IT 03.2 - TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN NATURAL Y FORZADA

El equipo IT 03.2, es un equipo de sobremesa muy útil para el estudio de la transferencia de calor por convección natural o forzada.

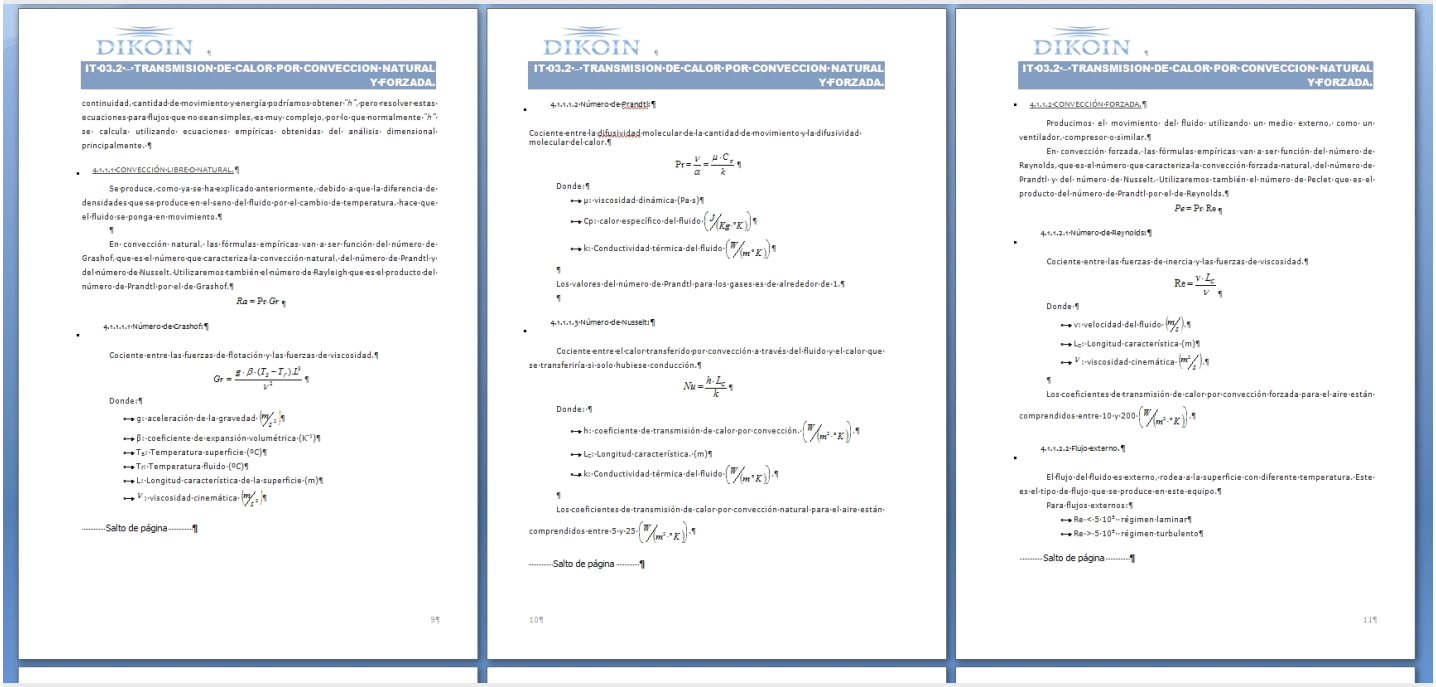
El funcionamiento del equipo consiste en hacer pasar aire por un conducto, que se calienta utilizando elementos calefactantes con diferentes superficies geométricas, para el estudio de la convección forzada se intercala un ventilador.

El equipo dispone de un módulo de control manual, y también se puede conectar a un PC vía USB, para controlarlo desde el mismo. Además de tomar las lecturas, el equipo se controla desde la propia pantalla de software del PC (PC y software no incluidos).

Los equipos con software requieren un Sistema Operativo a partir de Windows 7 y 64 bits.

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.

