

Ingeniería Energética General

Combustión.

Cálculo de la temperatura teórica de los productos de la combustión o humos. Proceso adiabático

Si estás interesado en saber cómo mejorar el proceso de combustión que se realiza en un Horno de Fundición, de Tratamiento Térmico, de Calentamiento de Metal o en un Generador de Vapor, Calentador de Agua o Calentador de cualquier producto, este es el artículo que necesitas. En el encontrarás respuestas a preguntas, dudas y pondrá a tú disposición los conocimientos básicos para que puedas operar una valiosa herramienta de cálculo que facilitará que apliques procedimientos complejos de ingeniería de una manera fácil y con la mayor precisión. La herramienta está disponible online, en nuestra web www.energianow.net

Otros Calculadores_Energéticos sobre Combustión publicados en nuestra web:

[Aire requerido por el proceso de Combustión.](#)

[Volumen de humos generados en la combustión.](#)

[Poder calórico de los combustibles fósiles, en función de su composición química.](#)

[Calidad de la Energía, Emisiones, Costos.](#)

[Fracción en volumen a fracción en peso. Conversión.](#)

[Convertidor de unidades de temperatura y presión múltiple](#)

Calculadores que identifican y cuantifican las pérdidas que ocurren en el sistema:

[Pérdidas en humos](#)

[Pérdidas por purgas o extracciones](#)

[Pérdidas de calor a través de las superficies calientes](#)

Combustión. Cálculo de la temperatura de llama

Objetivos principales

- ¿Qué importancia tiene determinar la temperatura teórica de los productos de la combustión o humos en los procesos de este tipo?
- Procedimiento empleado para el cálculo de la temperatura teórica los humos generados por los combustibles, sean sólidos, líquidos o gaseosos.
- Balance Térmico. Proceso adiabático, sin contabilizar las pérdidas.
- Factores y variables que influyen en el proceso de la combustión y su comportamiento
- Principales aspectos a comprobar en el funcionamiento de un quemador
- La expresión utilizada por el procesador
- Calculador programado.
- Las ventajas de la información reportada por el Calculador.

¿Sobre qué trata la información que se presenta en este artículo?

El procedimiento a seguir para determinar la temperatura teórica que alcanzan los productos de la combustión en la zona donde se genera la llama. Este valor es de gran utilidad, pues decide el potencial de calentamiento del combustible y mide el aprovechamiento que se realiza del proceso de la combustión. Para realizar este procedimiento se ha diseñado un Calculador_Energético titulado: **Proceso adiabático**, que tiene a su cargo la tarea de tener programado los pasos a dar, las ecuaciones y las cifras o constantes que se necesitan.

¿Qué importancia tiene determinar esta temperatura en los procesos de combustión?

La calidad de un proceso de combustión se mide por la relación entre la temperatura que alcanzan los humos y la temperatura ambiente o de referencia. Esta diferencia de temperatura marca el potencial del proceso de combustión y en la medida que se alcancen valores más altos, más intensivo y rápido será el calentamiento, más energía se liberará. Por lo que en la medida que esta temperatura sea mayor, partiendo del mismo combustible, más trabajo útil se puede realizar. Por otro lado, si en un proceso de combustión, utilizando un pirómetro, medimos la temperatura real que alcanzan los humos que se están generando en la Cámara, y comparamos este valor con la temperatura teórica calculada, conoceremos cuán lejos estamos del proceso ideal y cuanto se puede hacer para mejorar la eficiencia de la combustión.

Partiendo de un mismo combustible podemos aumentar la temperatura que se alcanza en el seno de la combustión:

- a) Si se realiza una combustión completa y no hay presencia de inquemados.
- b) En la medida que el exceso de aire que asegura una combustión completa es menor.
- c) Si se enriquece con oxígeno el aire para la combustión. Esto quiere decir que se reduce el aire en exceso y disminuye proporcionalmente el volumen de nitrógeno (inerte) que se incorpora.
- d) Precalentando el combustible que se quemará.
- e) Precalentando el aire primario para la combustión.

El conjunto anterior de situaciones son las soluciones y prácticas que se aplican para mejorar el proceso de combustión.

Procedimiento empleado para el cálculo de la temperatura de llama de un combustible, sea sólido, líquido o gaseoso.

