



25, 26 y 27 de mayo

Generación de Energía Eléctrica a Partir de Fuentes de Energía Renovable y sus Aplicaciones en Sistemas Aislados

Dr. Roberto Morales Caporal

**División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Apizaco
Apizaco, Tlax. México**

CUDI 2011
Reunión de Primavera
Manzanillo, Colima



Índice

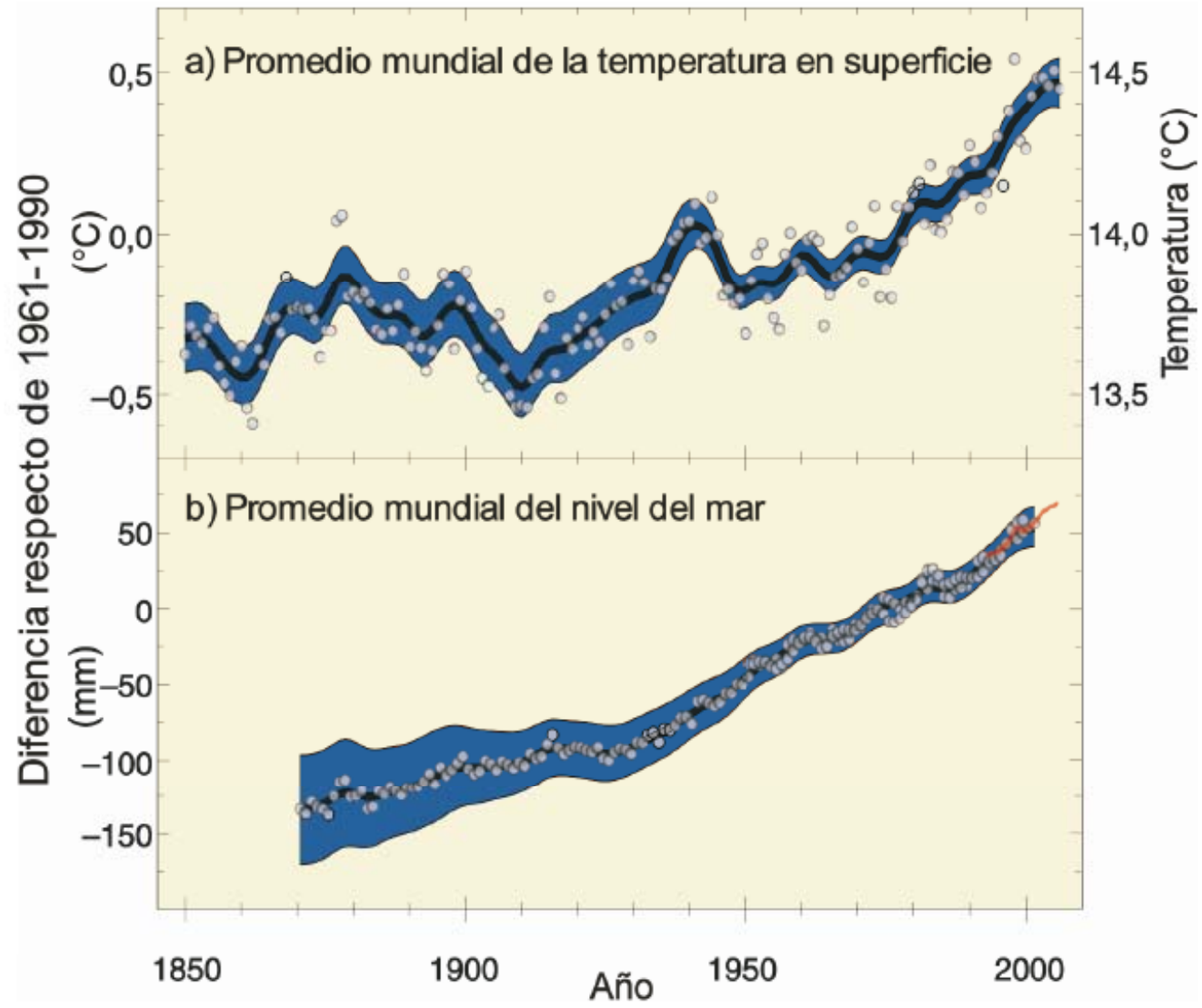
25, 26 y 27 de mayo

- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



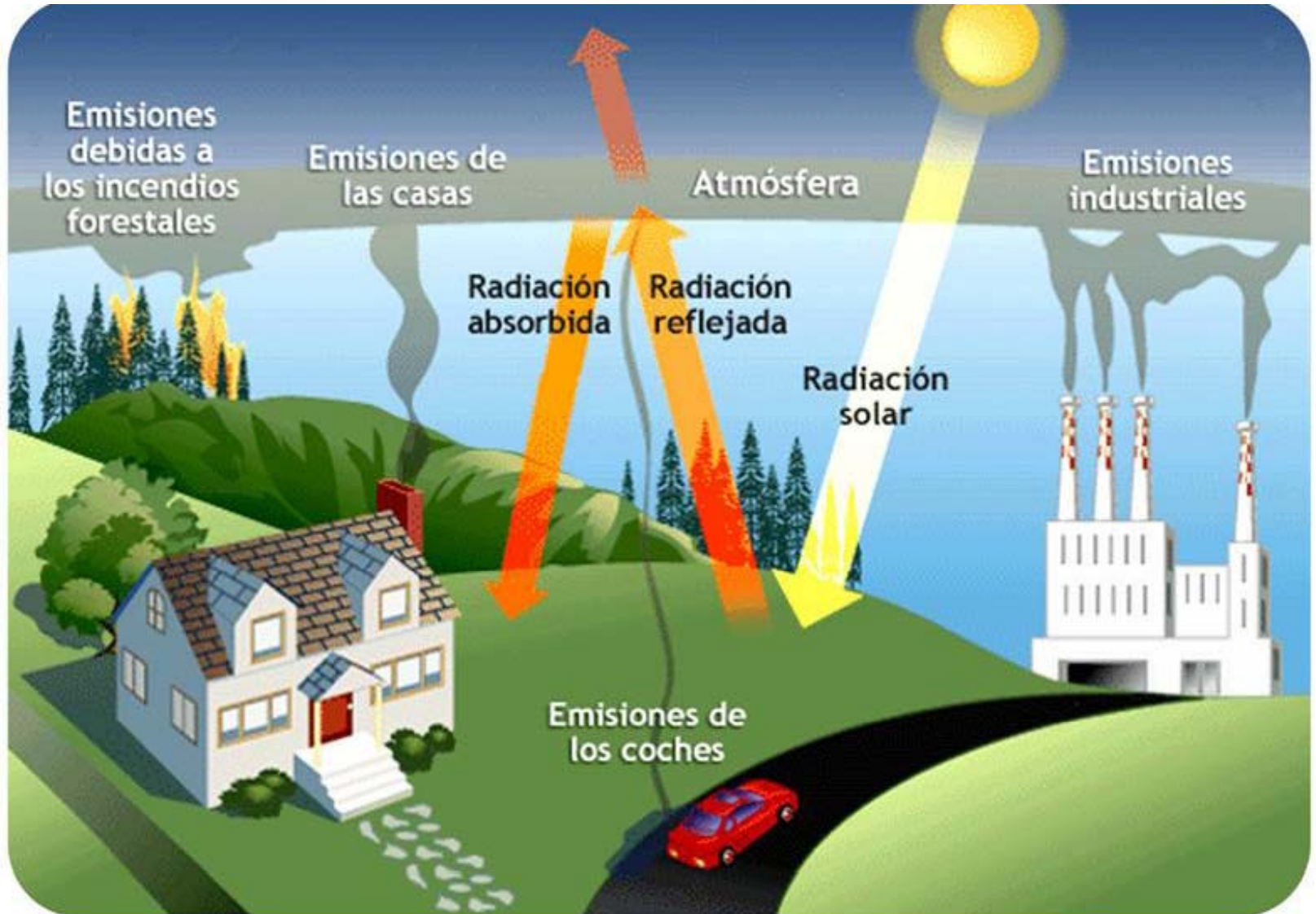
Calentamiento Global

25, 26 y 27 de mayo



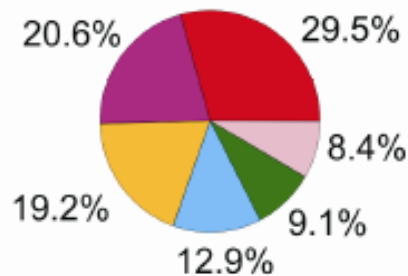
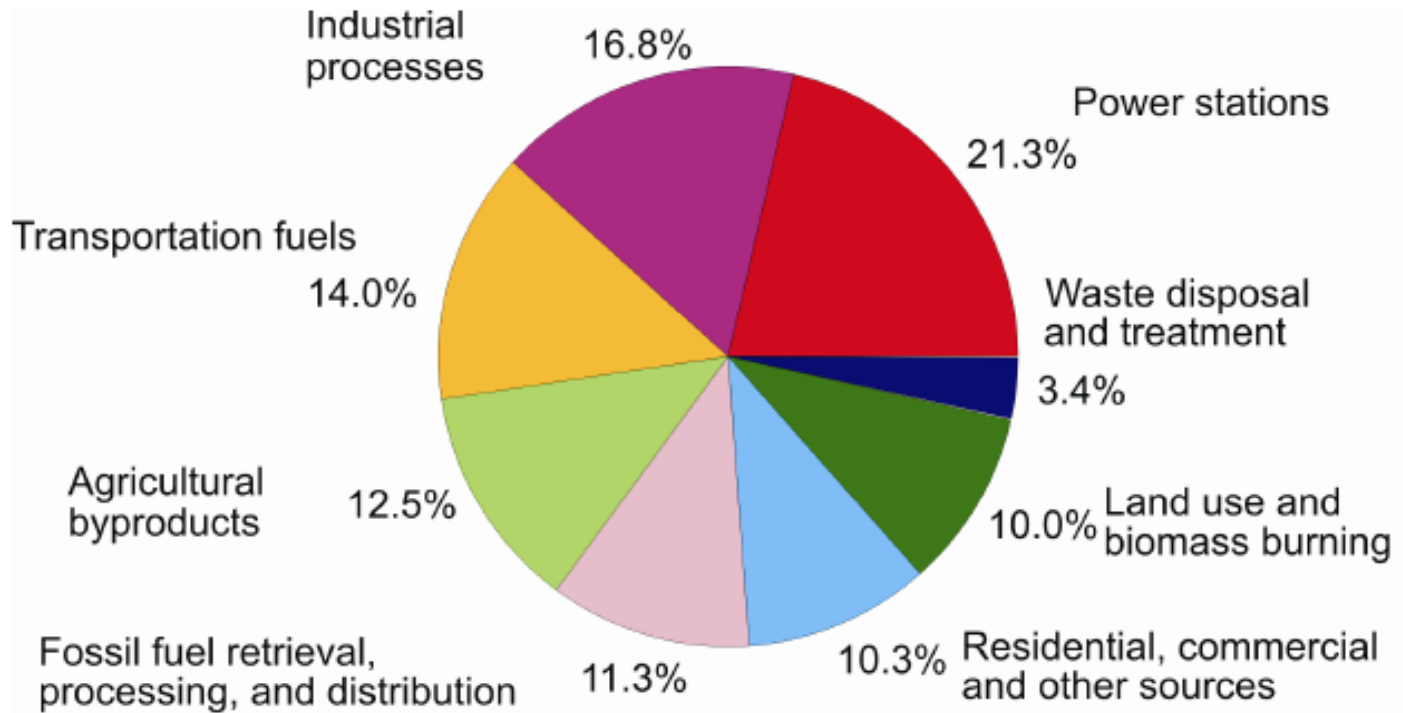
Efecto Invernadero

25, 26 y 27 de mayo

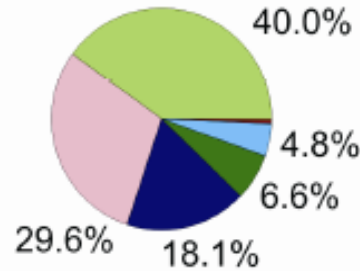


Efecto Invernadero (Fuentes de Emisiones)

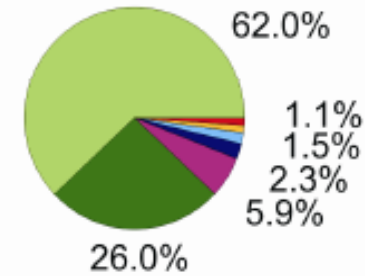
25, 26 y 27 de mayo



Carbon Dioxide
(72% of total)



Methane
(18% of total)



Nitrous Oxide
(9% of total)



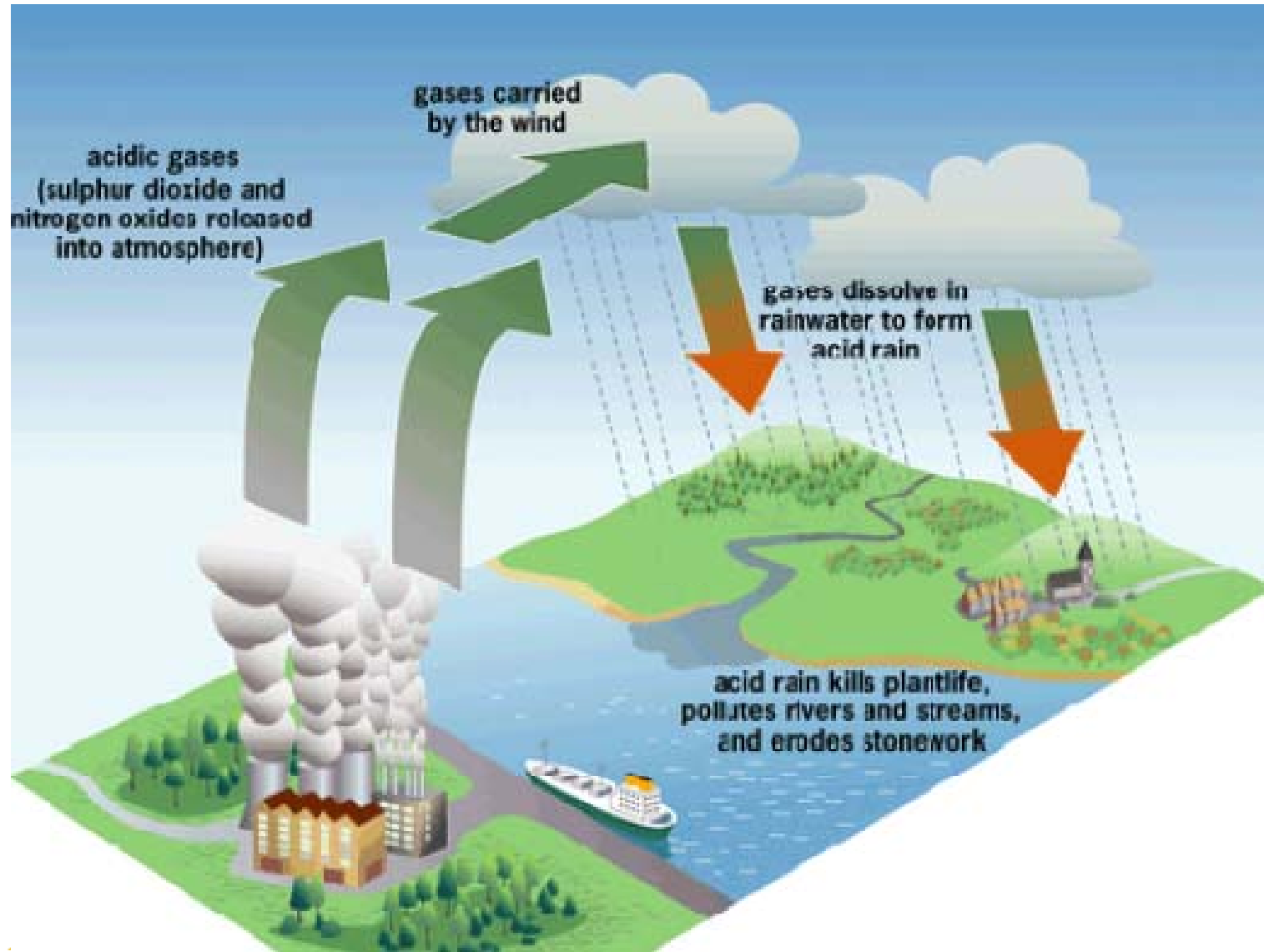
Contaminación

25, 26 y 27 de mayo



Lluvia Ácida

25, 26 y 27 de mayo



Catástrofes (Derrames Petroleros)

25, 26 y 27 de mayo



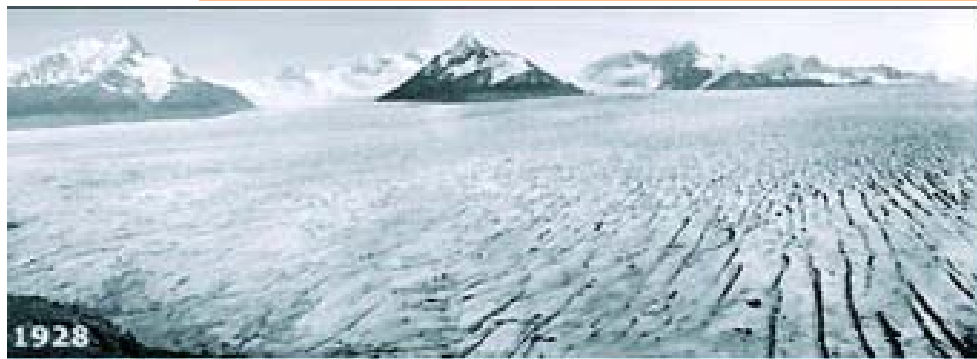
Catástrofes (Contaminación Radioactiva)

25, 26 y 27 de mayo











Efectos y Consecuencias

25, 26 y 27 de mayo



Retos Tecnológicos del País

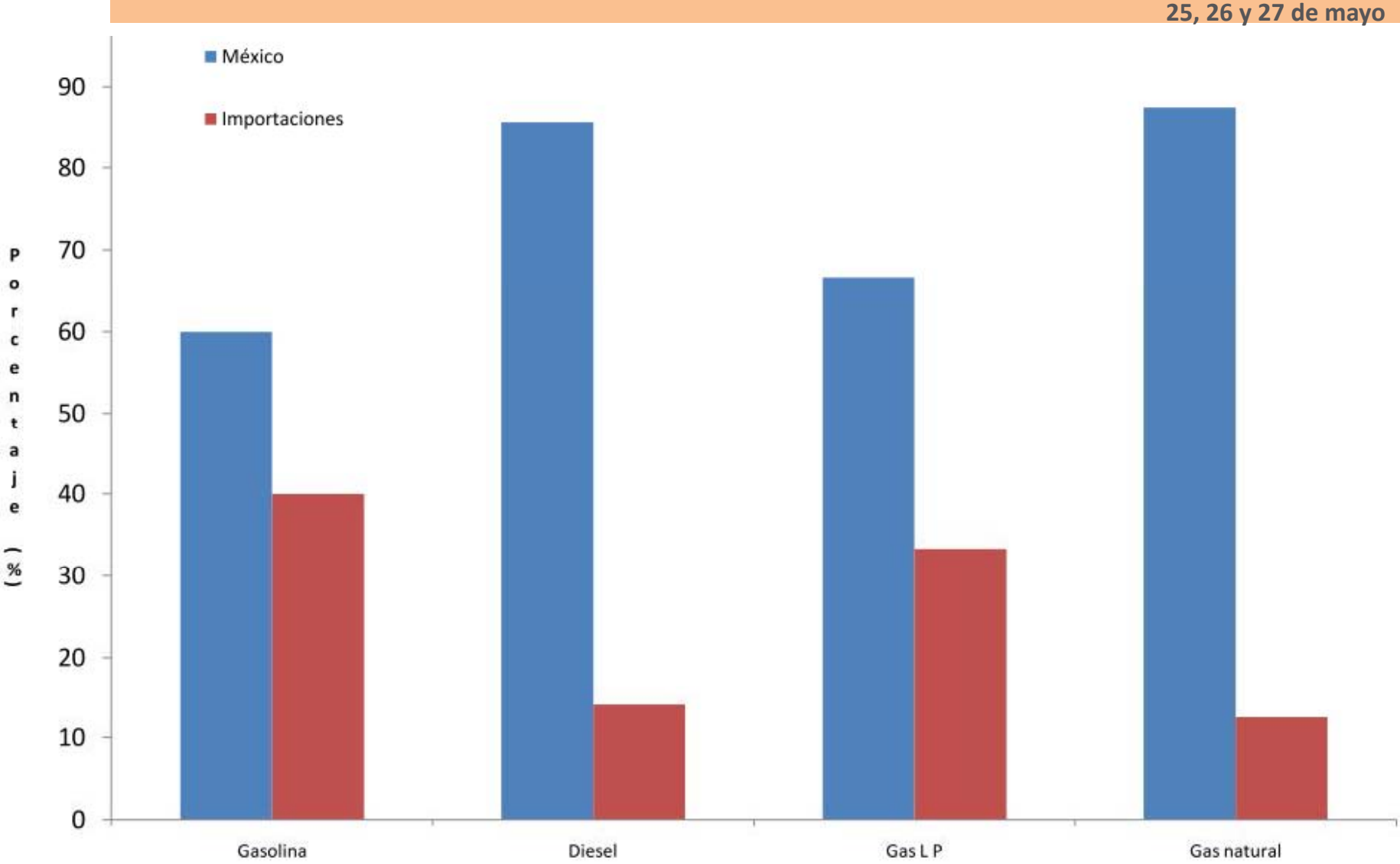
25, 26 y 27 de mayo

-  **Abastecimiento de energía**
-  **Solución al problema de deshechos sólidos**
-  **Abastecimiento con agua potable**
-  **Residuos líquidos**
-  **Contaminación ambiental**
-  **Emisión de CO2**
-  **....**
-  **Acceso a energía eléctrica barata y “limpia”**



Desabasto Energético

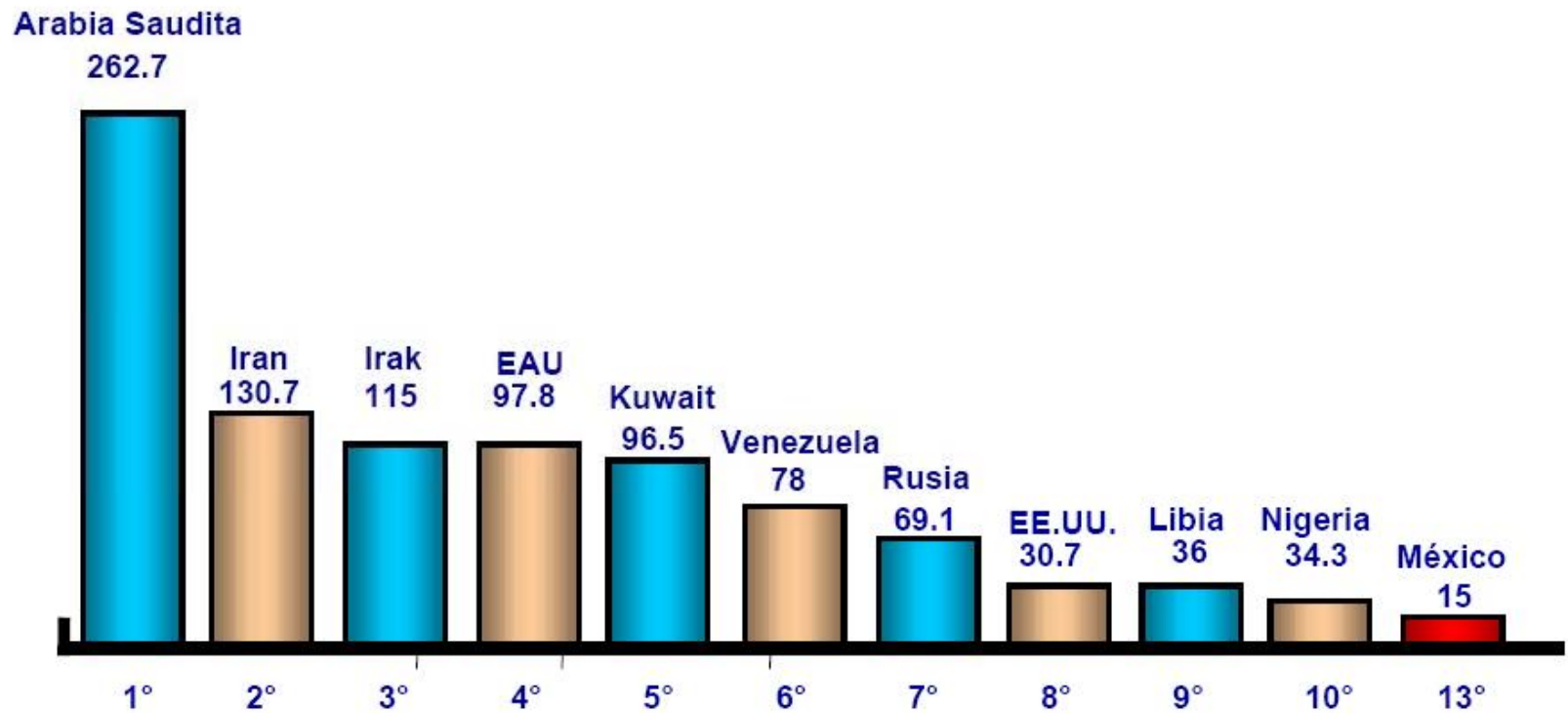
25, 26 y 27 de mayo



Petróleo

25, 26 y 27 de mayo

Reservas mundiales probadas de petróleo 1,147 Gigabpc (al término de 2003)



Fuente: Bp Statistical Review of World Energy, Junio 2004. México, Pemex, cifras a enero de 2005

Criterio: Securities and Exchange Commission



Gas Natural

25, 26 y 27 de mayo

Reservas mundiales de gas natural 6,204 billones de pies cúbicos



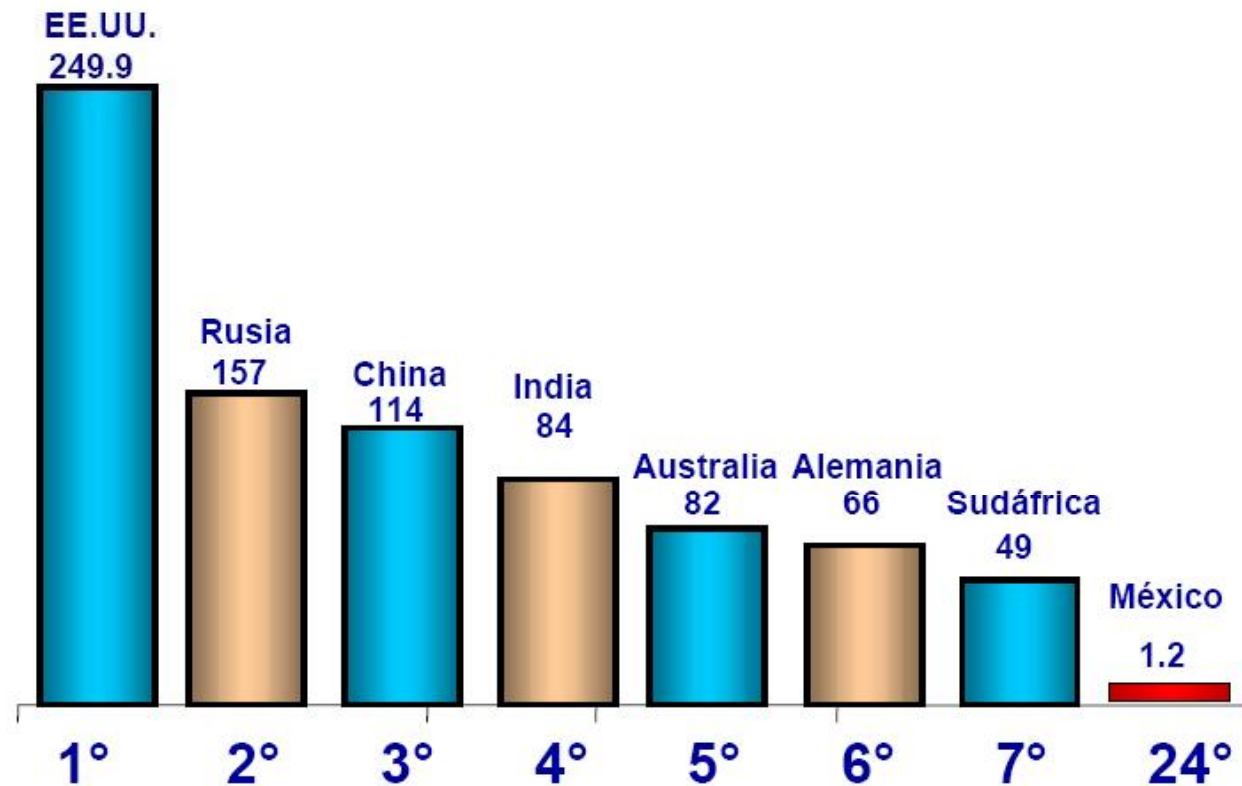
Fuente: Bp Statistical Review of World Energy, Junio 2004. México, Pemex, cifras a enero de 2005



Carbón

25, 26 y 27 de mayo

Reservas mundiales recuperables de carbón 984 Gigatoneladas



Fuente: Bp Statistical Review of World Energy, Junio 2004

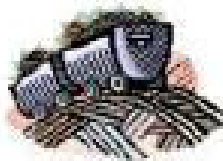


Máximas Reservas de Fuentes No-renovables

25, 26 y 27 de mayo

Reservas

Carbón

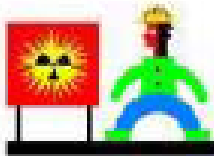


200-250 años



EE.UU, Rusia,
China

Uranio

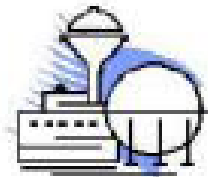


70-90 años



Canadá, EE.UU,
Kazakhstan

Gas natural



60-80 años



Rusia, Irán, Qatar

Petroleo



40-50 años



Arabia Saudí, Irak, Kuwait

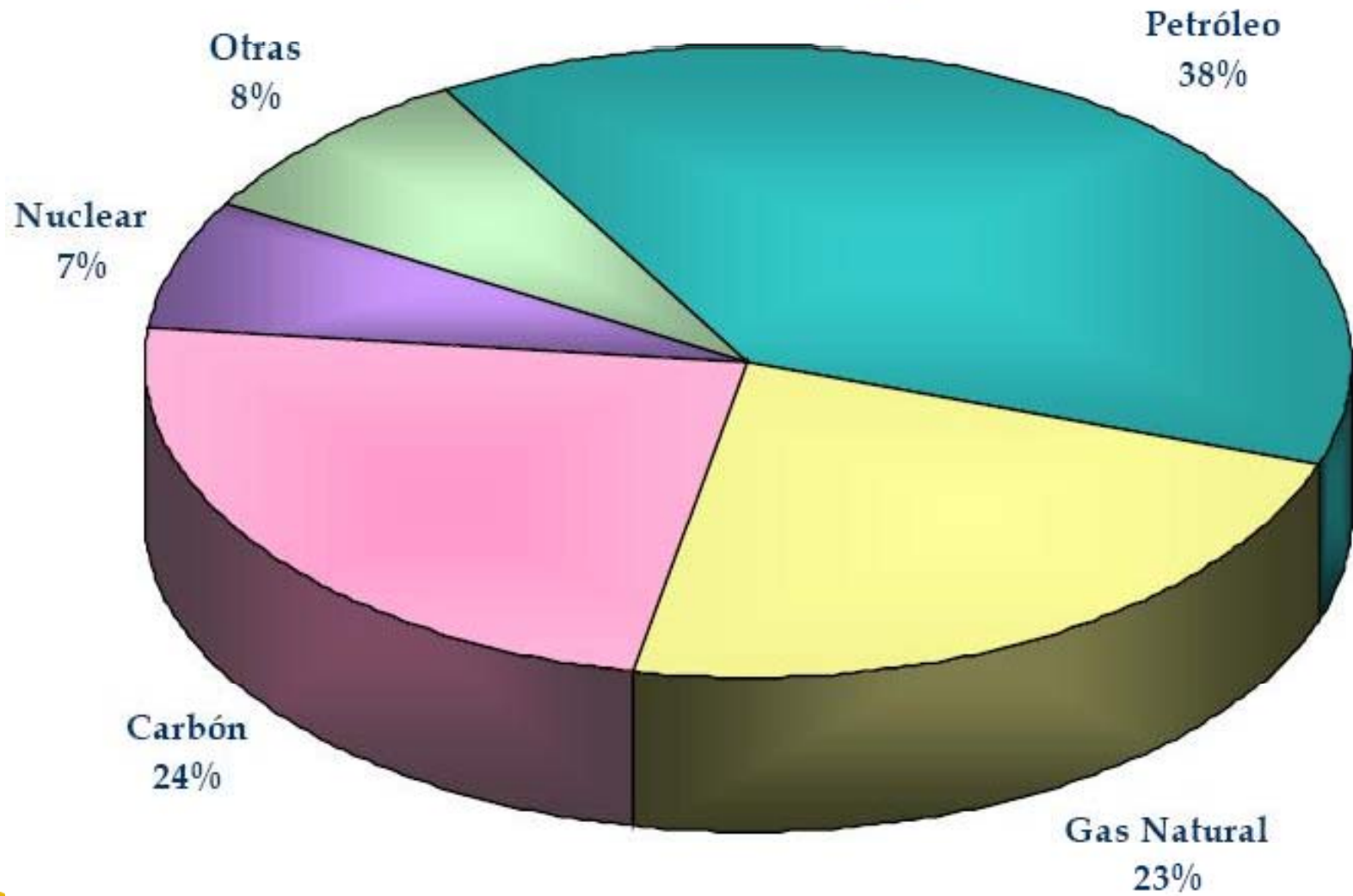
3



Participación energética Mundial

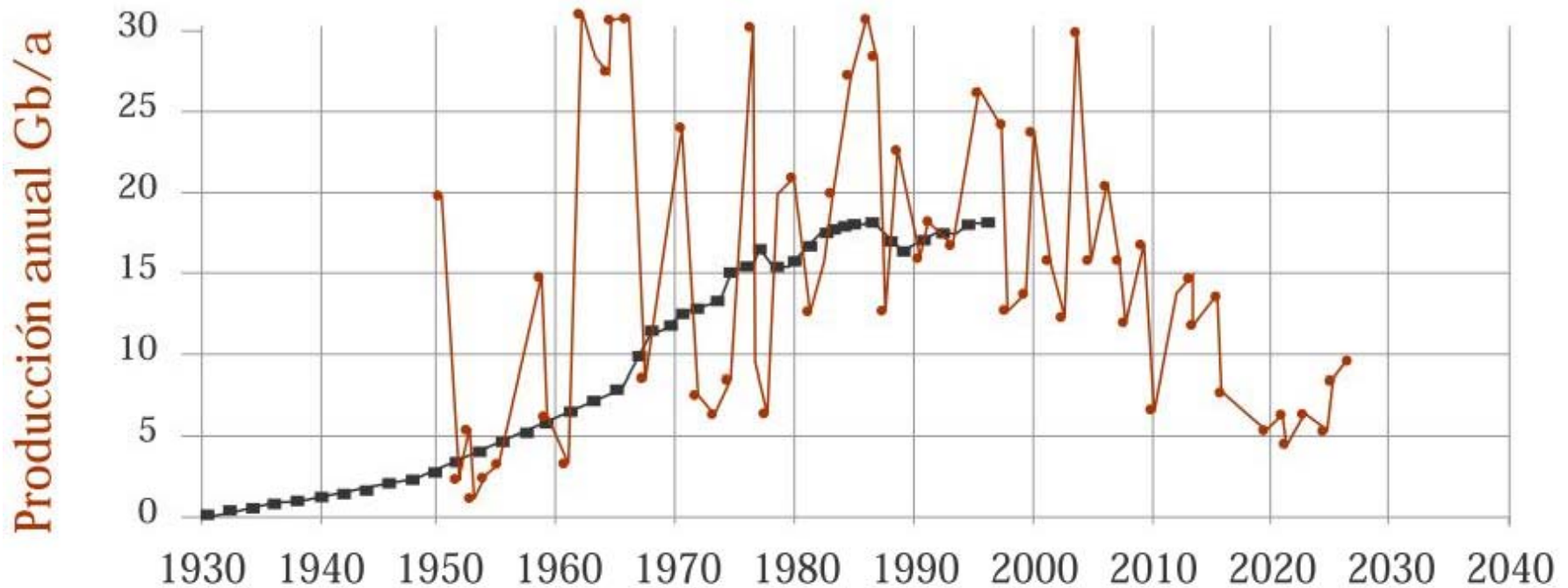
25, 26 y 27 de mayo

Demanda mundial de energía



Proyección de la Producción de Petróleo a Escala Mundial

25, 26 y 27 de mayo

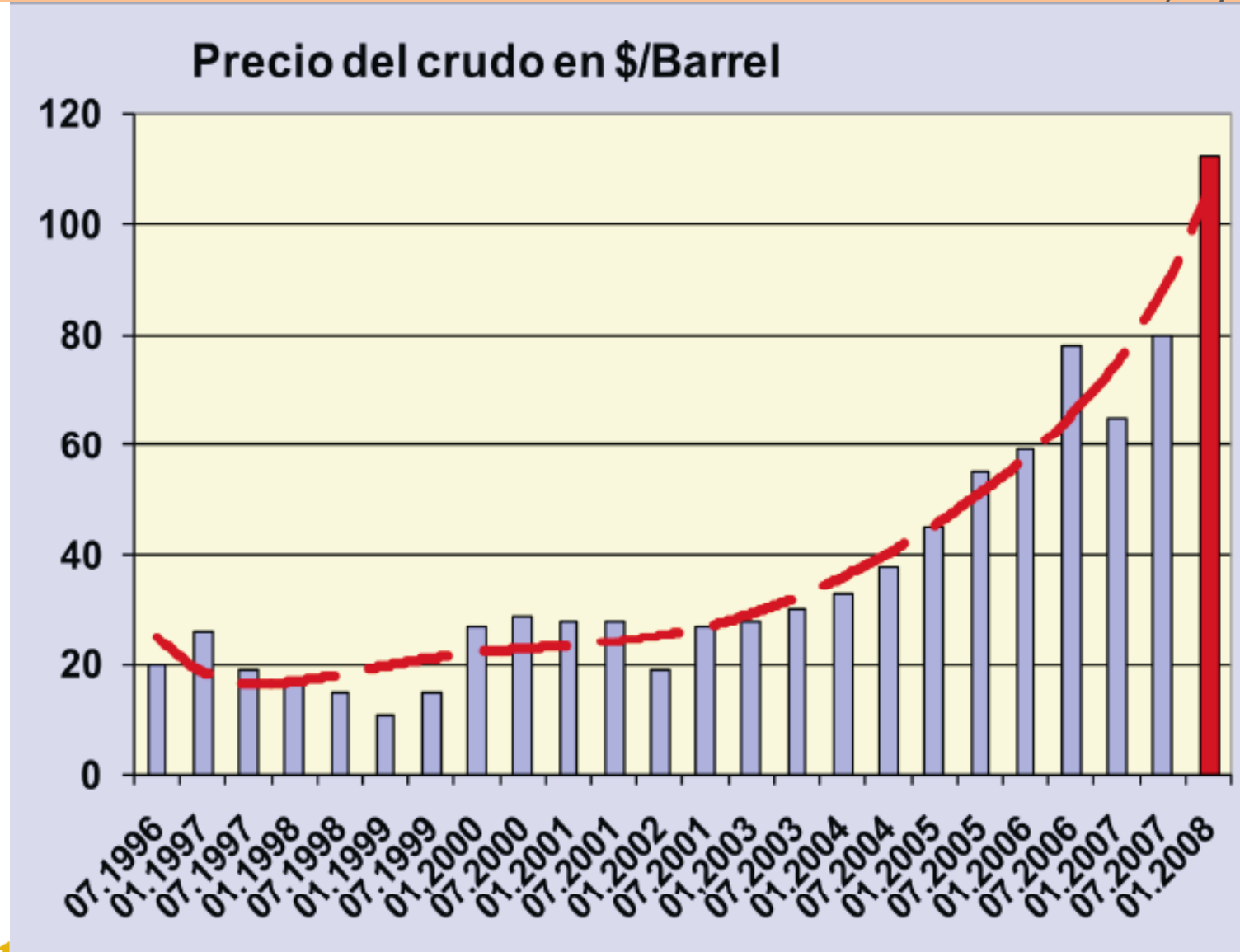


- Descubrimientos recorridos en 35 años
- La producción anual CP= 155 Gb.