IT 03.2 - TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN NATURAL Y FORZADA



DIKOIN

IT-03.2-·TRANSMISION-DE-CALOR-POR-CONVECCION-NATURAL Y-FORZADA.

continuidad,·cantidad·de·movimiento·y·energía·podríamos·obtener·"h",·pero·resolver·estas·ecuaciones·para·flujos·que·no·sean·simples,·es·muy·complejo,·por·lo·que·normalmente·"h"·se· calcula· utilizando· ecuaciones· empíricas· obtenidas· del· análisis· dimensional·principalmente.·¶

- 4.1.1.1.1·CONVECCIÓN-LIBRE-O-NATURAL.¶

Se·produce,·como·ya·se·ha·explicado·anteriormente,·debido·a·que·la·diferencia·de·densidades·que·se·produce·en·el·seno·del·fluido·por·el·cambio·de·temperatura,·hace·que·el·fluido·se·ponga·en·movimiento.¶

¶

En· convección· natural,· las·fórmulas·empíricas·van·a·ser·función·del·número·de·Grashof,·que·es·el·número·que·caracteriza·la·convección·natural,·del·número·de·Prandtl·y·del·número·de·Nusselt.·Utilizaremos·también·el·número·de·Rayleigh·que·es·el·producto·del·número·de·Prandtl·por·el·de·Grashof.¶

$$Ra = Pr\ Gr$$ ¶

- 4.1.1.1.1.1·Número·de·Grashof:¶

Cociente·entre·las·fuerzas·de·flotación·y·las·fuerzas·de·viscosidad.¶

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T_f) \cdot L^3}{\nu^2}$$ ¶

Donde:¶

- g:·aceleración·de·la·gravedad·$\left(m/s^2\right)$.¶
- β:·coeficiente·de·expansión·volumétrica·(K^{-1})¶
- T_S:·Temperatura·superficie·(ºC)¶
- T_F:·Temperatura·fluido·(ºC)¶
- L:·Longitud·característica·de·la·superficie·(m)¶
- ν:·viscosidad·cinemática·$\left(m^2/s\right)$.¶

.....Salto de página.....¶

9¶

DIKOIN

IT-03.2-·TRANSMISION-DE-CALOR-POR-CONVECCION-NATURAL Y-FORZADA.

- 4.1.1.1.1.2·Número·de·Prandtl:¶

Cociente·entre·la·difusividad·molecular·de·la·cantidad·de·movimiento·y·la·difusividad·molecular·del·calor.¶

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu \cdot C_p}{k}$$ ¶

Donde:¶

- μ:·viscosidad·dinámica·(Pa·s)¶
- Cp:·calor·específico·del·fluido·$\left(J/Kg \cdot ºK\right)$.¶
- k:·Conductividad·térmica·del·fluido·$\left(W/m \cdot ºK\right)$.¶

¶

Los·valores·del·número·de·Prandtl·para·los·gases·es·de·alrededor·de·1.¶

¶

- 4.1.1.1.1.3·Número·de·Nusselt:¶

Cociente·entre·el·calor·transferido·por·convección·a·través·del·fluido·y·el·calor·que·se·transferiría·si·solo·hubiese·conducción.¶

$$Nu = \frac{h \cdot L_c}{k}$$ ¶

Donde:·¶

- h:·coeficiente·de·transmisión·de·calor·por·convección.·$\left(W/m^2 \cdot ºK\right)$.¶
- L_C:·Longitud·característica.·(m)¶
- k:·Conductividad·térmica·del·fluido·$\left(W/m \cdot ºK\right)$.¶

¶

Los·coeficientes·de·transmisión·de·calor·por·convección·natural·para·el·aire·están·comprendidos·entre·5·y·25·$\left(W/m^2 \cdot ºK\right)$.¶

.....Salto de página.....¶

10¶

DIKOIN

IT-03.2-·TRANSMISION-DE-CALOR-POR-CONVECCION-NATURAL Y-FORZADA.

