

El reactor nuclear de Kahl. Un reactor de agua hirviendo de ciclo cerrado,

por H. J. Coles.

(De la Revista *Nuclear Power*, septiembre 1957, páginas 369 a 373.)

Se está construyendo actualmente cerca de Frankfurt una central nuclear para la producción de energía eléctrica para la R.W.E. (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk). Esta central está considerada como un paso lógico en el desarrollo de un tipo de central nuclear capaz de competir con las centrales convencionales de similar tamaño. Sin embargo, los proyectistas han pretendido desde el principio producir la energía a un precio económico. Para situar esta central se ha elegido un lugar próximo a la central de la R.W.E., en Dettingen, en las proximidades de la villa de Kahl. Por ello recibirá el nombre de R.W.E. Atomkraftwerk Kahl. El lugar está favorablemente situado desde el punto de vista de las demandas de energía.

Los estudios preliminares realizados mostraron que el agua pesada usada como moderador y refrigerante puede resultar en algunos casos más económica que el agua ligera en reactores de este tipo, pero para el tamaño proyectado, sin embargo, era preferible el agua ligera. Se escogió el sistema de agua hirviendo porque se consideró el más económico de todos los métodos ensayados.

Después de haber pesado los pros y los contras de los sistemas de ciclo directo y cerrado, se eligió este último. Un suministro directo de vapor a la turbina produciría una mayor presión en la válvula de parada y eliminaría los cambiadores intermedios de calor, pero se consideró que éstos resultarían ventajosos porque proporcionarían una retardación de movimiento adicional y un enfriamiento.

Equipo flexible.

En el proyecto se ha procurado la mayor flexibilidad, y así, se ha previsto una turbina adicional-bombas para la conducción forzada, intercambiadores adicionales de calor y subrefrigerantes para el caso en que fueran necesarios en alguna ocasión. El escudo de protección ha sido proyectado para que se pueda acomodar a los aumentos substanciales de la producción total, y el hogar está dispuesto de modo que pueda ser cambiado por otro nuevo cuando los adelantos técnicos lo hagan necesario. El equipo de la central se describe en la lámina adjunta.

El reactor subterráneo.

El reactor estará situado parcialmente bajo tierra, rodeado de hormigón y con cámaras para la vaina metálica, los intercambiadores de calor y el tanque de

combustible. Los cuatro intercambiadores de calor están situados alrededor del hogar, en una cámara anular protegida por el hormigón, y debajo de ellos se colocarán los cuatro subrefrigerantes que regulan la temperatura del agua primaria antes de que vuelva al hogar.

El reactor ha sido proyectado para una producción total de calor de 58 MW., y las 241 000 lb./h. de vapor generado en el hogar pasarán a 900 psig (533° F.) a los intercambiadores de calor. En ellos, el vapor primario radiactivo cambia su calor con el agua secundaria y 224 000 lb./h. pasan al separador de vapor y de aquí a una turbina de dos cilindros en tandem directamente acoplada a un alternador situado en la central adjunta. El vaciado de vapor en caso de que sea necesario, se hará en el condensador principal.

Elementos combustibles.

