

OBTENCIÓN DE ENERGÍA POR REACCIONES NUCLEARES

Diego Iván Arce Gil

Lizbeth Herrera Colin, M. en C.
Bórquez, Dr.

Arturo García

Instituto Politécnico Nacional
UPIIH
ESFM

darceg1700@alumno.ipn.mx

borquez@esfm.ipn

lherrerac@ipn.mx

RESUMEN

Se dice que las grandes ambiciones humanas han sido la eterna juventud y la riqueza infinita. Desde hace cerca de medio siglo, los científicos han trabajado en otra ambición: la obtención de la mayor cantidad de energía al menor costo posible y con un mínimo impacto al medio ambiente. Actualmente la producción energética se ha basado preponderantemente en la quema de los combustibles fósiles (carbón, gas natural y derivados del petróleo) que son altamente contaminantes y cuyas reservas son limitadas. Es por ello que la obtención de energía mediante reacciones nucleares ha sido por años el objetivo a lograr, pues una mínima cantidad de materia se puede transformar en una enorme cantidad de energía. Conocemos bien estas reacciones dado que la vida en nuestro planeta se debe a la energía que libera el Sol, como producto de la fusión nuclear que se lleva a cabo en el interior, como sucede en cualquier estrella. Parecería que es la solución idónea, pues usa H como combustible y los residuos de la reacción no son nocivos...

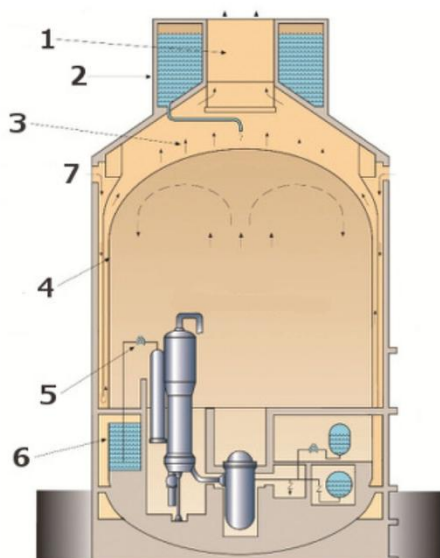
Los reactores actuales de potencia utilizados para producir energía eléctrica, se basan en reacciones de fisión nuclear, esto es, la división del núcleo de un átomo pesado en dos o más núcleos más ligeros, emitiendo en el proceso neutrones, que a su vez provocarán una reacción en cadena emanando grandes cantidades de energía.

En 1942, en el marco del Proyecto Manhattan, Enrico Fermi y colaboradores lograron la primera reacción de fisión en cadena automantenida y controlada, misma que fue empleada tres años después en las bombas nucleares de Hiroshima y Nagasaki con consecuencias desastrosas. En la actualidad, existen 438 reactores nucleares basados en el mismo principio, funcionando en 31 países y que hasta el 2016 suministraban el 13.5% de la electricidad mundial.

Francia es el país con el programa nuclear más completo en el mundo, generando más de tres cuartas partes de la electricidad que consume por medio de energía nuclear. En México actualmente se encuentra en operación la Central Nuclear Laguna Verde ubicada en el estado de Veracruz. Cabe mencionar que es la única central nuclear de generación eléctrica en México. Esta central cuenta con dos reactores de fisión nuclear modelo BWR-5 de 820 MW de segunda generación, dando una capacidad total de 1640 MW. El combustible que se utiliza para los reactores es uranio 235 enriquecido al 3 o 4%.

En los reactores nucleares, debe cuidarse que los aspectos estructurales de fabricación contemplen las severas condiciones de trabajo, como son temperaturas muy elevadas, altas dosis neutrónicas y medios altamente corrosivos. Es por ello que la apropiada selección de materiales para los distintos componentes de los reactores en los que se llevarán a cabo las reacciones nucleares, ya sea de fisión o de fusión es de suma importancia y requiere de una investigación seria y profunda para cada tipo de reactor.

Los reactores cuentan con múltiples capas de seguridad como protección contra la radiación ionizante que se produce en sus núcleos, por ejemplo, en la figura 1 se muestran los sistemas de seguridad pasiva de los reactores de fisión.



- 1 - Descarga de aire por convección natural
- 2 - Tanque de agua drenada utilizando la gravedad
- 3 - Cubierta de agua de evaporación
- 4 - Recipiente de contención de acero
- 5 - Válvula de despresurización automática
- 6 - Tanque de agua de recarga llenada por gravedad
- 7 - Enfriamiento con aire exterior

Figura 1.- Sistema de seguridad pasiva de un reactor de fisión. Nuclear Physics Experience.

