



9th International Interdisciplinary Congress on Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics and Informatics

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX

Title: Thermodynamic Analysis of Nuclear Plants: A Virtual Perspective

Authors: Franco-Martínez, David and Sampayo-Meneses, Alberto

FES Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México 0000-0002-0464-8504 69978

FES Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México 0009-0001-4747-6861

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2024-01

BCIERMMI Classification (2024): 241024-0001

RNA: 03-2010-032610115700-14

Pages: 14

CONAHCYT classification:

Area: Engineering and technological development

Field: Engineering

Discipline: Mechanical Engineering

Subdiscipline: Thermal plants

ECORFAN-México, S.C.

Park Pedregal Business. 3580,

Anillo Perif., San Jerónimo

Aculco, Álvaro Obregón,

01900 Ciudad de México, CDMX,

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

PRESENTATION CONTENT

Introduction

1. Electrical energy.
2. Software for simulation of thermodynamic processes
3. Thermoflex
4. Simulation with BWR NPS.

Conclusions

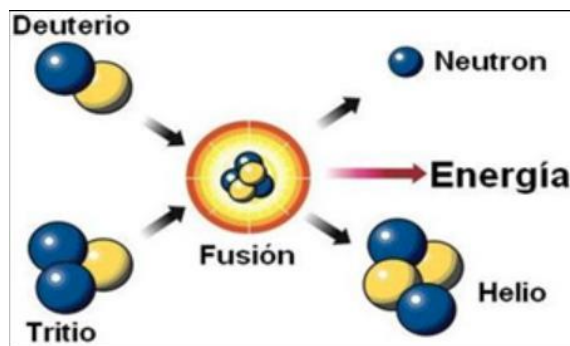
References

INTRODUCCIÓN

Este artículo tuvo como objetivo estudiar la generación de electricidad mediante la energía nuclear, para ello, se pasa por las otras formas de obtención de energía, hasta llegar a la nuclear, en donde se profundizó en las reacciones nucleares y la operación de una central nuclear



Creada con inteligencia artificial



Fusión nuclear en el sol

Recuperado de: https://www.cchen.cl/?page_id=2342

Se realizaron dos proyectos de simulación en software, donde las simulaciones se empatan y se complementan para un mayor entendimiento de la teoría sobre generación nucleoelectrica

1. Energía eléctrica

En las plantas de generación, Energía producida mediante la conversión de otra forma de energía:

- energía mecánica,
- energía hidroeléctrica,
- energía térmica,
- energía nuclear,
- energía solar,
- energía eólica o
- energía mareomotriz.



La energía eléctrica se transmite y distribuye a los consumidores a través de los sistemas de transmisión y distribución eléctrica".
(Chapman, "Fundamentos de sistemas eléctricos de potencia", cuarta edición, p. 2

1. Energía eléctrica

Nucleoeléctricidad

El proceso de obtención de energía nuclear proviene de dos procesos: la fusión y la fisión nuclear. Durante el proceso de fusión, dos átomos ligeros, generalmente hidrógeno y sus isótopos (deuterio y tritio).

La parte principal de una central nuclear es el reactor, alberga el combustible nuclear y sistemas que realizan las reacciones de fisión de forma controlada

Libera energía térmica y calienta agua en vapor a alta presión.

El vapor impulsa una turbina conectada a un generador.

