

Biblioteca
PUBLICACIONES
1966

6-X-1966

D.A

00.66.04

CENTRALES NUCLEOELECTRICAS

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

por el Ingeniero
CARLOS A.VOLPI

BUENOS AIRES
Setiembre 1966

I N D I C E

INTRODUCCION

- I. Centrales Nucleoeléctricas.
 - II. El Reactor Nuclear de Potencia.
 - III. Combustibles Nucleares.
 - IV. Elementos del Reactor.
 - V. El funcionamiento del Reactor.
 - VI. Clasificación de Reactores de Potencia.
 - VII. Recursos de Uranio del País.
 - VIII. Costos de Producción Energía Nucleoeléctrica.
 - IX. El Riesgo Nuclear.
 - X. Jurisdicción Nacional.
 - XI. Varios.
-

INTRODUCCION

Los conocimientos y la experiencia relativas a la energía atómica, si bien recientes, se han desarrollado en una forma asombrosa.

Es unánime la opinión mundial de que su aplicación mediante las centrales nucleoelectricas, en los próximos años, conjuntamente con los aprovechamientos hidroelectricos, sustituirán en gran porcentaje la producción de electricidad con los combustibles convencionales, cuyo agotamiento se prevé en plazo relativamente corto.

Por otra parte, en el orden nacional, con el potencial uranífero que el país posee, los reactores nucleares conjuntamente con los grandes recursos hidroelectricos disponibles, representan la posibilidad del autoabastecimiento de energía para los servicios públicos eléctricos.

Los conocimientos relativos a la aplicación de la ciencia y de la tecnología en las novísimas centrales nucleoelectricas, en nuestra opinión, aún no se han generalizado.

Por esta circunstancia hemos estimado conveniente exponer algunos conceptos y definiciones de carácter nuclear para la mejor comprensión por aquellos que no están familiarizados con los problemas que su desarrollo plantea.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) con el fin de promover la construcción de una Central Nucleoelectrica y obtener los créditos necesarios, ha efectuado el Estudio de Preinversión por el cual llega a la siguiente conclusión:

" La instalación de una central nucleoelectrica de "
" 500.000 kilowatts de potencia, para servir a la "
" zona del Gran Buenos Aires - Litoral a partir del "
" año 1971, resulta ser técnicamente factible, eco-"
" nómicamente conveniente y financieramente viable."

Sin entrar al detalle de los aspectos fundamenta-
les de este estudio y sin perjuicio de su Síntesis General, hemos
efectuado un extracto de él, referente especialmente a los Reactores
de Potencia, Combustibles Nucleares, Operación y Mantenimiento de
las Centrales.

Este extracto es en realidad una reproducción ca-
si textual de aquellos conceptos que se relacionan con nuestro propó-
sito.

I. CENTRALES NUCLEARES

1. Las centrales nucleares son centrales térmicas en las cuales el reactor sustituye a la caldera de las centrales a vapor con-
vencionales.
2. La energía calórica generada en el proceso de fisión nuclear se emplea para producir vapor el cual acciona el turbogenera-
dor.
3. Mientras los combustibles fósiles generan calor con un proceso químico, los combustibles nucleares liberan energía mediante el proceso físico de fisión nuclear.
4. Las centrales nucleoelectricas están ya experimentadas y su operación resulta satisfactoria y segura.

5. El grado de automatización y control de las centrales nucleoelectricas permite seguir la curva de carga eléctrica como con las centrales a vapor convencionales.

II. EL REACTOR NUCLEAR DE POTENCIA

1. El reactor nuclear es un dispositivo dentro del cual se produce la reacción de fisión nuclear en cadena, automantenida y en forma controlada.
2. Se denomina reacción de fisión nuclear, el proceso mediante el cual el impacto de un neutrón, el núcleo de ciertos átomos pesados se divide en dos o más fragmentos, dando lugar a la liberación de energía, principalmente en forma de calor, de radiaciones y de dos o tres neutrones.
3. Cuando la fisión nuclear se propaga de un átomo a otro y de éste a un tercero, puede continuar la propagación de la reacción nuclear en cadena.

