

Introducción

Este programa está diseñado para el cálculo de las propiedades termodinámicas del agua y vapor de agua, basado en "IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam". VaporHp está compilada como una biblioteca y está diseñado para funcionar en las calculadoras Hp49G/G+, fue programado en un 40% en Lenguaje de Máquinas y un 60% en SystemRpl. Desafortunadamente esta versión del programa solo funciona correctamente instalándola en el "puerto 0", en el caso de instalarla en otro puerto, el programa no permitirá que se ejecute.

Rangos permitidos

Los rangos permitidos son los que se muestran en la Figura 1. Como se puede observar se divide en cinco rangos diferentes para el cálculo de las propiedades termodinámicas.

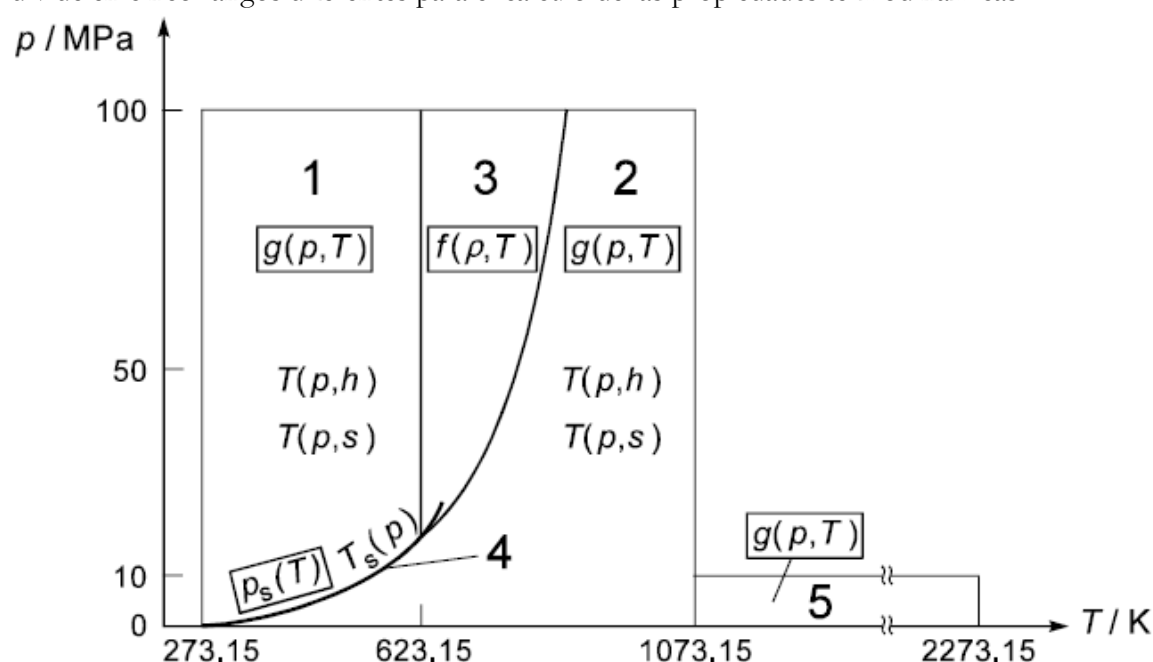


Figura 1 Regiones y ecuaciones de IAPWS-IF97-Fuente "Release on the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam"

Combinación de propiedades permitida

El cálculo de las propiedades termodinámicas del agua y vapor se realizan a partir de dos condiciones conocidas, una de las cuales siempre debe ser o la presión o la temperatura, en el caso que se omita una de estas se mostrará un mensaje de error. Cada región posee una ecuación para el cálculo directo en función de dos propiedades de la siguiente forma:

- Región 1 en función de la presión y temperatura
- Región 2 en función de la presión y temperatura
- Región 3 en función de la densidad y temperatura
- Región 4 en función de la presión ó temperatura y la calidad del vapor
- Región 5 en función de la presión y temperatura.

En el caso que no correspondan con estas propiedades, el programa hará un procedimiento iterativo hasta lograr obtener la solución.

Unidades permitidas.

Las unidades aceptadas por el programa se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Unidades permitidas para las diferentes propiedades

PROPIEDAD	UNIDADES PERMITIDAS
P: Presión	<i>bar - psi - Mpa - atm - torr - mmHg - inHg - inH₂O - Pa - kPa</i>
T: Temperatura	<i>°C - °F - K - °R</i>
v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg} - \frac{ft^3}{lb} - \frac{cm^3}{kg} - \frac{in^3}{lb} - \frac{l}{kg} - \frac{gal}{lb}$
u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg} - \frac{Btu}{lb} - \frac{cal}{g}$
h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg} - \frac{Btu}{lb} - \frac{cal}{g}$
s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K} - \frac{Btu}{lb \cdot ^\circ R} - \frac{cal}{g \cdot K}$
x: Calidad del vapor	-

Instalación

- Transfiera la librería a calculadora y colóquela en la pila
- Introduzca el número del puerto donde desea instalar la librería (debe ser 0)
- Presione STO
- Reinicie la calculadora (presione ON y C simultáneamente)
- Elimine la variable que contiene la librería (Esto es para ahorrar memoria ya que el programa está residente en el puerto)

Ejemplos

- Vapor Sobrecalentado a 700 psi y 680°F es expandido a una entropía constante a 140 psi. Cual es su entalpía final?



