

Aplicación de los diferentes sistemas de conversión de energía undimotriz, (energía de las olas) y sus ventajas para ser aplicada como energía renovable en Pemex

Norberto Jaime Hernández

norberto.jaime@pemex.com

Pemex

Información del artículo: recibido: enero de 2016-aceptado: febrero de 2016

Resumen

Pemex está enfocada en aprovechar de manera eficiente y segura la extracción de hidrocarburos; es necesario visualizar nuevas alternativas para aprovechar las energías renovables, actualmente la ley para el aprovechamiento de las energías renovables y el financiamiento de la transición energética, establece que para el año 2024 la participación de las fuentes no fósiles en la generación de electricidad será del 35%. Por lo tanto, se debe incrementar y acelerar la utilización de estas tecnologías, contribuyendo al mismo tiempo a mantener la seguridad energética y la sustentabilidad ambiental. Este proyecto de investigación tiene la importancia de presentar las diferentes tecnologías probadas y en fase de prueba en un foro tan importante como el Congreso Mexicano del Petróleo, donde se difunda el interés que tiene Petróleos Mexicanos por alternativas más limpias para el medio ambiente. El trabajo técnico abarca la explicación de la energía undimotriz, definición y los diferentes tipos que captan esta energía, así como simulaciones 3D por medio de modelos electrónicos para facilitar el entendimiento de su funcionamiento. Los dispositivos que permiten obtener energía eléctrica de las olas se pueden clasificar en dos grandes grupos: fijos y flotantes. Los dispositivos fijos son instalados a lo largo de la línea costera (en la rompiente de la ola) o fijados al lecho marino en aguas poco profundas. Algunas de sus ventajas sobre los dispositivos flotantes es básicamente en el mantenimiento, una desventaja para algunos países es la limitada cantidad de lugares para su instalación, normalmente son estructuras grandes y pesadas, México tiene la ventaja de contar con 17 estados litorales y en la Sonda de Campeche hay potencial para instalar este tipo de infraestructuras. Existen diferentes sistemas fijos anclados al litoral marino, mediante brazos con un sistema flotante en la punta, transmiten el movimiento de las olas a un sistema de pistones que unidos a un generador producen energía eléctrica. Al igual que los sistemas anclados a la costa, existen sistemas que en alta mar cuentan con una parte fija anclada al fondo marino, de la cual salen unos brazos que con sistemas flotantes consiguen obtener generación eléctrica de la misma forma que los anteriores anclados a la costa. Los dispositivos flotantes de generación de energía eléctrica undimotriz son sistemas que flotan en el océano cerca de la costa, sobre la superficie o sumergidos, en los dispositivos con boyas normalmente existe un elemento que convierte la energía de las olas en energía mecánica para mediante un generador eléctrico convertir esta energía mecánica en energía eléctrica; sin embargo, en el caso de los dispositivos que utilizan boyas para extraer la energía de las olas, suelen usarse generadores lineales por su sencillez y por el movimiento ascendente y descendente de las olas; puede ser acoplado directamente al generador. Las principales ventajas y desventajas del uso de la energía undimotriz son: energía muy limpia con el medio ambiente, no genera emisiones, ni desechos y no se puede producir derramamiento de ningún producto químico contaminante, no produce ni combustiones, ni explosiones de ningún tipo durante su captación, impacto visual y estructural sobre el paisaje costero, las instalaciones ancladas en la costa, o las que se encuentren cercanas a ésta, producen un impacto en el paisaje.

Palabras clave: Sistemas de conversión, energía undimotriz, energía renovable.