I II. COMBUSTIBLES NUCLEARES

1. Se denomina combustible nuclear, a la sustancia que contiene material fisionable.
2. El elemento uranio es el único combustible nuclear que se encuentra en la naturaleza.
3. Está constituido por dos isotopos: el uranio 235 (U 235), en una proporción de 0,71% en peso y el uranio 238 (U 238), que constituye prácticamente todo el resto.
4. El U 235, por ser fisionable, constituye la parte activa del

combustible nuclear, pero el U 238 cumple una función importante que consiste en su transformación en plutonio bajo el efecto del bombardeo neutrónico, material éste que también es fisio-nable.

5. Mediante el enriquecimiento es posible aumentar la proporción de U 235, respecto a la de U 238; el producto así obtenido se denomina uranio enriquecido.
6. Los elementos combustibles están constituidos por material fisio-nable, totalmente revestidos o envasados, en un revestimien-to especial que lo aísla del exterior. Generalmente adoptan la forma de placas o barras y deben satisfacer apropiadas condi-ciones nucleares, mecánicas y de transferencia de calor.
7. El "grado de quemado" (burn up) del combustible nuclear se ex-resa en la cantidad de megavatios térmicos por día (MW(t)d) que se produce por cada tonelada del mismo.
8. la vida útil del elemento combustible es limitada; fisio-nán-do-se el 1% del combustible, es decir 10 kg/t, se producen 10.000 MW(t)d/t en algunos tipos de reactores.
9. Para producir la misma cantidad de energía térmica con fuel oil se necesita quemar 20.000 toneladas aproximadamente.
10. Al fin de la vida útil el elemento combustible aún tiene en su interior materiales que pueden ser aprovechados para elaborar nuevos elementos.
11. Para lograr la recuperación de esos materiales, el combustible irradiado es sometido a un reproceso químico.

IV. ELEMENTOS DEL REACTOR

1. El núcleo es el elemento principal; comprende los combustibles y el moderador.
2. Los combustibles nucleares están dispuestos en forma especial y cada uno de ellos está rodeado por un canal de circulación de fluido refrigerante y tiene además intercalada el material moderador.

V. EL FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR

1. La presencia de neutrones lentos en el combustible da lugar a un comienzo de reacción en cadena; su magnitud se reduce por sucesivas colisiones con los núcleos del moderador hasta adquirir la energía apropiada para que sea óptima la probabilidad de que se produzcan nuevas fisiones.
2. Cuando la masa del combustible alcanza o supera un cierto valor "masa crítica", la reacción de fisión en cadena puede ya sea automantenerse o bien aumentar. Con los dispositivos de control se puede gobernar el número de fisiones por unidad de tiempo controlando así el nivel de potencia del reactor aumentando o disminuyéndolo a voluntad.
3. Las fisiones que se producen liberan energía térmica con el consiguiente aumento de temperatura de los elementos combustibles.
4. El refrigerante que circula en contacto con los combustibles le extrae el calor y lo transporta al exterior del núcleo.
5. La potencia térmica que es posible extraer del núcleo de un

reactor está limitada por la máxima temperatura del recubrimiento de los elementos combustibles.

6. Cuando la reactividad decrece, como consecuencia del menor número de átomos fisionables del combustible y aumentan los productos de fisión (venenos), es necesario el recambio de elementos combustibles quemados.

VI. CLASIFICACION DE REACTORES DE POTENCIA

1. Los criterios de clasificación pueden ser: según el combustible; según la energía de los neutrones; según el moderador; según el refrigerante.
2. Pueden destacarse cuatro tipos de reactores; de los cuales dos tienen como combustible uranio natural que puede producirse en la Argentina y dos con uranio enriquecido que debería importarse.
3. Estos cuatro tipos son:
 - a. Reactor alimentado con uranio natural moderado por grafito y refrigerado por gas dióxido de carbono (GCR).
 - b. Reactor alimentado con uranio natural moderado y refrigerado por agua pesada con tubos de presión (HWR).
 - c. Reactor alimentado con uranio enriquecido moderado y refrigerado por agua natural a presión (PWR).
 - d. Reactor alimentado con uranio enriquecido moderado y refrigerado por agua natural hirviente (BWR).

