

# LABORATORIO DE ANÁLISIS EN INGENIERÍA DE REACTORES NUCLEARES

La Energía en la Facultad de  
Ingeniería

## **Simuladores Académicos**

M.C. Edgar Salazar Salazar  
Departamento de Sistemas Energéticos  
Facultad de Ingeniería  
UNAM

CU 7 de Abril de 2016

# ¿Por que Enseñar la Energía Nuclear?

- 444 Plantas en Operación, 15% de la Producción de Electricidad
- 64 Plantas en Construcción
- 2 Reactores Nucleares, México

# ¿Que metodología utilizar para Enseñar la Energía Nuclear?

- Simuladores Académicos
- Pocos Recursos de Hardware
- Instalación sencilla en PC
- Interfaz Amigable del Simulador

# ¿ Qué es un simulador?

- Programa de software que reproduce el comportamiento de un fenómeno o un sistema en determinadas condiciones con el proposito de que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento.

# ¿ Cómo Se Clasifican Los Simuladores?

- De Entrenamiento de Alcance Completo
- De Entrenamiento Replica
- De Tarea Parcial
- De Enseñanza o Académicos.

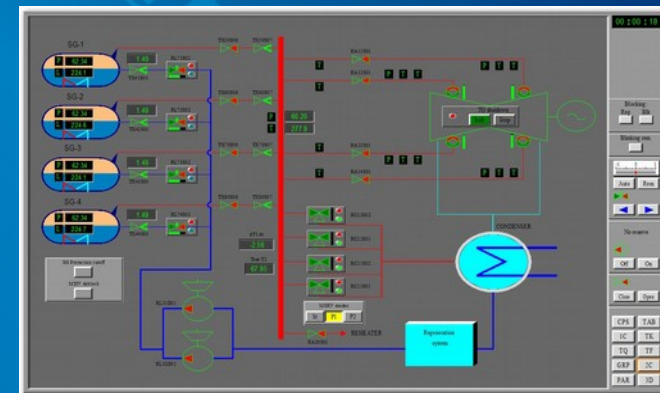
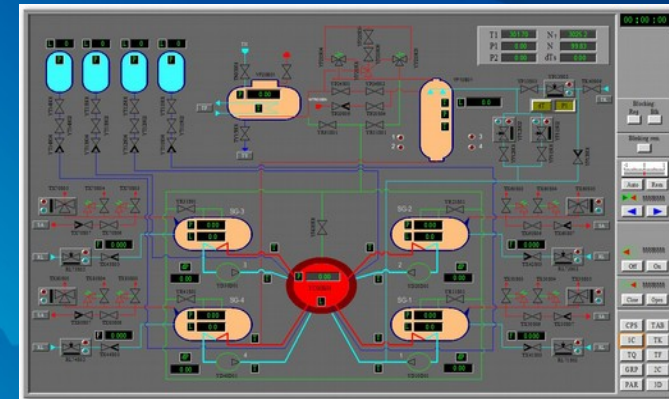
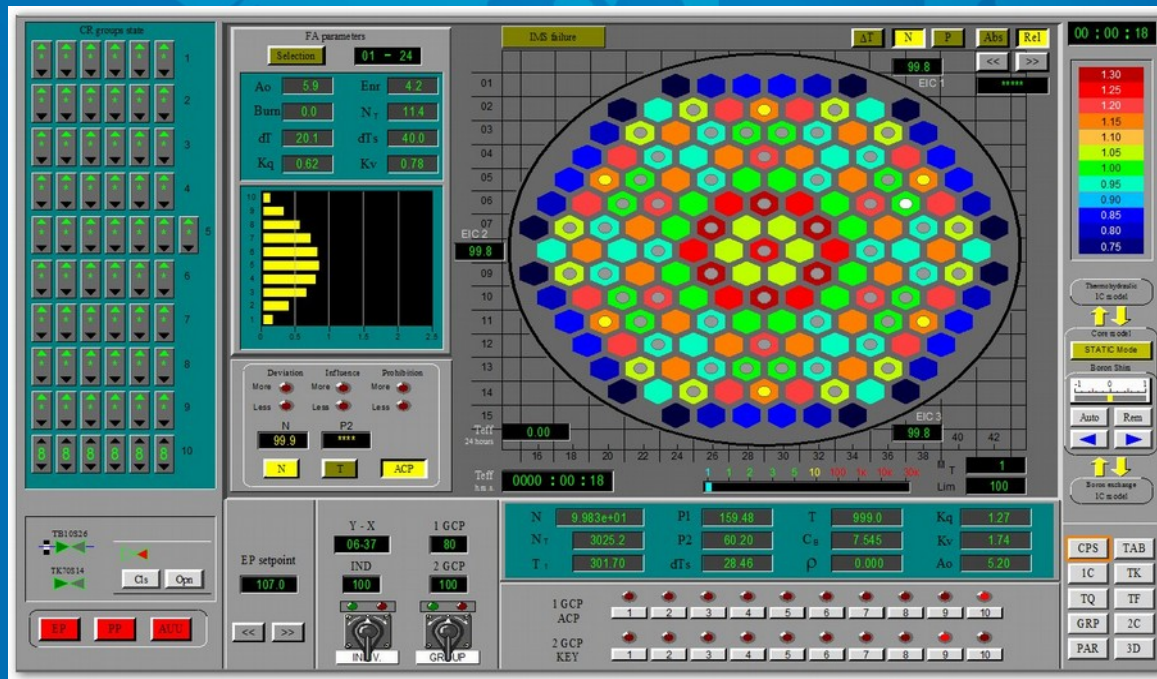
# Simuladores del OIEA

