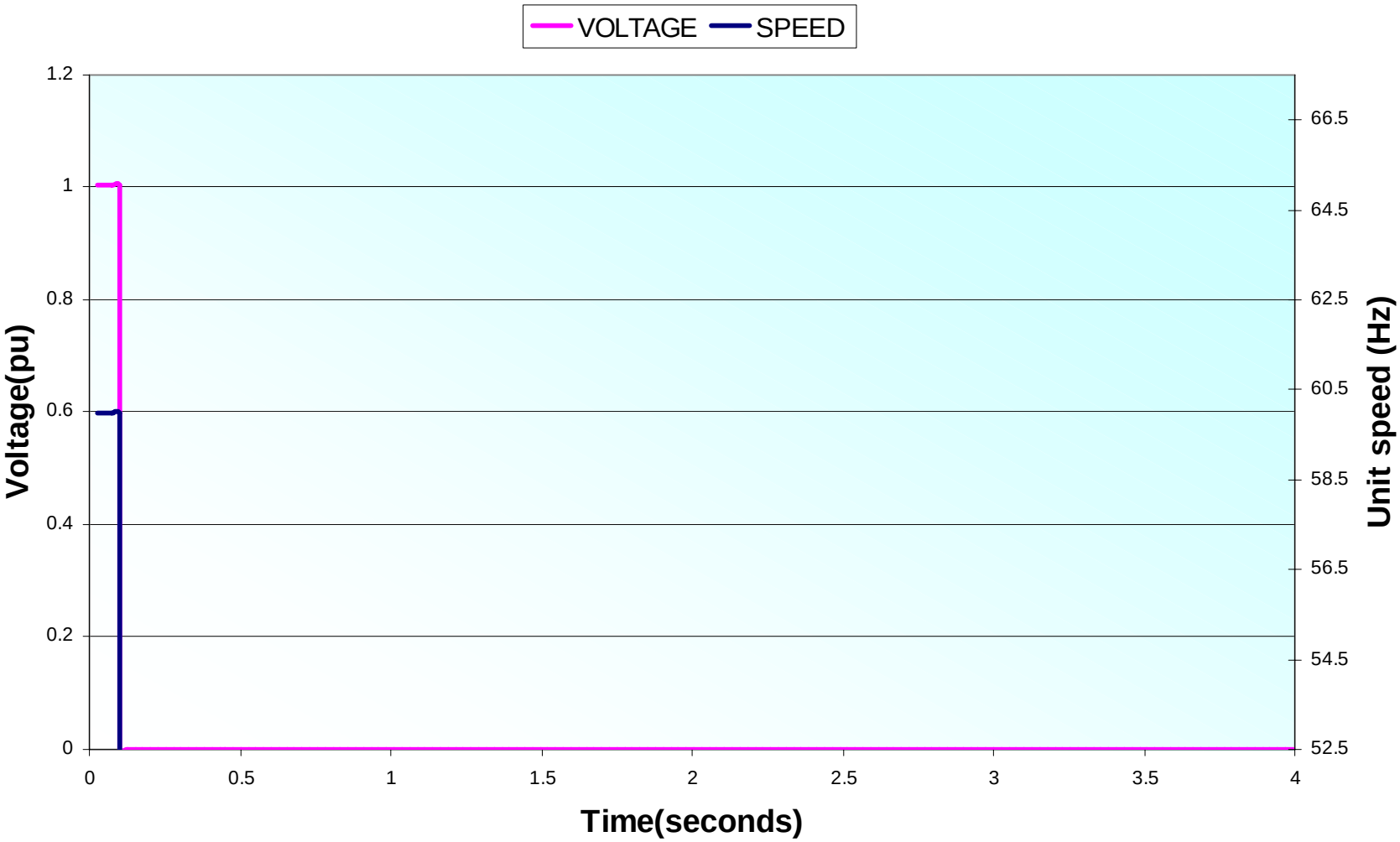


Falta 3ph 350ms

Compensación dinámica 30% P_{eolica}

© ABB - 18 -

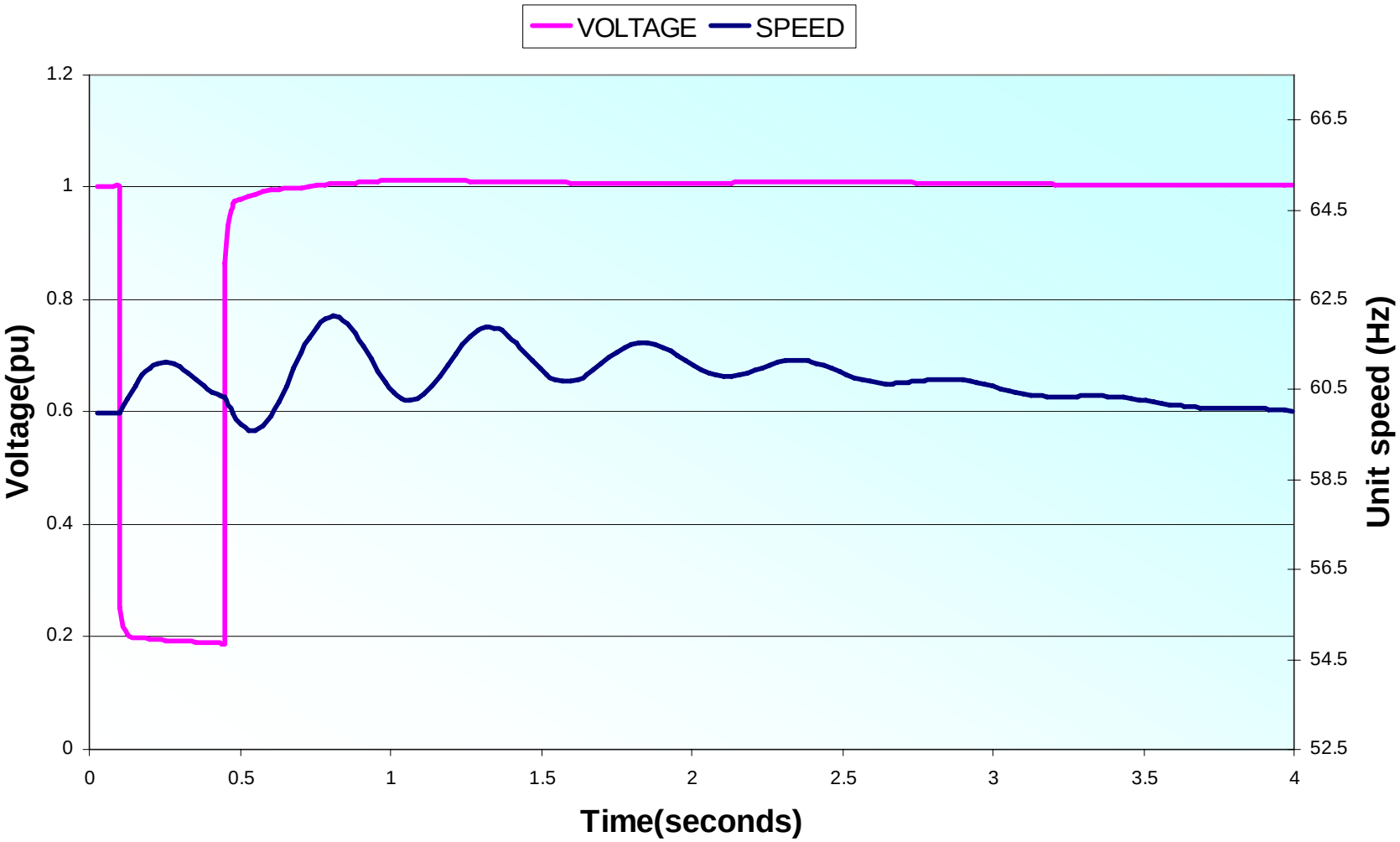
DFIG sin capacidad de soporte de huecos



Falta 3ph 350ms

© ABB

DFIG con capacidad de soporte de huecos



Falta 3ph 350ms

© ABB

Caso de referencia: Gestión de la compensación de reactiva

Necesidades del cliente

- Definir el capital de inversión para PE
- Cumplir con la normativa actual
- Maximizar el retorno de la solución a aplicar

