Microondas

Diana Carolina Lozano Molina and Sergio Steven Gutierrez
Universidad de los Andes
(Dated: 16 Febrero 2017)

En este laboratorio se realizaron diferentes experimentos con las microondas, para estudiar su comportamiento, tales como: Ondas estacionarias, reflexión, polarización, refracción, doble rendija. Se estudió el interferómetro de Fabry-Perot y la transmisión de microondas a través de fibra óptica. Se encontró que la longitud de onda usada fue de $\lambda \approx 2.6cm$ y que el índice de refracción para las partículas de estireno usadas en el experimento de refracción fue de $n = 1.31$.

Palabras clave: Microondas, diodos Schottky y Gunn, refracción, doble rendija, polarización, relfexión.

I. INTRODUCCIÓN

las microondas son ondas electromagnéticas que tienen una longitud de onda de entre 30 centímetros a 1 milímetro, una frecuencia entre 300 MHz y 30 GHz y energías cuánticas de $0.66x10^{-5} - 0.12x10^{-3}eV$.[1]

Las microondas pueden ser generadas de varias maneras, generalmente divididas en dos categorías: dispositivos de estado sólido y dispositivos basados en tubos de vacío. Los dispositivos de estado sólido para microondas están basados en semiconductores de silicio o arseniuro de galio llamados Schottky y Gunn.

El diodo Schottky es un dispositivos semiconductor que proporciona conmutaciones muy rápidas entre los estados de conducción directa e inversa y a muy bajas tensiones de umbral. Está construido por una unión metal semiconductor, en lugar de la unión convencional semiconductor p semiconductor n utilizada por los diodos normales.

El efecto Gunn descubierto en 1963 es un instrumento eficaz para la generación de osciladores en el rango de las microondas en los materiales semiconductores. El efecto Gunn es una propiedad del cuerpo de los semiconductores y no depende de la unión misma ni de los contactos y no es afectada por campos magnéticos.

Las microondas se usan en hornos microondas, en telecomunicaciones, en radio difusión por los radares en información meteorológica y en objetos remotos.

Respecto a los fenómenos estudiados en este laboratorio, se tienen: Ondas estacionarias, reflexión, polarización, refracción, doble rendija, Interferómetro de Fabry-Perot y fibra óptica.

La reflexión de una onda es el rebote que experimenta cuando llega a un obstáculo en este caso reflector metálica. La polarización de una onda se refiere, a la dirección que toma y en el caso de estas ondas hay 3 formas. Polarización lineal, circular y elíptica. De acuerdo a la ley de Malus, la intensidad en la polarización debe atenuarse de acuerdo a la relación:

$$I = I_0 cos^2(\theta) \tag{1}$$

Y de forma equivalente para el campo eléctrico:

$$E = E_0 cos^2(\theta) \tag{2}$$

La refracción es un cambio de dirección de la onda cuando pasa de un medio a otro. Esto sucede debido a las diferentes velocidades de propagación que tiene la onda en diferentes medios, ya que cada medio tiene un índice de refracción diferente. El ángulo de incidencia de la onda y el ángulo de la onda refractada se relacionan mediante la ley de Snell [3].

$$n_1 sin(\theta_1) = n_2 sin(\theta_2) \tag{3}$$

dónde n_1 y n_2 son los índices de reflexión de cada material

Las ondas electromagnéticas pueden viajar por un tubo flexible de vidrio. El fenómeno responsable de que la onda permanezca confinada al tubo es el de reflexión interna total. Lo anterior explica el fenómeno de fibra óptica, el cual en este experimento se realizó con partículas de partículas de estireno.

Al momento de incidir una microonda en varios obstáculos en su camino se generan diferentes patrones ya sea de interferencia y difracción [2]. Para el caso de las doble rendija, el patrón cambia significativamente ya que en este la onda al pasar por cada rendija se comporta como un punto nuevo de emisión, generando una interferencia entre cada onda que se cruzan entre sí [3]. Para la relación entre la intensidad y la abertura de la rendija tenemos que:

$$I = I_0 cos^2\left(\frac{\pi}{\lambda} d\ sen\theta\right)\left[\frac{sen(\frac{\pi * a}{\lambda} sen\theta)}{\frac{\pi * a}{\lambda} sen\theta}\right]^2 \tag{4}$$

II. MONTAJE EXPERIMENTAL

Cómo se mencionó antes, esta práctica requiere de muchos experimentos y el montaje experimental cambia

entre un experimento y el otro. Sin embargo, en general los implementos son: Transmisor de microondas, receptor de microondas, montaje con goniómetro o montaje fijo, reflector de metal, reflector parcial, polarizadores, prisma de espuma de polietileno, partículas de estireno.

