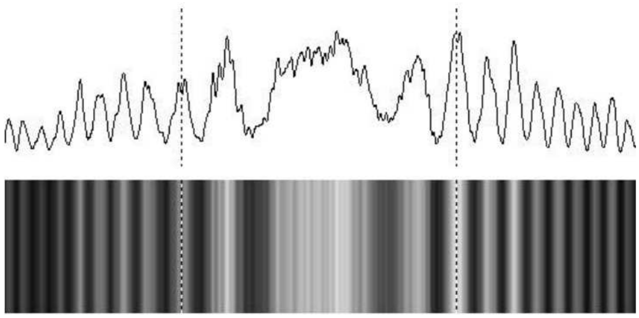
TP DE REVISION : CORRIGES

TP 1 Optique : Interféromètre de Michelson

1-Option 1 : On visualise les anneaux sur un écran placé dans le plan focal image d'une lentille de grande distance focale (environ 1 m) pour que les anneaux soient grands. Pour une meilleure précision, on mesure leur diamètre avec une règle et on divise par deux pour avoir le rayon.
On fait la mesure pour une dizaine d'anneaux.

Option 2 : On visualise les anneaux avec la caméra CCD placée dans le plan focal image d'une lentille de courte distance focale (environ 20 cm) pour que les anneaux soient tous sur le capteur.
On mesure leur diamètre avec les curseurs verticaux et on divise par deux.



2- $R_k^2 = \dfrac{f'^2(k-1)\lambda}{x - x_0}$ => $x_0 = x - \dfrac{f'^2(k-1)\lambda}{R_k^2}$ (Attention : le centre, de rayon nul, est numéroté par k = 1)

Pour la dizaine de valeurs de R_k, on calcule avec cette formule une dizaine de valeurs de x_0.
⇨ x_0 = valeur moyenne de ces dix valeurs
⇨ Incertitude-type $u(x_0)$ = écart-type de ces dix valeurs

3- $R_k^2 = \dfrac{f'^2(k-1)\lambda}{x - x_0}$ => $\lambda = \dfrac{R_k^2(x - x_0)}{f'^2(k-1)}$

Pour la dizaine de valeurs de R_k, on calcule avec cette formule une dizaine de valeurs de λ.
⇨ λ = valeur moyenne de ces dix valeurs
⇨ Incertitude-type $u(\lambda)$ = écart-type de ces dix valeurs

TP 2 Optique : Mesure de l'épaisseur d'une lame de verre

2- Soit un anneau d'ordre p(M) fixé : $p(M) = \dfrac{2e\cos i}{\lambda}$ = constante

On suit l'évolution de cet anneau quand e diminue par translation du miroir (M_1)

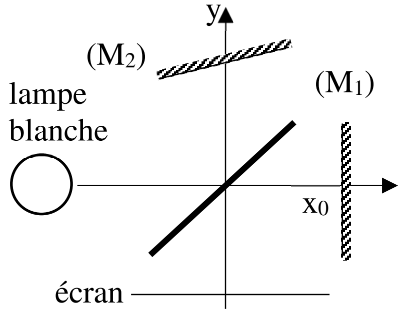
e diminue => cosi augmente => i diminue => r diminue => l'anneau s'approche du centre

Donc : les anneaux rentrent dans le centre lors de la recherche de la teinte plate.

3-Franges localisées sur le coin.

4- On peut mesurer l'épaisseur a d'une lame de verre d'indice n par la méthode suivante :

1°) Situation initiale : On observe les franges colorées en lumière blanche pour une position x_0 du miroir (M_1).
On a alors : $\delta(M) \approx 0$



2°) On interpose la lame de verre sur l'une des deux voies :
La différence de marche varie de $\Delta\delta = 2(n-1)a$
- n-1 car le verre d'indice n remplace l'air d'indice 1
- 2 car la lumière traverse la lame deux fois (aller-retour)

En général $\Delta\delta > 3$ µm, ce qui fait disparaitre les franges colorées et apparaitre le blanc d'ordre supérieur.

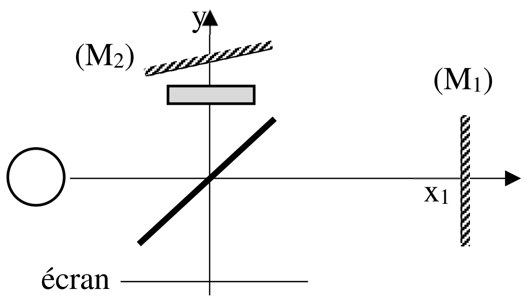
3°) On translate le miroir (M_1) pour retrouver les franges colorées, c'est-à-dire $\delta(M) \approx 0$
La position du miroir (M_1) est alors repérée par l'abscisse x_1.
Le miroir s'est déplacé de $|x_1 - x_0|$

La variation de différence de marche est égale à $2|x_1 - x_0|$

Puisqu'on a retrouvé $\delta(M) \approx 0$, cette variation a compensé celle due à la lame de verre.

Donc : $2(n-1)a = 2|x_1 - x_0|$

D'où : $\boxed{a = \dfrac{|x_1 - x_0|}{n-1}}$



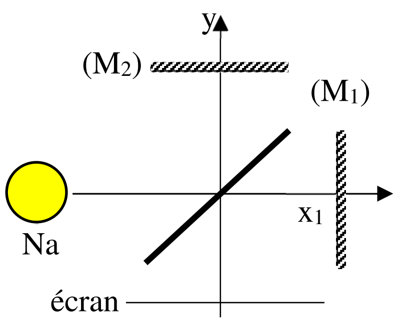
TP 3 Optique : Doublet jaune du sodium

Pour mesurer $\Delta\lambda$ on s'intéresse aux brouillages dus aux deux longueurs d'ondes jaune du sodium :

1°) On part d'un premier brouillage.

On a : $\delta_1(M) = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda_m^2}{\Delta\lambda}$ k entier

La position du miroir (M_1) est repérée par l'abscisse x_1.



2°) On translate (M_1) pour faire apparaître les anneaux.

3°) On arrête la translation quand on atteint le brouillage suivant.

On a : $\delta_2(M) = (k + 1 + \frac{1}{2})\frac{\lambda_m^2}{\Delta\lambda}$

La position du miroir (M_1) est repérée par l'abscisse x_2.

