CORRECTION ASIE 2013. UN NOUVEAU STOCKAGE OPTIQUE : LE BLU-RAY (7,5 pt)

1. LE LASER, FAISCEAU DE LUMIÈRE COHÉRENTE

1.1 Déterminer le niveau d'énergie d'un atome

$E_2 > E_1$. L'atome est dans un état plus excité lorsque ses électrons ont plus d'énergie. Ici, le niveau ayant l'énergie la plus élevée correspond à E_2 = 7,56 eV, c'est le niveau pour lequel l'atome est le plus excité.

1.2 Calculer la longueur d'onde provoquant l'émission stimulée

L'émission stimulée correspond à une désexcitation particulière d'un atome. Cette désexcitation est provoquée par une onde possédant exactement la même énergie que l'onde émise par l'atome.

L'atome doit passer ici du niveau E_2 = 7,56 eV au niveau E_1 = 4,49 eV. On peut alors déterminer la longueur d'onde de la radiation provoquant cette émission stimulée :

$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ avec $\Delta E = E_2 - E_1$ = 7,56 – 4,49 = 3,07 eV

donc $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$ A.N. : $\lambda = \frac{6{,}62.10^{-34} * 3{,}00.10^{8}}{3{,}07 * 1{,}60.10^{-19}}$ = $4{,}04 \times 10^{-7}$ m = 404 nm.

1.3 Déterminer la longueur d'onde émise

Par désexcitation, l'atome passe de E_2 à E_1 en émettant un photon d'énergie $E_2 - E_1 = h.\nu$ = donc de même fréquence que la radiation qui l'a fait passer dans un état excité. La radiation émise par l'atome est identique à celle qui l'a provoquée donc λ = 404 nm.

1.4 Nommer deux propriétés du LASER

La lumière LASER se caractérise par le fait qu'elle est monochromatique et très directive (quasi-unidirectionnelle).

2. STOCKAGE DES INFORMATIONS SUR LE DISQUE LASER

2.1 Connaître la définition de binaire

L'information est stockée sous forme binaire. Le codage binaire n'utilise que deux chiffres : 0 et 1.

2.2 Distinguer un signal analogique d'un signal numérique

2.1.Le document 2, présente un signal continu (pas de discontinuité) donc analogique.

2.2.Le signal numérique présente une succession de « paliers » : signal discontinu. (Document 3).

Info : Une onde sonore est analogique et la tension délivrée par un micro (n'intégrant pas de CAN) lui est proportionnelle donc analogique.

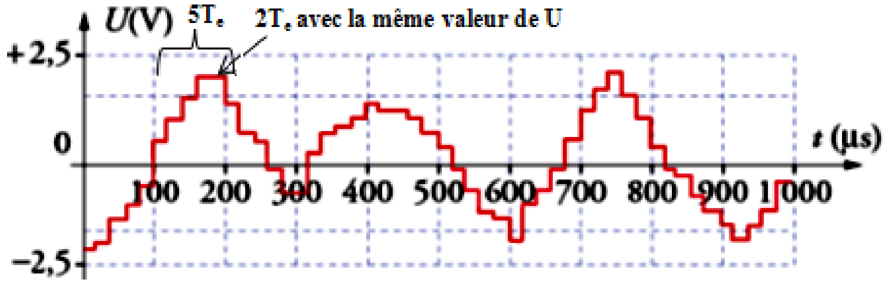
2.3.1. Fréquence d'échantillonnage du CNA

La fréquence d'échantillonnage correspond au nombre de points de mesure par seconde enregistré par le CAN.

Sur le doc 3 : 5Te = 100 µs donc Te = $\frac{100}{5}$ = 20 µs.

La fréquence d'échantillonnage est donc

$f_e = \frac{1}{T_e}$ *A.N. :* $f_e = \frac{1}{20.10^{-6}}$ *= 50 000Hz = 50 kHz.*



2.3.2 Modifier la fréquence d'échantillonnage pour se rapprocher du signal délivré par le micro.

Il faut diminuer la période d'échantillonnage donc augmenter la fréquence d'échantillonnage. Ainsi les prises de mesure soient plus nombreuses et fréquentes et les paliers de discontinuité moins larges. Le signal numérisé est alors plus proche, plus fidèle, au signal analogique.

3. LECTURE DES INFORMATIONS SUR LE DISQUE LASER

3.1 Donner la condition d'obtention d'interférences destructives

Pour obtenir des interférences destructives, il faut que les ondes soient en opposition de phase donc que la différence de marche soit un multiple impair de la moitié de la longueur d'onde. Il faut donc que $\Delta L = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ avec k entier.

3.2 Déterminer d : profondeur minimale d'un creux

La différence de parcours (ou de marche) est égale à $2d$ car la lumière effectue un « aller-retour ». Donc pour avoir des interférences destructives, il faut que $\Delta L = 2d = (2k+1) \times \frac{\lambda}{2}$

La plus petite distance correspond à $k = 0$ soit $\Delta L_{minimale} = 2d_{minimal} = \frac{\lambda}{2}$ d'où $\boldsymbol{d_{minimale}} = \frac{\lambda}{4}$

3.3 Calculer pour le CD la profondeur minimale d'un creux pour un laser de longueur d'onde dans le vide λ_0 = 780 nm

On a $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$ donc : $d_{minimale} = \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda_0}{4n}$ A.N. : $d_{minimale} = \frac{780}{4*1{,}55} = 1{,}26 \times 10^{-7}$ m. = 126 nm

3.4 Expliquer la détection de lumière par un capteur

Lors d'une interférence destructive, l'intensité émise est minimale, ce qui correspond à la détection d'un 1, la lumière captée est donc minimale. Le maximum de lumière correspond aux interférences constructives, ce qui est codé par un 0 d'après la première figure de l'énoncé. Par conséquent : maximum de lumière ↔ codage 0.

