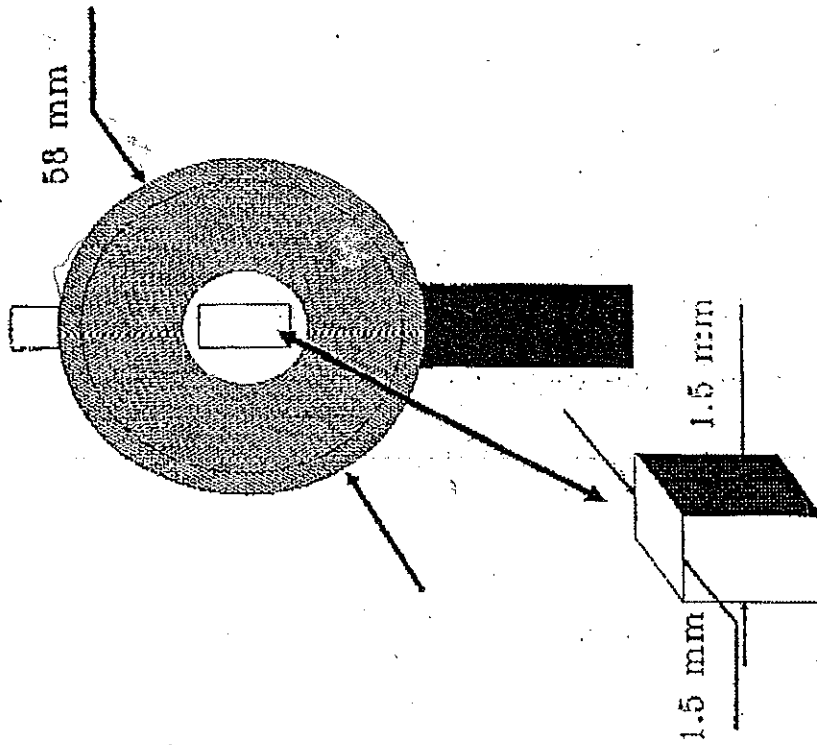


# Laser Beam Modulator



PLZT active element

## Laser Beam Modulator

**Active Element:** - transparent electrooptic PLZT ceramics

**Mode of Operation:** - Kerr effect - transversal quadratic electrooptic effect

**Advantages:**

- broad transparency range
- small size
- simple adjusting and operating
- low operating voltages
- high fidelity
- low price

**Disadvantages:** - compared with modulators using single crystals - not so high optical homogeneity in the short wavelength region

**Application:** - laser beam phase or amplitude modulation used in science, industry, medicine, etc.  
- Kerr effect demonstration in schools and universities

### Technical Characteristics

Transparency range 0.4-5.6  $\mu\text{m}$   
 Optical losses less than 20% (infrared losses)  
 Aperture 1.5 mm  
 Half-wave voltage\* 400-1000 V  
 Switching speed\* 0.1-10  $\mu\text{s}$  (100 kHz)  
 Length of active element in direction of laser beam 1.5 mm

\* characteristics can be varied by changing the composition of PLZT ceramics

P8.2



PHTWE SYSTEME GMBH

Robert-Savary-Str. 10  
 Postfach 600  
 D-34109 Böttingen - W. Germany  
 Telefon (055 61) 5 04-0  
 Telex 80000 PHTWE D  
 Telefax (055 61) 5 01 11 PHTWE  
 Telex (05 51) 80 41 15

