

Introducción y generalidades

Termodinámica

Juan Esteban Tibaquirá, Ph.D

Qué es la termodinámica?

- La termodinámica es una ciencia que estudia las manifestaciones y transformaciones de la energía en forma de calor y trabajo.
- Thermos : calor, dynamis: potencia.
- Estudio de los procesos de transformación de energía que ocurren en máquinas y equipos para producción de energías mecánica o térmica útil.
- La energía mecánica útil, en muchas ocasiones, es transformada en energía eléctrica por medio de generadores eléctricos.



Algunas fechas, eventos y científicos relevantes

Fecha	Evento
1798	Conde Rumford (Benjamín Thompson) dio inicio a la solución de la polémica de la conversión de trabajo en calor por medio de su experimento de maquinado de cañones
1799	Sir Humphry Davy estudió la conversión de trabajo en calor por medio de experimentos de frotar hielo
1824	Sadi Carnot publicó su gran trabajo “reflexiones sobre el poder motriz del fuego” que incluyó los nuevos conceptos de ciclo y el principio de que una máquina térmica reversible operando entre dos reservorios de calor depende apenas de las temperaturas de esos reservorios y no depende de la sustancia de trabajo
1842	Mayer postuló el principio de conservación de energía
1847	Helmholtz formuló el principio de conservación de energía de forma independiente de Mayer
1843 - 1848	James Prescott Joule estableció el fundamento experimental de la Primera Ley de la Termodinámica (ley de conservación de energía) al conducir experimentos para demostrar la equivalencia entre calor y trabajo
1848	Lord kelvin (William Thomson) definió una escala de temperatura absoluta basada en el ciclo de Carnot
1850	Rudolf J. Clausius fue probablemente quien primero percibió que hay dos principios básicos: la primera y la segunda Leyes de la Termodinámica. Él también introdujo el concepto de energía interna
1865	Clausius estableció los principios de la primera y segunda Leyes de la Termodinámica en dos líneas: <ol style="list-style-type: none">1. La energía del universo es constante2. La entropía del universo tiende en dirección a un valor máximo
1875	Josiah Willard Gibbs publicó su trabajo monumental “Sobre el equilibrio de sustancias heterogéneas”, el cual generalizó la termodinámica para aplicarla a sistemas heterogéneos y reacciones químicas. Su trabajo incluyó el importante concepto de potencial químico
1897	Max Planck estableció la segunda Ley de la Termodinámica de la siguiente manera: “Es imposible construir una máquina que, trabajando en un ciclo completo, no vaya a producir otro efecto que el del levantamiento de un peso y sufre el enfriamiento de un reservorio de calor”
1909	Caratheodory publicó su estructura de la Termodinámica en base axiomática de forma completamente matemática.

- Termodinámica estadística
- Termodinámica clásica

Áreas de la termodinámica clásica

- Generación de potencia: donde el objetivo es producir potencia eléctrica o mecánica a partir de la combustión de una sustancia combustible.
- Refrigeración y aire acondicionado: el objetivo es producir frío en un espacio refrigerado o acondicionado a partir de una sustancia refrigerante (R12, R134A).

Generación de potencia

1. Central termoeléctrica – Producción de energía eléctrica

- *(Combustión/calor → energía “térmica” → energía mecánica → energía eléctrica)*

(a) Turbinas a vapor/Motor a vapor

(b) Turbinas a gas

(c) Motores de combustión interna

2. Otras formas de producción de energía eléctrica

(a) Celdas de combustible *(energía química → energía eléctrica)*

(b) Conversión directa – paneles fotovoltaicos *(energía solar → energía eléctrica)*

