

Producción de energía eléctrica a partir de los mares

Rafael Eugenio Romero García

Production of electricity from the sea

RESUMEN

Desde finales del pasado siglo XX, la sociedad viene marcada por la búsqueda de fuentes alternativas de energía. Los dos grandes problemas actuales de las llamadas energías renovables, principalmente la eólica y la solar, son su rentabilidad y su capacidad de generar energía en los momentos que es necesario, es decir, la previsibilidad en la producción. La energía marina no tiene este problema, ya que podemos predecir con siglos de anticipación el momento y la intensidad de las mareas y corrientes. Esta energía se puede obtener por medio de las mareas (energía mareomotriz), de las olas (energía undimotriz), de la conversión del gradiente térmico (OTEC), de la conversión del gradiente salino y la de las corrientes marinas. Las últimas experiencias realizadas han dado resultados muy esperanzadores, respecto a su rendimiento, habida cuenta que al ser el agua más densa que el aire, sus equipos (muy parecidos algunos de ellos a los eólicos) generan más energía que los eólicos y, por tanto, amortizan antes la inversión.

Palabras clave

Energías renovables, energía marina, mar, energía mareomotriz, energía undimotriz

ABSTRACT

Since the latter part of the twentieth century, society has been increasingly preoccupied with finding alternative sources of energy. The two main problems currently faced by so called renewable energy sources, principally wind and solar, are their profitability, and their capacity to generate power when needed, to offer a predictable output. Marine energy does not pose this problem, with the timing and intensity of tides and currents predictable years in advance. This energy can be obtained from the tides (tidal power), from the waves (wave power), from ocean thermal energy conversion (OTEC), from salinity gradient power and from marine current power. The most recent findings have shown very promising results, and in terms of output, with water being denser than air, the apparatus employed (some very similar to wind turbines) generate more power than wind turbines and therefore offer a faster return on investment.

Keywords

Renewable energy, marine energy, sea, tidal power, wave power.



Foto: Shutterstock

En estos tiempos en los que los precios de la energía se dispara debido al enorme consumo que existe y la especulación que alrededor de ella se hace, es conveniente revisar todas las posibilidades que nos plantea la naturaleza para conseguir este bien cada vez más caro y difícil de conseguir.

De todas las fuentes de energía existentes, la menos estudiada y la que se encuentra en un estado más primario de investigación es la obtención de energía procedente del mar. Esta energía se puede obtener por medio de la energía mareomotriz (de las mareas), undimotriz (de las olas), la conversión del gradiente térmico (OTEC), la conversión del gradiente salino y la de las corrientes marinas.

Aprendiendo de nuestros mayores

El gaitero y lutier José Ángel Hevia Velasco decía en su disco *Al otro lado*: “Cada vez conozco más viejos que caminan casi de medio lado. Seguramente, el paso del cangrejo es también el del sabio que no sólo mira al otro lado, sino que también va disfrutando del camino dejado tras de sí”. Hoy día tendemos a olvidar lo que nuestros mayores sabían y nos transmitieron, hemos dejado de caminar de medio lado.

Un vistazo a la tecnología desde sus comienzos hasta la era industrial muestra unos pueblos preocupados en aprovechar la mínima posibilidad de obtener energía. Así vemos tratados sobre molinos de todo tipo (de sangre, mareales, fluviales, de viento) y cómo se instalaban molinos en cualquier corriente de agua, aunque fuera temporal.

Desde el punto de vista técnico, este proceder tiene dos grandes virtudes: producción de la energía allí donde se consume y generación de energía totalmente renovable.

La aparición de energía barata en forma de petróleo y la posibilidad de transportarla con el desarrollo de la electricidad hizo que se abandonaran los sistemas tradicionales de producción energética.

Este abandono, que en algunos casos ha sido hace pocos años, va ligado a la filosofía de la actual sociedad del derroche y el consumo de energía fácil y barata, algo que, afortunadamente, está cambiando de forma rápida y brusca.

Evidentemente, no propongo el retorno a molinos, batanes y pilones movidos por aceñas, molinos mareales o de regolfo, pero sí retomar el concepto de pequeña producción energética allí donde sea posible y cerca de los lugares

de consumo y, sobre todo, el retorno a las energías renovables en su máxima capacidad.

Y cuando hablo de energía renovable me refiero a un concepto distinto al que actualmente se usa, porque ahora mismo cuando se habla de energía renovable sólo se consideran las energías solar (térmica y/o fotovoltaica) y eólica y muy de pasada cualquier otra posibilidad. De hecho, la gran hidráulica también tiene más detractores que defensores actualmente.

El concepto de renovable debería ampliarse en sus horizontes e incorporar aquellas tecnologías que empleando combustibles no renovables aplican conceptos como eficiencia en tal grado que la hacen tan “ecológicas” como las renovables clásicas. En este sentido, me refiero, por ejemplo, a las trigeneraciones y a las centrales nucleares de última generación que emplearían como combustible los residuos acumulados en las actuales centrales.

Como sé que lo expuesto en el anterior párrafo se presta a una amplia y polémica discusión, me ceñiré en este artículo a una energía renovable, en el más clásico sentido de la palabra, y que no tiene algunos de los grandes inconvenientes que tienen la solar y la eólica.

La energía de los mares y océanos

Las energías solar y eólica tienen un gran inconveniente, que es su impredecibilidad, es decir, es imposible aventurar cuanta energía eólica o solar nos proporcionarán nuestras instalaciones la semana que viene, y cuanto más largo fie-mos el plazo, peor será la predicción, ya que dependen totalmente de la meteorología (que no de la climatología) del momento y éste es un campo que, aunque ha avanzado mucho, sigue teniendo un rango de fiabilidad bastante corto para el caso que nos ocupa. Afinando en la idea, que la lluvia caiga el lunes o el martes, por la mañana o por la tarde, no tiene demasiadas complicaciones para el sector agrícola, por ejemplo, pero sí lo tiene para el sector energético, ya que la demanda de electricidad tiene puntas y valles con tremendos picos a lo largo del día. Si en los momentos de máxima demanda los aerogeneradores y las placas solares no pueden suministrar la suficiente energía, se tiene que acudir a los generadores tradicionales (centrales térmicas o nucleares). Por el contrario, si en las horas valle están a pleno rendimiento, podemos vernos en la necesidad de poner en *stand-by* las centrales tradicionales, pero que permanecen calientes consumiendo combustible a la espera de entrar en servicio.

Las mareas son totalmente predecibles con años de antelación, tanto en su amplitud (energía disponible) como en el momento en que se van a producir. Las corrientes marinas también son bastante predecibles y son pocos los cambios que se han dado en siglos; se puede decir lo mismo de los gradientes térmicos y salinos. Por tanto, estas energías puramente renovables satisfacen el que quizá sea el gran pero de la solar y, sobre todo, de la eólica. Además, son totalmente renovables, ya que no requieren de un complicado circuito de masas y energía que a veces no es tan halagüeño como se nos presenta (por ejemplo en el biodiésel). La undimotriz es la menos predecible de todas, pero lo es mucho más que la eólica.

Nuestros antiguos conocían ya esta propiedad y, por eso, sin desdeñar la eólica ni la *sangre* (animales o personas), en las zonas costeras fue siempre la energía preferida. Las costas españolas y portuguesas están completamente llenas de restos de estos equipos (entre Faro y Cádiz llegaron a funcionar 70 molinos mareales). Sin nuestros amplios conocimientos sacaban un buen rendimiento de estos equipos y aprovechaban, por

ejemplo, las mareas muertas para picar las piedras y realizar las reparaciones que necesitara el molino; y es un tema de estudio bastante interesante ver dónde estaban ubicados estos molinos y considerar la posibilidad de colocar en su lugar generadores adaptados empleando las modernas tecnologías, porque, evidentemente, no tiene sentido colocar molinos, pero sí generadores eléctricos, generadores de hidrógeno (el agua está a pie de planta) e incluso pequeñas desaladoras. Es curioso saber, por ejemplo, que desde 1521 hasta 1822 funcionó en Londres de forma ininterrumpida una gran aceña movida con la energía de las mareas y que se empleaba para abastecer de agua el centro de la ciudad.

El tema de los antiguos molinos y su evolución sale fuera del ámbito de este artículo por cuestión de espacio y se tratará fuera de él, pero es evidente que este aspecto no ha sido tratado con la profundidad que se merece, sobre todo con vistas a recuperar lo que se sabía entonces para aprovecharlo ahora. Todavía quedan molineros con vida y sería una pena que no nos enseñaran de viva voz lo que saben. Dejo esta puerta abierta para alguien que esté buscando un tema interesante para una tesis o trabajo de investigación, a cuya disposición me pongo.

Por su parte, los mares como fuente generadora de electricidad ha sido un tema tratado más como ciencia futurista que como ciencia realista, pero hace unos años que este tema se está investigando con fuerza fuera de nuestras fronteras y, afortunadamente, España también se está montando en este importante carro en el que, junto con Portugal, tiene un gran campo de estudio y trabajo teniendo en cuenta la longitud de nuestras costas.

