

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID PARA EL ANÁLISIS DEL CICLO DE POTENCIA DE VAPOR RANKINE

Guillermo Ávalos Arzate

ESIME Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional
gavalos580@hotmail.com

Rosa Isabel Hernández Gómez

ESIME Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional
rosy_40@hotmail.com

Martha Guadalupe Hernández Cuellar

ESIME Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional
mghcuellar@hotmail.com

Abstract

Nowadays industry must adapt to digital and wireless technologies that facilitate engineering processes. In order to use those technologies, an application is developed to obtain the efficiency of the Rankine steam power cycle and its processes represented in the saturation curve of the water for mobile devices with android operating system. Mobile devices can be used at any time; that is why it is recommended to take advantage of this to be used in the engineering, specifically for the generation of electric power. The application is aimed at engineering students studying the Rankine cycle as a power cycle for power generation.

Palabras clave: dispositivo móvil, aplicaciones, Android, energía, Rankine.

Tener un dispositivo móvil al alcance de la mano no solo es una tendencia, sino que se ha convertido en una necesidad. Esta nueva tecnología permite tener acceso rápido a información útil de cualquier ámbito. Se pueden aprovechar los avances tecnológicos para desarrollar herramientas que puedan facilitar la comprensión de problemas en ingeniería.

Con el uso masivo del internet y aplicación de las nuevas tecnologías de punta se puede mejorar el rendimiento de las centrales eléctricas, aumentando su eficiencia y reduciendo perdidas de energía y contaminación. El ciclo Rankine es el ciclo de potencia mayormente usado en estas centrales eléctricas. Para el análisis de un ciclo de potencia Rankine es necesario tener conocimientos de las propiedades de vapor.

Realizar los cálculos pertinentes para tener como resultado final la eficiencia del ciclo requiere la inversión de tiempo, esfuerzo y dedicación. Se debe tener en cuenta que al ser un proceso largo, el factor humano del cansancio puede llevar a errores en los cálculos. Se puede ser parte dentro del concepto de Industria 4.0 creando herramientas confiables que ayuden a disminuir errores de cálculo y entender mejor el ciclo de potencia Rankine.

Antecedentes

El siglo XIX se caracterizó por la primera Revolución Industrial. La invención de la máquina de vapor facilitó los procesos industriales y aceleró la producción de bienes; se introdujeron nuevos dispositivos de generación de energía. En esta etapa el aprovechamiento de la energía del vapor sustituyó la fuerza del hombre y como resultado se propuso el ciclo de potencia de vapor Rankine.

La producción en serie es considerada como la segunda Revolución Industrial y la introducción de la robótica en procesos industriales es la tercera. Actualmente surge un nuevo concepto de organizar tanto la producción de bienes como la oferta de servicios llamado "Industria 4.0". Este concepto se refiere a la personalización de la producción y el mejor aprovechamiento de los recursos mediante el uso de nuevas tecnologías, resultando en la cuarta Revolución Industrial. Lo anterior provoca que sea ahora sumamente actual el uso de los dispositivos móviles como herramientas de trabajo y aprendizaje.

Conceptos teóricos

Para desarrollar la aplicación es necesario tener lo conocimientos teóricos necesarios en termodinámica:

A. Vapor.

El vapor es un estado intermedio entre el estado líquido y el gaseoso y puede cambiar fácilmente a la fase líquida al bajar su temperatura o aumentar su presión.

El vapor húmedo es el vapor que arrastra partículas de líquido en suspensión. Tiene la temperatura del punto de ebullición correspondiente a su presión; el contenido de humedad determina la calidad del vapor la cual se expresa en %, generalmente representada con la letra x .

Vapor saturado es el vapor producido a la temperatura de ebullición correspondiente a su presión, este vapor debe de estar exento completamente de partículas de agua para considerarse saturado. Si se disminuye la temperatura de este vapor, en instantes aparecen partículas de agua.

Vapor sobrecalentado o seco es el vapor que se obtiene cuando su temperatura es superior a la de saturación correspondiente a la presión.