3. Producción de trabajo mecánico útil *(Accionamiento directo de otras máquinas)*

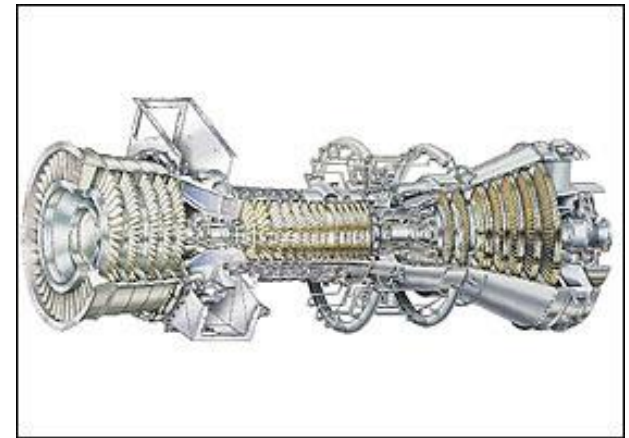
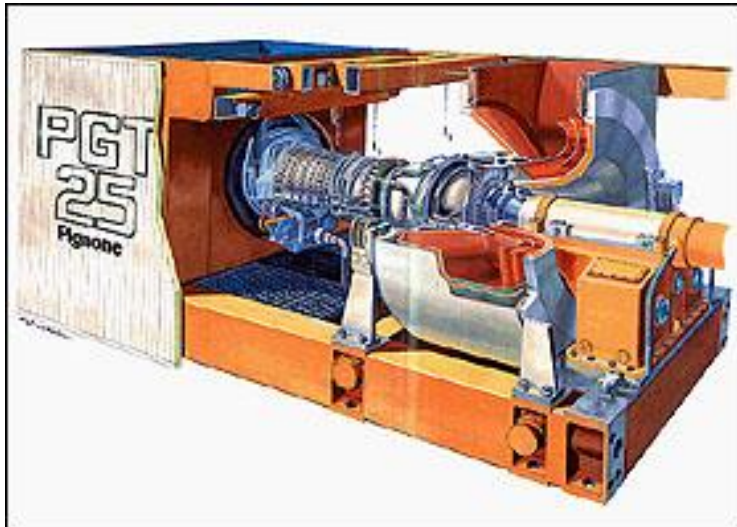
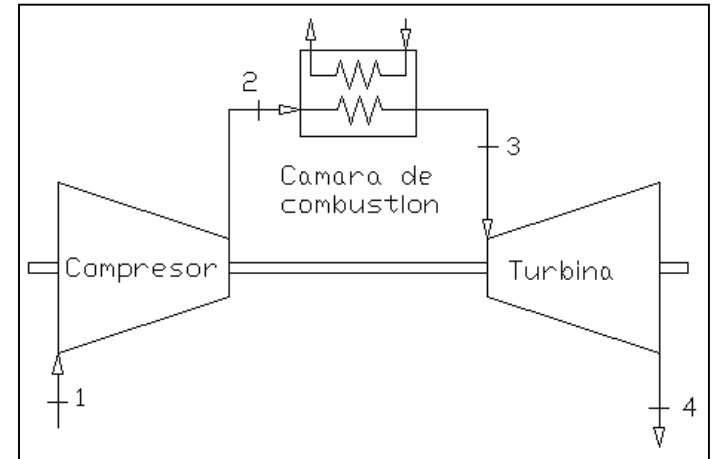
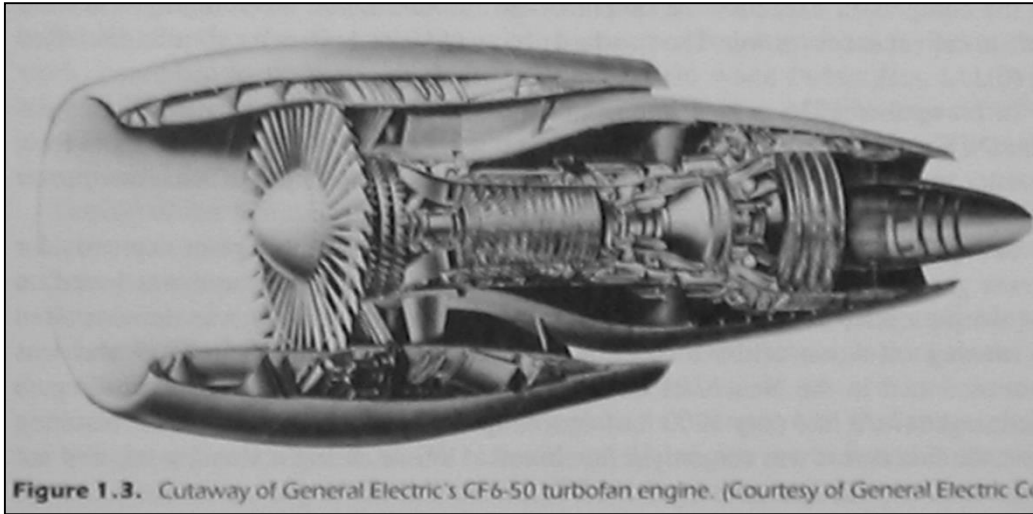
(a) Motor de combustión interna