Partiremos de un balance energético sencillo, en la zona donde ocurre la combustión, digamos la boquilla de un quemador y la cámara o el hogar donde ese quemador ha sido montado. El siguiente cuadro describe las corrientes que participan en el Balance Térmico.

Balance Térmico.

Entrada		Boquilla	Salida	
corriente	potencial energético	Proceso de Combustión. Reacciones de combustión con el oxígeno del aire.	corriente	energía generada
Combustible	Poder Cal. Neto + Calor sensible		Productos de la combustión a altas temperaturas que transfieren el calor al medio	Productos Calentados, Fusión o Vapor de Agua generado
Aire	Calor sensible		humos calientes que se emiten	
Vapor de atomiz. (si se aplica)				

Ya se puede planear una expresión que nos permita realizar el cálculo de la temperatura teórica que alcanzarían los humos. Conociendo toda la energía que se aportará en el proceso de la combustión y el volumen de los humos que se generan, realizaremos un Balance Térmico para determinar la temperatura teórica en el seno de la combustión.

Factores y variables que influyen en el proceso de la combustión y su comportamiento.

Se favorecerá la eficiencia en este proceso energético en la medida que el combustible que se alimenta al proceso contenga mayor potencial energético, se realice una dinámica de flujo tal que mezcle íntimamente los componentes químicos del combustible con el oxígeno del aire y el resto de los componentes o corrientes que apoyan el proceso de la combustión se inyecten con una energía superior. En resumen, más calor se desarrollará en este proceso y mayor será la temperatura teórica en el seno de la combustión.

El aire es una corriente imprescindible en este proceso, pues contiene el oxígeno que necesitan las reacciones químicas básicas, pero a su vez está compuesto por un 79 % en volumen de N₂, siendo este un gas inerte que absorbe gran parte del calor generado y de no existir un eficiente mecanismo de transferencia de calor, para captar ese calor y generar energía útil, ese volumen se escapará a la atmósfera con una gran parte del calor contenido en él.

Todo lo que podamos hacer para aportar más oxígeno y menos nitrógeno, ayudará a elevar la eficiencia de la combustión, claro está, sin detrimento de los mecanismos de transferencia de calor que sí necesitan de un volumen de gases calientes y una turbulencia determinada para realizarse correctamente. En aquellos casos que predomine la energía radiante como fuente principal para generar energía útil, es totalmente válido enriquecer el aire primario con oxígeno sin correr el riesgo de afectar otros mecanismos energéticos.

La dinámica de flujo en el hogar donde se desarrolla la combustión (turbulencia) es un elemento de gran importancia en este proceso de transformación y el resultado puede ser medido indirectamente determinando la temperatura en el seno de la combustión. Mayor turbulencia, mejoran las

reacciones y se acerca el proceso al estado ideal o de máxima eficiencia.

Principales aspectos a comprobar en el funcionamiento de un quemador

El quemador es el equipo mecánico donde se desarrolla el proceso de la combustión y de ahí su gran importancia energética y por ello, la prioridad que demanda en el mantenimiento constante para asegurar su buen funcionamiento.

Debemos tener en cuenta la cantidad de combustible, energía que se transforma y kg de CO₂ (y otros gases contaminantes no registrados en este artículo) que se emiten a la atmósfera por cada lb de combustible fósil que se procesa en un quemador de pequeña capacidad, digamos (1 Millón de Btu/h, unos 300 kWh)

En un año de operación de 7000 horas, un programa muy común en cualquier sector que necesita generar calor, un quemador de este tipo habrá procesado:

- Unas 200 a 250 ton combustible líquido o gaseoso con un costo en el mercado actual de 125 a 200 mil dólares
- Alrededor de 2.5 GigaWatt Energía química transformada en calor que equivale a la energía eléctrica anual que consumen unos 1000 hogares con un gasto eléctrico mensual de 200 a 220 kWh.
- Emisiones a la atmosfera de unas 600 a 750 ton de CO₂.

En 25 años de vida útil, se emitirían a la atmósfera unas 18 a 19 mil ton de CO₂. Como se aprecia, los niveles de emisión son cifras importantes. Todos estos aspectos están ligados al resultado del proceso de combustión y a la eficiencia energética de cómo se realiza.

