Dispositif bistable magnéto-optique

I.M. Popescu, A.G. Podoleanu, P.E. Sterian

► To cite this version:

I.M. Popescu, A.G. Podoleanu, P.E. Sterian. Dispositif bistable magnéto-optique. *Revue de Physique Appliquée*, 1983, 18 (5), pp.313-315. 10.1051/rphysap:01983001805031300 . jpa-00245097

HAL Id: jpa-00245097

<https://hal.science/jpa-00245097>

Submitted on 1 Jan 1983

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Classification

Physics Abstracts

42.60 — 42.80S — 51.60 — 78.20L

Dispositif bistable magnéto-optique

I. M. Popescu, A. G. Podoleanu et P. E. Sterian

Laboratoire d'Opto-électronique, Département de physique, Institut Polytechnique de Bucarest, Roumanie

(Reçu le 4 octobre 1982, révisé le 11 février 1983, accepté le 21 février 1983)

Résumé. — L'article présente un dispositif mixte bistable magnéto-optique, réalisé à l'aide d'une cavité laser active à laquelle est appliqué un champ magnétique axial, le champ étant contrôlé par une boucle de contre-réaction dans le dispositif.

Abstract. — In this paper we present a mixed magneto-optical bistable device, realized to the active cavity of a laser by applying an axial magnetic field, the field being driven electronically by means of a feedback loop.

1. Introduction. — Les phénomènes de bistabilité optique et électro-optique ont été étudiés théoriquement et expérimentalement et ont conduit à l'élaboration d'une large gamme de dispositifs à applications pratiques [1-4].

Dans ce travail est présenté un nouveau type de dispositif « magnéto-optique » dont le comportement bistable est déterminé par la commande adéquate d'un champ magnétique axial, appliqué dans la cavité laser et contrôlé par une boucle de contre-réaction dans le dispositif.

2. Description de la configuration expérimentale. — La configuration expérimentale du dispositif est présentée dans le schéma bloc de la figure 1.

Le laser utilisé est un laser HeNe multimode travaillant sur la longueur d'onde $\lambda = 0,6328 \mu\text{m}$ avec une puissance de 1 mW, et dont les miroirs confocaux sont distants de 75 cm.

Le tube laser, équipé de fenêtres de Brewster et de diamètre 3 mm est excité par un courant continu de 10 mA, la longueur de décharge ayant 65 cm.

Autour du tube laser, dans une position symétrique par rapport à ses extrémités, est placée une bobine en fil de cuivre de 0,5 mm de diamètre et dont le support a un diamètre de 2 cm pour une longueur de 8 cm.

Le champ magnétique axial produit par la bobine est de 6×10^{-4} T/A environ.

Le courant i dans la bobine est obtenu par amplification du signal délivré par le photodétecteur FD à l'aide d'un circuit intégré ROB 733 suivi à un étage de puissance EP.

Le faisceau optique I_d qui tombe sur le photodétecteur est la superposition réalisée dans l'étage Σ , de deux composantes : une composante cohérente

Fig. 1. — Schéma-bloc du dispositif bistable magnéto-optique ; Σ : étage d'addition optique ; FD : photodétecteur ; EP : étage de puissance ; B : bobine entourant le tube laser ; V : tension de référence ; CO : commutateur optique ; I_i : signal optique d'entrée ; I_0 : signal de réaction ; I_d : signal sur les photodétecteurs ; I_s : signal optique de sortie du dispositif ; S, R : entrées pour le déclenchement (signal optique) et la coupure (signal de tension) du cycle.

[Block diagram of the bistable magneto-optical device ; Σ : addition stage ; FD : photodetector ; EP : power stage ; B : coil around the laser tube ; V : reference voltage ; CO : optical switch ; I_i : input optical signal ; I_0 : feedback signal ; I_d : signal on the photodevice ; I_s : optical output signal ; S, R : set and reset inputs.]

notée I_0 , produite par le laser et qui traverse le commutateur optique CO, et une composante notée I_i , cohérente ou incohérente, amenée à Σ à partir d'une source extérieure.

Comme commutateur optique on a utilisé une valve à cristal liquide ou un modulateur électro-optique d'intensité.

3. Fonctionnement bistable du dispositif. — A l'aide de ce dispositif nous avons étudié l'effet du champ magnétique axial sur l'intensité de l'oscillation laser. Les résultats obtenus sont conformes à ceux donnés dans la littérature [5-8].

Modifiant le courant i dans la bobine dans une

plage comprise entre 0 et 4 A nous avons obtenu une dépendance approximativement linéaire entre l'intensité du signal laser I_0 et le courant i pour différentes valeurs des pertes dans la cavité laser (Fig. 2).

Fig. 2. — Variation de la puissance laser I_0 en fonction du courant i dans la bobine pour différentes valeurs des pertes de la cavité. Le coefficient de pertes δ augmente de la courbe a) à la courbe c).