Los reflectores, polarizadores y prisma, se utilizan como obstáculos en diferentes experimentos, reflexión, polarización y refracción respectivamente, entre el transmisor y el receptor. Toca tener en cuenta que para cada medición tiene ± 0.01 MA que es el error en cuanto a la medición.

Algunos de los montajes experimentales están ilustrados a continuación.

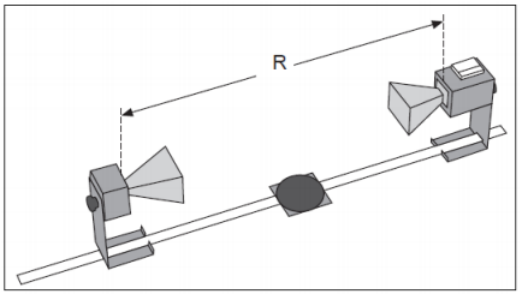


FIG. 1. Montaje de ondas estacionarias

El montaje de ondas estacionarias requiere de un reflector metálico y un reflector parcial en diferentes posiciones alrededor del camino entre el emisor y el receptor.

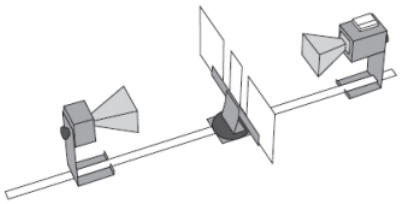


FIG. 2. Montaje de doble rendija

En este montaje de doble rendija, utilizando los reflectores de metal se armó una doble rendija con la brazo para rendijas a una distancia equidistante del receptor y del emisor.

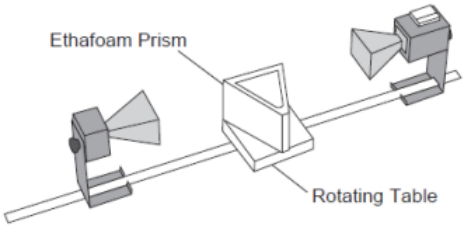


FIG. 3. Montaje de refracción

En este montaje toca tener especial atención a la manera de ubicar el prisma para poder calcular los ángulos de incidencia y de refracción

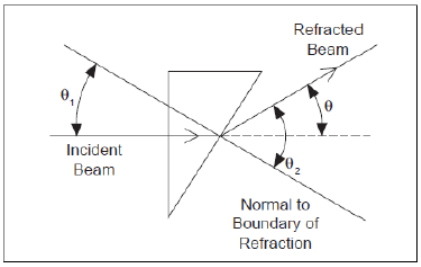


FIG. 4. Montaje de refracción

Este montaje se realiza con la base rotatoria y el prisma de espuma de polietileno, agregando con cuidado las partículas de estireno hasta el tope, la diferencia entre los índices de refracción del aire y el estireno harán posible el fenómeno de difracción.

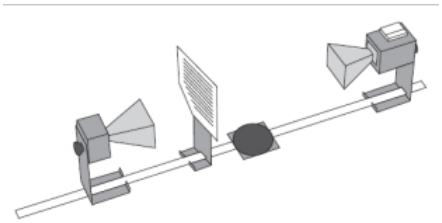


FIG. 5. Montaje de polarización

Con el emisor y receptor alineados y a una distancia de 50cm aproximadamente, se registraron diferentes lecturas.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentas los resultados recolectados y un breve análisis de lo datos, presentamos de forma concreta lo observado experimentalmente para los diversos montajes realizados.

A. Ondas Estacionarias

La primera actividad fue variar la distancia lentamente del receptor para ver como variaba la intensidad de la corriente medida. Al mover lentamente el receptor vemos que comienza a oscilar la intensidad de la corriente, esto es consistente al interpretar las microondas como ondas estacionarias. Cundo nos movemos por el riel comenzamos a recorrer punto a punto la onda y evaluando su magnitud, vemos como decrece hasta un punto mínimo donde lo que medimos como el mínimo es en gran parte la señal de la onda reflejada por el

receptor y los alrededores.

