

**REIVINDICACIONES INICIALMENTE PRESENTADAS CON LA SOLICITUD DE
PATENTE EN FASE INTERNACIONAL**

1. Un método para convertir calor en trabajo, que comprende:

vaporizar o transformar un material de cambio de fase de vapor líquido (LVPhC) de una fase líquida a una fase de vapor o una fase supercrítica a una temperatura de aproximadamente T_1 y una presión de aproximadamente P_1 y mezclarlo en una boquilla con un líquido de transferencia de calor (HTL) que tiene una temperatura de aproximadamente T_1 y una presión de aproximadamente P_1 , en donde el LVPhC está en una fase líquida por debajo de una temperatura de aproximadamente T_0 en presión de aproximadamente P_1 , en donde T_0 es menor que T_1 , lo que da como resultado una expansión cuasi-isotérmica, mientras que se reduce la presión a P_0 , provocando una aceleración de la mezcla de HTL/LVPhC;

expulsar la mezcla acelerada de HTL/LVPhC a través de una boquilla para convertir su energía cinética en trabajo y recolectar el LVPhC y el HTL a una presión de P_0 ;

en donde el método comprende además seguir la recolección:

calentar al menos una porción del HTL a una temperatura de aproximadamente $T1$ y aumentar su presión a una presión $P1$ para permitir un ciclo adicional del mezclado.

2. El método de la reivindicación 1, en donde la recolección del vapor de LVPhC comprende separar la mezcla de LVPhC/HTL.

3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el LVPhC licuado es gas natural licuado (LNG).

4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la mezcla y la vaporización se realizan simultáneamente.

5. El método de la reivindicación 3 o 4, en donde la recolección comprende dirigir el gas natural expulsado a la tubería de gas natural para hacer fluir el gas natural a los consumidores de gas natural.

6. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el método comprende además seguir la recolección: enfriar y aumentar la presión del LVPhC para obtener LVPhC licuado a una presión de aproximadamente $P1$ y una temperatura de aproximadamente $T0$ para permitir un ciclo adicional del mezclado.

7. El método de la reivindicación 6, en donde el enfriamiento comprende hacer pasar el LVPhC vaporizado a través de un intercambiador de calor para intercambiar calor con el LVPhC licuado, en donde el LVPhC licuado entra en el intercambiador de calor a una temperatura de entrada de aproximadamente T_0 .

8. El método de la reivindicación 7, en donde el paso comprende mantener la mayor parte del LVPhC licuado en una fase líquida.

9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde el enfriamiento y aumento comprende condensar el LVPhC vaporizado antes de aumentar su presión.

10. El método de la reivindicación 1, en donde el método comprende además seguir la recolección: condensar el líquido y después pasarlo a través de un intercambiador de calor para intercambiar calor con el LVPhC vaporizado recolectado para obtener LVPhC licuado por calor, en donde el método comprende además aumentar la presión del LVPhC calentado a aproximadamente P_1 .

11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde la vaporización comprende dirigir una porción del HTL recolectado para intercambiar calor con el LVPhC licuado.

12. El método de la reivindicación 11, en donde la dirección se realiza antes del calentamiento.

13. El método de la reivindicación 11 o 12, en donde el aumento de la presión de HTL se realiza antes de la dirección, y el calentamiento se realiza siguiendo la dirección.

14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en donde después del enfriamiento y aumento, el método comprende además calentar el LVPhC mediante una fuente de calor de LVPhC desde una temperatura de aproximadamente T_0 a una temperatura entre T_0 y T_1 .

15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en donde la mezcla y la vaporización se realizan simultáneamente.

16. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en donde el HTL se selecciona de una lista que consiste en: sal fundida, aceite térmico, agua, agua salada, etilenglicol.

17. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-16, caracterizado el HTL es etilenglicol.

18. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-17, en donde el material de LVPhC se selecciona de una lista que consiste en: agua, pentano, isobutano, propano, R134a, R245fa, fluorocarbonos, y tolueno.

19. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-18, en donde el LVPhC es pentano.

20. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-19, en donde la eyección da como resultado la rotación de la boquilla, la rotación de la boquilla provoca la generación del trabajo a partir de la energía cinética.

21. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-20, en donde la boquilla soporta un flujo supersónico.

22. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-21, en donde la turbina es una turbina de reacción y la boquilla está conectada a o es parte de la turbina de reacción.

23. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-22, en donde el chorro expulsado desde la boquilla se canaliza para formar un flujo de película bajo fuerzas centrífugas.

24. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-23, en donde la vaporización o transformación comprende transformar el LVPhC a una fase supercrítica.

25. Un sistema para convertir calor en trabajo, que comprende:

un evaporador para recibir un material de cambio de fase de vapor licuado (LVPhC) y vaporizarlo o transformarlo a una fase de vapor o una fase supercrítica a una presión de aproximadamente P_1 y una temperatura de aproximadamente T_1 ;

un volumen de calentamiento para calentar líquido de transferencia de calor (HTL) a una temperatura de aproximadamente T_1 ;

una bomba HTL para aumentar la presión del HTL a una presión de aproximadamente la P_1 ;

una boquilla en comunicación fluida con la bomba de HTL y el evaporador y que tiene una porción de entrada para recibir el HTL y una porción de mezcla para (i) permitir mezclar el HTL a aproximadamente la temperatura T_1 y a aproximadamente la presión P_1 con el LVPhC en una fase de vapor y (ii) permitir que la mezcla experimente expansión isotérmica a una presión de aproximadamente P_0 menor que la presión P_1 , provocando de esta manera la aceleración de la mezcla en la boquilla hacia una salida de la boquilla;

una turbina configurada para la rotación como resultado de la aceleración de la mezcla,

convirtiendo de esta manera la energía cinética de la mezcla en trabajo;

una unidad de separación para separar el HTL expulsado y el LVPhC vaporizado, la unidad de separación comprende una unidad de recolección para recolectar el HTL expulsado y permitir dirigirlo al volumen de calentamiento, la bomba de HTL, la boquilla, el evaporador o cualquier combinación de estos.

26. El sistema de la reivindicación 25, en donde el LVPhC licuado es gas natural licuado (LNG).

27. El sistema de la reivindicación 26, en donde la porción de mezcla constituye el evaporador.

28. El sistema de la reivindicación 26 o 27, en donde el gas natural vaporizado separado se dirige a una tubería de gas natural para hacer pasar el gas natural a los consumidores de gas natural.

29. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 25-28, que comprende un intercambiador de calor en comunicación fluida con (1) la unidad de separación para recibir el LNG vaporizado expulsado en una porción de eliminación de calor del intercambiador de calor, (2) una fuente de LNG a una presión de aproximadamente P_1 para recibir LNG a aproximadamente P_1 en una porción receptora de

calor del intercambiador de calor, (3) la boquilla para hacer fluir el LNG desde la porción receptora de calor a la boquilla, y (4) una tubería de gas natural para hacer fluir el LNG desde la porción de eliminación de calor a la tubería de gas natural.

30. El sistema de la reivindicación 25, que comprende además: un condensador para recibir el LVPhC vaporizado separado y condensarlo a un estado líquido;

una bomba de LVPhC corriente abajo del condensador para aumentar la presión del LVPhC condensado.

31. El sistema de la reivindicación 30, que comprende un intercambiador de calor en comunicación fluida con (1) la unidad de separación para recibir el LVPhC vaporizado expulsado en una porción de eliminación de calor del intercambiador de calor, (2) condensador para hacer fluir el LVPhC vaporizado descargado de la porción de eliminación de calor en este, (3) la bomba de LVPhC para recibir el LVPhC licuado descargado de la bomba de LVPhC a una porción receptora de calor del intercambiador de calor, y (4) el evaporador para hacer fluir el LVPhC licuado descargado de la porción receptora de calor.