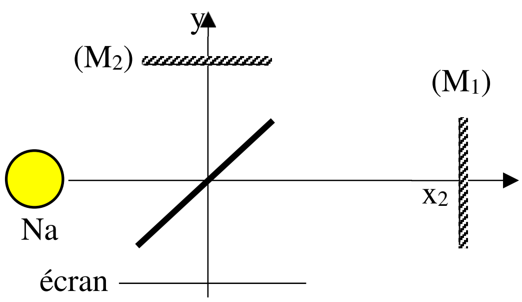
Le miroir s'est déplacé de $|x_2 - x_1|$

Donc : $\delta_2(M) - \delta_1(M) = 2|x_2 - x_1|$

$$\frac{\lambda_m^2}{\Delta\lambda} = 2|x_2 - x_1|$$

D'où : $\boxed{\Delta\lambda = \dfrac{\lambda_m^2}{2|x_2 - x_1|}}$

A.N : $|x_2 - x_1| = 0{,}3$ mm => $\Delta\lambda = 0{,}6$ nm



TP 4 Optique : Mesure de longueur d'onde

Le réglet métallique avec des graduations espacées d'un pas a = 1 mm (voire a = un demi mm selon les réglets) va jouer le rôle de réseau de diffraction par réflexion.

La formule des réseaux par réflexion (voir TP 8) est : $\boxed{\sin\theta_p + \sin\theta_i = p\frac{\lambda}{a}}$ où p est un entier relatif.

En mesurant l'angle d'incidence θ_i , l'angle de diffraction θ_1 dans l'ordre p = 1, on peut calculer λ.

TP 5 Optique : Polarisation

A-1 On fait tourner un polariseur (analyseur) traversé par le faisceau laser. Si on observe une extinction totale de lumière après l'analyseur, c'est que la lumière laser est polarisée rectilignement dans la direction perpendiculaire au repère de l'analyseur.

A-2 On fait passer la lumière polarisée rectilignement dans une lame quart d'onde dont les lignes neutres sont orientées à 45° de la direction de polarisation de l'onde incidente.

A-3 On réalise le montage de la page 2. On détermine les longueurs d'onde éteintes en observant le spectre de la lumière blanche sur l'écran avec un spectromètre.

On peut calculer l'épaisseur e de la lame avec la formule de l'encadré page 3 : $e = \dfrac{p}{\Delta n}\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$

B-1 Loi de Malus : $I_{\text{après l'analyseur}} = I_{\text{avant l'analyseur}}\cos^2\alpha$

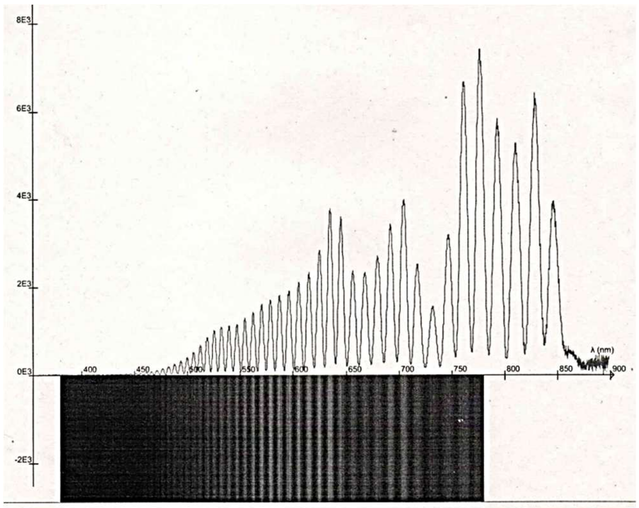
α = angle entre la direction de l'analyseur et la direction de la polarisation rectiligne incidente

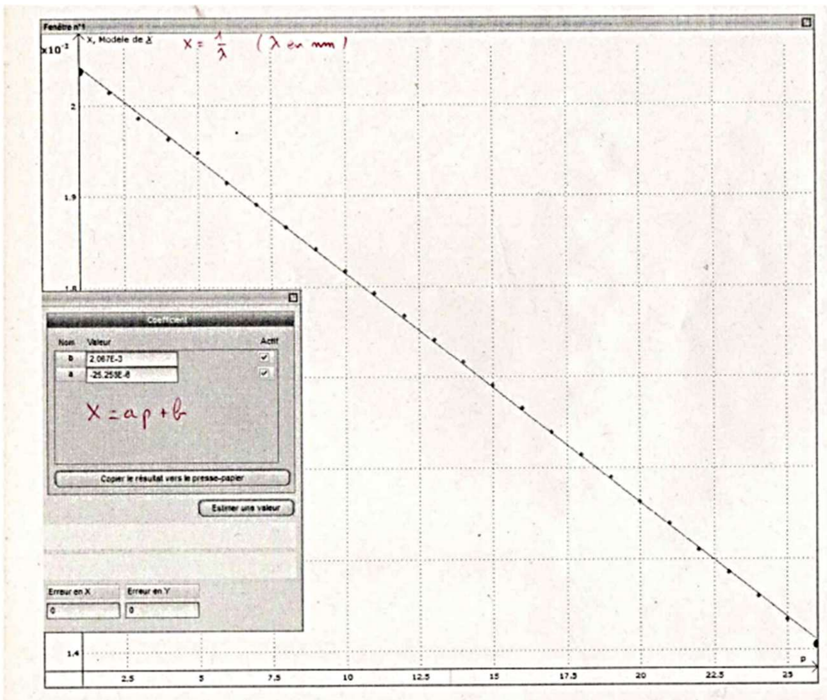
B-2 $I_{\text{après l'analyseur}}$ = constante quel que soit α dans le cas d'une polarisation circulaire

C-2 D'après l'encadré page 3 : $e\Delta n = p\lambda$ p entier

D'où : $\dfrac{1}{\lambda} = \dfrac{1}{e\Delta n}p$

On mesure les longueurs d'ondes λ_p des cannelures et on trace $1/\lambda_p$ en fonction de l'entier p (on choisit arbitrairement p = 1 pour une cannelure dans le violet)
On obtient une droite de pente $1/e\Delta n$.
En calculant la pente, on peut en déduire e.