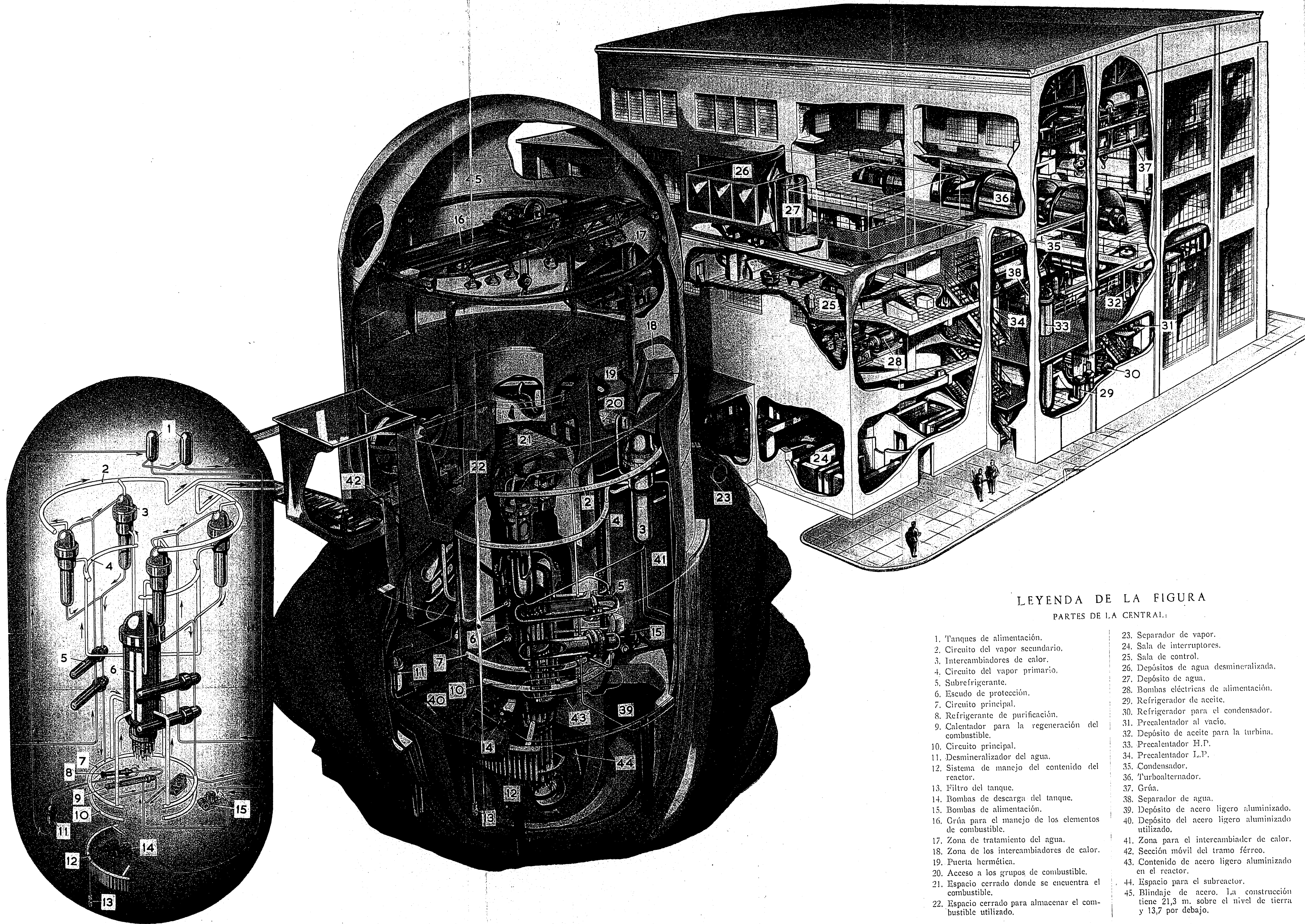
El hogar contendrá 80 grupos de combustible cada uno con 49 elementos tipo barra, alineados de 7 en 7. Consistirán en tubos Zircaloy, con paredes de 0,03 pulgadas, llenos con un cilindro de óxido de uranio y óxido de torio.

El conjunto del hogar está contenido en un blindaje de protección cilíndrica proyectado para 1 200 psig. Será de acero al carbono, con un diámetro interior de 90 pulgadas. En su interior estará el blindaje térmico. La tapadera será móvil. El fondo del blindaje estará provisto de 16 tubos para el control de las barras. Estas barras son de sección cruciforme. Las cuatro barras centrales contendrán hafnium y se utilizarán para el control más delicado.

Carga del combustible.

Cuando es necesario cambiar el combustible, primeramente se para el reactor. Los bloques de hormigón que sellan la parte superior de la cámara del reactor son retirados y se inunda con agua desmineralizada todo el espacio. Se abre la tapa del blindaje de presión, con lo que se tiene acceso a los grupos de combustible. Estos son retirados inmediatamente y se dejan caer a través de las paredes de hormigón al depósito de combustible, donde se colocan en redes.

Después de un cierto período de tiempo en el que los elementos permanecen en el depósito, los grupos son trasladados a una cámara transitoria y de ella son enviados por una puerta especial al exterior. Debido al calor producido por la fisión, es preciso refrigerar cuidadosamente el depósito. Todas las operaciones de manejo de los grupos se ven facilitadas por una grúa móvil circular de 20 Tn. Una vez que se ha vuelto a cargar el hogar, se retira el agua por medio de bombas.



LEYENDA DE LA FIGURA

PARTES DE LA CENTRAL:

- | | |
|--|--|
| 1. Tanques de alimentación. | 23. Separador de vapor. |
| 2. Circuito del vapor secundario. | 24. Sala de interruptores. |
| 3. Intercambiadores de calor. | 25. Sala de control. |
| 4. Circuito del vapor primario. | 26. Depósitos de agua desmineralizada. |
| 5. Subrefrigerante. | 27. Depósito de agua. |
| 6. Escudo de protección. | 28. Bombas eléctricas de alimentación. |
| 7. Circuito principal. | 29. Refrigerador de aceite. |
| 8. Refrigerante de purificación. | 30. Refrigerador para el condensador. |
| 9. Calentador para la regeneración del combustible. | 31. Precalentador al vacío. |
| 10. Circuito principal. | 32. Depósito de aceite para la turbina. |
| 11. Desmineralizador del agua. | 33. Precalentador H.P. |
| 12. Sistema de manejo del contenido del reactor. | 34. Precalentador L.P. |
| 13. Filtro del tanque. | 35. Condensador. |
| 14. Bombas de descarga del tanque. | 36. Turboalternador. |
| 15. Bombas de alimentación. | 37. Grúa. |
| 16. Grúa para el manejo de los elementos de combustible. | 38. Separador de agua. |
| 17. Zona de tratamiento del agua. | 39. Depósito de acero ligero aluminizado. |
| 18. Zona de los intercambiadores de calor. | 40. Depósito del acero ligero aluminizado utilizado. |
| 19. Puerta hermética. | 41. Zona para el intercambiador de calor. |
| 20. Acceso a los grupos de combustible. | 42. Sección móvil del tramo férreo. |
| 21. Espacio cerrado donde se encuentra el combustible. | 43. Contenido de acero ligero aluminizado en el reactor. |
| 22. Espacio cerrado para almacenar el combustible utilizado. | 44. Espacio para el subreactor. |
| | 45. Blindaje de acero. La construcción tiene 21,3 m. sobre el nivel de tierra y 13,7 por debajo. |