VII. RECURSOS DE URANIO DEL PAIS

1. Se ha establecido que cerca de la mitad del territorio continental de la República Argentina presenta posibilidades para la existencia de yacimientos uraníferos.
2. Las investigaciones ya efectuadas en el país han localizado más de 150 zonas con manifestaciones de uranio de variada importancia.
3. La capacidad actual de refinamiento en las plantas de elaboración de U 308, que posee la Comisión Nacional de Energía Atómica en Córdoba y Malargüe, es de 90 toneladas de U 308 al año.

VIII. COSTOS DE PRODUCCION ENERGIA NUCLEOELECTRICA

1. En los cuatro tipos de reactores que se han destacado para una potencia de 500.000 kilowatts, el costo de producción oscila entre 6 y 7 milésimos de dólar por kilowatthora.
2. El costo de inversión de capital puede variar entre u\$s 200.- y u\$s 270.- por kilowatt instalado.
3. El costo de Operación y Mantenimiento puede oscilar entre u\$s. 5 y u\$s 6.- por kilowattaño.
4. A este costo de producción en la central hay que agregar el de transmisión y pérdidas hasta el mercado de consumo el que puede estimarse en 0,4 milésimos de dólar por cada 100 ^{4m por} kilowatthora entregado.
5. A los fines comparativos, el costo de generación en una central termoeléctrica con unidades modernas utilizando combus-

tibles convencionales, es del orden de los 10 milésimos de dólar por kilowatthora.

IX. EL RIESGO NUCLEAR

1. El funcionamiento de una central nucleoelectrica no sobrepasa los riesgos de la vida común para las poblaciones.
2. Si bien es cierto que el riesgo nuclear es considerado como un riesgo susceptible de originar grandes daños, el desarrollo de las medidas de protección y control permanentes, ofrecen las máximas garantías de seguridad.
3. No existe peligro de explosión del reactor; el riesgo está en los escapes de las emanaciones radioactivas, cuya protección es una de las características constructivas de los reactores.

X. JURISDICCION NACIONAL

1. La generación de energía eléctrica mediante la energía nuclear determina la jurisdicción nacional según la Ley 15.336.
2. El Decreto-Ley Nº 22.498/56, establece la competencia de la Comisión Nacional de Energía Atómica -CNEA-, en todo cuanto concierne a la energía nuclear; dicha competencia comprende el otorgamiento de la licencia y el Control de Operación y Mantenimiento. Esta jurisdicción se extiende a todo el territorio de la República.

XI. VARIOS

1. Para el caso de una central nuclear de 500.000 kilowatts se ha

previsto instalarla con dos grupos turbogeneradores de 250.000 kilowatts cada uno.

2. Las características de una central nuclear aconsejan que sea operada como central de base; sin embargo es capaz de seguir las variaciones de la curva de carga en forma similar a las térmicas convencionales; puede funcionar como central de semibase o, inclusive, de punta.
3. En el país se cuenta con recursos uraníferos y con capacidad técnica como para fabricar elementos combustibles para los reactores que funcionan con uranio natural.
4. Para adquirir el necesario enriquecimiento del uranio enriquecido que emplean los Reactores tipo PWR o BWR, habría que recurrir a los Estados Unidos de Norteamérica, ya sea para su compra directa o para obtener el servicio de enriquecimiento tarifado.
5. En general la vida útil de un reactor nuclear se estima entre 25 y 30 años.
6. El caudal de agua necesaria para la refrigeración del condensador de la turbina de una central termonuclear, igual a la de una central a vapor convencional, de 500.000 kilowatts, es del orden de los 35 metros cúbicos por segundo.