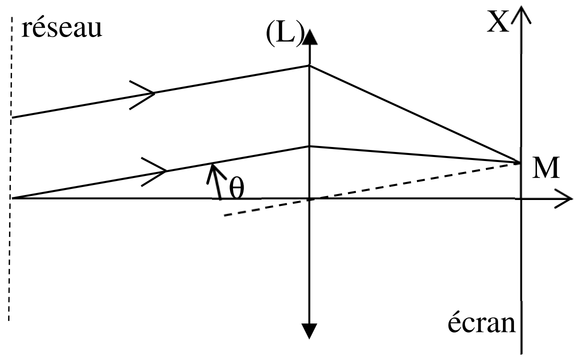
TP 7 Optique : Mesure de longueur d'onde

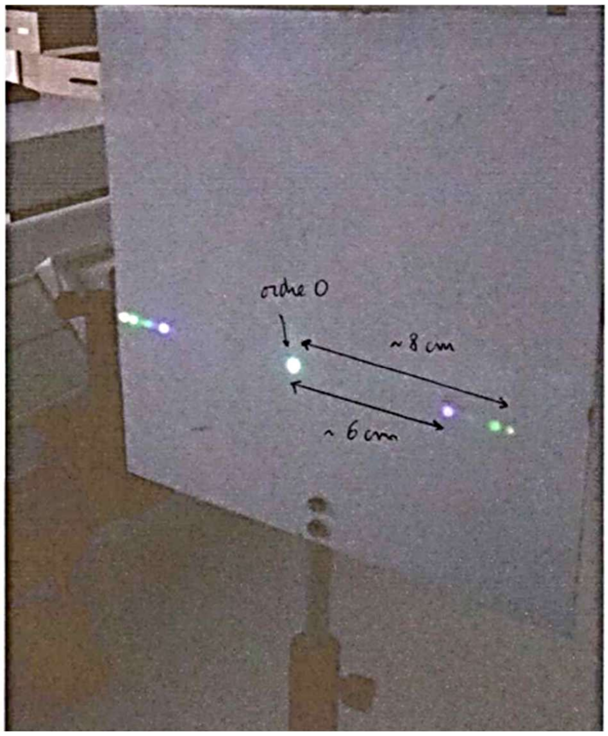
<u>Première et deuxième manipulation</u> :

- On place le diaphragme dans le plan focal objet de (L_0) par auto-collimation
- On choisit pour (L) la lentille de plus grande distance focale pour que les ordres du réseau soient bien écartés sur l'écran

<u>Résolution</u> :

- Le réseau est éclairé en incidence normale, donc $\theta_0 = 0$. On a aussi : $\tan\theta = \dfrac{X}{f'} \approx \theta \approx \sin\theta$
- La formule des réseaux devient $\dfrac{X}{f'} = p\dfrac{\lambda}{a}$ d'où l'abscisse de la longueur d'onde λ dans l'ordre p : $X = p\dfrac{\lambda f'}{a}$
- On mesure sur l'écran dans l'ordre 1 : $X_{violet} = \dfrac{\lambda_{violet} f'}{a} = 6$ cm et $X_{vert} = \dfrac{\lambda_{vert} f'}{a} = 8$ cm
- D'où : $\lambda_{violet} = \lambda_{vert}\dfrac{X_{violet}}{X_{vert}}$ A.N : $\lambda_{violet} = 409$ nm





TP 8 Optique : Identification d'une lampe spectrale

Même principe que le TP 7 sauf que :

- Les ordres ne se présentent plus sous forme de taches circulaires mais sous forme de raies car on a remplacé le diaphragme source par une fentes source.
- Il faut choisir pour (L) la lentille de plus courte distance focale pour que les ordres ne soient pas trop écartés et puissent être observés sur la caméra CCD dont l'objectif a environ 4 cm de large.
- Les abscisses X des raies sont mesurées avec les curseurs du logiciel de la caméra
- On peut alors tracer une courbe d'étalonnage $X = f(\lambda)$ en utilisant les raies connues du mercure
- On mesure les abscisses X des raies de la lampe inconnue et on en déduit leur longueur d'onde grâce à la courbe d'étalonnage.
- Le tableau des longueurs d'onde des éléments fourni permet l'identification de la lampe inconnue.

TP 1 Electronique : Filtrage

1-Pour supprimer les sons graves, il faut un filtre passe-haut. C'est le montage 2 qui convient.

2-La fréquence de coupure est $f_c = \dfrac{1}{2\pi RC}$. On veut $f_c \approx 900$ Hz, on choisit R = 6 kΩ et C = 30 nF.

3-et 4-On observe les tensions d'entrée et de sortie avec les deux voies de l'oscilloscope et on mesure leur amplitude V_e et V_s. On peut tracer le gain $G = V_s/V_e$ ou le gain en décibel $G_{dB} = 20\log(V_s/V_e)$ en fonction de la fréquence f (f en échelle logarithmique pour décrire plusieurs décades, par exemple de 10 Hz à 100 kHz).

On peut aussi utiliser le multimètre en mode dB : les valeurs affichées sont $20\log V_s$ + cste et $20\log V_e$ +cste, il suffit de calculer leur différence pour avoir le gain en décibel.

5-Avec les curseurs de l'oscilloscope, on mesure l'écart de temps τ entre les tensions d'entrée et de sortie. La phase en valeur absolue est : $|\varphi| = 2\pi f\tau$

$\varphi > 0$ si la sortie est en avance sur l'entrée ; $\varphi < 0$ si l'entrée est en avance sur la sortie.