Application of the different systems from wave power conversion and its advantages to be applied as renewable energy in Pemex

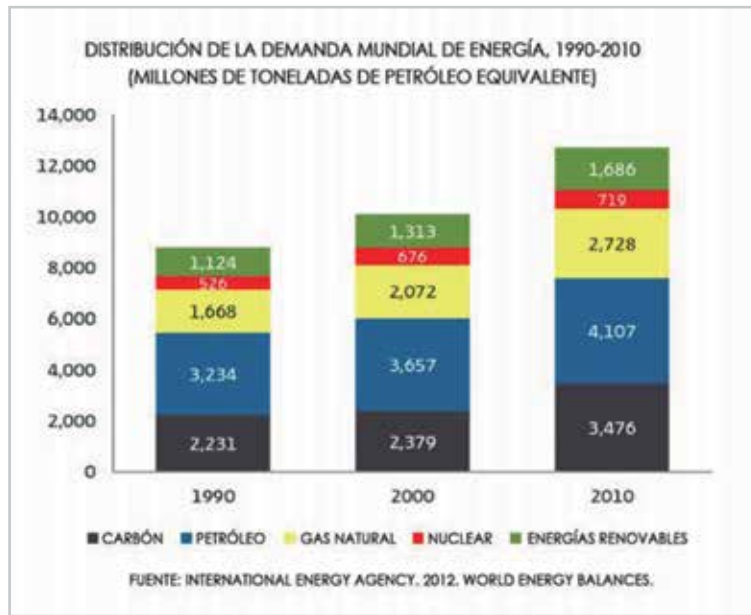
Abstract

Pemex is focused in taking advantage in an efficient and sure way of the extraction of hydrocarbons, it is necessary to visualize new alternatives to take advantage of the renewable energies, nowadays the law for the utilization of the renewable energies and the financing of the energetic transition, establishes that for the year 2024 the participation of the not fossil sources in the generation of electricity will be 35%. Therefore, we must increase and accelerate the utilization of these technologies, Pemex is helping at the same time to support the energetic safety and the environmental sustainability. This research project has the importance of presenting the different proven technologies and in phase of test in a forum as important as the Mexican congress of the Oil, where there spreads the interest that has our company PEMEX to expose the cleaner alternatives for the environment. The technical work includes the explanation of wave power, definition and the different types that catch this energy, as well as simulations 3D by means of electronic models to facilitate the understanding of his functioning. Devices that produce electrical energy of the ocean waves can be classified into two groups: fixed and floating. Fixed devices are installed along the coastline (in the breaking of the wave) or fixed to the seabed in slightly deep waters. Some of the advantages over floating devices are basically maintenance, a disadvantage for some countries is the limited number of places for installation, are usually large and heavy structures, Mexico has the advantage of having 17 coastal states and Campeche state there is potential for installing this type of infrastructure. Different fixed systems anchored to the seacoast by arms with a floating system on the top, transmit the motion of waves to a piston system connected to a generator to produce electricity. As the systems anchored to the coast, there are offshore systems that they have a fixed part anchored to the seabed, which come with floating arms that obtain electrical power generation in the same way that previous anchored to the coast. The Floating devices of wave power are systems that floating in the ocean near the coast, on the surface or submerged; the buoys devices normally have an element that converts wave energy into mechanical energy and then using an electrical generator converts this mechanical energy into electrical energy. However, in the case of devices using buoys for extracting energy from waves, they are often used preferably linear generators for simplicity and for the upward and downward movement of the waves can be coupled directly to the generator. The main advantages and disadvantages of the use of wave energy are: very clean energy to the environment, no emissions, no waste and cannot produce any chemical spill, not produces neither combustion nor any explosion during catchment, the visual and structural impact on the coastal landscape, facilities anchored on the coast, they have an impact on the landscape.

Keywords: Conversion systems, wave energy, renewable energy.

Antecedentes

Pemex está enfocada en aprovechar de manera eficiente y segura la extracción de hidrocarburos, siendo necesario visualizar nuevas alternativas para aprovechar las energías renovables (renewable energies), actualmente la ley para el aprovechamiento de las energías renovables y el financiamiento de la transición energética, establece que para el año 2024 la participación de las fuentes no fósiles en la generación de electricidad será del 35%.



