

Ćwiczenie 413a.

Temat: **Wyznaczenie odległości między ścieżkami zapisu na płycie CD i oszacowanie rozmiarów obszaru wykorzystywanego do zapisu jednego bitu informacji.**

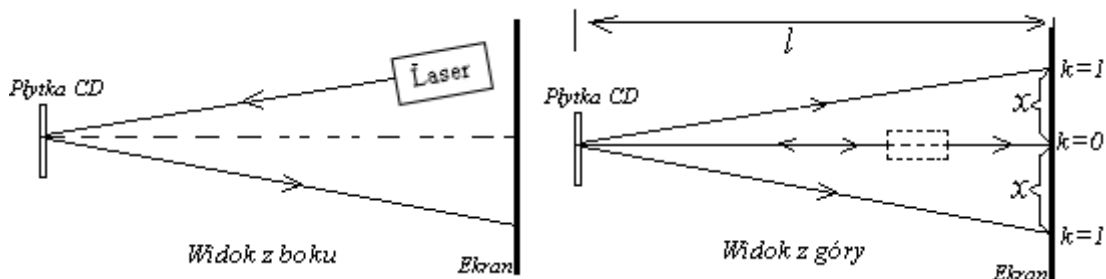
I. TEMATY TEORETYCZNE.

1. Fale elektromagnetyczne . Zasada Huygnesa. Dyfrakcja fal świetlnych na różnych obiektach.
2. Sposób zapisu informacji na płycie CD. Płytkę CD jako odbiciową siatkę dyfrakcyjną.

Typowy krążek CD można potraktować jak odbiciową siatkę dyfrakcyjną. Stała tej siatki odpowiada odległości między ścieżkami z zapisaną informacją. Ścieżki te mają kształt współśrodkowych okręgów. Każda zapisana ścieżka składa się z odcinków bardzo dobrze odbijających światło (nie zapisanych) oraz słabo odbijających światło (zapisanych). Pierwszy z nich odpowiada logicznemu zeru, drugi logicznej jedynce. Informacje na płycie zapisane są w postaci cyfrowej w systemie binarnym (dwójkowym) i powstają np. w procesie wypalania określonych obszarów promieniem lasera (w domowych nagrywarkach płyt).

II. METODA POMIAROWA.

Znając długość fali światła używanego lasera (wyznaczoną w I części ćwiczenia) można wyznaczyć stałą siatki dyfrakcyjnej, jaką jest w tym wypadku płytka CD. Metoda pomiaru jest podobna jak poprzednio, lecz tym razem dyfrakcji ulega światło odbite od siatki, a nie przechodzące przez siatkę. Dlatego laser umieścimy tym razem przy ścianie (wykorzystywanej tu jako ekran) i oświetlimy nim umocowaną w statywie badaną płytkę. Na ścianie powstaje obraz dyfrakcyjny w postaci prążków. Wyraźne są prążki zerowego i pierwszego rzędu i tylko te będziemy badać.



Wyprowadzenie wzoru:

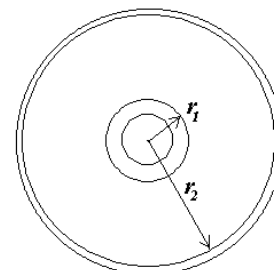
1. Będziemy mierzyć:
 - odległość między płytką a ekranem (odcinek l) oraz
 - odległość między prążkami pierwszego rzędu a prążkiem zerowym (odcinki x).

2. Wyznamy sinus kąta α , a z wzoru siatki dyfrakcyjnej (dla $k=1$) stałą siatki d (czyli odległość między ścieżkami):

$$d = \frac{1 \cdot \lambda}{\sin \alpha} = \frac{\lambda \cdot \sqrt{l^2 + x^2}}{x}$$

3. Liczbę ścieżek n wyznaczmy dzieląc szerokość używanego do zapisu obszaru Δr przez stałą siatki d .

$$n = \frac{\Delta r}{d} = \frac{r_2 - r_1}{d}$$



(r_1 i r_2 to promienie wewnętrznej i zewnętrznej część obszaru z danymi.)