TP 2 Electronique : Filtrage (2)

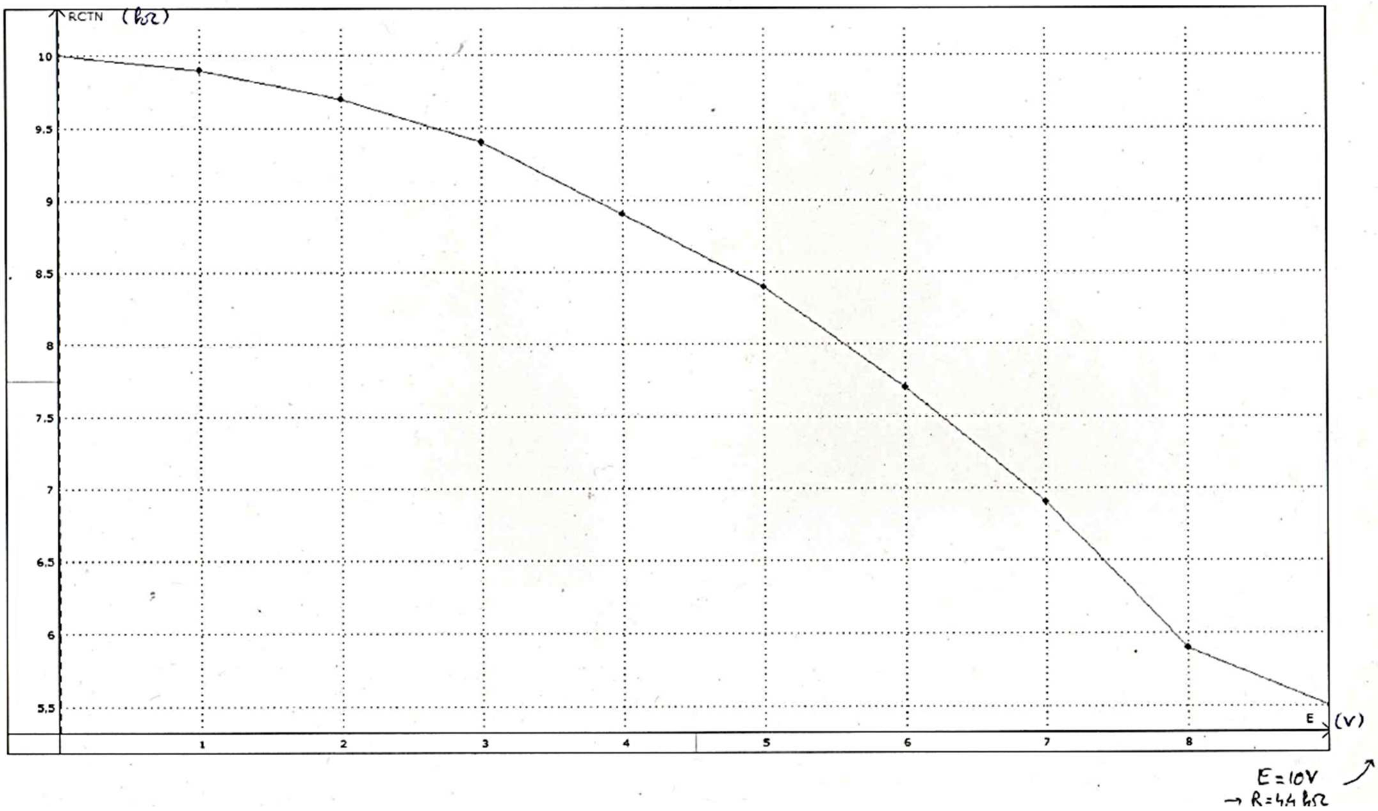
Il faut cette fois un filtre passe-bas, donc c'est le montage 1 qui convient.

TP 3 Electronique : Détecteur de température

I-Etude d'une thermistance

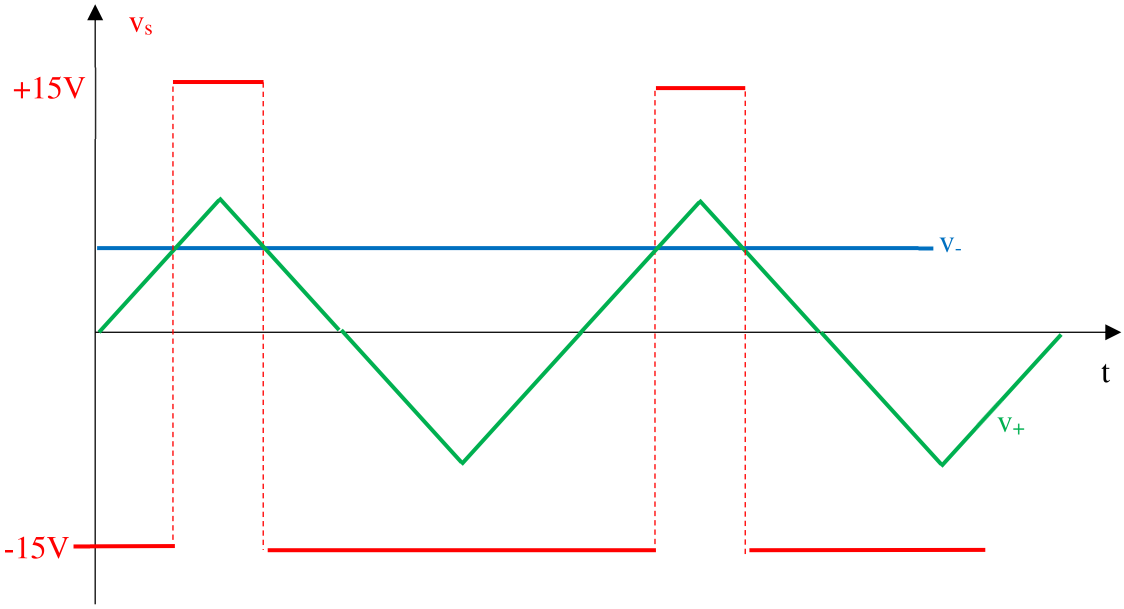
1-P = EI =RI² => $I_{max} = 0,1$ A et $E_{max} = 10$ V

2-R_{CTN} varie environ entre 10 kΩ (E = 0 V => température ambiante) et 5 kΩ (E = 10 V => température maximale)



3-La caractéristique $R_{CTN} = f(T)$ indique que T variait entre 25°C et 45°C. Donc $T_0 \approx 35$°C. Pour cette température $R_{CTN} \approx 6,5$ kΩ.

II-Etude d'un montage comparateur



Si $v_+ > v_-$ alors $v_s = +V_{sat} = +15$ V Si $v_+ < v_-$ alors $v_s = -V_{sat} = -15$ V

Conclusion : le signe de la tension de sortie nous permet de savoir si v_+ est plus grand ou plus petit que v_- d'où le nom de montage comparateur.