B. Ciclo Rankine

El ciclo Rankine es el ciclo ideal para las centrales eléctricas de vapor mostrado en la fig. 1. El ciclo Rankine ideal está compuesto de los siguientes cuatro procesos:

- 1-2 Compresión isentrópica en una bomba
- 2-3 Adición de calor a presión constante en una caldera.
- 3-4 Expansión isentrópica en una turbina
- 4-1 Rechazo de calor a presión constante en un condensador.

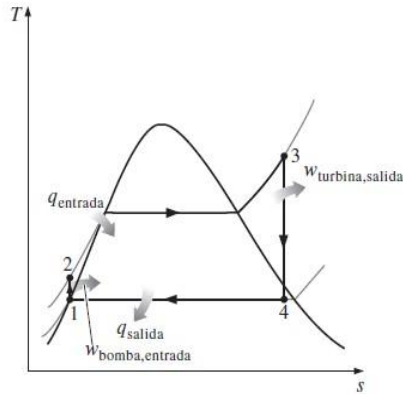
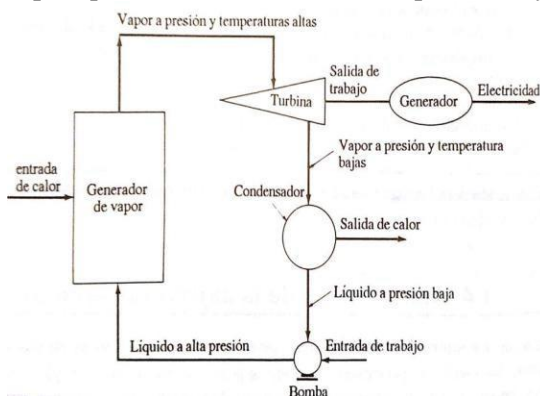


Figura 1. Ciclo Rankine simple

C. Instalación simple con vapor para la generación de energía eléctrica.

El objetivo de una instalación de producción de vapor es generalmente convertir energía térmica (calor) en energía mecánica para diferentes aplicaciones. Se muestra en la fig. 2 una instalación simple de producción de vapor para generar energía eléctrica. El agua se encuentra en la caldera como líquido comprimido a alta presión y es transformado en vapor a alta presión cuando se alcanza la temperatura de ebullición después de recibir energía térmica de la fuente de calor. El vapor viaja a través de la instalación hacia la turbina, el vapor se expande disminuyendo su presión y temperatura produciendo trabajo útil (movimiento de rotación de la turbina). El vapor que sale de la turbina a presiones y



temperaturas bajas se condensa en el condensador, entregando la energía térmica al sumidero de calor.

Figura 2. Diagrama de una instalación simple con vapor para la generación de energía eléctrica.

Finalmente, el agua eleva la presión de la caldera en una bomba y se deposita en la caldera para repetirse el proceso nuevamente. Para generar vapor se pueden utilizar calderas o generadores de vapor, la diferencia radica en que la caldera puede producir vapor o agua caliente, mientras que el generador produce vapor sobrecalentado.

Servicios de Google

1. MIT App inventor

La aplicación es desarrollada en la plataforma de Google MIT App Inventor 2, que se define en su sitio web como “una innovadora introducción a programación para principiantes y creación de aplicaciones que transforma el lenguaje complejo de la codificación basada en texto en bloques de construcción visuales de arrastrar y soltar. La sencilla interfaz gráfica le otorga incluso a un novato inexperto la posibilidad de crear una aplicación básica y totalmente funcional dentro de una hora o menos”. Para utilizar el servicio web es necesario tener una cuenta de correo en Gmail.

2. Google Charts.

Para el diagrama T-s se utiliza el servicio web de Google charts, la cual nos permite hacer gráficas interactivas para navegadores web y dispositivos móviles. Este sitio web tiene referencias, glosario de términos para lenguaje de programación java y guías que permiten entender fácil como hacer la gráfica necesaria para el proyecto.