En 2010, la oferta total de energía primaria en el mundo fue de 12,715 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtpe), de las cuales 13% provinieron de fuentes renovables de energía, 32% para petróleo, 27% carbón, 22% gas natural y 6% energía nuclear.

Desde hace dos décadas, este proceso de transición se ha acelerado en varios países del mundo, debido a importantes inversiones en la explotación y uso de las energías renovables, como el caso de Alemania, España, Dinamarca, Estados Unidos, Brasil, India y China.



Definición

Es la energía que permite la obtención de electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas.

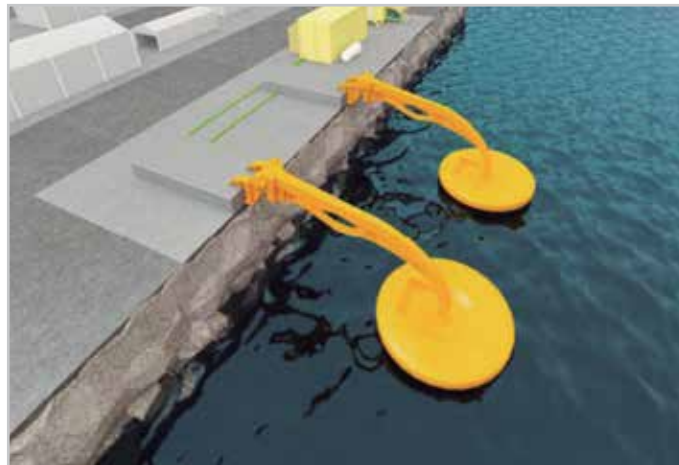
Es considerada uno de los tipos de energías renovables más estudiada actualmente, y presenta enormes ventajas frente a otras energías renovables debido a que en ella se presenta una mayor facilidad para predecir condiciones óptimas que permitan la mayor eficiencia en sus procesos.

Clasificación

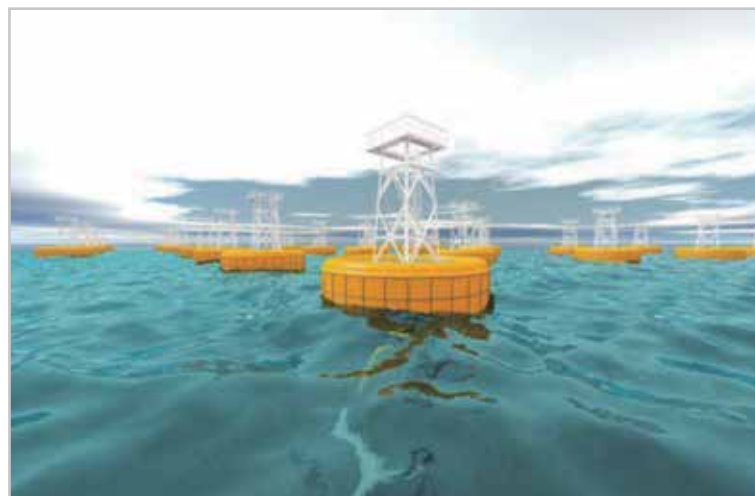
Los dispositivos que permiten obtener energía a partir de las olas se pueden clasificar en dos grupos: fijos y flotantes.

Los dispositivos fijos: Son los instalados a lo largo de la línea costera (en la rompiente de la ola) o fijados al lecho marino en aguas poco profundas.

Los dispositivos flotantes: Son sistemas que flotan en el océano cerca de la costa, sobre la superficie o sumergidos.



Dispositivos fijos



Dispositivos flotantes

Principio de funcionamiento

La conversión de energía electromecánica relaciona el intercambio de energía entre un sistema eléctrico y uno mecánico. El acoplamiento se realiza mediante un campo magnético. Este proceso es reversible, excepto por una pequeña cantidad de pérdidas que se disipan como calor.



