

## INFORMACIÓN:

Hojas con texto “VISUALIZACIÓN” son para mostrar cómo debería verlo el operario

Hojas con texto “FÓRMULAS A EMPLEAR” son todas las fórmulas y notaciones completas

Hojas con texto “VARIABLES” son para indicar que variables van vinculadas a cada elemento

Hojas con texto “FÓRMULAS (VARIABLES)” son las fórmulas de antes pero con las variables indicadas.

## VISUALIZACIÓN

CAMPOS EN AZUL: SENSORES

CAMPOS EN NARANJA: ENTRADA DATOS USUARIO

CAMPOS EN VERDE: CÁLCULOS DEL PROGRAMA (NO SE PUEDE MODIFICAR)

CAMPOS EN ROJO: ENTRADA DE DATOS DE CONTROL INSTALACIÓN

CAMPOS EN GRIS: VISUALIZACIÓN DE DATOS (NO SE PUEDE MODIFICAR)

## VARIABLES

CAMPOS EN NEGRO: VARIABLES, VISUALIZACIÓN DE DATOS: [nombre\_variable], unidades, tipo de dato

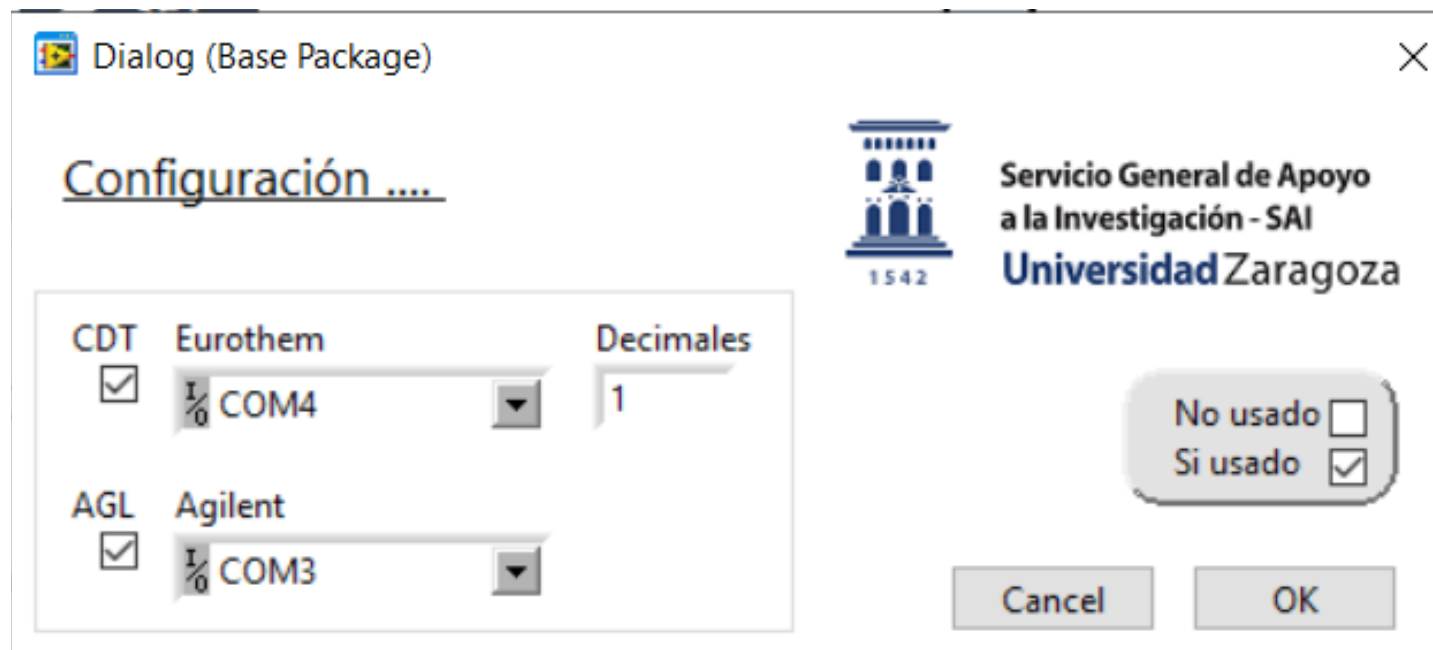
CAMPOS EN MORADO: VARIABLES, EDITABLE POR USUARIO: [nombre\_variable], unidades, tipo de dato

## Tipos de dato

Real: número real (con coma, de normal 2 cifras significativas, pero las que haga falta)

Int: número entero sin coma

String: cadena de caracteres.