# LASER BEAM MODULATOR

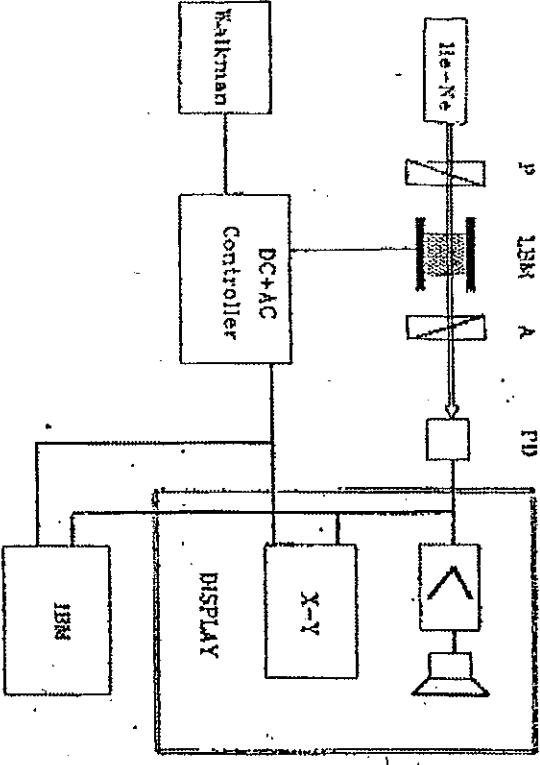
Desiener

- on electrooptic PLZT ceramics having the following advantages
- \* large electrooptic coefficients
- \* low operation voltages
- \* low cost

Application in Demos

- demonstration of
- \* Kerr effect
- \* principles of signal transmission by laser beam

Experimental Set-Up for demonstrations



- IBM
- He-Ne
- P, A
- DC+AC Controller
- Walkman

DISPLAY

- laser beam modulator (technical characteristics added)
- He-Ne laser (1-5 mW) beam diameter 1-1.5 mm
- polarizator and analyzer
- laser beam modulator control unit producing DC voltage (bias) and AC modulation voltage (technical characteristics added)
- audio signal source
- "Walkman" type cassette recorder (output level 0.5 V)
- \* X-Y display for Kerr effect demonstration
- \* AC amplifier with speaker for audio signal transmission demonstration
- computer (IBM or compatible) for displaying and processing of data

IBM

# TRAVAUX PRATIQUES EN PHYSIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR - PARTIE 5

(site de la page 1)

(148/23/92)

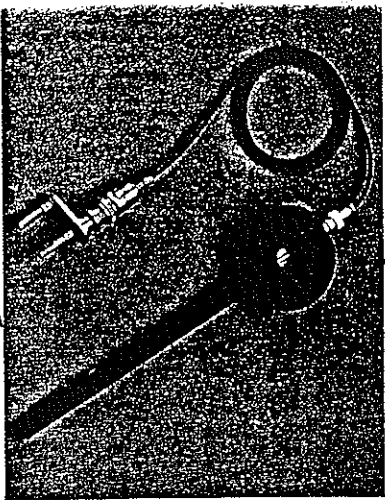


Fig. 2: Élément PLZT (3463.06TTC)

Un rayon extraordinaire et la lumière qui oscille perpendiculairement au champ rayons ordinaires ont des indices de réfraction correspondants  $n_{ao}$  et  $n_o$ . La distance traversée par la lumière dans l'élément PLZT, on obtient pour la différence optique de la course des deux ondes :

$$l(n_{ao} - n_o)$$

qui correspond à un déphasage de

$$\Delta = 2\pi \frac{l}{\lambda} (n_{ao} - n_o) \quad (1)$$

La longueur d'onde dans le vide. D'autre part on sait que le déphasage est proportionnel

## L'effet Kerr

à la longueur  $l$  et au carré de l'intensité de champ. Si on désigne le coefficient de proportionnalité par  $2\pi K$ , on obtient :

$$\Delta = 2\pi K l E^2 \quad (2)$$

K est la constante de Kerr,

On peut exprimer  $E$  à l'aide de la tension appliquée  $U$  et la distance entre les électrodes  $d$ .

$$E = \frac{U}{d} \quad (3)$$

Pour le montage expérimental donné (polarisateur et analyseur croisés et à  $45^\circ$  du champ électrique de l'élément PLZT) on obtient pour l'intensité  $I$  de la lumière qui sort de l'analyseur la relation suivante :

$$I = I_0 \sin^2 \frac{\Delta}{2} \quad (4)$$

$I_0$  est l'intensité de la lumière qui sort de l'analyseur si celui-ci se trouve dans la même direction que le polarisateur et si l'intensité du champ électrique dans l'élément PLZT a la valeur zéro.