III-Montage final

Diviseur de tension : $v_+ = 7{,}5\text{ V}$ et $v_- = \dfrac{R_{CTN}}{R_{CTN}+R}15$

Pour $T < T_0$: $v_+ < v_-$ => -15 V en sortie de l'ALI => LED éteinte
Pour $T > T_0$: $v_+ > v_-$ => +15V en sortie de l'ALI => LED allumée

L'allumage à T_0 aura donc lieu dès que $v_+ = v_-$ => $7{,}5 = \dfrac{R_{CTN}}{R_{CTN}+R}15$ => $R = R_{CTN}(T_0)$

On choisit donc R = 6,5 kΩ

TP 4 Electronique : Circuits impédants-Filtrage

I-Etude du module 1

1-Mesure à l'ohmmètre : r = 35 Ω

2-Méthode pour calculer L :
- On réalise un circuit RLC série avec une capacité C connue
- On observe à l'oscilloscope la tension U_R aux bornes de R pour étudier la résonance d'intensité
- On fait varier la fréquence f pour observer la résonance et on mesure la fréquence $f_{\text{résonance}}$ correspondante
- La formule $f_{\text{résonance}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ permet de calculer L

3-Le module 1 doit couper le courant à 750 Hz, il doit donc avoir une grande impédance pour cette fréquence.

Impédance du module 1 : $\underline{Z}_1 = \dfrac{r + jL\omega}{1 - LC_1\omega^2 + jrC_1\omega}$ => $|\underline{Z}_1| = \sqrt{\dfrac{r^2 + L^2\omega^2}{(1-LC_1\omega^2)^2 + (rC_1\omega)^2}}$

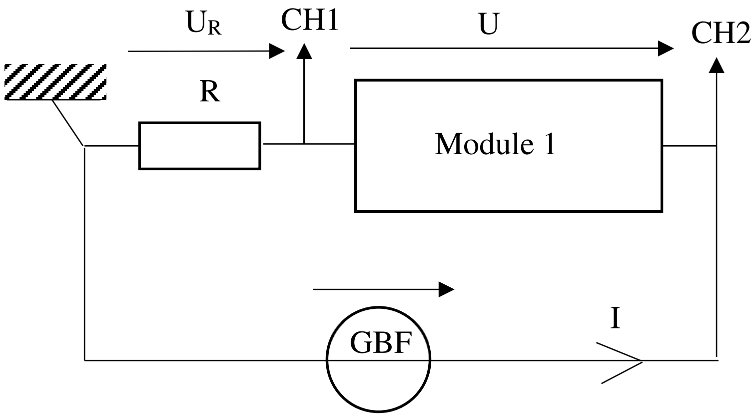
R étant faible, $|\underline{Z}_1|$ sera maximal pour $1 - LC_1\omega^2 = 0$

D'où : $C_1 = \dfrac{1}{4\pi^2 f^2 L}$ avec f = 750 Hz A.N : C_1 = 440 nF

4-On a : $\underline{Z}_1 = Z_1 e^{j\varphi_1} = \dfrac{\underline{U}}{\underline{I}}$. Il faut mesurer le module Z_1 et la phase φ_1 en fonction de la fréquence f.

On réalise le montage suivant avec observation sur les deux voies de l'oscilloscope :

- Sur la voie 1 on observe $U_R = RI$, donc l'intensité I à un coefficient multiplicatif près
- Sur la voie 2 on observe $U_R + U$. Pour avoir U on utilise le menu Maths de l'oscilloscope pour réaliser la soustraction U = CH2 – CH1

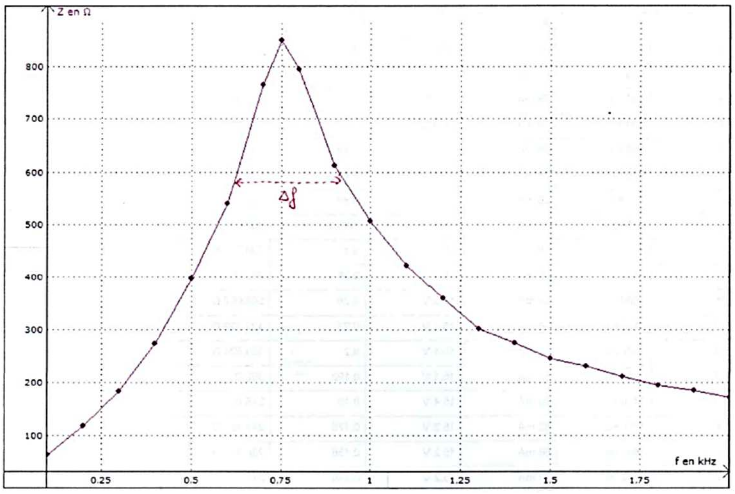


La mesure des amplitudes de U et I permet de calculer le module Z_1 de l'impédance.
La mesure du décalage temporel τ entre U et I permet de calculer la phase φ_1 de la fonction de transfert.

$Z_{1\,max} = 850\ \Omega$ pour $f_0 = 750$ Hz

$Z_{1\,max} / \sqrt{2} = 600\ \Omega$ obtenu pour f = 650 Hz et f = 900 Hz

Donc $\Delta f = 250$ Hz
Et $Q = f_0/\Delta f = 3$



II-Etude du module 2

1-Le module 2 doit laisser passer le courant à 750 Hz, il doit donc avoir une faible impédance pour cette fréquence, mais aussi une grande impédance pour le 50 Hz.
Impédance du module 2 :