- 4.1.1.1.2·CONVECCIÓN-FORZADA.¶

Producimos· el· movimiento· del· fluido· utilizando· un· medio· externo,·· como· un·ventilador,·compresor·o·similar.¶

En· convección· forzada,·las·fórmulas·empíricas·van·a·ser·función·del·número·de·Reynolds,·que·es·el·número·que·caracteriza·la·convección·forzada·natural,·del·número·de·Prandtl·y· del·número·de·Nusselt.·Utilizaremos·también·el·número·de·Peclet·que·es·el·producto·del·número·de·Prandtl·por·el·de·Reynolds.¶

$$Pe = Pr\ Re$$ ¶

- 4.1.1.2.1·Número·de·Reynolds:¶

Cociente·entre·las·fuerzas·de·inercia·y·las·fuerzas·de·viscosidad.¶

$$Re = \frac{v \cdot L_c}{\nu}$$ ¶

Donde·¶

- v:·velocidad·del·fluido·$\left(m/s\right)$.¶
- L_C:·Longitud·característica·(m)¶
- ν:·viscosidad·cinemática·$\left(m^2/s\right)$.¶

¶

Los·coeficientes·de·transmisión·de·calor·por·convección·forzada·para·el·aire·están·comprendidos·entre·10·y·200·$\left(W/m^2 \cdot ºK\right)$.¶

- 4.1.1.2.2·Flujo·externo.¶

El·flujo·del·fluido·es·externo,·rodea·a·la·superficie·con·diferente·temperatura.·Este·es·el·tipo·de·flujo·que·se·produce·en·este·equipo.¶