[Output power of the laser *versus* coil current for different losses of the cavity. The losses increase from curve a) to curve c).]

Le coefficient de pertes δ a été modifié en jouant sur la position des miroirs de la cavité laser. Ce coefficient est minimum pour la courbe notée a) dans la figure 2.

Les éléments de la boucle de réaction de la structure mixte électro-optique présentée dans la figure 1 sont connectés de façon à assurer une contre-réaction positive vis-à-vis du signal I_0 fourni par le laser.

Le signal de sortie I_s de ce dispositif à laser, étant proportionnel au signal I_0 , a alors deux états stables stationnaires.

Les deux niveaux « haut » et « bas » du signal laser utilisé dans la boucle de contre-réaction, respectivement I_0^+ et I_0^- , qui caractérisent le comportement bistable du dispositif, sont situés dans la région quasi-linéaire du diagramme qui exprime la dépendance de l'intensité laser en fonction du courant de la bobine B (cf. Fig. 2) [5, 8].

La chaîne d'amplification électronique détermine par ces non-linéarités les valeurs I_0^- et I_0^+ du signal du laser, auxquelles correspondent pour le signal optique arrivant à l'entrée du photodétecteur respectivement deux valeurs I_d^+ et I_d^- .

Lorsque le signal d'entrée sur la porte S est tel que $I_i > I_i^+$, où $I_i^+ = I_d^+ - I_0^-$, le dispositif bascule dans l'état supérieur. Cet état est caractérisé par une intensité I_0^+ qui correspond à la limite supérieure de la gamme dynamique de l'amplificateur.

Ceci explique l'indépendance du signal laser I_0 par rapport à un accroissement du signal d'entrée I_i au-dessus de la valeur I_i^+ .

Le retour du dispositif à l'état initial est obtenu par diminution du signal d'entrée I_i au-dessous de la valeur limite I_i^- , définie par : $I_i^- = I_d^- - I_0^+$.

Les paramètres caractéristiques du cycle d'hystérésis du dispositif sont indiqués dans la figure 3.

La courbe d'hystérésis visualisée sur un tube cathodique est présentée dans la figure 4. Sur les axes sont

Fig. 3. — Cycle d'hystérésis du dispositif; I_0 : signal optique laser utilisé dans la voie de réaction; I_i : signal optique d'entrée; I_0^- , I_0^+ : valeurs des deux niveaux stables émis par le laser; I_i^+ : valeur seuil de I_i pour laquelle le dispositif commute dans l'état supérieur; I_i^- : valeur seuil pour laquelle le dispositif commute dans l'état inférieur; I_d^+ et I_d^- sont définis dans le texte.

[Hysteresis cycle of the device; I_i : input optical signal; I_0 : optical signal from the laser used in the feedback loop; I_0^- , I_0^+ : the two stable emission levels of the laser; I_i^+ : the threshold to bascule in the upper state; I_i^- : the threshold to bascule in the lower state; I_d^+ and I_d^- are defined in the text.]

Fig. 4. — Oscillogramme du cycle d'hystérésis du dispositif.

[Oscillogram of the hysteresis cycle of the device.]

représentées les grandeurs définies dans la figure 3 avec la remarque que I_s est proportionnel aux I_0 . Pour certaines valeurs de la tension de référence V de l'amplificateur et du coefficient de pertes δ on obtient la condition $I_0^+ > I_d^-$; aussi faut-il couper la voie de réaction pour assurer le retour du dispositif.

Cette coupure est réalisée à l'aide d'une impulsion de tension appliquée sur la porte R du commutateur optique placé sur le faisceau laser I_0 . La largeur et la position du cycle d'hystérésis sont influencées par les paramètres δ , V et I_0 .

Si on modifie ces paramètres, on obtient des comportements différents du système : comme dispositif

bistable SR à deux entrées, ou comme formateur des deux niveaux optiques (trigger Schmitt).

4. Conclusions. — Nous avons démontré la possibilité de réaliser un dispositif bistable mixte magnéto-optique qui permet d'obtenir en sortie un signal optique cohérent I_s pouvant prendre deux valeurs stables.

Le principe de ce type de dispositif utilise la théorie

des lasers Zeeman et la variation de l'intensité de sortie du laser en fonction de l'intensité du champ magnétique axial.

Le cycle hystérésis du dispositif décrit dépend des paramètres δ , V et I_0 , définis dans l'article.

En modifiant ces paramètres on peut changer la largeur et la position du cycle d'hystérésis et obtenir ainsi des comportements différents du dispositif en tant qu'élément de circuit magnéto-optique.

Bibliographie

- [1] MCCALL, S. L., *Phys. Rev.* **188** (1974) 1515.
 - [2] BONIFACIO, R., LUGIATO, L. A., *Opt. Commun.* **19** (1976) 172.
 - [3] GIBBS, H. M., MCCALL, S. L. and VENKATESAN, T. N. C., *Phys. Rev. