

PROYECTO #2

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN TUBO DE RAYOS CATÓDICOS (CRT)

INTRODUCCIÓN

Durante décadas el Tubo de Rayos Catódicos fue un aparato ampliamente utilizado como una forma de visualizar imágenes que eran compuestas por señales variantes de voltaje. Principalmente sus dos aplicaciones principales fue la fabricación de *osciloscopios* y más comercialmente, el *televisor*. En el presente proyecto se le pide que combine sus conocimientos recién adquiridos de Física 3 con sus habilidades en programación para hacer una simulación educativa del funcionamiento de uno de estos aparatos. Su prueba de fuego será que el CRT simulado sea capaz de mostrar imágenes al aplicarle señales de voltaje conocidas como *Figuras de Lissajous*.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Entender a profundidad el funcionamiento de un tubo de rayos catódicos controlado por placas.
2. Elaborar una simulación que muestre el movimiento de electrones dentro de un tubo de rayos catódicos con fines didácticos.
3. Poner a prueba el sistema simulado alimentando las dos señales de entrada con funciones sinusoidales controlables por el usuario y que como resultado se vea en la simulación las Figuras de Lissajous y que se asemejen a lo que predice la teoría al respecto.

MATERIAL QUE DEBE VER ANTES DE COMENZAR

Se le recomienda ver los siguientes vídeos para entender cómo funciona un CRT:

- Funcionamiento general de un CRT
https://youtu.be/h6_KQeBUoS8
- Una aplicación del uso de un CRT como display de una calculadora:
<https://youtu.be/2BIx2x-Q2fE>

PANTALLA GRÁFICA DE LA SIMULACIÓN

Su pantalla principal debe observarse como la de la Figura #1. Debe verse el CRT desde la lateral, para poder apreciar cómo el haz de electrones se mueve verticalmente gracias a las placas de deflexión verticales. También debe poder verse el CRT desde arriba para poder apreciar cómo el haz de electrones se mueve horizontalmente gracias a las placas de deflexión horizontales. Finalmente, la parte más importante es la vista de la pantalla donde los electrones pegan de frente. Debe programar el tiempo de persistencia de la imagen producida por los electrones, el cual puede ser ajustado por el usuario para apreciar mejor las imágenes.

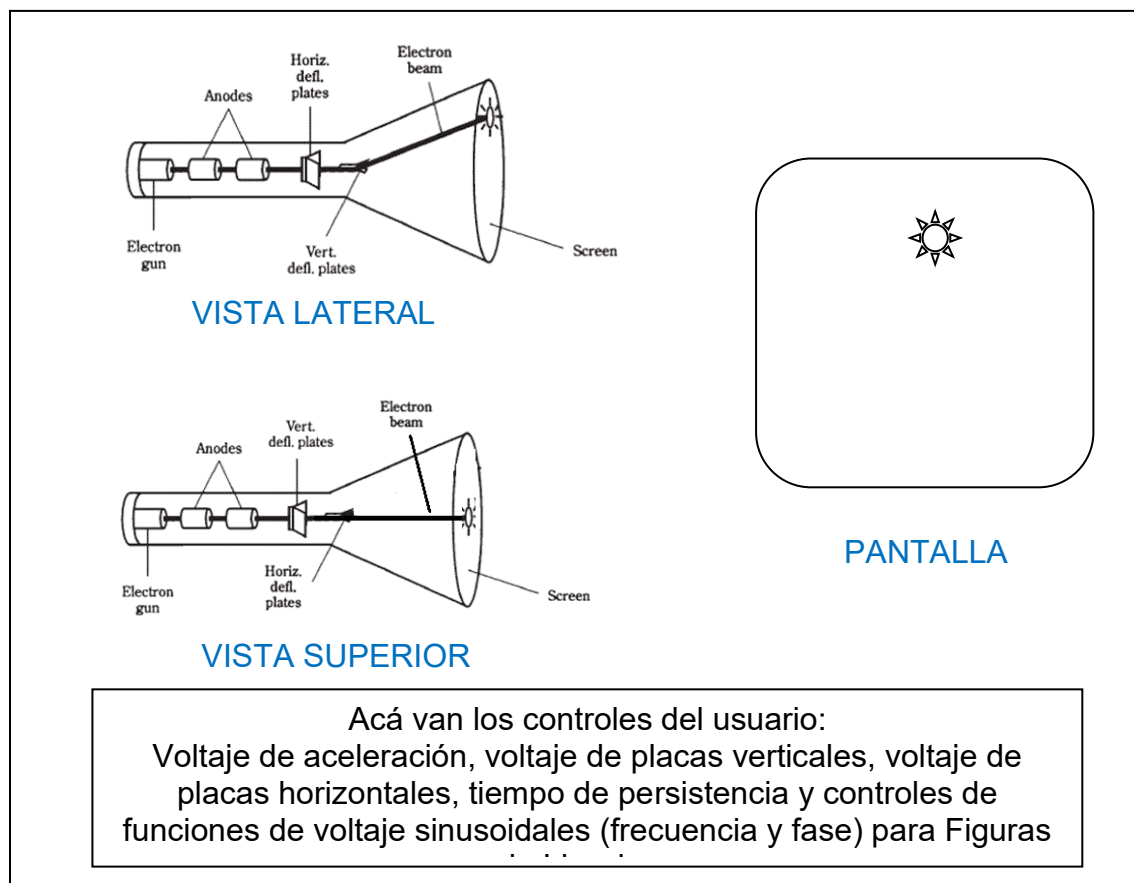


Figura #1 – Pantalla del proyecto

VARIABLES FÍSICAS QUE DEBO FIJAR (NO CONTROLABLES POR EL USUARIO)