Agilent ReadConfigFile.vi

configuration file path  
C:\Users\usuario\Documents\LabVIEW Data\canalesAgilentSecado.ini

configuracionCanales

MAGNITUD	SONDA	CANAL	UNIDADES	MEDIDA
Temperatura			C	0.00
Temperatura			C	0.00
Temperatura			C	0.00
Temperatura			C	0.00
Temperatura			C	0.00
Presion			kPa	0.00
Presion			kPa	0.00
Presion			kPa	0.00
Presion			kPa	0.00
Presion			kPa	0.00
Presion			kPa	0.00
Humedad			%	0.00
Humedad			%	0.00
Humedad			%	0.00
Humedad			%	0.00
Humedad			%	0.00
Humedad			%	0.00

**Agilent 34970 informacion configuración de canales**

Error Out

status code  
d 7

source  
NI\_LVConfig.lvlib:  
Load.vi<ERR>  
C:\Users\usuario\

CONTINUAR

**Constantes Ensayo**

Nº Experimento:	0
Diam_Reactor, cm	0.00
Resistencia, Ohm	0.00
Voltaje_Resist, VAC	0.00
Hum_Ext, %	0.00
Vel min fluid, m/s	0.00
Vel arrastre, m/s	0.00
SET Caudal vent, g/s	0.00

**Datos del lecho**

Clasificación:	Grueso ( $2,5 < D_p < 4$ )
Masa, g	0.00
Altura, cm	0.00
Diam_part, mm	0.00
Dens_part, g/cm <sup>3</sup>	0.00
Hum_ini, %	0.00
Temp_ini, C	0.00

PLANTA DE SECADO

DIC.2024 asslcdms v1.0  
LV2017



Servicio General de Apoyo  
a la Investigación - SAI  
Universidad Zaragoza

Cálculos

Agua\_evap, g/s

0.00

Hum\_lecho, %

0.00

Q\_aire seco, W

0.00

Q\_evaporacion, W

0.00

Porosidad,

0.00

Vel\_a\_lecho, m/s

0.00

Vel min fluid, m/s

0.00

Vel arrastre, m/s

0.00

COND. AMBIENTALES

HUM\_EXT, %

0.00

TEMP\_EXT, C

0.00



SET

SET\_TEMP\_R, C

0.00

TEMP\_R, C

0.00

TEMP\_5, C

0.00

TEMP\_6, C

0.00

0.00

HUM\_REL\_2, %

0.00

TEMP\_4, C

0.00

PRES\_DIF\_1, Pa

0.00

TEMP\_3, C

0.00

HUM\_REL\_1, %

SET\_CAUDAL, g/s

0.00

CAUDAL, g/s

0.00

TEMP\_1, C

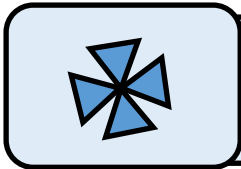
0.00

POTENCIA, W

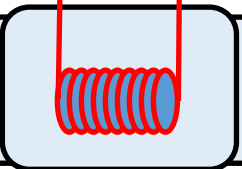
0.00

TEMP\_2, C

0.00



VENTEO



RESISTENCIA

Esperando señal de comienzo ...