Hay muchos aspectos a comprobar en el quemador y al pie de los equipos generadores de calor, (Calderas, Hornos de Fusión y de Calentamiento de Metal, Calentadores de Agua, etc), los que intervienen en esta dinámica e influyen directamente en la eficiencia del mismo. Mencionaré algunos de los que a mi entender son importantes y en muchas ocasiones, se pasan por alto.

-La atomización del quemador, el ángulo de atomización, la longitud de la llama y su forma o proyección, contrastando estos parámetros con las dimensiones y paredes de la cámara de combustión.

-Presión y temperatura de alimentación del combustible al quemador. Un aspecto importante es chequear sistemáticamente estos parámetros con la que se inyecta el combustible al quemador. Mantener la presión y la temperatura del combustible en la zona de la curva de operación del quemador.

-La pulverización del combustible. Revisar constantemente la distribución del cono que desarrolla el combustible atomizado a la salida del quemador. Para esta comprobación existen lentes que evitan dañar la vista por la intensidad infrarroja y dan una imagen clara del comportamiento del cono y la llama. También se diseñan Bancos de Comprobación del cono y de la calidad de la pulverización que desarrollan las boquillas en los quemadores en función de la presión de alimentación.

-Observar si se forman deposiciones de carbón en las zonas cercanas o al frente del quemador y comprobar si la llama choca con las paredes del tubo central, paredes de agua o las superficies del hogar. Los choques producen deposiciones carbonosas, síntoma del combustible no quemado y coquificado.

La expresión utilizada en el procesador.

La expresión básica para este procesamiento sigue a continuación:

Base. 1 lb de combustible quemado. Los volúmenes se reportan bajo condiciones normales (N) @32 °F y 29.92"Hg

temp. teórica = $(pcsg + c_{efo} \cdot (Dt_{fo}) + Varh \cdot 0.02 \cdot Dt_{aire}) + m_{vatom} \cdot h_{vatom} / (VGH_{exceso} \cdot c_{ph})$, °F

donde:

pccsl ó pcsg: es el Poder Calórico Inferior (Neto). Btu/lb

mfo es 1 lb o la unidad

cpfo es el calor específico del combustible, en Btu/lb °F

tfo la temperatura de entrada al quemador del combustible, °F

Varh es el volumen de aire real húmedo en pie³ N/lb de combustible (@ 32 °F y 29.92 "Hg), considerando el exceso de aire.

taire, temperatura que entra el aire primario al quemador, °F

m_{vatom} (0.1-1.5), de inyectarse vapor para atomizar el combustible, se incluye en el balance, lb/lb combustible.

h_{vatom}, de inyectarse vapor de atomización, la entalpía del vapor, Btu/lb

VGH_{exceso}, es el volumen de humos húmedos que se produce, en pie³ N/lb de combustible (@ 32 °F y 29.92 "Hg), considerando el exceso de aire.

c_{ph} el calor específico promedio de los humos, en Btu/pie³ N °F y calculado estimando una temperatura de salida para los humos.

Hay dos variantes principales en la estructura e información del procesador que el usuario debe tener en cuenta:

Variante 1. El usuario conoce las variables pccsl ó pcsg, Varh, VGH_{exceso} y el c_{ph} del proceso que se realiza.

Variante 2. El usuario no conoce las variables anteriores, o no conoce una y requiere que el procesador las estime.

El procesador está capacitado para realizar estas determinaciones con un grado de aproximación aceptable para el uso industrial. Para que el procesador programado determine el pccsl ó pcsg, Varh o el VGH_{exceso}, necesitará disponer de la composición química del combustible. La composición química se expresará en por ciento en peso, para los combustibles sólidos y líquidos. Y en por ciento en volumen, para los gaseosos. Si no se conoce el dato c_{ph}, para que el procesador lo calcule es necesario registrar la composición química de los productos de la combustión ó humos, expresada en fracción volumétrica.

El parámetro temperatura de la combustión es una función de las siguientes variables:

- potencial calórico y la temperatura de entrada del combustible,
- del volumen y temperatura del aire primario para realizar la combustión,
- el volumen del aire primario a su vez está en función del por ciento de aire en,
- de la temperatura del vapor de atomización, (o aire para ello),
- de la cantidad y calidad del vapor de atomización, de aplicarse esta corriente,
- del volumen de humos que se genera y de su composición química.