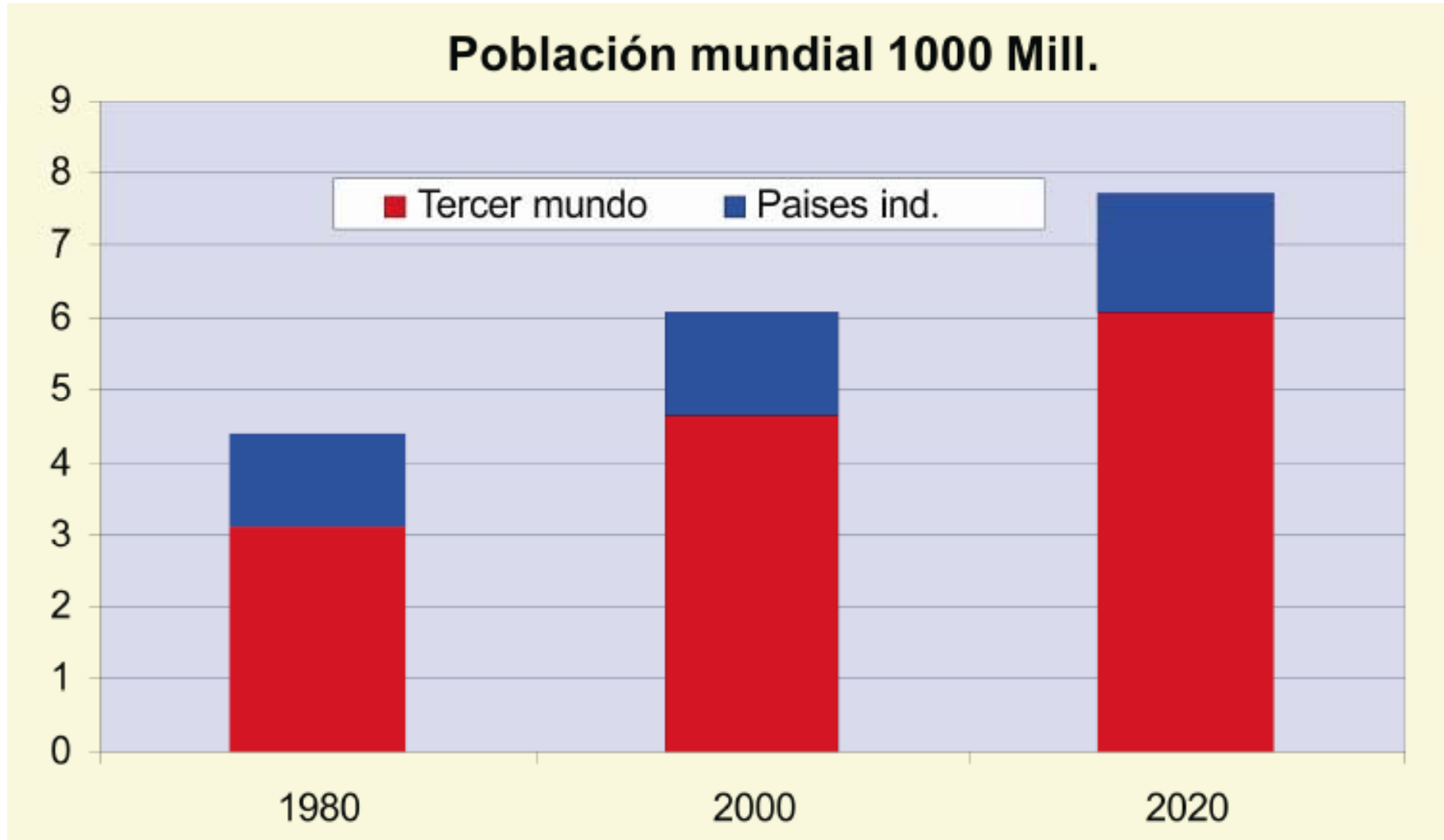
Evolución del Precio del Crudo

25, 26 y 27 de mayo



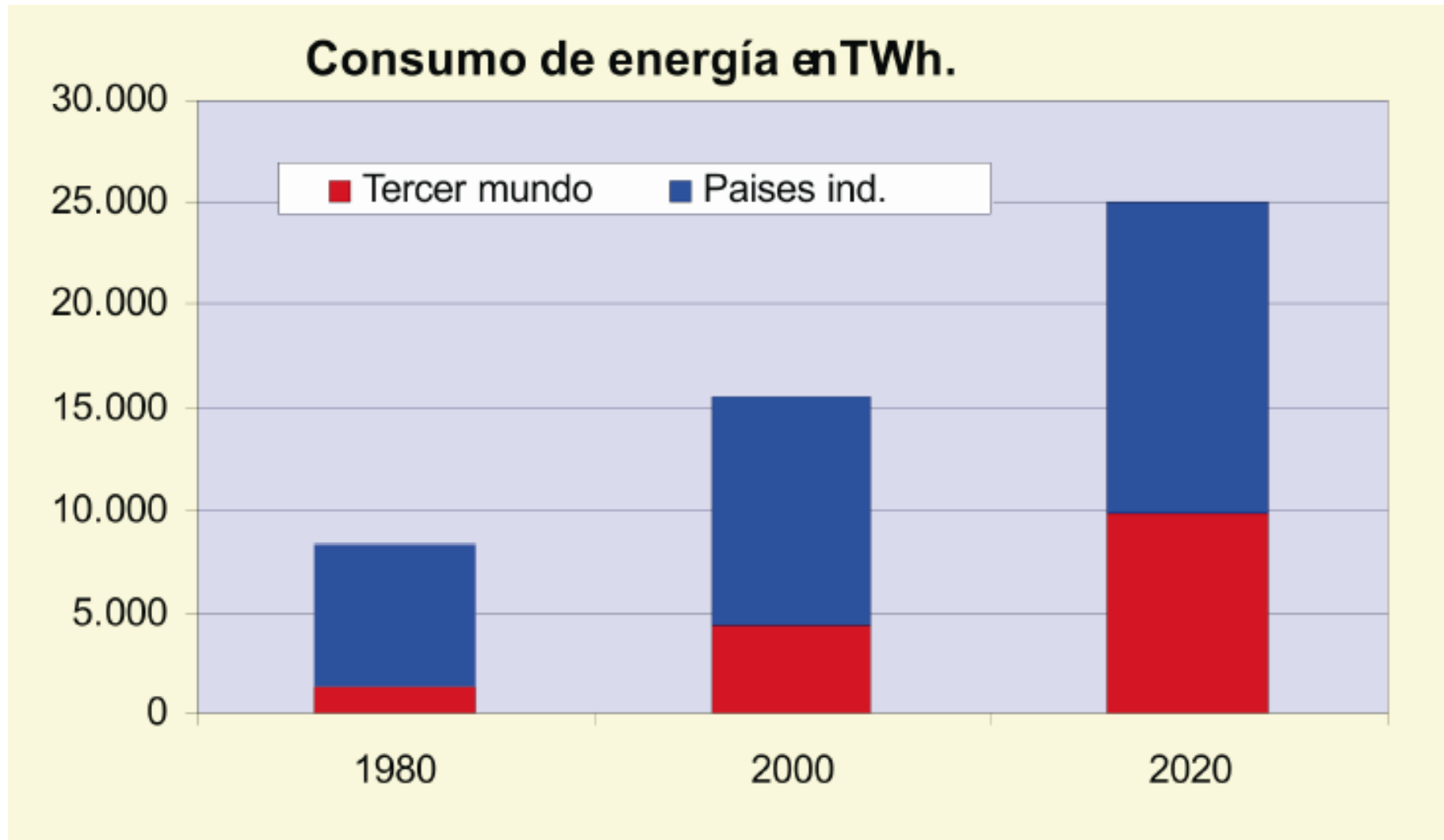
Pronostico de Población Mundial 1980-2020

25, 26 y 27 de mayo



Pronostico de Consumo de Energía a Nivel Mundial

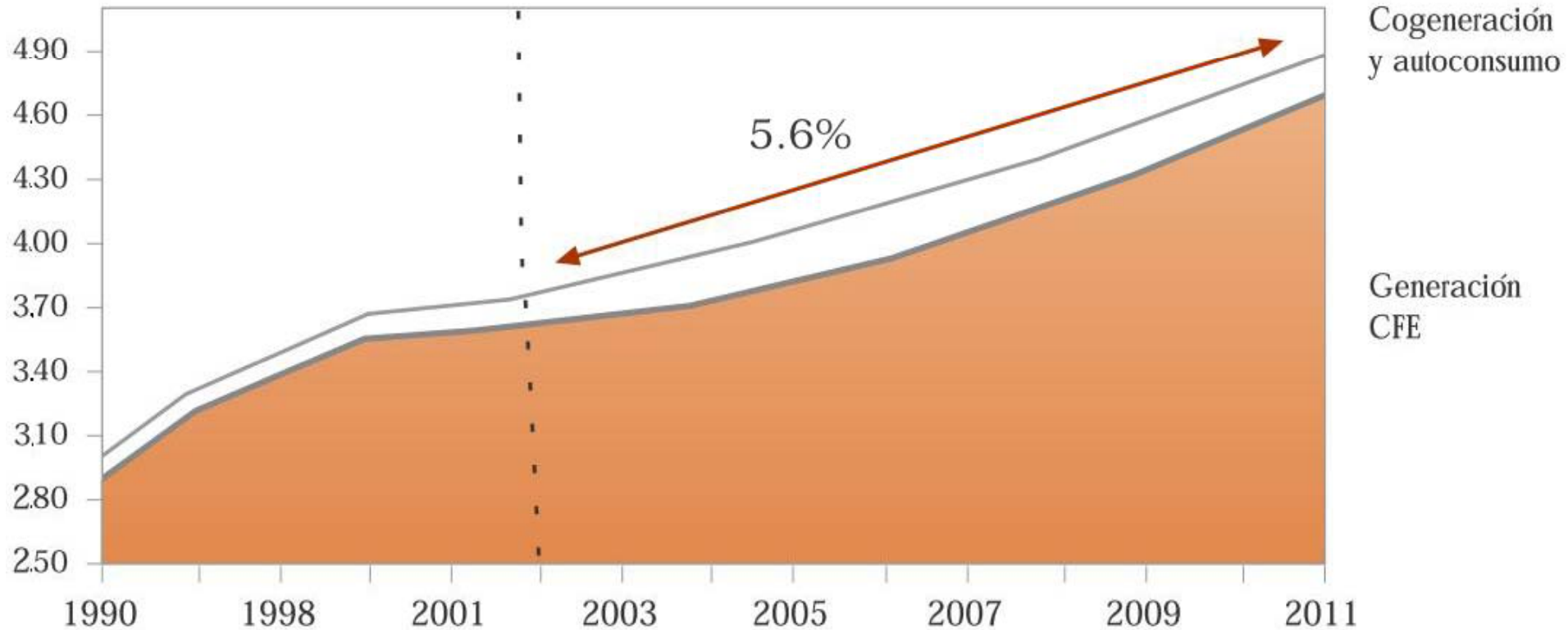
25, 26 y 27 de mayo



Consumo Nacional de Energía Eléctrica Actual

25, 26 y 27 de mayo

Consumo Nacional de Energía Eléctrica
(Esecenario de Planeación)



Índice

25, 26 y 27 de mayo

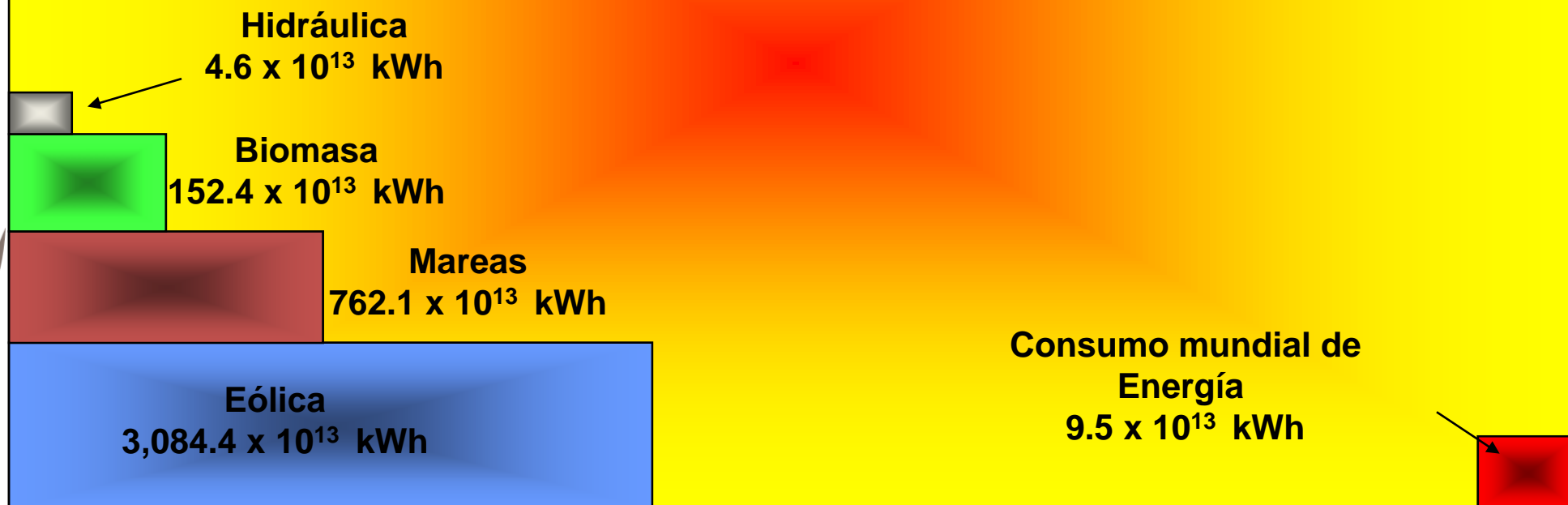
- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



Consumo Mundial y Potencial de Energía

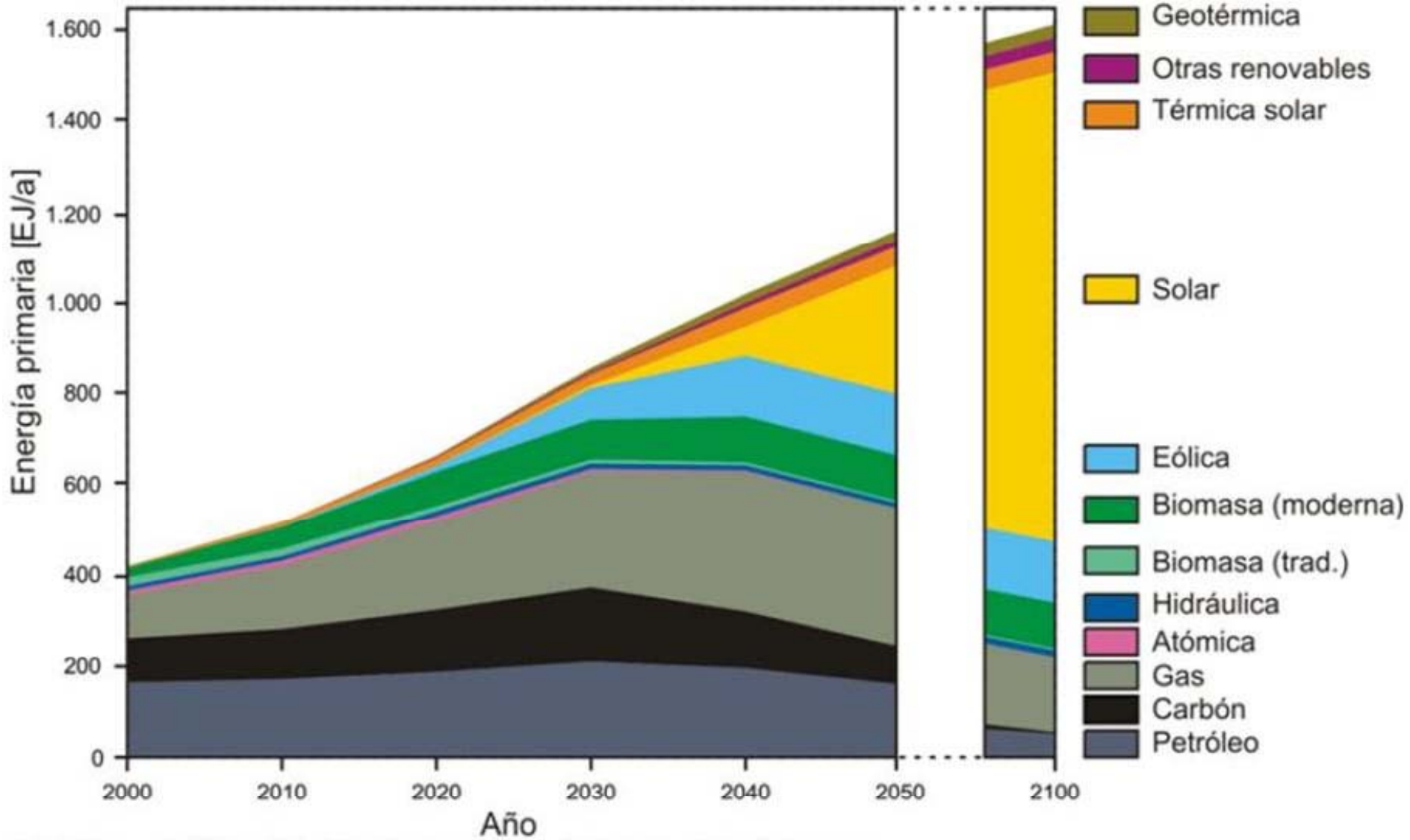
25, 26 y 27 de mayo

Radiación Solar en la Superficie de la Tierra/año $152,424 \times 10^{13}$ kWh



Tendencias Globales de Abastecimiento de Energía

25, 26 y 27 de mayo



Energía Solar

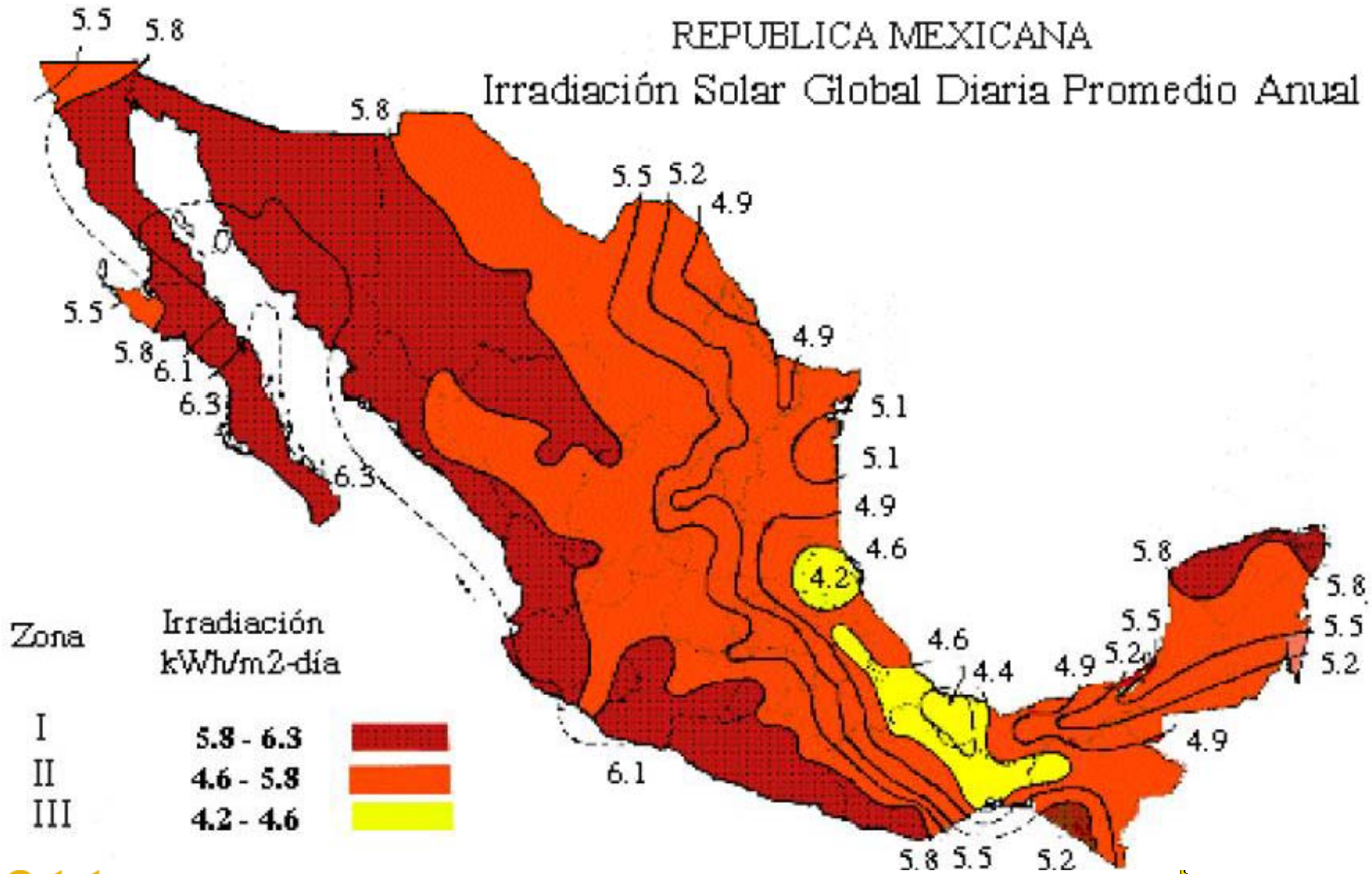
25, 26 y 27 de mayo

- **La energía solar es infinita**
- **Energía limpia**
- **Aplicaciones rurales y residenciales**
- **Potencial de mercado**
- **Oportunidades de desarrollo**
- **Actualmente, Su aprovechamiento es aún costoso en comparación de las energías fósiles**



Potencial de Energía Solar en México

25, 26 y 27 de mayo



Energía Eólica

25, 26 y 27 de mayo

- La energía eólica es infinita
- Energía limpia
- Aplicaciones rurales y residenciales
- Potencial de mercado
- Oportunidades de desarrollo
- Actualmente (05), Su aprovechamiento es más económico en comparación de las energías fósiles



Potencial Eólico en México

25, 26 y 27 de mayo



Energía Mareomotriz u Ola-motriz

25, 26 y 27 de mayo

- Es la energía obtenida del movimiento de las mareas y las olas del mar
- El Movimiento de mareas es generado por la interacción gravitatoria entre la Tierra y la Luna
- Oportunidades de desarrollo
- Actualmente, Su aprovechamiento es aún costoso en comparación de las energías fósiles



México Project Will Sell Electricity

25, 26 y 27 de mayo



Biomasa

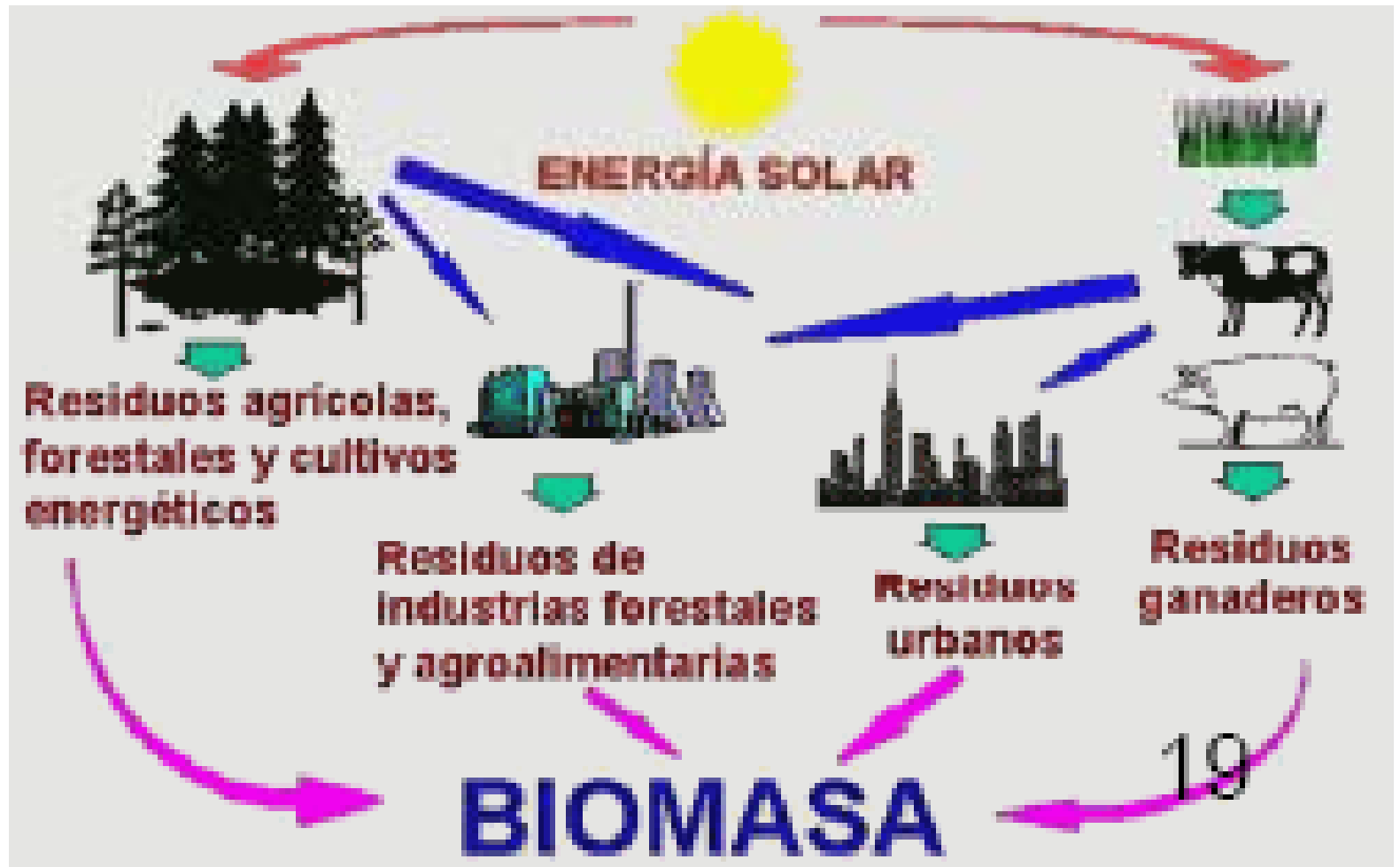
25, 26 y 27 de mayo

- Es la materia orgánica obtenida de las plantas y los animales
- La biomasa contiene energía almacenada a partir del sol
- Aplicaciones rurales
- Oportunidades de desarrollo
- Actualmente (05), su aprovechamiento es más económico en comparación de las energías fósiles



Principales Fuentes de Biomasa

25, 26 y 27 de mayo



Índice

25, 26 y 27 de mayo

- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs para Aplicaciones de Baja Tensión
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



Energía Solar

25, 26 y 27 de mayo



CUDI 2011
Reunión de Primavera
Manzanillo, Colima



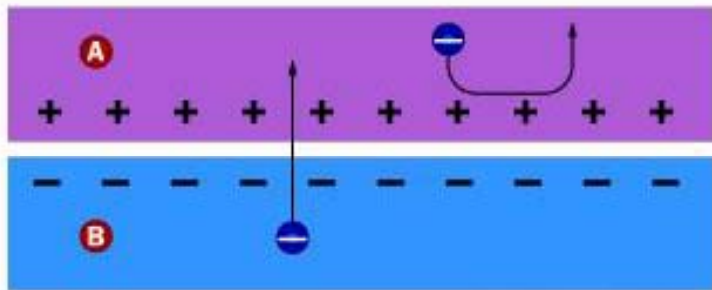
Foto celda

25, 26 y 27 de mayo

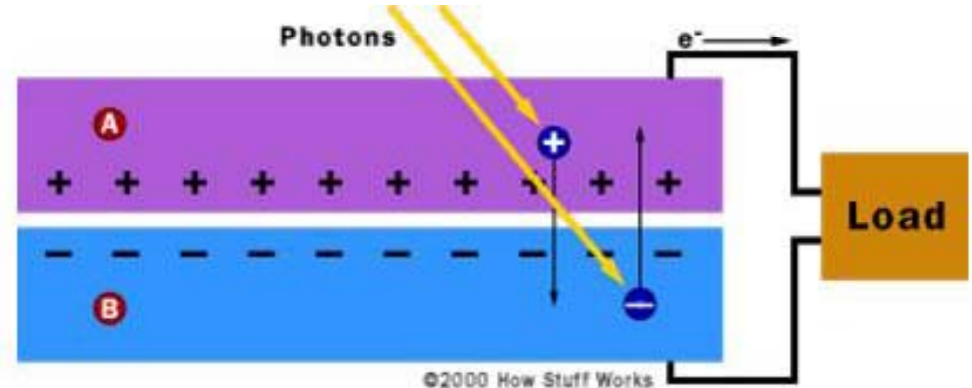


¿Cómo Funciona una Celda Solar?