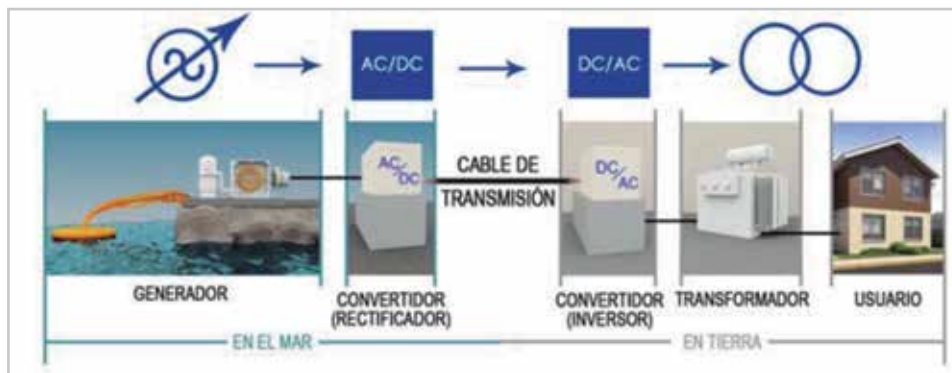
En el sistema mecánico las cantidades involucradas son torque y velocidad (T, ω) y las cantidades en el sistema eléctrico son voltaje y corriente (e, i) respectivamente. La expresión que relaciona estas variables es:

$$e, i = T, \omega$$

Establece que la potencia eléctrica es igual a la potencia mecánica producida. Cuando se convierte energía mecánica en eléctrica, el dispositivo se denomina generador (generator).

Principio de funcionamiento

Normalmente el proceso de conversión de energía de las olas consiste en un dispositivo, sea fijo o flotante, acoplado a un generador lineal de imán permanente de forma que el alternador (pistón), se mueve respecto al estator que contiene el devanado trifásico.



Esta configuración genera voltajes y corrientes variables en amplitud y frecuencia, así como un cambio de fase cuando el generador se mueve en sentido contrario.

Esto se debe al movimiento aleatorio de las olas. Siendo necesario el uso de un convertidor de AC/DC trifásico

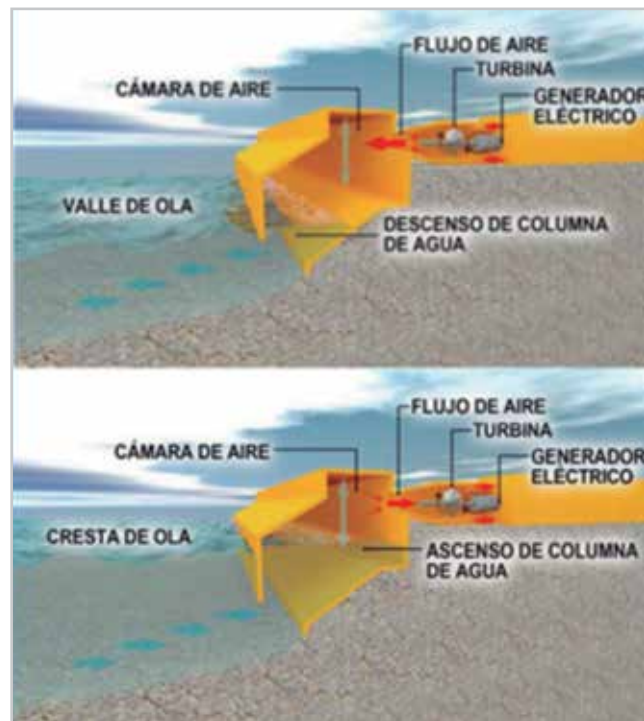
“rectificador”, lo que permite regular en cierta medida estas tensiones y corrientes variables. Esta tensión rectificadora será transmitida a tierra mediante un conductor eléctrico, la tensión de DC es convertida en tensión AC mediante un inversor DC/AC para alimentar un transformador reductor trifásico para adecuar a los niveles estándar.