Respuesta de ABB

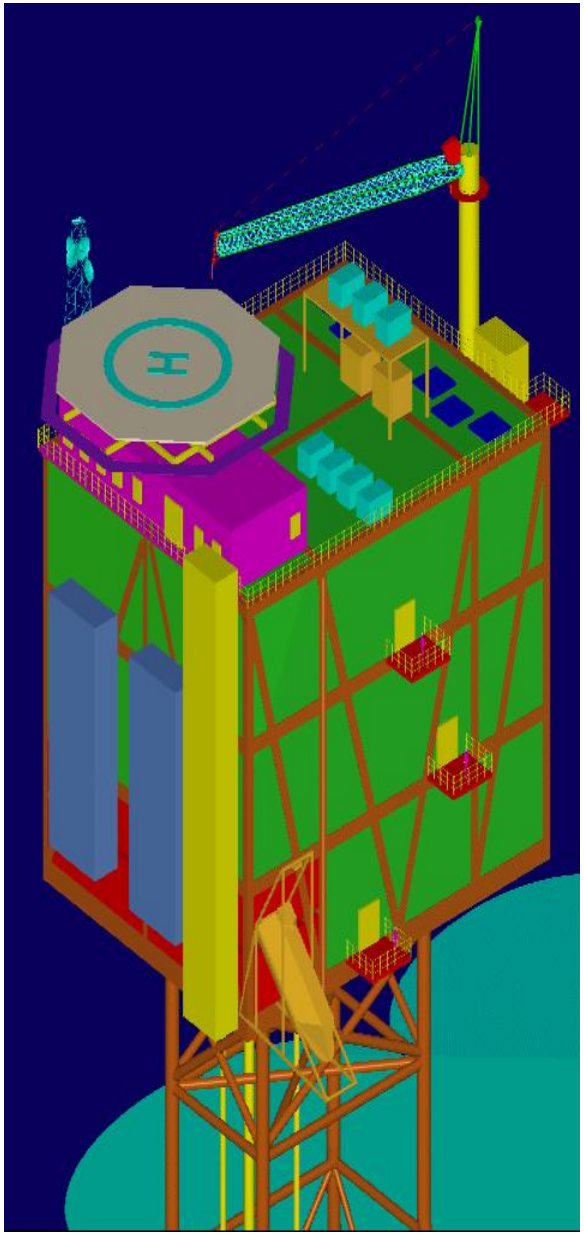
- Definición de la compensación de reactiva. Mejor solución técnico-económica. Opciones:
  1. Compensación a través de la capacidad del aerogenerador (BT)
  2. Compensación a través de un sistema mixto (BC + STATCOM) (MT)
  3. Compensación a través de un SVC/STATCOM (AT)
- Precios presupuestados.

Beneficio del cliente

- Clara y completa imagen de las soluciones de compensación (pros/cons)
- Contacto directo con el proveedor de soluciones

© ABB

Caso de referencia: Definición de sistema conceptual offshore



Necesidades del cliente

- Definición conceptual de sistema de transporte
- Evacuación de generación eólica Offshore
- Cumplir con normativas de diferentes países

Respuesta de ABB

- Análisis normativas de los distintos TSO's para determinación de características de respuesta básicas
- Diseño conceptual del sistema de transporte para evacuación eólica
- Desarrollo del sistema en base a nuevas aplicaciones / soluciones

Beneficio del cliente

- Viabilidad de una infraestructura offshore para gran cantidad de evacuación eólica
- Sistema completo adaptado a nuevos requerimientos de interconexión