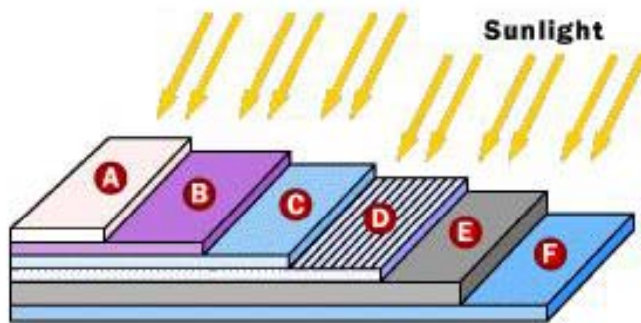
25, 26 y 27 de mayo



©2000 How Stuff Works



©2000 How Stuff Works



©2000 How Stuff Works



Energía Termo-Solar

25, 26 y 27 de mayo



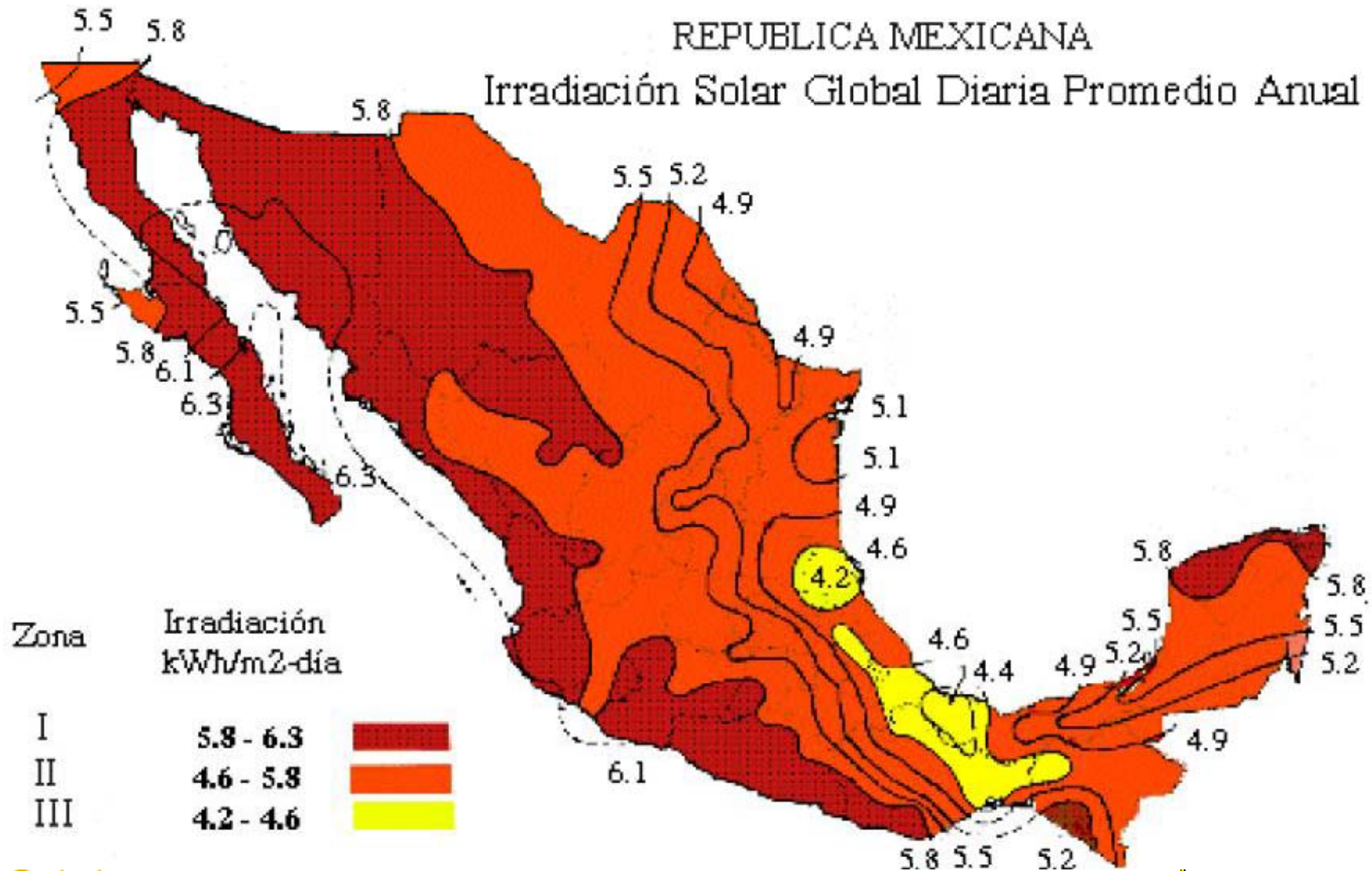
Energía Termo-Solar

25, 26 y 27 de mayo



Potencial de Energía Solar en México

25, 26 y 27 de mayo



Energía Eólica

25, 26 y 27 de mayo

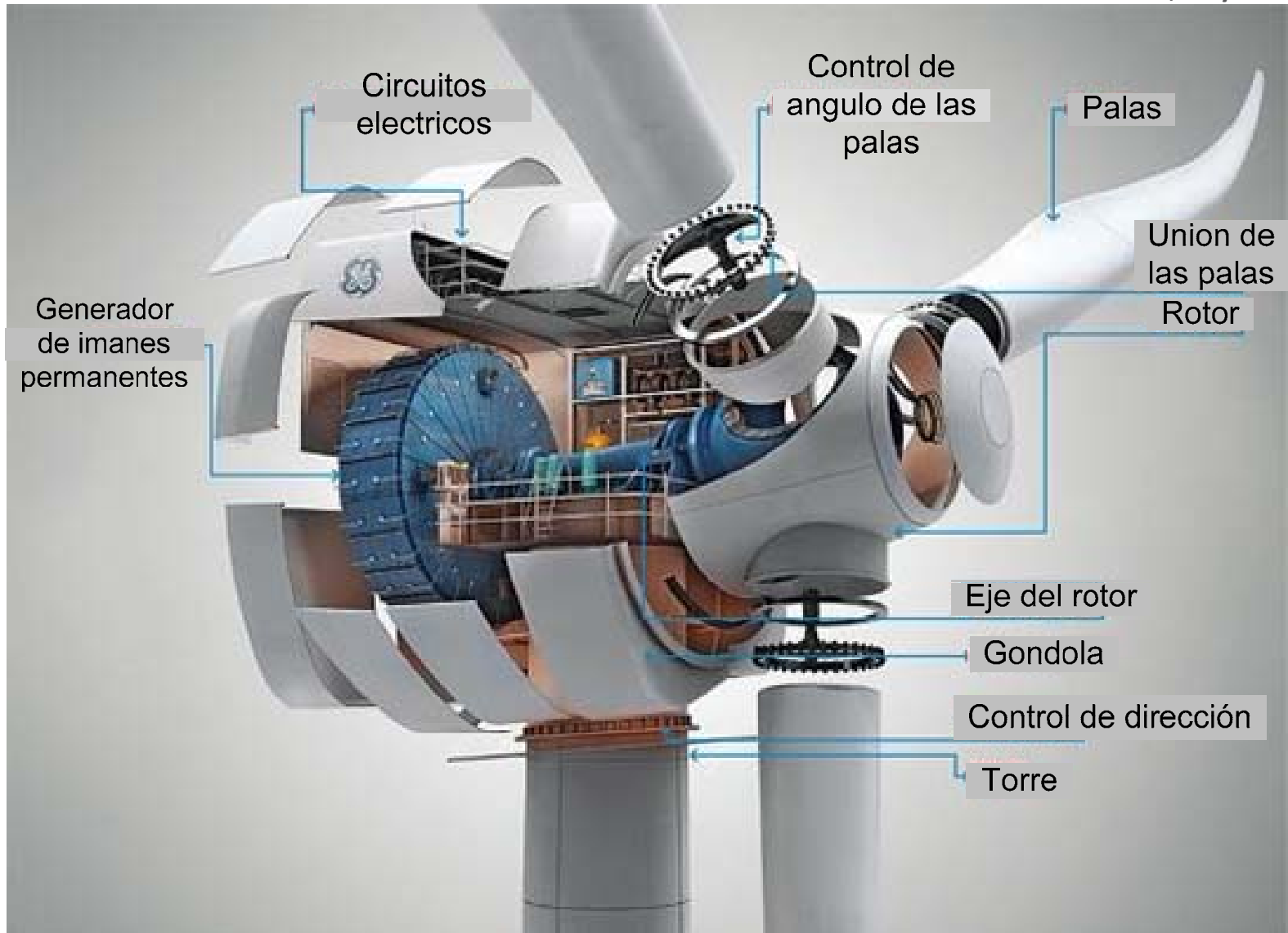


CUDI 2011
Reunión de Primavera
Manzanillo, Colima



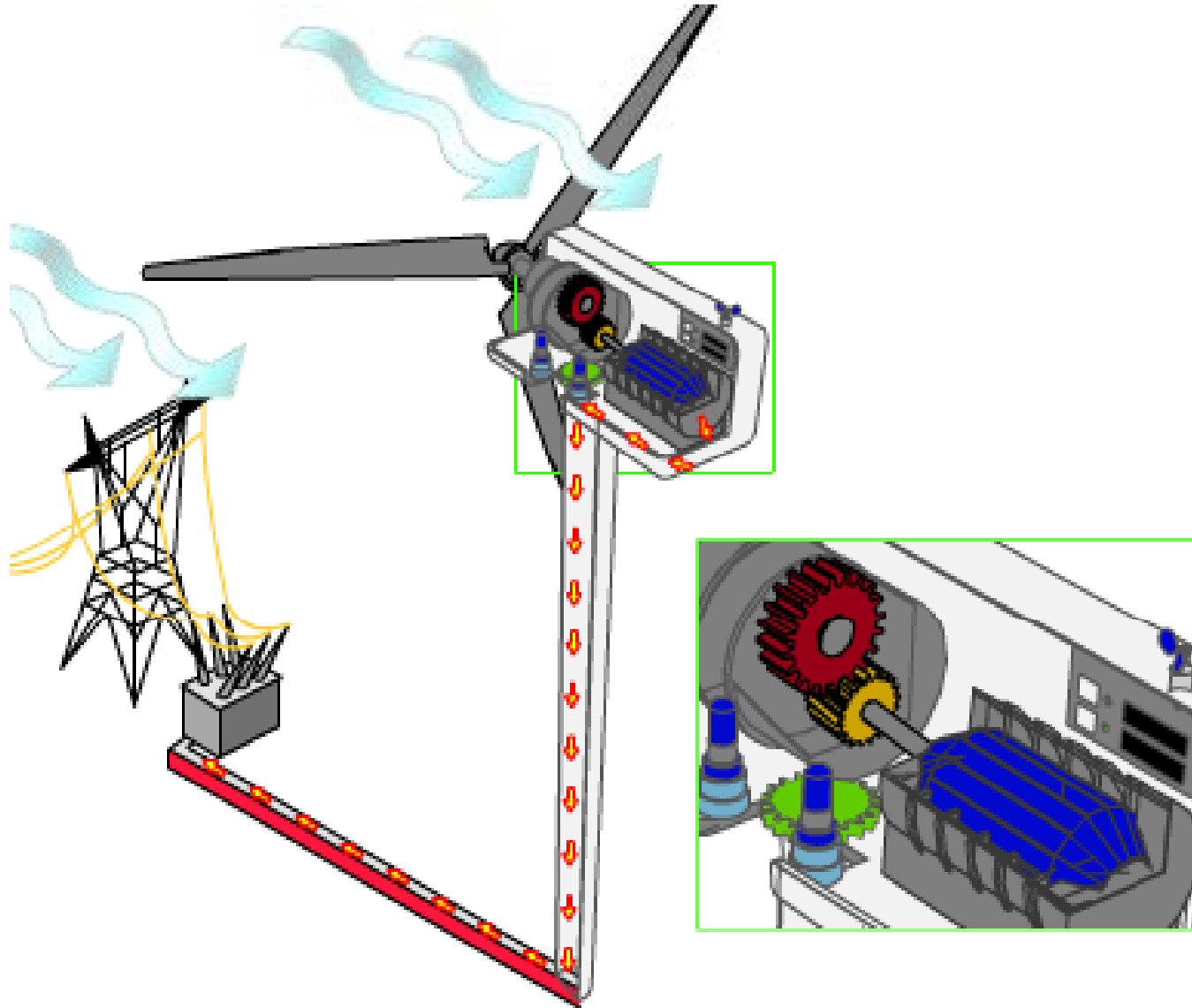
Principales componentes de un generador eólico

25, 26 y 27 de mayo



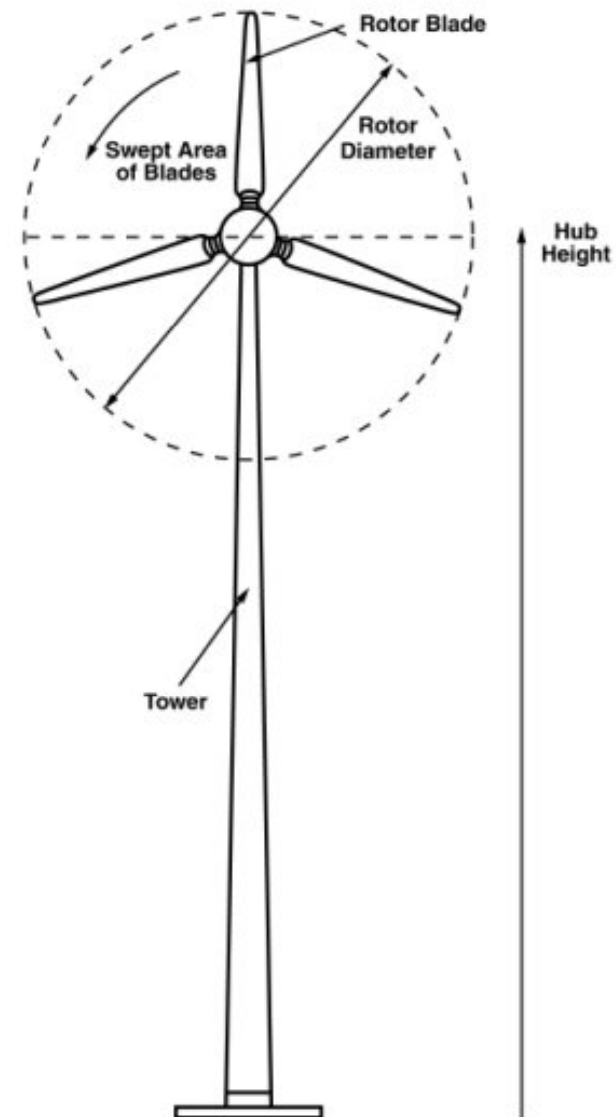
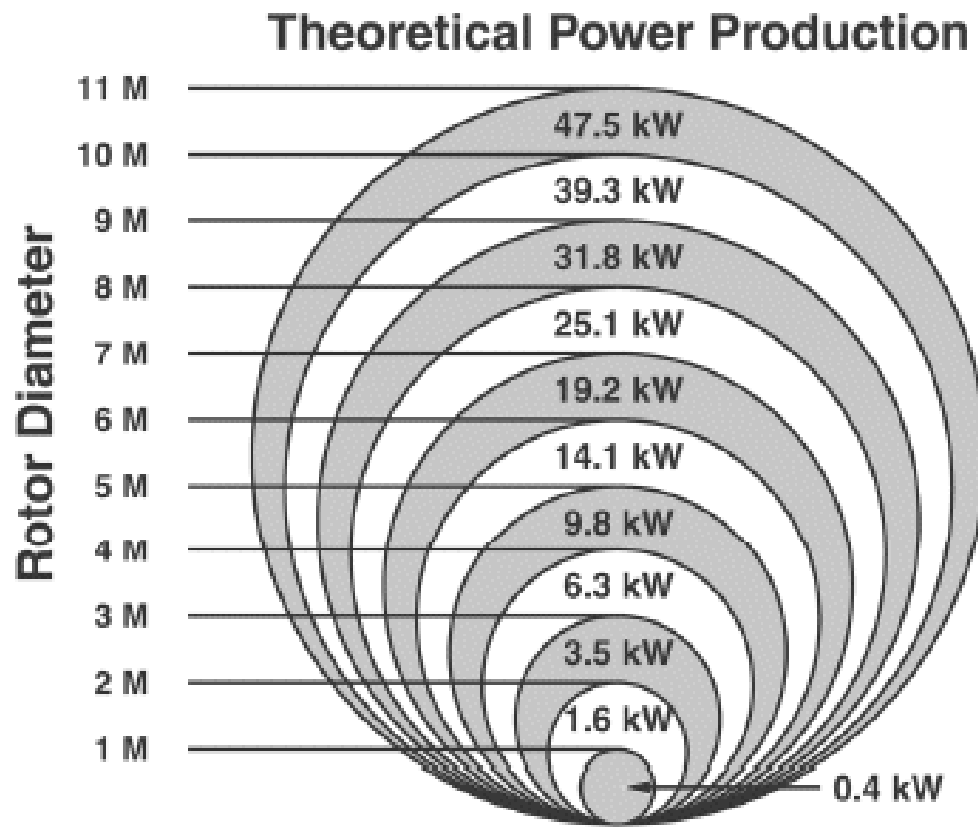
¿Cómo Funciona un Generador Eólico ?

25, 26 y 27 de mayo



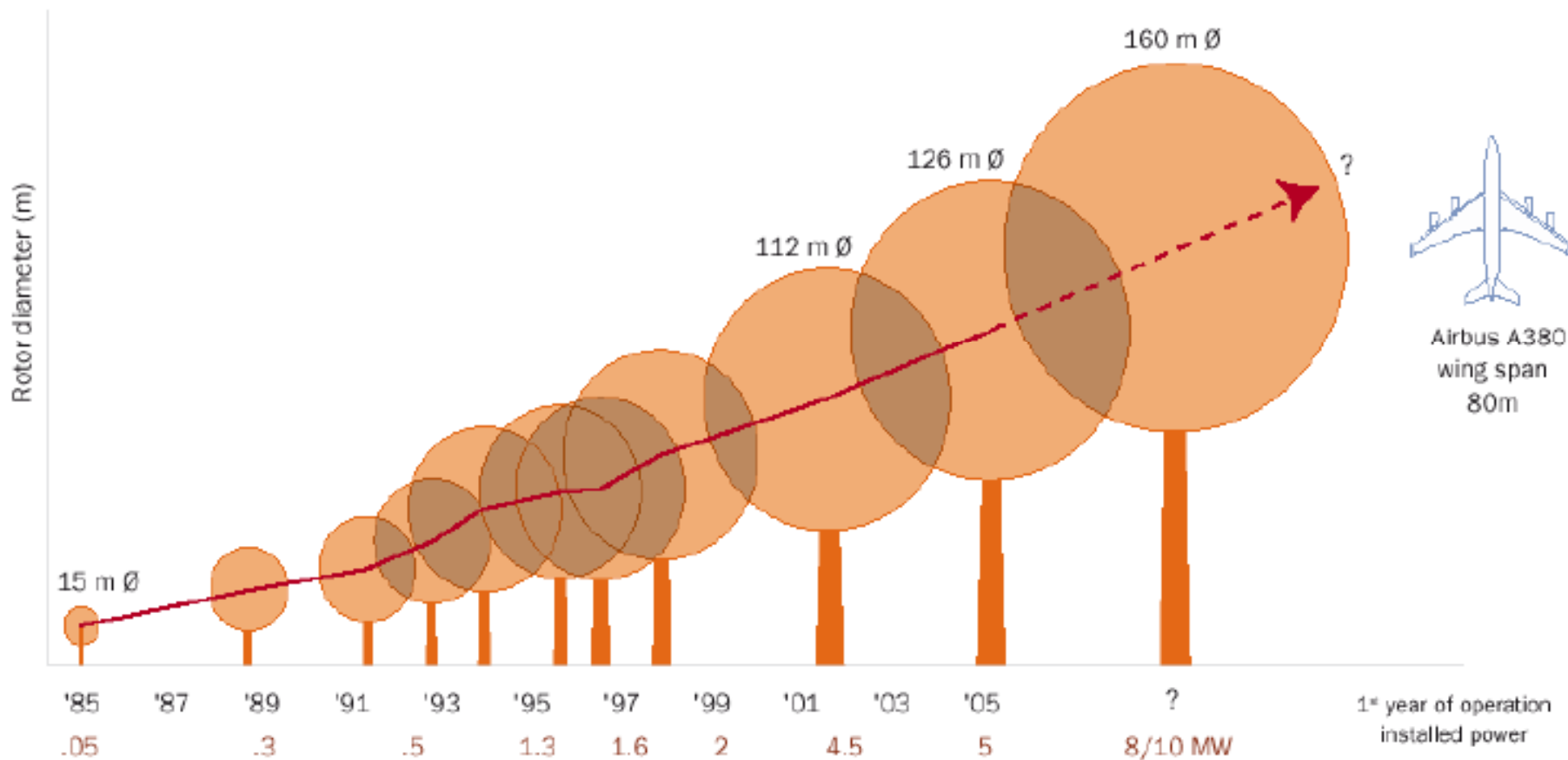
Energía Obtenida del Viento

25, 26 y 27 de mayo



Energía Obtenida del Viento

25, 26 y 27 de mayo



Energía Mareomotriz u Ola-motriz

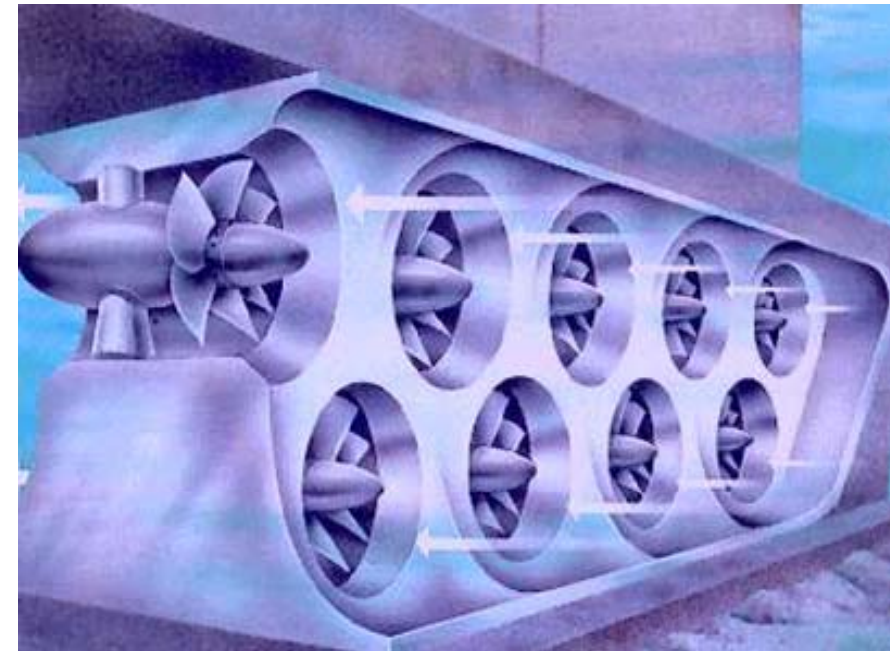
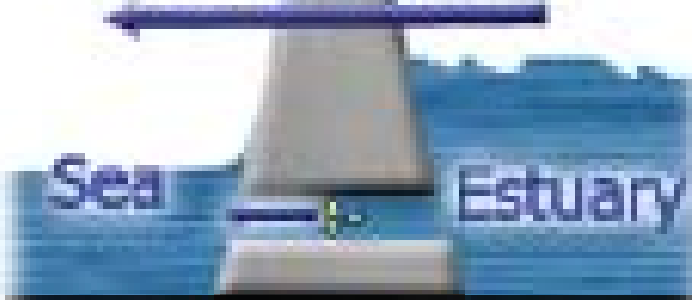
25, 26 y 27 de mayo

Tide coming in



Turbine &
generator

Tide going out



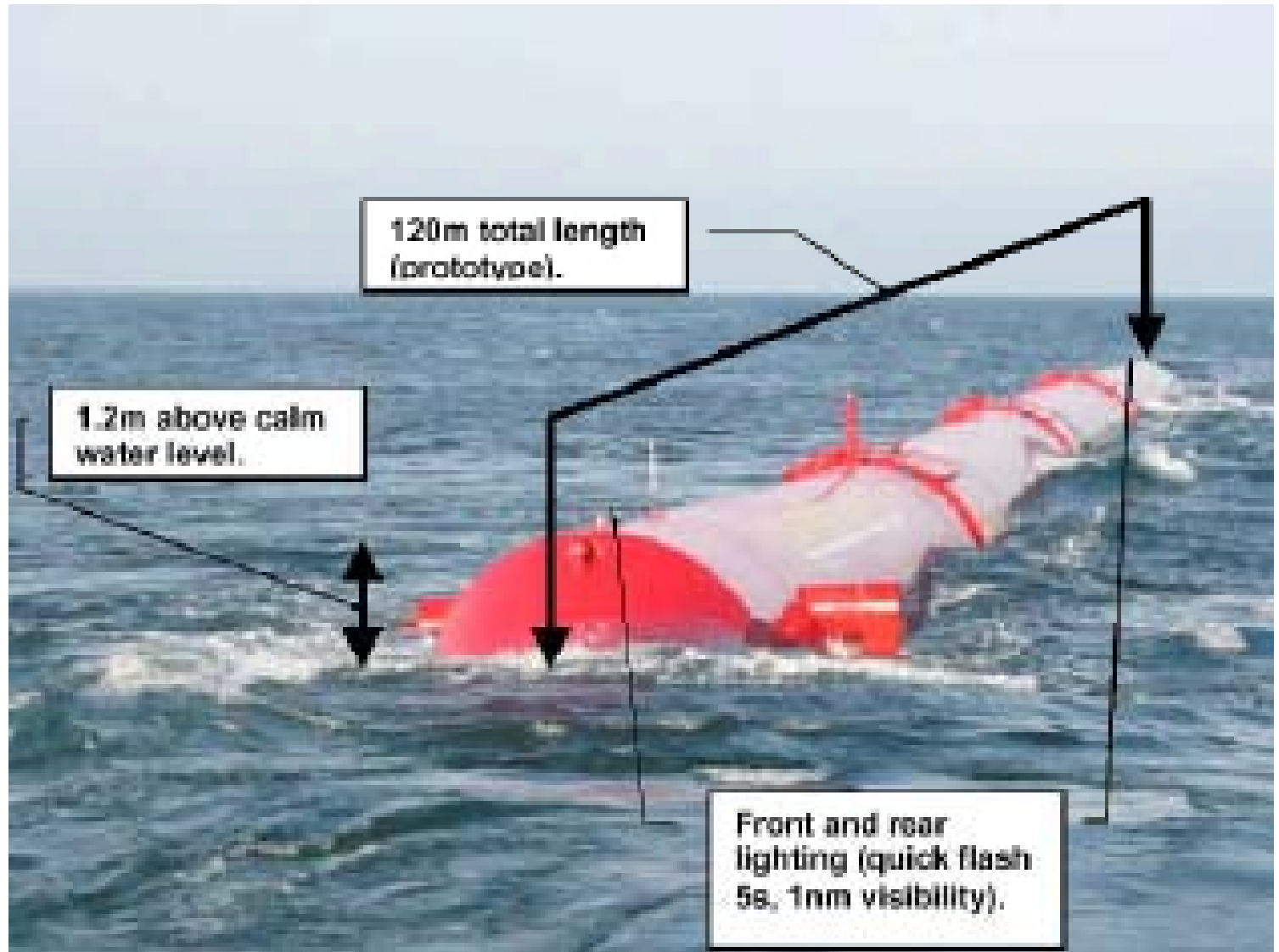
Energía Mareomotriz u Ola-motriz

25, 26 y 27 de mayo



Energía Mareomotriz u Ola-motriz

25, 26 y 27 de mayo



Índice

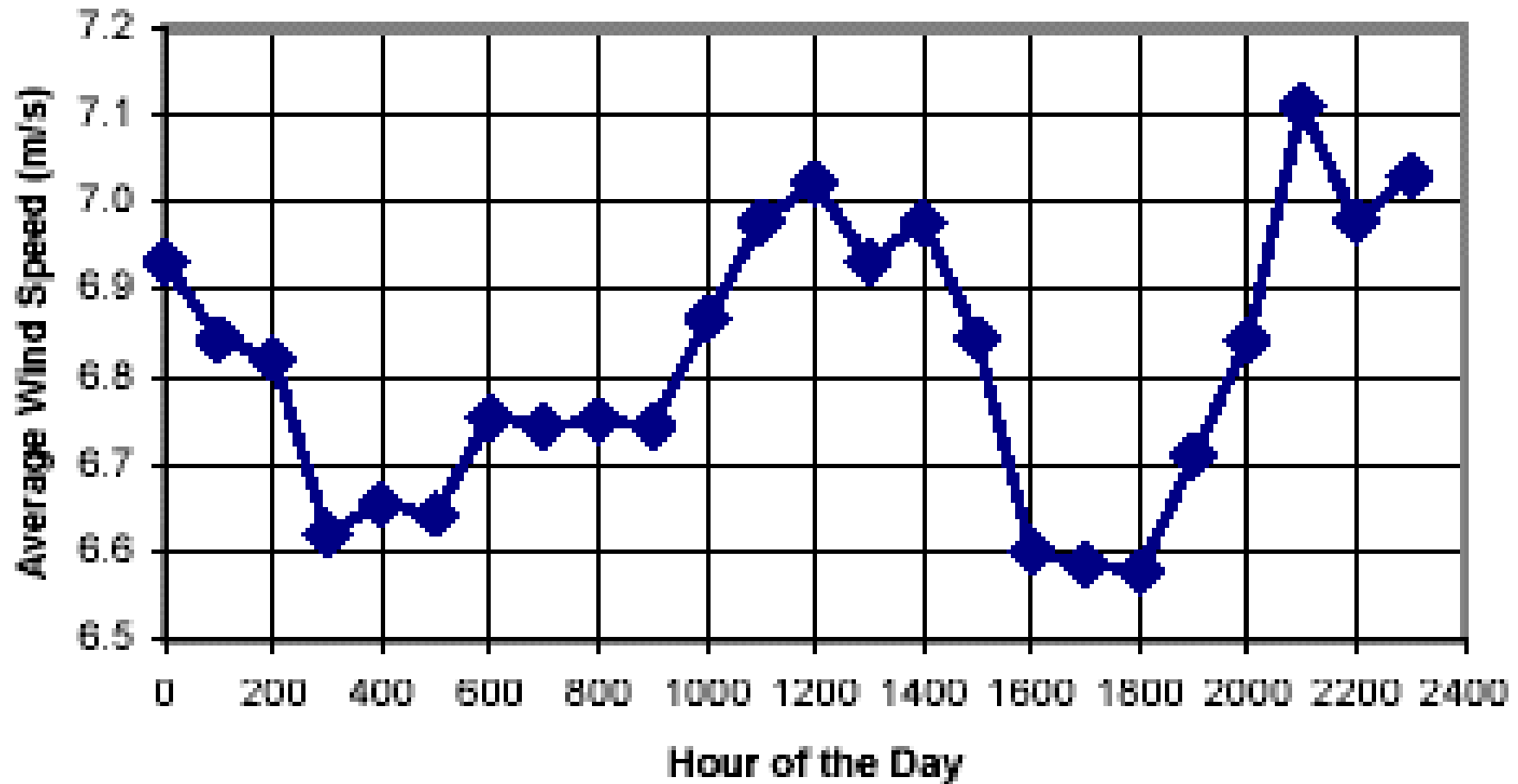
25, 26 y 27 de mayo

- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs para Aplicaciones de Baja Tensión
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



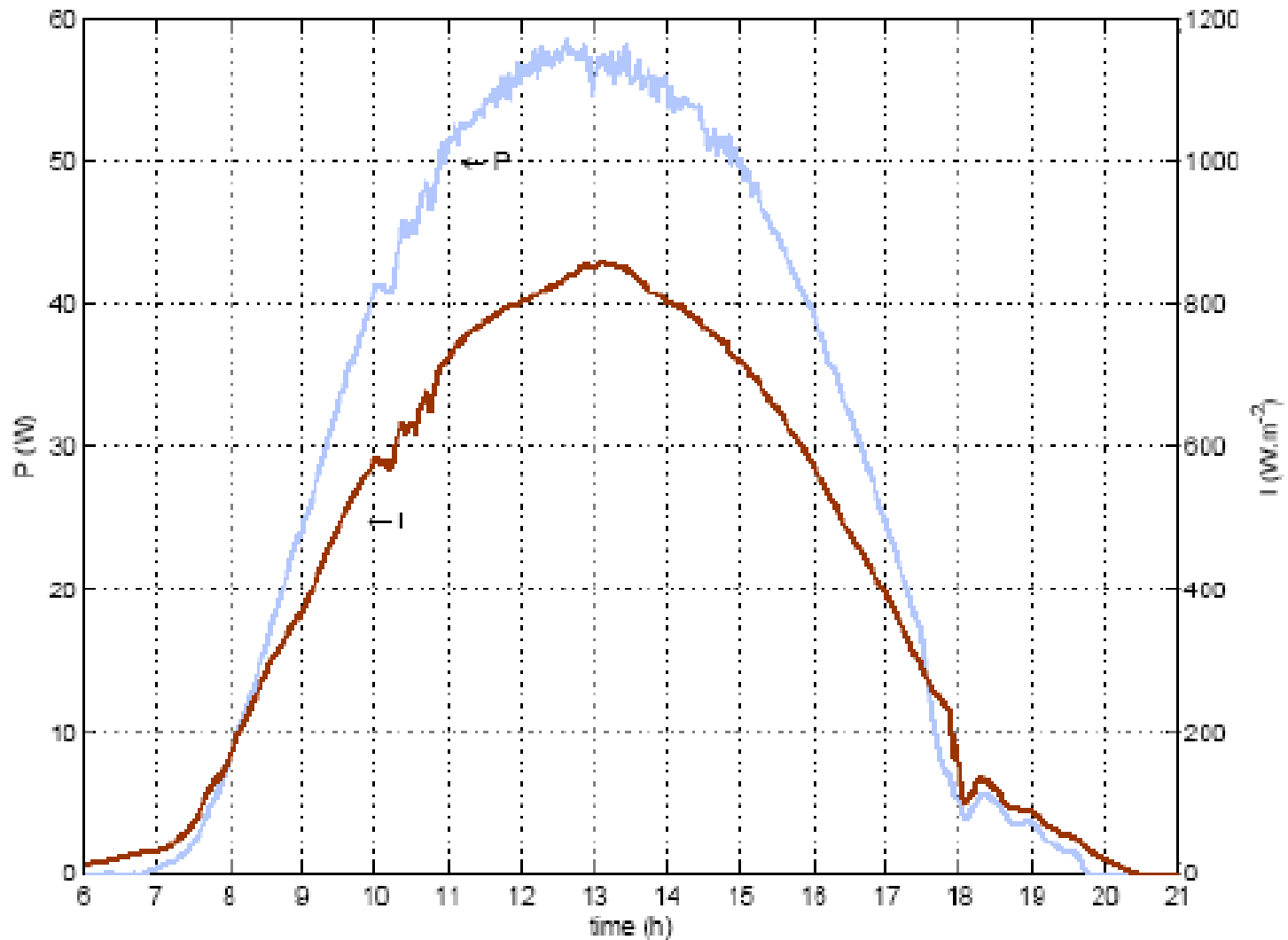
Velocidad del Viento no es Constante

25, 26 y 27 de mayo



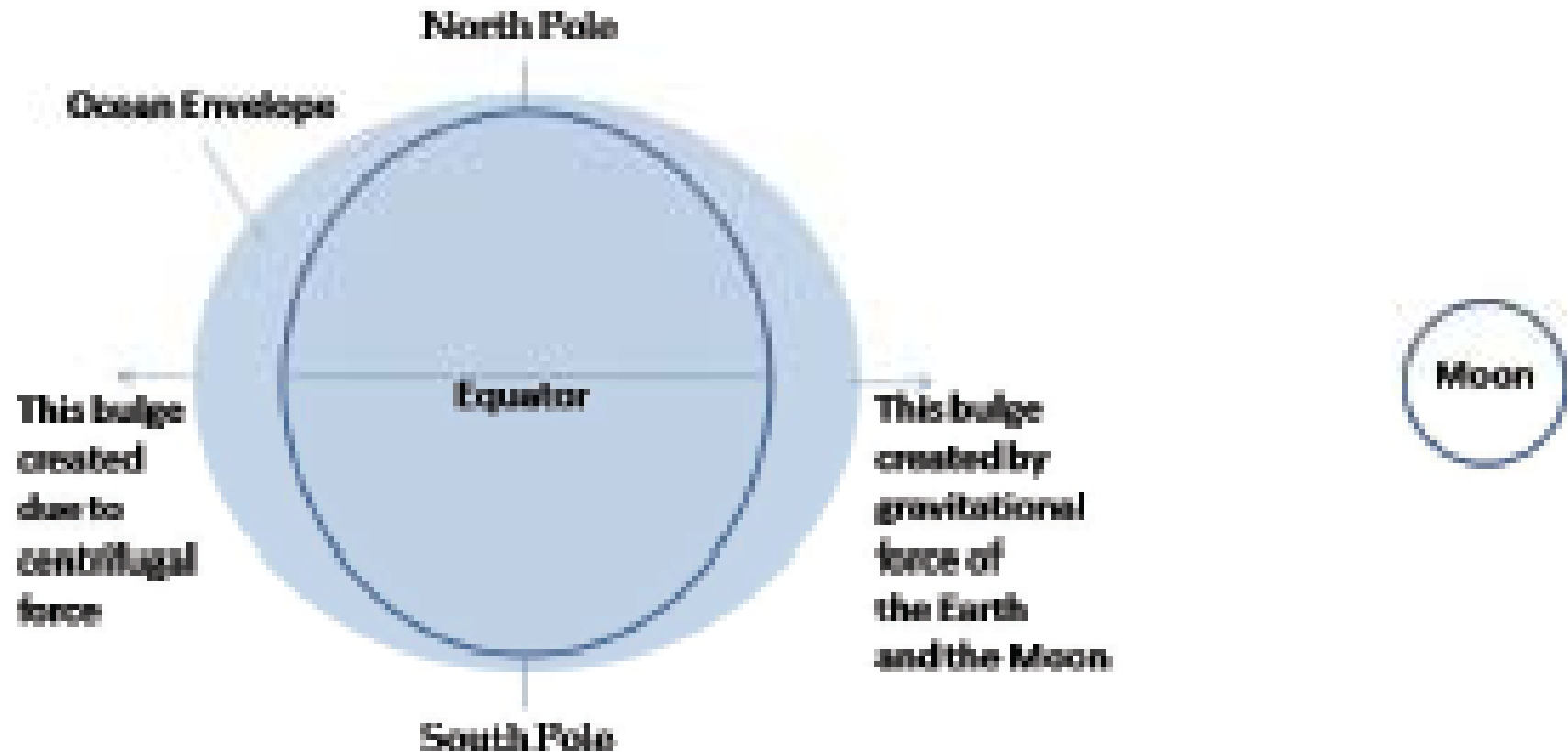
La Radiación del Sol Tampoco es Constante

25, 26 y 27 de mayo



Ni las Mareas tienen un flujo constante

25, 26 y 27 de mayo



Índice

25, 26 y 27 de mayo

- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs para Aplicaciones de Baja Tensión
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



Solar ¿Cuál Implementar?