Tiempo muestreo 1.0 s  
Tiempo medida 0.0 min

Muestreo



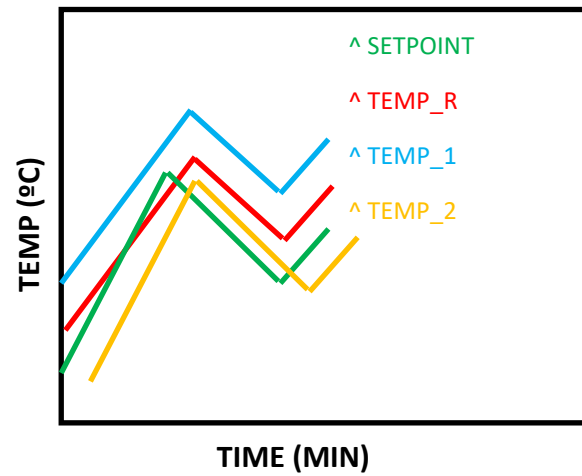
Error



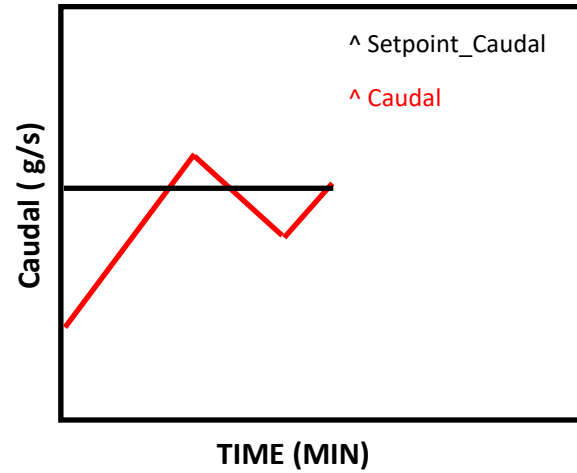
COMIENZO

SALIR

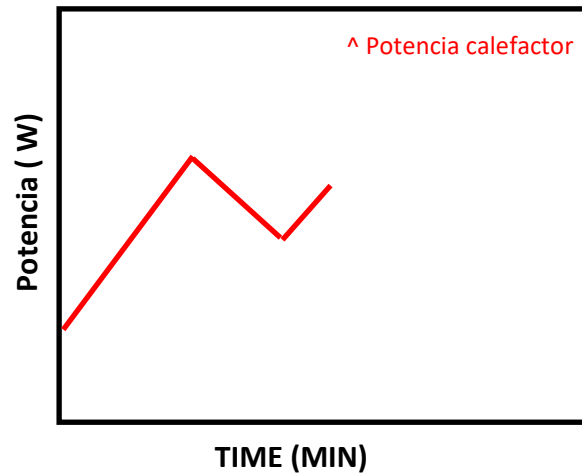
Eurotherm



CAUDAL

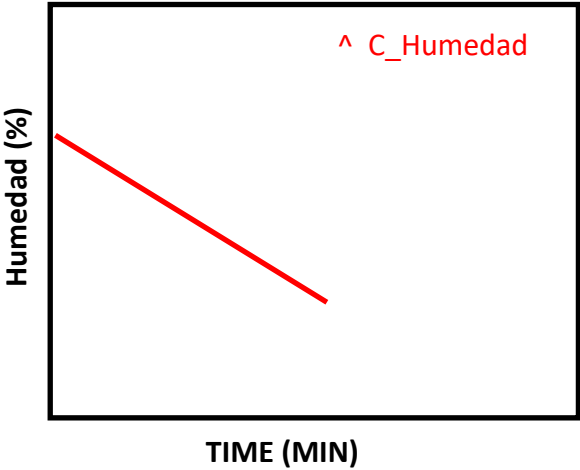


POTENCIA CONTROLADOR TEMP

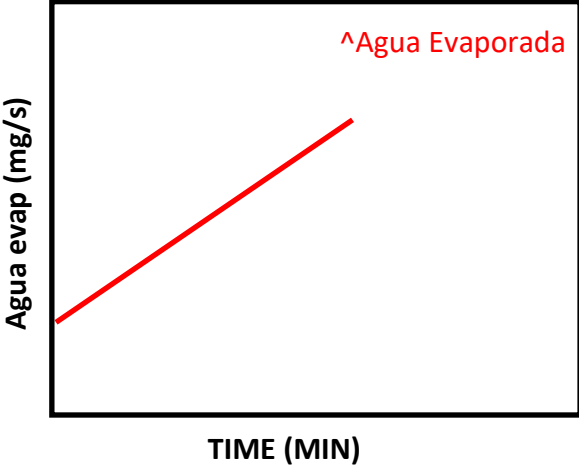


GRÁFICAS LECHO

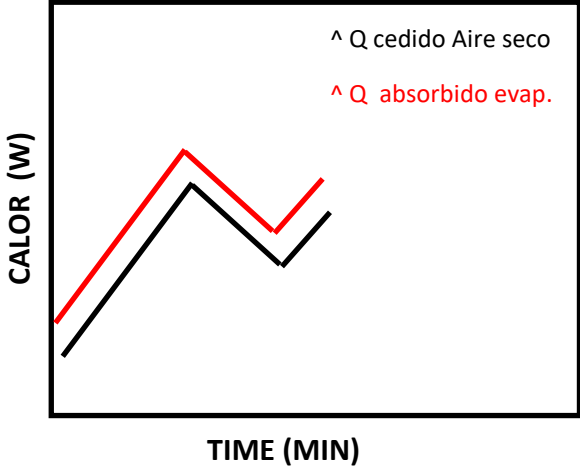
CONCENTRACIÓN HUMEDAD



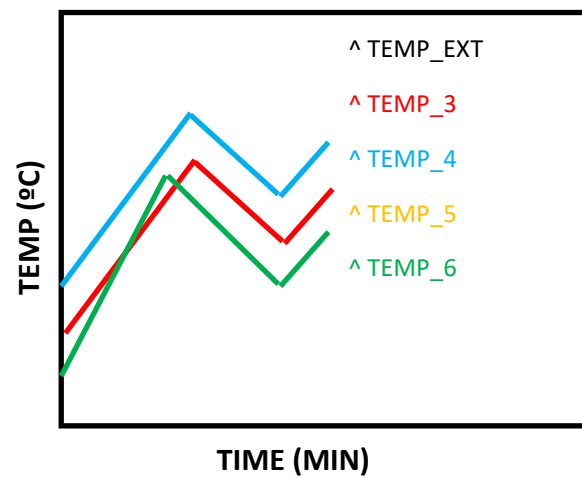
AGUA EVAPORADA AL AIRE



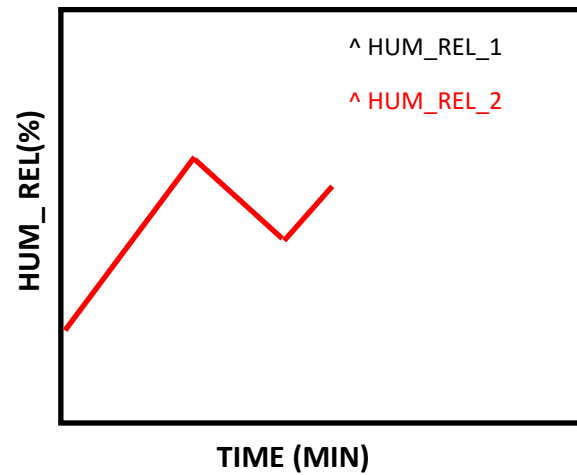
Q CEDIDO Y ABSOBIDO



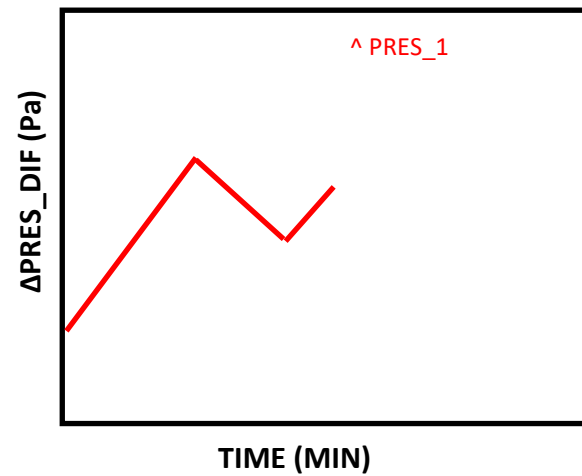
TEMPERATURA



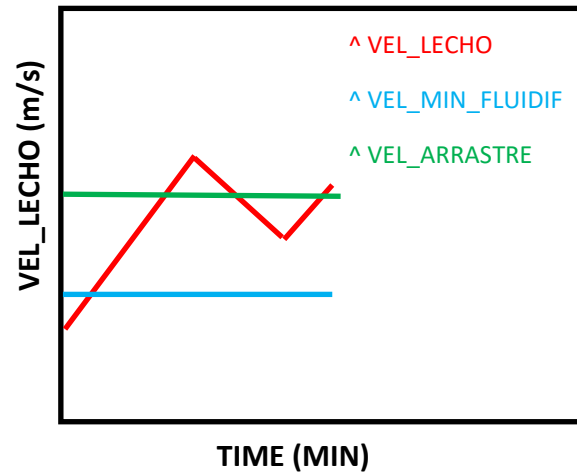
HUMEDAD



PRES\_DIF



VELOCIDADES





# FÓRMULAS A EMPLEAR

## Cálculo previos al ensayo

$$\varepsilon_{pb} = 1 - \frac{4m_b}{\pi H_b D_b^2 \rho_p}$$

$\varepsilon_{pb}$ : porosidad del lecho empaquetado (fijo).