En substituant  $\Delta$  dans (4) par (2) et en utilisant (3) on obtient

$$I = I_0 \sin^2 \frac{\pi K l U^2}{d^2} \quad (5)$$

En réduisant cette équation on obtient :

$$U^2 = \frac{d^2}{\pi K l} \cdot \arcsin \sqrt{\frac{I}{I_0}} \quad (6)$$

En portant dans une représentation graphique  $U^2$  sur un axe et  $\arcsin \sqrt{I/I_0}$  sur l'autre on obtient une ligne droite. La pente de cette ligne donne la constante de Kerr  $K$ , parce que les dimensions géométriques de l'élément Kerr  $l$  et  $d$  sont connues.

La tension a été variée dans la présente expérience entre 300 et 600 Volt en pas de 50 Volt. Avec  $l = 1,5$  mm et  $d = 1,5$  mm on obtient une constante de Kerr de

$$K = 2,1 \cdot 10^{-9} \left[ \frac{m}{V^2} \right]$$

En comparant cette valeur avec celle du nitrobenzène

$$4,3 \cdot 10^{-12} \left[ \frac{m}{V^2} \right],$$

on voit que la constante de l'élément PLZT est environ  $5 \times 10^2$  fois plus importante que celle du nitrobenzène. L'intensité de la lumière qui sort de l'analyseur est mesurée à l'aide d'une diode photoélectrique au silicium avec amplificateur.

En superposant une tension alternative d'une audiofréquence et en connectant un haut-parleur à l'amplificateur on peut démontrer le fonctionnement d'un modulateur électro-optique.

### Material

| Material                             | No de Cde Nb |
|--------------------------------------|--------------|
| Lampe de poche, mod. moyen, s. pile  | 08164.00 1   |
| Pile 1,5 V, baby                     | 07922.01 2   |
| PLZT-élément Kerr                    | 08644.00 1   |
| Alimentation h.t. 0-10 KV            | 13670.93 1   |
| Haut-parleur 8 Ohms/5 Kohms          | 13766.00 1   |
| Filtre de polarisation sur tige      | 08610.00 2   |
| Voltmètre 0,3-300 V CC, 10-300 V CA  | 07035.00 1   |
| Multimètre manuel digital 2 A, LCD   | 07132.00 1   |
| Pile 9 V                             | 07496.10 1   |
| Banc optique à profil, $f = 1000$ mm | 08282.00 1   |
| Base p. banc opt. à profil, réglable | 08284.00 2   |
| CursEUR p. banc opt. à profil,       |              |
| $h = 30$ mm                          | 08286.01 5   |
| Photopile au silicium                | 07937.00 1   |
| Distributeur                         | 06024.00 1   |
| PEK douille E 10, G1                 | 17049.00 1   |
| Ampli de mesure universel            | 11761.93 1   |
| Générateur de fonctions              | 11764.93 1   |
| Ampli de mesure BF                   | 11741.93 1   |
| Laser, He-Ne 1,0 MW, 220 V CA        | 08181.93 1   |
| Cable blindé BNC, $l = 750$ mm       | 07542.11 2   |
| Adapt., douille BNC/Fiches 4 mm      | 07542.27 1   |
| Fil de connex., 500 mm, jaune        | 07361.02 1   |
| Fil de connex., 750 mm, rouge        | 07362.01 3   |
| Fil de connex., 750 mm, bleu         | 07362.04 3   |

## L'effet Kerr

Nous allons prochainement continuer les travaux pratiques en physique pour l'enseignement supérieur avec la partie 5, qui comporte beaucoup d'expériences intéressantes concernant l'effet Kerr, le pompage optique, les lasers solides et à gaz et d'autres effets intéressants.

Nous présentons ici une description abrégée de l'expérience de la biréfringence électrique qui est aussi connue sous le nom « effet Kerr ».

Déjà, en 1875 Kerr a trouvé qu'une plaque de verre qui est soumise à un fort champ électrique produit une double réfraction. Cet effet n'est pas dû à des déformations physiques de la plaque, parce qu'on peut observer le même phénomène avec des liquides et même avec des gaz.