25, 26 y 27 de mayo

Fotovoltaica

- Bajo costo de implementación
- Aplicaciones rurales y comerciales
- Baja tensión
- Control no implícito

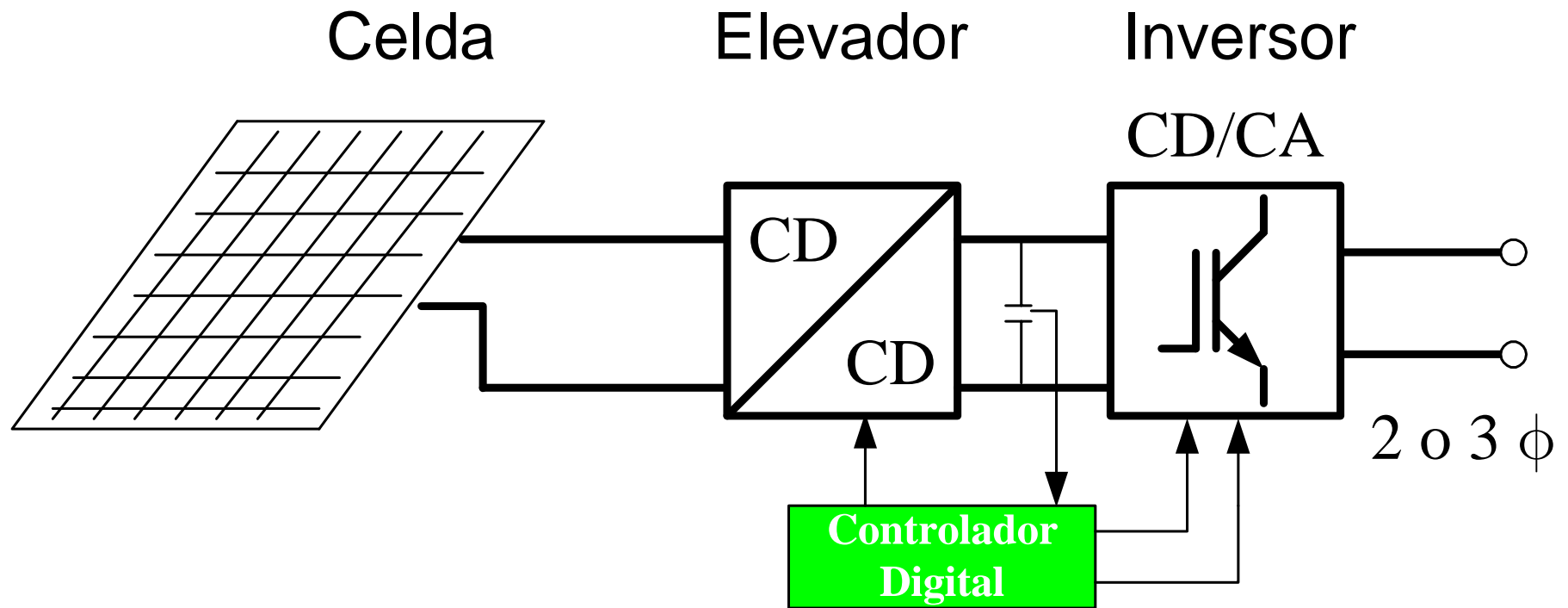
Termo-solar

- Mayor costo de implementación
- Aplicaciones comerciales
- Alta tensión
- Control implícito



Conversión de Energía Solar en Energía Eléctrica

25, 26 y 27 de mayo



Eólica ¿Cómo Implementar?

25, 26 y 27 de mayo

Control Mecánico y Eléctrico

- Mayor costo de implementación
- Aplicaciones comerciales
- Alta tensión
- Control Mecánico

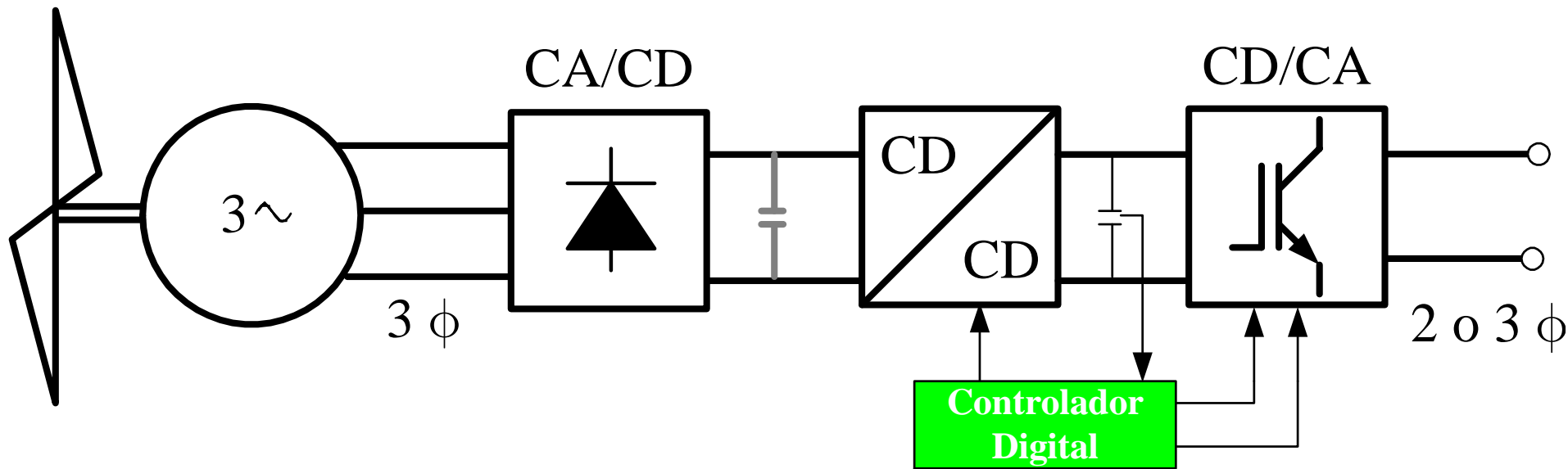
Control Electrónico

- Menor costo de implementación
- Aplicaciones rurales y residenciales
- Baja tensión
- Control Digital



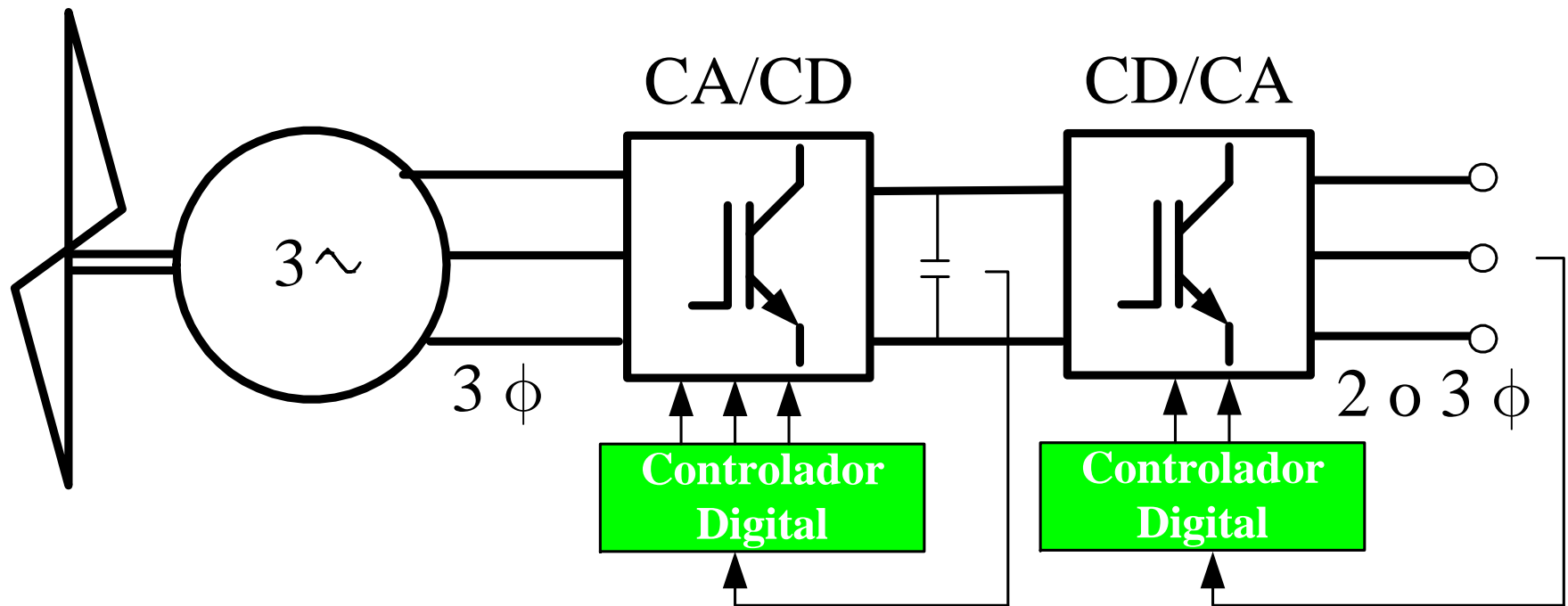
Conversión de Energía Eólica en Energía Eléctrica

25, 26 y 27 de mayo



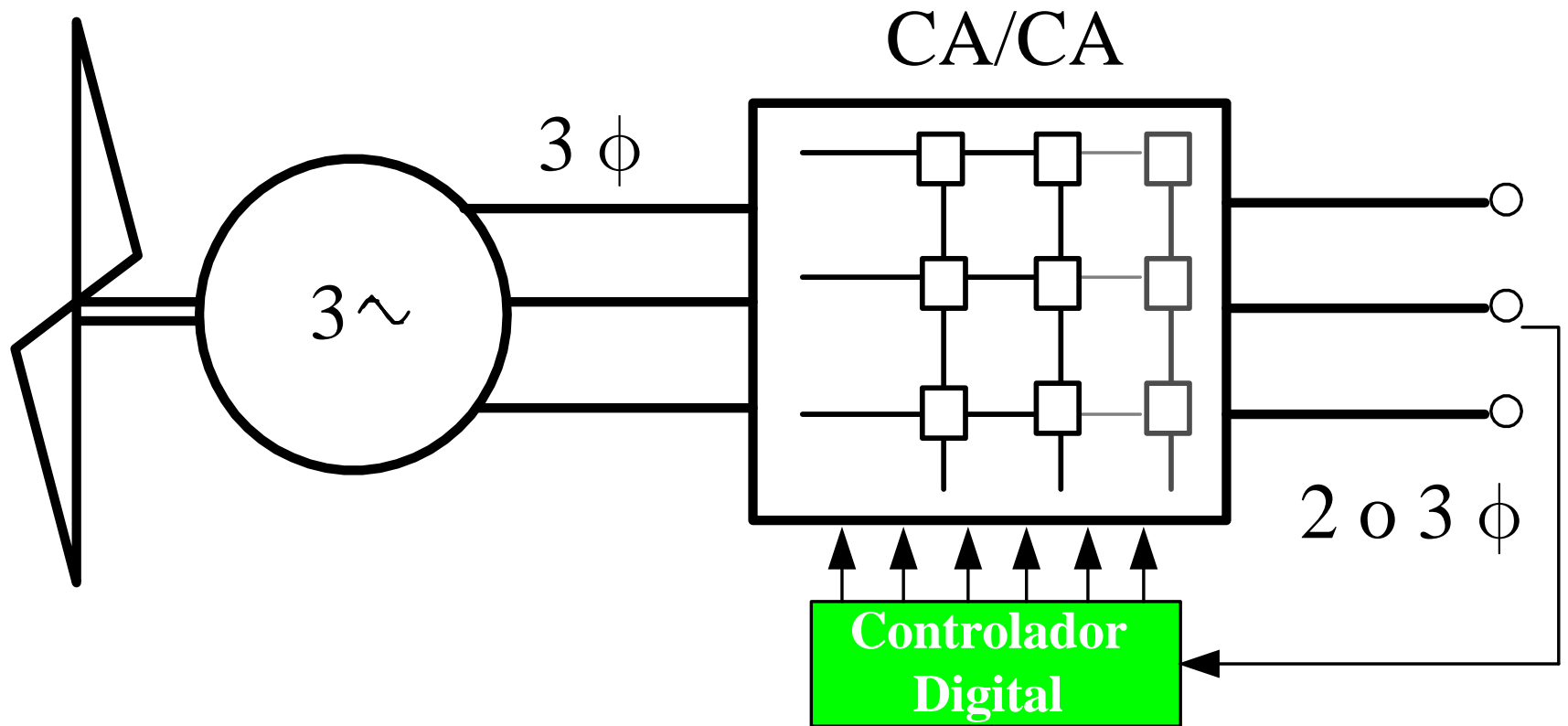
Otras Topologías de Conversión

25, 26 y 27 de mayo



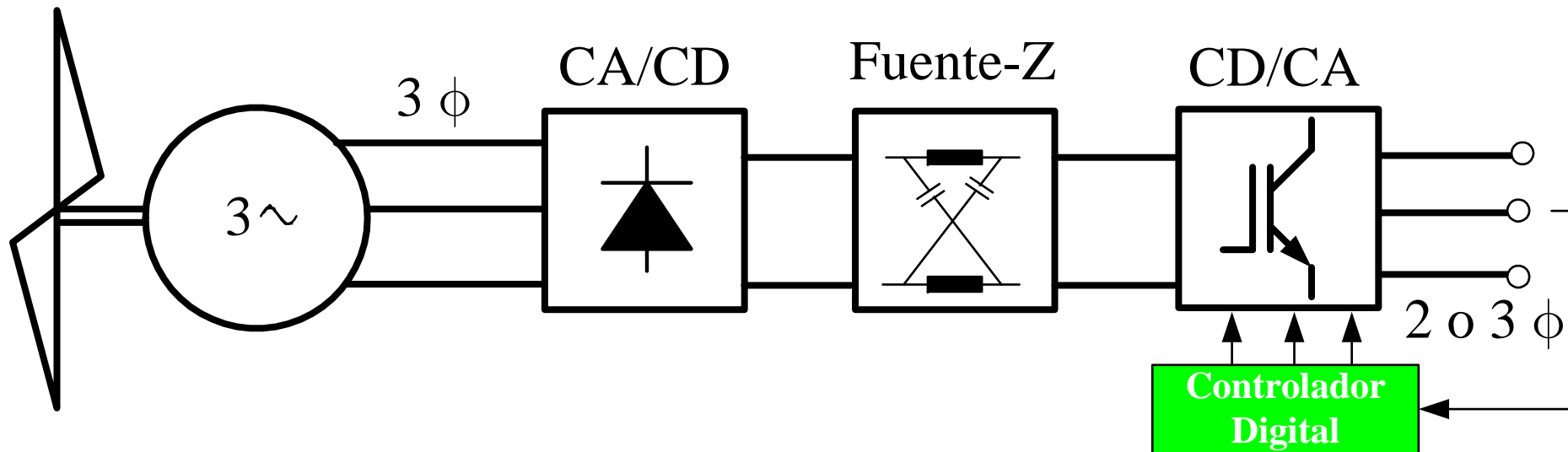
Convertidor Matricial

25, 26 y 27 de mayo



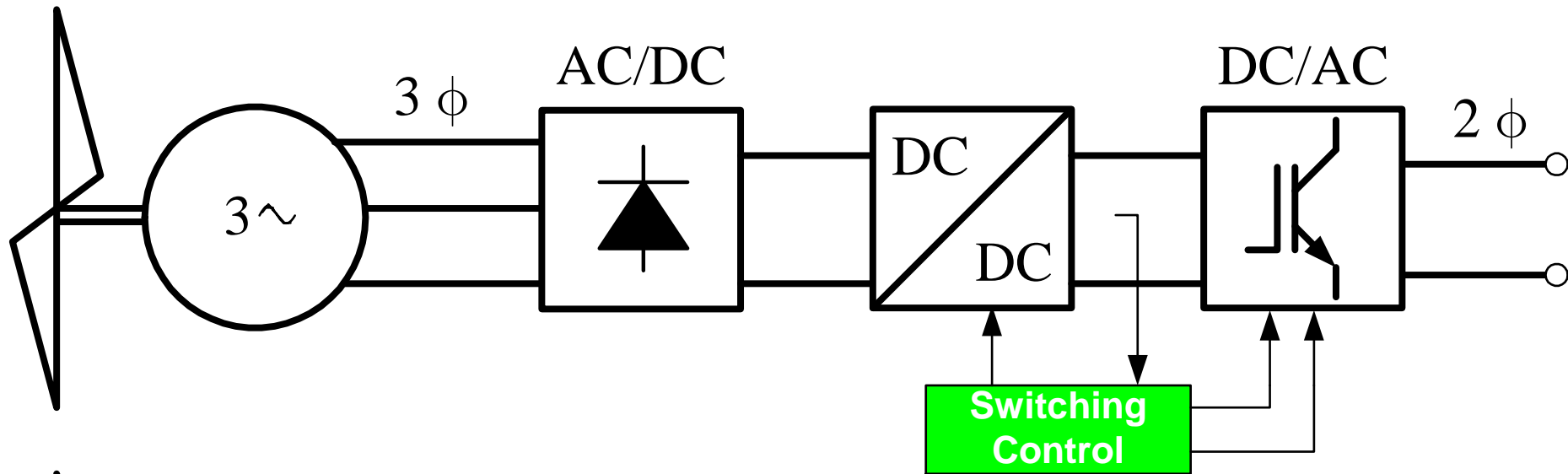
Topologías de Control Electrónico

25, 26 y 27 de mayo



Convertidor AC/DC-DC/DC-DC/AC

25, 26 y 27 de mayo



Generador Síncrono de Imanes Permanentes

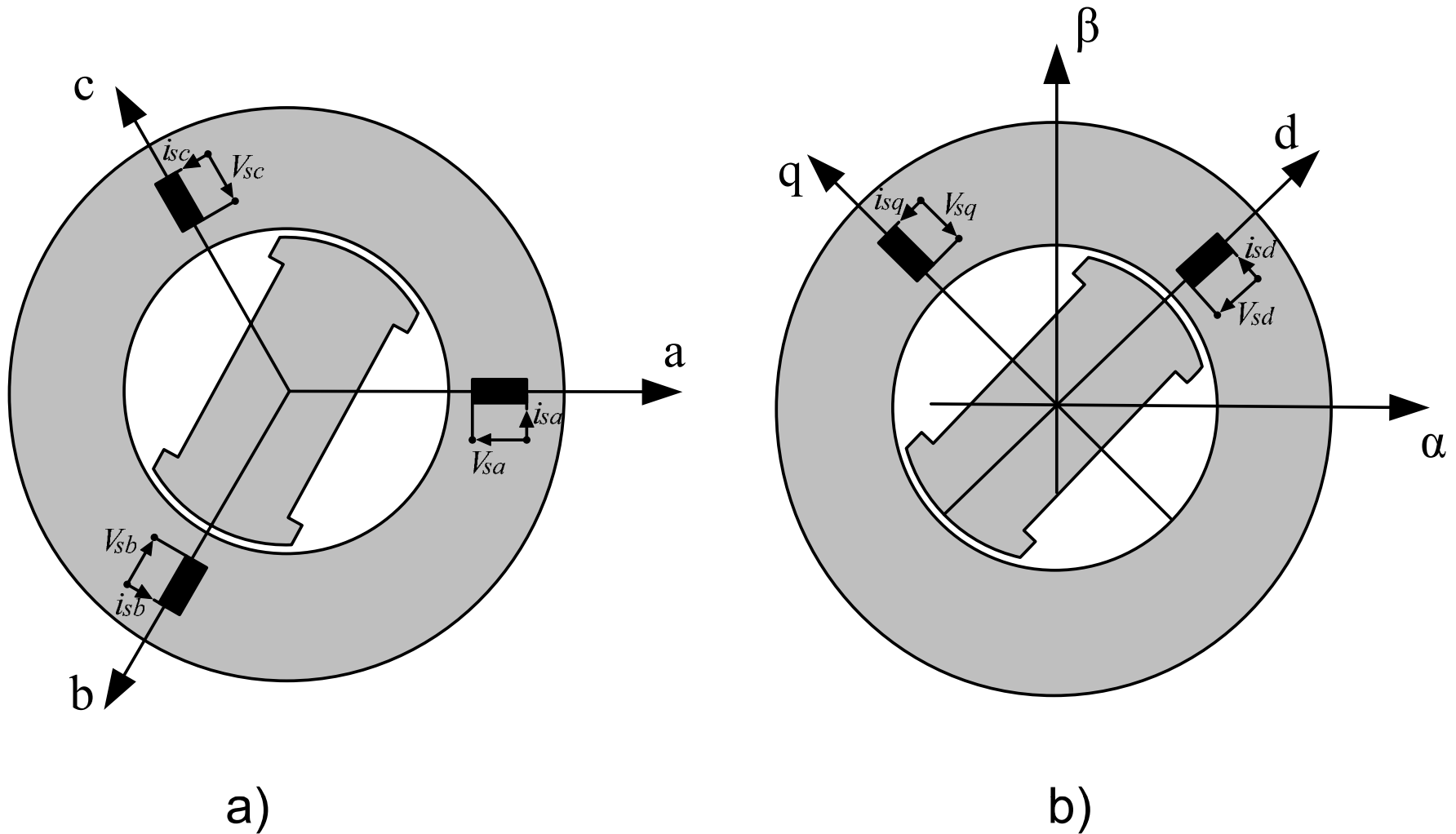
25, 26 y 27 de mayo

- Baja Inercia
- Bajas potencias (0.25 - to 50 kW)
- Tamaño reducido
- Alto costo
- Alto desempeño de par
- Riesgo de desmagnetización
- Libre de mantenimiento
- Bajo peso



Máquina síncrona Trifásica

25, 26 y 27 de mayo



a)

b)



Ecuaciones de transformación

25, 26 y 27 de mayo

$$\begin{bmatrix} u_d \\ u_q \\ u_0 \end{bmatrix} = [T_{dq0}(\gamma)] \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix}$$

$$[T_{dq0}(\gamma)] = \frac{3}{2} \begin{bmatrix} \cos \gamma & \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) \\ \sin \gamma & \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) & \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$



Ecuaciones de Voltaje en d-q

25, 26 y 27 de mayo

$$u_d = -R_S i_d - \frac{d}{dt} \psi_d - \omega \psi_q$$

$$u_q = -R_S i_q - \frac{d}{dt} \psi_q + \omega \psi_d$$

$$\psi_q = L_q i_q \quad \psi_d = L_d i_d + \psi_{PM}$$



Ecuación de Par Electromagnético

25, 26 y 27 de mayo

➤ Ecuación de Par

$$M = \frac{3}{2} p \left(\psi_d i_q - \psi_q i_d \right)$$

➤ Ecuación Mecánica

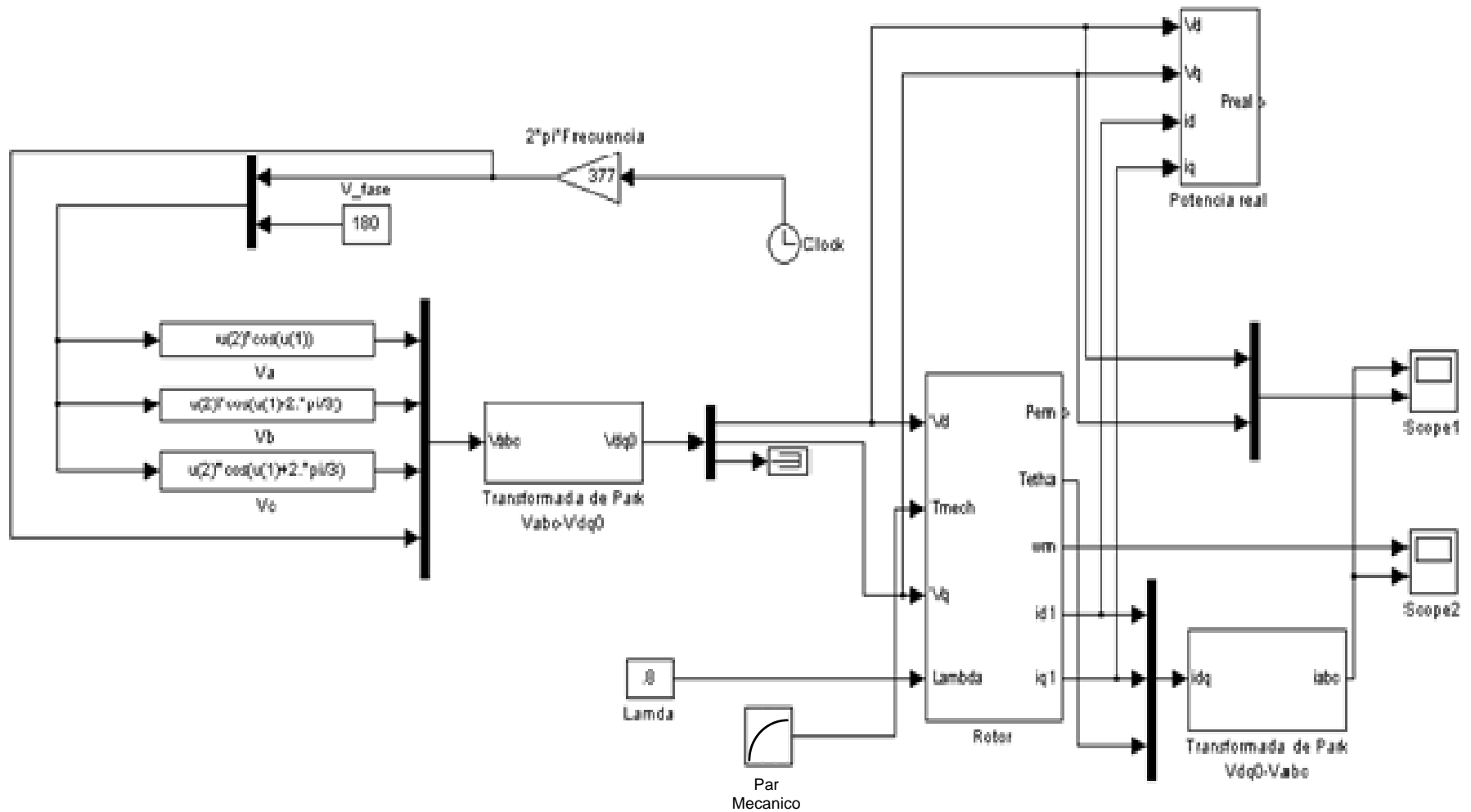
$$J \frac{d}{dt} \Omega = M_i - M_L$$

$$\Omega = \frac{\omega}{p} = \frac{1}{p} \frac{d}{dt} \gamma$$



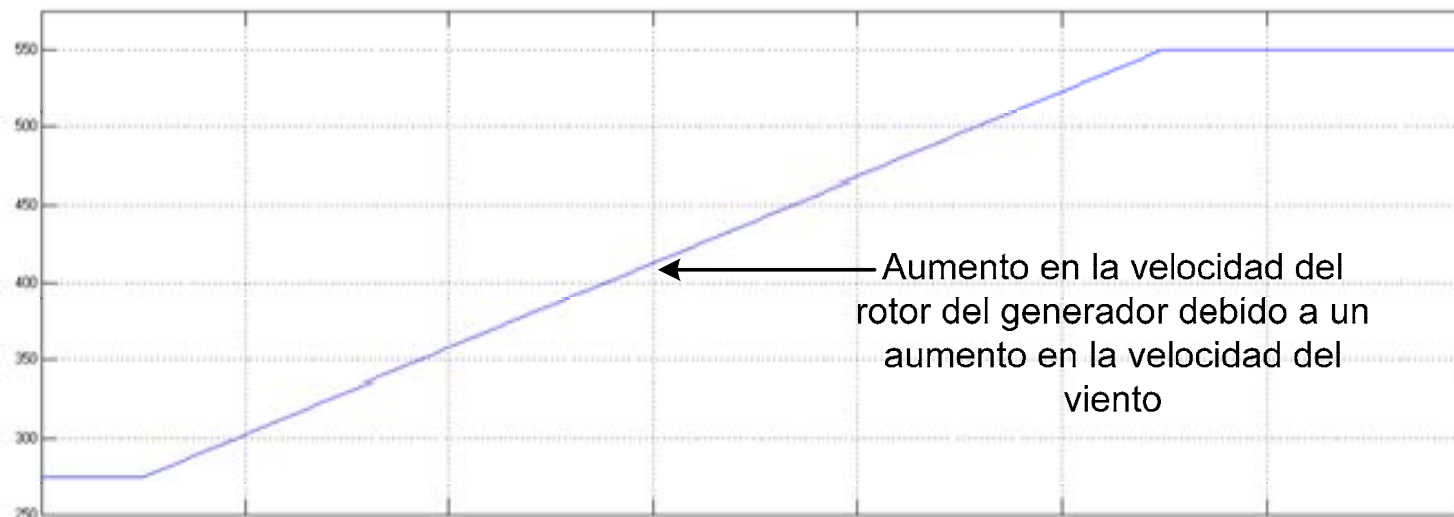
Programa en "SIMULINK"

25, 26 y 27 de mayo

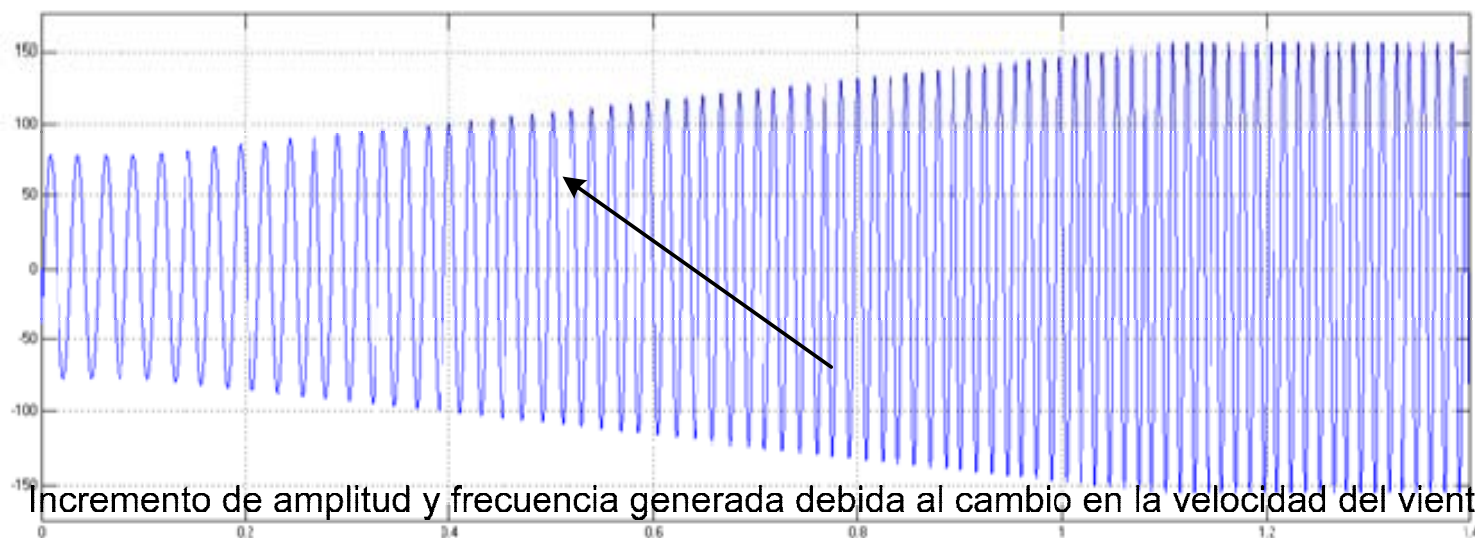


Programa en "SIMULINK"

25, 26 y 27 de mayo



a)



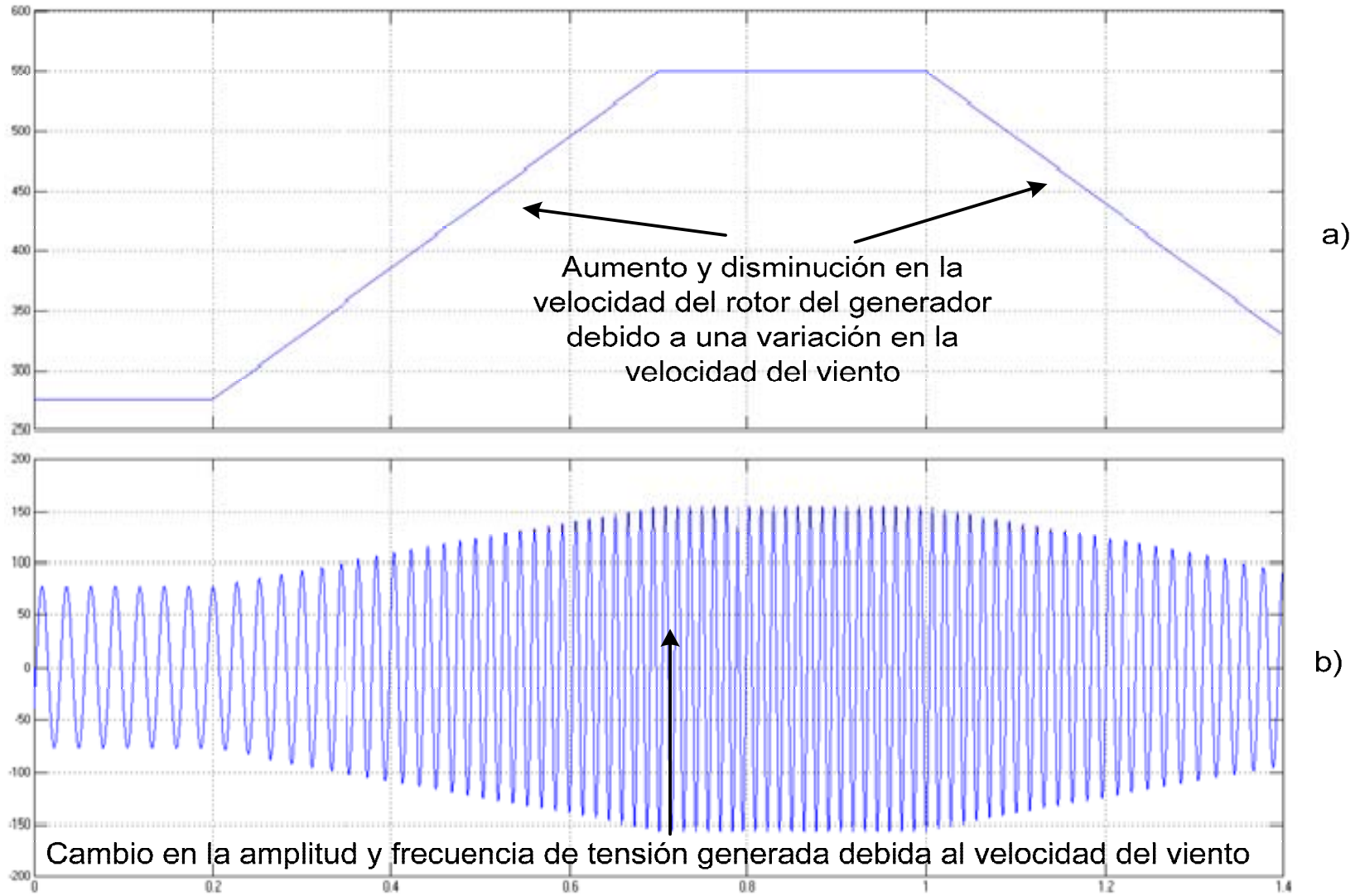
b)

Incremento de amplitud y frecuencia generada debido al cambio en la velocidad del viento