$m_b$ : masa del lecho seco, g

$H_b$ : altura del lecho, cm

$D_b$ : diámetro lecho, cm

$\rho_p$ : densidad de la partícula sólida, g/cm<sup>3</sup>

## Cálculo del caudal másico del aire

$$h_1 = T_1 + 3.138 \cdot 10^{-5} T_1^2 \quad T_1: \text{temperatura del termómetro TEMP\_1, } ^\circ\text{C} ; h_1: \text{entalpía del aire en el punto 1, J/g}$$

$$h_2 = T_2 + 3.138 \cdot 10^{-5} T_2^2 \quad T_2: \text{temperatura del termómetro TEMP\_2, } ^\circ\text{C} ; h_2: \text{entalpía del aire en el punto 2, J/g}$$

$$\dot{m}_{as} = \frac{\dot{Q}_{res}}{h_2 - h_1}$$

$\dot{Q}_{res}$ : Potencia de la resistencia, W

$\dot{m}_{as}$ : Caudal másico de aire seco, g/s

# FÓRMULAS A EMPLEAR

## Balance de materia

$$p_{v3} = \exp\left(18.58 - \frac{3985}{T_3 + 233.4}\right) \rightarrow w_3 = 0.623 \frac{\phi_3 p_{v3}}{101.3 - \phi_3 p_{v3}}$$