Ahora estamos interesados en entender como cambia la intensidad si además de varia la distancia colocamos un reflector parcial y después un reflector metálico para comparar cual es el comportamiento de la intensidad recibida. Antes de colocar los reflector ajustamos sensibilidad para que la señal tenga una amplitud de 1mA en un máximo local y el receptor y el emisor están a una distancia de 80cm. Al colocar el reflector parcial a una distancia de 20cm respecto al emisor observamos que la intensidad cae a 0.5mA al cambiar la distancia a 30cm medimos 0.35mA y a 40cm medimos 0.17mA. Los resultados obtenidos son lo que esperábamos puesto que al volver la distancia mas grande entre el receptor y la barrera la potencia de la onda decrece con la distancia logrando que a mayor distancia una menor parte de esta sea transmitida, en cambio para el reflector de metal vemos que se pierde toda la señal porque la onda es reflejada o absorbida completamente por el reflector de metal.

Distancia $(\pm 0.1cm)$	***Intensidad*** $(\pm 0.01mA)$
50	1 maximo
49.6	0.9 minimo
48.8	1
48.3	0.82 minimo
47.5	maximo
47	minimo
46.3	maximo
45.6	0.74 minimo

TABLE I. Datos exp. tercer literal Ondas estacionarias

La ultima medición que estamos interesados en hacer con este arreglo es ver como al variar la distancia (otra ves como al principio del experimento) se puede calcular la longitud de onda.En la Tabla 1 es evidente que la distancia entre máximos es de 1.3cm en promedio.El receptor solo nos muestra valores positivos de la intensidad entonces realmente estamos midiendo la magnitud de la onda estacionaria así que la distancia entre máximos (Tabla1) realmente es la distancia entre un mínimo y un máximo de la onda estacionaria ò $\frac{\lambda}{2}$ así que podemos concluir que la longitud de onda es:

$$\lambda \approx 2.6 \pm 0.1cm$$

B. Reflexión

Al mover el receptor respecto al ángulo ($\theta = 45^0$) de máxima intensidad observamos que hay mediciones no nulas en los alrededores de este, si consideramos que la onda incidente es una onda plana podemos ver que existe una mayor intensidad en el centro espacial de la onda donde hay interferencia constructiva, puesto que la mayor parte de la onda fue reflejada en es dirección. En cambio los bordes de la señal son reflejadas de tal forma que generan interferencia destructiva y se pierde mayor parte de la intensidad de la onda.

C. Polarización

Rotando el receptor sobre su eje respecto al máximo de intensidad vemos que esta disminuye con el ángulo como se ve en la FIG.6 vemos que se ajusta con lo esperado por la ley de Malus. ahora al colocar un polarizador vemos que la intensidad se mantiene para ángulos mas grandes lo cual se espera por la forma en que se separa el frente de onda en el polarizador produciendo varios frentes de onda generando interferencia entre ellos así se superponen constructivamente.

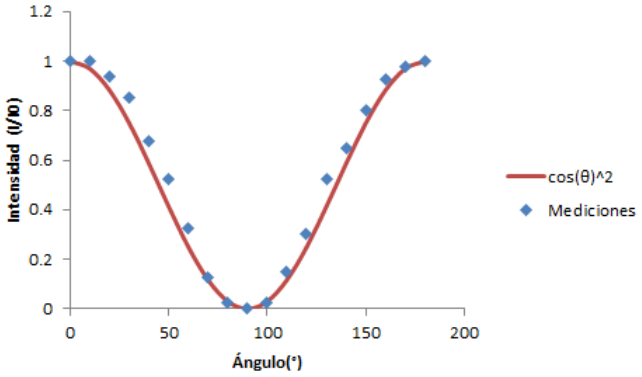


FIG. 6. Datos experimentales ajuste con ley de Malus

D. Refracción

Encontramos el ángulo θ de refracción para el cual es la lectura es maximma de acuerdo a la FIG. 5 es de $\theta = 18^0$ ahora parra calcular el angulto θ_2 encontramos el angulo entee el onda incidente y la normal de la pared opuesta del material difractos es θ_1 como se ve en la FIG.5.

$$\theta_1 = 23^0 \longrightarrow \theta_2 = \theta_1 + \theta = 31^0$$

con estos valore aplicamos la ley de snell y sabiendo que el índices de refracción del aire es $n_2 = 1$ utilizado la ecuación 3 obtenemos que el índice de refracción del prisma es $n_1 = 1.31$