No voy a intentar reflejar todas las tecnologías existentes en este campo porque es imposible, ni tan siquiera pretendo que estén las últimas, porque cada vez que se entra en la red o se contacta con personas inmersas en el tema se ven nuevos sistemas de aprovechamiento energético. Por tanto, es posible que cuando este artículo vea la luz, o lo lea usted, estas tecnologías que a continuación se reflejan estén algo desfasadas; de todas formas, dan idea de por dónde van las líneas de investigación y trabajo.

La Generación eléctrica a partir de las mareas

Consiste en aprovechar la energía liberada por el agua del mar en sus movi-

mientos de ascenso y descenso durante las mareas y que, como he dicho, fue empleada hasta hace pocos años con mucha profusión. He comentado el caso de la costa onubense, que posee unas mareas medias; la zona norte tiene, por el contrario, unas mareas de más entidad y este tipo de energía fue usada incluso con más importancia.

Se calcula que la energía que generan las mareas es de unos 22.000 TW, de los que serían aprovechables unos 200 a pesar de que no todas las costas son aptas para su aprovechamiento, ya que la actual tecnología no es rentable con mareas inferiores a 6 m de altura.

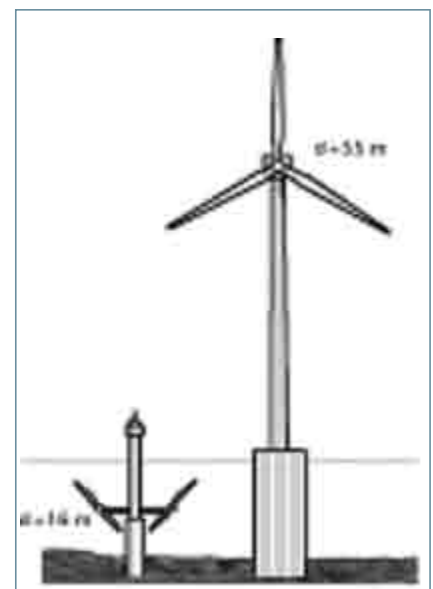
El proyecto más conocido¹ de aprovechamiento de este tipo de energía está situado en el estuario de La Rance (Saint Malo, Francia) que consta de 24 grupos con una potencia de 240 MW gracias al nivel de mareas en dicho estuario que es de 12-13,5 m. Las turbinas instaladas son reversibles y giran en ambos sentidos aprovechando un caudal máximo, de 20.000 m³/s.

En principio, en España no se tienen localizaciones óptimas para el aprovechamiento de esta energía, pero la mejora tecnológica y la investigación en este campo harán, sin duda, que en breve también en España sea aprovechable la energía mareomotriz.

Generación eléctrica a partir de las corrientes marinas

Según los últimos estudios, hay más de 100 ubicaciones ideales en Europa para el aprovechamiento de las corrientes marinas. Este aprovechamiento permiti-

Figura 2. Ejemplos de un generador de eje horizontal y otro vertical



ría la instalación de 12,5 GW de potencia generadora (en total, se calcula que hay 30 GW aprovechables). Además de esta importante cantidad de potencia instalada, hay que recordar algunas de las características que tienen estas instalaciones, la mayoría de ellas comunes a las mareomotrices:

- Se puede predecir en todo momento la cantidad y el momento de la generación.
- Tiene un rendimiento medio del 43% (puede llegar al 60%), lo cual es el doble de otras fuentes renovables.
- Impacto ambiental prácticamente despreciable (exceptuando que puede afectar al tráfico marítimo).
- Las malas condiciones meteorológicas no afectan a su funcionamiento al estar bajo la superficie marina, algo que no ocurre con los aerogeneradores o algunos de los sistemas de aprovechamiento de la energía de las olas.

También es importante incidir en que al ser el fluido (agua) más denso que el que mueve los aerogeneradores (aire), se obtiene una mayor densidad energética (el viento a 15 m/s produce 2 kW/m², mientras que una corriente marina de 3 m/s da 14 y una de 2 m/s genera 4), lo que permite que los equipos sean menores para obtener la misma cantidad de energía, como podemos ver en la figura 1 para obtener 1 MW.

Técnicas disponibles

Como en los aerogeneradores, se dispone de equipos axiales (con eje horizontal) y de flujo cruzado (eje vertical) (figura 2). A partir de estos dos tipos básicos se han diseñado múltiples equipos, la mayor parte en fase de experimentación y que aprovechan la experiencia adquirida en los aerogeneradores.