Los cuatro intercambiadores de calor son tubos concéntricos de acero al carbono colocados verticalmente. El vapor primario entra en los intercambiadores por unos canales, recorre los tubos exteriores y, finalmente, sale, convertido en agua saturada, por el fondo. El agua secundaria entra por la tapa y se dirige a los tubos interiores, siendo evaporada por el intercambio de calor con el vapor primario. Los intercambiadores de calor son, por lo tanto, condensadores para el vapor primario y sólo transmiten su calor latente al agua secundaria. Para mejorar las condiciones de vacío en los canales, el caudal que vuelve al hogar debe ser subrefrigerado por debajo de la temperatura de saturación. Esto se hace con cuatro subrefrigeradores tipo horquilla situados horizontalmente debajo de los intercambiadores principales.

El tanque y la bomba de alimentación se encuentran dentro del blindaje y tienen como misión la de mantener el nivel del agua en el hogar a una altura prefijada. Todas las superficies en contacto con agua serán de acero. Una medida de seguridad interesante es utilizar un sistema de inyección de ácido bórico. El ácido está contenido en un tanque de acero de 50 galones.

El agua necesaria para garantizar su constante circulación, unas 6,00 Tn./h. aproximadamente, se elevará por medio de bombas desde las instalaciones que ya posee la R.W.E. en el río Maine.

Numerosas industrias alemanas se beneficiarán con la nueva central, pues el grupo AMF-MEL, han procurado firmar el mayor número posible de contratos con industrias de Alemania Occidental.

J. M. T.

Las carreteras de peaje en los Estados Unidos,

por Sergio de Amicis.

(De la Revista *Asfalti, Bitumi, Catrami*, marzo 1957, páginas 57-70.)

El problema de la recaudación del peaje en las carreteras americanas se ha resuelto tratando de conseguir una mecanización, control y rapidez máximas.

Las Turnpikes americanas están dotadas de aparatos automáticos de recaudación y control de los peajes, basándose en los principios fundamentales siguientes:

Tipos de estaciones.

A los efectos del cobro del peaje las carreteras pueden clasificarse en:

a) Carretera de tipo abierto (fig. 1.^a). — El cobro se

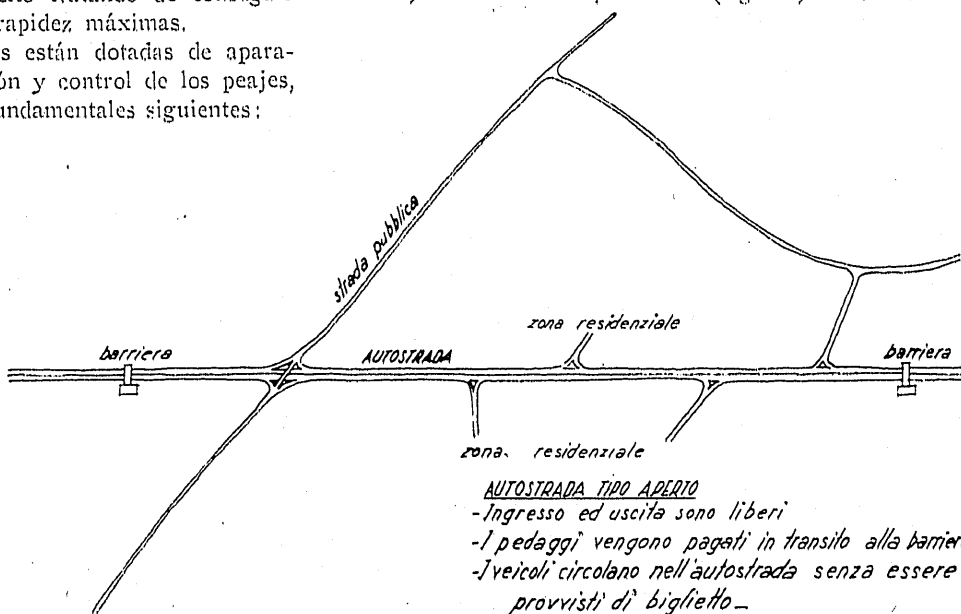


Figura 1.^a

a) El peaje nunca se recauda a la entrada, sino a lo largo del recorrido (carreteras tipo abierto) o en los puntos de salida (carreteras tipo cerrado).

b) En cada estación el control de los vehículos está encomendado a aparatos automáticos totalmente inaccesibles al personal.

realiza en estaciones de barrera situadas a lo largo del recorrido. El canon es fijo para cada tipo de vehículo e independiente del punto de entrada. Este sistema se utiliza normalmente en las carreteras que atraviesan zonas residenciales y presentan muchos puntos de entrada y salida.