

# Óptica de microondas

Del Río N., Sebastián  
201417736

October 21, 2016

## Abstract

*Esta práctica, tenía como objetivo identificar las ondas electromagnéticas y sus características. Para esto habían tres equipos diferentes, mediante los cuales con cada montaje se podían analizar los fenómenos de polarización por absorción y las leyes de la reflexión. Para esto, los equipos siguieron el principio de Huygens y el de Fermat. Ahora bien, con el equipo E3 se logró comprobar que la dirección de polarización del generador de ondas, medida con respecto a la horizontal, que resultó ser de 0. En el segundo montaje se evidenció que las ondas electromagnéticas siguen la ley de la reflexión. Y finalmente, en el tercer montaje, la velocidad de la luz calculada no resultó ser precisa debido al error de 52,3%.*

## I. INTRODUCCIÓN

Las ondas electromagnéticas, son definidas como producto de la combinación de un campo eléctrico y uno magnético que oscilan no necesariamente a la misma frecuencia. Estas ondas, a diferencia de ondas mecánicas como el sonido y no requieren un ningún medio de propagación para poder emitirse. Con lo anterior, se puede decir que este tipo de ondas son las más comunes en el espacio estando presentes en los rayos provenientes de estrellas.

Las microondas, son un tipo de ondas electromagnéticas que se están a una frecuencia entre 300 MHz y 300GHz y con una longitud de onda que está entre 1m y 1mm. Como  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$  son perpendiculares y a su vez estos lo son a la dirección de propagación, las ondas electromagnéticas son transversales.

Para esta práctica se pretende estudiar las ondas electromagnéticas microondas, a partir de un generador y un receptor de microondas a partir de la ilustración y ejercicios ofrecidos del manual de instrucciones del equipo diseñado para la emisión de ondas. Así, es necesario considerar que el campo eléctrico de una onda electromagnética es inversamente proporcional a la distancia desde la fuente:

$$E = \frac{1}{R} \quad (1)$$

Vale la pena considerar el principio de Huygens, el cual establece que si se conoce la posición de un frente de onda en cierto instante, entonces la posición del frente en un momento posterior se puede construir imaginando el frente como una fuente de ondas secundarias. El principio de Huygens se puede usar para deducir las leyes de la reflexión y la refracción.

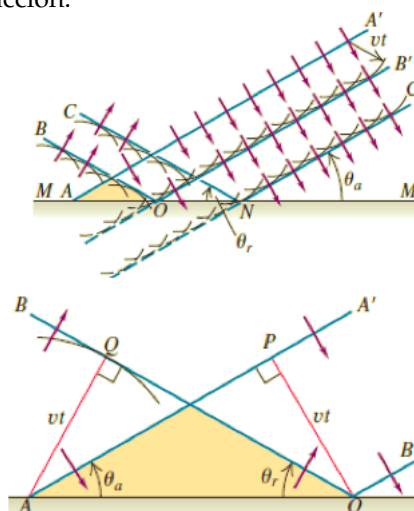
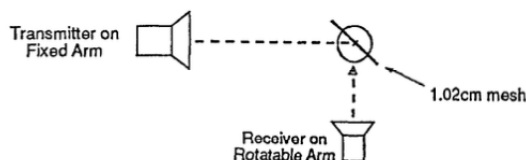


Figure 1: Deducción de la reflexión a partir del principio de Huygens.

## II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del experimento se utilizó el equipo: *Central scientific Company No.36811 (E3)*. Posteriormente, se realizó el ajuste inicial y entrenamiento en el manejo del equipo, para esto siguiendo las instrucciones del manual del operador. A continuación se realizaron los experimentos de Reflexión y Refracción. El procedimiento para realizar estos experimentos está indicado en la guía de experimentos del equipo.

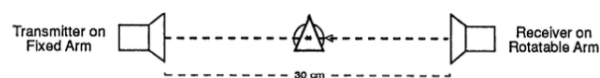
El primer montaje estudia la reflexión y difracción de ondas electromagnéticas. El emisor tenía una posición fija y a 28 cm de este, se ubicó un reflector de ondas, el ángulo entre la normal del emisor y el reflector variaba al variar la posición del receptor el cual inicialmente se ubicó perpendicular al emisor, se registraron 3 ángulos y por cada ángulo una intensidad, para la reflexión. (Figura 2).



**Figure 2: Montaje Reflexión**

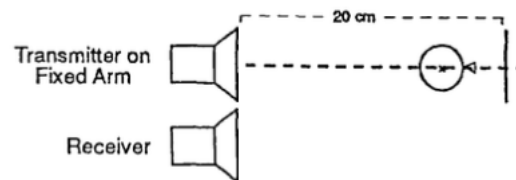
Para el segundo montaje, el emisor se ubicaba a 30 cm del receptor, esta distancia se mantenía constante. Aproximadamente a 10 cm del receptor se ubicó un prisma; al cual se le variaba el ángulo para determinar el la direc-

ción de polarización de las ondas del emisor al determinar el ángulo en el cual la intensidad percibida era mayor. (Figura 3)

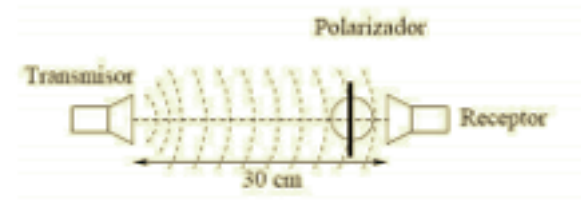


**Figure 3: Montaje Difracción**

Para el tercer, cuarto y quinto montaje se realizaron los experimentos correspondientes a ondas estacionarias y cálculo de la longitud de onda, interferencia por una doble rendija (difracción) y polarización, los cuales se encuentran explicados en el manual correspondiente al equipo, es decir E1.