A la hora de diseñarlos hay que tener en cuenta que los equipos deben absorber mayores esfuerzos que los eólicos, pero, por el contrario, tienen menor relación entre la velocidad media y la punta.

Entre las de flujo axial, destacan las de los proyectos de la Marine Current Turbines, Seaflow (figura 3) y Seagen² (figura 4), que han dado mejores resultados de los esperados teóricamente.

Respecto a las de flujo cruzado, también existe una gran variedad de diseños, como la Kobold (figura 5), que puede disponerse de distintas formas, y la Gorlov (figura 6) consistente en un rotor tipo Savonius.

Como se ve, se ha diseñado una enorme variedad de equipos desde que se empezó a investigar esta materia a finales de la década de 1980, algunos de ellos

de gran interés, como los basados en la mejora de la eficiencia al introducir turbinas en conductos. Este sistema permite instalar plantas con una gran cantidad de turbinas. De hecho, existe un proyecto en Canadá (Bluenergy) para una planta de 2.200 MW. El macroproyecto Hydro-

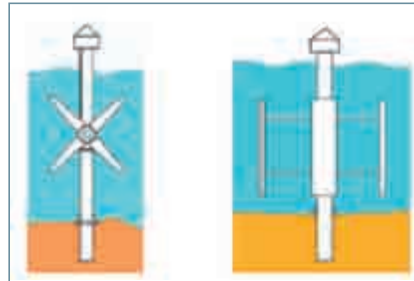


Figura 2. Ejemplos de un generador de eje horizontal y otro vertical



Figura 3. Proyecto Seaflow.



Figura 4. Página de presentación del proyecto Seagen.

Figura 5. Generador Kobold.



Figura 6. Generador Gorlov.

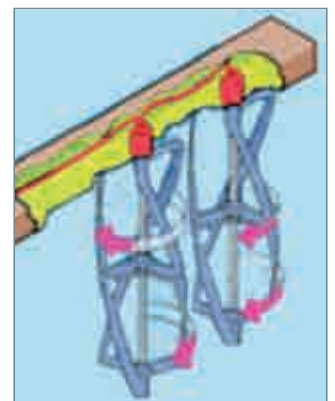




Figura 7. Proyecto Hidrolienne.

lienne (figura 7) tiene previsto tres parques, dos en la costa de Bretaña (uno de 1 GW y otro de 2 GW) y una en Cotentin con 1.500 turbinas de 16 m de diámetro para 3 GW. En total, este proyecto podría sustituir tres centrales nucleares.

El sistema de turbinas está generando gran número de proyectos además de forma somera, como son el proyecto Lunar Energy, que consta de una turbina bidireccional horizontal instalada en un venturi a 40 m de profundidad. Su especial diseño le permite obtener cinco veces más energía que otros equipos para la misma área de intercepción. Se espera que para 2010-2011, la planta instalada en Pembrokeshire (Gales) con turbinas de 23 m de alto por 15 de ancho instaladas en el fondo marino produzcan 8 MW.

El proyecto de Hydrovisión que tiene dos generadores compuestos por dos turbinas de 15m de diámetro para 500kW por unidad. Este proyecto tiene la ventaja de ser flotante y estar anclado con cadenas lo que le permite la autororientación hacia la corriente.

Una turbina tipo Straflo se usa por ejemplo en el proyecto Openhydro y ya se está pensando en un equipo de este tipo que aproveche la corriente del Golfo para producir hidrógeno.

Las últimas novedades en turbinas son las SST y el Sea Snail. Las SST son turbinas semisumergidas que darían 4MW para dos pares de rotores de 20m de diámetro a 60m de profundidad y con un novedoso sistema patentado en UK en 2003 para el izado del equipo para las tareas de mantenimiento. El Sea Nail es un equipo que se instala en el fondo y que orienta la corriente a la turbina por medio de alas lobuladas para mejorar el rendimiento de la turbina.

Además de los equipos vistos es digno de mencionar el Stingray (figura 8) que se ancla al fondo y que está dotado de un ala oscilante hacia arriba y abajo que en su movimiento acciona unos cilindros de



Figura 8. Generador Stingray.

aceite a presión que mueve el motor que actúa sobre el generador.

Existen más proyectos y modelos que no citamos aquí por falta de espacio, pero es evidente que es un campo donde la investigación tiene por delante un amplio campo de trabajo con resultados muy prometedores.