© ABB

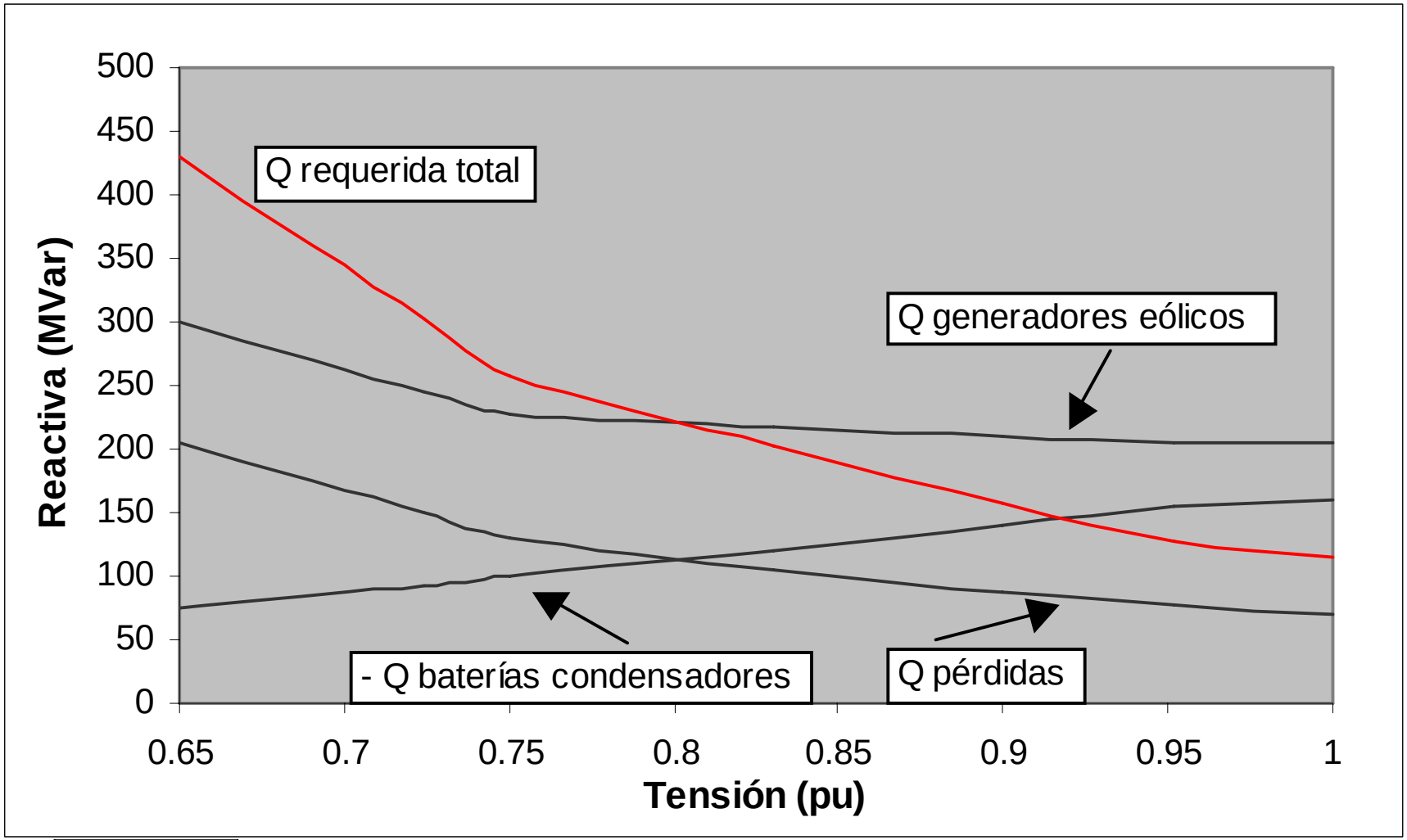
CONCLUSIONES

- Los principales condicionantes a tener en cuenta desde el punto de vista del sistema para la conexión de generación eólica:
  - Diseño apropiado de los controles y protecciones del generador eólico para minimizar la posibilidad de disparos intempestivos y así minimizar el potencial disparo en cascada de generación
  - Niveles y tipos apropiados de compensación que permitan asegurar la operación estable de los parques eólicos ante perturbaciones y ante posibles condiciones de operación del sistema más débiles tras una contingencia
- Estos condicionantes pueden ser perfectamente solventados si son adecuadamente estudiados durante la fase de planificación de un parque eólico, en colaboración con el fabricante y el operador del sistema, o propietario de la red de transporte.