CORRECTION ASIE 2013 (SUITE). LE BLU-RAY.

4. INTÉRÊT DE LA TECHNOLOGIE BLU-RAY

4.1. Justifier l'appellation « Blue-ray »

La longueur d'onde du faisceau LASER du blu-ray est λ_0 = 405 nm, cette radiation se situe au début du domaine visible de la lumière [400 nm, 800 nm]. Elle correspond à une couleur bleue-violette. D'où le nom de blu-ray pour blue ray (rayon bleu en anglais).

4.2. Phénomène qui empêche d'obtenir dans chaque cas une largeur de faisceau plus faible

Il s'agit du phénomène de diffraction. Lorsque le faisceau laser sort par l'ouverture fine, il .y a un élargissement du pinceau laser.

4.3. Vérifier que le diamètre D du spot dans le cas de la technologie Blu-ray est compatible avec la distance 2l qui sépare 3 lignes de données sur le disque.

Le diamètre D de la tache est donné par : D = $1{,}22.\frac{\lambda_0}{NA}$. AN. : λ_0 = 405 nm ; NA = 0,85 D'où : D = $1{,}22.\ \frac{405.10^{-9}}{0{,}85}$ = $5{,}81 \times 10^{-7}$ m

D=581 nm. **D**onc ***D* < 2*l*,** le diamètre du faisceau est compatible avec la distance séparant les 3 lignes de données le spot n'éclaire qu'une ligne à la fois.

4.4. Améliorer la capacité de stockage du disque sans modifier sa surface.

Le nombre de données stockées sur un disque de dimension fixée augmente si la taille de la gravure de stockage diminue. Ainsi un moyen pour augmenter la capacité de stockage sans modifier la taille du disque est de graver plus finement les informations.

Cela implique de resserrer les lignes de données mais aussi de graver davantage de creux et de plats, donc de données, sur un même espace. On peut constater cette évolution sur le document 6 entre le CD, le DVD et le blu-ray.

Il faut diminuer l (distance entre 2 lignes consécutives), alors D (diamètre du spot) doit aussi diminuer donc $\frac{\lambda_0}{NA}$ doit aussi diminuer.

Il faut en revanche veiller à pouvoir lire les données donc à ce que $D < 2l$: le spot ne doit éclairer qu'une ligne à la fois. Ceci est vérifié.

4.5. Un disque blu-ray peut contenir jusqu'à 46 Gio de données, soit environ 4 heures de vidéo haute définition (HD). Calculer le débit binaire de données numériques dans le cas de la lecture d'une vidéo HD (en Mibit/s).

Données : I Gio = 2^{30} octets ; 1 octet = 8 bits ; 1 Mibit = 2^{20} bits

46 Gio de données correspondent à 4 heures de vidéo.

Donc, le débit binaire de données est : D = $\frac{46}{4}$ = 11,5 Gio/h = $11{,}5 \times 2^{30}$ octets/h = $11{,}5 \times 2^{30} \times 8$ bits/h =

D = $\frac{N_{octets}}{\Delta t}$ = $\frac{11{,}5\ .2^{30}.\ 8}{3600}$ bits.s^{-1}. On divise par 2^{20} pour passer en Mibit. Donc D = $\frac{11{,}5\ .2^{30}.\ 8}{3600 * 2^{20}}$ Mibit..s^{-1} = $\frac{11{,}5 * 8}{3600 * 2^{10}}$ Mibit..s^{-1}

D = 26,2 Mibit..s^{-1}.

4. 6. La haute définition utilise des images de résolution d'au moins 720 pixels en hauteur et 900 pixels en largeur. Chaque pixel nécessite 24 bits de codage (8 par couleur primaire).

4.6.1. Calculer la taille d'une image non compressée (HD)

Une image numérique comporte $720 \times 900 = 6{,}48 \times 10^5$ pixels = Définition de l'image.

Or chaque pixel est codé sur 24 bits, **donc une image nécessite** $24 \times 6{,}48 \times 10^5 = 15{,}5 \times 10^6$ bit

Taille de l'image : $\frac{15{,}5 * 10^6}{2^{20}}$ Mibit = **14,8 Mibit ≈ 15 Mibit.** Cela correspond à la valeur recherchée.

4.6.2. Déterminer le nombre d'images par seconde sur l'écran de l'ordinateur (avec le débit d'une video HD de D = 26,2 Mibit..s^{-1})

Le débit de lecture de la vidéo étant de 26,2 Mibit/s et une image nécessitant 15,5 Mibit, on ne peut voir que $\frac{débit\ binaire}{taille\ de\ l'image}$ = $\frac{26{,}2}{15{,}5}$ = 1,77 image / s soit moins de 2 images par seconde (qu'une seule image par seconde).

Un débit de deux images par seconde nécessiterait au moins 31 Mibit/s.

4.6.3. Exploiter une information. Pour éviter l'effet de clignotement, la projection d'une vidéo nécessite au moins 25 images par seconde. Pourquoi faut-il réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression d'image ?

Il fait réduire les données donc réduire la taille numérique des images pour en projeter davantage pour un même débit.

Étant donné qu'il faut au moins 25 images par seconde pour éviter le clignotement (le débit binaire est fixé), la compression de l'image est indispensable.