$$p_{v4} = \exp\left(18.58 - \frac{3985}{T_4 + 233.4}\right) \rightarrow w_4 = 0.623 \frac{\phi_4 p_{v4}}{101.3 - \phi_4 p_{v4}}$$

$$\dot{m}_w = \dot{m}_{as}(w_4 - w_3) \quad \dot{m}_w: \text{Agua evaporada hacia el aire, g/s}$$

$$\dot{c} = -\dot{m}_w/m_b \quad \dot{c}: \text{variación de la humedad del lecho, } s^{-1}; m_b: \text{Masa del lecho seco, g}$$

$$c(p+1) = c(p) + \dot{c}(p)\Delta t \quad c(p): \text{humedad del lecho en el instante } p \equiv t/\Delta t, \text{ siendo } t \text{ el tiempo transcurrido desde el comienzo del ensayo y } \Delta t \text{ el tiempo de muestreo.}$$

## Balance de energía

$$T_b = \frac{T_5 + T_6}{2}$$

$T_b$ : Temperatura media del lecho, °C

$$\dot{Q} = \dot{m}_{as}[(1 + 1.87w_3)T_3 - (1 + 1.87w_4)T_4] \quad \dot{Q}: \text{Calor cedido por el aire, W}$$

$$\dot{Q}_{ev} = 2340 \dot{m}_w \quad \dot{Q}_{ev}: \text{Calor absorbido por la evaporación, W}$$

$$\dot{Q}_s = \dot{Q} - \dot{Q}_{ev} \quad \dot{Q}_s: \text{Calor sensible para calentamiento lecho, W}$$

3 y 4: Estado del aire en los puntos 3 y 4

$T_3$  y  $T_4$ : Temperatura medida por los sensores TEMP\_3 y TEMP\_4, °C

$p_{v3}$  y  $p_{v4}$ : Presión de vapor del agua en los estados 3 y 4, kPa

$\phi_3$  y  $\phi_4$ : Humedad relativa medida por los sensores HUM\_REL\_3 y HUM\_REL\_4, en fracción de 1

$w_3$  y  $w_4$ : Humedad específica del aire en los estados 3 y 4

## Listado de Variables

Nº Experimento -> [N\_exp], n/a, int

Diam\_Reactor, cm -> [D\_reac], cm, real

Resistencia, Ohm -> [R], Ohm, real

Voltaje\_Resist, VAC -> [V\_r], VAC, real

Hum\_Ext, % -> [H\_Ext], %, real

Vel min fluid, m/s -> [V\_mf], m/s, real

Vel arrastre, m/s -> [V\_t], m/s, real

SET Caudal vent, g/s -> [M\_vent], g/s, real

Clasificación -> [clas], n/a, string (min 18 chars)