Aplicación para dispositivos móviles; ciclo Rankine

La aplicación móvil se mostrará en el Smartphone

con el icono. Para acceder a ella se selecciona el icono en el Smartphone para que se inicie la aplicación con la pantalla:

1. Para calcular la eficiencia del ciclo Rankine ideal es necesario ingresar tres datos iniciales: Presión 1 (en el condensador), Presión 2 (en generador de vapor, en la entrada de la turbina también es presión 3) y Temperatura 3 (temperatura con la que entra el vapor a la turbina). Estos son los datos que se tiene que ingresar a la aplicación. La aplicación consta de 8 pantallas las cuales se podrá interactuar entre ellas presionando botones. Según el botón que se pulse será la pantalla que se abrirá. Cuando hayamos ingresado todos los datos correctos de entrada se abrirá la pantalla de resultados como en la figura 3.

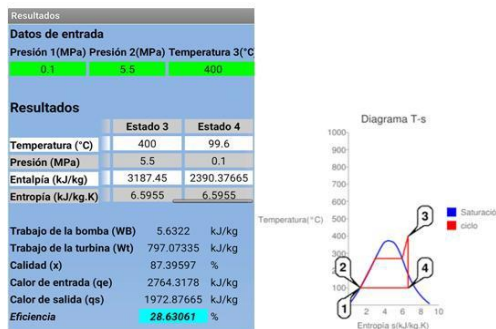


Figura 3. Pantalla de resultados

Conclusiones

Se calculó la eficiencia usando la aplicación y sin usar la aplicación. Los resultados se muestran en la Tabla 1. En Los resultados se observa que en la temperatura y en la entalpia se utilizó un decimal más en los cálculos de la aplicación. En el caso de la entalpia 4 vemos que la diferencia es de 0.026, esto provoco que los resultados de los trabajos de la bomba, trabajo de la turbina, calidad, calor de entrada y calor de salida no

fueron exactamente iguales. A pesar de esto las eficiencias fueron iguales hasta en dos decimales.

Las variaciones en los ejemplos se deben a que la aplicación usa todos los números decimales posibles para hacer los cálculos, por lo que se puede decir que los resultados son más exactos. Sin embargo, aunque los resultados varían en décimas, el resultado de la eficiencia es el mismo. Con lo anterior podemos concluir que la diferencia de los decimales usados en los cálculos de los ejemplos con y sin la aplicación no afecta en los resultados ni en la eficiencia.

Cuando la aplicación esté disponible en la Google Play Store los estudiantes ya podrán comparar sus resultados calculados sin la aplicación con los resultados utilizando la aplicación para saber si han cometido un error en algún proceso, así como visualizar el ciclo en la curva de saturación del agua (diagrama T-s) donde podrán ubicar mejor los procesos del ciclo.

Tabla 1. Resultados de los cálculos del ciclo Rankine ideal

	Sin usar la aplicación				Usando la aplicación			
	Estados				Estados			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Temperatura (°C)	99.6	100.934	400	99.6	99.6	100.934	400	99.6
Presión (MPa)	0.1	5.5	5.5	0.1	0.1	5.5	5.5	0.1
Entalpia (kJ/kg)	417.5	423.132	3187.45	2390.35	417.5	423.132	3187.45	2390.37
Entropia (kJ/kg.K)	1.3028	1.3028	6.5955	6.5955	1.3028	1.3028	6.5955	6.5955
Trabajo de la bomba wb (kJ/kg)			5.6320				5.6322	
Trabajo de la turbina wt (kJ/kg)			797.096				797.07335	
Calidad x (%)			87.395				87.39597	
Calor de entrada qe (kJ/kg)			2764.318				2764.3178	
Calor de salida qs (kJ/kg)			1972.854				1972.87665	
Eficiencia (%)			28.63				28.63061	

Referencias

C.A. García. (1987). *Vapor de Agua*. México: Limusa,

1987, cap 5, pp 178 – 179.

F. F. Huang. (1994). *Ingeniería Termodinámica*. 2ª ed, México: Macmillan. Cap 1, pp 5 – 6.

Google Inc. (2017), *MIT App Inventor*, de MIT App Inventor sitio web:

<http://ai2.appinventor.mit.edu/login/google?locale=en>

Google Inc. (2017). *Google charts*. Google charts Sitio web: <https://developers.google.com/chart/>

Y. A. Cengel y M. A. Boles. (2012). *Termodinámica*. 7ª ed, México: McGraw Hill, cap 10, pp 561 – 562.