

Caractérisation et capacité d'un Compact Disc (CD)

Saïd Bouabdellah

Classes Préparatoires aux Grandes Écoles (Paris)

Spécialité : PSI

- a) Le CD joue le rôle d'un réseau de réflexion. Si une lumière contenant plusieurs longueurs d'onde tombe sur un CD, les différentes longueurs d'onde produisent des maxima de diffraction à des angles différentes, sauf pour l'ordre 0 qui est le même pour toutes. L'ensemble des maxima d'un ordre donné pour toutes les longueurs d'onde constitue le spectre d'irisation.
- b) La capacité d'un CD est de l'ordre de 700 MB. Cette capacité change en fonction des dimensions et le pas du CD. La capacité de 700 MB correspond au nombre de données qu'on peut stocker sur un CD.

Remarque : Une donnée = 1 Bytes = 1 octet = 8 bits.

- c) La relation fondamentale d'un réseau de **réflexion** est donnée par :

$$\sin \theta_k + \sin i = \frac{k\lambda}{a}$$

a : Pas du réseau

k : Ordre de diffraction

λ : Longueur d'onde de la lumière utilisée

i : Angle d'incidence

θ_k : Angle de diffraction relative à l'ordre k .

Pour $k = 0$, on a : $\sin \theta_0 + \sin i = 0$, soit $\theta_0 = -i$. On en déduit que le rayon diffracté a la même direction que le rayon incident mais un sens opposé dû à la réflexion.

- a) On observe des franges de diffraction qui correspondent à une succession de maxima et de minima de l'intensité lumineuse. L'amplitude des maxima diminue lorsque l'ordre augmente.

Détermination du pas du CD : Incidence normale ($i = 0$), donc :

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda}{a} \quad \text{et} \quad \sin \theta_{-1} = -\frac{\lambda}{a}$$

D'autre part

$$\sin \theta_1 = \frac{\frac{x}{2}}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2}}$$

De même

$$\sin \theta_{-1} = -\frac{\frac{x}{2}}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2}}$$

La soustraction des deux sinus donne :

$$\frac{x}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2}} = \frac{2\lambda}{a}$$

Par conséquent

$$a = \lambda \sqrt{1 + \left(\frac{2d}{x}\right)^2}$$

– b) On sait que

$$a = \lambda \sqrt{1 + \left(\frac{2d}{x}\right)^2}$$

AN : $a = 1,6 \mu\text{m}$

On appelle R_1 et R_2 le petit et le grand rayon du CD. L'aire de la surface du CD comprise entre R_1 et R_2 est donnée par

$$S = \pi(R_2^2 - R_1^2)$$

Or, si on appelle L la longueur de la spirale, l'aire de cette surface peut s'écrire encore : $S = La$, on obtient donc :

$$L = \frac{\pi(R_2^2 - R_1^2)}{a}$$

D'autre part 1 octet = 8 bits et 1 bit mesure $0,85 \mu\text{m}$, donc un octet mesure $L_0 = 8 \times 0,85 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, soit $L_0 = 6,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Finalement le nombre d'octets sur la longueur L de la spirale est :

$$C = \frac{L}{L_0}$$

Que l'on peut écrire sous la forme :

$$C = \frac{\pi(R_2^2 - R_1^2)}{aL_0}$$

AN : Pour un CD de dimensions : $R_1 = 2,5 \text{ cm}$ et $R_2 = 5,6 \text{ cm}$ on a : $C \simeq 725 \text{ Mo}$ ou 725 MB .

Remarque :

la valeur de la capacité n'est pas exactement égale à la valeur indiquée sur le CD. Le constructeur cache quelques méga-octet (Quel voleur, au secours...).

Les ordres observables : On sait que :

$$\sin \theta_k + \sin i = \frac{k\lambda}{a}$$

Or

$$-1 \leq \sin \theta_k \leq 1$$

Donc

$$-\frac{a}{\lambda} \leq k \leq \frac{a}{\lambda}$$

Soit

$$2,3 \leq k \leq 2,3$$

On observe 5 ordres qui sont $-2, -1, 0, 1, 2$.

- c) Pour le DVD, calculant a . D'après la formule précédente on a : $a = 0.72 \mu\text{m}$. On constate que le pas d'un DVD est plus petit que celui d'un CD et puisque la capacité est inversement proportionnelle au pas, on conclut que la capacité d'un DVD est plus importante que celle d'un CD.