

PLATEFORME DE CARACTERISATIONS ELECTRO-OPTIQUES

Correspondant : J.P. Salvestrini

+33 (0)3.87.37.85.67

+33 (0)3.87.37.85.59

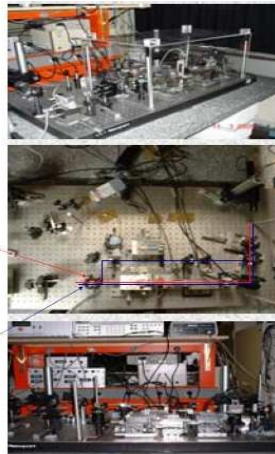
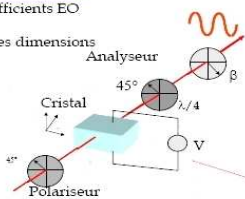
salvestr @ metz.supelec.fr

Description générale

Nous avons conçu, installé et mis au point un certain nombre de **méthodes et techniques de mesure de coefficients électro-optiques (EO)**, dont certaines sont tout à fait originales. Les méthodes de mesure développées sont à la fois très sensibles, très précises et n'introduisent pas d'erreurs systématiques non accessibles.

- Montage de Sénarment

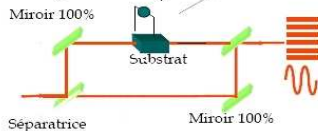
- + Combinaison de coefficients EO
- + Echantillon de petites dimensions
- + DC - 150 MHz



- Montage Interférométrique

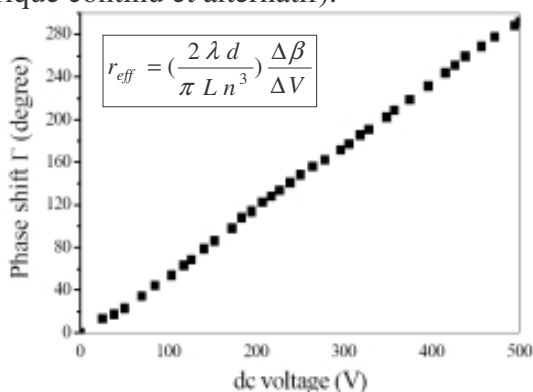
- + Coefficient EO séparé
- + DC et BF

- Très bonne qualité de cristaux



Méthode statique

La méthode la plus précise détecte des variations d'indice, ou de biréfringence, au mieux de 10^{-8} , et fournit la **valeur du coefficient EO à fréquence nulle** lorsqu'un champ électrique continu est appliqué à l'échantillon. Elle est fondée sur la détection du signal optique modulé à une fréquence double de celle du signal électrique alternatif modulant. Par compensation, elle permet la mesure directe du déphasage induit par l'application d'un champ électrique statique (superposition de champ électrique continu et alternatif).

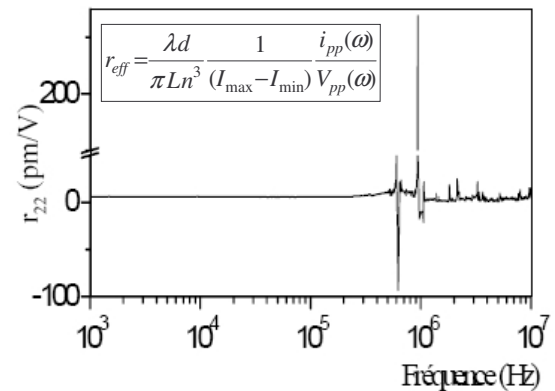


$\Delta\beta$: angle d'analyseur ou déphasage introduit pour compenser l'effet de la tension ΔV

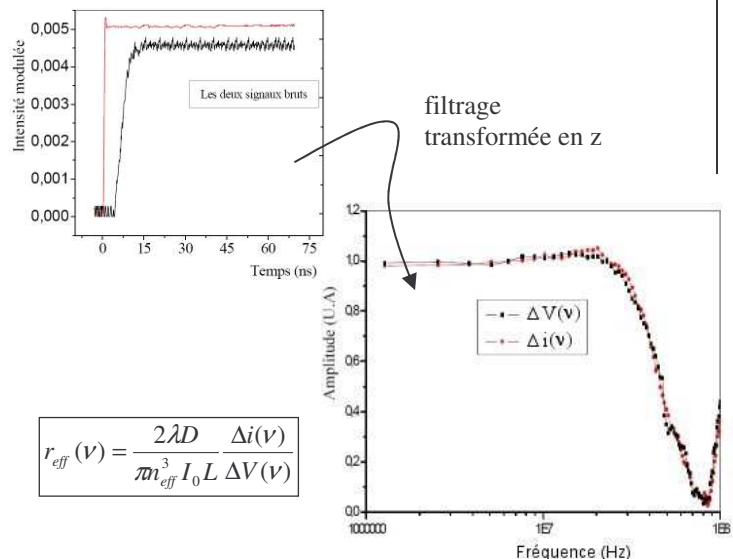
Comportement en fréquence

Le comportement en fréquence du coefficient EO est déduit :

- soit d'une technique qui permet d'accéder au **taux de modulation par des mesures d'intensités**, lorsque seul un champ alternatif est appliqué à l'échantillon;



- soit d'une technique de **mesure résolue en temps**, fondée sur la réponse EO à un échelon de tension, pour déterminer les caractéristiques EO dans une plage de fréquence plus grande. La dispersion en fréquence est obtenue après une opération de transformation en z de la réponse.