Se puede comprobar experimentalmente cómo se irán reportando diferentes cifras del valor de la temperatura teórica en el seno de la combustión variando estos parámetros. Para realizar este procesamiento de cálculo se ha diseñado un calculador, que se compone de varios bloques que interactúan entre sí:

- Bloque de códigos que dan origen al Formulario de Registro
- Bloque de códigos para validar los registros primarios

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 11042012

www.energianow.net

- c) Códigos que dan origen al Panel de resultados
- d) Bloque del procesador

Calculador.

Se presenta el Formulario para registrar la información de entrada. La estructura del Formulario de Registro de Datos se ha dividido en cuatro secciones con diferentes tonalidades de colores.

- a) La sección formada por colores azules oscuros, donde se brindan informaciones e incluye la selección que el usuario debe realizar del estado físico del combustible que se procesará. También en esta sección azul se encuentra el botón de ENVIAR la información registrada para su procesamiento.
- b) Sección de tonalidades en color verde, que está compuesta por los registros de los combustibles fósiles en estado sólido y líquido (carbones y antracitas, fuel oil y derivados medianos y ligeros).
- c) De tonalidades en amarillo, correspondiente a los registros de los combustibles gaseosos.
- d) La sección final, de tonalidades en azul claro, que se corresponden con registros de parámetros que son comunes a los 3 estados de los combustibles. Incluye el registro de la composición de los productos de su combustión, lo que es común en cualquier estado físico del combustible. Esta última información se necesitará cuando el usuario no dispone del dato del calor específico promedio que presentan los humos. En esta sección el usuario también tiene que registrar otros datos como la temperatura ambiente, la temperatura de los productos de la combustión o humos, la humedad del aire, los calores específicos del combustible y de los humos, si lo conoce, el exceso del aire en los proceso de combustión, etc.

Ingeniería Energética General - Formulario registro de los datos *Obligatorios	
Cálculo de la temperatura en el seno del proceso de combustión Reporte en Unidades Inglesas. Un valor estimado	
Parámetro y unidades	Valor
Selección del estado físico del combustible.	
sólido, líquido, gas - Debe coincidir con el bloque de composición	Haga_su_selección ▾
Composición química de los combustibles Sólidos, líquidos y gaseosos (carbones, antracitas, hullas, Fuel Oil pesado, Fuel Oil ligero, Diesel, Gasolinas y Naftas, Kerosinas, G. Natural y Gas Licuado) En cada ventana, seleccione el valor que coincide con la concentración real. La suma total de las fracc en peso (los registros) tiene que ser igual a 100	
Si se selecciona el estado físico del combustible gaseoso, no se pueden registrar datos en la sección sólido - líquido, filas en tonalidades de color verde.	
Combustibles sólidos y líquidos (filas en tonalidades de color verde)	
Poder calórico del combustible, Btu/lb de comb.	<input type="text"/>
Volumen de aire primario real, pie ³ N/lb de combustible	<input type="text"/>
Volumen de humo real, pie ³ N/lb de combustible (es obligatorio registrar más abajo el calor específico de los humos)	<input type="text"/>
De no disponerse del Poder Calórico, es obligatorio registrar la composición química del combustible. Porcentaje en peso, % en peso, (lb/lb de combustible, 0.001)	
C	<input type="text"/> 0 ▾
H	<input type="text"/> 0 ▾
S	<input type="text"/> 0 ▾
O	<input type="text"/> 0 ▾
N	<input type="text"/> 0 ▾
M (agua) Cuando el agua está presente en el combustible.	<input type="text"/> 0 ▾
Cenizas, Ash (sólidos) , Residuos (en liq.)	<input type="text"/> 0 ▾
Borrar. Rectifica tus datos	<input type="button" value="borrar"/>