El caso particular del Estrecho de Gibraltar

El Ingeniero Naval D. Juan Manuel Juanes González realizó una tesis en 2007 en la que estudiaba este tema en detalle. La tesis de un gran interés y que no ha tenido la repercusión que debiera, hace un estudio exhaustivo de la posibilidad de producir energía eléctrica aprovechando las corrientes existentes en el Estrecho de Gibraltar. En este estudio se retoman ideas que ya estudiaron el Ingeniero de Minas Don Emilio Zurano Muñoz en 1921 en un escrito que remitió al rey Alfonso XIII y el Dr. Félix Cañada Guerrero en fechas más cercanas.

Tras un concienzudo estudio de la problemática, calcula las zonas más favorables de acuerdo a la velocidad de la corriente superficial³ (figura 9), los fondos para el fondeo de los equipos y excluyendo las zonas militares, de pesca,

Figura 9. Curvas de la corriente de superficie en el Estrecho de Gibraltar.



parques naturales y las conexiones eléctricas y gasísticas con África. Después de localizar estas zonas y teniendo en cuenta los equipos actualmente existentes, algo que con el tiempo debe mejorar, llega a la conclusión, de que esta área posee un alto poder energético, algo que debe hacer reflexionar a los organismos y empresas del sector para potenciar más esta idea.

El mismo autor de la tesis está desarrollando un modelo patentado de generador que integra el aprovechamiento de las corrientes marinas con una conversión de energía en hidrógeno, lo cual permite al prototipo no depender de un emisario submarino.

Generación eléctrica a partir de las olas

De todas las energías marinas es la menos predecible (la gran ventaja de estas energías), pero siempre es mucho más predecible que la eólica e incluso la solar. Su potencial es enorme⁴ y se calcula puede llegar a los 500GW, siendo Portugal y España (la cornisa noroeste concretamente) un lugar privilegiado, aunque toda la costa atlántica es factible de recibir instalaciones de este tipo de forma rentable.

También de todas las energías marinas es la más estudiada, sobre todo a partir de 1970, aunque no debemos olvidar a Barrufet que ya estudió el tema para instalar una planta undimotriz en Barcelona a finales del S. XIX.

Hay muchas empresas desarrollando prototipos más o menos acertados y más o menos adecuados a cada situación ya que su implantación puede ser en la costa, cerca de ella o fuera de ella. Debemos recordar que la ola donde tiene más energía es lejos de la costa, pero por otro lado el mantenimiento del equipo, el transporte de la energía, etc. hacen que a veces sea mejor en la costa o cerca de ella. No vamos a ver todos los equipos diseñados (más de 600 en los 30 últimos años) pero si unos cuantos que vale la pena citar por su interés, aunque algunos no cumplieran las expectativas que en principio se depositaron en ellos y ya sean historia.

A todo esto hay que añadir que en septiembre de 2007 el gobierno británico aprobó el proyecto Wave Hub para montar el mayor parque mundial de aprovechamiento de energía marina que generará 20MW en la costa norte de Cornualles. En este parque se emplearán distintas tecnologías para parques marinos y nuevas herramientas de modelado

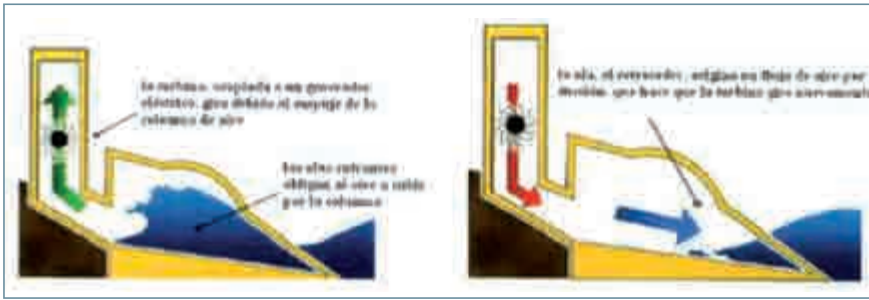


Figura 10. Generador OWC.



Figura 11. Generador OWC instalado en Pico (Islas Azores).

zación y análisis de proyectos de aprovechamiento de energía undimotriz.

Equipos en o cerca de la costa

Podemos citar el OWC (*Oscillating Water Column*) que es el instalado en Mutriku (Guipúzcoa), en la isla de Islay (Escocia) o en la isla de Pico en las Azores (figura 11) y que consiste en una apertura en el rompeolas por donde entra el mar en las oleadas a una cámara donde comprime y descomprime el aire contenido en ella (figura 10). Este movimiento del aire se transforma en electricidad a través de una turbina. Su mayor problema es el ruido que produce y que ha generado algunas protestas de los vecinos cercanos al lugar.

