

RETROALIMENTACIÓN GENERAL

REPORTE #1 – RESPUESTA DINÁMICA



FORMATO

- El formato permite estandarizar las formas del reporte y así concentrar la revisión y calificación en el contenido o fondo.
- También los prepara en la redacción de documentos técnicos
- Ortografía y redacción afectan a la calificación, así como el no usar correctamente el formato (espaciados, tamaño y tipo de letra, organización, etc.)
- Si el experimento tiene varias partes A, B y C por ejemplo, presentar las gráficas A , B y C en la sección de gráficas, luego las tablas A, B y C, cálculos de ejemplo, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.
- Algunos organizaron su reporte incorrectamente de esta manera: gráfica A, tabla A, cálculos de A, análisis de resultados de A, gráfica B, tabla B, etc.



RESUMEN

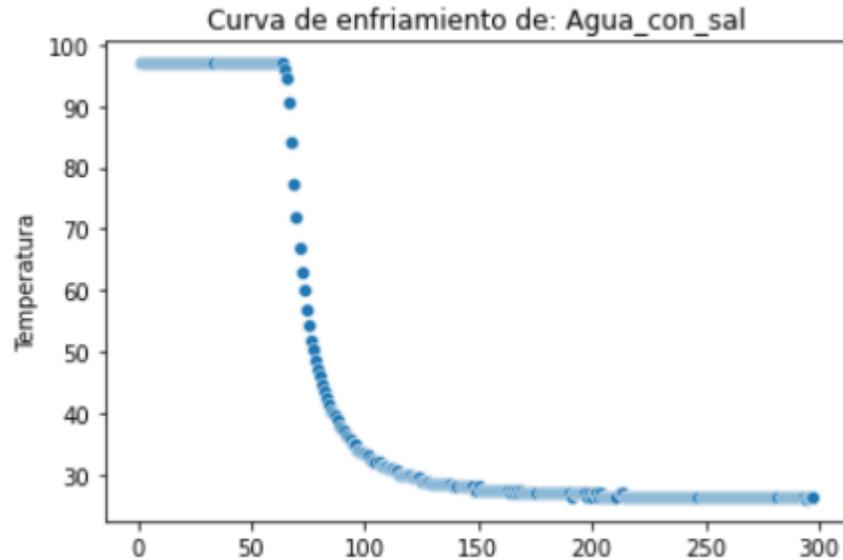
El objetivo de la práctica es obtener las curvas de enfriamiento medida por un sensor de temperatura en diferentes medios (aceite, refrigerante para motor, agua y agua con alcohol). Además, por medio de las ecuaciones vistas en clases se estima la constante de tiempo y tiempo de respuesta del sensor en cada medio. Los datos fueron proporcionados por el programa CoolTermWin, el cual recoge lecturas de temperatura y tiempo. Para procesar estos datos se utilizó la herramienta Excel donde se realizó las gráficas y se obtuvo los valores de las temperaturas máximas, de enfriamiento y tiempos de reacción. Los resultados de la practica muestran que en el agua, el sensor alcanza la temperatura de enfriamiento mucho más rápido que en los otros fluidos por lo que la gráfica de la variación de temperatura se asemeja a una función escalón o impulso.

