|  |  |
| --- | --- |
| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  **SEDE BARBOSA**  **FACULTAD DE CIENCIAS**  **ESCUELA DE FÍSICA** | **C:\Documents and Settings\Usuario\Configuración local\Archivos temporales de Internet\Content.Word\logo-main-barbosa.png** |
| ***GUÍA DE LABORATORIO***  ***PRACTICA N° 06*** | |
| 1. ***IDENTIFICACIÓN*** | |
| **ASIGNATURA: LABORATORIO DE FÍSICA III** | |
| **TEMA: ONDAS DECIMÉTRICAS: Radiación y polarización. Constante dieléctrica del agua.** | |
| **DOCENTE: CARLOS PERUCHO** | |
| 1. ***INTRODUCCIÓN*** | |
| En un conductor rectilíneo se pueden excitar oscilaciones electromagnéticas tal como sucede en un circuito oscilatorio. Tales osciladores emiten ondas electromagnéticas, en donde la intensidad irradiada es máxima cuando la longitud del conductor justo corresponde a media longitud de onda (aquí se habla de un dipolo λ/2). Los experimentos sobre este tema dan muy buenos resultados con longitudes de onda en el rango decimétrico. La detección de tales ondas decimétricas se consigue con un segundo dipolo, cuya longitud es igualmente λ/2 y cuya tensión es aplicada a una lámpara incandescente o a un instrumento de medición a través de un rectificador de alta frecuencia.  Por otra parte, E. Lecher (1890) propuso la utilización de la transmisión dirigida de ondas electromagnéticas mediante dos hilos paralelos. Con tal línea de Lecher es posible guiar ondas electromagnéticas hacia un lugar cualquiera en el espacio. Estas se miden a lo largo de la línea como una tensión que se propaga en forma de onda *U*(*x*, *t*) o como corriente *I*(*x*, *t*). | |
| 1. ***OBJETIVOS*** | |
| **PARTE I**  - Estudiar la característica de radiación de una antena de dipolo.  - Estudiar la polarización de las ondas decimétricas radiando y determinar la dirección de su polarización.  - Estudiar la acción de una varilla de la antena como un reflector o un director.  **PARTE II**  - Comparar la longitud de onda λ del transmisor de UHF en el aire y en el agua  - Estimar la constante dieléctrica ε del agua en el rango de las ondas decimétricas (UHF)  **PARTE III**  - Generar ondas decimétricas estacionarias en una línea Lecher con un extremo en cortocircuito, con el otro extremo abierto y ajustando con la resistencia terminal.  - Determinar la longitud de onda λ de las distancias entre los máximos de corriente y de voltaje. | |
| 1. ***MARCO TEÓRICO*** | |
| En un conductor recto, las oscilaciones electromagnéticas pueden excitarse similarmente como en un circuito oscilatorio. Tal oscilador radia las ondas electromagnéticas; la intensidad radiada es más alta cuando la longitud del conductor es igual a la mitad de la longitud de onda (esto es un llamado dipolo λ/2). Los experimentos relacionados con este fenómeno son particularmente exitosos en las longitudes de onda en el rango decimétrico.  Las ondas radiadas pueden detectarse por medio de un segundo conductor recto alineado paralelo al transmisor y también teniendo la longitud λ/2. El campo eléctrico alterno de la radiación induce una corriente alterna en la antena, y las ondas decimétricas pueden detectarse mediante el suministro de una lámpara con el voltaje asociado con esta corriente. Para medir la fuerza del campo recibida, el voltaje puede - después de pasar un rectificador de alta frecuencia - también alimentar a un instrumento de medición. Los dipolos usado en la práctica son ligeramente más corto que λ/2 porque, en el caso de diámetros finitos, hay un factor de contracción para la longitud total y una ancho de banda más grande debido a un aplanamiento de la curva de resonancia de la antena.    Los rasgos típicos de una antena de dipolo son la distribución angular y la polarización de las ondas radiadas. La intensidad radiada es cero a lo largo del eje de la antena y tiene su máximo perpendicular al eje. Es más, las ondas se polarizan linealmente, el campo eléctrico oscila en la dirección del eje de la antena. Estos fenómenos se estudian en el experimento por medio de un transmisor de UHF con una espira de dipolo a la frecuencia ν = 433.92MHz. Además de la característica de la radiación y la polarización, usted estudiará la influencia que una antena de varilla adicional actúa como un director o como un reflector tiene en el campo eléctrico.  