(b) Turbinas a vapor y gas

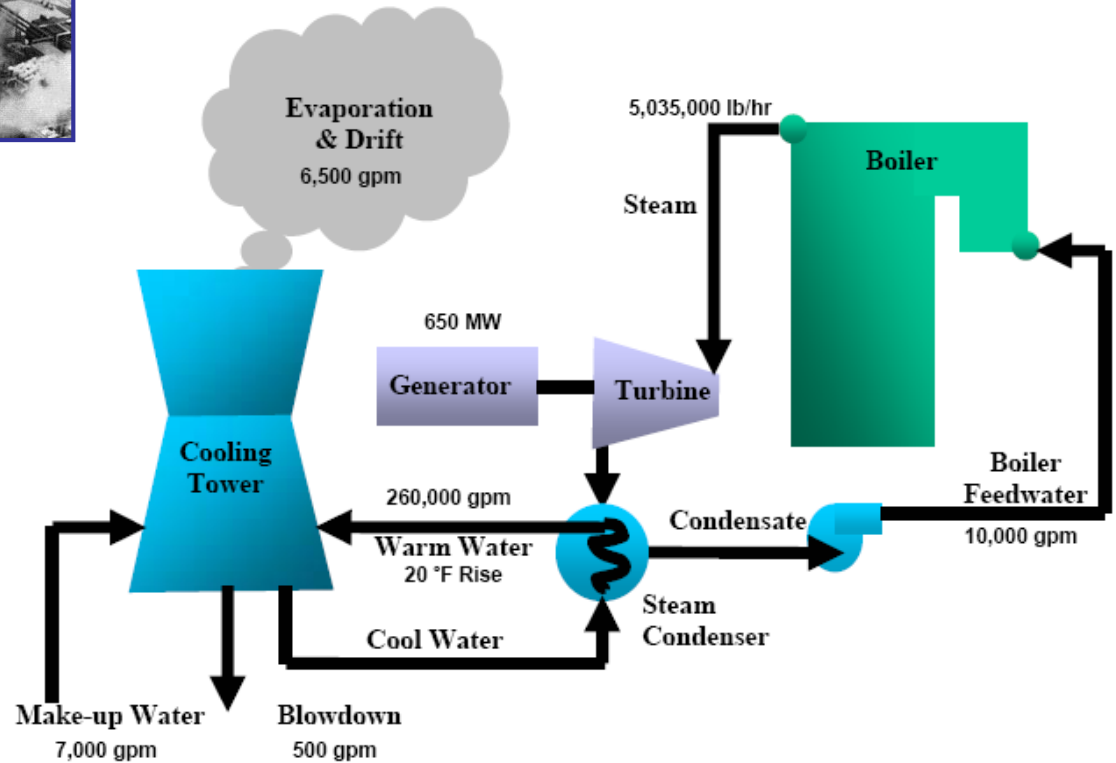
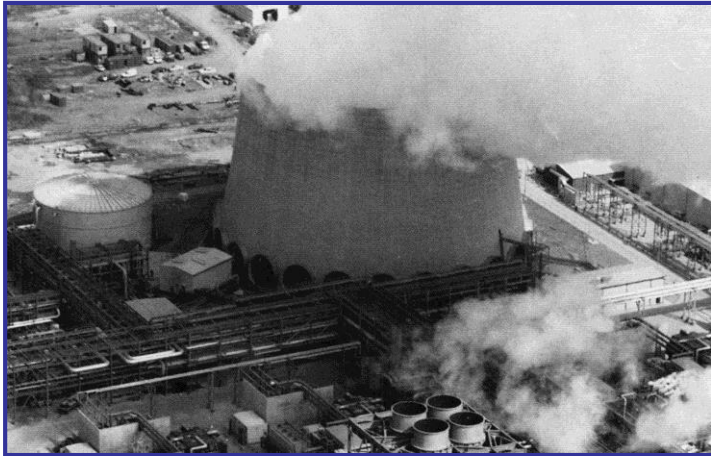
(c) Motor a vapor

Centrales termoeléctricas

Turbina de gas (Ciclo Brayton)



Turbina a vapor (Ciclo Rankine)



Turbina a vapor (Ciclo Rankine)

