



Medición de la capacidad de un DVD

Gabriel Hernández Bello¹

¹ Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Ciencias Físicas.

Abstract

A partir de las mediciones de distancias y ángulos calculadas con una herramienta de propia fabricación se obtendrá una estimación de la altura del Campanil de la Universidad de Concepción.

Palabras Claves — Campanil, Trigonometría, Aproximación Lineal.

1. Introducción

El DVD es un disco óptico para almacenamiento de datos. Las siglas DVD corresponden a *Disco Versátil Digital*. Fue creado y desarrollado en 1995 con su primer lanzamiento para 1 Noviembre de 1996, en Japón. El medio puede almacenar cualquier tipo de datos digitales y se ha utilizado ampliamente para almacenar programas de vídeo (vistos con reproductores de DVD), software y otros archivos informáticos. Los DVD ofrecen una capacidad de almacenamiento significativamente mayor que los discos compactos (CD) aunque tienen las mismas dimensiones. Un DVD estándar de una sola capa puede almacenar hasta 4,7 GB de datos, un DVD de doble capa hasta 8,5 GB. Las variantes pueden almacenar hasta un máximo de 17,08 GB [1].

En este laboratorio aprovecharemos las características ópticas del DVD para estimar su capacidad.

2. Marco Teórico

2.1. Especificaciones del DVD

Los DVD almacenan información en una línea de *surcos* microscópicos dispuestos en una espiral que va desde el centro del disco hacia la circunferencia exterior. Así, todos los lectores de DVD utilizan láseres para leer la información codificada en los surcos. La longitud de onda del láser depende de la separación de los surcos, en general esta es de $0.74\text{ }\mu\text{m}$.

Los DVD constan de tres capas: el sustrato de policarbonato transparente, la capa de colorante y la capa reflectante. En particular, la capa de reflexión se encuentra en medio de las capas de policarbonato. La más importante es la capa de reflexión que consta, en

la mayoría de los casos, de una lámina de aluminio que vuelve la superficie del DVD reflectante. Lo anterior permite que el láser del lector se refleje para ser leído por el sensor de recogida de la unidad fotocaptora. [2].

2.2. Trigonometría

Etimológicamente la palabra trigonometría significa *medida de los triángulos*. En efecto, es la ciencia que estudia las relaciones que ligan los lados de un triángulo y aplican esas relaciones al cálculo de los elementos desconocidos. En particular, la trigonometría se basa en el conocimiento de los ángulos de un triángulo que establecen conexiones llamadas *relaciones trigonométricas*. Las principales son el *seno*, *coseno* y la *tangente* [?].

3. Procedimiento Experimental y Resultados

Para este experimento utilizamos un DVD usual, compuesto por una capa vacía y otra con información (en adelante *capa/disco óptico*), luego separamos ambas capas del DVD para trabajar únicamente con el disco que contiene toda la información. De esta forma, colocamos una pantalla de observación atrás del disco óptico y apuntamos un láser hacia este generando un patrón de difracción, visible en la pantalla, a causa de los surcos que componen la capa óptica. Para asegurar la estabilización del láser utilizamos un soporte universal.

Por su parte, medimos experimentalmente la distancia entre el láser y la pantalla de observación (D), la distancia entre la separación de los surcos observado en el patrón de difracción (l) y luego calculamos el ángulo de apertura (θ) para la posterior estimación de la separación entre los surcos en el disco óptico.

D (m)	L (m)	θ (rad)	d (nm)
0.0240 ± 0.0005	0.034 ± 0.0005	0.956	783.407
0.0300 ± 0.0005	0.0440 ± 0.0005	0.97	757.865
0.0400 ± 0.0005	0.0610 ± 0.0005	0.99	765.526
0.0500 ± 0.0005	0.0730 ± 0.0005	0.97	775.865
0.0600 ± 0.0005	0.0890 ± 0.0005	0.977	772.179
0.0700 ± 0.0005	0.1030 ± 0.0005	0.973	774.27
0.0800 ± 0.0005	0.1190 ± 0.0005	0.978	771.659
0.0900 ± 0.0005	0.1360 ± 0.0005	0.986	767.547
0.1000 ± 0.0005	0.1550 ± 0.0005	0.997	762.044
0.1100 ± 0.0005	0.1640 ± 0.0005	0.979	771.140
0.1200 ± 0.0005	0.1720 ± 0.0005	0.961	780.711
0.1300 ± 0.0005	0.1860 ± 0.0005	0.960	781.258
0.1400 ± 0.0005	0.2030 ± 0.0005	0.967	777.466
0.1500 ± 0.0005	0.2200 ± 0.0005	0.972	774.804