La energía mecánica se transforma en energía eléctrica

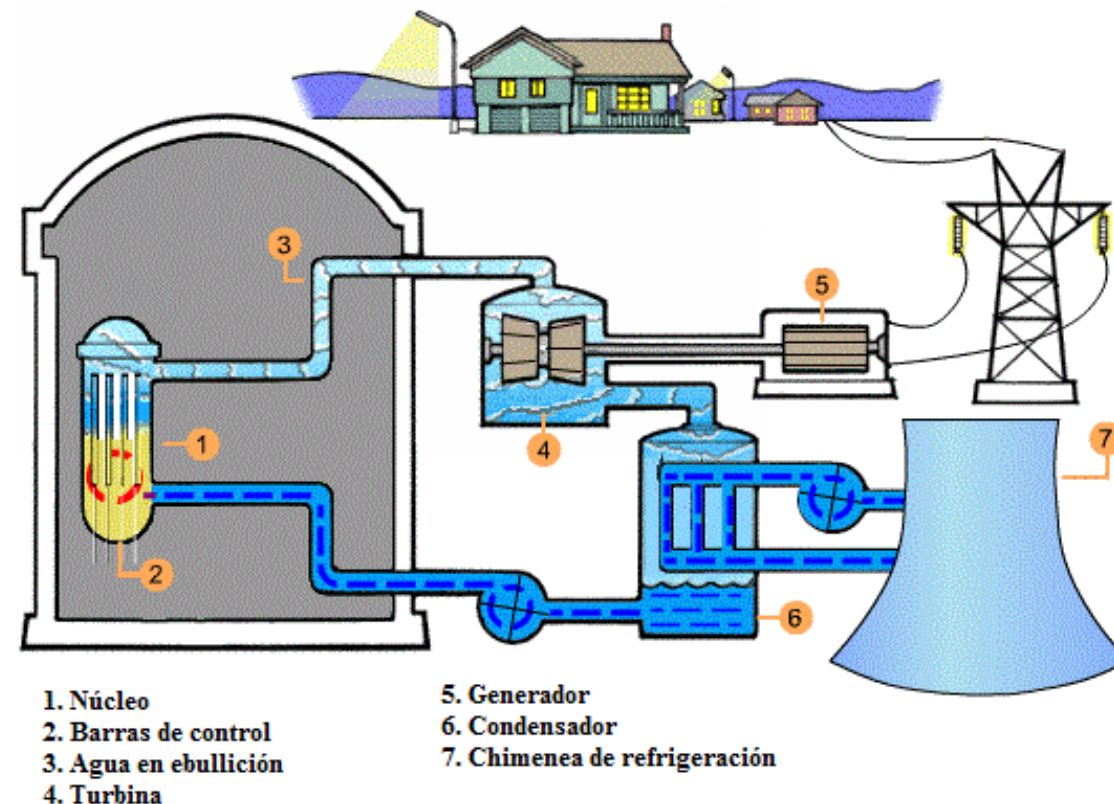


Diagrama de reactor BWR

Recuperado de: <https://fukushima-1188.appspot.com/1/4>



3. Software para la simulación de procesos termodinámicos

La industria confía en el software de simulación por varias razones

- optimización del diseño,
- en ingeniería permite explorar diversas configuraciones de un solo sistema, buscando la óptima.

Existen gran variedad de simuladores:

- PhET cuenta con una amplia gama de simuladores, implicados al área de física, química, matemáticas, biología, entre otros
- ProPhyPlus de cálculo termodinámico
- Thermoflex
- BWR NPS

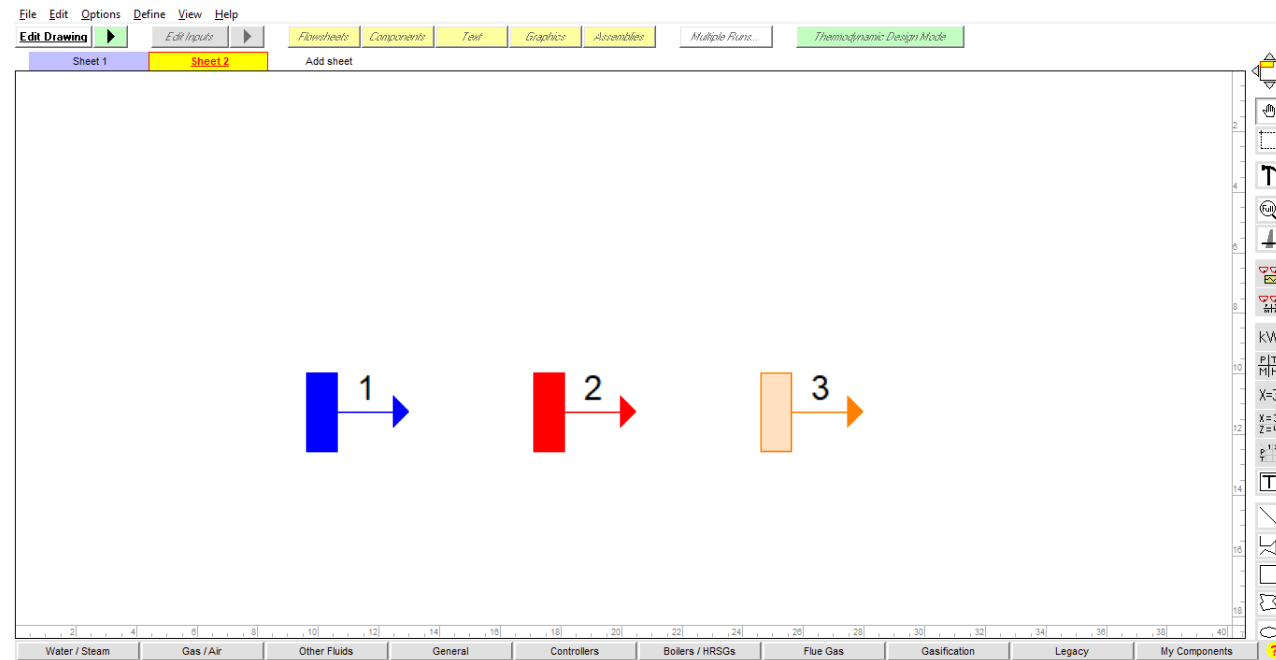
Se utilizaron dos:

