

Energía oceánica térmica: hacia un desarrollo petrolero ecosostenible

Investigación en curso

Andrés Felipe Páez Mantilla

Ingeniería en energía

apaez@unab.edu.co

Gianmarco Serrano Cabarcas

Ingeniería en energía

gserrano47@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

La energía oceánica térmica o maremotérmica se basa en el uso del diferencial de temperatura entre las aguas oceánicas profundas y las superficiales, el aprovechamiento de este diferencial se usa para mover una turbina térmica generando electricidad. El siguiente proyecto busca la implementación de un sistema maremotérmico comúnmente denominado por sus siglas en inglés *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC) dentro de una plataforma petrolera. La implementación de la tecnología OTEC en las actividades petroleras offshore representarían ingresos anuales por más de 60 M.USD y una reducción casi total de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, adicionalmente se crea un foco de empleo en la industria pesquera y se produce suficiente agua potable para abastecer la demanda total de la plataforma. En términos ambientales la explotación costa afuera pasaría a ser una actividad ecológicamente responsable.

ABSTRACT

The Ocean Thermal Energy is based in the use of temperatures differentials between the ocean superficial waters and the deep ones, this differential is used to move a steam turbine generating electricity. This project tries to achieve the implementation of an OTEC system inside of an oil rig. The implementation of the OTEC technology into the offshore petroleum activities represents annual incomings among the 60 MUSD and an almost total reduction of the CO₂ emissions to the atmosphere. There will be produced enough potable water to satisfy de actual demand inside the platform. Environmentally, the offshore exploitation will become an environmentally responsible activity.

Área de Conocimiento

El área de conocimiento que abarca el contenido del artículo es de Ingeniería con énfasis en el desarrollo de las energías renovables y la actividad petrolera.

Palabras Clave

Petróleo, Consumo, Océano, Plataforma, Altamar, Temperatura, OTEC, Sistema, Maremotermica, Energía.

INTRODUCCIÓN

La explotación de hidrocarburos es la mayor industria energética del mundo, entre todos ellos el petróleo es el de mayor importancia, lo anterior se debe a la gran cantidad de derivados que se pueden obtener de este; sin embargo el auge de las energías renovables ha creado la falsa ilusión de que en un futuro cercano no seremos

dependientes del petróleo, no obstante aunque todas la demanda energética del mundo pudiera ser cubierta con energías renovables, la industria petroquímica, de la cual provienen la mayoría de los bienes materiales que hoy en día utilizamos; es irremplazable, por lo que de una manera u otra el petróleo seguirá siendo determinante en nuestras sociedades. Con base en lo anteriormente descrito se propone aplicar una tecnología renovable y ecológica a la tradicional explotación petrolera offshore con el fin de avanzar hacia una actividad petrolera sostenible y ecológicamente responsable.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Evaluar la implementación de un sistema maremotérmico en una plataforma petrolera.

Objetivos Específicos.

Realizar un diseño y dimensionamiento técnico inicial para la implementación de un sistema maremotérmico en una plataforma petrolera.

Evaluar la viabilidad económica de la implementación de un sistema maremotérmico en una plataforma petrolera.

Determinar los impactos ecológicos, sociales y a la industria de la propuesta presentada.

METODOLOGIA

El desarrollo de la investigación tiene como hito principal el estudio de la factibilidad de la implementación de una tecnología para aprovechar al máximo la extracción de crudo en una plataforma.

Como parte fundamental se buscó información relativa al funcionamiento de las plataformas petroleras y sus requerimientos energéticos, así como también el funcionamiento de la OTEC. Se encontraron beneficios importantes que tiene el sistema que corresponden al concepto de sostenibilidad.

Al realizar un estudio sobre el marco teórico y estado del arte sobre las OTEC se construyó un modelado en 3D sobre la implementación del sistema en una plataforma, desarrollando su estudio técnico propio.

IDENTIFICACION DEL PROYECTO

Tabla 1. Identificación del proyecto

Nombre del Semillero	Energías renovables y Eficiencia Energética
Tutor del Proyecto	Yecid Alfonso Muñoz
Grupo de Investigación	GIRES
Línea de Investigación	Energías marinas

SOLUCION PROPUESTA

Generalmente se han separados las llamadas energías limpias de los combustibles fósiles tratándolas completamente por aparte, sin embargo la dependencia humana por el petróleo va más allá del recurso energético y se centra en la industria petroquímica, la cual es irremplazable en todo sentido. Debido a esto se ha planteado el aprovechar las ventajas de las energías limpias y las nuevas tecnologías con el fin de optimizar la explotación petrolera costa afuera y convertirla en un proceso sostenible mediante la implementación en esta de un sistema de conversión de energía térmica oceánica OTEC.