32. El sistema de la reivindicación 30, que comprende un intercambiador de calor en comunicación fluida con (1) la unidad de separación para recibir el LVPhC

vaporizado expulsado en una porción de eliminación de calor del intercambiador de calor, (2) condensador para hacer fluir el LVPhC vaporizado descargado de la porción de eliminación de calor en este y para recibir el LVPhC licuado desde este a una porción receptora de calor del intercambiador de calor, (3) la bomba de LVPhC para hacer fluir el LVPhC licuado descargado de la porción receptora de calor a la bomba LVPhC; en donde el evaporador está configurado para recibir el LVPhC licuado de la bomba de LVPhC.

33. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-32, en donde el LVPhC licuado que se recibe en la porción receptora de calor se descarga de la porción receptora de calor de tal manera que al menos la mayoría de esta se mantiene en una fase líquida.

34. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-33, en donde el condensador comprende o una parte de este constituye la bomba de LVPhC.

35. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-34, que comprende una fuente de calor de LVPhC corriente abajo del condensador para calentar el LVPhC a una temperatura menor que o aproximadamente igual a una temperatura de vaporización del LVPhC a una presión de aproximadamente P1.

36. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-35, en donde el evaporador está en comunicación fluida con la unidad de recolección para recibir al menos una porción del HTL expulsado recolectado para intercambiar calor con el LVPhC licuado recibido en el evaporador para de esta manera vaporizar el LVPhC licuado.

37. El sistema de la reivindicación 36, en donde el evaporador está en comunicación fluida con el volumen de calentamiento para hacer fluir el HTL después del intercambio de calor con el LVPhC licuado en el evaporador.

38. El sistema de la reivindicación 36 o 37, en donde la bomba de HTL está corriente abajo de la boquilla y corriente arriba del evaporador.

39. El sistema de la reivindicación 38, en donde una porción del HTL se hace fluir desde la bomba HTL al evaporador y una porción del HTL se hace fluir desde el HTL a la boquilla.

40. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-39, en donde al menos una parte de la porción de mezclado constituye el evaporador.

41. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-40, en donde el HTL se selecciona de una lista que consiste en: sal fundida, aceite térmico, agua, agua salada, etilenglicol.

42. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-41, en donde el HTL es etilenglicol.

43. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-42, en donde el material del LVPhC se selecciona de una lista que consiste en: agua, pentano, isobutano, propano, R134a, R245fa, fluorocarbonos, y tolueno.

44. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-43, en donde el LVPhC es pentano.

45. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 30-44, en donde el condensador y la bomba de LVPhC están constituidos por una boquilla que comprende

una entrada de boquilla para recibir corriente de líquido de transferencia de calor de boquilla (HTL) en la boquilla, una salida, una entrada de fluido compresible por succión y una disposición de secciones de manipulación de fluido dispuestas en comunicación fluida en una forma en cascada y que definen una trayectoria de flujo del fluido;

en donde la disposición comprende:

una primera sección de manipulación de fluido corriente abajo a la entrada de la boquilla y corriente arriba de la segunda sección de manipulación de fluido, o que un extremo proximal de este constituye la entrada de la

boquilla y que tiene una configuración de estrechamiento en una dirección de la trayectoria de flujo para reducir la presión del HTL de boquilla que fluyó a esta por debajo de la presión del fluido de succión en la fuente de fluido de succión, y para acelerar el flujo de la corriente de HTL de boquilla, en donde el fluido de succión es el LVPhC en una fase de gas o vapor y a aproximadamente la presión P_0 ;