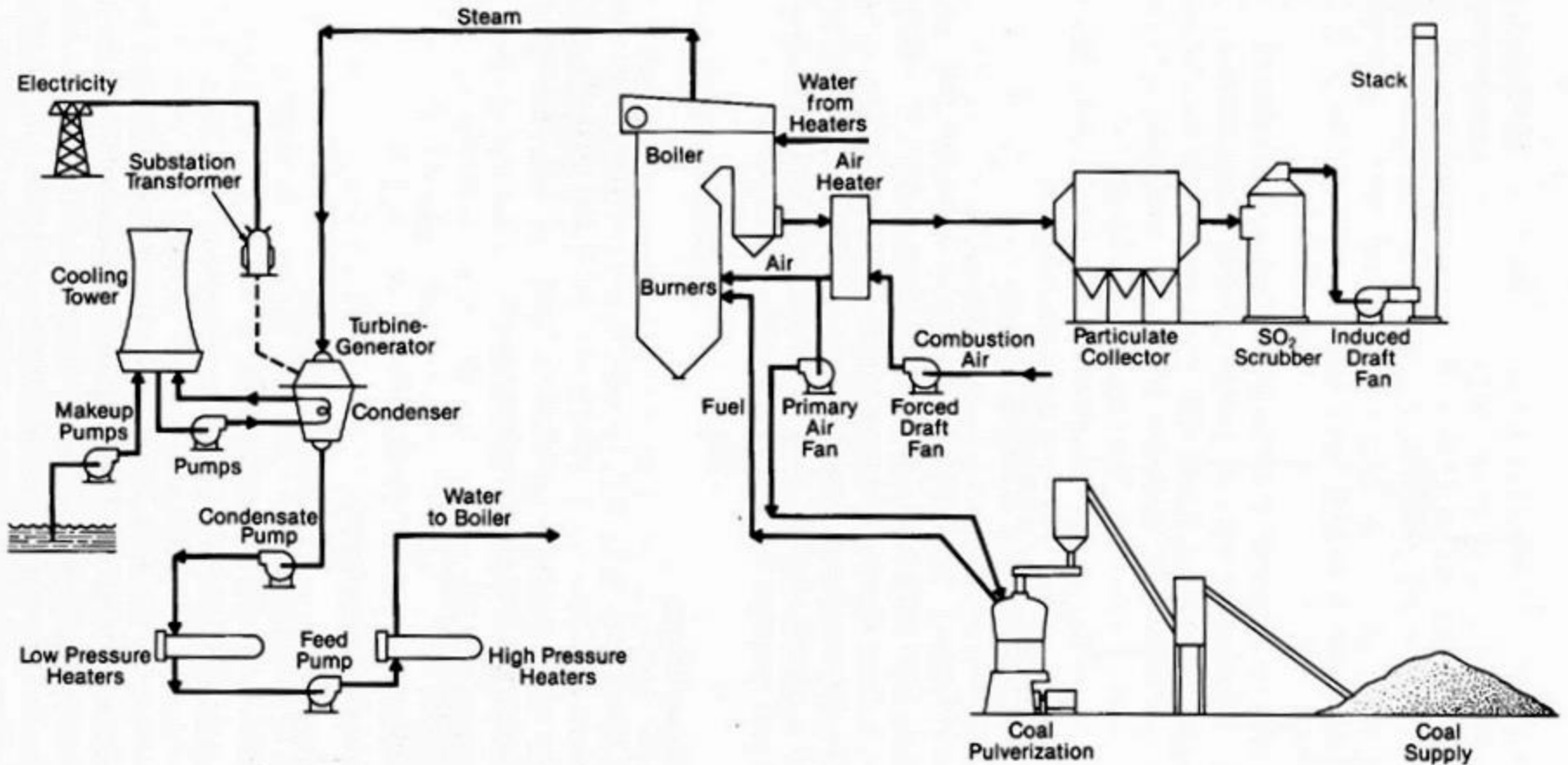
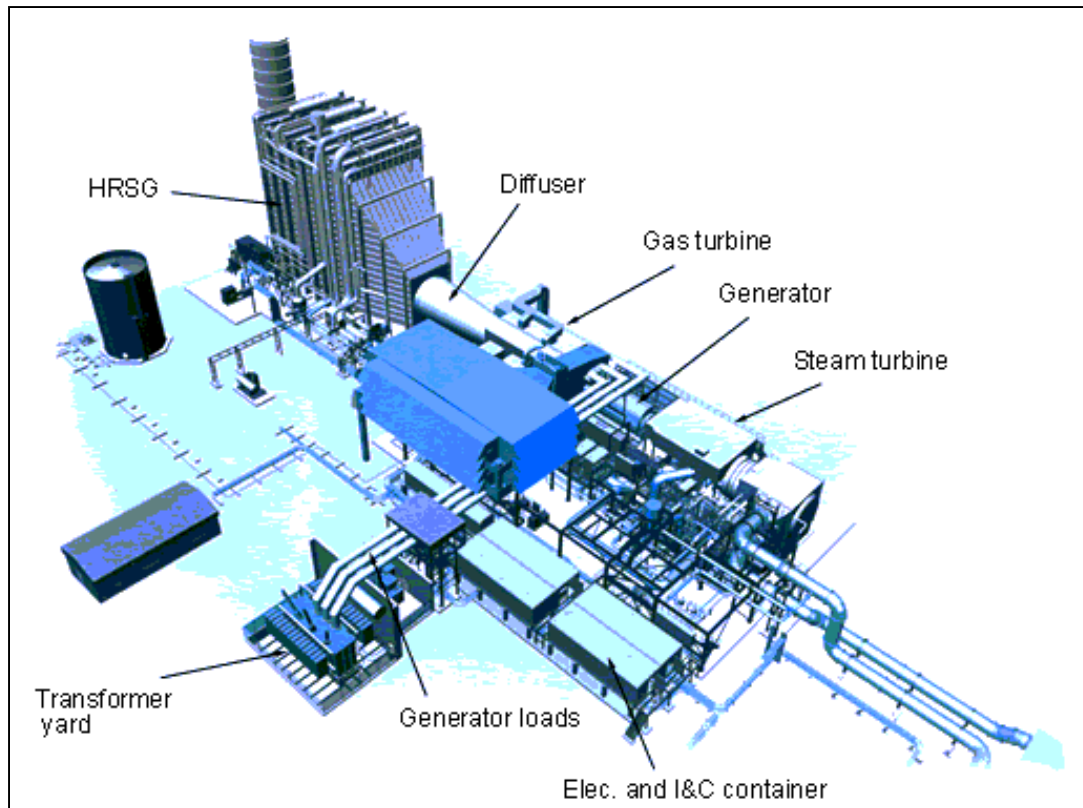
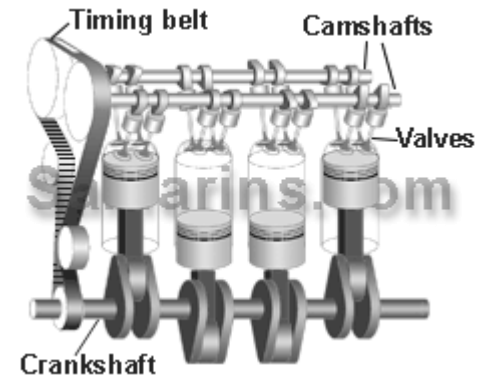