Cuadro 1: Ángulos y Distancias Medidas para el láser rojo

D (m)	L (m)	θ (rad)	d (nm)
0.0220 ± 0.0005	0.0240 ± 0.0005	0.825	0
0.0300 ± 0.0005	0.0320 ± 0.0005	0.817	0
0.0400 ± 0.0005	0.0420 ± 0.0005	0.809	0
0.0500 ± 0.0005	0.0570 ± 0.0005	0.850	0
0.0600 ± 0.0005	0.0660 ± 0.0005	0.832	0
0.0700 ± 0.0005	0.0770 ± 0.0005	0.832	0
0.0800 ± 0.0005	0.0850 ± 0.0005	0.815	0
0.0900 ± 0.0005	0.0980 ± 0.0005	0.827	0
0.1000 ± 0.0005	0.1090 ± 0.0005	0.828	0
0.1100 ± 0.0005	0.1200 ± 0.0005	0.828	0
0.1200 ± 0.0005	0.1310 ± 0.0005	0.829	0
0.1300 ± 0.0005	0.1430 ± 0.0005	0.832	0
0.1400 ± 0.0005	0.1510 ± 0.0005	0.823	0
0.1500 ± 0.0005	0.1610 ± 0.0005	0.820	0

Cuadro 2: Ángulos y Distancias Medidas para el láser verde

4. Análisis

Los gráficos ?? y ?? presentan los datos obtenidos durante el proceso experimental junto a su ajuste lineal, representado por la línea punteada. Del gráfico ?? notamos que los datos se encuentran muy próximos entre sí, con una desviación estándar de solo 0.3. Además, el ajuste lineal de los datos da como resultado una línea recta con una pendiente, aproximadamente nula, de 0.001 [m/rad]. Debido a esto, decidimos visualizar los datos en una escala más apropiada. Así, en el gráfico ?? la aproximación lineal muestra una notoria línea recta que estabiliza el valor de la altura del Campanil a 41.64 [m]. Lo anterior es de esperar, pues estamos comparando la altura del campanil para distintos valores del ángulo α . Cabe destacar que se seleccionaron solo siete datos, pues son suficientes para ajustar una recta que pase por todos los puntos y sus respectivos errores.

Paralelamente, observamos que según la ecuación ?? el valor $D - d = L \tan(\alpha)$ debe ser una constante, pues la altura del Campanil D es una constante

(teóricamente) y no variamos d durante el proceso experimental. Esto nos permite validar el comportamiento de los datos verificando que las variables L y $\tan(\alpha)$ exhiben una relación inversamente proporcional. En efecto, en el gráfico ?? evidenciamos una relación lineal inversamente proporcional. Luego, concluimos que los datos obtenidos son coherentes.

En definitiva, considerando el valor al que converge la altura del Campanil según la aproximación lineal de los datos y el error asociado a este parámetro, estimamos la altura del Campanil D en este experimento como:

$$D = 41,64 \pm 1,31[m].$$

Ahora bien, la altura del Campanil es un dato conocido. Con ello, es posible calcular el error absoluto y

porcentual de nuestra estimación, de esta forma:

$$\epsilon_{abs} = |42,5[m] - 41,64[m]| = 0,86[m]$$
$$\epsilon_{rel} = \frac{0,86[m]}{41,64[m]} \cdot 100 = 2,06 \%$$

Mostrando así la validez de la estimación realizada en este experimento.

5. Conclusión

En el análisis, demostramos la efectividad del método empleado para estimar la altura del campanil, viéndose reflejado en el bajo error absoluto y relativo de la medición. Sin embargo, observamos que el error asociado a la estimación de la altura del Campanil tiene un valor relevante de ± 1.31 [m], lo cual atribuimos a la falta de precisión en la medición durante el proceso

experimental. A pesar de ello, los resultados obtenidos se acercan considerablemente al valor esperado, lo que destaca el tratamiento eficaz en el análisis de los datos junto a la gran capacidad y utilidad de las herramientas matemáticas utilizadas en la estimación de la altura del Campanil.

Referencias

- [1] Colaboradores de Wikipedia. *DVD*. wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Compact_disc, 2024.
- [2] International Association of Sound and Audiovisual Archives. *Descripción de los CDs y DVDs grabables*. iasa. <https://www.iasa-web.org/tc04-es/814-descripci%C3%B3n-de-los-cds-y-dvds-grabables>.