Masa, g -> [M\_l], g, real

Altura, cm -> [alt\_l], cm, real

Diam\_part, mm -> [D\_part], mm, real

Dens\_part, g/cm<sup>3</sup> -> [Dens\_part], g/cm<sup>3</sup>, real

Hum\_ini, % -> [H\_ini], %, real

Temp\_ini, C -> [T\_ini], C, real

Agua\_evap, g/s -> [M\_w], g/s, real

Hum\_lecho, % -> [H\_l], %, real

Q\_aire seco, W -> [Q\_as], W, real

Q\_evaporacion, W -> [Q\_ev], W, real

Porosidad, n/a -> [E\_pb], n/a, real

Vel\_a\_lecho, m/s -> [V\_l], m/s, real

CAUDAL, g/s -> [M\_as], g/s

POTENCIA, W -> [Q\_res], W, real

SET\_TEMP\_R, C -> [SR], C, real

TEMP\_1, C -> [T1], C, real -> pt100

TEMP\_2, C -> [T2], C, real -> pt100

TEMP\_3, C -> [T3], C, real -> pt100

TEMP\_4, C -> [T4], C, real -> pt100

TEMP\_5, C -> [T5], C, real -> termopar k

TEMP\_6, C -> [T6], C, real -> termopar k

TEMP\_R, C -> [T7], C, real -> termopar k

TEMP\_EXT, C -> [T8], C, real -> termopar k

HUM\_REL\_3, % -> [H1], C, real -> 4-20mA

HUM\_REL\_4, % -> [H2], C, real -> 4-20mA

PRES\_DIF\_1, Pa -> [P1], C, real -> 4-20mA

### Variables que solo aparecen en config

Entalpia del aire -> h1, J/g, real

Entalpia del aire -> h2, J/g, real

Presion vapor -> Pv3, kpa, real

Presion vapor -> Pv4, kpa, real

Hum especifica aire -> W3, n/a, real

Hum especifica aire -> W4, n/a, real

Variación hum lecho -> C, s<sup>-1</sup>, real

Auxiliar para iteración -> hl\_aux, %, real

Temp media lecho -> tb, C, real

Calor sensible para calentamiento del lecho -> Qs, W, real

Tiempo de muestreo (el indicado en panel frontal) -> t\_muest

Constantes Ensayo

[N\_exp], n/a,int

0

[D\_reac], cm, real

0.00

[R], Ohm, real

0.00

[V\_r], VAC, real

0.00

[H5], %, real

0.00

[V\_mf], m/s, real

0.00

[V\_t], m/s, real

0.00

[M\_vent], g/s, real

0.00

Datos del lecho

[clas], n/a, string

[M\_l], g,real

0.00

[alt\_l], cm, real

0.00

[D\_part], mm, real

0.00

[Dens\_part], g/cm3 , real

0.00

[H\_ini], %, real

0.00

[T\_ini], C, real

0.00

PLANTA DE SECADO

DIC.2024 asslcdms v1.0  
LV2017



Servicio General de Apoyo  
a la Investigación - SAI  
Universidad Zaragoza

COND. AMBIENTALES

[H5]0.00

[T8]0.00

Cálculos

[M\_w], g/s, real0.00

[H\_l], %, real0.00

[Q\_as], W, real0.00

[Q\_ev], W, real0.00

[E\_pb], n/a, real0.00

[V\_l], m/s, real0.00

[V\_mf], m/s, real0.00

[V\_t], m/s, real0.00

SET

[SR], C, real

0.00

[T7], C, real

0.00

[T5], C0.00

[T6], C0.00

0.00[H4], %

0.00[T4], C

0.00[P1], Pa

0.00[T3], C

0.00[H3], %

[M\_vent], g/s

0.00

[M\_as], g/s

0.00

[T1], C, real

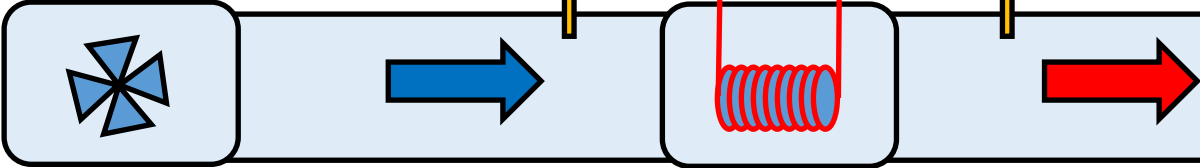
0.00

[Q\_res], W, real

0.00

[T2], C, real

0.00



VENTEO

RESISTENCIA

Esperando señal de comienzo ...