Escrito en presente en lugar de pasado

Nivel: Desarrollado

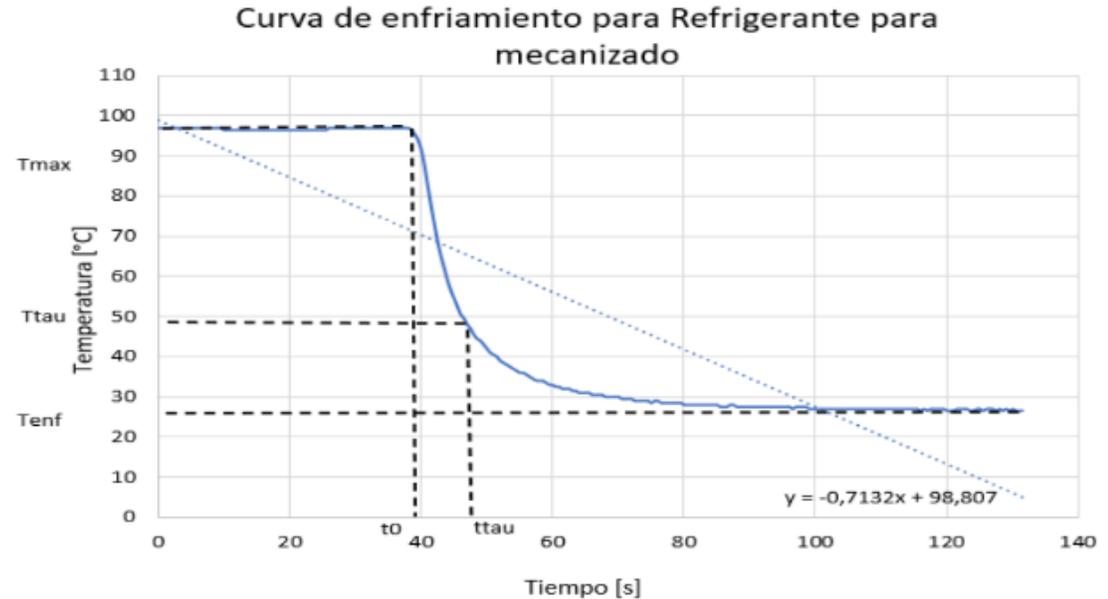


RESULTADOS - GRÁFICAS



Rótulos de ejes incompletos, sin las marcas indicadoras de T_{\max} , T_{enf} , T_{tao} , t_0 y t_{tao}

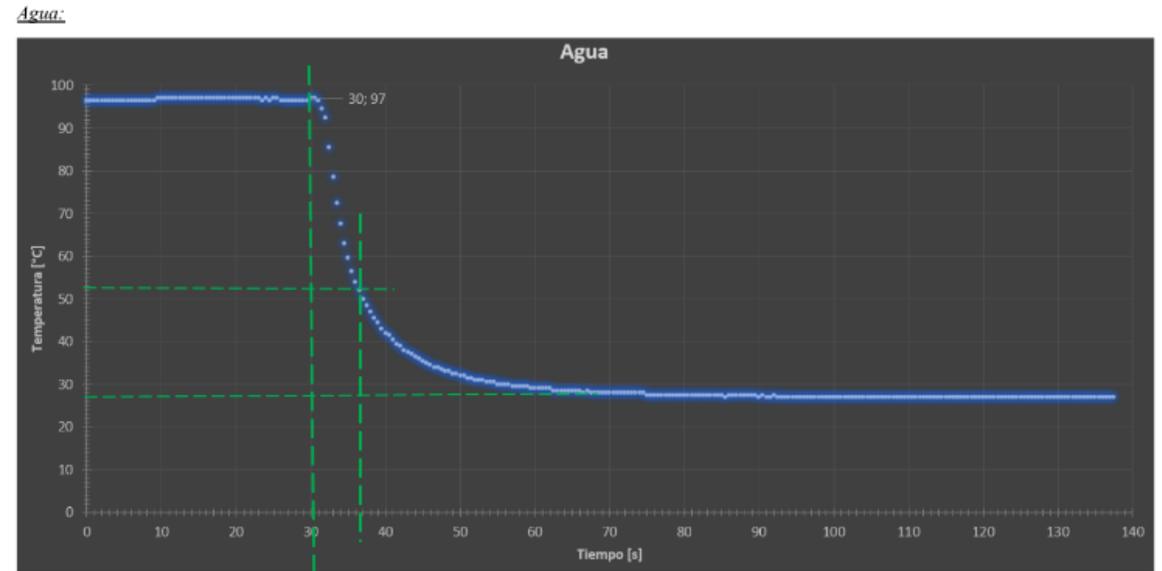
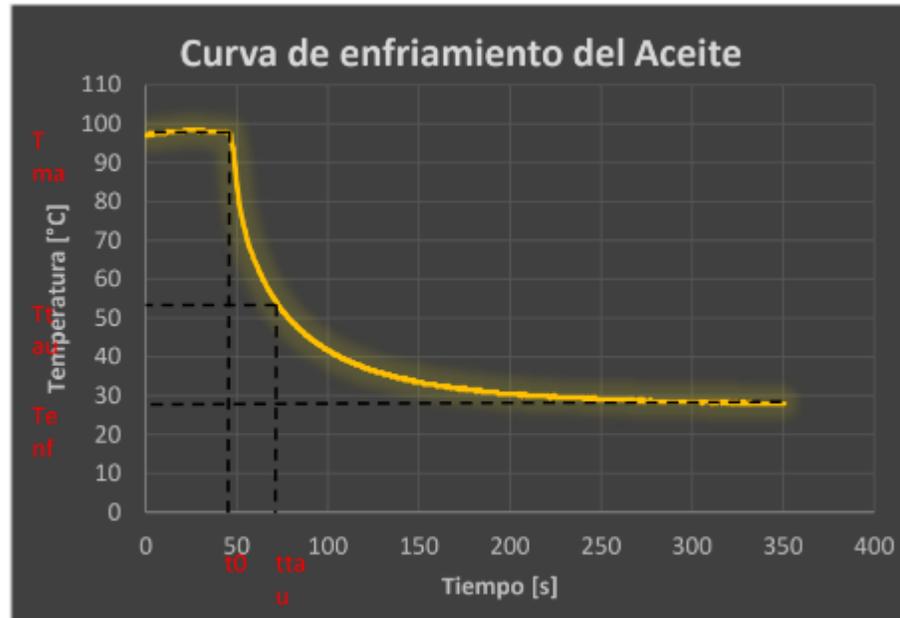
Nivel: En Desarrollo