Equipos lejos de la costa

Tenemos sistemas que sobresalen del nivel del mar (*Wave Dragon*, *Wave Plane*), el OWC ya visto, cuerpos sólidos movidos por las olas (*Pelamis*, *AWS*) y otros diseños.

AWS

Este prototipo se montó en Portugal y consiste en una estructura presurizada donde la parte superior es móvil respecto a la parte inferior debido al movimiento de las olas. Este movimiento es convertido en energía eléctrica directamente mediante un generador lineal.

Pelamis

Es una estructura articulada en la que el movimiento relativo de una articulación respecto a su nodo actúa sobre una bomba hidráulica que alimenta un depósito a presión, siendo este fluido el que actúa sobre el generador electro hidráulico (figura 12). Al norte de Oporto, en Póvoa de Varzim, se han instalado en una primera fase tres de estos equipos que suministrarán una potencia de 2'25MW, en una segunda fase se llegará a 25 Pelamis con una potencia total de 20MW. La intención es llegar a los 500MW y conseguir por este método, en unos 15 años, entre el 20 y el 30% de la energía consumida en Portugal. Teniendo también el gobierno escocés previsto la instalación de estos equipos en sus costas, comenzando con una potencia de 3MW.

Wavedragon

En este caso nos encontramos con un dispositivo que flota a cierta altura sobre la superficie marina pero al alcance de las olas las cuales van llenando un depósito que al vaciarse mueve turbinas para la generación de energía. Es una tecnología que es competitiva hoy día y

Figura 12. Generador Pelamis.



de hecho funciona en Dinamarca, estando en trámite la instalación en 2010 de una planta de 70MW en Irlanda, entre otros proyectos.

Waveplane

Tiene el mismo principio que el anterior pero con distinto diseño. Llenar un depósito con las olas que rebasan la estructura y mover turbinas al vaciarlo.

OPT (Ocean Power Technologies)

Se dispone de una boya hundida justo bajo la superficie. Esta boya en su movimiento pendular a causa del oleaje comprime aceite y acciona un motor hidráulico que mueve un generador eléctrico. Es el equipo montado en la planta de Santoña (Cantabria).

AquaBouy

Emplea el mismo principio anterior pero lo que hace el movimiento de la boya es bombear agua a una turbina situada en la parte superior del equipo.

Ceflot

Consiste en crear un horizonte artificial en la superficie marina de tal forma que el movimiento de las olas mueve los elementos de la periferia para mover el generador.

Equipos Oscilantes

Tenemos la Boya Arlas Invest que emplea este movimiento para enrollar y desenrollar el cable de fijación sobre un mecanismo electro mecánico. También está el SEAREV (Sistema Eléctrico Autónomo de Recuperación de la Energía de las Olas) que básicamente consiste en un cuerpo flotante que en su movimiento

pendular activa dos bombas hidráulicas que después producen la generación eléctrica en un alternador. Y finalmente el WEVEROLLER que es un convertidor de energía de las olas oscilante, rotativo y sumergido que captura la energía cinética del agua en el fondo marino mediante una placa que activa igualmente un motor hidráulico, existiendo un prototipo exitoso en Peniche (Portugal) y estando próxima la instalación de un prototipo de mayores dimensiones.

Un aparatado para las tecnologías españolas

Voy a destacar las tres tecnologías más importantes en este campo en nuestro país.

Pipo Systems

En este equipo (Pisys) se combina la columna de agua oscilante con el movimiento vertical de la boya aprovechando de esta forma los dos fenómenos vistos hasta ahora y aprovechar las tres principales fuerzas naturales presentes en las olas (flotación, diferencial de presión, cinética) incrementando en un 137% la energía aprovechada por sistemas de boya flotante simple (figura 13). Además se emplea para generar hidrógeno y agua desalada. Necesita olas con un rango entre 60 y 550cm. Se estima que 10 boyas (de 12m de diámetro) ubicadas en Galicia generará 19'8GWh/año y 6'6Hm³/año de agua desalada.

Hidroflot

Genera la energía al crear una diferencia de potencial entre un cuerpo sumer-

Figura 13. Generador Pisys.