Tiempo muestreo 1.0 s  
Tiempo medida 0.0 min

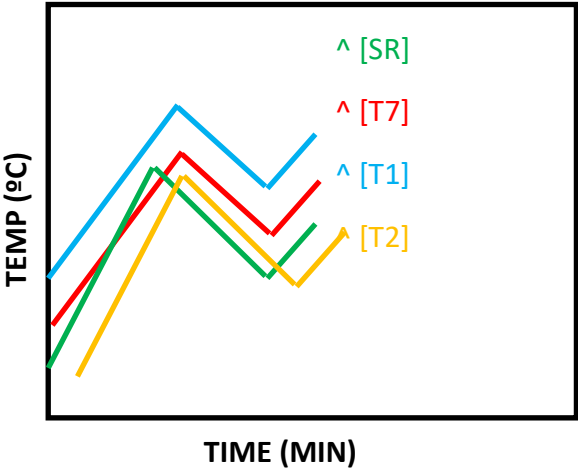
Muestreo

Error

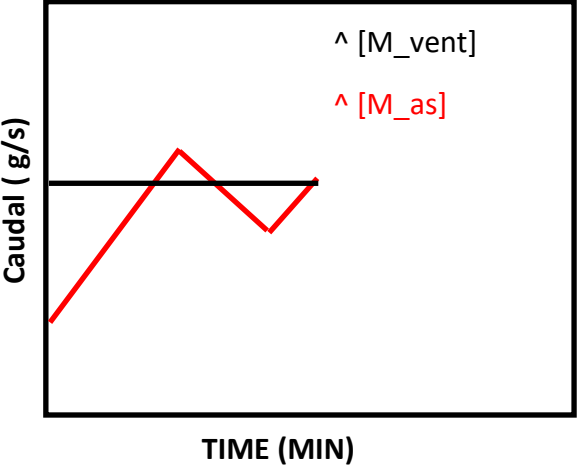
COMIENZO

SALIR

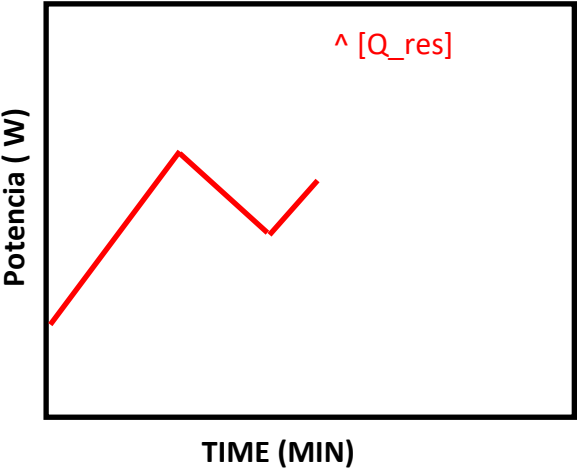
Eurotherm



CAUDAL



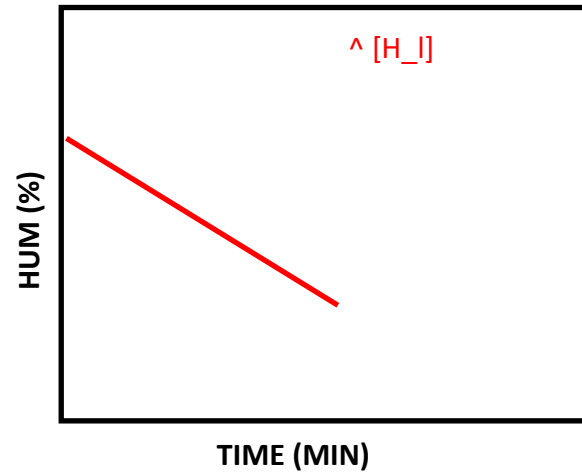
POTENCIA CONTROLADOR TEMP



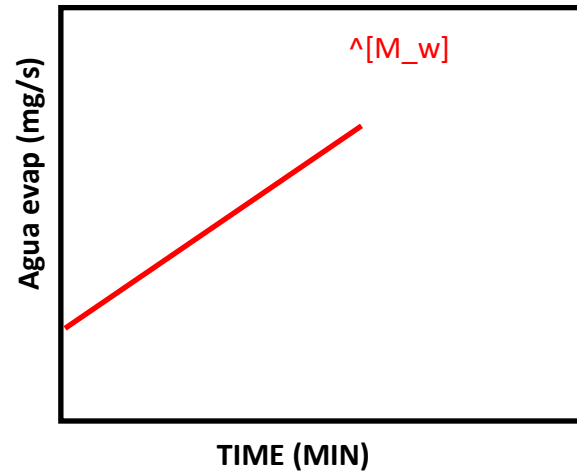
## GRÁFICAS LECHO

Variables

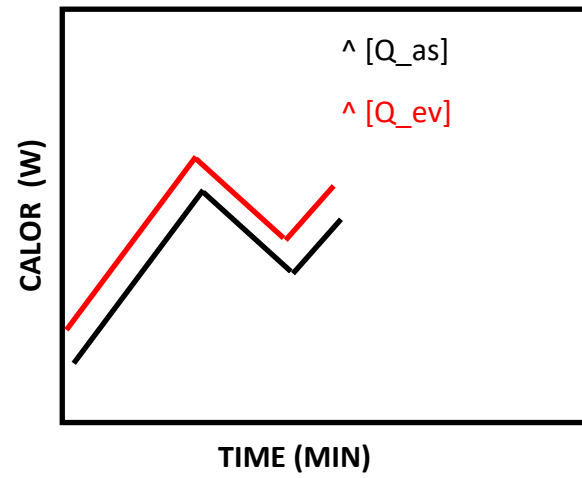
### CONCENTRACIÓN HUMEDAD



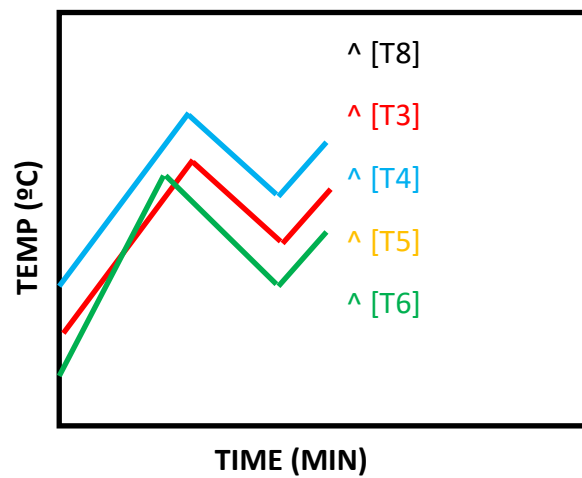
### AGUA\_EVAPORADA



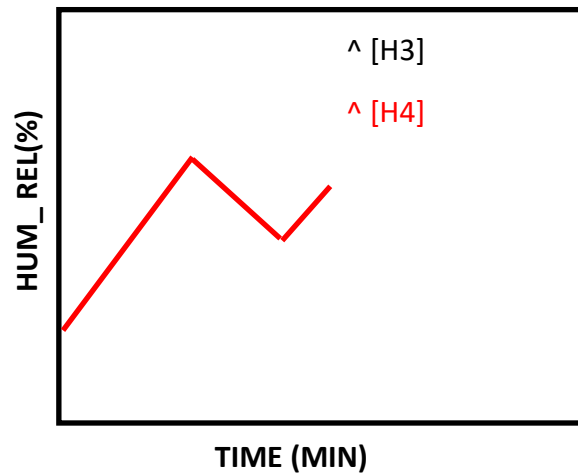
### Q CEDIDO Y ABSOBIDO



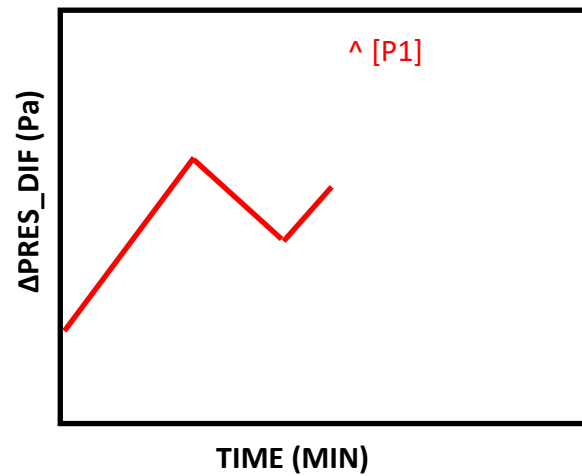
TEMPERATURA



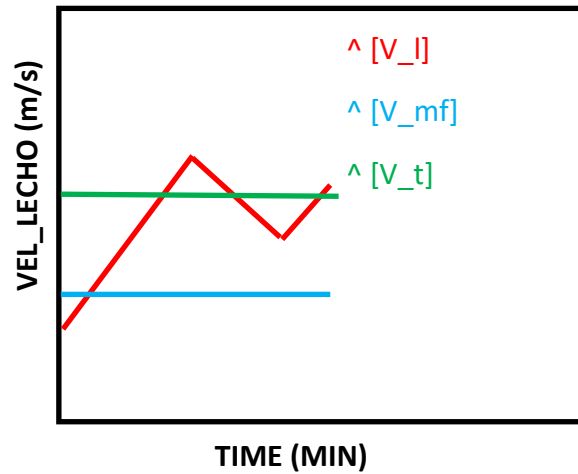
HUMEDAD



PRES\_DIF



VELOCIDADES





## FÓRMULAS (VARIABLES)

Porosidad