THERMOFLEX
Con licencia gratuita
para propósitos
académicos

BWR NPS
Con licencia gratuita

3. THERMOFLEX

Diseño y simulación de sistemas térmicos, permite analizar una amplia cantidad de variables, desde transferencia de calor, fluidos (que va desde refrigerante de un sistema, hasta agua usada como suministro para sistemas que funcionan con vapor), flujos de combustible, aire, entre muchas otras herramientas de análisis



3 fuentes más usadas en la mayoría de sistemas, agua, aire/gas y combustible respectivamente.



3. THERMOFLEX

Input Menu - Edit Mode

File GTP/GTM/STM Economics & Regional Costs

Site Menu Components Miscellaneous Gen/Motors

1. Site altitude	m	0
2. Ambient temperature	C	15
3. Ambient relative humidity	%	60
4. Ambient wet bulb temperature	C	10.82
5. Ambient pressure	bar	1.013

La primera entrada sugerida son las condiciones ambientales, altitud, temperatura, humedad, etc.

File GTP/GTM/STM Economics & Regional Costs

Site Menu Components Miscellaneous Gen/Motors

Water Turbine[2]

1 - Defined performance

1. Mode		1 - Defined performance
2. Design point overall head drop	m H2O	0
3. Design point control gate dP as % of overall head drop	%	0
4. Design point isentropic efficiency	%	80
5. Current RPM		3600
6. Shaft number		1
7. Normalised leakage at inlet		NA
8. Normalised leakage at outlet		NA
9. Mechanical efficiency	%	97
10. Nominal RPM for off-design curve		NA
11. Nominal rating flow for off-design curve	kg/s	NA
12. Nominal turbine head drop for off-design curve	m H2O	NA
13. Off-design control gate dP	m H2O	NA
14. Nominal overall head drop for Mode 2	m H2O	NA
15. Nominal overall efficiency for Mode 2	%	NA
16. Mechanical loss	kW	NA