Ingresamos 700 y las unidades psi

```

VaporHP - V0.9
* P: 700.      psi
  T: 680.      °F
  V: 5.53101212422E-2  m³/kg
  U: 2832.66101972  kJ/kg
  H: 3099.605923  kJ/kg
  S: 6.51461356882  kJ/kg·K
  X: "SOBRECALENTADO"  Reg: 2.
Unidades de temperatura?
  CHOOSE      CANCL  OK
    
```

Ingresamos 680 y las unidades °F, y se obtienen los resultados a esas condiciones

```

VaporHP - V0.9
* P: 700.      psi
  T: 680.      °F
  V: 5.53101212422E-2  m³/kg
  U: 2832.66101972  kJ/kg
  H: 3099.605923  kJ/kg
  S: 6.51461356882  kJ/kg·K
  X: "SOBRECALENTADO"  Reg: 2.
Entropía?
  EDIT      CANCL  OK
    
```

Seleccionamos el campo de entropía y le damos enter

```

VaporHP - V0.9
  P: 700.      psi
  T: 680.      °F
  V: 5.53101212422E-2  m³/kg
  U: 2832.66101972  kJ/kg
  H: 3099.605923  kJ/kg
  * S: 6.51461356882  kJ/kg·K
  X: "SOBRECALENTADO"  Reg: 2.
Entropía?
  EDIT      CANCL  OK
    
```

El campo de entropía queda seleccionado con la flecha indicandolo

```

VaporHP - V0.9
  P: 700.      psi
  T: 680.      °F
  V: 5.53101212422E-2  m³/kg
  U: 2832.66101972  kJ/kg
  H: 3099.605923  kJ/kg
  * S: 6.51461356882  kJ/kg·K
  X: "SOBRECALENTADO"  Reg: 2.
Presión?
  EDIT      CANCL  OK
    
```

Seleccionamos nuevamente el campo de presión

```

VaporHP - V0.9
  P: 140.      psi
  T: 353.039290776  °F
  V: .197324117283  m³/kg
  U: 2548.02345181  kJ/kg
  H: 2738.49371736  kJ/kg
  * S: 6.51461356882  kJ/kg·K
  X: .981546126533  Reg: 4.
Unidades de presión?
  CHOOSE      CANCL  OK
    
```

Ingresamos 140 y seleccionamos como unidades psi

```

VaporHP - V0.9
  P: 140.      psi
  T: 353.039290776  °F
  V: .197324117283  m³/kg
  U: 2548.02345181  kJ/kg
  H: 1177.3403772  Btu/lb
  * S: 6.51461356882  kJ/kg·K
  X: .981546126533  Reg: 4.
Unidades de entalpía?
  CHOOSE      CANCL  OK
    
```

Cambiamos las unidades de los resultados a las que deseamos obtenerla

La entalpía final es de $1177.34 \frac{kJ}{kg}$

- Cual es el volumen específico, entalpía, y entropía del vapor teniendo una calidad del 90% a 400 psi?

```
VaporHP - V0.9
* P: 400.          psi
T:                °C
V:                m³/kg
U:                kJ/kg
H:                kJ/kg
S:                kJ/kg·K
X:                Reg:
Unidades de presión?
CHOOS  CANCEL OK
```

Seleccionamos el campo de presión e ingresamos 400 psi

```
VaporHP - V0.9
* P: 400.          psi
T:                °C
V:                m³/kg
U:                kJ/kg
H:                kJ/kg
S:                kJ/kg·K
X:                Reg:
Calidad del vapor?
EDIT  CANCEL OK
```

Seleccionamos el campo de calidad del vapor, x.

```
VaporHP - V0.9
* P: 400.          psi
T: 229.237128985  °C
V: 6.53851890986E-2 m³/kg
U: 2440.96357822  kJ/kg
H: 2621.29558198  kJ/kg
S: 5.85692501707  kJ/kg·K
X: .9             Reg: 4.
Presión?
EDIT  CANCEL OK
```

Ingresamos el valor de 0.9 en el campo de calidad del vapor

```
VaporHP - V0.9
* P: 400.          psi
T: 229.237128985  °C
V: 1.04737025678  ft³/lb
U: 1049.42802159  Btu/lb
H: 1126.95424849  Btu/lb
S: 1.39890250718  Btu/lb·°R
X: .9             Reg: 4.
Unidades de entropía?
CHOOS  CANCEL OK
```

Cambiamos la unidades de presentación deseada y obtenemos los resultados

$$v = 1.0474 \frac{ft^3}{lb}, h = 1126.9542 \frac{Btu}{lb}, s = 1.3989 \frac{Btu}{lb \cdot ^\circ R}$$

Referencia de los comandos

P T →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 1 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
P T →			
: 7 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

P v →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 1 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
P v →			
: 7 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

P u →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 1 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
P u →			
: 7 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

P h →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 1 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
P h →			
: 7 :	P: Presión	<i>bar</i>	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

P s →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	P: Presión	bar	Real
: 1 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
P s →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

P x →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	P: Presión	bar	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real
P x →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	h: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real

T v →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 1 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
T v →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

T u →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 1 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
T u →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

T h →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 1 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
T h →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

T s →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 1 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
T s →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real/String

T x →

NIVEL	PROPIEDAD	UNIDADES	TIPO DE DATO
: 2 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real
T x →			
: 7 :	P: Presión	bar	Real
: 6 :	T: Temperatura	$^{\circ}C$	Real
: 5 :	v: Volumen específico	$\frac{m^3}{kg}$	Real
: 4 :	u: Energía interna	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 3 :	h: Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$	Real
: 2 :	s: Entropía	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Real
: 1 :	x: Calidad del vapor	-	Real

Características del programa

Plataforma: Hp49G/G+
 # Biblioteca: 1199
 Checksum: FEB1 h
 Bytes: 37125.5

Contacto

Edwin Córdoba
 ecordoba74@yahoo.com