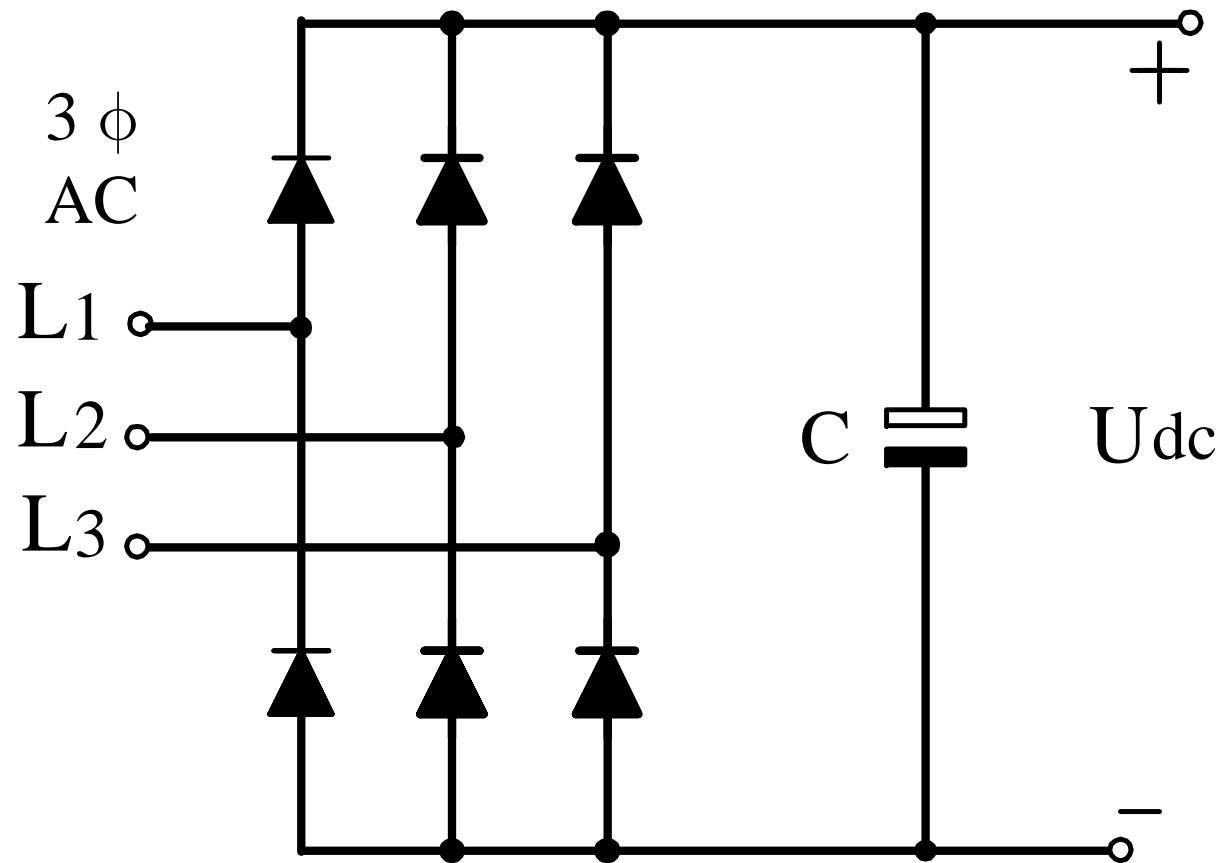
Programa en "SIMULINK"

25, 26 y 27 de mayo



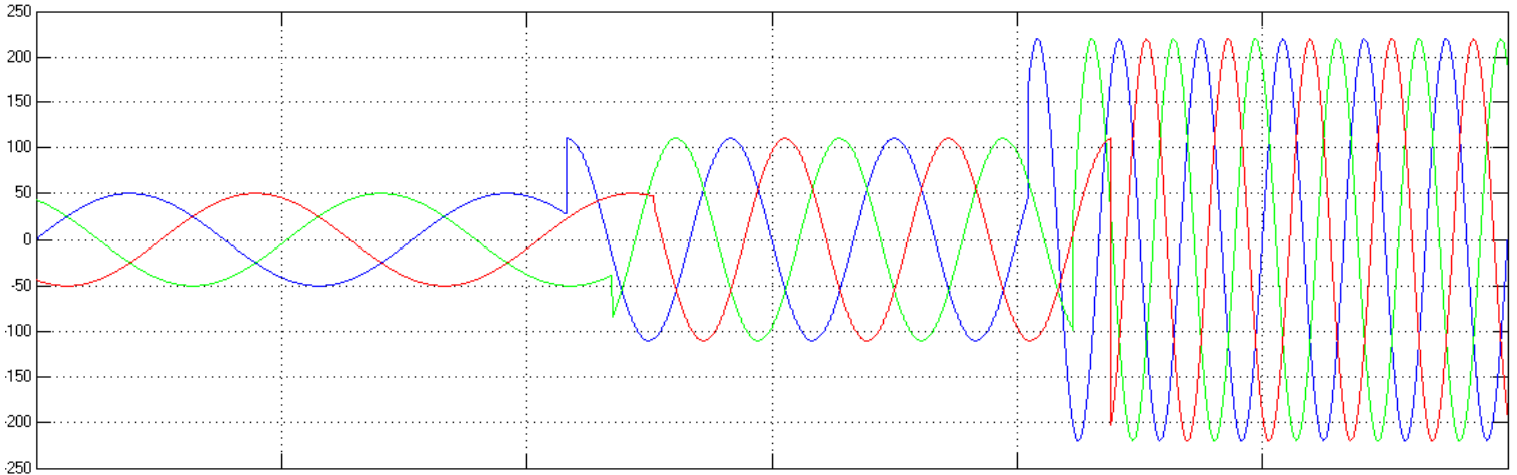
Convertidor CA/CD (Rectificador)

25, 26 y 27 de mayo

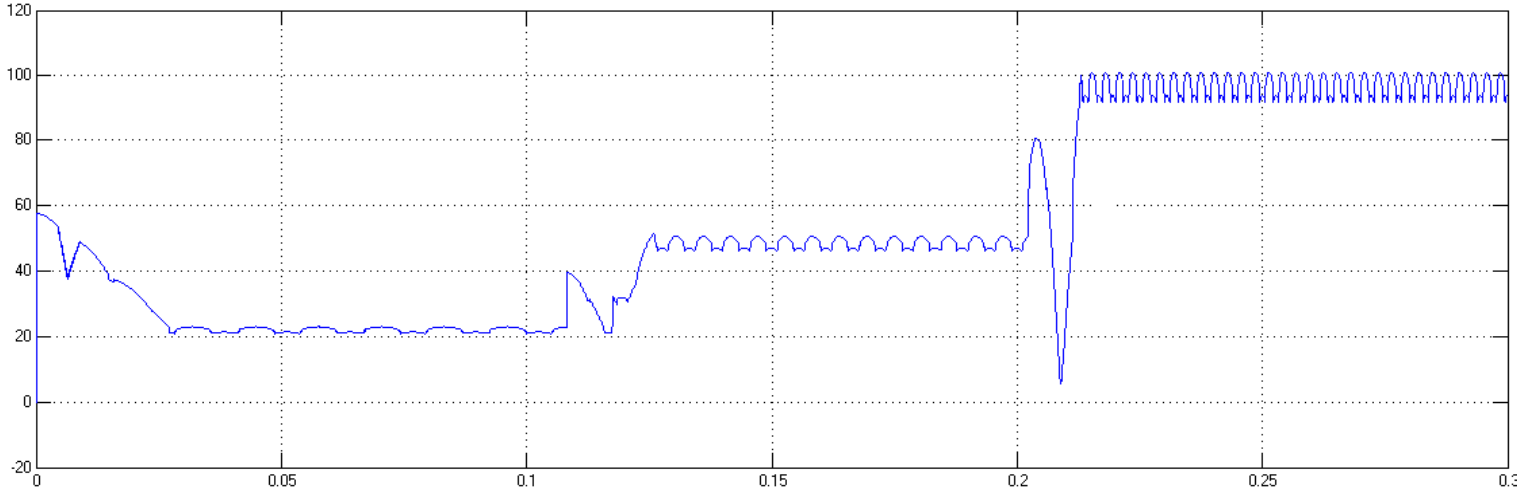


Resultados Simulados

25, 26 y 27 de mayo



a)

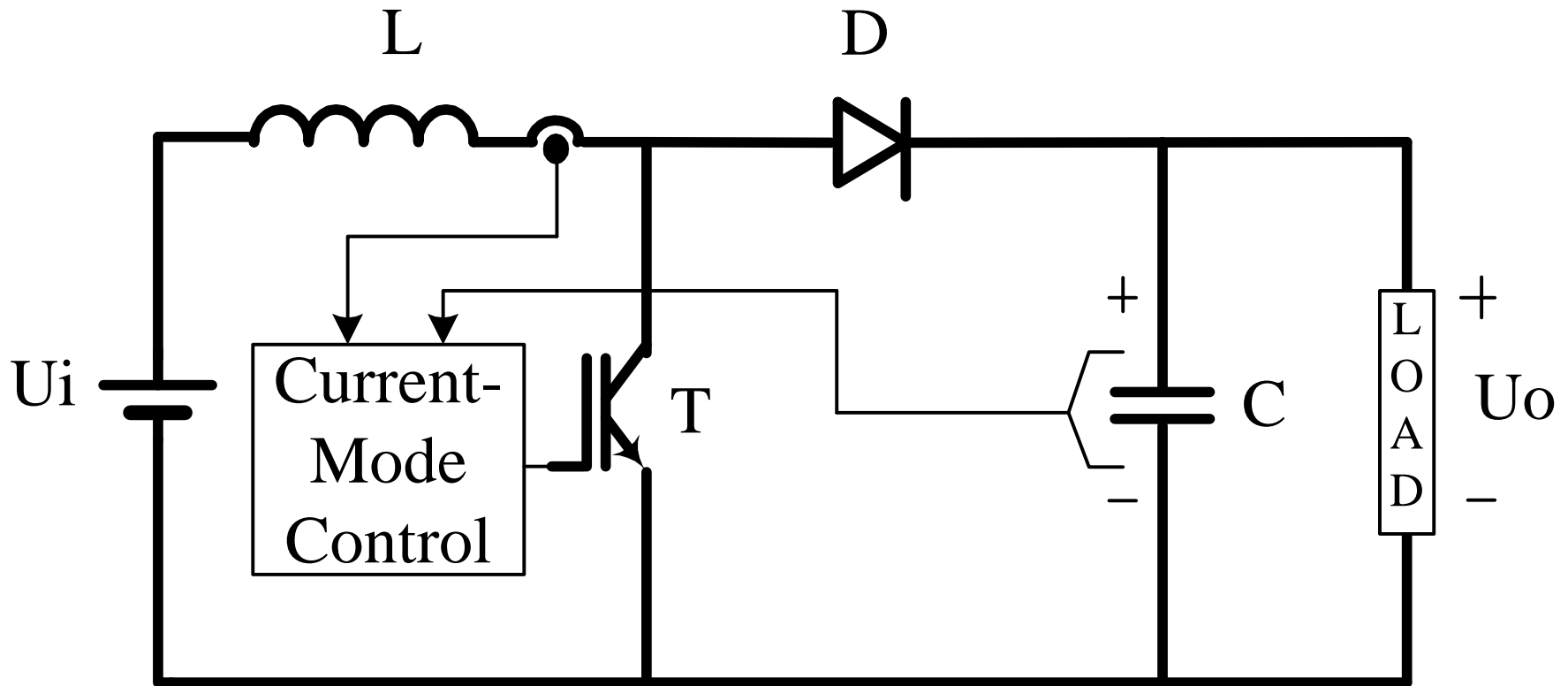


b)



Convertidor CD/CD (Boost)

25, 26 y 27 de mayo



Calculo del tiempo “on” del IGBT

25, 26 y 27 de mayo

- Asumiendo que la frecuencia del rizo del voltaje de entrada U_i es menor que la frecuencia de conmutación del IGBT. Y que el voltaje a la salida del convertidor U_o es constante, podemos escribir:

$$I_{\max} = t_{on} T m_1$$

$$(1 - t_{on}) T = I_{\max} / m_2$$

- Donde

$$m_1 = U_i / L, \quad m_2 = (U_o - U_i) / L$$

- T representa el periodo de switcheo o “sampling time”



Calculo del tiempo "on" del IGBT

25, 26 y 27 de mayo

- Usando la definición de m_1 y m_2 , El valor promedio de la corriente del diodo durante un periodo de switcheo puede ser calculado como

$$i_{D(AV)} = \frac{T}{2L} \left(\frac{U_i^2}{U_o - U_i} \right) t_{on}^2$$

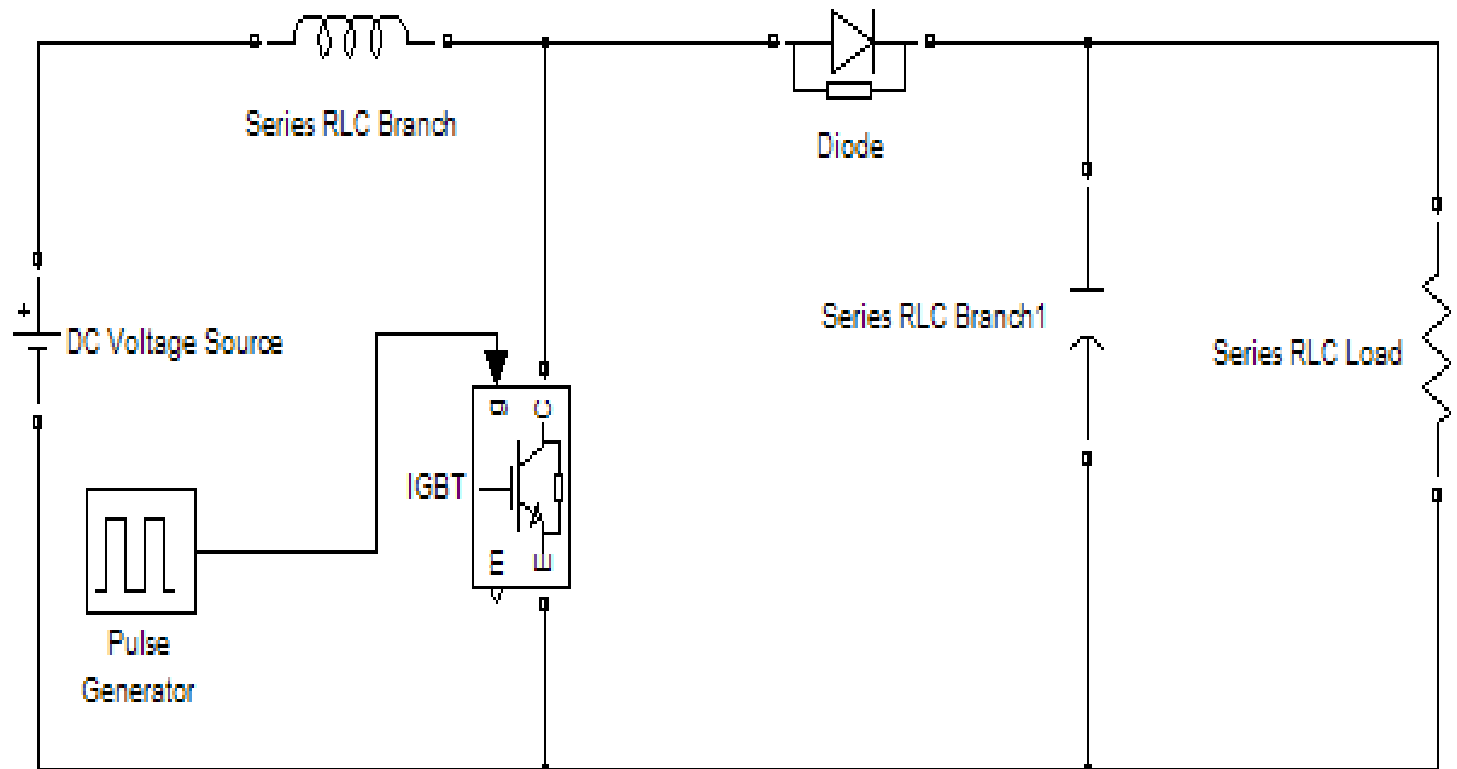
- Solucionando para t_{on} da

$$t_{on} = \sqrt{\frac{2L}{T}} \frac{1}{U_i} \sqrt{i_{D(AV)} (U_o - U_i)}$$



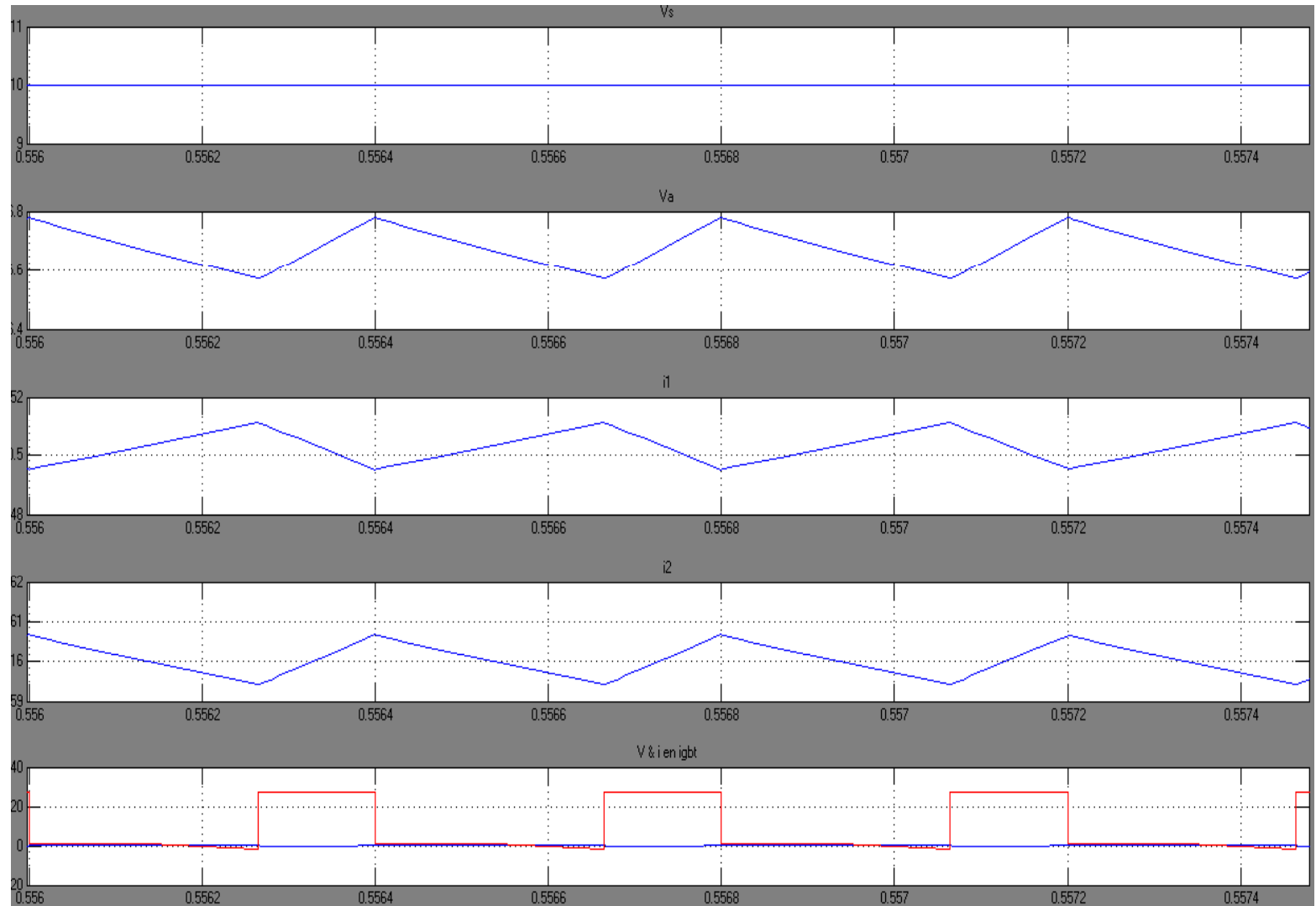
Programa en "SIMULINK"

25, 26 y 27 de mayo



Programa en "SIMULINK"

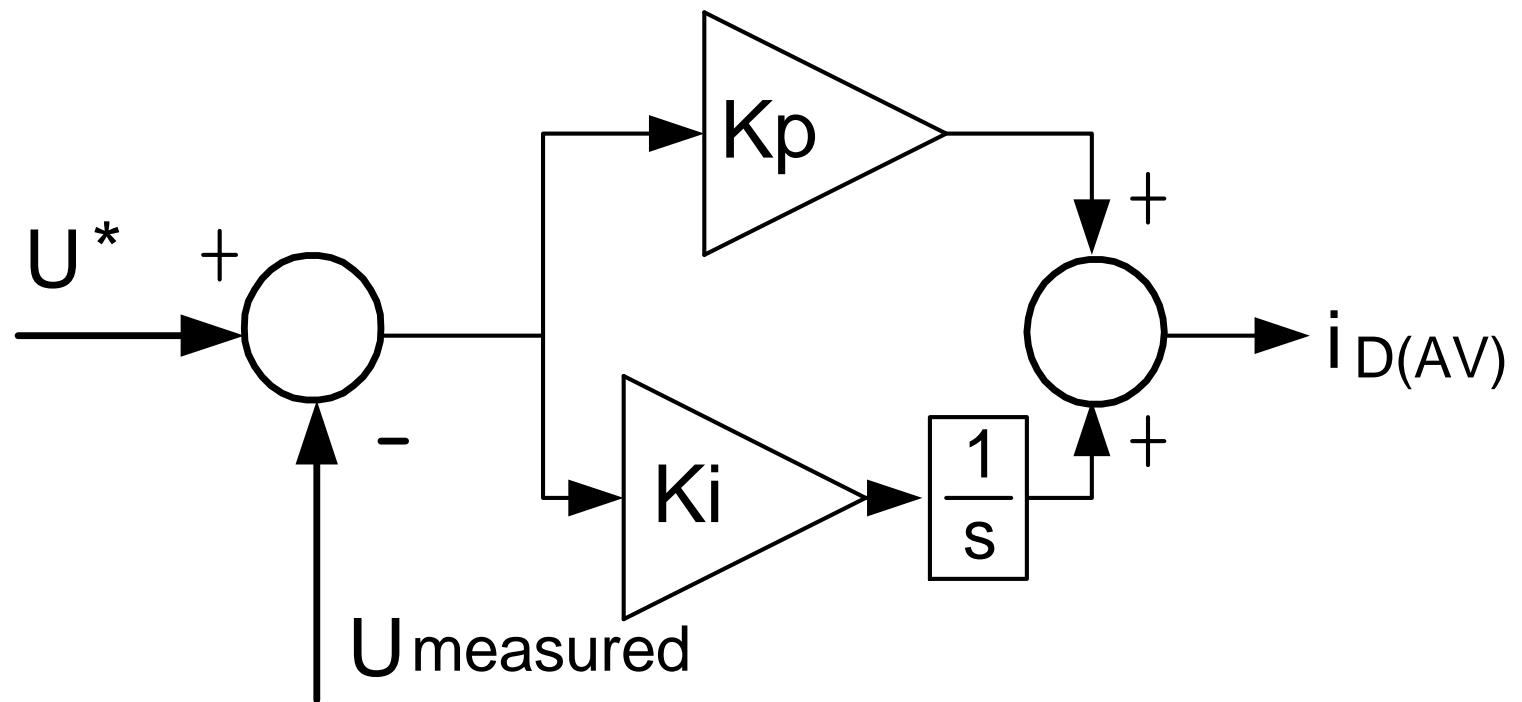
25, 26 y 27 de mayo



Control de Voltaje

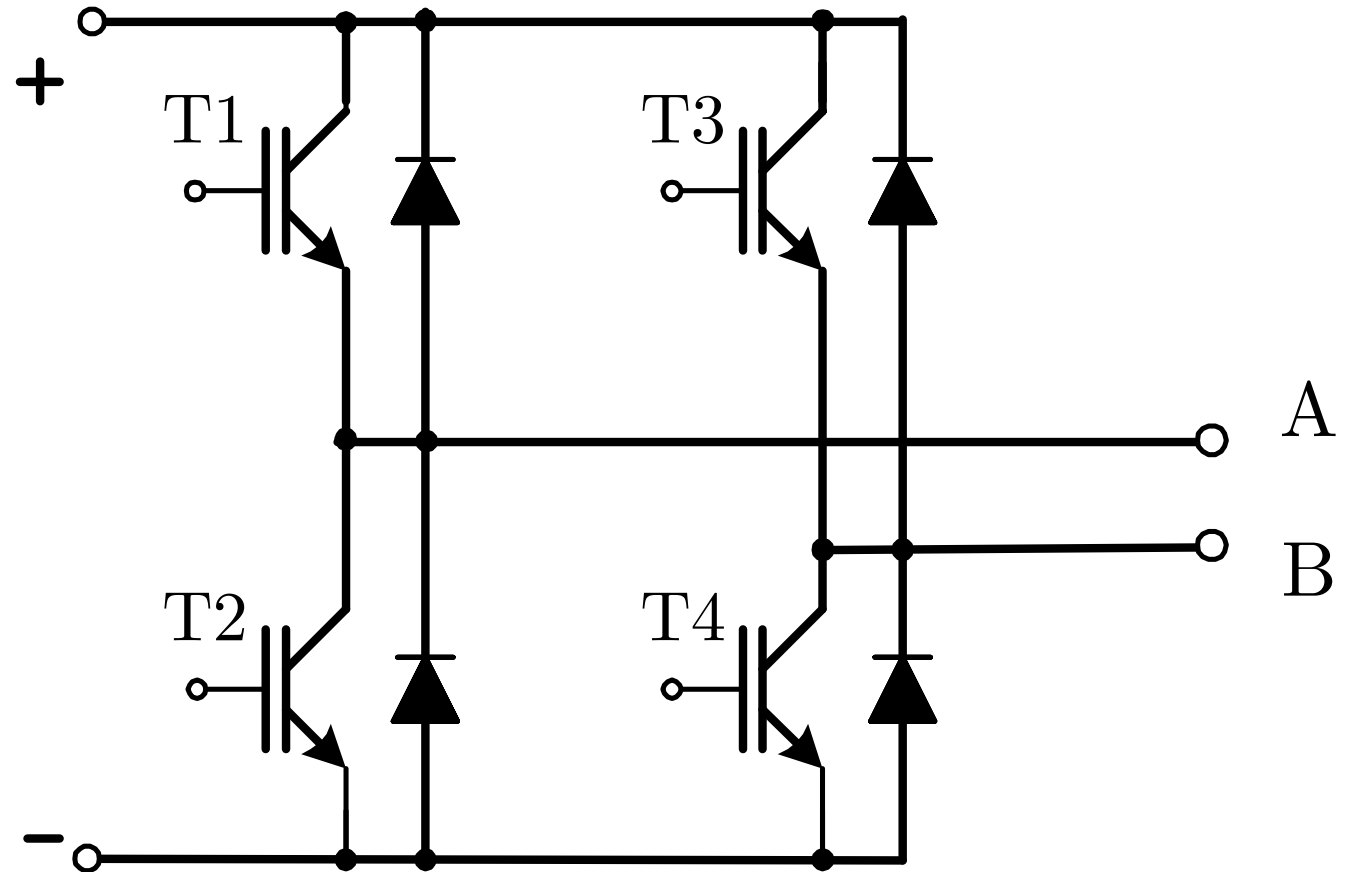
25, 26 y 27 de mayo

- En este caso la salida del controlador es la referencia para el promedio de la corriente



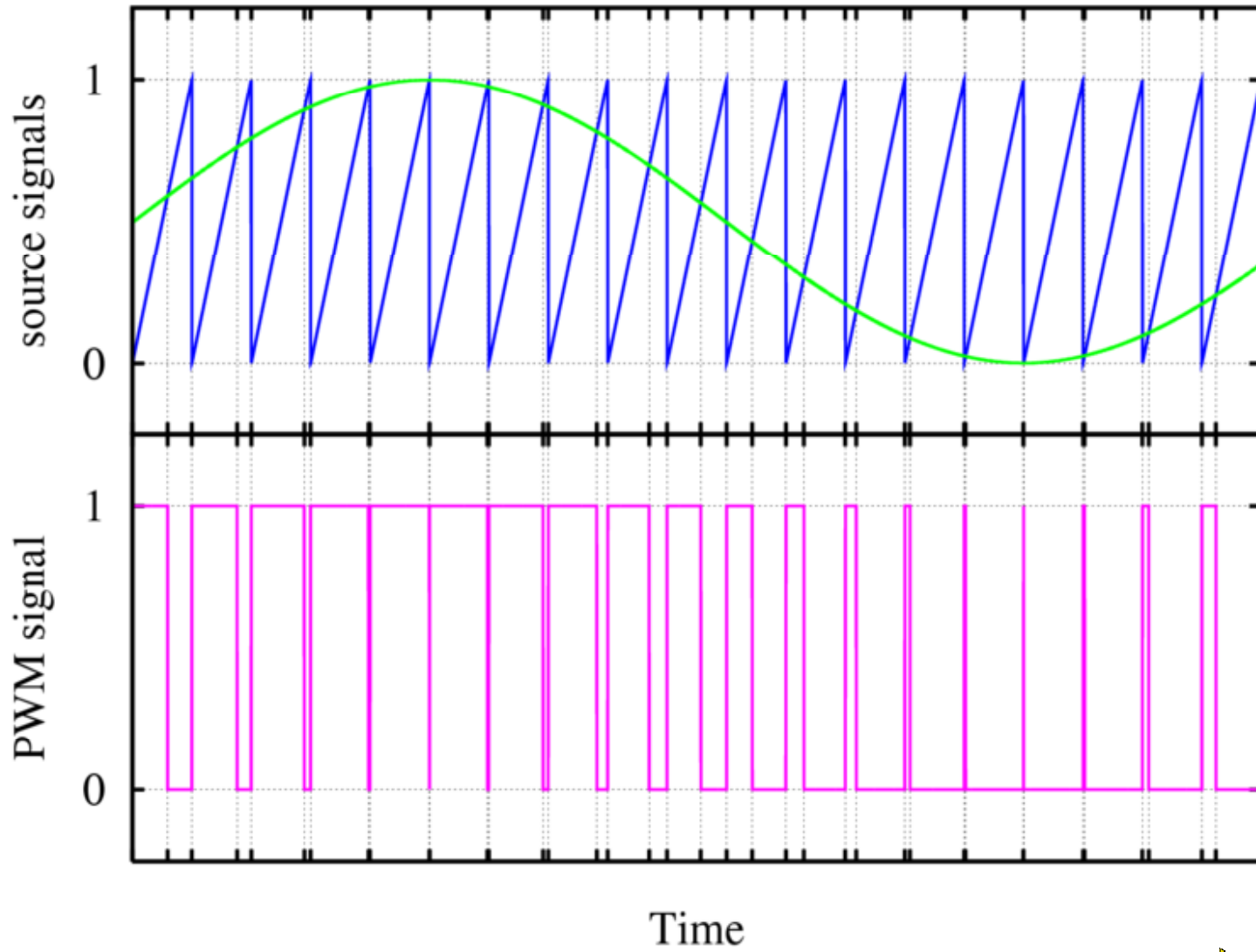
Convertidor CD/CA (PWM-Inverter)

25, 26 y 27 de mayo



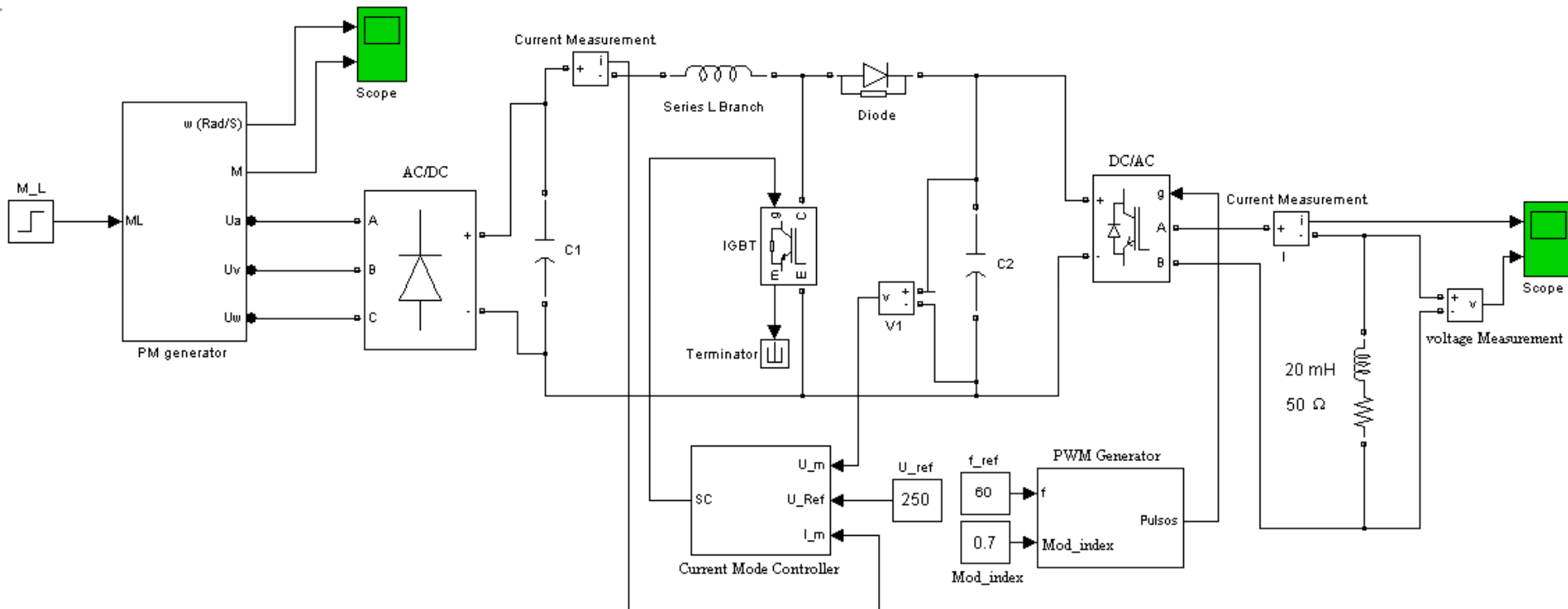
El PWM Clásico (Pulse Width Modulation)