Cumple con todos los requerimientos, aunque se podría mejorar la parte del tamaño y legibilidad, no modificando la relación de aspecto (imagen “aplastada”)
Nivel: Excelente



RESULTADOS - GRÁFICAS



Las formas debe cuidarse también. De acuerdo a la rúbrica: “...tamaño y **colores apropiados/legibles**”. Buscar sobriedad/sencillez, el tipo de gráficas que encontrarían en artículos, informes técnicos, hojas de datos, etc. **NO** con colores fosforescentes, efectos especiales de sombras, luminosidad, inusual selección de colores/contrastes y fondos, etc.

Nivel: Desarrollado/en desarrollo



RESULTADOS -TABLAS

Medio	t_0	t_τ	τ	τ_{est}	$T_{m\acute{a}x}$	T_{enf}	T_τ
Agua	66	78	12	114	97.5	25.5	51.99
Aceite	64	145	81	368	98.5	28	53.94
Refrigerante para mecanizado	1	92	15	137	97	26.5	52.44
Agua con sal	1	76	12	112	97	26	52.13

	Agua	Aceite	Refrigerante para mecanizado	Agua con sal
$T_{max} [^\circ\text{C}]$	97.5	97.5	97	97
$T_{\tau(\tau)} [^\circ\text{C}]$	52	53.58	52.13	52.76
$T_{enf} [^\circ\text{C}]$	25.5	28	26	27
$t_0 [s]$	32.2	46.5	38.5	32
$t_\tau [s]$	38.5	72.5	48.5	37.5
$\tau_{\tau} [s]$	6.3	26	10	5.5
Tiempo de enfriamiento [s]	56.5	150.5	78.5	54

Las cabeceras de las columnas no presentan unidades.

Nivel: Desarrollado

En otros casos no había pie de tabla indicando su numeración para que pueda ser correctamente referenciada/citada.