Caractéristiques

Matériaux / dispositifs analysables :

Tout matériaux isolants, sous forme de cristaux massifs (propagation en optique libre) ou de guides d'ondes plans ou canaux (propagation guidée).

Conditionnement des échantillons :

Dépôt d'électrode nécessaire (laque d'argent, or, ...). Polissage des faces de lumière. Dimensions min.: $1 \times 1 \times 2 \text{ mm}^3$, le rapport long. sur épaisseur doit être le plus grand possible. Forme: parallélépipède.

Gammes de travail et performances :

Gamme de longueur d'onde	530 nm, 633 nm, 810 nm, 1340 nm, 1550 nm
Gamme de température	Ambiante ± 20 °C
Gamme de fréquence	0 – 150 MHz (1 GHz)
Gamme de tension	3 kV
Résolution	10^{-8} sur la variation d'indice ou de biréfringence
Précision	5 – 10 %

Compétences et savoir-faire particuliers

L'association des techniques de mesures EO à d'autres caractérisations menées au laboratoire permet d'accéder à la **compréhension des mécanismes physiques à l'origine des propriétés EO**, et plus généralement de la susceptibilité non linéaire d'ordre 2 (coefficient Pockels) et haute fréquence (coefficient de génération de seconde harmonique). Ainsi les mesures EO et diélectriques dans une même gamme de fréquence (0–1GHz) permettent de **comparer les dispersions EO et diélectrique d'un cristal** et de **déterminer les contributions acoustiques d'origine piézo-électrique**. Les mesures des intensités des modes optiques par diffusion Raman permettent quant à elles d'**évaluer les contributions ioniques et électroniques** de la susceptibilité d'ordre 2. Ces potentialités techniques ont été mises à profit dans le cadre de collaborations pour mesurer les coefficients EO de nouveaux cristaux, notamment au sein du réseau CNRS CMDO (Cristaux Massifs et Dispositifs pour l'Optique).

La complémentarité des deux techniques (Sénarmont et interféromètre) nous permet de **mesurer l'ensemble des coefficients du tenseur EO**. On constate également dans l'exemple ci-dessous la grande sensibilité des méthodes, puisque l'on a pu mesurer des coefficients de l'ordre de quelques dixièmes de pm/V.

ϵ_{ij}		r_{ijk}^T (pm/V)	Interferometre	Sénarmont
ϵ_{11}	5.25	r_{113} (r_{13})	1.8 ± 0.2	–
ϵ_{22}	6.3	r_{223} (r_{23})	2 ± 0.2	–
ϵ_{33}	5.95	r_{333} (r_{33})	-6.1 ± 0.6	–
		$ r_{232} $ ($ r_{42} $)	–	0.2 ± 0.04
		$ r_{131} $ ($ r_{51} $)	–	1.8 ± 0.3
		r_a	9.2 ± 1.8	11 ± 1.2
		r_b	9.5 ± 1.5	9.5 ± 1
		r_c	-0.3 ± 0.1	-0.3 ± 0.04

Tableau 1 : Résultats obtenus pour 2A5NPDP

		2A5NPLT	2A5NPDP
r_a	BF	32 pm/V	11 pm/V
	HF	30,5 pm/V	10 pm/V
r_b	BF	30,3 pm/V	9,5 pm/V
	HF	29 pm/V	–

Tableau 2 : Comparaison des propriétés EO de 2A5NPDP et 2A5NPLT

Résultats obtenus avec J. Zaccaro et A. Ibanez de Grenoble (action d'échange soutenue par le **GDR Matériaux ONL**) (1998-2002)

Références :

- "Frequency Dispersion of Electro-optical Properties over a Wide Range by Means of Time-Response Analysis", M. Abarkan, J.P. Salvestrini, M. Aillerie and M.D. Fontana, Appl. Optics, 42, n°13, 2346-2353, 2003.
- "Measurement of the electro-optic coefficients: description and comparison of the experimental techniques", M. Aillerie, N. Theofanous and M.D. Fontana, Appl. Phys. B, 70, 317-334, 2000.
- "Combined Effects due to Phase, Intensity and Contrast in Electro-optical Modulation", L. Guilbert, J.P. Salvestrini, H.Hassan and M.D. Fontana, IEEE J. Qu. Elect., 35, n°3, 273-280, 1999.
- "Electro-optic, Thermo-optic and Dielectric Properties of YCOB and Nd:YCOB Crystals : A Comparative Study", M. Abarkan, J.P. Salvestrini and M.D. Fontana, J. Opt. Soc. Am. B. 22, N°. 2 398-406, February 2005.