- Establecer un programa de simuladores para PC de Plantas Nucleares para la enseñanza.
- Objetivo: Enseñar la operación y respuesta a situaciones de Transitorios y Accidentes para una variedad de reactores nucleares.
- Los simuladores están limitados a características de respuesta general y no deben usarse para diseño, seguridad o entrenamiento de operadores.



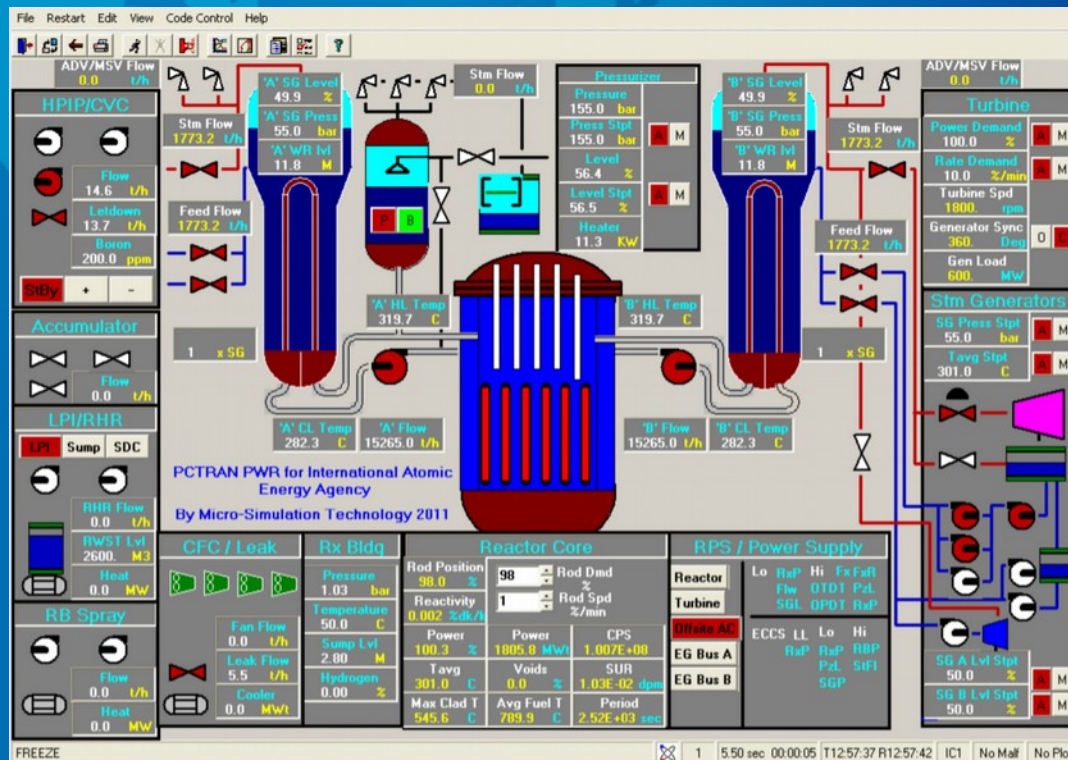
# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

- WWER-1000 realizado por Moscow Engineering and Physics Institute, Rusia.



# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

- PWR Genérico de 600 Mwe de 2 lazos del tipo Westinghouse, KWU o Framatome. Realizado por Micro Simulation Technology USA.