una segunda sección de manipulación de fluido que tiene una configuración en expansión en la dirección de la trayectoria de flujo para recibir el HTL de boquilla a una presión por debajo de la presión del fluido de succión, en donde la entrada de fluido de succión está configurada para permitir la comunicación del fluido de succión entre el ambiente o la fuente de fluido de succión, y la segunda sección de manipulación de fluido para permitir la introducción de fluido en esta para mezclarse con el HTL de boquilla para obtener de esta manera una mezcla de fluido, la configuración en expansión de la segunda sección de

manipulación de fluido está diseñada para transformar la mezcla bifásica a velocidad supersónica al menos en un extremo distal de esta;

una tercera sección de manipulación de fluidos que tiene una configuración de estrechamiento en la dirección de la trayectoria de flujo para desacelerar el flujo de mezcla de fluido recibido desde la segunda sección de manipulación de fluidos a velocidad sónica o subsónica, y para aumentar la presión de la mezcla bifásica que fluye a lo largo de la tercera sección de manipulación de fluidos;

una cuarta sección de manipulación de fluidos que tiene una configuración de expansión en la dirección de la trayectoria de flujo y configurada para aumentar la presión del flujo subsónico de mezcla de fluido recibido desde la tercera sección de manipulación de fluido a una presión por encima de la presión ambiental;

en donde la salida está corriente abajo de la cuarta sección de manipulación de fluido o está constituida por un extremo distal de esta y es para descargar la mezcla de fluido recibida desde la

cuarta sección de manipulación de fluido, en donde la mezcla de fluido descargada desde la salida comprende fluido de succión presurizado.

46. El sistema de la reivindicación 45, en donde el HTL de boquilla comprende al menos uno de agua, sal fundida, aceite térmico, etilenglicol, metal fundido, líquidos hidrocarbonatados, líquidos anticongelantes, gases licuados, o cualquier combinación de estos.

47. El sistema de la reivindicación 45 o 46, en donde la mezcla de fluido es una mezcla bifásica y en donde el fluido de succión presurizado que se descarga desde la salida de la boquilla comprende gas comprimido.

48. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 45-47, en donde la boquilla comprende además al menos un conducto que se extiende desde un exterior de esta hacia la segunda sección de manipulación de fluido y configurado para canalizar el fluido de succión hacia la unidad de mezcla para permitir la mezcla del fluido de succión con el HTL que fluye a lo largo de este, y reducir la velocidad del sonido en la mezcla por debajo de la velocidad de mezcla, que tiene un flujo supersónico.

49. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 45-48, en donde la tercera sección de manipulación de fluidos está configurada para desacelerar la

mezcla de fluido que fluye a lo largo de esta de tal manera que alcance la velocidad sónica o subsónica en una extremidad de las terceras secciones.

50. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 45-49, en donde el HTL y el fluido de succión son del mismo material.

51. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 25-50, en donde la turbina es una turbina de reacción.

52. El sistema de la reivindicación 51, en donde la boquilla está acoplada a o es parte de la turbina de reacción.

53. El sistema de la reivindicación 51 o 52, en donde la unidad de recolección define un drenaje para acumular el HTL separado, y el HTL se succiona desde el drenaje hacia la boquilla como resultado de la operación de la turbina de reacción, que constituye de esta manera la bomba de HTL, en donde la succión hace que el HTL entre en la boquilla a una presión de aproximadamente P_1 .

54. El sistema de la reivindicación 53, que comprende una segunda bomba de HTL dispuesta entre el drenaje y la turbina para permitir presurizar el HTL independientemente de la bomba de HTL constituida por la turbina de reacción.

55. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 25-54, en donde la unidad de separación comprende un marco curvo o circular sobre el que se expulsa la mezcla, el acoplamiento de la mezcla con el marco curvo o circular da como resultado un flujo de película sobre una superficie del marco curvo o circular.

56. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 25-55, en donde el evaporador está configurado para recibir un material de cambio de fase de vapor licuado (LVPhC) y transformarlo a una fase supercrítica a una presión de aproximadamente P_1 y una temperatura de aproximadamente T_1 .