Cumple con los requerimientos

Nivel: Excelente



RESULTADOS – CÁLCULOS DE EJEMPLO

Constante de tiempo Agua

$$T_{enf} = 25.5^{\circ}\text{C}$$

$$T_{m\acute{a}x} = 97.5^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\tau} = 0.368(97.5 - 25.5) + 25.5 = 52^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\tau} = 78 \text{ s}$$

$$t_0 = 1 \text{ s}$$

$$\tau = 78 - 1 = 77\text{s}$$

$$\tau_{est} = 4\tau + t_0 = 4(77) + 1 = 309\text{s}$$

Constante de tiempo Aceite

$$T_{enf} = 28^{\circ}\text{C}$$

$$T_{m\acute{a}x} = 98.5^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\tau} = 0.368(98.5 - 28) + 28 = 54^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\tau} = 145 \text{ s}$$

$$t_0 = 44 \text{ s}$$

$$\tau = 145 - 44 = 101\text{s}$$

$$\tau_{est} = 4\tau + t_0 = 4(101) + 44 = 448\text{s}$$

Constante de tiempo Agua con sal

Recordar que a menos que se especifique, el cálculo de ejemplo no debe realizarse para todos los datos solo para un conjunto de tomas.

Nivel: Excelente



RESULTADOS – CÁLCULOS DE EJEMPLO DE INCERTIDUMBRE

Normalmente o no tenían o si estaba presente, estaba correctamente hecho, nivel excelente.

Recordar que al igual que los cálculos de ejemplo, solo es necesario hacerlo para una toma de los datos, mostrando todos los pasos.

Tanto cálculos de ejemplo como los de propagación de error **NO** van en **Anexos**, sino en la sección de **Resultados**.

Incluir también una tabla con todos los errores calculados cuando sea necesario.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para los diferentes fluidos de estudios se realizó un análisis en el comportamiento de su tiempo de estabilización, como se puede observar se obtuvieron diferentes valores de τ , teniendo como resultado que para el agua tuvo un valor de 49, agua con sal 301, aceite 368 finalizando con el refrigerante para mecanizado con un valor de 365. En los diferentes medios de estudio se pudo notar que el agua con sal tuvo la respuesta dinámica más rápida, mientras que el aceite tuvo la más lenta.

Como se puede observar, tanto la temperatura máxima como mínima de cada experimento realizada, se encuentra en el mismo rango, por lo tanto se puede decir que el diferencial de temperatura es el mismo, por lo que la única variable que podría afectar a la constante de tiempo sería el coeficiente de convección del fluido, teniendo que al poseer un coeficiente de convección alto, la respuesta dinámica será más rápida, mientras que si se posee un coeficiente de convección de bajo valor, la respuesta lenta.

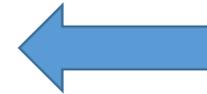
Debido a las incertidumbres que posee el sensor de temperatura la realización de este experimento está expuesto a un pequeño porcentaje de error cuando se proceda a tomar los valores de las mediciones de temperatura, pues por cada dato tomado no se tiene una incertidumbre de 0.5, sujeta al sensor, tal como se lo puede ver en el apartado de los cálculos.

va tener un cambio brusco hasta los 32 segundos (**Ilustración 4**), es decir, que sería menor que la del agua solita y también se puede ver que el tiempo de enfriamiento en el medio de agua con sal es menor que la del agua. Tenemos

Pudo haber ido más allá, consultar coeficientes de convección de tablas y relacionarlos con los resultados experimentales.
Nivel: Desarrollado/en desarrollo.

Cuidar sintaxis, construcción de oraciones/párrafos y redacción

Cuidar lenguaje técnico



ANÁLISIS DE RESULTADOS

La propagación de error se debe principalmente a la resolución del sensor, el sensor de temperatura DS18B20 con una incertidumbre de ± 0.5 y ± 2 acorde al rango de temperatura como se puede observar en la Tabla 1; la incertidumbre se propagará al calcular la temperatura $T(\tau)$, generando un margen de error aproximadamente de ± 0.37 °C y por ende también se verá afectado en la obtención de la constante de tiempo τ . Si en una toma de datos el sensor tiene una mejor resolución en el tiempo, el valor de τ puede ser más preciso que en la toma de datos de la temperatura. Así mismo si se aumenta el intervalo de tiempo en la que se toma los datos, se disminuirá la precisión del experimento, generando un mayor margen de error en los resultados finales. Si a uno de los sensores se cubre una capa de aluminio, la transferencia de calor es menor ya que se aumenta la resistencia térmica, produciendo mayor tiempo para llegar al equilibrio térmico entre el sensor y el medio.