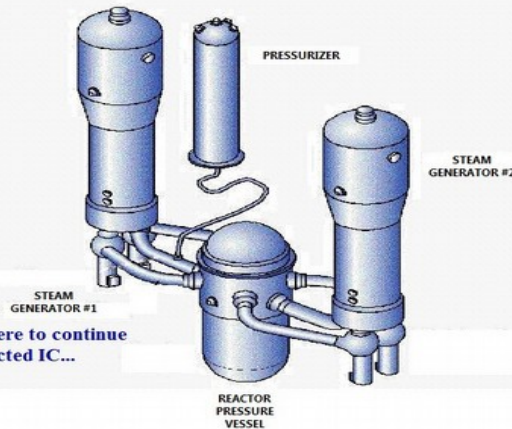
# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

PWR Avanzado de 600 Mwe similar al Westinghouse AP-600. Realizado por Cassiopeia Technologies Inc. (CTI) Canada.

## IAEA Generic Pressurized Water Reactor Simulator



Click anywhere to continue with the selected IC...



Select an IC to load:

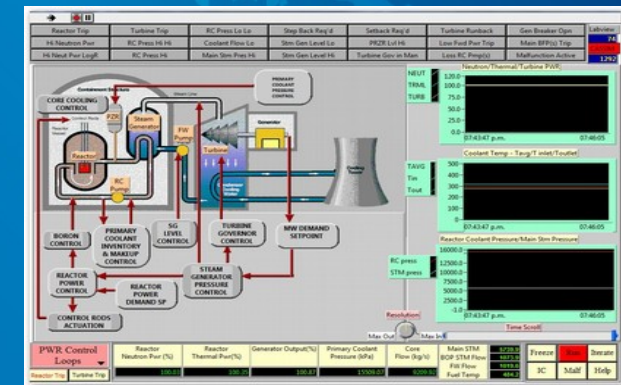
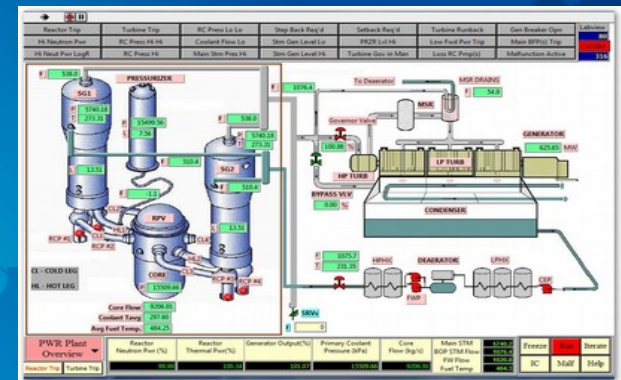
- Full Power
- 68% FP
- 10% FP
- Zero Power Hot - No Scram
- Zero Power Hot - After Scram
- Other...

IC Filename: FP\_100.IC

Developed by

Cassiopeia Technologies Inc.

About PWR Simulator



# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

- PHWR de 900 Mwe similar al CANDU-9. Realizado por CTI.

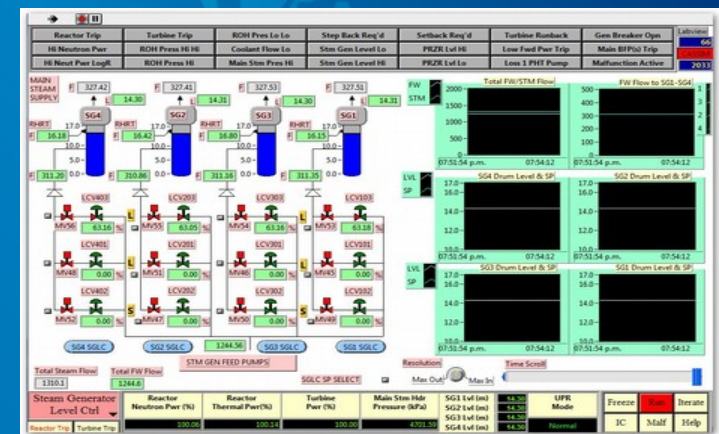
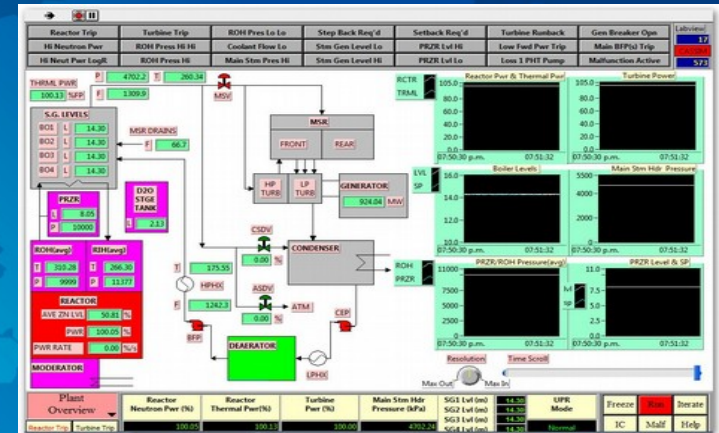
**GENERIC CANDU SIMULATOR**