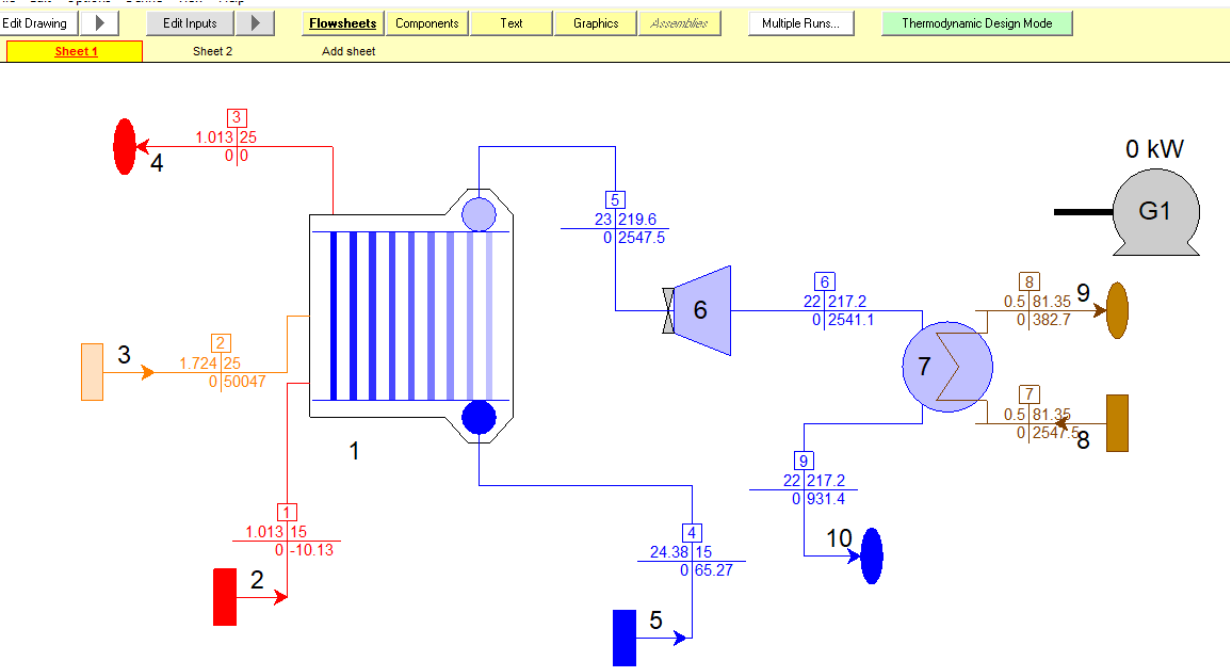
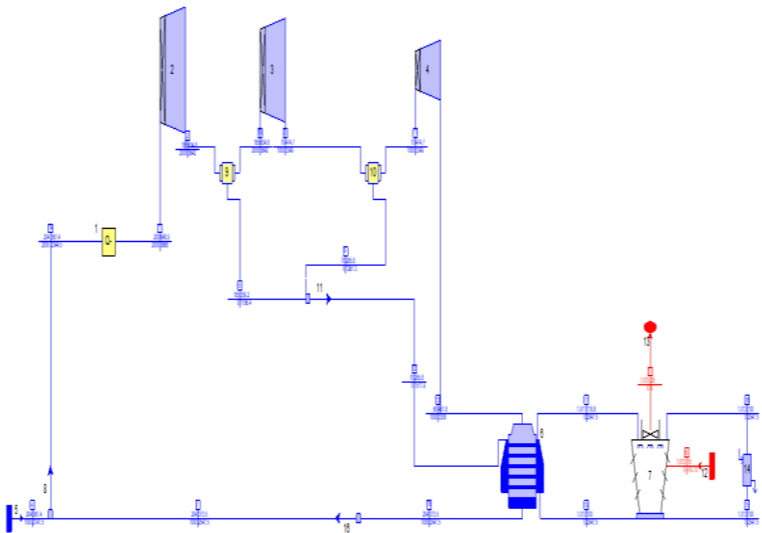
También es posible editar los valores presentados, en este caso para la turbina de agua, así como para el suministro de agua.



3. THERMOFLEX



Con un diseño sencillo y demostrativo, tienes la opción de editar las entradas a tu gusto, en esta ocasión, se tomó la decisión de operar con los valores sugeridos



En esta imagen se muestra el sistema operando sin fallas y de manera continua, es decir que la simulación está corriendo Y en la de abajo se observa la generación de 671,266KW, este estaría dentro del promedio de una plata nuclear convencional