25, 26 y 27 de mayo



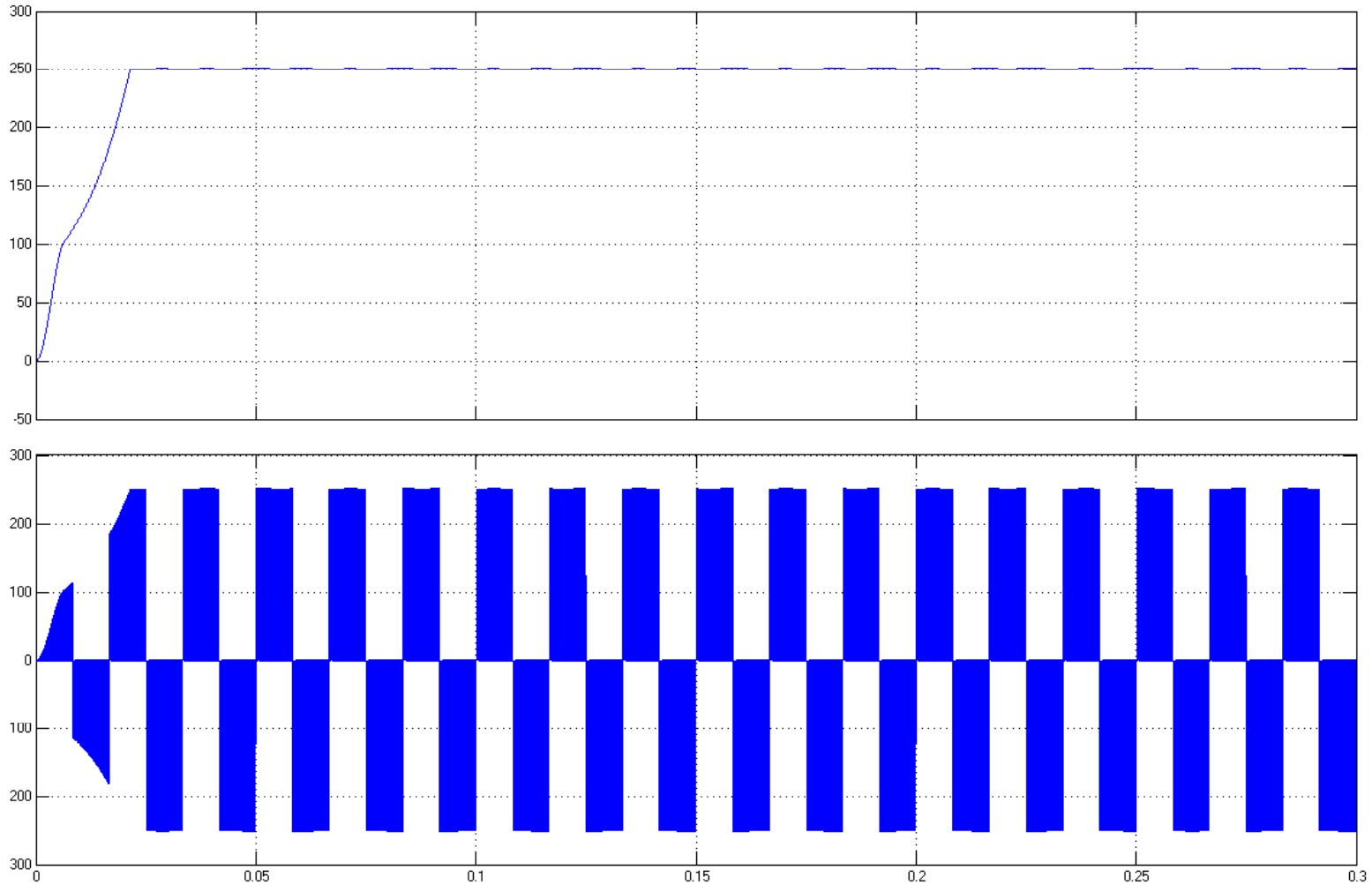
Programa en SIMULINK de Todo el Sistema

25, 26 y 27 de mayo



Resultados Simulados [a) Salida Boost, b) En la carga]

25, 26 y 27 de mayo



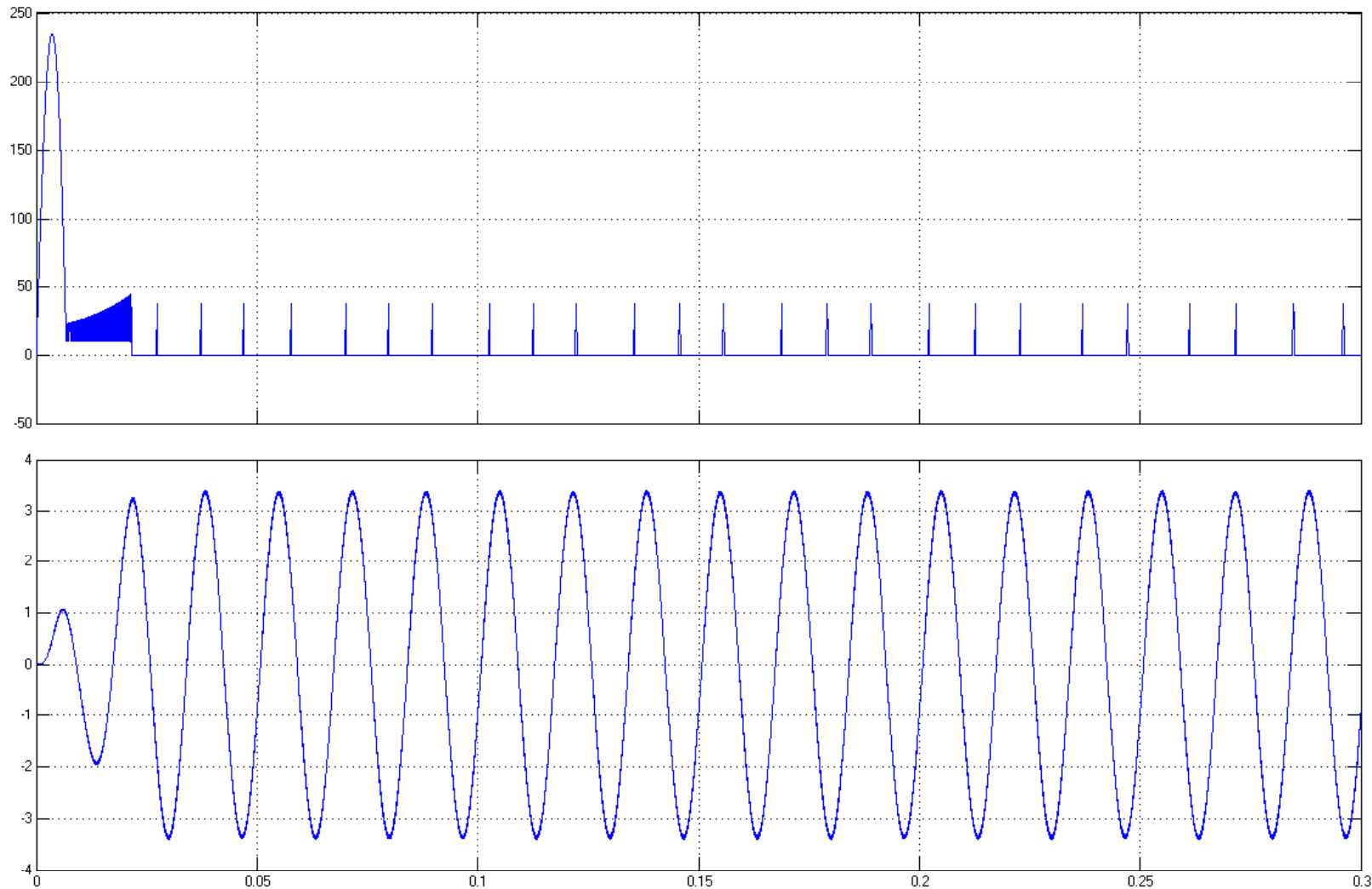
a)

b)



Resultados Simulados[a) En el L del Boost, b) En la Carga]

25, 26 y 27 de mayo



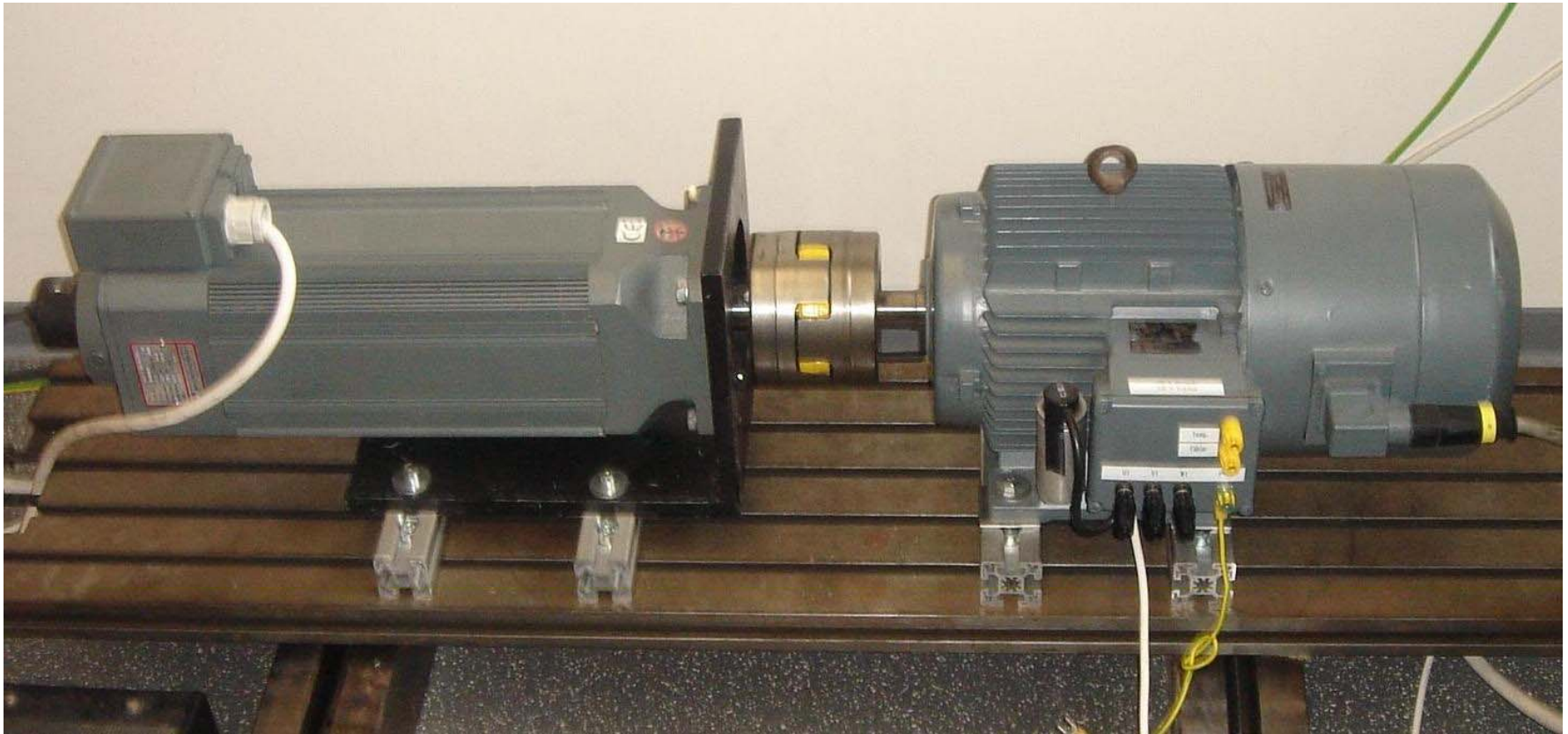
a)

b)



Acoplamiento Mecánico

25, 26 y 27 de mayo



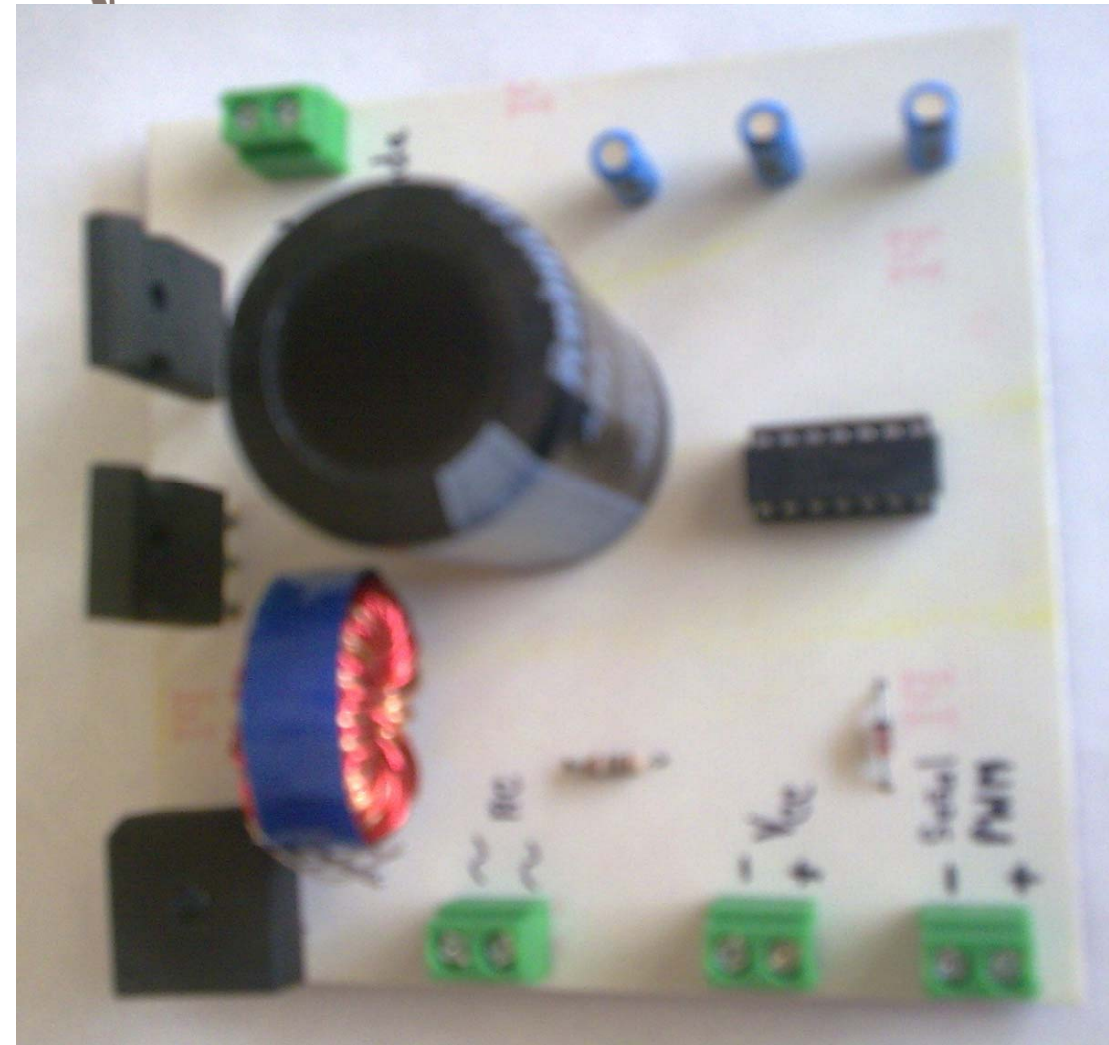
Motor Síncrono IP

Primo-Motor



Rectificador y Convertidor CD/CD y CD/CA

25, 26 y 27 de mayo



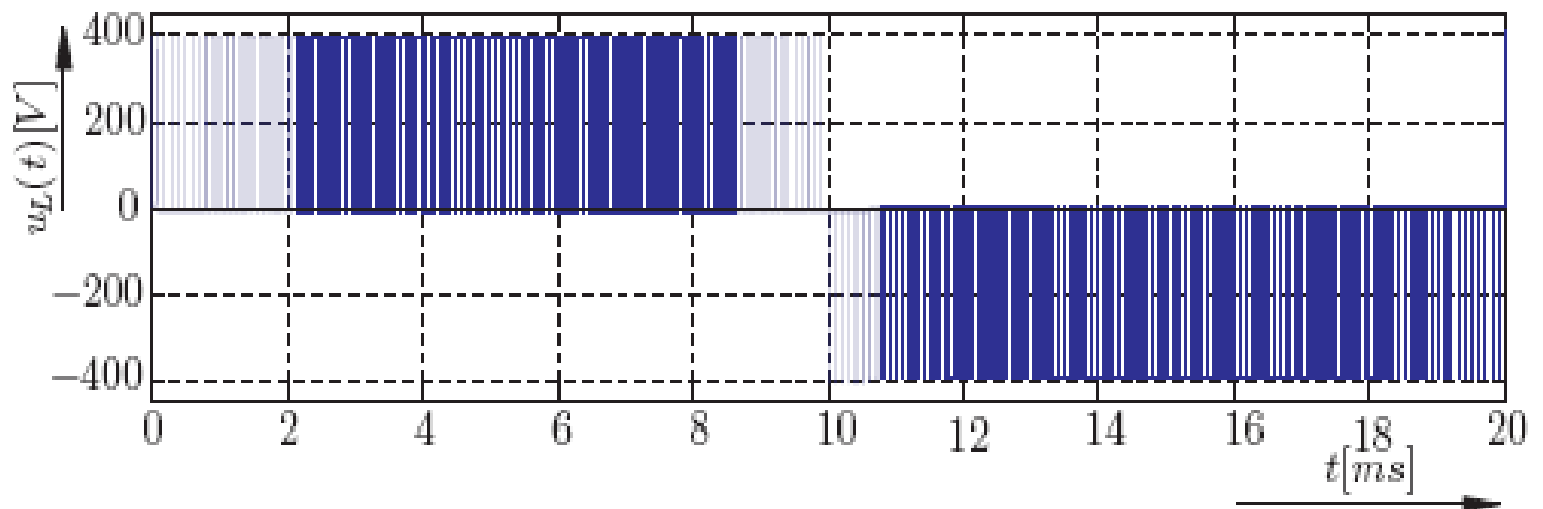
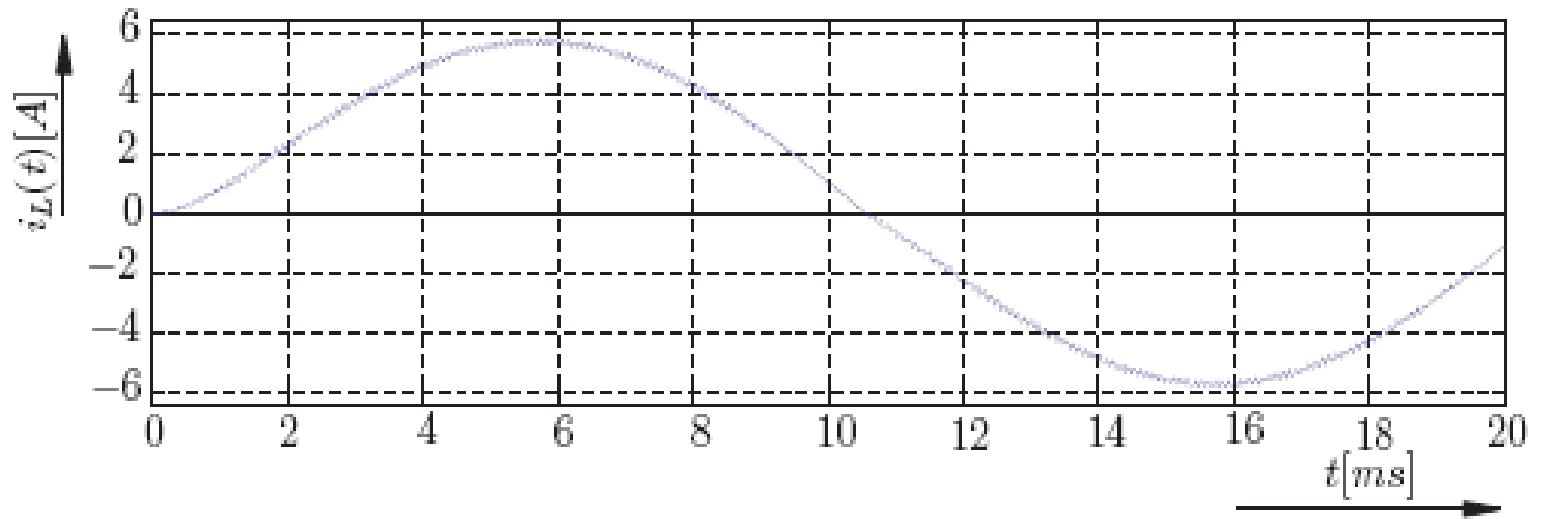
Controlador Digital DSP-Based

25, 26 y 27 de mayo



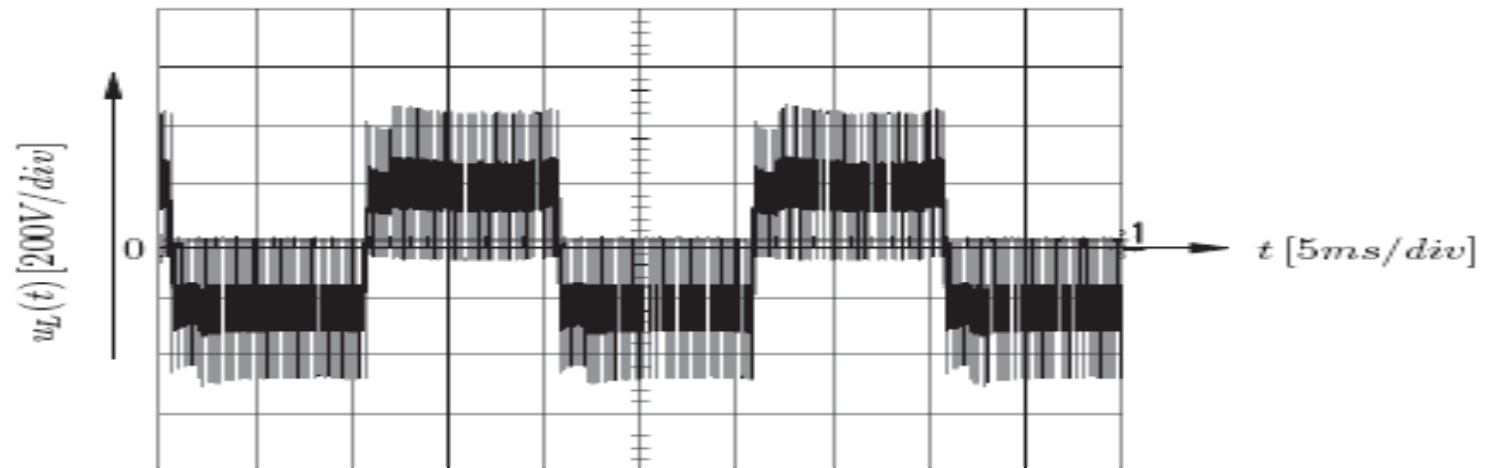
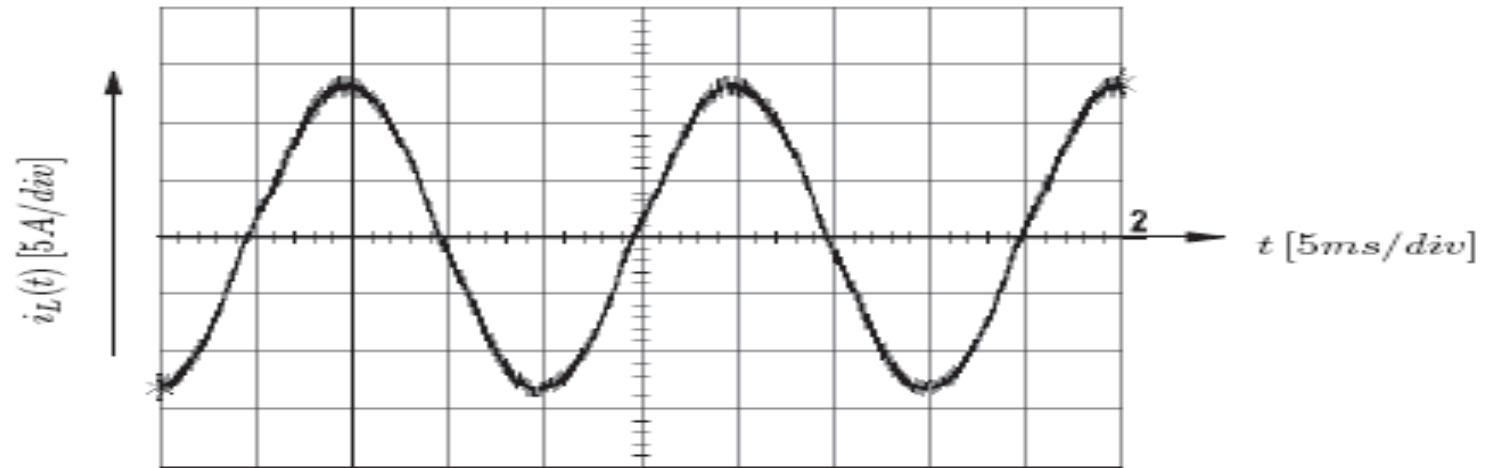
Resultados Simulados, Corriente y Voltaje en la Carga (RL)

25, 26 y 27 de mayo



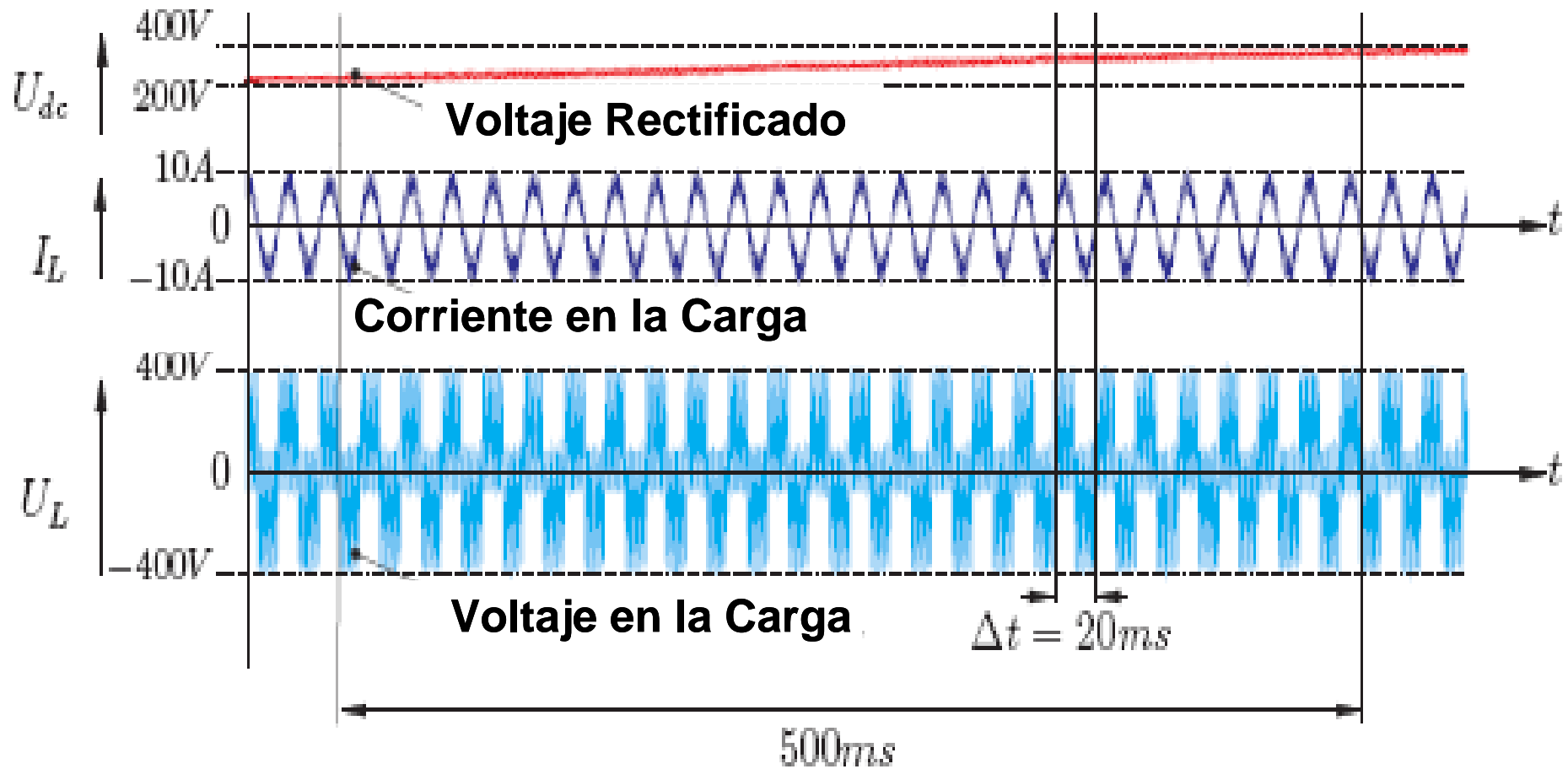
Resultados Experimentales, Corriente y Voltaje en la Carga (RL)

25, 26 y 27 de mayo



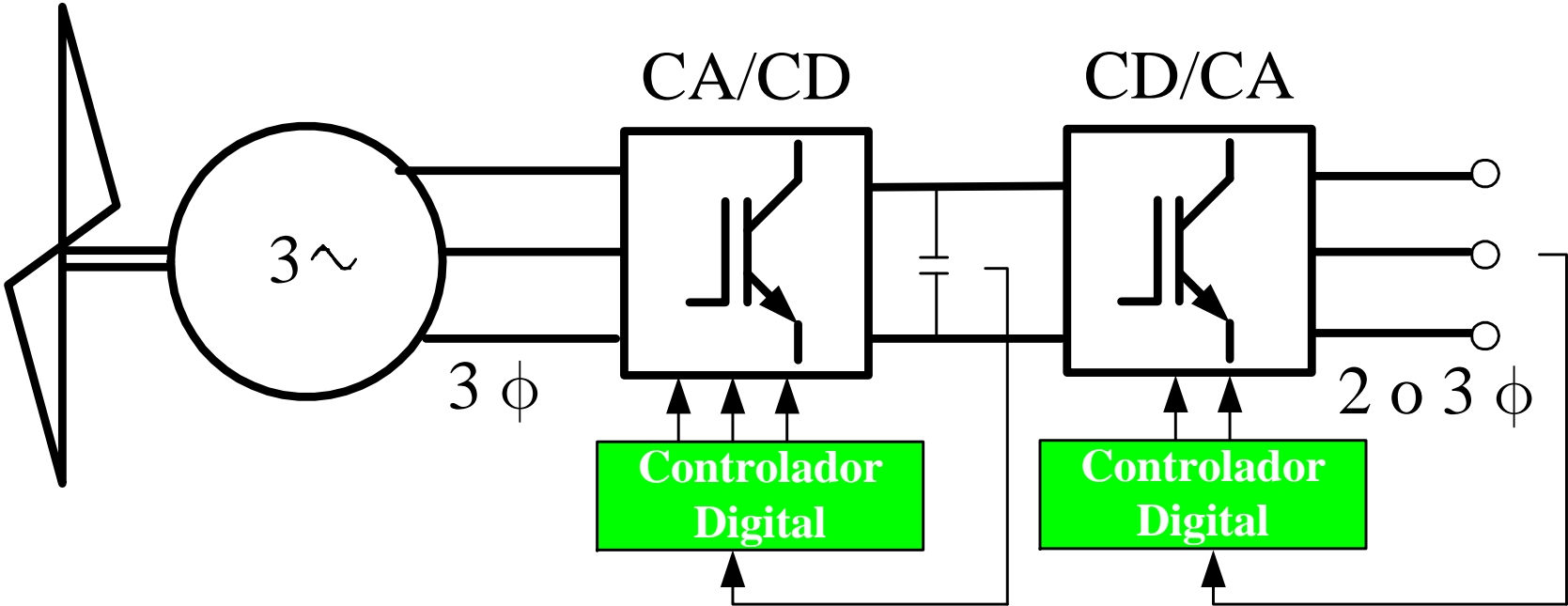
Resultados Experimentales, Corriente y Voltaje en la Carga (RL)

25, 26 y 27 de mayo



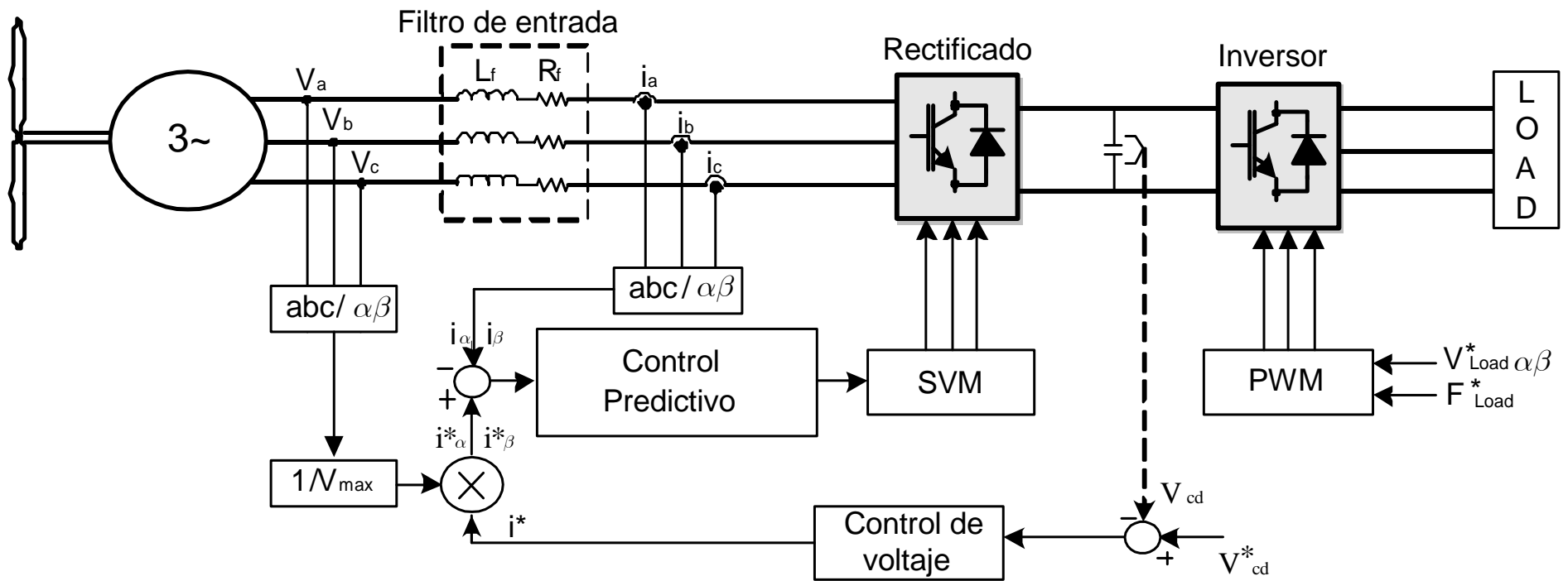
Convertidor CA/CD-CD/CA

25, 26 y 27 de mayo



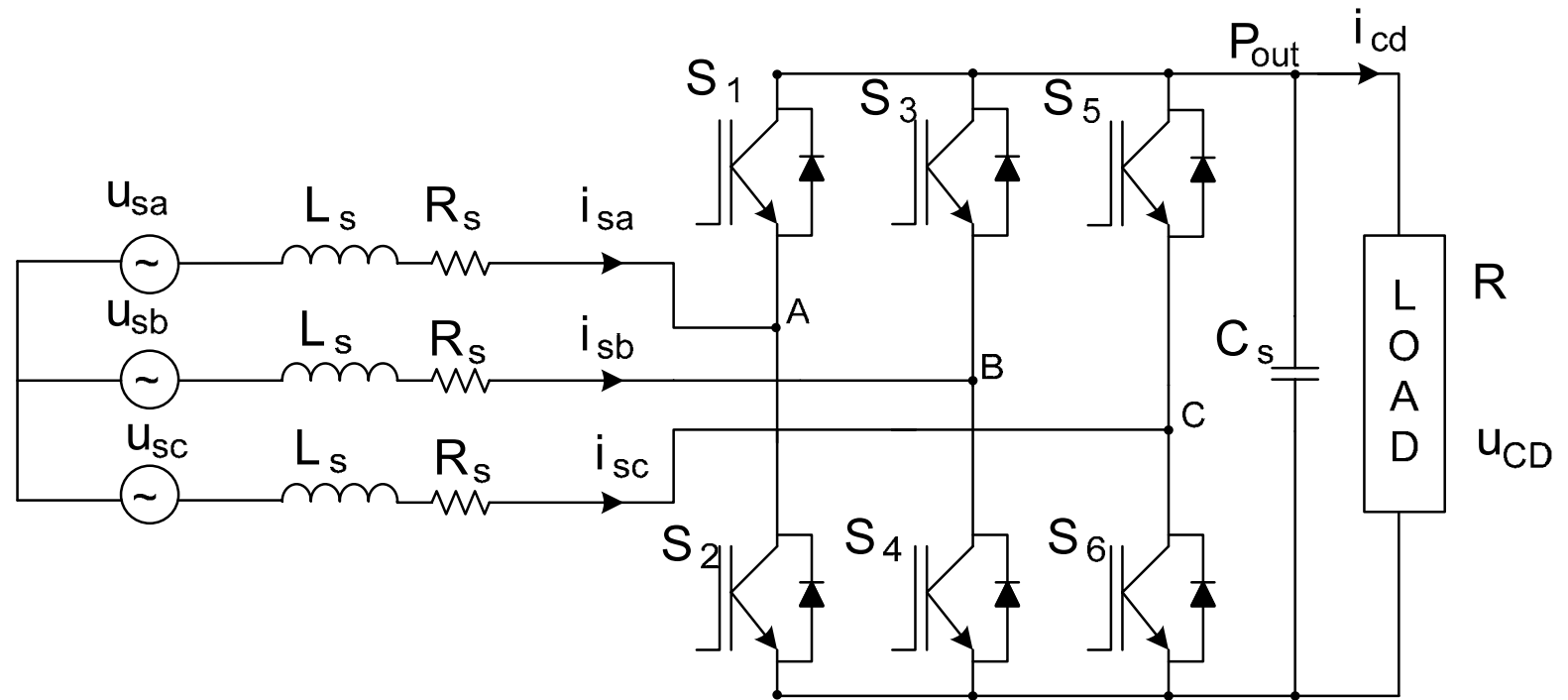
Convertidor de Potencia Propuesto (2)