Select an IC to load:  
 Full Power  
 68% FP  
 10% FP  
 Zero Power Hot  
 Zero Power Cold  
 Other...

IC Filename: FP\_100.IC

**CASSIOPEIA TECHNOLOGIES INC.**  
 Simulation and Control Solutions for a Competitive Edge

P2-R1  
 Courtesy of AECL





# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

- PHWR Avanzado , similar al ACR-700. Realizado por CTI.

**IAEA  
Advanced  
CANDU  
Reactor  
Simulator**

Click anywhere to continue with the selected IC...

Select an IC to load:

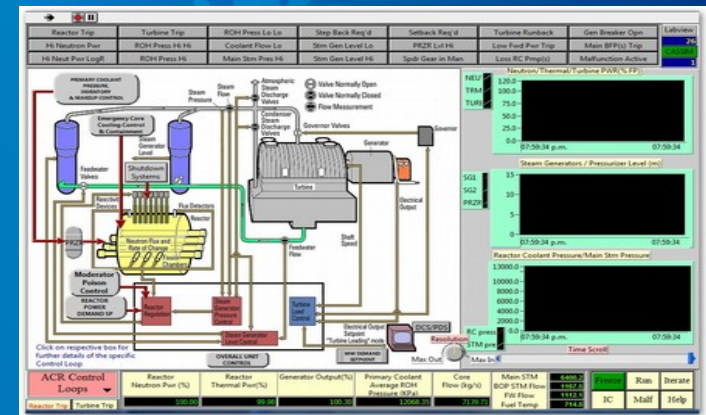
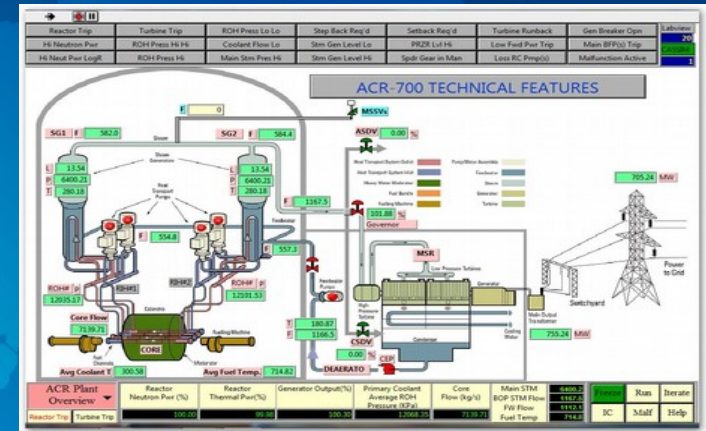
- Full Power
- 75% FP After Turbine Trip
- 10% FP
- Zero Power Hot - No Reactor Trip
- Zero Power Hot - After Reactor Trip
- Other...

IC Filename:

Developed by

Cassiopeia Technologies Inc.

Important - Click to read



# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

- ABWR Genérico de 1300 Mwe, incluye el modelado de la contención. Desarrollado por CTI.