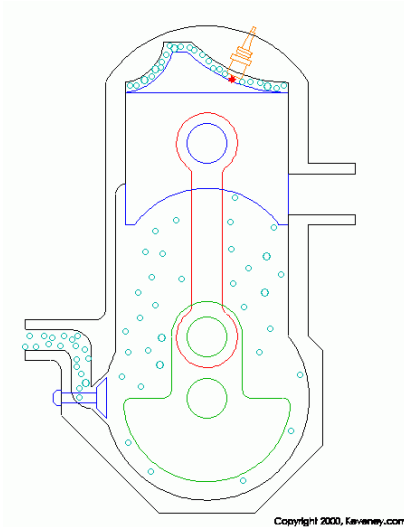
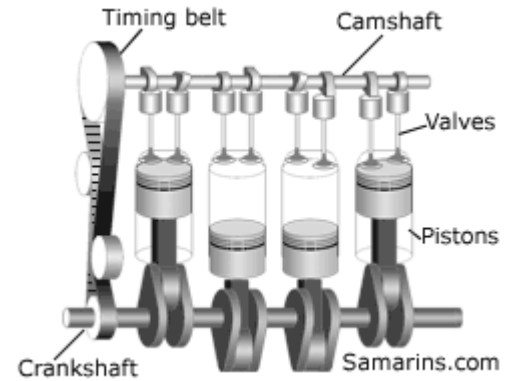
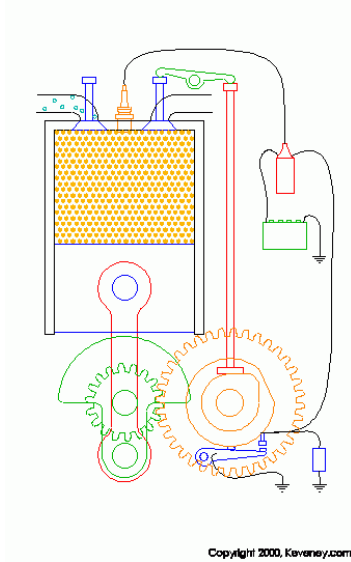