Los materiales dieléctricos atenúan el campo eléctrico entre las placas de un condensador, mientras aumentando la capacitancia. El factor por el que aumenta la capacitancia se llama constante dieléctrica ε.  Las ondas electromagnéticas también pueden propagarse en materiales dieléctricos. Sin embargo, su velocidad de fase  *c* = λν (I)  λ: longitud de onda, ν: frecuencia es menos que en el vacío (ε = 1), y es una función de la constante dieléctrica. Nosotros podemos decir:  *c* (ε)= *c0/* ε0.5 (II)  *c*0: velocidad de la luz en el vacío  Como las moléculas de agua tienen un momento dipolar permanente, la constante dieléctrica ε de agua es alta. En contraste, nosotros podemos asumir la constante dieléctrica de aire como 1 como una aproximación suficientemente cercana. Como la frecuencia ν permanece constante en cada caso, la longitud de onda de las ondas electromagnéticas en el agua se acorta considerablemente comparada a la propagación en el aire. El “factor de contracción” puede deducirse de (I) y (II), y nosotros podemos decir que:  λ 1/λ0=1/ε0.5 (III)  λ1: longitud de onda en el agua, λ0: longitud de onda en el aire  Este experimento demuestra este fenómeno de contracción usando ondas decimétricas (UHF, ν = 433.92 MHz) con la ayuda de dos antenas dipolares de longitudes diferentes. Aquí, la absorción de las ondas decimétricas por los dos dipolos se observa en el aire y en el agua. Cada uno de los dos dipolos está provisto con una lámpara incandescente que se extiende en su medio alrededor del agua, que se enciende cuando la absorción resonante de la onda decimétrica en la longitud de onda apropiada ocurre. La condición para la absorción resonante es:  *S=* λ/2 (IV)  Las longitudes *s* de los dos dipolos han sido igualadas en el experimento tal que la absorción resonante de las ondas electromagnéticas ocurrirá en uno de los dos, dependiendo del medio de propagación respectivo. Esto nos permite estimar la longitud de onda λ de las ondas decimétricas en ambos en el aire y en el agua.  En 1890, E. Lecher propuso un arreglo de dos alambres paralelos con sección transversal circular para estudiar la propagación de las ondas electromagnéticas. Cuando un campo electromagnético de alta frecuencia se transmite en tal línea Lecher, una onda de voltaje,  *U*=*U*0 sen (ω*t*−*kx*) (V)  con,  ω=2πν, *k=*2π/λ  se propaga en la dirección *x* de los alambres. La frecuencia ν y la longitud de onda λ de esta onda están en concordancia con aquéllas del campo transmitido. | |
| 1. ***CONSULTA*** | |
| − Espectro electromagnético  − Ondas estacionarias  − Ondas de radio. Propagación  − Clasificación del espectro radioeléctrico: Ondas terrestres. Ondas espaciales  − Transmisión, recepción  − Clases de antenas de radio | |
| 1. ***MONTAJE Y PROCEDIMIENTO*** | |
| *Nota: La característica de la radiación del transmisor de UHF está influenciada por el entorno, particularmente por los objetos de metal y por la posición del experimentador.*  *Los cables de conexión entre el receptor de dipolo y el voltímetro también pueden influir en la medida dependiendo de su alineación.*  **PARTE I**  El arreglo experimental se ilustra en la Fig. 1A.    *Figura 1A Arreglo experimental para el estudio de las características de radiación y polarización por medio del dipolo receptor con la lámpara (izquierda) o el dipolo receptor con diodo.*  - Sujete el transmisor de UHF en la base cilíndrica y conecte la espira de dipolo a la salida de la antena del transmisor de UHF.  - Sujete la varilla de la montura para el dipolo receptor en una base cilíndrica y atornille el dipolo receptor de con la lámpara adelante.  - Seleccione el modo de operación CW y ponga el transmisor de UHF en funcionamiento enchufándolo en la unidad plug-in.  **Nota de seguridad**  Arreglos del experimento que usan el transmisor de UHF no siempre se ajustan a los valores límite de la clase A. El dispositivo puede interferir con otro equipo en el salón de laboratorio. También, pueden producirse interferencias de radio hasta una distancia de varios cientos de metros. Es responsabilidad del usuario tomar todas las precauciones necesarias para garantizar que el equipo instalado fuera del laboratorio puede continuar funcionando propiamente.   * Vea la información contenida en la Hoja de Instrucción de su transmisor de UHF. * No opere el transmisor más tiempo del necesario para llevar a cabo el experimento; cuando el experimento se concluye, apague el dispositivo inmediatamente apagando la unidad de suministro plug-in.   **a) Estudios cualitativos por medio del receptor de dipolo con lámpara:**  − Coloque el receptor de dipolo con la lámpara a una distancia de aproximadamente 0.5m del transmisor de UHF y alinéelo paralelo a la espira de dipolo para que la lámpara se ilumine.  − Gire al receptor de dipolo con respecto al eje que une ambos dipolos y observe el brillo de la lámpara.  − Levante el receptor de dipolo sobre la espira de dipolo, entonces muévalo al lado de la espira de dipolo. En ambas posiciones gírelo alrededor del eje que los une y observe el brillo de la lámpara.  **b) Estudios cuantitativos por medio del receptor de dipolo con el diodo:**  − Atornille el dipolo receptor con diodo en la varilla de montaje: conecte el voltímetro (rango de medición 5V-) con los cables de conexión girados, y póngalo tan lejos como sea posible desde el campo de radiación del transmisor de UHF.  − Coloque el dipolo receptor con diodo a una distancia de aproximadamente 1m del transmisor de UHF, y alinéelo paralelo a la espira de dipolo para que el voltímetro despliegue la desviación máxima.  − Repita los estudios de la parte a, lea los voltajes del voltímetro y anótelos.  **c) Estudio de la influencia de una varilla de antena adicional como un reflector o como un director.**  − Coloque el dipolo receptor con diodo a una distancia de aproximadamente 5m del transmisor de UHF, y alinéelo paralelo a la espira de dipolo para que el voltímetro despliegue la desviación máxima (vea Fig. 2).    *Figura 2 Empleo de una antena de varilla Figura 3: Arreglo experimental para estimar la constante dieléctrica*  *adicional como reflector o como director agua en el rango de la onda decimétrica*  − Sostenga la mitad de la antena de varilla, muévala como un reflector hacia el receptor de dipolo con el diodo atrás, y busque los máximos y mínimos del voltaje desplegado.  − Mueva la antena de varilla como un director arriba y abajo del eje que une el dipolo receptor con el diodo al frente, y busque los máximos y mínimos del voltaje desplegado  **Parte II**  Disponga el experimento como se muestra en la Fig. 3.  *Nota: Este experimento puede producir resultados satisfactorios sólo cuando se usa agua destilada o desmineralizada.*  − Sujete el transmisor de UHF firmemente en la base cilíndrica y conecte la espira de dipolo a la salida de la antena del transmisor de UHF como se muestra en la Fig. 3.  − Seleccione el modo de operación CW.  − Prepare el tanque de agua a aprox. 30cm del transmisor y alinee la espira de dipolo paralela a los dipolos λ/2 en el tanque de agua.  − Conecte la unidad del suministro plug-in del transmisor de UHF.  − Lentamente llene el tanque de agua con agua destilada o desmineralizada y observe cuando la lámpara del dipolo λ/2 larga se enciende y cuando la del dipolo λ/2 corto se enciende. | |
| 1. ***EQUIPO*** | |
| 1 transmisor UHF; 1 unidad plug-in 120V de CA/ 12V de CA; 1 multimetro; 2 bases cilíndricas; 1 juego de dipolos y tanque de agua; 3 bases cilíndricas; 2 cables de conexión, 200cm; 1 cinta métrica de acero, 2m; *Adicionalmente se requiere:*1.2litros de agua destilada o desmineralizada | |
| 1. ***ANÁLISIS DE RESULTADOS*** | |