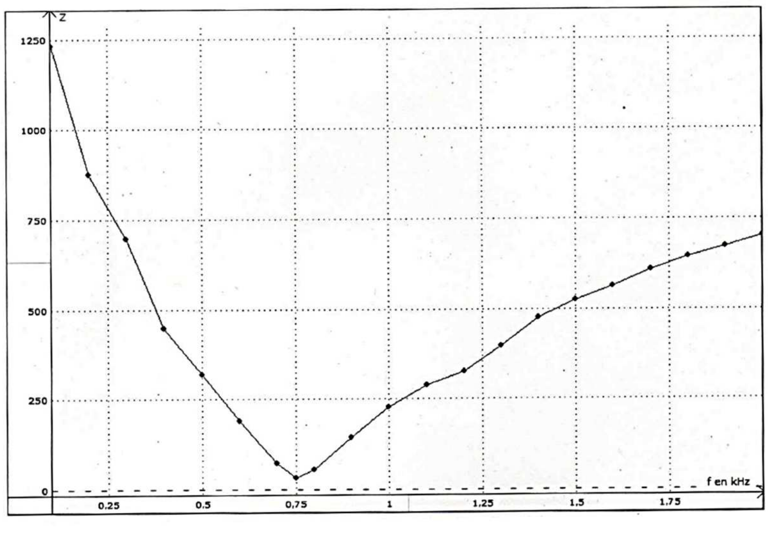
$$\underline{Z}_2 = r + j(L\omega - \frac{1}{C_2\omega})$$

$$\Rightarrow |\underline{Z}_2| = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C_2\omega})^2}$$

$|\underline{Z}_2|$ sera minimal pour $1 - LC_2\omega^2 = 0$

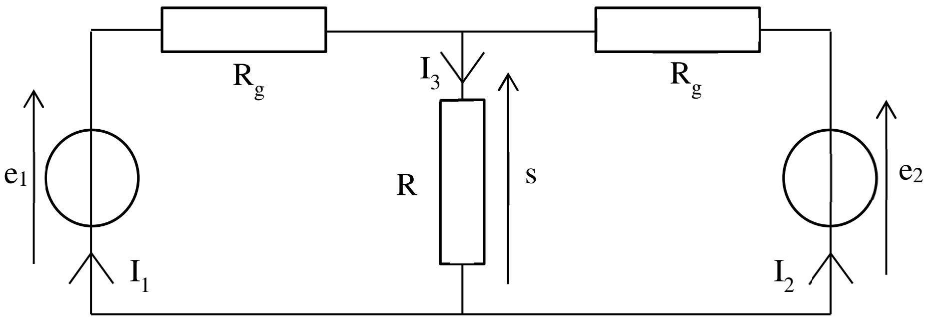
=> $C_2 = C_1 = 440$ nF

2-Même montage que pour le module 1

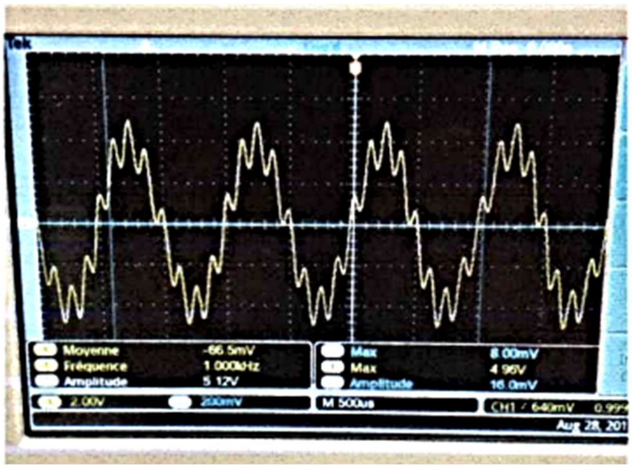


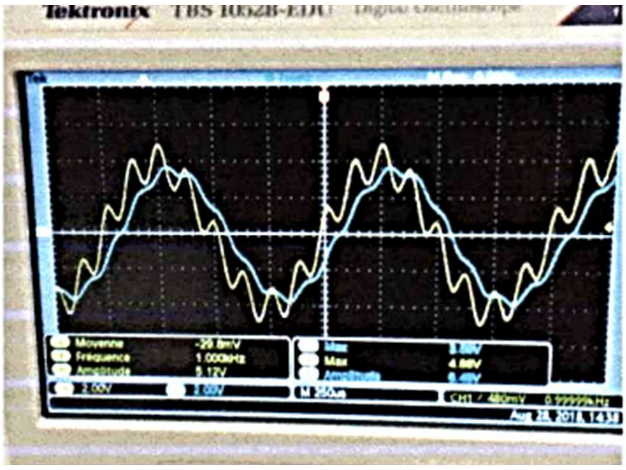
TP 5 Electronique : Filtrage passe-bas

I-Il faut réaliser l'addition d'une tension sinusoïdale de plus grande amplitude (par ex 4 V) et de fréquence 1 kHz avec une tension sinusoïdale de plus petite amplitude (par ex 1 V) et de fréquence 8 kHz.
On branche les deux GBF de résistance interne R_g = 50 Ω aux bornes de R.



Lois des mailles et des nœuds conduisent à : $s = \frac{R}{2R + R_g}(e_1 + e_2)$ Si R >> R_g : $\boxed{s = \frac{1}{2}(e_1 + e_2)}$





Signal d'entrée

Signal d'entrée et signal de sortie

II-On réalise un filtre passe-bas RC. Pour garder 1 kHz et supprimer 8 kHz, on choisit une fréquence de coupure de $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ = 2 kHz. On prend R = 1 kΩ et C = 80 nF

Spectre du signal d'entrée :

- Raie à 1 kHz d'amplitude 4 V
- Raie à 8kHz d'amplitude 1 V

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{1^2}}{4} = 0{,}25$$

Spectre u signal de sortie :

- Raie à 1 kHz d'amplitude 4 V
- Raie à 8 kHz d'amplitude 0,25 V

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{0{,}25^2}}{4} = 0{,}06$$

III-Meilleur filtrage avec un filtre d'ordre 2.