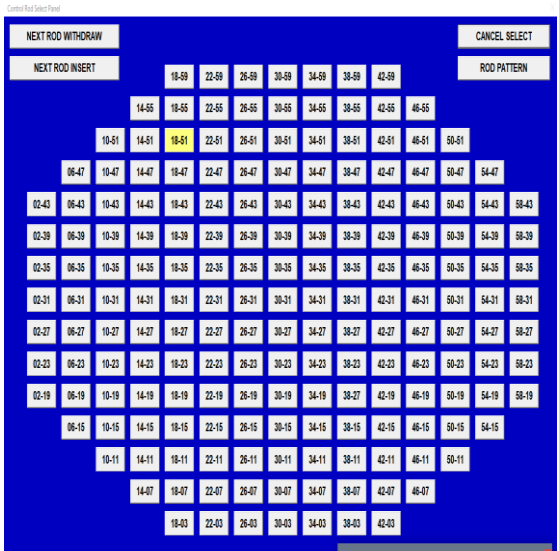
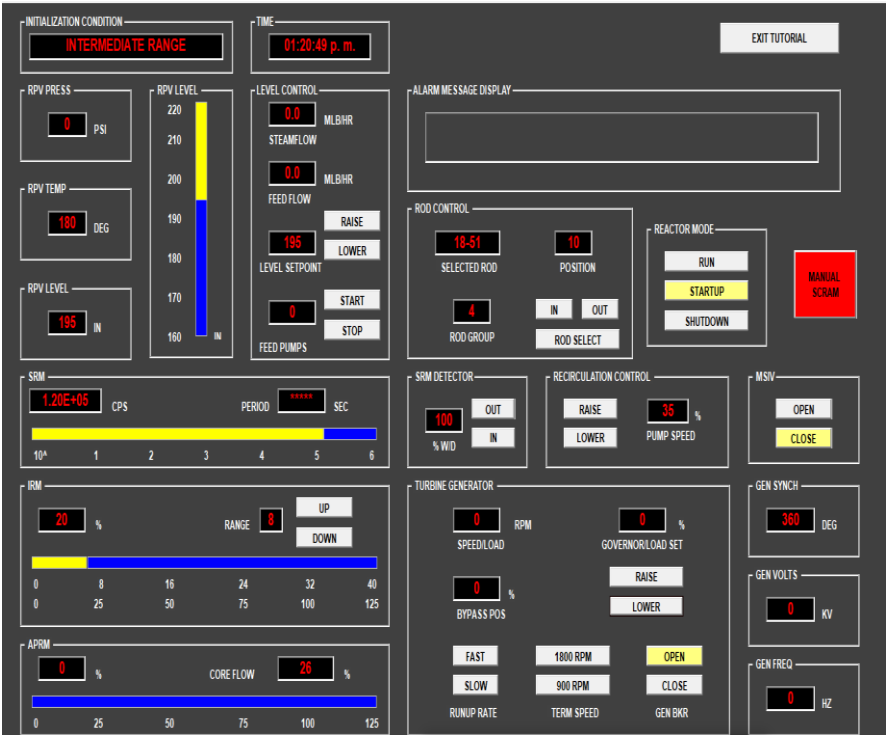




4. Simulación con BWR NPS



El "BWR" o reactor de agua hirviendo. Simulador de Planta Nuclear (NPS), es un panel de control de una planta nuclear, en el que se permite manipularla a voluntad, el área donde se pone el mayor énfasis para el programa es en la vasija del reactor,

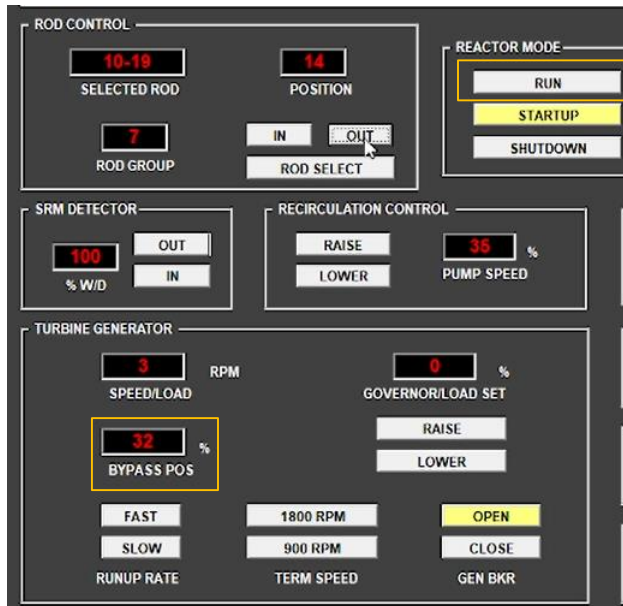


se tienen que retirar las barras de control para que la reacción en cadena aumente.

