

ANNEXE

Resultats préliminaires sur la réponse du PSD à 632 nm

Pin-cushion type Two-dimensional PSD S2044 - Signal Processing Circuit C7563

6 juillet 2009

1 Correspondance entre déplacement et tension de sortie, résolution

Paramètres de l'expérience

Distance LASER-PSD : $d = 20cm$

Diamètre du faisceau non focalisé : $D_0 = 990\mu m$

Diamètre du faisceau au niveau du waist (80%) : $D = 80\mu m$ (focaliser avec lentille de distance focale $f = 5cm$)

Intensité totale (V3 en Volt) : $U_3 = 4,03 \pm 0,2V$

Bandwith : 20 MHz;

Précision des déplacements effectués (table de translation) : $10\mu m$

1.1 Relation entre déplacement et tension de sortie

Depart centré sur $X = 0\mu m$ (et $Y = 0\mu m$) à $\pm 10\mu m$ près.

Valeurs de X,Y, ΔX , ΔY obtenues par moyennage sur > 100 mesures.

Précisions :

– Sur ΔX , ΔY : $\pm 2mV$

– Sur X, Y : $\pm 10mV$

Les déplacements de l'ordre de quelques μm sont perceptibles toutefois la précision des mesures est limitée par le bruit introduit par les composants (et éventuellement par les infimes vibrations de la table?) ce qui permet de mesurer avec certitude uniquement les déplacements supérieurs à $20\mu m$. À noter qu'après moyennage sur un temps long, la position moyenne tend vers la position réelle (qui rappelons-le n'est déterminée qu'à $10\mu m$ près, la principale limitation ici étant la précision de la table de translation). Au premier abord, il semblerait donc que la résolution soit inférieure à $10\mu m$.

Théoriquement, dans les conditions idéales, c'est à dire au alentour du peak wavelength (920nm) et pour un faisceau intense (suffisant pour que le photocourant induit soit bien supérieur au dark current) de $200\mu m$ de diamètre, la résolution devrait être de $0,6\mu m$, ce qu'il paraît difficile de vérifier ici.

Une ensemble de 10 séries de mesure allant de 0 à $1500\mu m$ par pas de $100\mu m$ a été effectués.

À noter que chaque série de mesure se correspond à $\pm 5\mu m$ près ce qui confirme une résolution $< 10\mu m$.

Comme le montre le graphique ci-dessous, il semblerait que la correspondance entre le déplacement et la tension de sortie ne soit pas exactement 1V/mm, puisque dans l'ensemble des mesures effectuées, nous remarquons un léger décalage entre le déplacement réel et le déplacement mesuré : celui-ci ne semble pas augmenter parfaitement linéairement, comme nous pourrions nous y attendre si le voltage de référence n'était pas exactement égal à 2,85V (pour une correspondance simple de 1V/mm), mais augmente tout de même pour atteindre

un écart de $100\mu m$ pour un déplacement de $2mm$ à la surface du PSD, ce qui exclue l'existence d'un offset (qui lui, induirait un écart constant).

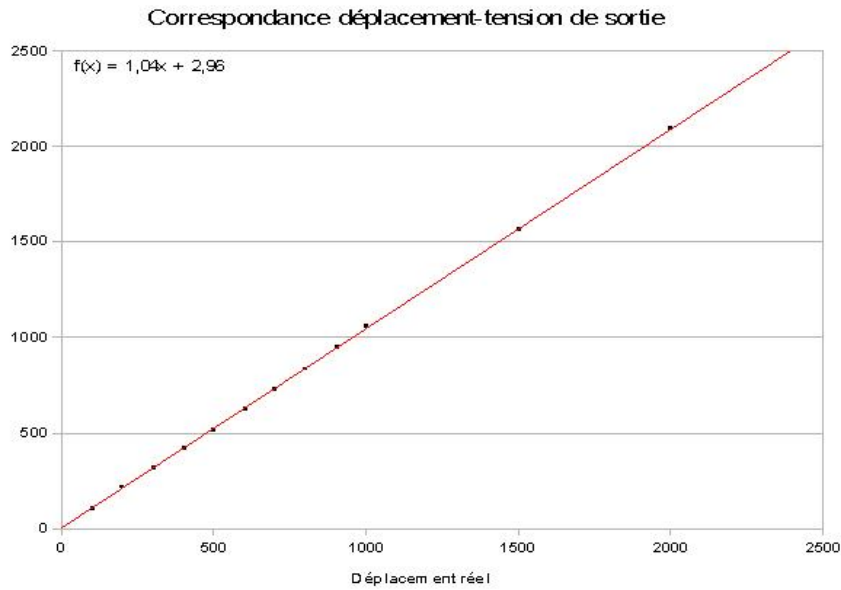


FIGURE 1 – Relation entre le déplacement réel et la tension de sortie

Pente de la droite : 1.04, ce qui signifie une correspondance de $1.04V/mm$
 Ordonnée à l'origine : 2.96, cette valeur non nulle peut être, d'une part expliquée par les imprécisions de déplacement/mesure, et d'autre part par l'erreur sur la position ce qui nous amène à considérer que cela n'implique pas l'existence réel d'un offset.

À ce stade, deux explications sont possibles :

- Le voltage de référence V_{ref} est légèrement supérieur à $2,85V$ et donc la correspondance serait de $1,04V/mm$ au lieu de $1V/mm$, les écarts à la non-linéarité étant inclus dans les incertitudes.
- Ce décalage est due au déplacement lui-même : il est possible que la table de translation induit un écart au déplacement réel à chaque tour, ce qui expliquerait l'augmentation du décalage entre le déplacement mesuré par la règle et celui mesuré par le PSD.