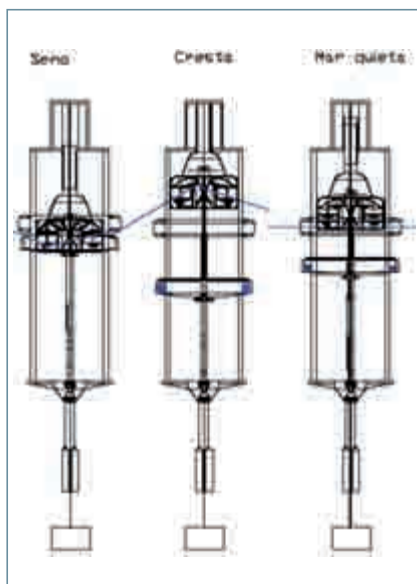


Figura 14. Proyecto Hidroflot.

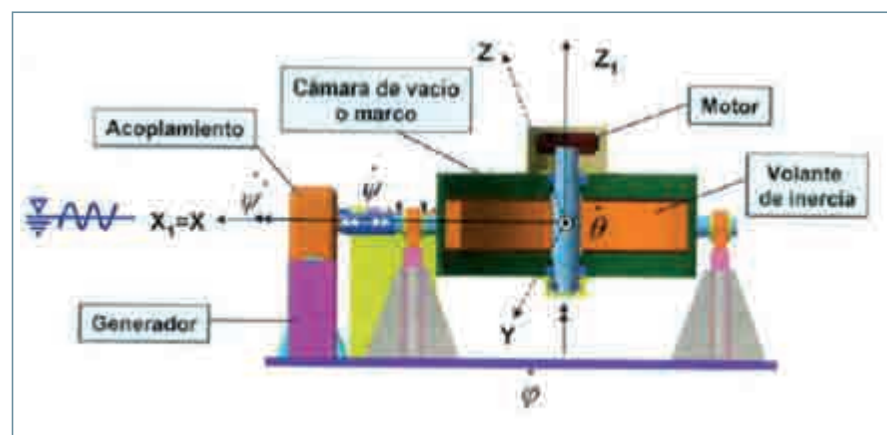


Figura 15. Interior del Generador TECNALIA.



Figura 16. Conjunto del Generador TECNALIA.

gido inmóvil y un cuerpo deslizante del flotador, accionado por las olas. El conjunto lo forman 16 boyas (figura 14) que se desplazan sobre un eje por el movimiento de las olas accionando 4 generadores para generar electricidad, producir hidrógeno y desalar agua. El rango de trabajo es con olas entre 1'3 y 6m pudiendo sumergirse en caso de temporal. Se instalarán formando parques en forma de estrella con 8 plataformas de 6'4MW (50MW en total) a 2 millas de la costa y sobre fondos de 50-100m.

Convertidor de TECNALIA

He dejado este equipo para el final por ser posiblemente el que más esperanzas nos da de futuro. El equipo, ya en fase preindustrial, se basa en el movimiento relativo inercial que causan las olas en un dispositivo giroscópico que actúa sobre un generador eléctrico (figuras 15 y 16). Una gran ventaja de este equipo es que minimiza el número de elementos en contacto con el agua salada de mar al estar encapsulada en una unidad de unos 45-50m de eslora por 7 de manga.

Generación eléctrica a partir del gradiente salino

Es el menos avanzado de todos los sistemas de aprovechamiento, y se basa en la diferencia de la presión osmótica debida a la diferencia de salinidad entre el agua salada y dulce, por tanto la ubicación de estas plantas es en las desembocaduras de los ríos. Noruega es la pionera en estas investigaciones y espera llegar a producir por este método el 10% de toda la energía consumida. Para ello ha instalado la primera planta del mundo en el fiordo de Oslo con una capacidad de 2-4kWh. Según la empresa estatal noruega Statkraft el potencial mundial de esta energía es de 1600TWh.

Generación eléctrica a partir de la energía térmica (OTEC)

Con este apartado terminamos de ver el tema del aprovechamiento energético de los mares y océanos.

Para poder generar energía eléctrica a partir de un gradiente térmico con una mínima rentabilidad necesitamos al menos 20°C de diferencia, lo cual actualmente sólo es posible en ciertos lugares (zona tropical) entre la superficie y el fondo marino (a veces a 1000m de profundidad o más).

Se utiliza el ciclo Rankine (abierto o cerrado). El primero emplea directamente el agua del mar evaporándola a baja presión y mover una turbina. El segundo usa un circuito cerrado y un fluido de baja temperatura de ebullición (amoníaco, propano...) que se evapora gracias al agua caliente superficial moviendo el turbogenerador y condensando con el agua fría del fondo. Cómo el rendimiento del proceso es muy bajo (7%) por la poca diferencia de temperaturas y además necesitamos emplear energía para subir el agua desde las profundidades, el rendimiento global es bajísimo.