$$[V_r] = 1 - ((4 * [M_l]) / (\pi * [alt_l] * ([D_{reac}]^2 * [Dens_{part}]$$

Caudal másico

$$h1 = [T1] + 3.138 * 10^{-5} * ([T1])^2$$

$$h2 = [T2] + 3.138 * 10^{-5} * ([T2])^2$$

$$[M_{as}] = ([Q_{res}] / (h2 - h1))$$

Balance de materia

$$pv3 = \exp(18.58 - (3985 / ([T3] + 233.4)))$$

$$W3 = 0.623 * (([H3] * pv3) / (101.3 - [H3] * pv3))$$

$$pv4 = \exp(18.58 - (3985 / ([T4] + 233.4)))$$

$$W4 = 0.623 * (([H4] * pv4) / (101.3 - [H4] * pv4))$$

$$[M_w] = [M_{as}] * (w4 - w3)$$

$$C = - ([M_w] / [M_l])$$

$$[H_l] = hl_{aux} + C * t_{muest}$$

$$hl_{aux} = [H_l] \text{ (solamente cada ciclo de muestreo)}$$

$$tb = ([T5] + [T6]) / 2$$

Balance de energía

$$[Q_{as}] = [M_{as}] * ((1 + 1.87 * W3) * [T3] - (1 + 1.87 * W4) * [T4])$$

$$[Q_{ev}] = 2340 * [M_w]$$

$$Qs = [Q_{as}] - [Q_{ev}]$$