Un liquide soumis à un champ électrique devient optiquement équivalent à un cristal biréfringent uniaxe, dont l'axe serait parallèle au champ. Parce qu'une partie des molécules est polarisée, celles-ci s'alignent en direction du champ. Le degré de cet alignement dépend de l'intensité du champ et de la température. Une onde polarisée rectilignement qui entre perpendiculairement à la direction du champ et qui a un vecteur de Fresnel qui forme par exemple un angle de  $45^\circ$  avec le champ électrique appliqué est soumise à la biréfringence. L'effet est particulièrement important pour le nitrobenzène qui, pour cette raison, est utilisé le plus souvent pour démontrer le phénomène, ce qui présente l'inconvénient que le nitrobenzène est très toxique et qu'il faut travailler avec des hautes tensions de plusieurs kV.

Une matière beaucoup plus avantageuse est le matériel céramique PLZT (un composé de plomb, lanthane, zirconium et titane) qui produit une biréfringence plus que cent fois plus impor-

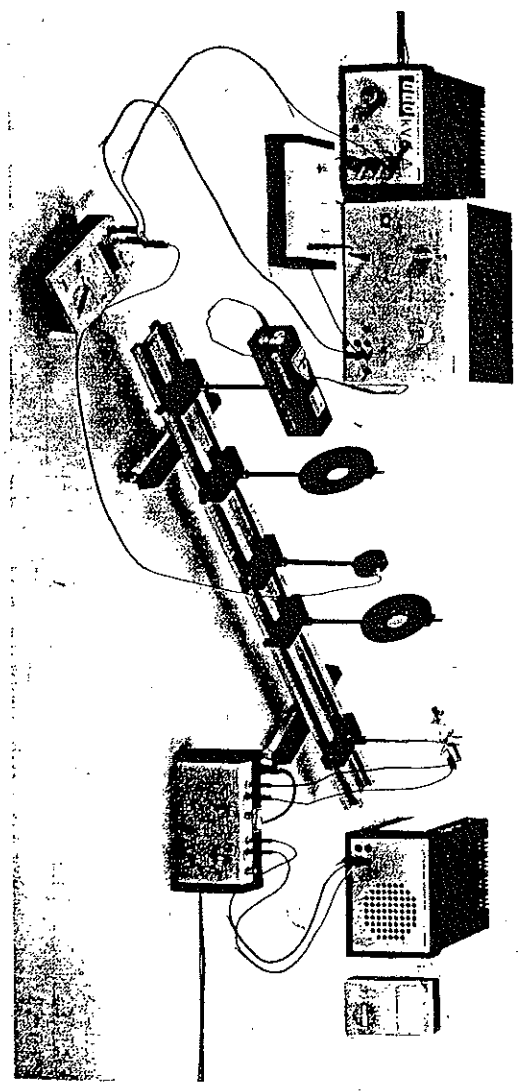


Fig. 1. Montage expérimental pour l'effet Kerr

tante, ce qui permet d'étudier l'effet Kerr avec des tensions de quelques centaines de Volt. L'élément PLZT de PHYWE (fig. 2) est transparent pour les longueurs d'onde entre 0,4 et 5,6  $\mu\text{m}$ . Sa composition chimique correspond à  $\text{Pb } 0,9125, \text{La } 0,0875, \text{Zr } 0,65, \text{Ti } 0,3503$ . Son comportement vis-à-vis de la transmission de la lumière correspond à un polycristal transparent.

Suivant la figure 1 la lumière du laser He/Ne traverse le polarisateur où elle est polarisée dans la verticale. Elle entre ensuite dans l'élément PLZT qui est fixé dans son support à  $45^\circ$  degré de la verticale. On peut considérer l'onde polarisée rectilignement comme une superposition de deux ondes qui sont en phase. Une des ondes est polarisée perpendiculairement et l'autre

parallèlement à l'élément PLZT ou au champ électrique auquel l'élément PLZT est soumis. Ces deux ondes traversent l'élément PLZT avec des vitesses différentes. L'onde qui oscille parallèlement au champ électrique de l'élément PLZT est retardée par rapport à l'onde qui oscille dans un plan vertical au champ. Ceci introduit un déphasage entre les deux ondes. Par conséquent la lumière est polarisée elliptiquement à la sortie de l'élément Kerr (élément PLZT) et l'analyseur qui est monté derrière l'élément Kerr à  $90^\circ$  du polarisateur ne peut plus effacer la lumière.