Figure 1.2 Schematic of a typical pulverized-coal-fired utility power plant. Reheater, ash and reagent handling, and sludge disposal are not shown. (Babcock & Wilcox, a McDermott company.)

Ciclo combinado (Ciclo Brayton + Ciclo Rankine)



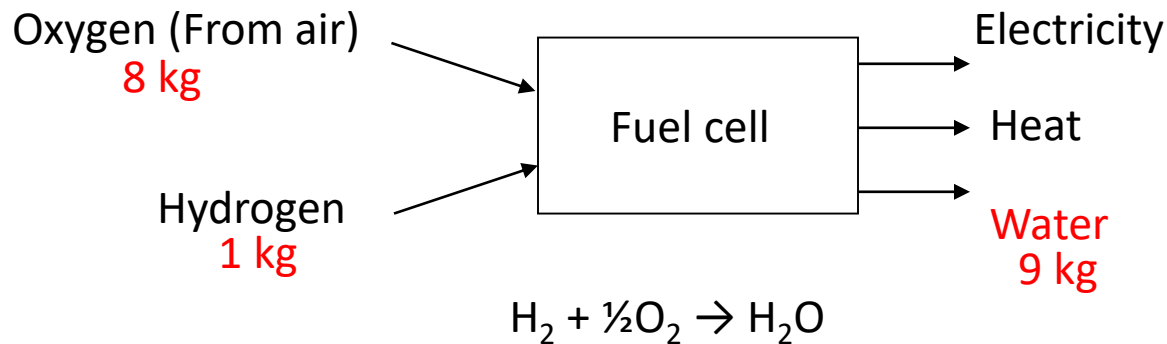
Motores de combustión interna



Otras formas de producción de energía

Celdas de combustible

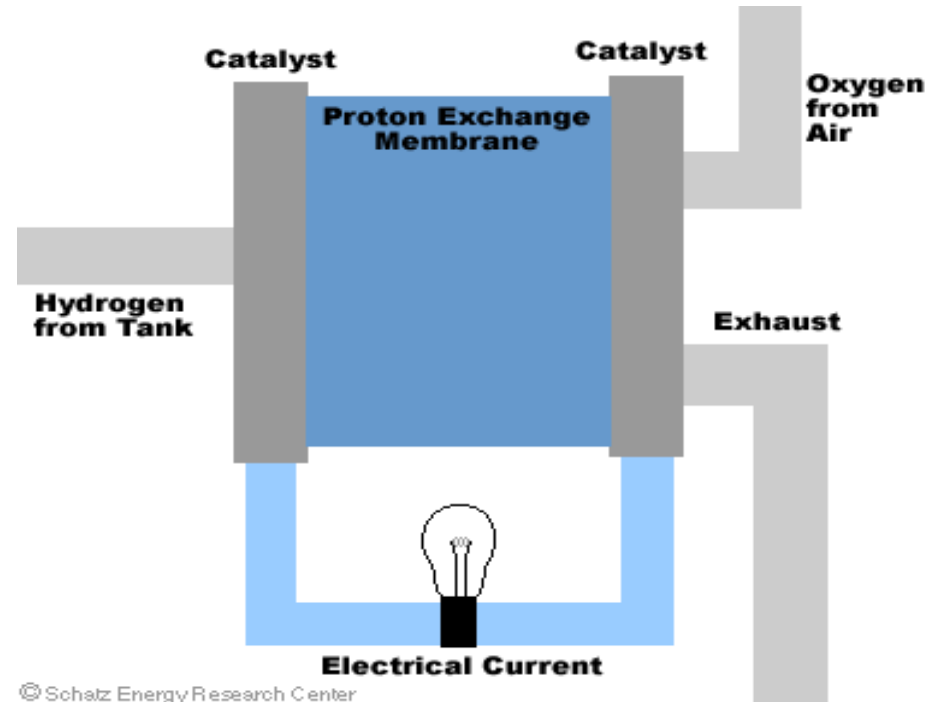
- According to the DOE by 2030 hydrogen is thought to be widely utilized as a source of energy of commercial fleets, distributed combined heat and power, and personal vehicles.
- Hydrogen can be seen as an **energy and water carrier**



- Many non-peer reviewed documents claim that the water from fuel cells is suitable for drinking, but few peer-review studies document usage of water produced by PEMFC for potable purposes.
- Only studies have been conducted on the Gemini and Apollo space programs to determine if the water produced by the fuel cell systems was potable or not.