Diferentes sistemas de conversión de energía undimotriz

Columna oscilante de agua OWC (Oscillating Water Column): dispositivo fijo. Estos sistemas funcionan basados en una estructura hueca parcialmente sumergida en el agua y con una abertura expuesta por debajo de la línea del agua.

Por encima de este nivel se genera una gran cámara de aire que varía en tamaño al estar sometida a la fluctuación

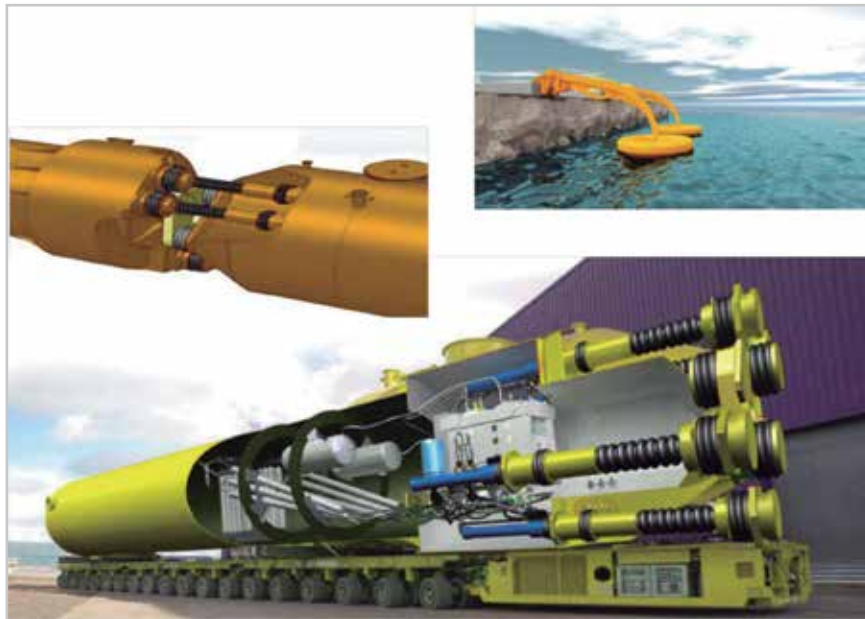
de nivel. Este aire sufre violentas compresiones por efecto del llenado de agua en la cámara y es canalizado a través de ductos que mueven turbinas bidireccionales. El efecto aerodinámico producido es de igual intensidad cuando el agua que ingresó se retira de la cámara. El reingreso de aire desde el exterior vuelve a rotar las turbinas emplazadas en los ductos y así el ciclo se cierra esperando el ingreso de una nueva ola.



Serpiente marina, (Pelamis wave energy converter): Dispositivo flotante. Este sistema se basa en aprovechar mecánicamente el movimiento de las olas a través de dispositivos de gran extensión que copian la rugosidad de la superficie del agua articulando movimientos de bisagras. La diferencia de nivel relativo entre distintos puntos de la máquina hacen girar bisagras y puntos

de quiebre donde se encuentran sistemas hidráulicos que al ser accionados bombean fluidos que hacen girar generadores eléctricos.

El prototipo tiene un largo de 120 m y 3.5 m de diámetro, es capaz de generar una potencia de 750 kW con tres módulos generadores de 250 kW cada uno.