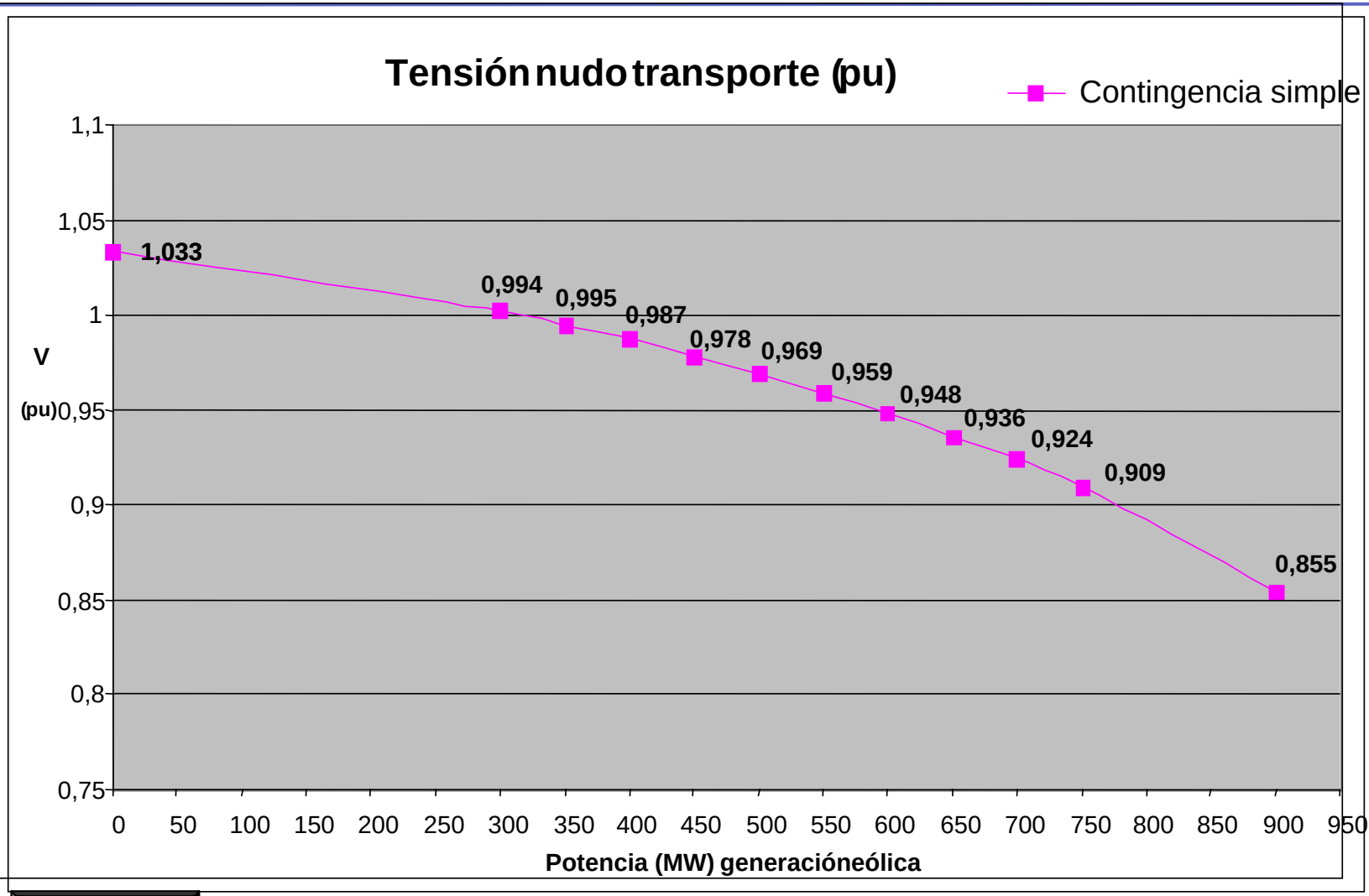
© ABB

ABB

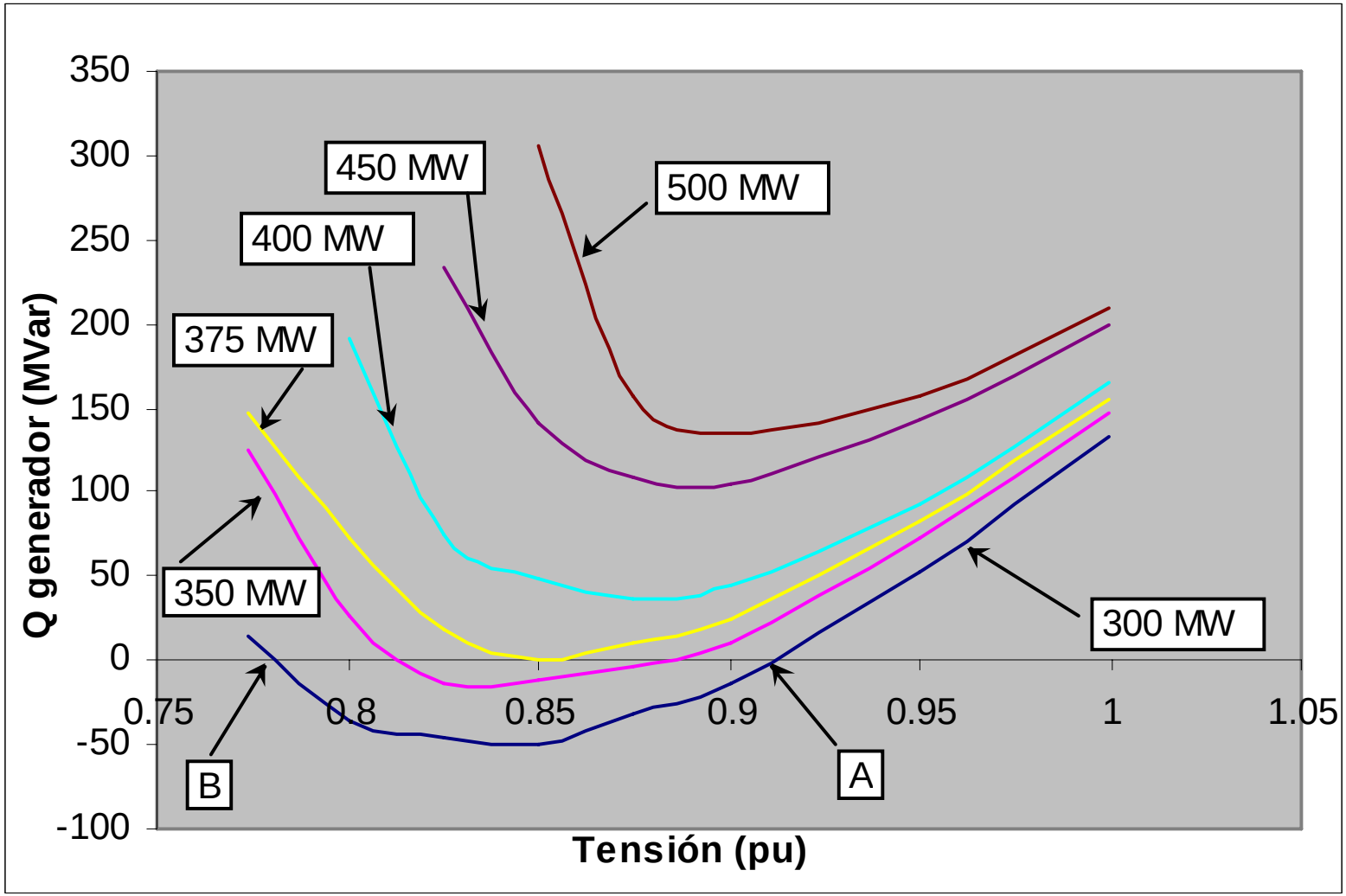
Brain Power.™


500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Reactiva (MVar)
Q requerida total
Q generadores eólicos
- Q baterías condensadores
Q pérdidas
0.65
0.7
0.75
0.8
0.85
0.9
0.95
1
Tensión (pu)

Back


Tensión nudo transporte (pu)
Contingencia simple
V (pu)
1,1
1,05
1
0,95
0,9
0,85
0,8
0,75
1,033
0,994
0,995
0,987
0,978
0,969
0,959
0,948
0,936
0,924
0,909
0,855
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
Potencia (MW) generacióneólica

Back


350
300
250
200
150
100
50
0
-50
-100
0.75
0.8
0.85
0.9
0.95
1
1.05
Q generador (MVar)
Tensión (pu)
450 MW
500 MW
400 MW
375 MW
350 MW
300 MW
B
A

Back