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 11042012

www.energianow.net

Si se selecciona los estados físicos del combustible, sólido ó líquido, no se pueden registrar datos en la sección gaseosa, filas en tonalidades de color amarillo.	
Combustibles gaseosos. Gas Natural, Gas Licuado gaseoso (filas en tonalidades de color amarillo)	
Poder calórico del combustible, Btu/lb de comb.	<input type="text"/>
Volumen de aire primario real, pie3 N/lb de combustible	<input type="text"/>
Volumen de humo real, pie3 N/lb de combustible (es obligatorio registrar más abajo el calor específico de los humos)	<input type="text"/>
De no disponerse del Poder Calórico, es obligatorio registrar la composición química del combustible. Por ciento en volumen, (pie3N/pie3N de combustible, 0.001) N: condiciones normales presión 29.92 plg Hg y 32 °F . La suma total de las fracci en vol del gas (los registros) tiene que ser igual a 100	
Og	0 ▾ *
Ng	0 ▾ *
CO2	0 ▾ *
Hg	0 ▾ *
CO	0 ▾ *
SH2	0 ▾ *
CH4	0 ▾ *
C2H6	0 ▾ *
C3H8	0 ▾ *
C4H10	0 ▾ *
C5H12	0 ▾ *
C2H4	0 ▾ *
C2H2	0 ▾ *
C6H6	0 ▾ *
Agua, en forma de Vapor de Agua	0 ▾ *
Borrar. Rectifica tus datos	<input type="button" value="borrar"/>
Registros de datos que son comunes tanto a combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	
De no disponerse del calor específico de los productos de la combustión, es obligatorio registrar su composición para calcularlo. Composición en % en volumen, (pie3N del componente/1 pie3N de la muestra). Base seca	
CO2	0 ▾
CO	0 ▾
O2	0 ▾
SO2	0 ▾
SH2	0 ▾
N2	0.0 ▾
CnHm (presencia de no quemados)	0 ▾
Borrar. Rectifica tus datos	<input type="button" value="borrar"/>
Información que complementa el balance y que es obligatoria	
Temperatura ambiente, °F	0 ▾ *
Temperatura entrada combustible, °F	0 ▾ *
Calor específico del combustible, Btu/lb °F (sól. - líq. o gaseoso) (0.1 - 1.5)	0 ▾ *
Calor específico de los prod. combustión o humos, Btu/pie3 N °F. * Sólo si NO se registra el volumen de humos. (a 32 °F y 29.92 plg Hg).	0 ▾ *
Temperatura estimada en los productos de la combustión (humos) , °F	0 ▾ *
Temperatura entrada aire primario, °F	0 ▾ *
Vapor de atomización al quemador (si se aplica), lb/lb de combustible	<input type="text"/>
Entalpía del vapor de atomización al quemador (si se aplica), Btu/lb	<input type="text"/>
Concentración de oxígeno en los humos, % vol (Si es mínima o en defecto, seleccione 0.1)	0 ▾ *
Humedad específica del aire, en lb de gua /lb aire seco	0 ▾ *
Borrar. Rectifica tus datos	<input type="button" value="borrar"/>
ENVIAR	<input type="button" value="ENVIAR"/>

El documento, marcas, logo es propiedad de su Autor e Ingeniería Energética General
La utilización de estos por parte del usuario requiere que se haga referencia a nuestra propiedad y se debe señalar en el destino como
© Derechos Reservados Ingeniería Energética General.- 2012
info@energianow.net

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 11042012

www.energianow.net

Una vez que se han registrado los parámetros requeridos, la información se envía, se procesa y se muestra el resultado en el Panel de Salida.

Parámetros del combustible, del proceso de combustión y su eficiencia energética.							
Volúmenes en pie ³ H (632 °F y 29.92" Hg)							
Para que el Panel de Salida muestre los indicadores auxiliares señalados con el símbolo □, se requiere que se haya registrado la composición química del combustible para el cálculo del aire primario y de los productos de la combustión.							
Indicadores generales	Valor	Aire primario - en pie ³ H Ab comb			Productos, humos - en pie ³ H Ab comb		
Combustible	gaseoso	Base	Teórico	Real	Base	Teórico	Real
Poder Cal. Btu/lb	19350	seca	155.99	172.41	seca □	0.00	0.00
Aire exceso	0.11	húmedo	162.86	180.00	húmedo	187.86	205.00
Relación C/H (sol y liq.) □		Indicadores característicos de los humos					
Oxígeno en humos, %	2.00	Componentes, seca □	Moles	Fracc. Vol	Índice	Udad	Valor
Humedad Aire, lb/lb	0.03	CO ₂	0	0.00	den. humos □	lb/pie ³ N	0.0000
Cp. comb Btu/lb °F	0.30	CO	0	0.00	Cp humos	Btu/pie ³ N °F	0.027
Cp. aire, Btu/pie ³ N °F	0.01909	O ₂	0	0.00	agua en	lb /lb comb	0.000
temp ambiente. °F	80	SO ₂	0	0.00	humos □	lb/pie ³ N	0.0000
temp comb. °F	130.00	SH ₂	0	0.00	Temp. teórica máxima (b)	°F	3121.97
temp aire. °F	160.00	N ₂	0.0	0.00	diferencia temp. (b-a)	°F	2501.97
temp humos. °F (a)	110.00	CnHm	0	0.00			
dens- aire abs. lb/pie ³ N	0.0803	Balance de energía - Proceso de combustión. Base: lb combustible y referido @ 0 °F					
dens-gas abs. lb/pie ³ N □	0.0000	Entradas		Btu	Salidas		Btu
dens-gas-rel.Aire=1 □	0.0000	Poder Cal. Btu/lb		19350	Calor utilizado + pérdidas (*)		19394.46
CO ₂ g _g , b/lb Sol - Liq.		Sensible en el combustible		29.40	pérdidas x prod. combustión		608.85
CO ₂ g _g , b/lb Gaseosos.	2.5	Sensible en el aire Primario		446.79	pérdidas x fluidos		?? n/a
n/a No se aplica		Latente vapor de atom.		0.00	pérdidas x superficies		?? n/a
(*) calculado por diferencia vs total		TOTAL		19826.19	TOTAL		19826.19