Las paredes de los reactores nucleares son de hormigón pesado bastante denso, lo suficientemente resistente para soportar grandes presiones de vapor de agua, en caso de descontrol en la reacción nuclear. También su forma externa está diseñada para resistir un impacto de gran magnitud, ya sea accidental o premeditado.



Figura 2. Forma hemisférica del techo de un reactor. AFP.

Cabe mencionar que los tanques de agua señalados con 2 y 6 en la figura 1, no contienen agua común; ésta se purifica cuidadosamente por destilación ya que las impurezas podrían convertirse en núcleos radiactivos durante el funcionamiento del reactor nuclear.

A pesar de los sistemas de seguridad con que cuentan los reactores nucleares de fisión, existe una desconfianza generalizada en su empleo debido a eventos como el accidente de Chernobyl en 1986 y el de Fukushima en el 2011. Estos eventos se generaron por factores tanto técnicos del desgaste de las partes del reactor debido a su operación, como por negligencia humana.

Por lo anterior, en la búsqueda de métodos y tecnologías nuevas, surgen los reactores de cuarta generación, es decir, aquellos que cuentan con mejoras en cuestión de seguridad, economía y resistencia. Sin embargo, siempre persistirá un riesgo latente de falla técnica o amenaza terrorista, además de la generación de desechos altamente radiactivos y la consabida problemática de su resguardo.

De esta manera, actualmente se tiene la lupa sobre la obtención de energía por reacciones de fusión, lo cual en un análisis simplista, es un proceso idóneo. En ellos, dos núcleos de átomos ligeros, generalmente el hidrógeno y sus isótopos deuterio y tritio se unen para formar un núcleo más pesado, helio. El peso del helio, sin embargo, es menor que la suma de los pesos de los núcleos originales. Esta pérdida de masa, por la ecuación de Einstein, $E=mc^2$, se convierte en una gran cantidad de energía si tenemos en cuenta que en cada gramo de materia hay millones de átomos. Teniendo como combustible hidrógeno, que es muy abundante, los residuos no representan un peligro y con una producción mucho mayor de energía que en las reacciones de fisión, pareciera todo resuelto, sin embargo, mantener las reacciones de fusión en forma controlada es aún difícil de conseguir.

En apariencia se trata solo de reproducir la reacción de fusión en las mismas condiciones en las que se lleva a cabo de manera constante en el Sol, es decir, confinar el hidrógeno en el mínimo espacio posible y calentarlo a millones de grados por el tiempo necesario. Si se logran las condiciones adecuadas, la reacción se automantendría y la energía obtenida sería mucho mayor que la que se tiene que suministrar. A esto se le llama ignición y es justo el reto para los científicos.

Otro reto es confinar el plasma (gas de partículas cargadas) con seguridad, lo cual es muy complicado. Esto porque las temperaturas para que la reacción se lleve a cabo son muy altas y conllevan de igual forma presiones muy elevadas, por lo que cualquier material conocido hasta ahora, explotaría y/o se fundiría. En caso de que no se fundiera, al entrar en contacto el combustible con el plasma, se enfriaría rápidamente, deteniendo la reacción de inmediato. Esto último habla de la seguridad de la reacción de fusión, pues en caso de que ocurra un inconveniente, al disminuir la temperatura en el interior del reactor, la reacción se detendría de inmediato por sí sola.

Actualmente no existe ningún reactor de fusión que permita obtener energía eléctrica, sin embargo, existen instalaciones de investigación que estudian de manera sistemática las reacciones de fusión, así como la tecnología que tendrán que emplear para crear centrales eléctricas.

Entre los avances sobre la investigación de reactores nucleares de fusión se encuentran en desarrollo dos tipos, aquellos que emplean confinamiento magnético, y los que emplean confinamiento inercial. Un reactor de fusión por confinamiento magnético es aquel en el que

las partículas cargadas eléctricamente del plasma se confinan en un espacio muy reducido por medio de un campo magnético. Su diseño en forma toroidal fue desarrollado por científicos rusos y se denomina Tokamak, sin embargo, aún no ha podido generar más energía de la que se requiere para su operación.