PEM Fuel Cells

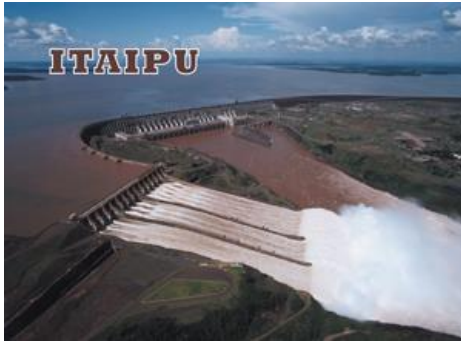
- PEMFCs are a promising source of energy for portable applications, stationary co-generation units and vehicle applications.
 - High-energy density
 - High efficiencies
 - Low operating temperature
 - Modular design
 - Ability to quickly respond to changes in current demand



© Schatz Energy Research Center

Available at <http://www.humboldt.edu/%7Eeserc/gifs/fuelcellani.gif>

Otras formas de producción de energía Hidroeléctricas



No 1 - Itaipu 13,320 MW
Brazil/Paraguay



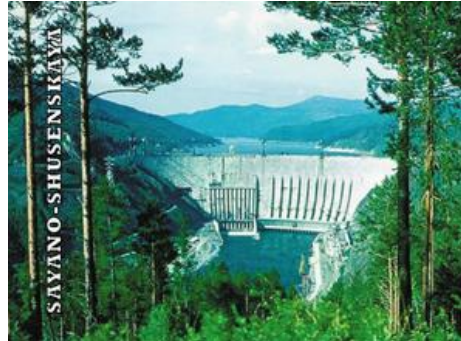
No 2 - Raul Leoni (Guri)
10,055 MW Venezuela



No 3 - Kashiwazaki-Kariwa
8,212 MW Japan



No 4 - Bruce 6,841 MW
Canada



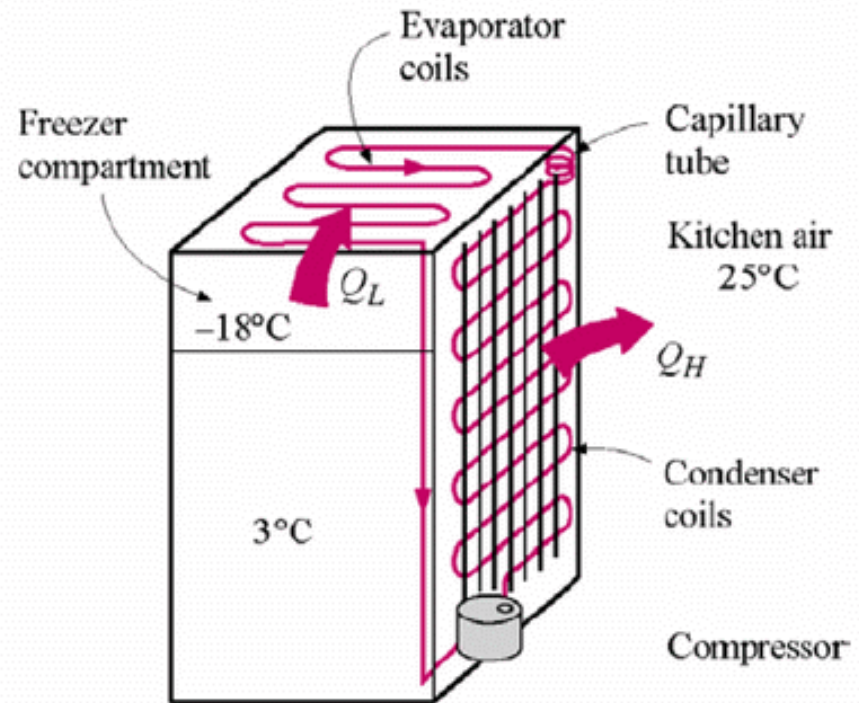
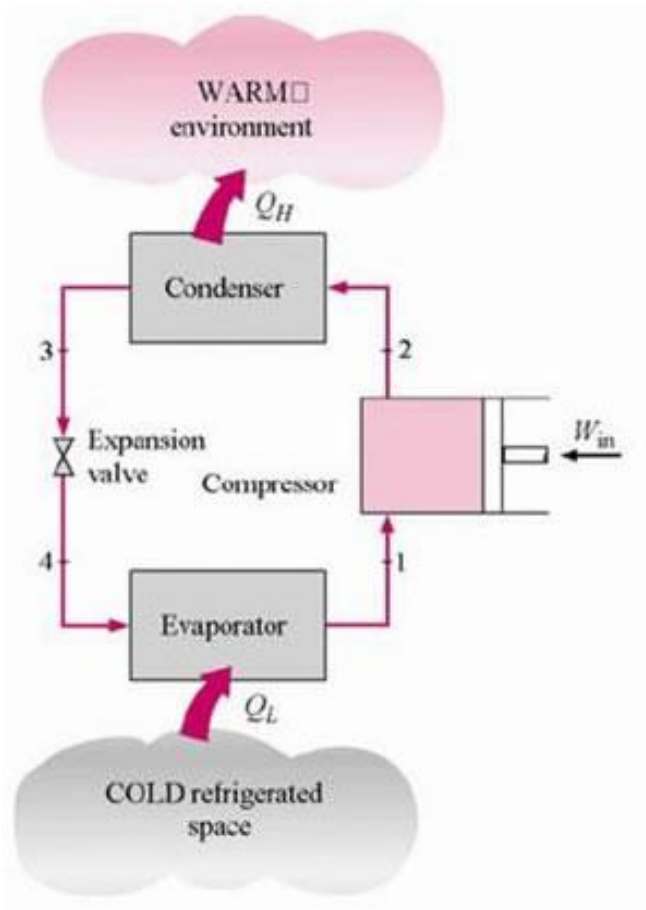
No 5 - Sayano-Shushenskaya
6,500 MW Russia