Par ailleurs, pour l'ensemble des 10 séries, la position X est bien reliée à ΔX et U_3 par la relation $X = \frac{Lx}{2} \times \frac{\Delta X}{U_3}$.

1.2 Etude en zone B

Départ centré sur $X = 1200\mu m$, $Y = 0\mu m$. Un ensemble de 3 séries de mesure allant d'un déplacement vertical (Y) de 0 à $1000\mu m$ par pas de $100\mu m$ a été effectués.

Conclusion : Aucune différence entre les valeurs obtenues dans la zone B et précédemment dans la zone A n'est perceptible (à $\pm 10\mu m$ près) ce qui signifie que dans cette zone, l'écart entre la position mesurée du spot light et sa position réelle est $< 20\mu m$.

À noter que théoriquement, cet écart ne devrait pas dépasser $10\mu m$ pour faisceau laser de diamètre $< 500\mu m$, c'est pourquoi, au vu du bruit induit par les composants, nous ne sommes pas en mesure de percevoir cet effet, tant bien même qu'il existe.

2 Influence de l'intensité incidente sur la résolution (V3)

En dessous de 1V, la précision de la mesure est limitée par le bruit induit par les composants électroniques.

Au dessus de 10V, il y a saturation du PSD et celui-ci ne mesure plus aucun déplacement, quelque soit l'amplitude du déplacement.

2.1 Effet de l'atténuation du faisceau, influence light background et bruit

Effet de l'intensité de la lumière incidente déterminé en plaçant divers atténuateurs entre le Laser et le PSD, de manière à modifier l'intensité totale proportionnelle à U_3 .

Pour $U_3 = 2,300 \text{ V}$; $4,030 \text{ V}$; $4,800 \text{ V}$; $8,600 \text{ V}$, aucune différence n'est perceptible sur la mesure de la position : sur un ensemble de 2 séries de mesure, la mesure de la position correspond au déplacement réel effectué par la table de translation, aux imprécisions induites par le bruit près ($\pm 10 \mu\text{m}$).

2.2 Seuil de saturation

À $U_3 = 11,91\text{V}$, aucun déplacement n'est visible. Il semblerait qu'au dessus de 10V, aucunes mesures de position du spot light n'est possible. L'influence de la concentration d'un faisceau d'intensité moyenne sur une très faible zone (par focalisation excessive) reste à déterminer avec plus de précision.

3 Influence du diamètre du faisceau sur la résolution

Diamètre de sortie : $D_0 = 0,75\text{mm}$

Divergence : $\alpha = 1,2\text{mrd}$

Rayon du faisceau à une distance d : $R = R_0 + \alpha d$

Plusieurs mesures effectuées avec un faisceau de diamètre allant de $100 \mu\text{m}$ à 2mm .

Conclusion : Influence nulle du diamètre en dessous de 1mm , et faible jusqu'à $1,5\text{mm}$ (précision à $\pm 20 \mu\text{m}$ près à $1,5\text{mm}$). La principale limitation induite par un faisceau gaussien de largeur $> 1\text{mm}$ est la réduction de l'amplitude des déplacements perceptibles. En effet, lorsque qu'une partie du faisceau sort de la zone activée, cela induit une erreur sur la position mesurée : la position du spot light mesurée est inférieure à la position réelle.

4 Conclusions générales

Relation entre déplacement et tension de sortie

- Relation déplacement-tension : $1,04\text{V/mm}$?
- Correspondance entre ΔX et X : à partir de V1 et V3, il est possible de retrouver V4 à $\pm 20\text{mV}$ près.
- Pas d'erreur sur la position perceptible en zone B ($< 10 \mu\text{m}$)

Influence de l'intensité incidente sur la résolution

- Pas d'influence significative de l'intensité incidente sur la résolution : En dessous de 1V, la précision de la mesure est limitée par le bruit induit par les composants électroniques et au dessus de 10V, il y a saturation du PSD et celui-ci ne mesure plus aucun déplacement, quelque soit l'amplitude du déplacement.
- Seuil de saturation $< 11,91\text{V}$ en V3 : en régime saturé, aucune mesure de position n'est possible.
- À 632 nm , l'effet du light background est nul : pas d'influence sur la mesure (lumière éteinte ou allumée) ; pour une faible intensité incidente, le bruit induit par le light background est imperceptible, celui-ci étant inférieur au bruit induit par les composants électroniques.
- Pas de problème de saturation du PSD par light background. Filtre non nécessaire.

Influence du diamètre du faisceau sur la résolution

- Aucune influence perceptible sur la résolution ($< 20\mu m$) du moment que le diamètre est inférieur à $\approx 1,5mm$
- Limitation majeure : plus le faisceau est large, plus l'amplitude du déplacement mesurable est limité car si une partie du faisceau sort de l'aire activée (4,7 x 4,7), cela induit des erreurs sur la position.
Typiquement, avec un faisceau de diamètre 1mm, on peut mesurer des déplacements par rapport au centre jusqu'à 2mm.

Temps de réponse du PSD à un déplacement

Pas estimable car impossibilité d'effectuer des déplacements de l'ordre du MHz. (Temps de réponse typique : $< 1\mu s$).

Résolution $< 5\mu m$