Su competencia más cercana se desarrolla en Estados Unidos en el Centro Nacional de Ignición, denominado NIF por sus siglas en inglés; en él una pequeña esfera de deuterio y tritio se calientan usando un láser amplificado. En 2013 este sistema logró liberar más energía de la que se le invirtió, sin embargo, aún hay mucho trabajo por hacer.

Por último, cabe mencionar que la energía nuclear no solo sirve para obtener energía eléctrica, actualmente se está aplicando en medicina, en la desalinización del agua de mar, la obtención de hidrógeno, la calefacción de las ciudades, etc. La tecnología nuclear en el tema energético es muy extensa, se puede relacionar, por ejemplo, con temas de materiales, o de ecología y medio ambiente, por mencionar algunos. Esto le da un contexto de investigación multidisciplinaria que busca aprender de lo ya establecido, mejorar lo que se está usando, evitando accidentes y desastres y sustituyendo tecnologías que en algún momento ya no sean rentables, pero sobre todo que sean sustentables con un trabajo conjunto de todas las ramas de la ciencia, tecnología e ingeniería para resolver grandes problemas con el debido enfoque y liderazgo.

Referencias

1. Haddad, S., Dones R. (1991). Comparación de los efectos de diversas fuentes de energía en el medio ambiente y la salud. Recuperado el 22 de mayo de 2019, de https://www.iaea.org/sites/default/files/33302041419_es.pdf
2. Hirsch, H., Becker, O., Schneider, M., Froggatt, A. (2007, mayo). Los peligros de los reactores nucleares. Recuperado de <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/nuclear/los-peligros-de-los-reactores.pdf>
3. Reina, D. M. (2014). Fusión nuclear, de las estrellas a la Tierra. ¿cómo ves?, 190.
4. s.a. Central Nuclear Laguna Verde. Recuperado el 5 de mayo de 2019, de <https://veracruz.mx/attractivo.php?idnota=1416>
5. s.a. (2010, junio 22). ¿Qué es un reactor de fusión nuclear? Recuperado el 11 de abril de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-8/115744-112-ique-es-un-reactor-de-fusion-nuclear>
6. s.a. (2010, junio 22). ¿Qué es un reactor nuclear y qué elementos lo constituyen? Recuperado el 12 de abril de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/100957-faqas-sobre-energia/capitulo-8/115748-108-ique-es-un-reactor-nuclear-y-que-elementos-lo-constituyen>

7. s.a. (2011, marzo 15). Cómo funciona un reactor nuclear. Recuperado el 12 de abril de 2019, de <https://expansion.mx/tecnologia/2011/03/15/como-functiona-el-reactor-nuclear-de-ebullicion-de-agua-de-fukushima>
8. s.a. (2016). 70° Aniversario de la Primera Reacción Nuclear en Cadena. Recuperado el 1 de junio de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/120187-aniversario-de-la-primera-reaccion-nuclear-en-cadena>
9. s.a. ¿Qué diferencia hay entre fisión y fusión nuclear? Recuperado el 22 de mayo de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/122516-que-diferencia-hay-entre-fision-y-fusion-nuclear>
10. s.a. ¿Qué es la Fisión Nuclear? Recuperado el 17 de mayo de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/119394-ique-es-la-fision-nuclear>
11. s.a. Aplicaciones no eléctricas. Recuperado el 1 de junio de 2019, de <https://www.iaea.org/es/temas/aplicaciones-no-electricas>
12. s.a. Central Nucleoeléctrica Laguna Verde. Recuperado el 17 de abril de 2019, de <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/pere/>
13. s.a. Fisión nuclear. Recuperado el 17 de mayo de 2019, de <https://www.csn.es/fision-nuclear>
14. s.a. Fusión nuclear. Recuperado el 6 de mayo de 2019, de <https://www.csn.es/fusion-nuclear>
15. s.a. La Fusión Nuclear. Recuperado el 5 de mayo de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/120315-la-fusion-nuclear>
16. s.a. Nuclear Physics Experience. Recuperado el 11 de abril de 2019, de <http://nupek.eu/index.php?g=textcontent/nuclearenergy/nuclearreactors&lang=es>
17. Servicio Geológico Mexicano. (2017, marzo 22). Energía nuclear. Recuperado el 13 de abril de 2019, https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Energia-nuclear.html
18. Triballeau, C. (2017). Explosión en una central nuclear en el norte de Francia. Recuperado el 1 de junio de 2019 de <https://www.lavanguardia.com/internacional/20170209/414178013707/explosion-central-nuclear-flamanville-francia.html>