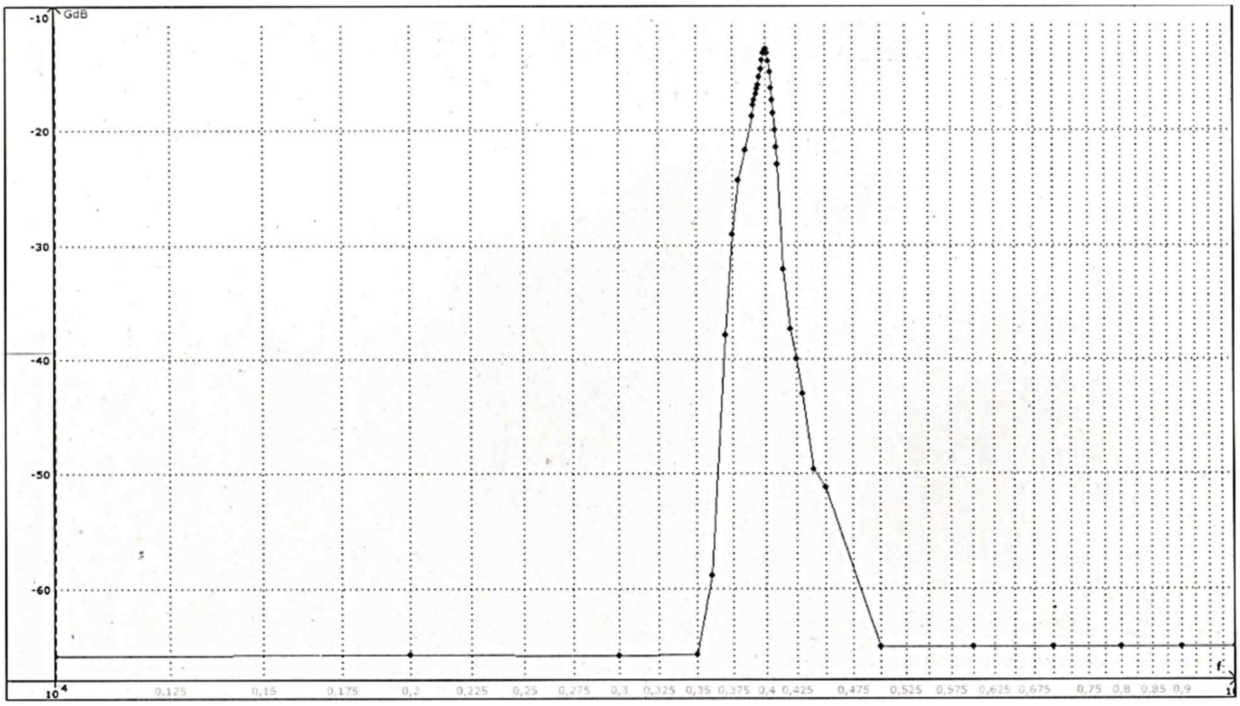
TP 6 Electronique : Ultrasons

I-Etude du système émetteur/récepteur

1-[20 Hz ; 20 kHz]. Au-delà : ultrasons

2-Maximum de la tension de sortie du récepteur pour $\underline{f_{résonance} \approx 40\ \text{kHz}}$

3-



4-

5 et 6-$\Delta f = 40467 - 39513 = \underline{954\ \text{Hz}}$ $\qquad$ $Q = f_{résonance}/\Delta f = \underline{42}$

II-Première méthode de mesure de la célérité du son

1-80% de diazote et 20% de dioxygène. M = 0,8.28 + 02.32 ≈ 29 g.mol^{-1}

2-Voir cours : $\boxed{v_s = \sqrt{\dfrac{\gamma R T}{M}}}$ A.N : T = 293 K => v_s = 343 m.s^{-1}

3-Protocole :

- On observe à l'oscilloscope les tensions sinusoïdales de l'émetteur (voie 1) et du récepteur (voie 2)
- On déplace le récepteur d'une distance D pour faire défiler 20 périodes du signal du récepteur
- On a alors : D = 20λ

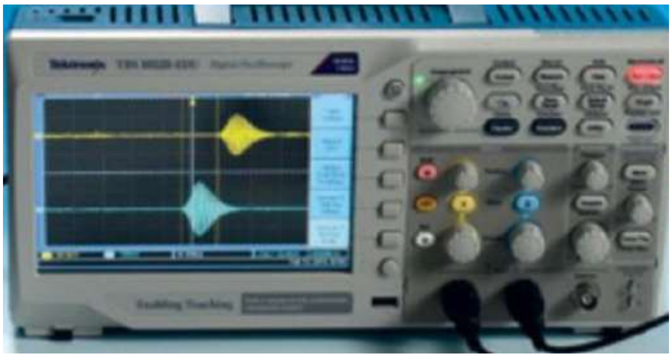
4-Mesure : D = 17,4 cm => λ = 8,7 mm => $v_{s1} = \lambda f$ = 348 m.s^{-1}

5-L'écart peut s'expliquer par l'incertitude de mesure sur D et par le modèle du gaz parfait utilisé pour obtenir l'expression théorique.

III-Deuxième méthode de mesure de la célérité du son

1-Protocole :

- On place l'émetteur et le récepteur à une distance D l'un de l'autre
- On observe à l'oscilloscope un train d'onde émis et un train d'ondes reçu
- On mesure avec les curseurs l'écart de temps Δt entre les deux et on en déduit $v_s = D/\Delta t$