| **Parte I**  1. ¿En qué dirección respecto al eje del dipolo la intensidad radiada por el transmisor de UHF tiene su máximo y su mínimo?  2. ¿Cómo está el campo eléctrico polarizado, respecto al eje del dipolo?  3. ¿Cómo podría mejorarse la recepción de las ondas decimétricas utilizando más varillas de antena?  **Parte II**  **Comparando las longitudes de onda** λ**0 en el aire y** λ**1 en el agua:**  4. De la ecuación *s*0 y *s*1 se hallan las longitudes de onda λ**0** = \_\_\_\_\_, λ**1** = \_\_\_\_\_.  5. ¿En cuál de los dos medios las ondas decimétricas tienen una longitud de onda mucho más corta? ¿Está en concordancia con la teoría?  **Estimación de la constante dieléctrica** ε **en el rango de las ondas decimétricas**  6. Tome las longitudes de onda más exactamente, réstele a *s*1 y *s*2 la longitud *s* del segmento corto del dipolo (con la lámpara encajada) común en los dos medios y estime la constante dieléctrica ε de acuerdo con (III).  7. Compare el valor obtenido para la constante dieléctrica εexp con el valor de la literatura: ε = 81 (constante dieléctrica estática).  8. Calcule la longitud de onda λ1 de las ondas decimétricas en el agua utilizando εexp en (III)  **Información adicional**  Es importante entender que la estimación de longitudes de onda de las longitudes de los dipolos es sólo aproximada. La condición de resonancia en λ/2 se aplica al dipolo elemental (Hertziano) con diámetro *D* = 0. Para los diámetros *D* > 0, sin embargo, un factor de contracción para la longitud total es evidente, y el ancho de banda se aumenta debido a una curva de resonancia más plana de la antena. Además, la condición de resonancia es afectada por la bombilla incorporada.  **Observaciones y Conclusiones** | |
| 1. ***BIBLIOGRAFÍA*** | |
| • ALONSO M., FINN E. Física. Volumen I. Ed. Fondo Educativo Interamericano.  • RESNICK R., HALLIDAY D., Física, Parte I Compañía Editorial Continental S.A.  • TIPLER P. Física, editorial Reverté S.A.  • SEARS, ZEMANSKY. Física. Ed Aguilar.  • TIPPENS, PAUL E. Física conceptos y aplicaciones, editorial McGraw-Hill  • SERWAY, RAYMOND A. Física. Editorial McGraw-Hill  • FRANCO GARCÍA A., Física con ordenador Curso Interactivo de Física en Internet:  http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/negro/espectro/espectro.htm  • MOLECULAR EXPRESSIONS: Physics of Light and Color:  http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/electromagintro.html | |
| **TABLAS DE DATOS (sugerida, llenar con lapicero durante la práctica)**  **ONDAS DECIMÉTRICAS: Radiación y polarización. Constante dieléctrica del agua.**  Fecha:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Grupo:\_\_\_\_\_\_ Subgrupo\_\_\_\_\_\_ Estudiantes\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  **Parte I**  **Característica de la radiación y la polarización:**    *Figura 4 Posiciones de los dipolos receptor para el estudio de las características de radiación y polarización de las ondas*  Tabla 1: Señal de los dipolos receptores como una función de la dirección de radiación y la polarización con respecto a la alineación de la espira de dipolo (ver Fig. 4)   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Dirección de radiación | Polarización | Posición | lámpara | U[V] | | Perpendicular |  | 1a |  |  | | Perpendicular |  | 1b |  |  | | Perpendicular |  | 2a |  |  | | Perpendicular |  | 2b |  |  | | Paralelo |  | 3a |  |  | | Paralelo |  | 3b |  |  |   **Antena de varilla como reflector o director.**  distancia: sin antena de varilla: U = ; con el reflector: U = ; con el director: U =  **Parte II**  La lámpara del dipolo λ/2 largo se enciende cuando \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. *s*0 =\_\_\_\_\_\_\_\_.  La lámpara del dipolo λ/2 corto se enciende cuando \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. *s*1 = \_\_\_\_\_\_\_\_.  Longitud del dipolo corto solo (con lámpara encajada), que es el mismo en el aire y en el agua *s:* \_\_\_\_\_\_\_\_\_  Observaciones.  ­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Vo.Bo. Profesor (firma) | |