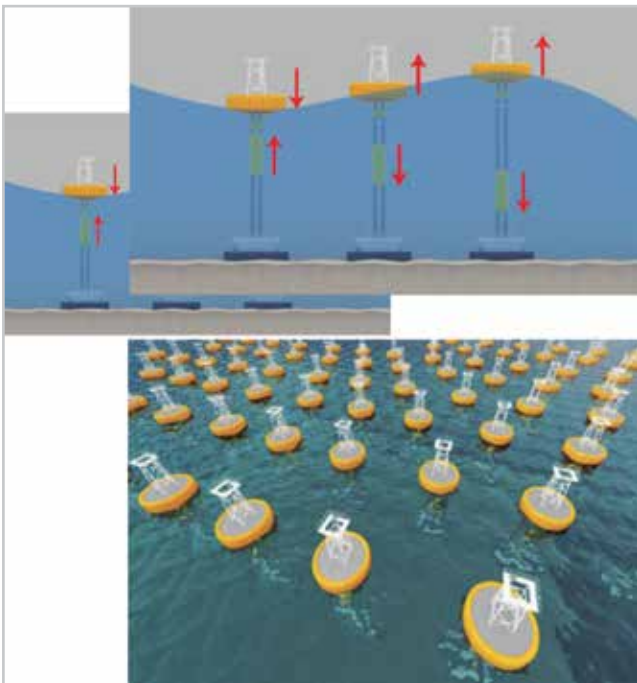


Diferentes sistemas de conversión de energía undimotriz

Absorbedor puntual complementado APC

(Isolated Augmented Absorber): Dispositivo flotante. Este sistema está compuesto de una boya de superficie y una

boya sumergida, la boya de superficie copia los movimientos de las olas del mar, realizando continuos vaivenes sobre su eje vertical, estos movimientos son aprovechados por los malacates situados en la parte inferior de las boyas, los malacates transmiten dichos movimientos a una caja multiplicadora, (engranes) que alimenta al generador.



Parque de boyas

Ventajas

Las principales ventajas del uso de la energía undimotriz son:

- Energía muy limpia con el medio ambiente.
- No genera emisiones, ni desechos y no se puede producir derramamiento de ningún producto químico contaminante.
- No produce ni combustiones, ni explosiones de ningún tipo durante su captación.
- Energía silenciosa.
- Su evolución avanza rápidamente con la aplicación de nuevas tecnologías.
- México cuenta con dos zonas de alto potencial (Golfo de California y los litorales de la península de Yucatán).

Semblanza del autor

Norberto Jaime Hernández

Ingeniero en Electrónica egresado del Tecnológico de Veracruz en 1997, cuenta con un posgrado en Instrumentación y Control por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2008 y una Maestría en Ingeniería en Administración por parte del Instituto de Estudios Universitarios campus Ciudad de Carmen, en el año 2010.

De 1998-2001 laboró en Petróleos Mexicanos en el Departamento de ingeniería de mantenimiento como supervisor costa fuera de proyectos de mantenimiento de los Activos de producción Cantarell y Ku-Maloob-Zaap en la Gerencia de Mantenimiento y Logística.

De 2002 al 2005 continúa en el Departamento de ingeniería de mantenimiento de la Gerencia de mantenimiento y logística como Supervisor de ingeniería, atendiendo la programación de recursos requeridos para la elaboración de ingenierías de los complejos de producción de los Activos Cantarell y Ku-Maloob-Zaap.

De 2006 al 2012 asume la Jefatura de sistemas tridimensionales de la Gerencia de mantenimiento integral marino. Integra y pone a disposición las bases de datos de modelos electrónicos y sesiones de visualización en un servidor central, obtienen como área el reconocimiento del Gobierno Federal "Innova 2006" por la práctica: "Simuladores electrónicos", participa en la elaboración de las Normas de Referencia de Modelos Electrónicos y Levantamientos con Equipo escáner láser 3D, NRF-107-Pemex-2010 y NRF-269-Pemex-2013, respectivamente.

De 2013 a la fecha se encuentra como encargado de despacho de la Superintendencia de administración de la información del mantenimiento perteneciente a la Gerencia de confiabilidad de instalaciones marinas, área encargada de proporcionar información técnica a través de modelos electrónicos, ingenierías y/o levantamientos para la planeación operativa y la ejecución del mantenimiento costa a fuera.

Ha participado como expositor en el Segundo Congreso y Exposición Internacional de Logística, Transporte y Distribución de Hidrocarburos en 2013; Segundo Foro de Experiencia Tecnológicas en PEP, 2013; XXV años de la Asociación de Ingenieros Civiles de Ciudad del Carmen, 2014; y Congreso Mexicano del Petróleo, 2015.