
CONCLUSIONES

El experimento de Franck-Hertz tiene por objeto observar la cuantificación de los niveles de energía de los electrones en los átomos, siendo uno de los experimentos fundamentales de la física cuántica.

Para llevarlo a cabo de manera correcta, se requirió el diseño y construcción de un sistema de control electrónico de temperatura cuya función fue la de mantener la temperatura de operación del recinto térmico con una tolerancia del 2% respecto a la temperatura de control requerida.

Con base en los objetivos propuestos podemos concluir lo siguiente:

- La obtención de un modelo matemático para describir un proceso es una herramienta extremadamente útil que nos ayudó a comprender el comportamiento de dicho proceso en términos de parámetros de interés (temperatura, voltaje y tiempo), siendo importante resaltar que dicho modelo matemático sólo es válido empleando las mismas condiciones en que fue obtenido.
- La deducción del modelo matemático de la planta se realizó empleando uno de los métodos de Ziegler-Nichols, dicho método nos permitió caracterizar la planta mediante un sistema de primer orden llevando a cabo pruebas experimentales, debido a la complejidad que requería la obtención de un modelo matemático de forma estrictamente teórica.
- Conocer los valores de sintonización del PID fue de gran utilidad, previo a realizar el diseño del controlador analógico PID ya que fue más fácil proponer los valores de los componentes electrónicos comerciales, que nos proporcionaron los parámetros del controlador PID (K_p , T_i y T_d), como consecuencia los ajustes que se realizaron fueron mínimos para la obtención de una respuesta que cumpliera con las especificaciones requeridas.
- Mediante los siguientes métodos logramos resolver las problemáticas que se presentaron durante la integración de las diferentes etapas que constituyen el sistema de control:
 - a) Implementación de un filtro paso-bajas cuyo propósito fue eliminar el ruido inducido por la corriente alterna en la lectura del termopar.
 - b) Compensación por medio de software (en el programa del microcontrolador) debido a las uniones adicionales generadas en los cables que unen al termopar con el sistema de control.
 - c) Recubrimiento de las paredes del recinto térmico para disminuir las fugas de calor, utilizando una fibra sintética.
- La respuesta en estado estable de la variable controlada presento una tolerancia menor al 2% respecto a la temperatura de control.

-
- Una vez que se logró mantener la temperatura constante fue posible observar las transiciones de energía producidas por las colisiones entre los electrones provenientes del cátodo, y los átomos de mercurio al interior del triodo, según se muestra en la figura 5.44 obtenida experimentalmente en el osciloscopio, donde se observa el hecho de que la diferencia de energía entre dos valles consecutivos es aproximado a 5 V, demostrando la existencia de niveles de energía discretos en el átomo de mercurio, objetivo final del presente proyecto de tesis.