**Figure 4: Ondas estacionarias y cálculo de la longitud de onda**



**Figure 5: Montaje Polarización**

### III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Reflexión:** De acuerdo a la ley de la reflexión el ángulo de reflejado debe ser igual al ángulo de incidencia, por lo tanto la intensidad registrada mayor es la del dato 1, ya que los ángulos son similares. El receptor capta la intensidad de la onda en ángulos diferentes al de incidencia debido a que la amplitud de la onda es suficiente para que cierta parte de la onda sea percibida en ángulos cercanos.

La onda generada por el transmisor es de  $23\mu A$  y la mayor intensidad captada en el segundo montaje fue de 0,75, es decir el 3,26% de la intensidad original.

**Table 1:** Montaje 1

| Datos | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ | Intensidad $\mu A$ |
|-------|------------|------------|--------------------|
| 1     | 31         | 30         | 0.75               |
| 2     | 33         | 25         | 0.55               |
| 3     | 36         | 23         | 0.25               |

**Polarización:** La rejilla de polarización está fabricada de tal manera que la película polimérica de la cual está hecha tenga una dirección específica, esto es producto del estiramiento extremo del material. Debido a esto las ondas electromagnéticas que pasan a través de la rejilla son las que tienen la misma dirección que la rejilla. El componente de la onda que permanece al pasar la rejilla es el que oscila en dirección paralela a la normal de la rejilla.

**Table 2:** Montaje 2

| Ángulo $\theta$ | Intensidad $\mu A$ |
|-----------------|--------------------|
| 0               | 23                 |
| 15              | 20                 |
| 23              | 19                 |
| 30              | 16                 |

**Ondas estacionarias y cálculo de la longitud de onda:** Para hallar la longitud de onda  $\lambda$  promedio se toma la diferencia de distancias entre datos consecutivos, ya que al registrar en qué distancia la intensidad es máxima se está determinando la distancia entre máximos de la onda y por lo tanto  $\lambda$ .

**Table 3:** Distancias en las cuales la intensidad era máxima

| Datos | Distancia(m) | Intensidad $\mu A$ |
|-------|--------------|--------------------|
| 1     | 0.266        | 2.2                |
| 2     | 0.278        | 2.3                |
| 3     | 0.293        | 2.2                |

Utilizando la ecuación  $f = \frac{v}{\lambda}$  y al establecer la frecuencia  $f$  del generador como  $10.525 \times 10^9 \text{ Hz}$ , el valor experimental resultante de la velocidad de la luz es de  $1.43 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Al comparar este resultado con el valor teórico ( Se obtiene un error del 52,3%. La posible fuente de error es la imprecisión en determinar la distancia en la cual la intensidad es máxima. Se descarta el error por cambio de medio, ya que el valor teórico de la velocidad de la luz es medido en el vacío mientras que el experimento es realizado en un medio (aire) y debido a que el índice de refracción del aire es 1,00029 la variación en la velocidad experimental es despreciable.

**Table 4:** *My caption*

| Datos    | $\lambda(m)$ |
|----------|--------------|
| 1-2      | 0.012        |
| 2-3      | 0.015        |
| Promedio | 0.0135       |

- ¿Qué relación se mantiene entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión? ¿Se sostiene esta relación para todos los ángulos de incidencia?

El ángulo de reflexión es casi el doble del ángulo de incidencia, sin embargo, luego de los 75 aproximadamente, en la relación se comienzan a ver cambios en la proporción puesto que el ángulo de reflexión ya no es tan cercano al doble del ángulo de incidencia, tal y como se puede observar en la medición del ángulo de 90.

- En la medición del ángulo de reflexión, se midió el ángulo en el que el lector marcaba el máximo. ¿Puede explicar por qué algunas de las ondas se reflejaban con diferentes ángulos? ¿Cómo se relaciona esto con la primera pregunta?

Lo que logra explicar el por qué algunas de las ondas se reflejan con distintos ángulos es el hecho de que los rayos que inciden sobre una superficie lisa rebotan hacia el medio que se reflejan cumpliendo que el ángulo reflejado, la normal y el ángulo incidente se encuentren en un mismo plano, en este caso.

Lo ideal sería realizar el experimento con una onda plana perfecta, de modo que la radiación del transmisor golpea el reflector con el mismo ángulo de incidencia.

- ¿Es la microondas del transmisor una onda plana perfecta? ¿Esperaría resultados diferentes si fuera una onda plana perfecta?

En principio las ondas planas se encuentran en un lugar específico en el espacio, cuando la fuente de generación de una onda electromagnética es lejana a la región del campo en la que se produce la onda se puede decir que la onda es plana. En este caso se puede decir que la fuente que producía las ondas era muy cercana al campo de generación de las mismas, por lo que no podemos considerar que las ondas sean planas perfectas.

#### IV. CONCLUSIONES

- Se comprobó la dirección de polarización del generador de ondas la cual, medida con respecto a la horizontal, es de 0 grados y por lo tanto en esta dirección la intensidad percibida por el receptor era máxima.
- Los datos para hallar experimentalmente la velocidad de la luz no son precisos debido al error resultante (52,3

- De acuerdo al primer montaje se puede afirmar que las ondas electromagnéticas siguen la ley de la reflexión.
- Los errores que se obtuvieron, durante la práctica, se deben a errores por rigurosidad en las mediciones. La imprecisión de la cinta métrica, más el probable error que se al calcular con los ojos al colocar la medición, están involucrados con los errores de medición