## IAEA Generic Boiling Water Reactor Simulator

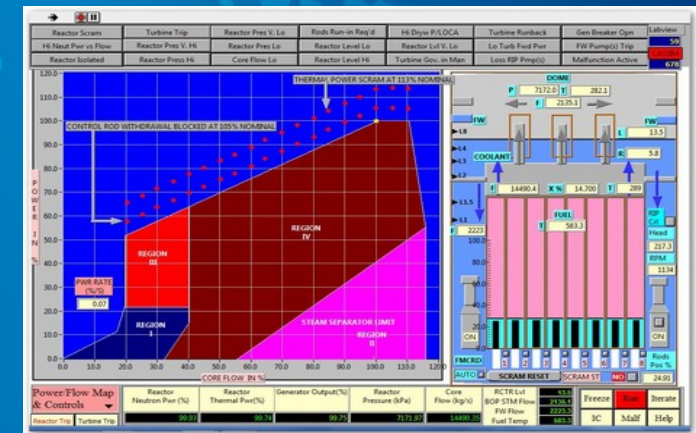
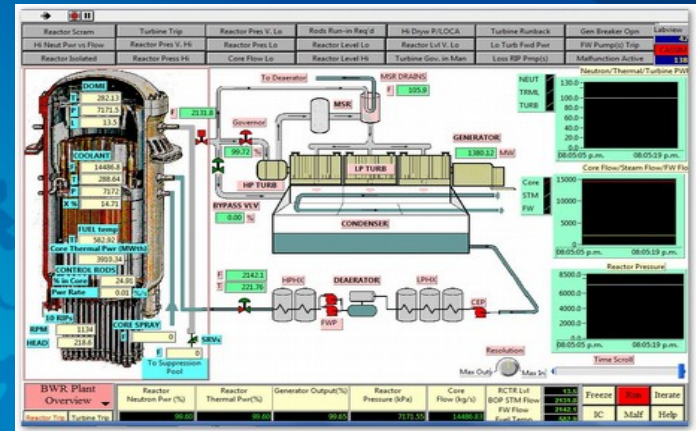
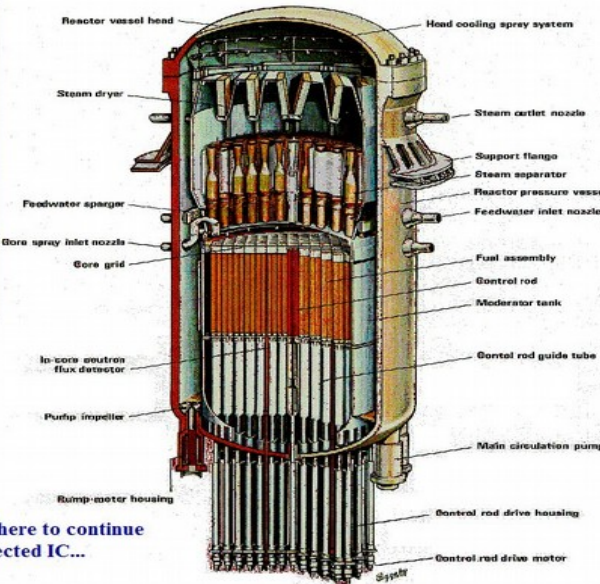


Select an IC to load:  
 Full Power  
 68% FP  
 10% FP  
 Zero Power Hot - No Scram  
 Zero Power Hot - After Scram  
 Other...

IC Filename: FP\_100.IC

Developed by **Cassiopeia Technologies Inc.** Important - Click to read

Click anywhere to continue with the selected IC...

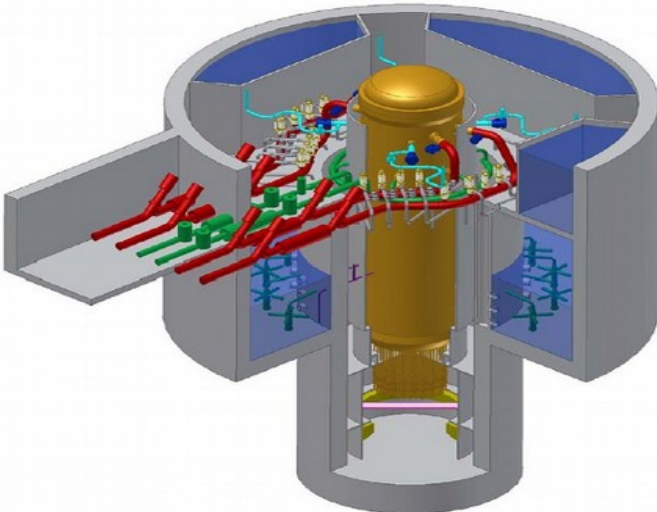





# Simuladores Incluidos Actualmente por el OIEA

- ESBWR el cuál representa al BWR pasivo de GE, desarrollado por CTI.

IAEA Simulator  
Boiling Water  
Reactor  
with Passive  
Safety





Select an IC to load:

- Full Power
- 68% FP
- 10% FP
- Zero Power Hot - No Scram
- Zero Power Hot - After Scram
- Other...