Hay una planta funcionando en India (Tamil Nadu) desde 2001 con una potencia de 1MW empleando una plataforma flotante sobre un fondo de 1000m, aunque hay prototipos en marcha desde 1979⁵.

Esta energía tiene bastantes inconvenientes además de su bajísimo rendimiento (coste, posible impacto ambiental, zonas muy localizadas de ubicación) que ensombrecen sus ventajas (predecibilidad, aprovechamiento de la energía solar superficial y empleo de las tecnologías petrolíferas).

Conclusión

La energía es quien determina el bienestar de una sociedad, y su buen uso, así

como su generación responsable y sostenible en el tiempo debe formar parte de nuestra formación como ciudadanos. Los antiguos ya sabían de la importancia de la posesión de la energía y no fueron pocas las disputas a cuenta de los lugares donde se podía obtener esta. Con los años hemos aprendido a obtener energía de multitud de lugares y fuentes, así como su uso de distintas formas (gas, combustible líquido o sólido, electricidad...) olvidando a veces las enseñanzas de los que nos precedieron.

También sabemos que la demanda energética futura será de tal magnitud que es conveniente ir recopilando todo lo concerniente a formas de producir energía, sean cuales sean estas formas. La energía de las mareas ya fue empleada durante varios siglos en nuestra cultura y tiene además la gran ventaja sobre otras renovables de que no se ve afectada por la meteorología, siendo totalmente predecible su capacidad de producción y en que momento concreto lo hará, lo cual conduce además a una gran eficiencia en su uso. Lo mismo es aplicable al resto de las energías marinas que hemos visto.

Por otra parte, España tiene una gran tradición en construcción naval, siendo una lástima que se cerraran tantos centros productivos con personal altamente cualificado en materia naval que hubieran podido aportar unos conocimientos vitales para construir equipos con los que aprovechar estas energías, tanto en diseño, materiales, construcción e instalación. Aún quedan profesionales y centros productivos en España a los que se les hace difícil seguir adelante en el campo de la construcción naval dada la fuerte competencia con otros países y este tema puede ser un salvavidas para este sector, sin el cual tampoco se podría poner en marcha un plan racional para el aprovechamiento de estas energías.

Es necesario investigar a fondo en este tema y para ello tendremos que acudir a todos los que saben de esto, desde geólogos, técnicos navales, historiadores, ingenieros o antiguos molineros. De esta forma podremos caminar como el viejo que nos recordaba Hevia y construiremos un futuro realmente sostenible, mirando al futuro sin dejar de mirar al pasado para aprender de él y no repetir sus errores.

Agradecimientos

Quiero darle las gracias a Pedro Ibáñez de la Unidad de Energía de ROBOTIKER-TECNALIA y nombrarlo aquí en vez de en la bibliografía, ya que su importante cooperación y sus conocimientos del tema me

han permitido dar forma a este artículo que espero sea provechoso.

Notas

1. Hay otros en Kyala Guba (Murmansk, Rusia), Fundy (Nueva Escocia, Canadá) y Sam Sa (China).
2. De la que se instalarán en breve tres unidades en Fundy (Canadá).
3. Ya que la de fondo aún no es aprovechable técnicamente.
4. De 15 a 50kW por metro de frente de ola.
5. En 1930 en Cuba funcionó un equipo OTEC del francés George Claude.

Bibliografía

- Cousteau, J., "Enciclopedia del Mar", Volumen 1, Ediciones Folio SA, Barcelona. 1993.
- Hevia, J. A., disco "Al otro lado. Al otro llau". 2000. InfoPOWER, Noviembre/Diciembre 2007.
- Juanes González, J. M., "El Potencial Energético útil de las Corrientes Marinas en el Estrecho de Gibraltar", Departamento de Arquitectura y Construcción Navales (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales). 2007.
- VII.-Energía de las Corrientes Marinas en <http://libros.redsauce.net/>
- <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>
- <http://www.portalenergia.es/informacion/energia/mareomotriz/energiaMareomotriz.jsp>
- www.marineturbines.com
- www.monografias.com
- www.robotiker.com
- www.wavedragon.net
- www.waveplane.com

Rafael Eugenio Romero García

elportil@gmail.com

Ingeniero técnico industrial en control de procesos químicos e Ingeniero químico por la Universidad de Huelva. Miembro del Comité técnico del plan de calidad ambiental de Huelva de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y miembro de la Asociación Española de Comunicadores Científicos. Actualmente trabaja en FMC Foret