On appelle la lumière dont le vecteur de Fresnel oscille parallèlement au champ électrique (suite page 3)

Ed Blake Kerr

ENUSPE 92/65

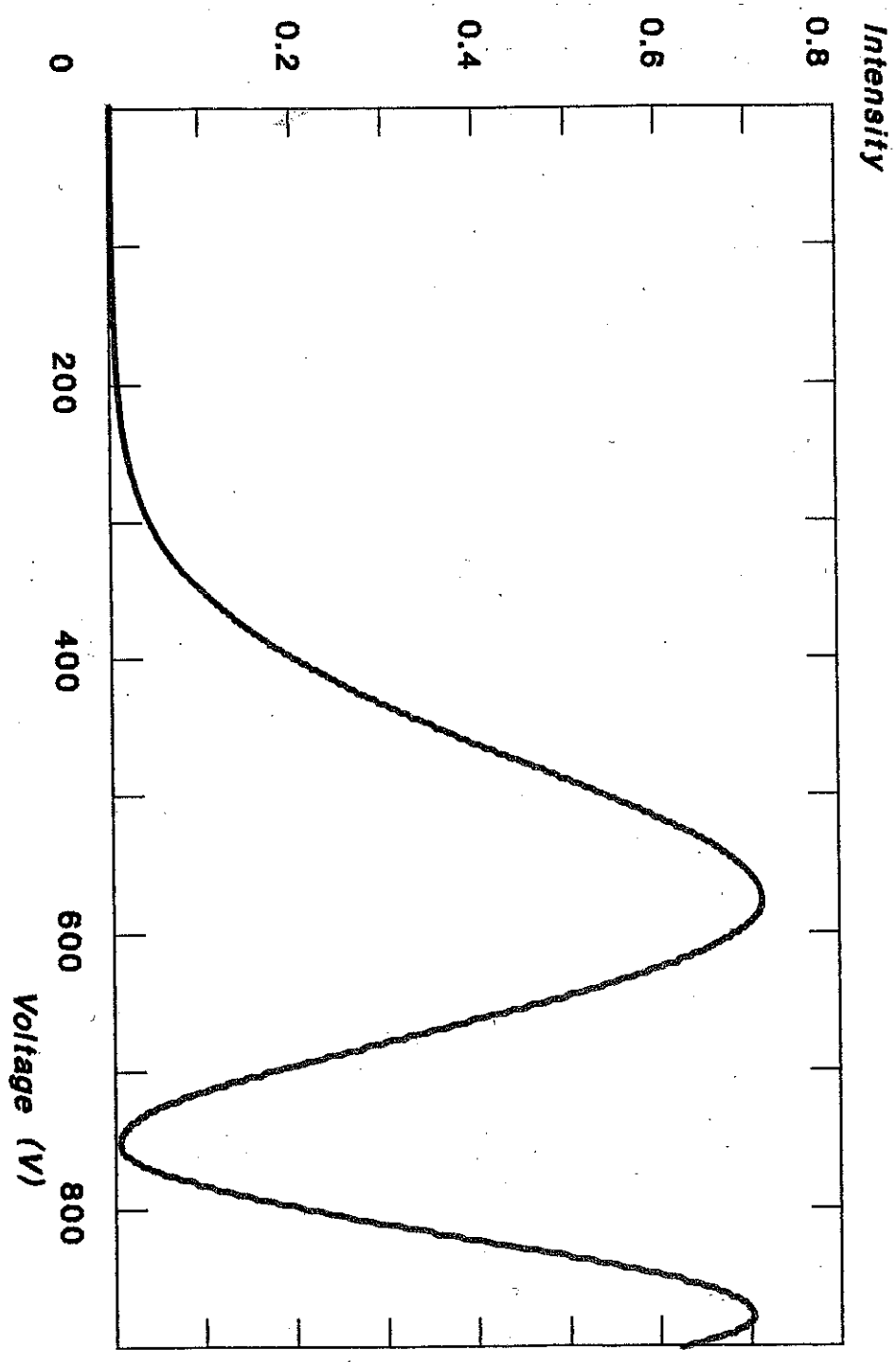
### LASER BEAM MODULATOR

#### Certificate

Active element - PLZT electrooptic ceramics

Transmission - 71 % (0.633 mkm)

Half-wave voltage - 580 V (0.633 mkm)



71.