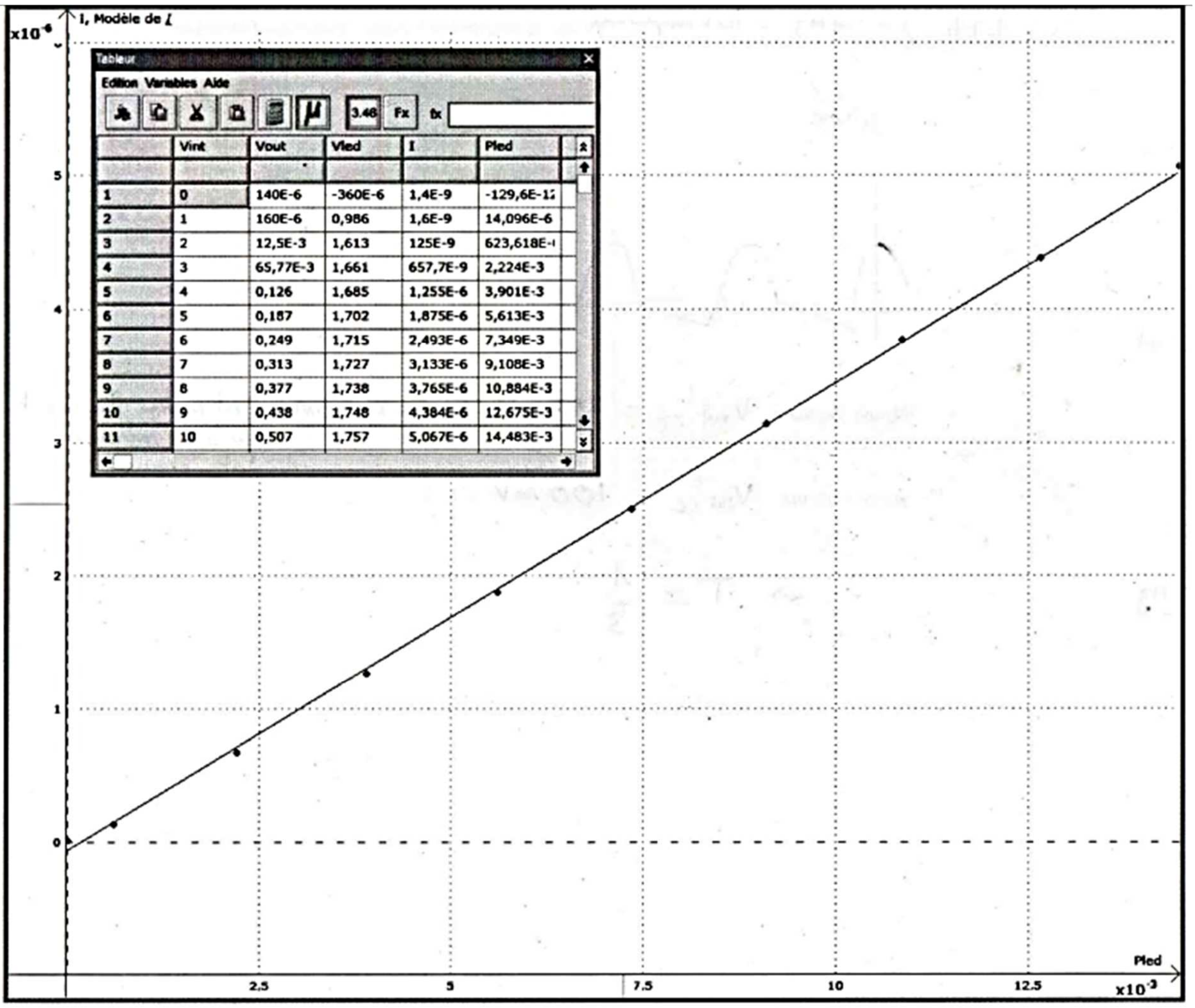
2-On prend D = 22 cm, on mesure Δt = 678 µs, d'où v_{s2} = 324 m.s^{-1}
C'est bien inférieur à v_s. L'imprécision sur la position des curseurs peut expliquer l'écart.

3-On mesure les vitesses de propagation pour des ultrasons de fréquences différentes. Si les vitesses de propagation sont les mêmes, alors le milieu n'est pas dispersif.

TP 7 Electronique : Analyse de verres de lunettes de Soleil

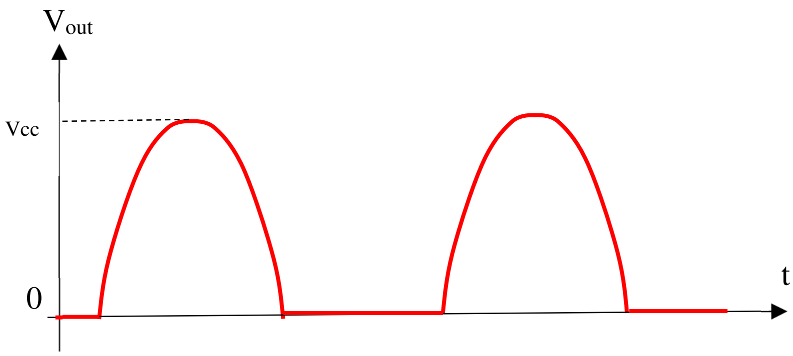
Etape 1 :

- On lit V_{int} sur la source de tension continue et on mesure V_{LED} et V_{out}. Les deux relations fournies permettent de calculer et tracer $I = f(P_{LED})$. La loi est linéaire.



	Vint	Vout	Vled	I	Pled
1	0	140E-6	-360E-6	1,4E-9	-129,6E-1
2	1	160E-6	0,986	1,6E-9	14,096E-6
3	2	12,5E-3	1,613	125E-9	623,618E-
4	3	65,77E-3	1,661	657,7E-9	2,224E-3
5	4	0,126	1,685	1,255E-6	3,901E-3
6	5	0,187	1,702	1,875E-6	5,613E-3
7	6	0,249	1,715	2,493E-6	7,349E-3
8	7	0,313	1,727	3,133E-6	9,108E-3
9	8	0,377	1,738	3,765E-6	10,884E-3
10	9	0,438	1,748	4,384E-6	12,675E-3
11	10	0,507	1,757	5,067E-6	14,483E-3

- Avec une alimentation sinusoïdale, on observe à l'oscilloscope :

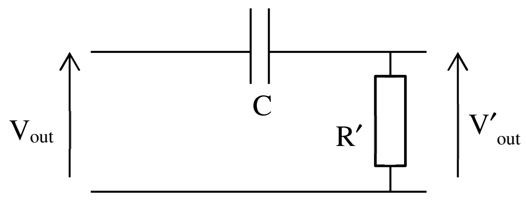


On mesure : $V_{moyen} \approx 140$ mV et $V_{cc} \approx 550$ mV.
Déformation du signal et baisse de V_{cc} au-delà de 5 kHz.

Etape 2 :

- Avec l'éclairage de la salle, V_{out} est une tension de valeur moyenne 150 mV et de fréquence 100 Hz (deux fois le 50 Hz d'alimentation des néons)

Etape 3 :



- On utilise un filtre passe-haut pour supprimer le 100 Hz.
  C = 2,2 nF et R′ = 100 kΩ => $f_{coupure}$ = 720 Hz
- Le signal alimentant la LED ne doit pas être filtré, donc sa fréquence doit être supérieure à fc_{oupure} . On prend par exemple f = 1 kHz.

Etape 4 :

- Sans verre : $V'_{out\ cc}$ = 300 mV   Avec verre : $V'_{out\ cc}$ = 100 mV   Donc : T = 1/3