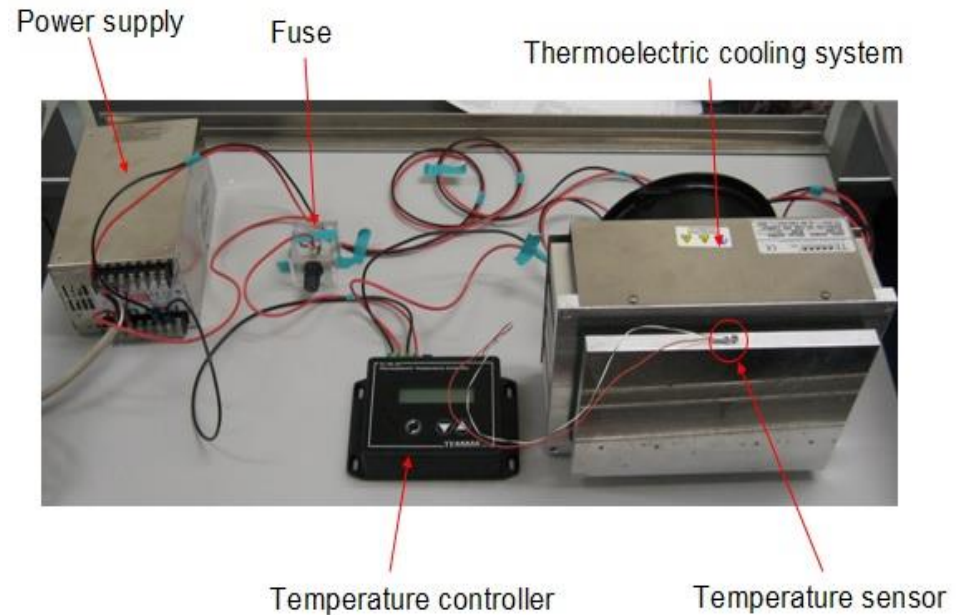
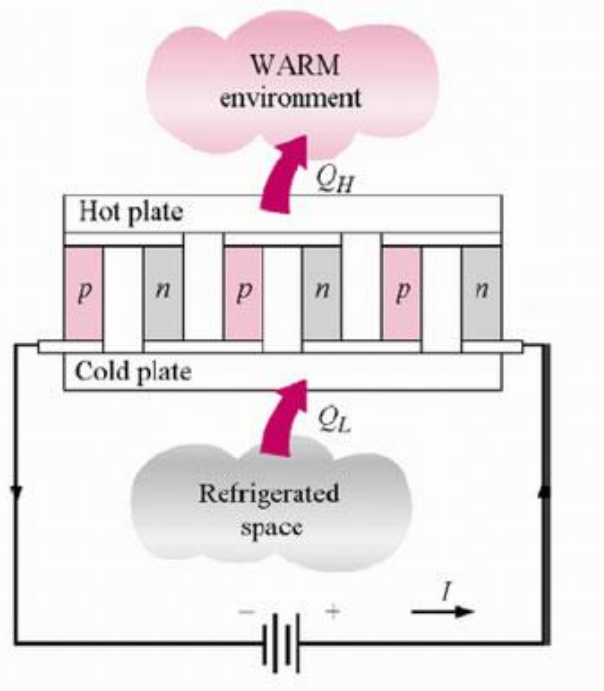
No 6 - Grand Coulee
6,495 MW USA

Refrigeración y aire acondicionado

Refrigeración por compresión de vapor



Refrigeración por efecto termoeléctrico



Refrigeración por absorción