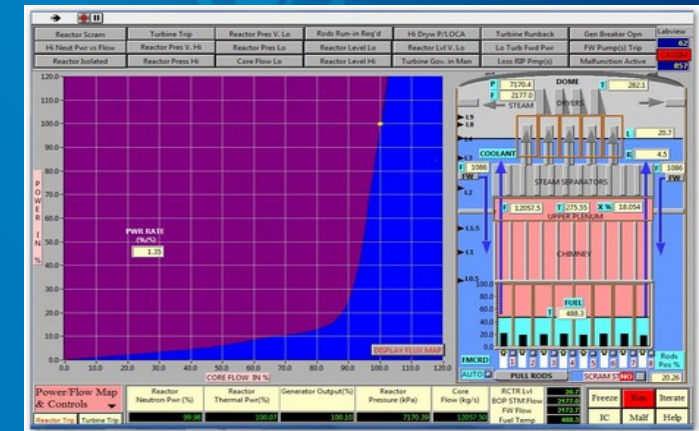
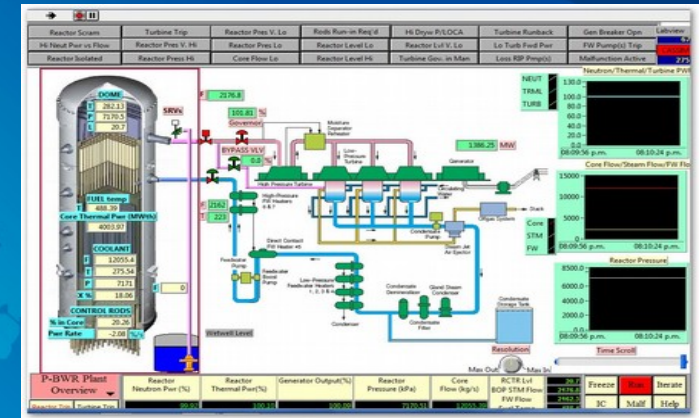
IC Filename:

Click anywhere to continue  
with the selected IC...

Developed by

**Cassioneia Technologies Inc.**

Important - Click to read



# En que se utilizan los Simuladores?

En clases:

Posgrado TRN

Reactores BWR y PWR

Operación Normal y Fallas

Licenciatura FEN

Reactor BWR

Operación Normal

# Proyectos y Tesis

Representación de Accidentes Clásicos de Reactores

-Accidente de la Isla de Tres Millas

-Accidente de Fukushima

# Accidente de la Isla de Tres Millas (TMI)

Accidente importante que cambió la Industria Nuclear

Alumno: Víctor Salvador Medina Solórzano

Reactor: AP-600

Descripción: Reactor PWR Avanzado de 600 MW

Alumno: Alonso López-Peniche Sordo

Reactor: WWER-1000

Descripción: Reactor Ruso Tipo PWR de 1000 MW.



# Accidente de la Isla de Tres Millas (TMI)

Alumno: Javier Barboza Torres

Reactor: Candu

Descripción: Reactor Candu Convencional de  
600 MW

Alumno: Francisco Javier Sequera Jiménez

Reactor: ACR-600

Descripción: Reactor Candu Avanzado de 600  
MW.

# Accidente de Fukushima

Alumno: Alejandra García Figueroa

Reactor: ABWR

Descripción: Reactor Avanzado de Agua en Ebullición.

Alumno: Carlos Alberto Peña Guerrero

Reactor: ESBWR

Descripción: Reactor Económico y Seguro de Agua en Ebullición.

# Accidente de Fukushima

A faint, light blue world map is visible in the background of the slide, centered behind the text.

Alumno: Laura Hernández González

Reactor: WWER-1000

Descripción: Reactor Ruso Tipo PWR de 1000  
MW.

# Temas de Tesis

Utilizando los Simuladores Académicos:

- Operación normal.
- Eventos Transitorios.
- Accidentes.
- Simulación de cogeneración.
- Captura de datos para uso de otros sistemas.
- Incorporar módulos de programación para aumentar el alcance.



# Situación Actual

- Nueva versión de Simuladores
- Se incluyen Simulador PWR Coreano
- Simulador de Alcance Parcial
  
- Curso "Training Course on Physics and Technology of Water Cooled Reactors through the Use of PC-based Simulators"

Trieste, Italy

16/02/2015 - 27/02/2015

# Gracias por su Atención

Información:

M.C. Edgar Salazar Salazar

Departamento de Sistemas Energéticos

Grupo de Ingeniería Nuclear (GRIN)

Tel: (777) 319-41-01

e-mail: [salelas@gmail.com](mailto:salelas@gmail.com)