MARCO TEORICO

Plataformas petroleras

Una plataforma petrolera es una estructura de grandes dimensiones cuya función es extraer petróleo crudo y gas natural de los yacimientos del lecho marino, que invariablemente surgen combinados. Según el tipo de plataforma considerada, su estructura puede variar desde una torre con depósito hasta verdaderos edificios de varios pisos interconectados por tuberías.

Requerimientos energéticos.

La necesidad de instalación de un sistema eléctrico en plataformas petroleras en altamar se puede realizar mediante dos formas: generadores in sitio o mediante transmisión de corriente continua de alto voltaje desde tierra firme también conocido como HVDC por sus siglas en inglés (High Voltage Direct Current). [2]

La maquinaria pesada, como compresores de gas y bombas son en la mayoría de los casos alimentados directamente de turbinas a gas o motores diésel. La mayor parte de la electricidad es consumida por motores eléctricos, otra parte es consumida por calentadores eléctricos en el proceso de producción y cierto porcentaje es usado en iluminación, ventilación, calefacción, acondicionamiento de aire y equipos auxiliares. [2]

El consumo de energía en las plataformas de petróleo y gas varía en amplios intervalos, desde algunas decenas de kW para pequeños pozos a varios cientos de MW para grandes pozos de extracción. Cuando no se cumple con la demanda de energía eléctrica de la plataforma y esta se encuentra cercana a tierra firme; puede ser de interés la alimentación mediante cables marinos desde tierra (HVDC).

Energía Maremotérmica.

También conocida como OTEC por sus siglas en inglés (Ocean Thermal Energy Conversion) la energía maremotérmica es un tipo de energía renovable que utiliza las diferencias entre las aguas oceánicas profundas, más frías, y las superficiales, más cálidas, para mover una máquina térmica y producir trabajo útil, generalmente en forma de electricidad.

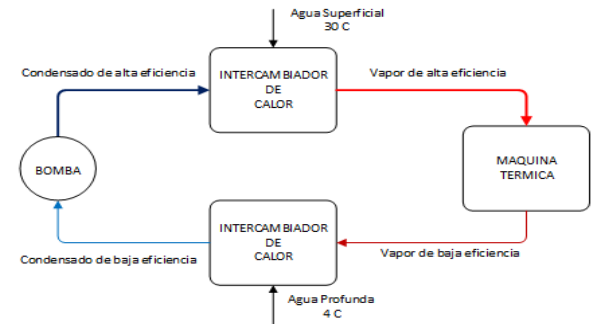


Ilustración 2. Diagrama OTEC.

La ilustración 1 muestra el diagrama de proceso de un sistema OTEC el cual se dividirá en cuatro etapas fundamentales. Evaporación, Generación, Condensación y Recirculación.

A continuación se describirá de manera breve las etapas del proceso.

Evaporación.

En esta etapa se evapora el fluido de trabajo es decir, pasara de un estado líquido a uno gaseoso para lo cual es necesario un Evaporador, el cual utiliza la temperatura del agua superficial más el aprovechamiento de la radiación solar para evaporar el fluido de trabajo. Este proceso produce vapor de alta eficiencia, es decir un vapor con a altas presiones y temperaturas, para el caso del amoniaco este concepto está más ligado a que este es el vapor con mayor temperatura y presión dentro de todo el proceso. En esencia el evaporador en un intercambiador de calor. [3]

Generación.

Durante esta etapa del proceso se produce la electricidad. El vapor de alta eficiencia producido en la etapa anterior mueve la maquina térmica, la cual es una turbina muy similar a las usadas en las centrales térmicas a vapor; la maquina térmica va ensamblada a un generador que convierte el movimiento de la maquina en electricidad en lo que comercialmente se conoce como un combo turbina-generador. Del generador sale vapor de baja eficiencia, es decir vapor que ha perdido parte de su potencial energético al haber sido usado en algún proceso. [3]

Condensación.

En esta etapa se toma el vapor de baja eficiencia que sale de la maquina térmica y es condensado mediante un Condensador, el cual es un intercambiador de calor que usa la diferencia de temperatura entre el agua profunda y el vapor de baja eficiencia para condensar este último. [3]

Recirculación.