Las ilustraciones del 1 al 4, son las curvas de enfriamiento en diferentes medios, en ellas se observan una variable importante que es el tiempo en el cual se llega al punto de influencia (temperatura estable máxima), esta variable depende de la conductividad térmica de cada fluido, produciendo una variación en la constante de tiempo τ y en su temperatura, por ejemplo, el tiempo que tardía en llegar al equilibrio térmico entre el sensor y el agua es menor que en el aceite. En la ilustración 5 se observa mas detalle el comportamiento de las curvas de enfriamiento, siendo esta más rápida en agua y agua-alcohol que en el aceite y el refrigerante de motor.

Las diferentes curvas de enfriamiento dependen principalmente de las propiedades del medio en el cual se realiza el análisis, también depende de la diferencia de temperatura del medio y del sensor debido a que, al ser un volumen de control demasiado pequeño, en el ocurrida una transferencia de calor no deseada. Es por esto por lo que en el análisis grafico (experimental) se obtiene $T(4\tau) = 33.5 \pm 0.5$ [°C] en el aceite, a comparación del análisis teórico donde se obtiene una temperatura $T(4\tau) \cong 3.5$ [°C]

Buen análisis, nivel desarrollado.
De haber citado bibliografía, sería nivel excelente.



CONCLUSIONES

Del experimento se puede concluir que al poseer una constante de tiempo pequeña, el tiempo de estabilización será más rápido, mientras que si este valor es grande, el tiempo de estabilización será más lento, por lo tanto estabilizar la temperatura demorara mas.

Se concluye de acuerdo a los conocimientos impartidos en transferencia de calor, que a medida de que el coeficiente de convección posea un valor elevado, el tiempo de estabilización será más rápido, pues su constante de tiempo poseerá una pequeña magnitud, tal y como se observa en el ejemplo del agua.

Se observa que el valor de los errores experimentales están ligados a la incertidumbre que presenta el sensor de temperatura, siendo la única variable que influye en el análisis de apartado, pues los demás elementos no se tienen en cuenta las incertidumbres.

Primeras dos conclusiones correctas, pero falta más precisión y detalle.
La tercera es bastante discutible, sino directamente imprecisa
Nivel: Desarrollado

Podría redactarse mejor, por ejemplo: “Se ha confirmado experimentalmente que el valor de la constante de tiempo es indicativo de la rapidez del sistema y de su tiempo de estabilización, mientras mayor sea la constante de tiempo, el sistema será más lento y le tomará más tiempo estabilizarse en el valor final de medida.”

Correcto, pero considerando los demás factores iguales (diferencial de temperatura, mismo sensores y por lo tanto misma área de contacto. Volumen, etc.)

¿El período de muestreo (tiempo) no afecta?



CONCLUSIONES

Conclusiones y recomendaciones

- Tomando en cuenta la constante de tiempo, el agua es el medio que enfría más rápido el sensor llevándolo a un equilibrio térmico.
- El intercambio de energía entre el sensor y el medio es directamente proporcional a sus propiedades físicas como coeficiente de convección, área en contacto, densidad y calor específico.
- La respuesta dinámica del sistema esta dada por una función impulso o rampa y esta a la vez se produce por el cambio violento al introducir un solido con altas temperaturas a un fluido con menor temperatura.
- Se recomienda hacer variaciones en la toma de datos, colocar diferentes sensores y tomar mediciones de temperatura a tiempos mas seguidos.
- Se recomienda probar con otro tipo de sensores para comparar la lectura de temperaturas y analizar si la constante de tiempo cambia o se mantiene.