25, 26 y 27 de mayo



Topología del Rectificador Trifásico

25, 26 y 27 de mayo



Ecuaciones en tiempo continuo del lado de CA

25, 26 y 27 de mayo

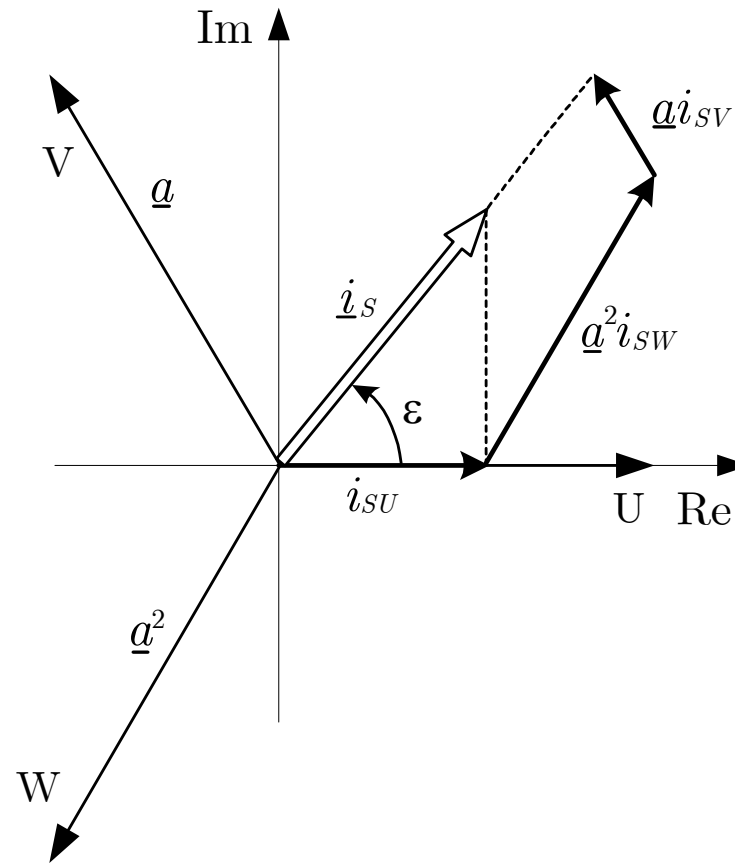
$$\begin{bmatrix} L_S \frac{d}{dt} i_{Sa} \\ L_S \frac{d}{dt} i_{Sb} \\ L_S \frac{d}{dt} i_{Sc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_S & 0 & 0 \\ 0 & -R_S & 0 \\ 0 & 0 & -R_S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{Sa} \\ i_{Sb} \\ i_{Sc} \end{bmatrix} -$$

$$\frac{V_{dc}}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{ca} \\ V_{cb} \\ V_{cc} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{Sa} \\ V_{Sb} \\ V_{Sc} \end{bmatrix}$$



Ecuaciones de transformación

25, 26 y 27 de mayo



$$\underline{i}_{S\alpha} = \underline{i}_{SU} \quad \underline{i}_{S\beta} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot (\underline{i}_{SV} - \underline{i}_{SW})$$



Ecuaciones en tiempo discreto del lado de CA

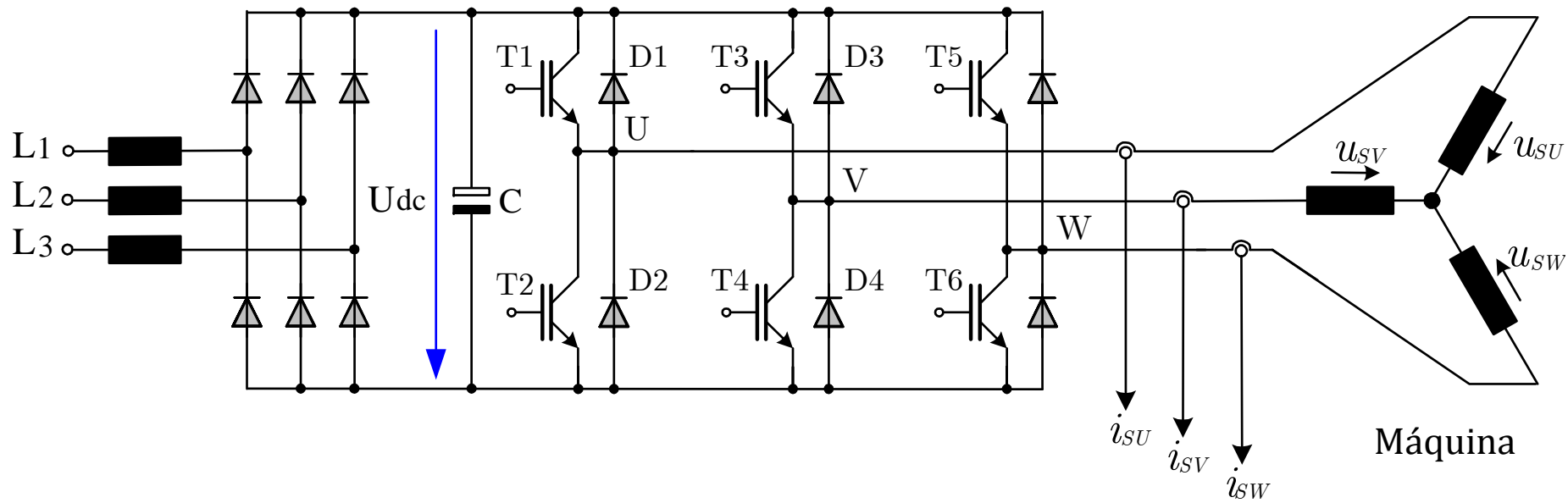
25, 26 y 27 de mayo

$$\begin{bmatrix} V_{R\alpha}(k) \\ V_{R\beta}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_s & 0 \\ 0 & -R_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha(k) \\ i_\beta(k) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_s \frac{d}{dt} \frac{i_\alpha^*(k+1) - i_\alpha(k)}{T_s} \\ L_s \frac{d}{dt} i_\beta \frac{i_\beta^*(k+1) - i_\beta(k)}{T_s} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_\alpha(k) \\ V_\beta(k) \end{bmatrix}$$



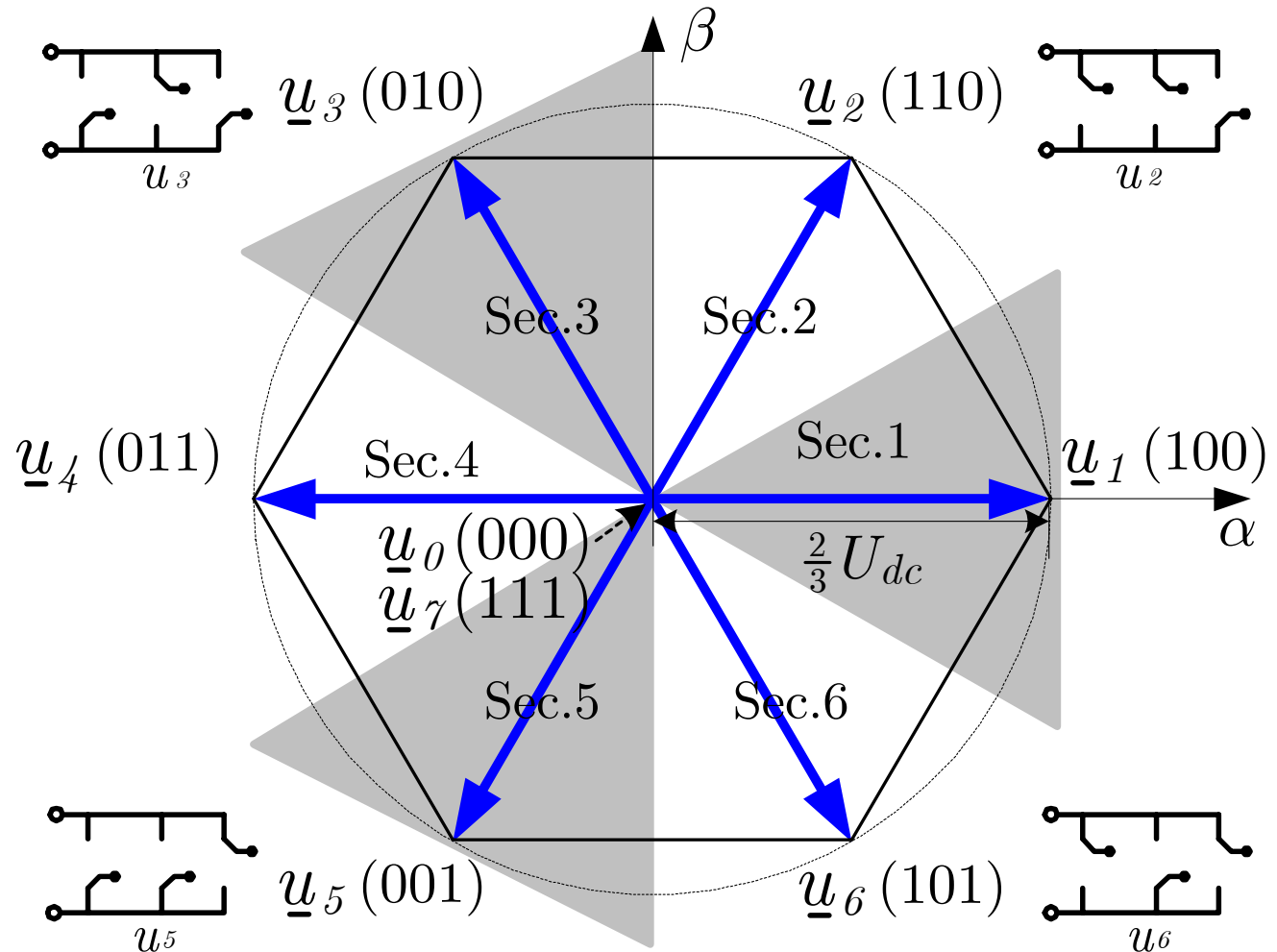
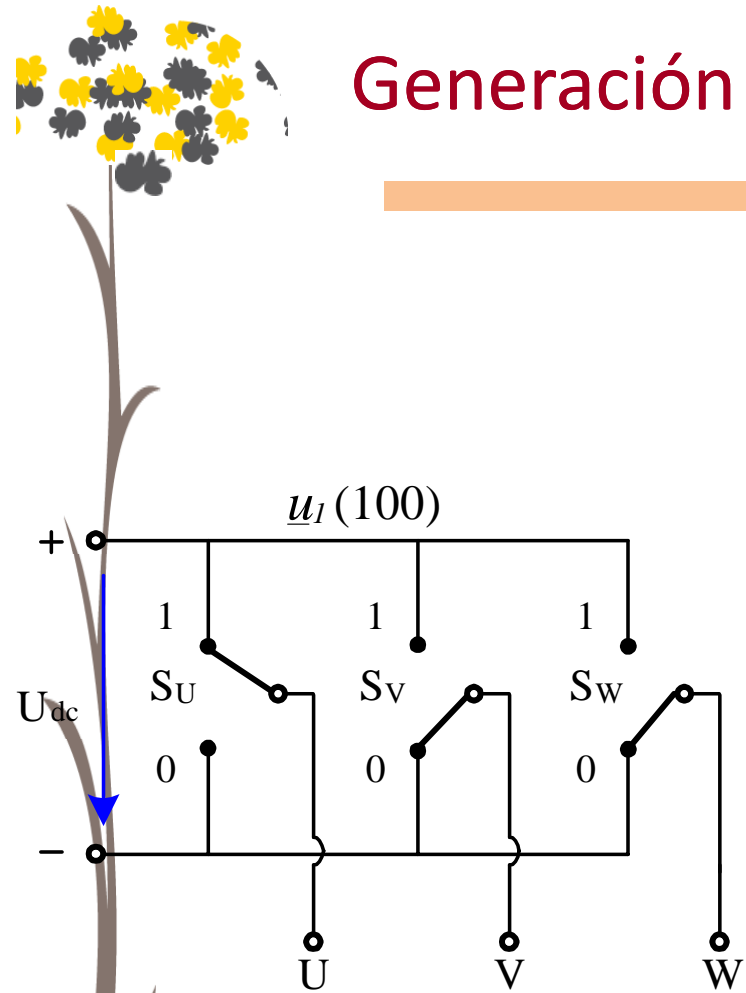
Convertidor de Potencia Trifásico

25, 26 y 27 de mayo



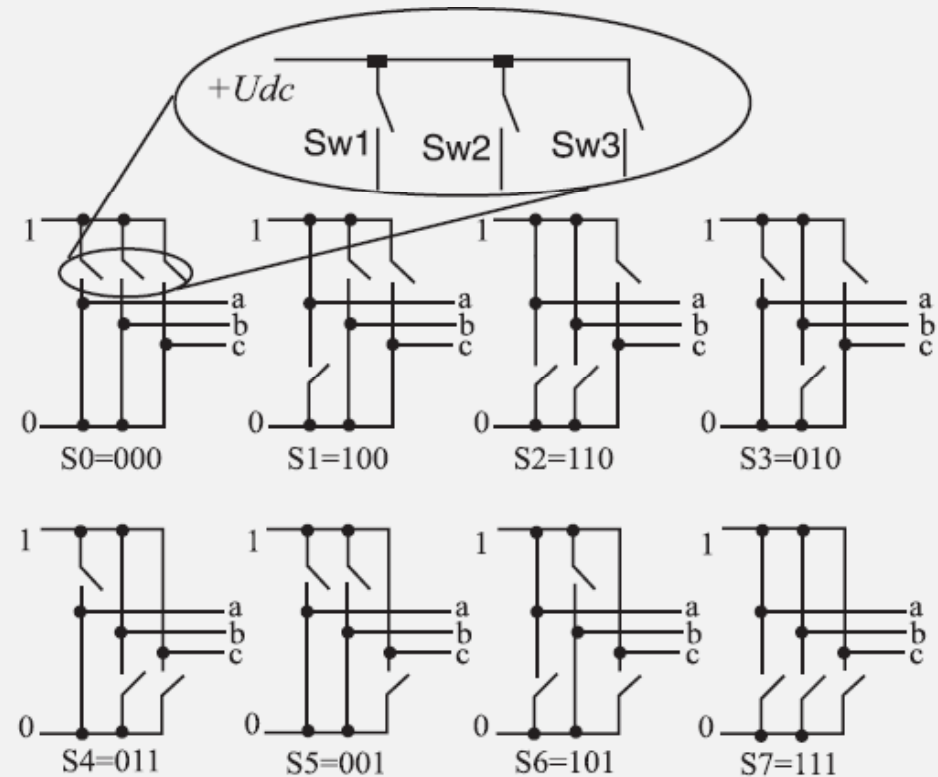
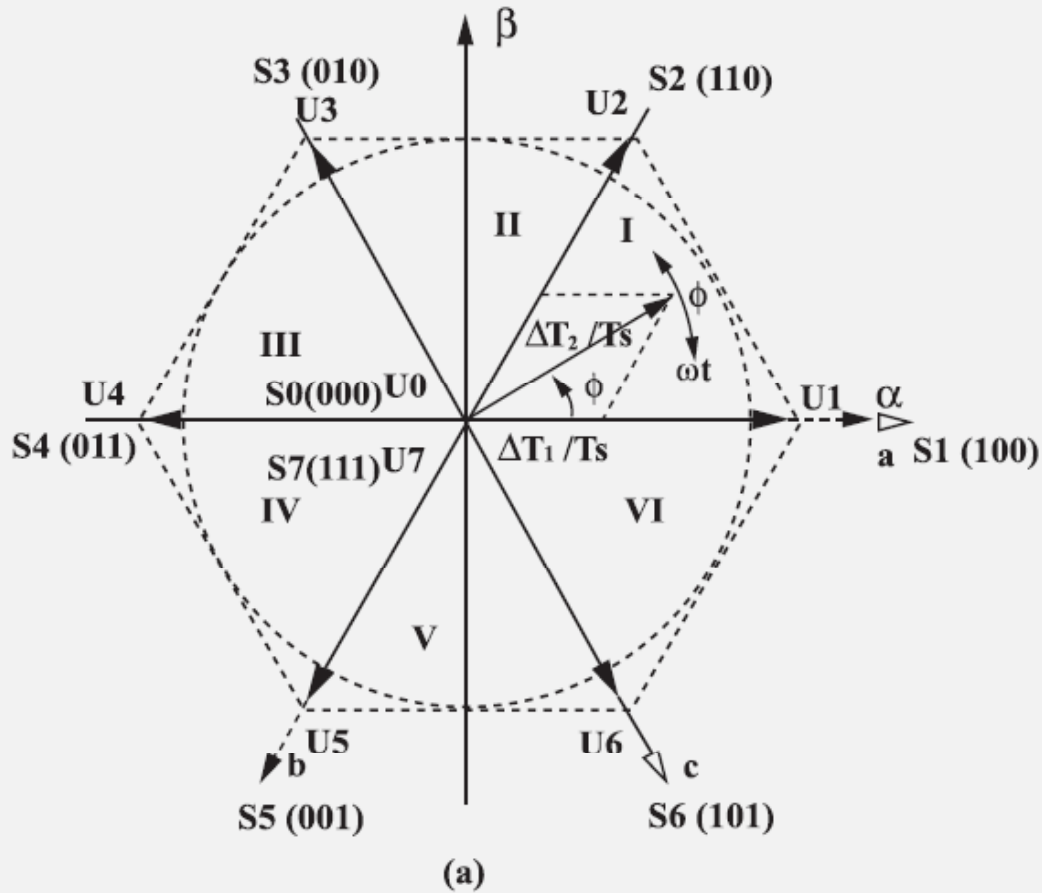
Generación de Ocho Voltajes Espaciales de Voltaje

25, 26 y 27 de mayo



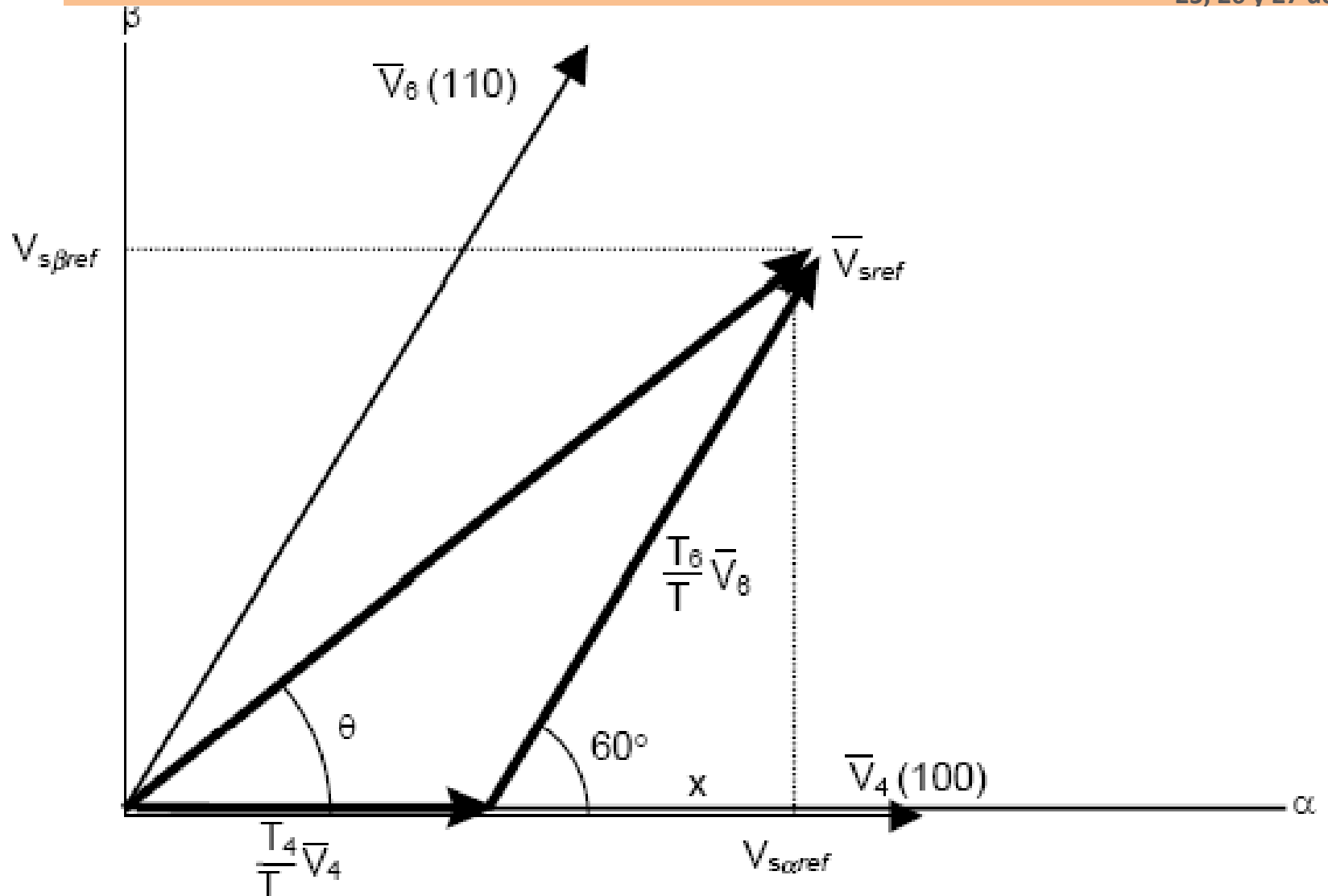
Modulación de Vector Espacial (Space Vector Modulation)

25, 26 y 27 de mayo



Modulación de Vector Espacial (Space Vector Modulation)

25, 26 y 27 de mayo



Modulación de Vector Espacial (Space Vector Modulation)

25, 26 y 27 de mayo

$$\begin{cases} T = T_4 + T_6 + T_0 \\ \vec{V}_{sref} = \frac{T_4}{T} \vec{V}_4 + \frac{T_6}{T} \vec{V}_6 \end{cases} \quad \begin{cases} V_{s\beta ref} = \frac{T_6}{T} \|\vec{V}_6\| \cos(30^\circ) \\ V_{s\alpha ref} = \frac{T_4}{T} \|\vec{V}_4\| + x \\ x = \frac{V_{s\beta ref}}{\operatorname{tg}(60^\circ)} \end{cases}$$

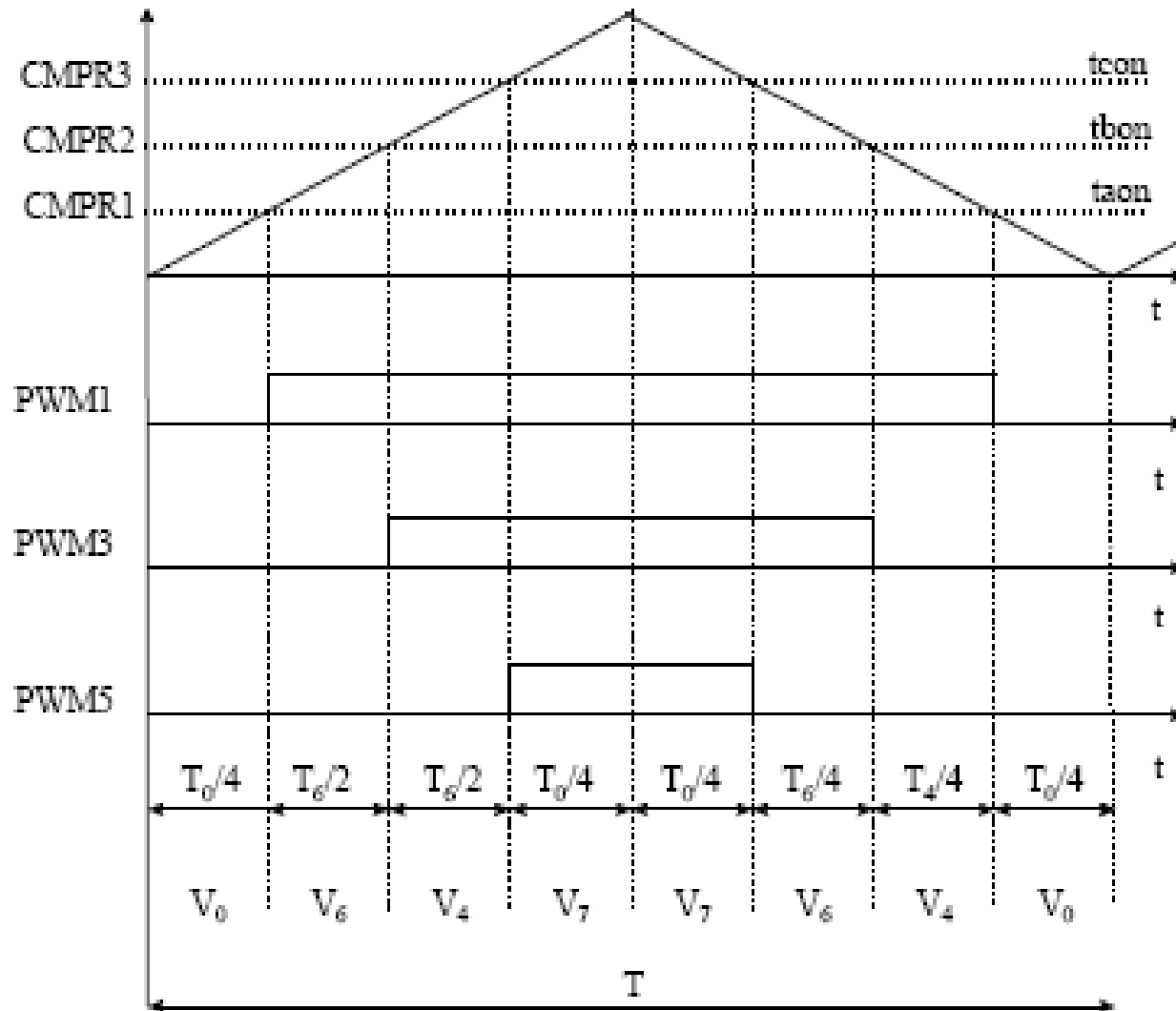
$$T_4 = \frac{T}{2V_{DC}} (3V_{s\alpha ref} - \sqrt{3}V_{s\beta ref})$$

$$T_6 = \sqrt{3} \frac{T}{V_{DC}} V_{s\beta ref}$$



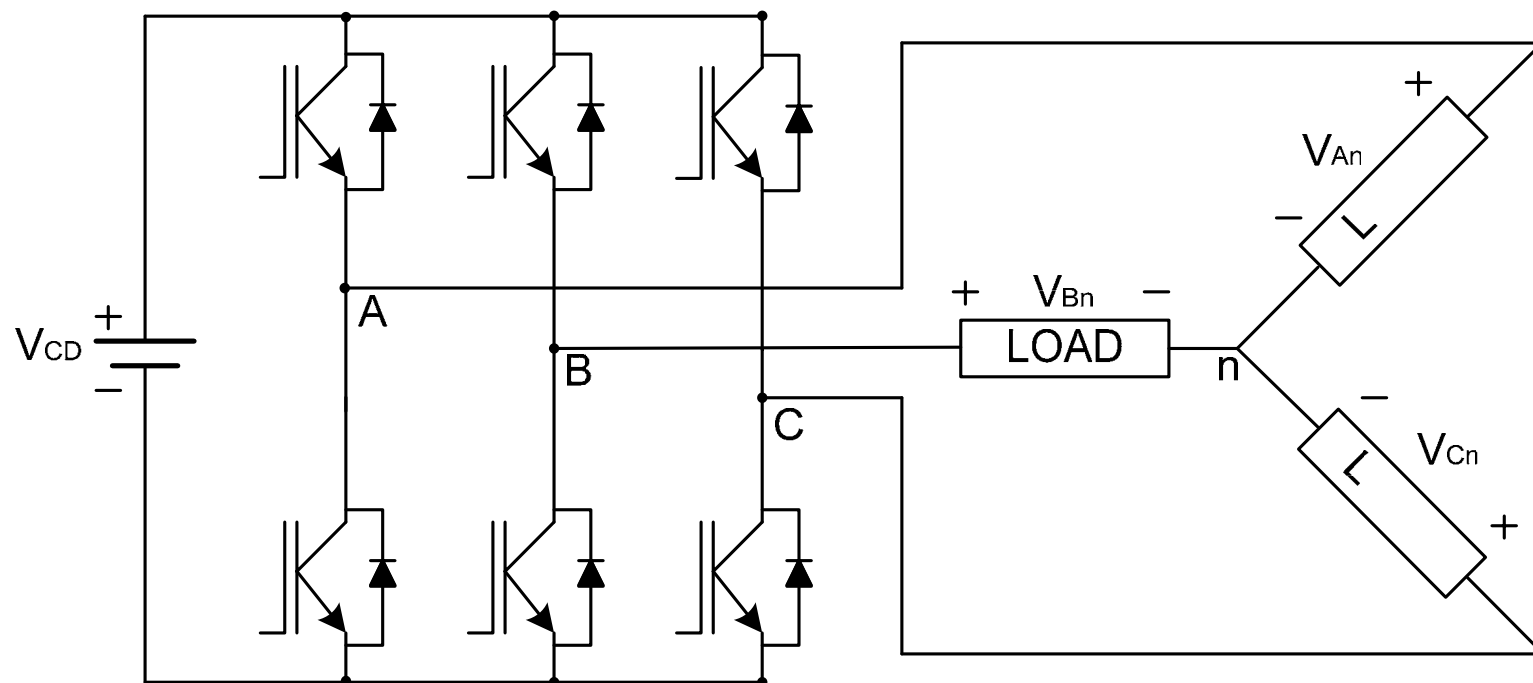
Modulación de Vector Espacial (Space Vector Modulation)

25, 26 y 27 de mayo



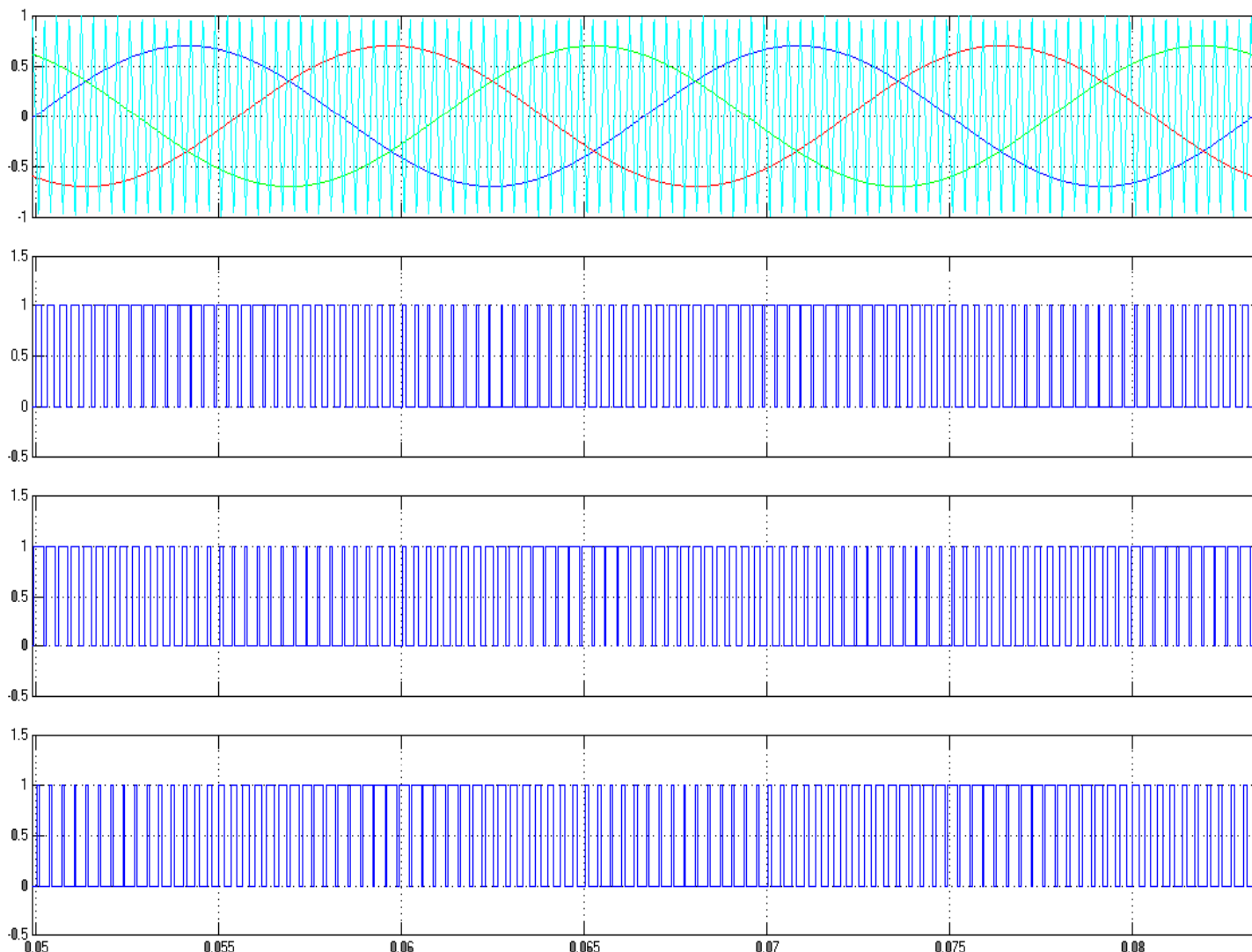
Inversor Trifásico

25, 26 y 27 de mayo



Generación de Pulsos Para Tres Fases

25, 26 y 27 de mayo

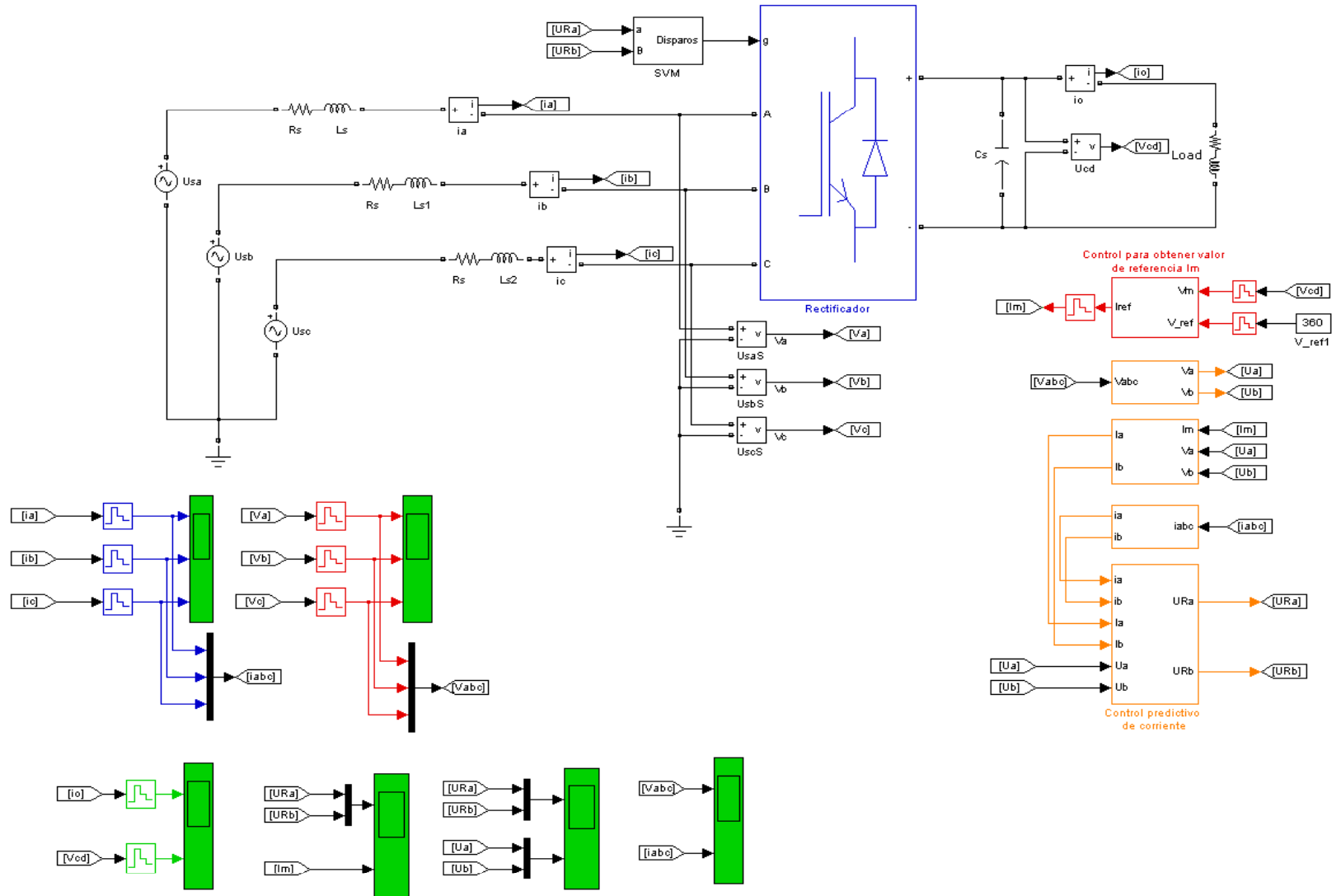


Time offset: 0



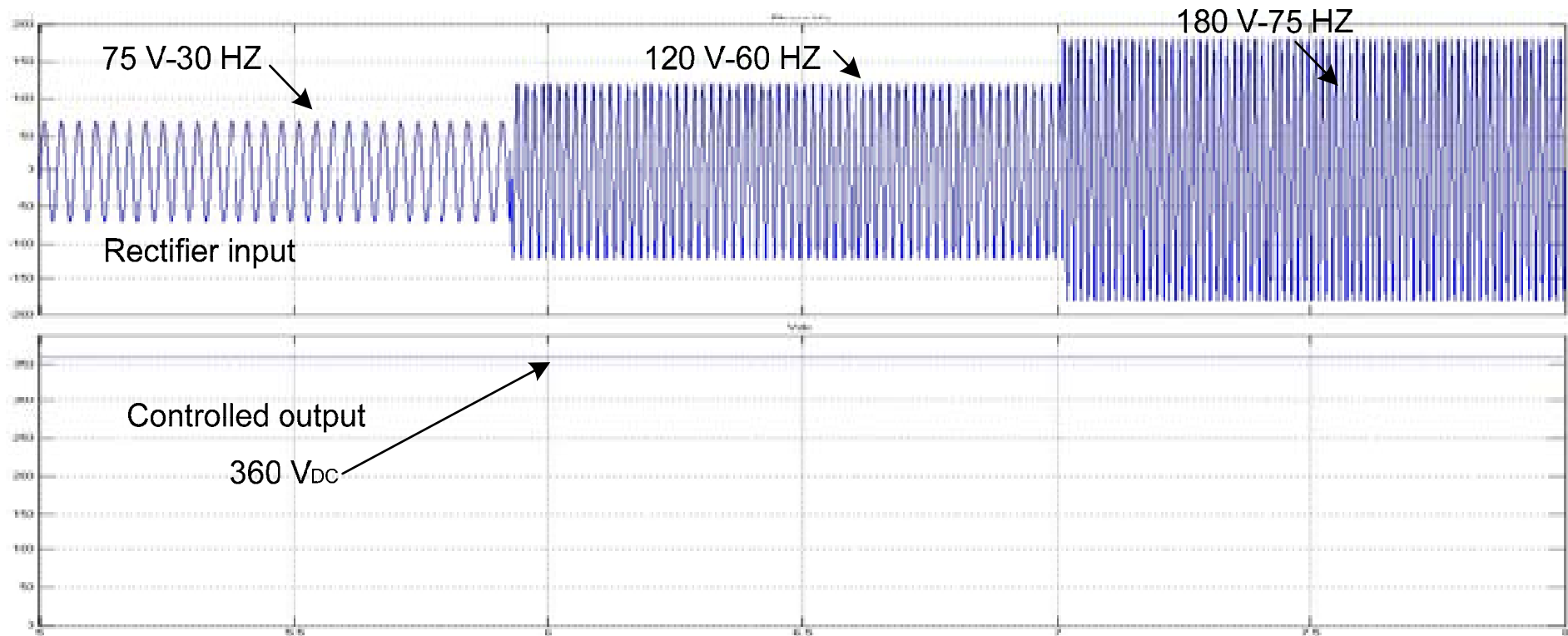
Programa en SIMULINK (Rectificador)