E. Doble Rendija

Los datos tomados al hacer un barrido de los diferentes ángulos ($0^0 - 80^0$) se ven ilustrados en la FIG.6 y hacemos un ajuste (linea solida) con la ecuación 4 :

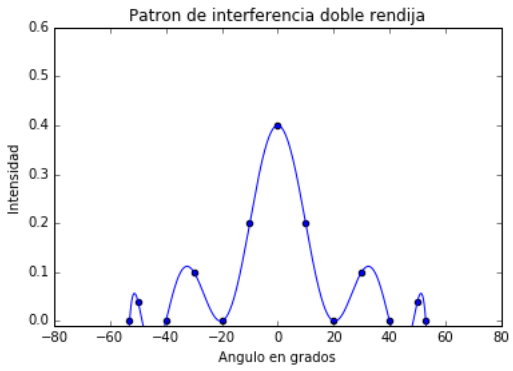


FIG. 7. Montaje de polarización C

podemos observar que si se ve lo que es esperado del experimento de doble rendija para micro ondas lo cual es bastante interesante observar. Ahora la ecuación dos asume que la distancia entre las rendijas es mucho menor a la distancia entre el emisor y receptor asi que si se cumple esta condición. El efecto de que s haga esta aproximación se puede ver en la relación con la forma en que oscila la señal pero esto represente un gran cambio experimental. Obtenemos que la distancia entre rendiajs es $d = 2.46cm$ con un error asociado de 0.08 cm debido al incertidumbre asociada al medir el ángulo en el que se esta pero eso esta bien porque experimental mente pusimos una distancia de 2.5 cm así que tenmos un error de del % 0.16 lo cual es muy bueno y claro del ajuste.

F. Interferometro de Faraday - Perot

En este montaje podemos calcular la longitud de onda al medir la distancia entre mínimos de intensidad. La distancia entre mínimos promedio fue $\lambda/2 = 1.3$. Si consideramos que el error es de milímetros0 ± 0.1 tendríamos que la longitud de onda seria $\lambda = 2.6 \pm 0.1$ que es lo mismo que obtuvimos en el primer montaje.

G. Fibra óptica

Al colocar la bolsa con partículas vemos que la intensidad de la onda decrece puesto que esta en parte es reflejada por la bolsa y las partículas, esto su sede porque el índice de refracción de la bolsa es mayor que la del aire así reflejando parte de la onda. Si rotamos el brazo del montaje y lo ponemos en una posición tal que no detecte nada y ponemos la bolsa con partículas vemos que la intensidad sube a 0.8mA. El incremento que sucede porque la bolsa esta funcionando como una fibra óptica al incidir en el material una parte de la onda es reflejada pero la mayor parte es transmitida y se queda oscilando dentro de la bolsa porque el índice de refracción de las partículas y aire es menor que el de la bolsa o la pared que la contiene así transmitiendo la mayor parte atreves de esta hasta el detector.

IV. CONCLUSIONES

- En la fibra óptica, el análogo del aire (material con índice de refracción menor) para las microondas es el plástico, en este caso lo que contenía a las partículas de estireno.
- En el experimento de ondas estacionarias se logró medir un valor de longitud de onda cercana a la establecida por el fabricante del emisor, $\lambda \approx 2.6cm$. Para este caso es preciso tener en cuenta el valor absoluto de la intensidad para medir la longitud de onda correcta.
- En la doble rendija se logró graficar un patrón de interferencia teniendo máximos alrededor de los 30°C y 50°C.
- En la refracción se logró encontrar un índice de refracción para las partículas de $n = 1.31$ cercano al de la literatura que es de $n = 1.37 \pm 0.017$. Lo anterior con un error porcentual de 4,5 %
- Por ultimo, recordando que tanto el emisor como el receptor son aparatos no lineales, la medición no será lineal ni con la intensidad ni con el campo eléctrico. Esto último afecta las mediciones ya que en principio no se sabe el orden de la linealidad y se puede saber que esta disminuyendo la corriente, pero no se puede saber en que orden.

V. BIBLIOGRAFÍA

[1] (2017). Microwaves. [online] Available at: http://hyperphysics.phy [Accessed 21 Feb. 2017].

[2] (2017). Rendija Simple de Fraunhofer. [online] Available at: http://hyperphysics.phy [Accessed 25 Feb. 2017].

[3]Sc.ehu.es. (2017). Difracción producida por una rendija. [online] Available at: http://www.sc.ehu.es [Accessed 2 Mar. 2017].