Solo se podría haber concluido sobre coeficiente de convección, el sensor y diferencial de temperatura eran los mismos.

La entrada fue escalón, no impulso o rampa.

Ambas recomendaciones son similares

Conclusiones y recomendaciones (solo presenta dos) imprecisas o incorrectas, poco detalle y con problemas de redacción.

Además, deben ir por **separado**, esto ayuda a agilizar la revisión.

Nivel: en desarrollo/inicial



RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar varios sensores de temperaturas, en los cuales se varíen la incertidumbre con la que leen los valores de la temperatura, así observar si hay algún cambio significativo en cuanto a los resultados encontrados en esta práctica, analizando los posibles cambios en los valores analizados previamente debido al cambio de sensor.

Utilizar diferentes ambientes de trabajo, uno controlado y uno que se pueda encontrar a la intemperie, observando cómo varía el valor de la constante de tiempo ante un ambiente que no es controlado, analizando los posibles factores que influyen en los nuevos resultados.

Leer los datasheet de los sensores a utilizar, así mismo de los equipos a utilizar para poder realizar los experimentos dentro de los rangos de trabajo sin que los elementos empleados se vean afectados en su rendimiento.

- Se recomienda tomar las medidas con la mejor precisión posible en los instrumentos y que estos no tengan algún tipo de fallos en su sistema.
- Aislar bien el lugar a la hora de tomar las medidas ya que los factores externos pueden influir, por ejemplo el aire ,ruido ...

Conclusión decente pero cuidar redacción, repetición de la palabra “cambio” (cacofonía). Consultar hojas de datos es recomendación obvia, salvo casos de problemas específicos presentados por no hacerlo.
Nivel: Desarrollado

Falto de detalle ¿qué problemas se están resolviendo y qué se propone?
Cuidar redacción, ¿terminar recomendación en puntos suspensivos?
Nivel: En desarrollo/inicial



RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo la toma de datos dentro de una cabina de flujo laminar.
- Para mayor resolución de nuestras gráficas de enfriamiento se recomienda tomar datos en intervalos de tiempo menores a un segundo.
- Utilizar sensores más sensibles para la obtención de datos más precisos.

Interesantes ¿detalles? ¿para qué la cabina de flujo laminar?

El período de muestreo ya era menor que 1 s (0,5 s)

Mayor sensibilidad no necesariamente lleva a mejor precisión. ¿en qué datos se quiere más precisión?

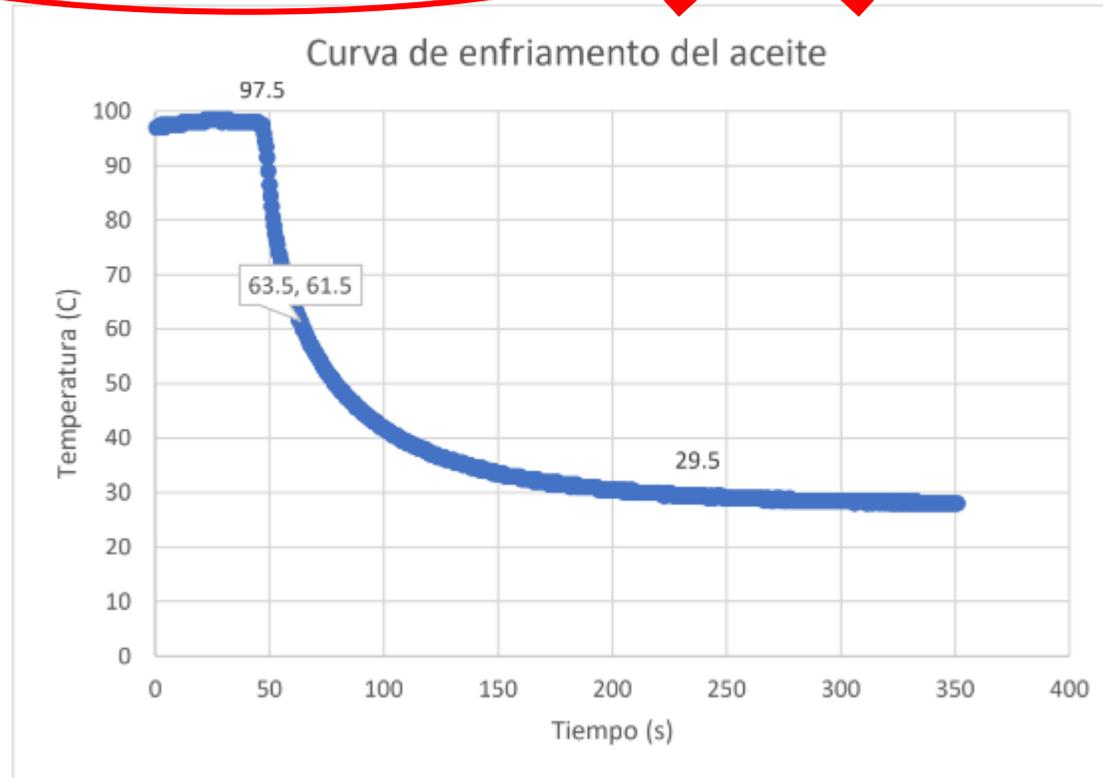
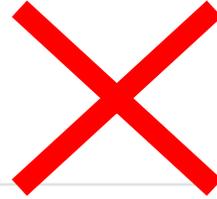
Nivel: en desarrollo