El fluido de trabajo que sale del condensador es recirculado a la etapa de evaporación mediante un bombeo que le entrega energía al fluido para volverlo útil nuevamente. Este condensado ha sido denominado de baja eficiencia dado que viene de un vapor de baja eficiencia.[3]

BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Es la prioridad de esta propuesta reducir los efectos negativos de la explotación petrolera costa afuera sobre el medio ambiente y de igual manera el maximizar la producción de petróleo dentro de la planta. Por lo anterior se propone una plataforma petrolera con integración OTEC, la cual busca aportar a la Industria en los siguientes aspectos:

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera mediante la supresión casi total de la quema de combustibles fósiles en la plataforma exceptuando los mecheros y los motores diésel de respaldo.
- Aumento de la producción mediante la eliminación total de la demanda de hidrocarburos con fines energéticos en la plataforma.
- Reducción del consumo interno de energía térmica mediante la implementación de aires acondicionados basados en OTEC.
- Abastecimiento completo y continuo de la demanda de agua potable en la plataforma mediante desalinización basada en OTEC OC.
- Mejoramiento del ecosistema circundante a la plataforma gracias al enriquecimiento mineral de las aguas marinas cercanas.
- Creación de nuevos focos de empleo local gracias a la implementación de nuevas zonas de pesca producto del enriquecimiento mineral del agua.

Fuera de estos existen otros aspectos positivos que no se contemplan dentro del alcance del proyecto ya sea por su variabilidad o por su difícil cuantificación.

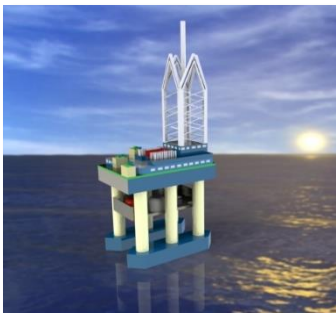


Ilustración 3. Modelo en 3D de una plataforma con implementación OTEC

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La Tabla 2 muestra la distribución energética estimada para la plataforma

Tabla 2. Distribución energética

VALOR NOMINAL	FACTOR DE PLANTA	ENERGIA ENTREGADA
100 MW	0,8	700000 MWh/año
	Consumos Nominales	Consumos Reales
Actividades Petroleras	50 MW	350000 MWh/año
OTEC	25 MW	177211 MWh/año
(OTEC CC) (agua superficial) (agua profunda)		
(Aires Acondicionados) (planta desalinizadora) (Bombas)		
Planta Licuefacción	5 MW	32789 MWh/año
Producción Hidrogeno	20 MW	140000 MWh/año

Tabla 3. Consumo de agua en distintas etapas

Consumos Nominales		Volumen Agua necesaria	Consumo de Agua diario
Actividades Petroleras	50 MW		
OTEC	25 MW		
(OTEC CC)		141300,0 l/s	122083200 m³/día
(agua superficial)		75300,0 l/s	65059200 m³/día
(agua profunda)		66000,0 l/s	57024000 m³/día
(Aires Acondicionados)		135,0 l/s	116640 m³/día
(planta desalinizadora)		10,2 l/s	8812,8 m³/día
(Bombas)			
Planta Licuefacción	5 MW		
Producción Hidrogeno	20 MW	5,1 l/s	4406,4 m³/día

PRODUCCION DE HIDROGENO

Una vez obtenida la energía disponible para la producción y licuefacción de hidrogeno es necesario calcular el volumen de hidrogeno licuado que se producirá. Para calcular la producción se utilizó la siguiente formula.

$$mH_2 = \frac{E}{4,33} * \frac{\rho_g}{\rho_l}$$

Donde

$mH_2 = \text{flujo volumetrico de hidrogeno dado en } m^3/\text{año}$

Los consumos de agua en las distintas etapas del proceso son mostrados en la Tabla 3.

$E = \text{Energia en } \frac{kWh}{\text{año}}$

$\rho_g = \text{Densidad del Hidrogeno gaseoso (c. atm)}$

$\rho_l = \text{Densidad del Hidrogeno en estado liquido.}$

De la anterior ecuación obtenemos que la producción de hidrogeno será.

$$mH_2 = 41101 m^3/\text{año}(l)$$

REFERENCIAS

[1] Solar Navigator (ed.). Oil Rigs and Platforms (en inglés). Consultado el 20 de septiembre de 2014.

[2] Wilder, Robert J. (1998). Listening to the sea: the politics of improving environmental protection. Pittsburgh, Pennsylvania: University of Pittsburgh Press.

[3] Luis A. Vega, Ph.D. Economics of Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Published by the American Society of Civil Engineers (ASCE), 1992

[4] G.C Nihous & L.A. Vega, Design of a 100MW OTEC-Hydrogen plantship Pacific International Center for High Technology Research, Honolulu, Hawaii, 1993.