En el caso que el calculador realice el procesamiento de los registros siguiendo la Variante 1, hay varios indicadores secundarios que no son mostrados al no ser determinados en esta opción, debido a carecer de la información primaria. Estos son los relacionados con los estados secos en el Volumen de humos y su densidad, ya que el procesador no considera registrar el parámetro humedad absoluta en los humos.

El procesador cuenta con un bloque de códigos que se ocupa de validar los registros que ha realizado el usuario. El objetivo es evitar pérdidas de tiempo y recursos, asegurando procesar solamente aquellos paquetes de información que siguen el objetivo técnico para el que ha sido diseñado el Calculador_Energético.

Se supone y también se comprueba en el bloque de validación, que si se registran datos para un estado determinado, no se hagan registros fuera de la sección correspondiente de ese estado. Qué si se elige una Variante no se duplique información en la otra. El procesador es una herramienta que cómo se comprende, resuelve un cálculo complicado para facilitar indicadores energéticos de alto valor informativo. En la medida que el usuario sea más cuidadoso y eficiente al introducir la información, se obtendrá de este proceso un mejor resultado. Por eso se recomienda previamente revisar bien los registros que se solicitan, que datos se tiene en mano y cuáles no, de forma de poder estar seguro antes de registrar información enviarlos a su procesamiento. De esa forma se ahorrará tiempo y se ganará en precisión.

Las ventajas de la información reportada.

La información que resulta de este procesamiento o cálculo es básica y cada uno de los parámetros reportados puede servirnos de evidencias para diseñar soluciones eficientes y mejorar el proceso de combustión.

El documento, marcas, logo es propiedad de su Autor e Ingeniería Energética General. La utilización de estos por parte del usuario requiere que se haga referencia a nuestra propiedad y se debe señalar en el destino como © Derechos Reservados Ingeniería Energética General.- 2012

info@energianow.net

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 11042012

www.energianow.net

Otra de las ventajas que resulta es poder introducir variaciones en los parámetros de entrada al proceso que pueden ser controlados, cómo son las temperaturas de entrada de las corrientes energéticas, el exceso de aire, la correcta atomización del combustible y la turbulencia dentro de la cámara de combustión y comprobar previamente sus resultados.

Validando la información registrada para ahorrar tiempo y recursos.

Cómo ya se explicó, para asegurar la calidad de la información, se validan los datos registrados anteriormente.

Como se puede observar, para cada tipo de dato se han habilitado campos de selección que contiene los valores formateados, limitados y predefinidos, en el intervalo realmente posible. El usuario solo tiene que seleccionar el valor que coincide con el dato correspondiente. Esto garantiza que los caracteres que se envíen sean los correctos (numéricos) y que el usuario pueda introducir exclusivamente datos que el procesador asimile.



Sobre el Autor: René Ruano Domínguez tiene más de 35 años de experiencia en actuaciones en sistemas y equipos energéticos, tanto en los que utilizan energía fósil como fuentes renovables. Se inició como operador, posteriormente tecnólogo y Gerente Técnico en la Industria de Conversión y Refinación de los Combustibles. Ha sido fundador y Gerente Técnico de varios Equipos de Ingeniería Energética dirigidos al Proyecto, Montaje y los Servicios Técnicos en los Sistemas de Calor y Frío, abarcando la generación, distribución y uso del vapor y el agua caliente en mediana y pequeñas instalaciones, hasta 10 bar de presión; y en los sistemas de Frío las bajas temperaturas (refrigeración y producción de hielo industrial), medianas temperaturas (conservación) y altas temperaturas (Aire Acondicionado) para instalaciones industriales y comerciales. Ha realizado múltiples actuaciones en proyectos, ejecución y servicios de Ingeniería Energética General. Es fundador y el Ingeniero Principal de Ingeniería Energética General



Ingeniería Energética General - General Energetic Engineering

Visite nuestro sitio Web www.energianow.net donde podrá consultar otras publicaciones
Diferentes modalidades de la Asistencia Técnica

Artículos

- +CO2_Crédito_Mercado
- +Crédito_de_CO2(1)
- +Crédito_de_CO2(2)
- +Componentes Sist. PV
- +Demanda Térmica. CR
- +Demanda Térmica. (HC)
- +Efic_Celdas_Solares
- +Energía, su Calidad y Emisiones
- +Energía y Emisiones—Estadísticas 2009-2010
- +Sistema_ref_diagnostico.pdf
- +Sist_refrig_eficiencia.pdf
- +Capacidad_calori_gases.pdf
- +Sist. Calor. Bases.Vap. Agua. Portadores.
- +Sist. Calor. Proceso de combustión.
- +Sistema Eléctrico. Su eficiencia
- +Trayectoria Solar

Instructivos

- +biodiesel_instructivo_resumen.pdf
- +Demanda_vapor_instructivo_resumen.pdf
- +Edificios_factores_comunes.pdf
- +Inconsistencia_del_Precio_Energetico_Resumen.pdf
- +Sistema_Fotovoltaico_Actualidad_Integracion.pdf
- +Sistema_Fotovoltaico_Proyecto.pdf
- +SistemaSolarFotovoltaico_vs_Sist.SolarTermico.pdf
- +TrayectoriaSolar-Instructivo.pdf
- +Sistema Eléctrico Eficiencia
- +Mecanismos de Tránsito de Calor
- +Transmisión de Calor. Aislamiento

Buenas prácticas

- +Quemadores
- +Generadores de Vapor
- +Paneles solares

Calculadores_Energéticos

- Subsidios—Inversiones Energéticas 2010
- Cálculo de emisiones de CO2
- Calidad de la Energía, Emisiones, Costos
- Convertidor Temperatura °C a °F
- Convertidor de Temp. y Presión - Múltiple
- Convertidor Fracc. Vol a Fracc. Peso .Mezclas gaseosas
- Solución ecuac. 2do grado
- Selector. Energía Mundial
- Tarifa eléctrica. 2a versión
- Trayectoria Solar
- Financiamiento mundial 2009
- Refrigerantes. Tablas PT
- Amoniaco líq. Tablas PT
- Amoniaco saturado. Tablas PT
- Amoniaco recalentado. Tablas PT
- Capacidad calórica de gases.
- Combustión. Aire Combustión
- Combustión. Humos Combustión
- Combustión. Poder Calórico
- Combustión. Temperatura llama
- Vapor Saturado. Tablas PT
- Vapor Recalentado. Tablas PT
- Generadores de Vapor
- Eficiencia Energética Calderas
- Eficiencia Energética Equipos
- Eficiencia Sistema Refrigeración
- Pérdidas en humos
- Pérdidas por purgas
- Pérdidas por superficies
- Eficiencia Motor. Compresor Gases más utilizados
- Eficiencia Compresor gases
- Eficiencia Compresor Redes 3
- Sistema eficiencia Vapor de Agua

Podrá encontrar el dato directo, oportuno y procesado de aquellos sistemas de mayor intensidad e importancia energética. La documentación digitalizada se publica en tres formatos

Artículos—Documentos digitalizados listos para su consulta y puede descargarlos. Todos en LIBRE ACCESO

Instructivos—Documentos digitalizados que explican paso a paso como realizar una aplicación práctica energética

Calculadores_Energéticos—Procesadores online, interactivos que facilitan los procedimientos complejos y los hacen accesibles y manejables.



Kit Fotovoltaico
Sustitución de combustibles
Fósiles por Energías Renovables