ANEXOS

Anexos

Curva de enfriamiento para el aceite



Las gráficas requeridas **NO** van en Anexos (al igual que los cálculos de ejemplo y cálculos de propagación de error)

ANEXOS

Las curvas de enfriamiento en cada medio son una representación de la caída de temperatura que se produce en el sensor, cada solución tiene diferentes propiedades físicas y esto afecta en la velocidad de enfriamiento del sensor. En el caso de la ilustración 1. Se puede observar el enfriamiento del sensor en aceite, su temperatura máxima fue de 98 °C y su temperatura de enfriamiento fue de 28 °C. Al comparar la constante de tiempo, se puede notar que el medio en el que más rápido se llega a la temperatura de enfriamiento es el agua con aproximadamente $\tau = 10 \text{ s}$.

Lo que se pudo observar en el experimento fue que algunos sensores estaban recubiertos de aluminio lo cual aumenta la resistencia al paso de calor y su constante de tiempo aumenta. La mayoría de los sistemas de enfriamiento usan agua y refrigerante, sin embargo se ha notado que el agua, por ser un disolvente universal corroe con el tiempo los sistemas haciéndolo menos usado actualmente. En líneas generales el cambio brusco que se dio en la temperatura nos da una idea de como se comportan las señales de impulso o rampa en otros sistemas.

El intercambio de calor que se da entre el sensor y el medio es directamente proporcional al coeficiente de convección y al área en contacto. Si lo comparamos con la ecuación del balance de energía presentado en la guía de la practica fácilmente se puede notar que el sensor requiere estar en equilibrio térmico con el medio para reflejar la medición de temperatura y que variables como la densidad y el calor específico entran en juego en la transferencia de calor.

Bibliografía

- W. Bolton, *Mecatrónica, Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. 6ta edición. México. Alfaomega Grupo Editor, 2017 .
- F. P. Incropera, D. P. Dewitt, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 7ma edición, USA. John Wiley & Sons, 2007
- <https://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-ds18b20-temperature-sensor/>

NO sirve incluir una bibliografía que no está siendo usada o citada en el análisis.



PUNTOS FINALES

- Los ejemplos presentados son de reportes reales, manteniendo anonimato de los autores.
- Los errores presentados fueron los más comunes
- Que esto sirva como punto de partida para la mejora de sus trabajos, no solo qué se hizo mal, pero qué y cómo se puede hacer mejor.
- Muchos de ustedes hicieron buenos trabajos en ciertas secciones pero fallaron en otras, apuntar a los niveles desarrollado y de excelencia.