25, 26 y 27 de mayo



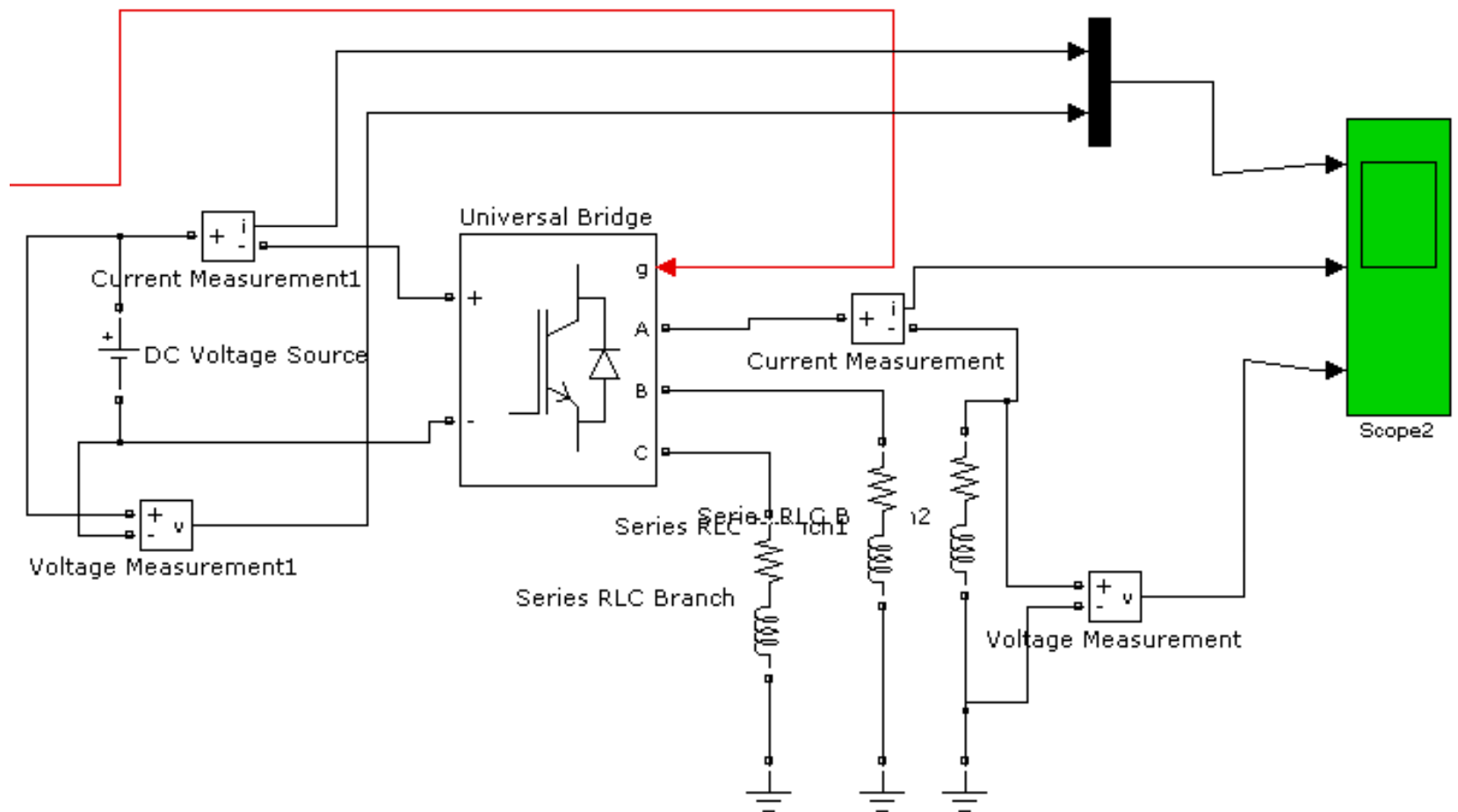
Resultados Simulados

25, 26 y 27 de mayo



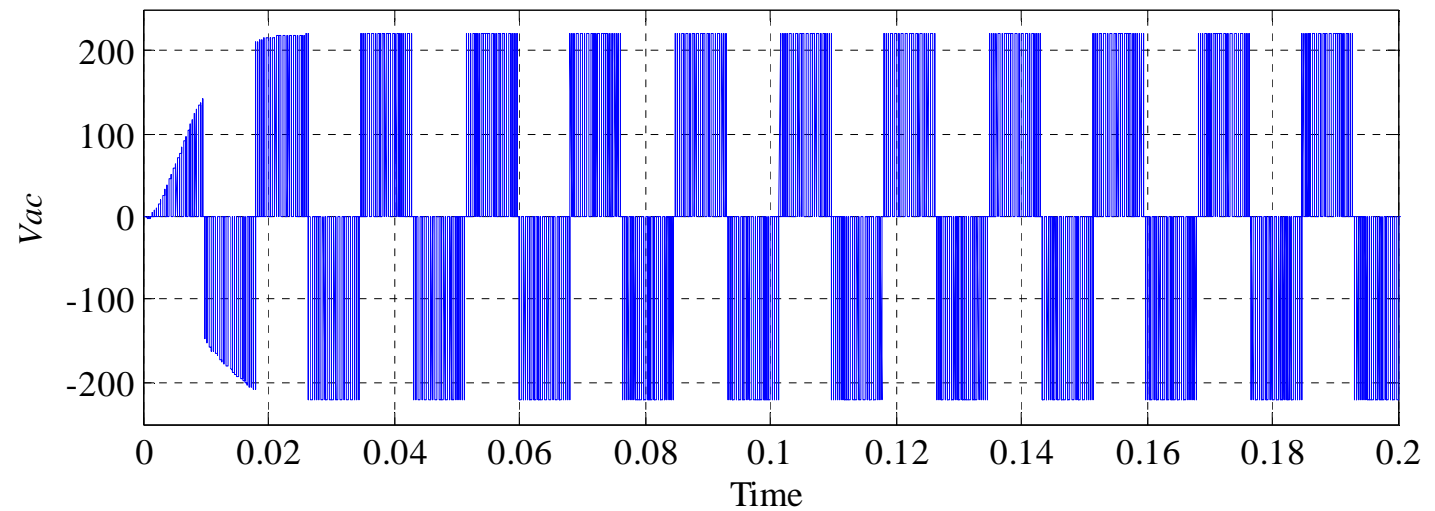
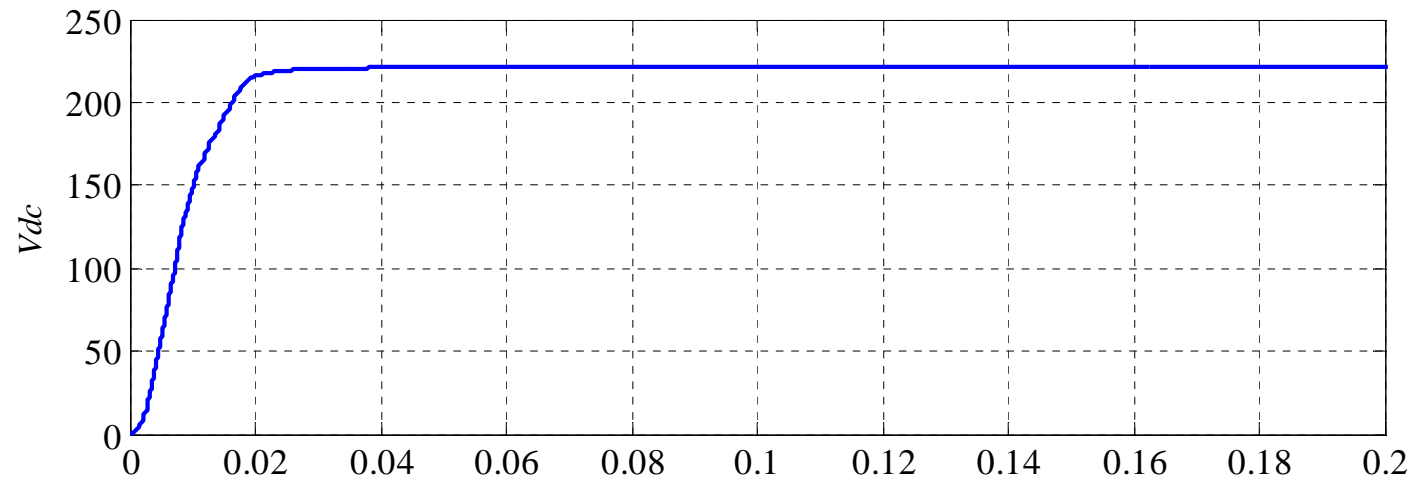
Programa en SIMULINK (Inversor)

25, 26 y 27 de mayo



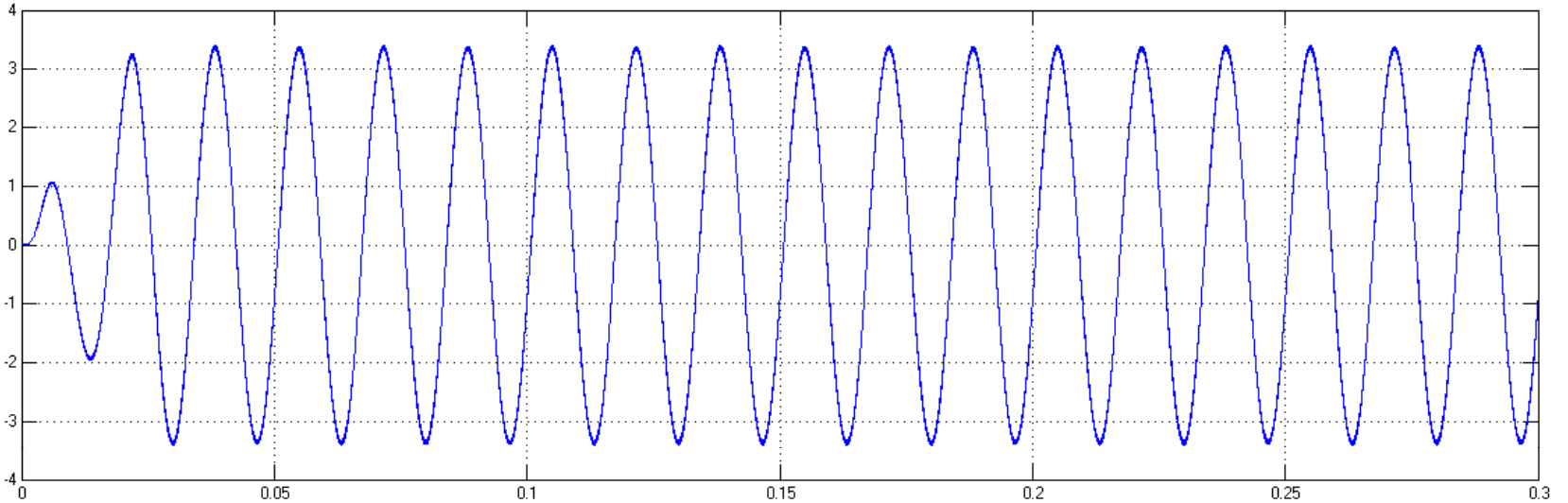
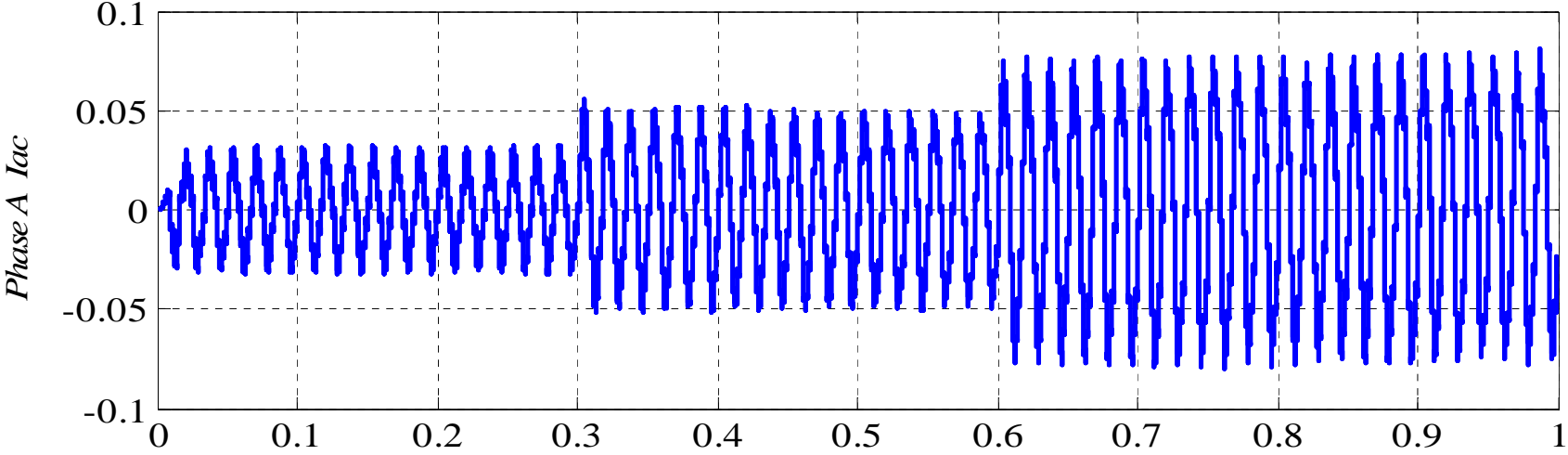
Salida de Voltaje

25, 26 y 27 de mayo



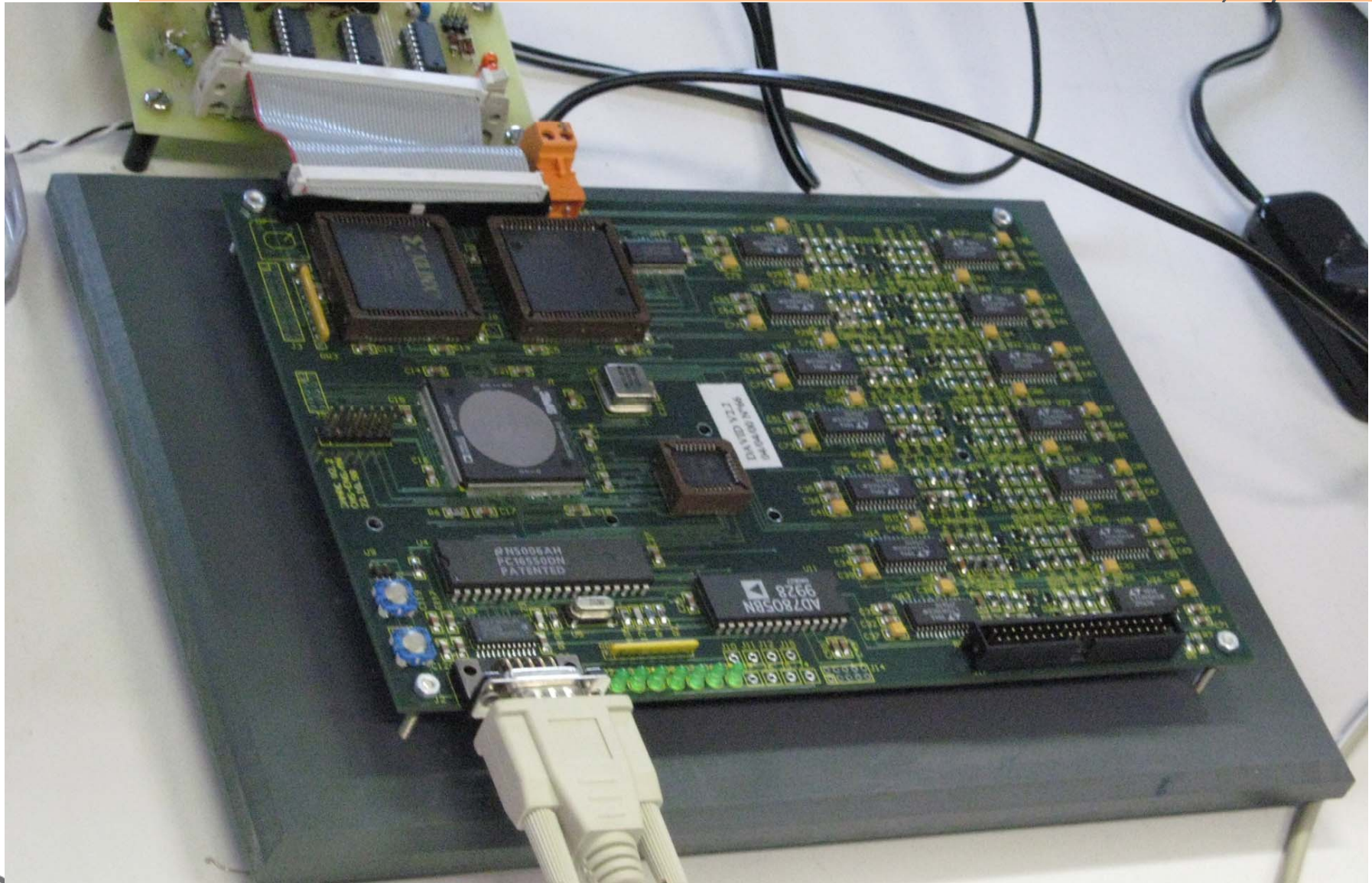
Salida de Corriente

25, 26 y 27 de mayo



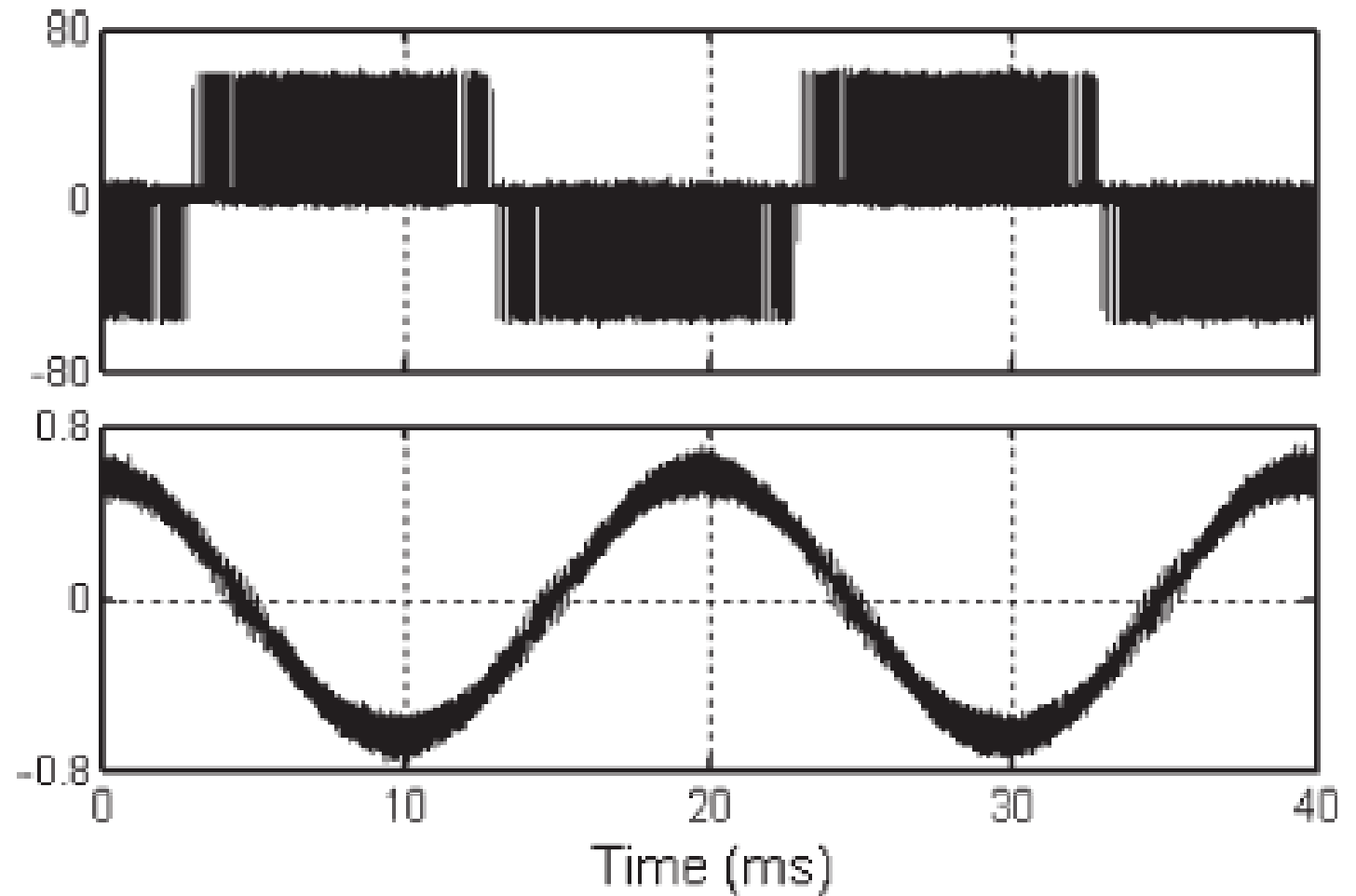
Controlador Digital DSP-FPGA-Embedded

25, 26 y 27 de mayo



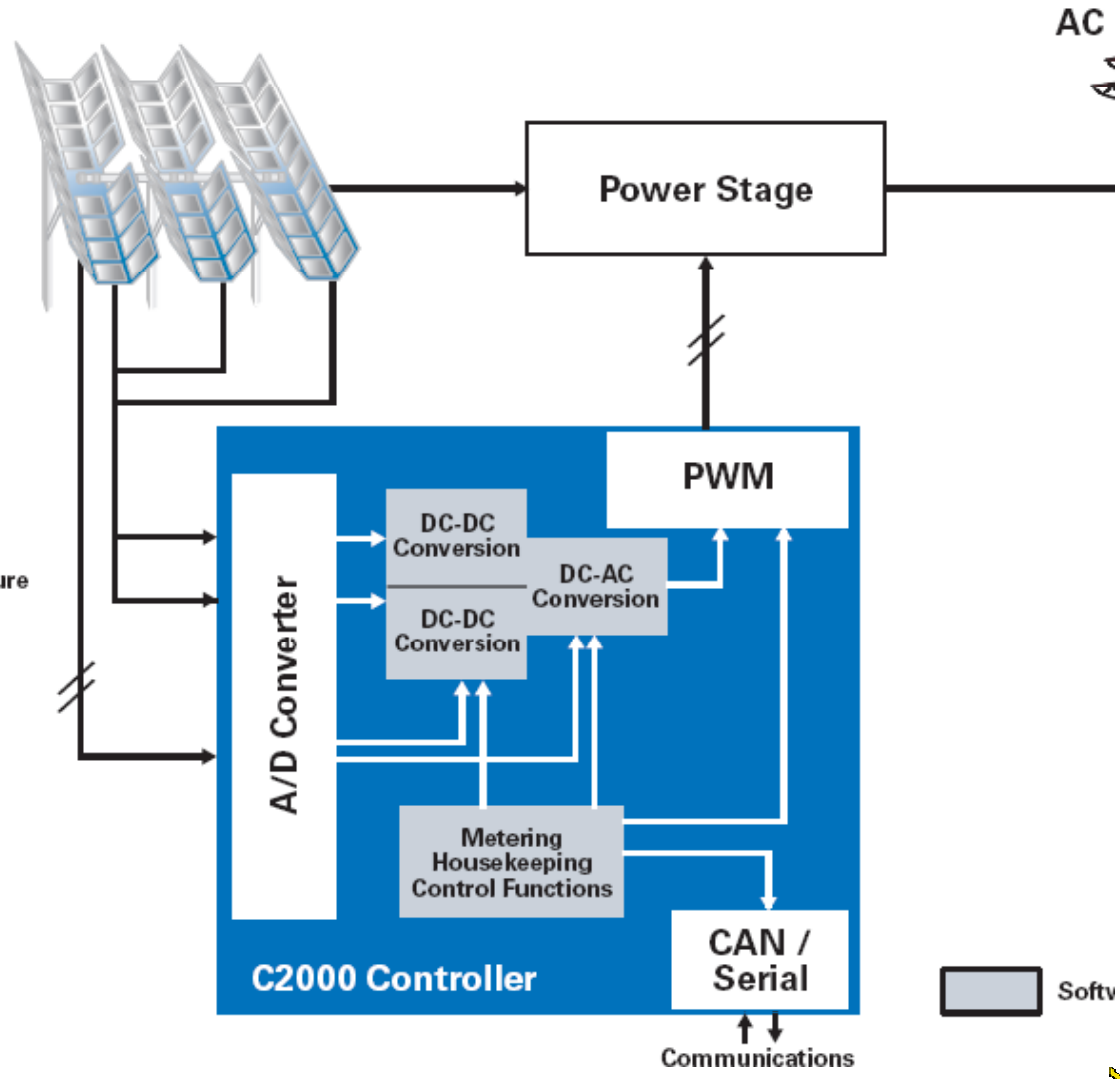
Resultados Experimentales, Corriente y Voltaje en la Carga (RL)

25, 26 y 27 de mayo



Energía Solar

25, 26 y 27 de mayo



- Cell voltage
- Cell temperature
- Ambient temperature
- Metering counter



Índice

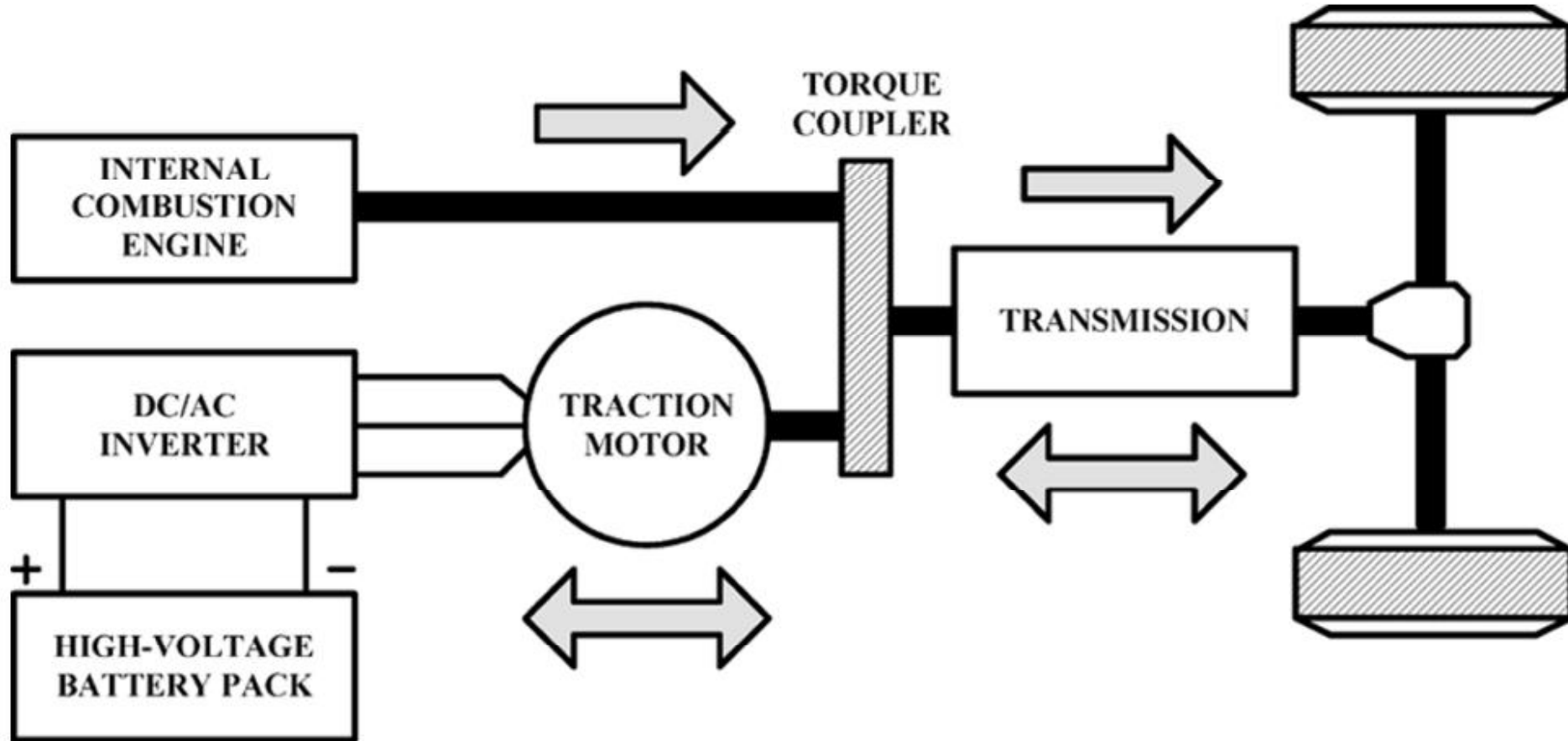
25, 26 y 27 de mayo

- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs para Aplicaciones de Baja Tensión
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



Automóvil Híbrido

25, 26 y 27 de mayo



Automóvil Híbrido o Totalmente Eléctrico

25, 26 y 27 de mayo



CUDI 2011
Reunión de Primavera
Manzanillo, Colima



Recarga a partir de fuentes renovables

25, 26 y 27 de mayo



CUDI 2011
Reunión de Primavera
Manzanillo, Colima



Transporte Urbano

25, 26 y 27 de mayo



Transporte Urbano

25, 26 y 27 de mayo



Índice

25, 26 y 27 de mayo

- Motivación
- Fuentes de Energía Renovables (FERs)
- Generación de Energía Eléctrica con FERs
- Problemas que se Presentan al usar las FERs
- Propuestas de Solución al usar FERs para Aplicaciones de Baja Tensión
- Aplicaciones en Sistemas Aislados
- Proyectos Futuros
- Comentarios Finales



Turbina Eólicas

25, 26 y 27 de mayo

aeroluz



Aeroluz Pro

Contacto: www.aeroluz.com viento@aeroluz.com Tel. 52 (81) 83 00 42 86

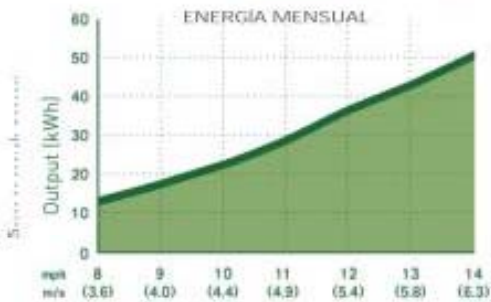
CUDI 2011
Reunión de Primavera
Manzanillo, Colima



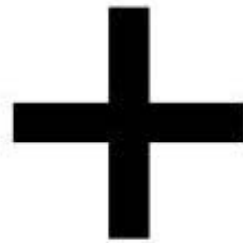
Visión a Futuro

25, 26 y 27 de mayo

Potencia promedio:
200 W @ 28 mph (12.5 m/s) - 45 kph



Velocidad del viento promedio anual



Híbrido

Generación de energía
diurna y nocturna



Visión a Futuro

25, 26 y 27 de mayo

Esquema Actual



central generadora



consumidores



Esquema Futuro



central generadora



motogenerador



celdas de combustible

eficiencia en el consumo



baterías

eólica



carga remota



fotovoltaica





CONCLUSIONES

25, 26 y 27 de mayo



Investigación en



Nuevos semiconductores de potencia



Control



Electrónica



Nuevas aplicaciones



Tradición en el área



Inversión en laboratorios



Formación profesional a todo nivel





CONCLUSIONES

25, 26 y 27 de mayo



Campo interesante interdisciplinario



Exige vocación, aptitudes y una formación sólida en ingeniería



Hacen falta recursos humanos



Colaboración con la industria es imprescindible





Gracias

¿Preguntas?