4. Obliczymy teraz średnią długość jednej ścieżki s , przyjmując średni promień ścieżki jako $\bar{r} = \frac{r_2 + r_1}{2}$

Wtedy:

$$s = 2 \cdot \pi \cdot \bar{r}$$

5. Całkowitą długość y wszystkich ścieżek obliczymy jako iloczyn długości jednej ścieżki s i liczby wszystkich ścieżek n :

$$y = n \cdot s$$

6. Typowa płytką CD ma pojemność 650Mb informacji. Oznacza to, że można na niej pomieścić :

$$m = 650 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 8 = 5452595200 \approx 5,5 \cdot 10^9 \text{ bitów informacji.}$$

(Jeden 1Mb to 1024kb, 1kb to 1024 bajty, a 1 bajt to 8 bitów)

7. Dzieląc długość wszystkich ścieżek y przez liczbę bitów m i jeszcze dzieląc wszystko przez dwa (przyjmujemy, że odstęp między kolejnymi bitami jest taki sam, jak dystans zajmowany przez 1 bit) otrzymamy szacunkową długość b odcinka ścieżki potrzebną do zapisania jednego bitu informacji:

$$b = \frac{y}{m \cdot 2}$$

Po wyjaśnieniu metody rozumowania, można napisać całościowy wzór końcowy:

$$b = \frac{y}{m \cdot 2} = \frac{n \cdot s}{2 \cdot m} = \frac{\frac{r_2 - r_1}{d} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{r_2 + r_1}{2}}{2 \cdot m} = \frac{\pi \cdot (r_2^2 - r_1^2)}{2 \cdot m} \cdot \frac{1}{d} \approx \frac{\pi \cdot (r_2^2 - r_1^2)}{11 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{d}$$

III. KOLEJNOŚĆ CZYNNOŚCI.

1. Umocować laser w statywie umieszczonym na ścianie.
2. Umieścić płytkę CD w stojaku stroną zapisaną skierowaną ku laserowi, równoległe do ściany.
3. Włączyć laser i skierować jego promień prążek na płytkę CD.
4. Skorygować ustawienie lasera i płytki CD tak, aby obraz prążków pojawił się na przymocowanym do ściany przymiarze.
5. Zmierzyć odległość l między płytką a ekranem (przymiarem).
6. Zmierzyć odległości x pomiędzy prążkiem zerowym a prążkiem pierwszym (na prawo i lewo od prążka zerowego).
7. Zmierzyć suwmiarką promień wewnętrzny r_1 oraz zewnętrzny r_2 zapisanego obszaru płytki.
8. Czynności z punktów 4-7 powtórzyć dla trzech różnych odległości l
8. Wyliczyć stałą d siatki-płytki CD.
9. Obliczyć długość b odcinka ścieżki potrzebną do zapisania jednego bitu informacji.
10. Oszacować dokładność wyznaczenia stałej siatki d oraz odcinka b (obliczyć niepewność maksymalną pamiętając, że liczba $11 \cdot 10^9$ jest również podana z przybliżeniem –niepewność tej liczby to ok. $0,05 \cdot 10^9$).
Przy szybkim szacowaniu wyników oceniamy zazwyczaj subiektywnie maksymalne błędy pojedynczych pomiarów (w tym przypadku dokładność pomiaru x , l , r_1 i r_2) pamiętając, że lepiej przyjąć te dokładności z pewnym nadmiarem niż zbyt małe. Dokładniej na ten temat można przeczytać w internecie (*)
11. Wyniki umieścić w tabeli:

λ	l	x	x_{sr}	d	d_{sr}	Δd	r_1	r_2	b	Δb

$\Delta x = \dots$

$\Delta l = \dots$

$\Delta r_1 = \dots$

$\Delta r_2 = \dots$

(*) <http://labor.zut.edu.pl>