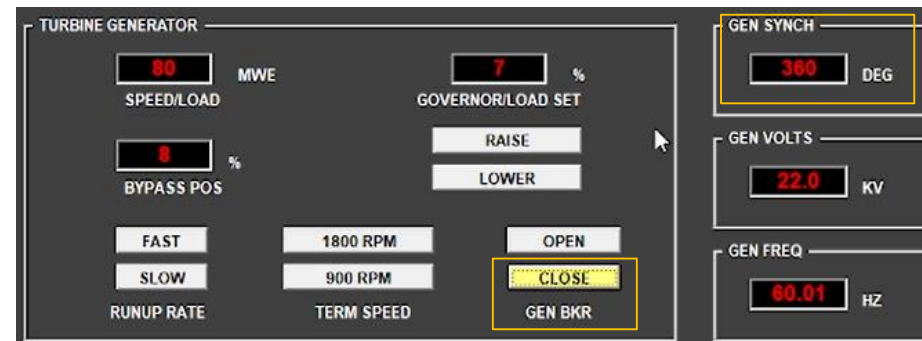
Selección de la barra de control NPS

4. Simulación con BWR NPS

Se necesita incrementar la población de neutrones lo suficiente para que se abra el “bypass pos

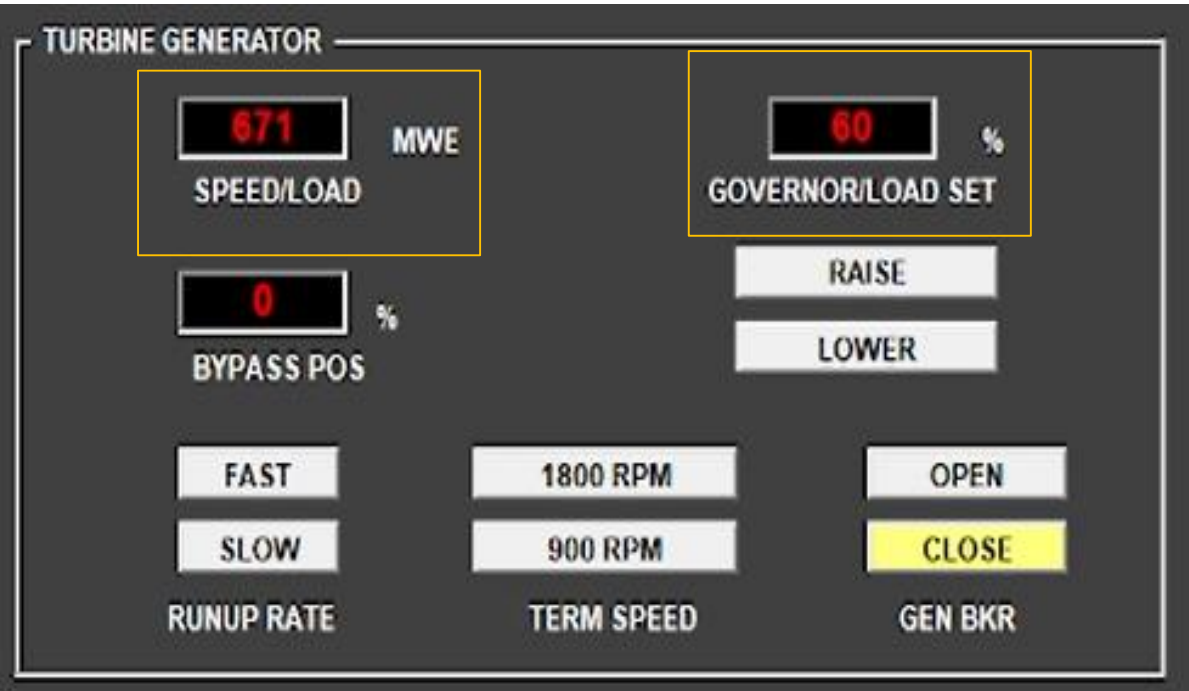


Una vez alcanzada la apertura necesaria de la válvula, es necesario colocar el modo del reactor en “RUN”.