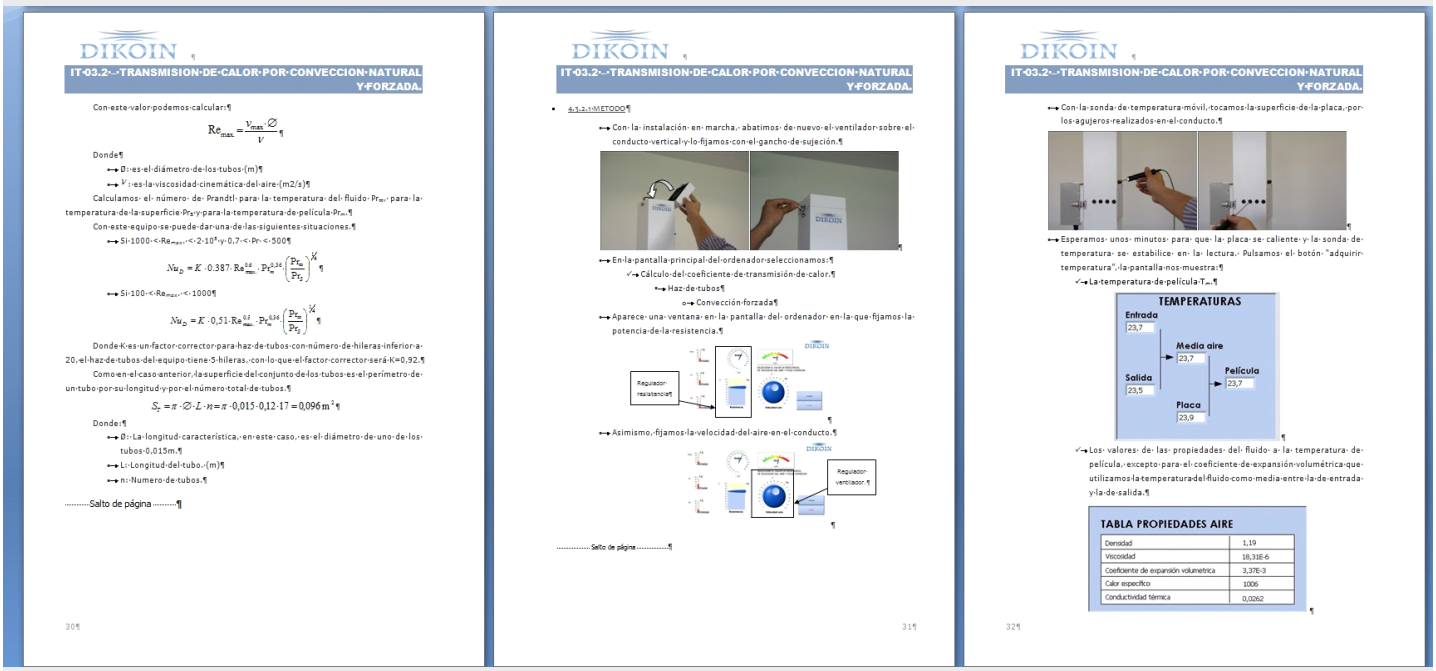
Para·flujos·externos:¶

- Re·<·5·10⁵·-·régimen·laminar¶
- Re·>·5·10⁵·-·régimen·turbulento¶

.....Salto de página.....¶

11¶

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.



DIKOIN

IT-03.2-·TRANSMISION-DE-CALOR-POR-CONVECCION-NATURAL Y-FORZADA.

Con·este·valor·podemos·calcular:¶

$$Re_{max} = \frac{v_{max} \cdot \varnothing}{\nu}$$ ¶

Donde¶

- Ø:·es·el·diámetro·de·los·tubos·(m)¶
- ν:·es·la·viscosidad·cinemática·del·aire·(m2/s)¶

Calculamos· el· número· de· Prandtl· para· la· temperatura· del· fluido· Pr_m,· para· la·temperatura·de·la·superficie·Pr_S·y·para·la·temperatura·de·película·Pr_m.¶

Con·este·equipo·se·puede·dar·una·de·las·siguientes·situaciones.¶

- Si·1000·<·Re_{max}·<·2·10⁵·y·0,7·<·Pr·<·500¶

$$Nu_D = K \cdot 0.387 \cdot Re_{max}^{0.6} \cdot Pr_m^{0.36} \cdot \left(\frac{Pr_m}{Pr_S}\right)^{1/4}$$ ¶

- Si·100·<·Re_{max}·<·1000¶

$$Nu_D = K \cdot 0,51 \cdot Re_m^{0.5} \cdot Pr_m^{0.04} \cdot \left(\frac{Pr_m}{Pr_S}\right)^{1/4}$$ ¶

Donde·K·es·un·factor·corrector·para·haz·de·tubos·con·número·de·hileras·inferior·a·20,·el·haz·de·tubos·del·equipo·tiene·5·hileras,·con·lo·que·el·factor·corrector·será·K=0,92.¶

Como·en·el·caso·anterior,·la·superficie·del·conjunto·de·los·tubos·es·el·perímetro·de·un·tubo·por·su·longitud·y·por·el·número·total·de·tubos.¶

$$S_T = \pi \cdot \varnothing \cdot L \cdot n = \pi \cdot 0,015 \cdot 0,12 \cdot 17 = 0,096\ m^2$$ ¶

Donde:¶

- Ø:·La·longitud·característica,·en·este·caso,·es·el·diámetro·de·uno·de·los·tubos·0,015m.¶
- L:·Longitud·del·tubo.·(m)¶
- n:·Numero·de·tubos.¶

.....Salto de página.....¶

30¶

DIKOIN

IT-03.2-·TRANSMISION-DE-CALOR-POR-CONVECCION-NATURAL Y-FORZADA.

- 4.1.2.1·METODO¶

- Con·la·instalación·en·marcha,·abatimos·de·nuevo·el·ventilador·sobre·el·conducto·vertical·y·lo·fijamos·con·el·gancho·de·sujeción.¶

¶

- En·la·pantalla·principal·del·ordenador·seleccionamos:¶
  - ✓ Cálculo·del·coeficiente·de·transmisión·de·calor.¶
    - Haz·de·tubos¶
      - Convección·forzada¶
- Aparece·una·ventana·en·la·pantalla·del·ordenador·en·la·que·fijamos·la·potencia·de·la·resistencia.¶

¶

- Asimismo,·fijamos·la·velocidad·del·aire·en·el·conducto.¶

¶

.....Salto de página.....¶

31¶

DIKOIN

IT-03.2-·TRANSMISION-DE-CALOR-POR-CONVECCION-NATURAL Y-FORZADA.