En este apartado les detallo las cantidades físicas que Uds. Deben de escoger arbitrariamente y que el usuario no puede controlar, pero que son necesarias para poder hacer los cálculos de cómo se mueven los electrones dentro del CRT:

- ✓ **Tamaño de la pantalla:** la pantalla debe ser un cuadrado (tiene cierta curvatura para permitir a los electrones poder golpear cualquier punto de esta). Debe tener un orden de magnitud de decenas de centímetros para que sea realista.

- ✓ Área de las placas de deflexión: Ellas permitirán conocer la intensidad del campo eléctrico dentro de las placas. Sin importar el tamaño de las placas deberá suponer que el campo es uniforme o, dicho de otra forma, se modelará como láminas infinitas. No hay efecto de borde.
- ✓ Distancia de separación entre placas: También sirve para saber qué tan intenso es el campo que deflece a los electrones, pero debe permitir a los electrones moverse sin golpear las placas.
- ✓ Distancia desde las placas de deflexión verticales a las horizontales, del cañón a las placas, y distancia de las placas a la pantalla: estas cantidades las deberá ajustar para garantizar que los electrones golpearán la pantalla en el punto preciso, dentro del cuadrado de la pantalla.

VARIABLES FÍSICAS CONTROLABLES POR EL USUARIO

En este apartado les detallo las cantidades físicas que el usuario puede manipular mientras el programa corre:

- ✓ Voltaje de aceleración de los electrones (dentro de un rango preestablecido por usted). Esto permitirá a los electrones tener más o menos velocidad. Esto se traduce en más o menos brillo cuando pegan en la pantalla.
- ✓ Voltaje de placas de deflexión verticales (dentro de un rango preestablecido por usted). Este voltaje puede ir en un rango $-V_M < V < V_M$ para permitir controlar al electrón que golpee en cualquier punto en la vertical de la pantalla. El rango es definido por usted, pero controlable en tiempo real por el usuario.
- ✓ Voltaje de placas de deflexión horizontales (dentro de un rango preestablecido por usted). Este voltaje puede ir en un rango $-V_M < V < V_M$ para permitir controlar al electrón que golpee en cualquier punto en la horizontal de la pantalla. El rango es definido por usted, pero controlable en tiempo real por el usuario.
- ✓ Botón de cambio de modo: permite que se puedan manipular a mano los voltajes descritos previamente, o bien aplicar una señal de voltaje sinusoidal a las placas de deflexión.
- ✓ Control de señal sinusoidal: cuando se está en ese modo permite que la señal aplicada a las placas sea una senoide. El usuario podrá elegir la frecuencia y la fase de la señal. En la pantalla debe verse dinámicamente cómo se mueven los electrones y si todo está bien programado, se deberían de ver las Figuras de Lissajous en la pantalla.

- ✓ Tiempo de latencia del punto en la pantalla: El usuario debe poder cambiar este valor para ver más “continua” la imagen.

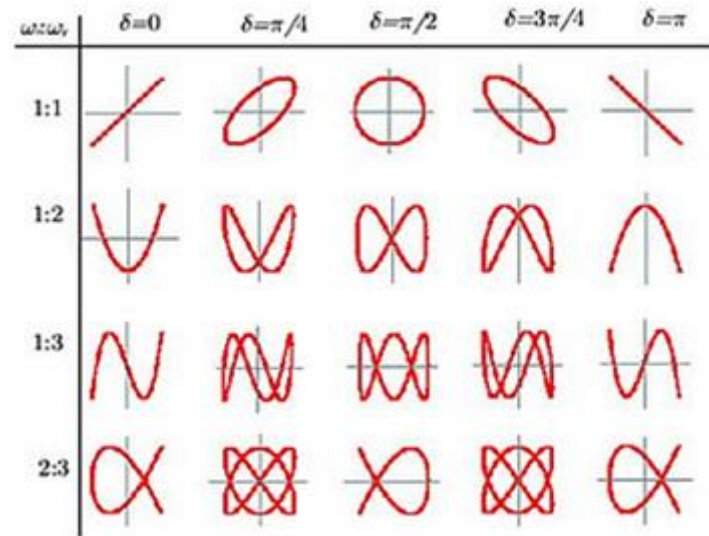


Figura #2: Figuras de Lissajous que deben de poder observarse si se aplica un voltaje sinusoidal controlable a las placas deflectoras.

¿QUÉ DEBO ENTREGAR?

- ✓ Archivos de mi simulación.
- ✓ Un informe completo del experimento.
- ✓ Vídeo presentación 5 minutos

BIBLIOGRAFÍA

Young, H., & Freedman, R. (2013). *Sears Zemansky's Física Universitaria*. (Vol. 2). Pearson.