Una vez sincronizado el generador, solo resta incrementar el poder de la planta, aumentar el “governor/load set”, permite incrementar la capacidad del generador y a su vez, cerrar la válvula “BYPASS POS”

4. Simulación con BWR NPS



Aquí se muestra como generación final del proyecto 671MWE, valor exacto al que arroja el proyecto mostrado en Thermoflex, como se muestra, la capacidad del generador se encuentra al 60%,



CONCLUSIONES

El estudio de la central nuclear condujo a:

- Saber de reacciones nucleares
- Conocer un poco de la mecánica cuántica,
- Manejo de conceptos teóricos que engloban a una central nucleoelectrica
- Diseñar un proyecto, dándole desde una vista virtual.

Software Thermoflex:

- Es complicado el entendimiento del programa
- La existencia de guías o manuales es casi nula,
- El software no está diseñado para albergar una central nuclear
- Fue usada una versión académica del programa
- La simulación únicamente en Thermoflex, resultó incompleta.

Debido a este escenario, se llegó a BWR NPS:

- Este simulador ayudó a nutrir el proyecto general
- A través de un panel se pudieron controlar los elementos de la central
- Completo el espacio vacío que generó Thermoflex.

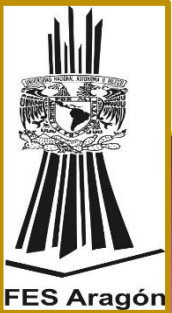
- Este proyecto permitió entender un caso particular dentro del contexto del Thermoflex,
- Para investigaciones futuras, el campo de la mecánica cuántica resulta muy interesante
- Analizar un software que tenga una mayor capacidad de análisis de ciclos de potencia.



Acknowledgements

Se agradece al Programa de Apoyo a Proyectos de Innovación y Mejoramiento Educativo de la GeDGAPA (UNAM-PAPIME), con código PE110123, titulado. "CONSOLIDACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE CICLOS TERMODINÁMICOS", por el apoyo recibido para finalizar este artículo.





REFERENCIAS

Chapman Stephen J., Máquinas Eléctricas, McGraw-Hill, 2000. Cuarta edición.

- CSN. (s. f.). La energía nuclear. Consejo de Seguridad Nuclear.
<https://www.csn.es/documents/10182/927506/La+energ%C3%ADa+nuclear+%28Monograf%C3%ADa%29#:~:text=En%20la%20fusi%C3%B3n%20nuclear%2C%20la,n%C3%BAcleos%20m%C3%A1s%20peque%C3%B1os%2C%20liberando%20energ%C3%ADa>
- Gutiérrez, T. R. (2013, julio). Fisión nuclear. Secretaría de Energía. <http://www.inin.gob.mx/temasdeinteres/fisionnuclear.cfm>
- Máster Europeo en Energías Renovables y Eficiencia Energética, & Amanda, J. M. (1.a ed.). (s. f.). CURSO DE ENERGÍA EÓLICA. Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Zaragoza. <https://www.windygrid.org/manualEolico.pdf>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2020, septiembre). LA ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA ENERGÍA LIMPIA ENERGÍA LIM. IAEA. <https://www.iaea.org/sites/default/files/cleanenergyes.pdf>
- Paredes, G. E., & Rodríguez, R. V. (2016). FÍSICA DE REACTORES NUCLEARES I UN ENFOQUE CONCEPTUAL [Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa]. OmniaScience.
<https://www.omniascience.com/books/index.php/scholar/catalog/download/41/187/201-1?inline=1>
- Reactores nucleares. (1962, mayo). Universidad de Murcia.
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/4788/1/Reactores%20nucleares.pdf>
- Sahafi, M. H., Cholaki, E., & Bashir, A. I. (2024). First-principles calculations to investigate phonon dispersion, mechanical, elastic anisotropy and thermodynamic properties of an actinide-pnictide ceramic at high pressures/temperatures. Results in Physics, 58, 107495.



ECORFAN®

© Ecorfan-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)