- Con·la·sonda·de·temperatura·móvil,·tocamos·la·superficie·de·la·placa,·por·los·agujeros·realizados·en·el·conducto.¶

¶

- Esperamos· unos· minutos· para· que· la· placa· se· caliente· y· la· sonda· de·temperatura· se· estabilice· en· la· lectura.· Pulsamos· el· botón· "adquirir·temperatura",·la·pantalla·nos·muestra:¶
  - ✓ La·temperatura·de·película·T_m.¶

¶

  - ✓ Los· valores· de· las· propiedades· del· fluido· a· la· temperatura· de·película,·excepto·para·el·coeficiente·de·expansión·volumétrica·que·utilizamos·la·temperatura·del·fluido·como·media·entre·la·de·entrada·y·la·de·salida.¶

TABLA PROPIEDADES AIRE

Densidad	1,19
Viscosidad	18,31E-6
Coeficiente de expansión volumetrica	3,37E-3
Calor especifico	1006
Conductividad térmica	0,0262

¶

32¶

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.

El equipo dispone de una conexión a PC mediante USB, desde el que controlar el equipo con el software opcional.

El sistema de desacople del ventilador mediante anclaje rápido y bisagras, permite que en el estudio de convección natural, el conducto quede totalmente libre de todo obstáculo, de forma que el cálculo de convección es mucho más preciso.

IT 03.2 - TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN NATURAL Y FORZADA

Accesorio Opcional: IT.S.03.2 - SOFTWARE CONVECCIÓN NATURAL Y FORZADA
El software de control del equipo IT 03.2 permite el control completo del mismo. En el mismo se muestran los parámetros de todos los puntos de control del equipo, y se permite la recogida de datos en modo automático o manual.

Desde el modo PC, mediante este software, no solo se captan los datos de los distintos sensores, sino que se controla el equipo: velocidad de aire y regulación de calentamiento.

Para su uso con un ordenador, se requiere un Sistema Operativo de 64 bits con versión Windows 7 o superior.

Accesorio Opcional: IT 03.3 - CALEFACTOR DE PLACA PLANA

Accesorio Opcional: IT 03.4 - CALEFACTOR DE ALETAS

Accesorio Opcional: IT 03.5 - CALEFACTOR DE HAZ DE TUBOS

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.

IT 03.2 - TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN NATURAL Y FORZADA

Accesorio Opcional: IT 03.6 - CALEFACTOR CILINDRO

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.

IT 03.2 - TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN NATURAL Y FORZADA

PRACTICAS REALIZABLES

- Estudio de la disipación de calor mediante convección natural.
- Estudio de la disipación de calor mediante convección forzada.
- Estudio de las diferencias en transferencia de calor con diferentes modelos de disipador.
- Cálculo de parámetros del fenómeno de transferencia:
  - Eficiencia.
  - Coeficiente de transferencia de calor.
  - Energía disipada (o calor transferido).
- Calculo del número de Reynolds y de Nusselt.

DATOS TECNICOS

- Sección de la torre de convección 120x120mm.
- Longitud de la torre de convección: 1 m.
- Velocidad del aire con ventilación forzada, regulada: 0 - 4 m/s
- Potencia de los elementos calefactores, regulada: 0 - 150W
- Caudal máximo 200 m3/h.
- Sistema de seguridad doble para protección de los calefactores.
- 4 calefactores (se suministran por separado):
  - Calefactor de haz de tubos.
  - Calefactor de placa plana.
  - Calefactor de aletas verticales.
  - Calefactor de cilindro
- Se suministra un sensor de temperatura superficial para tomar la temperatura en distintos puntos de los calefactores.
- El equipo se suministra con un sistema de control electrónico con pantalla LCD.
- El equipo se puede controlar desde un PC con conexión USB. PC y software no incluidos.

REQUERIMIENTOS

- Alimentación eléctrica: 230V/50-60Hz.

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.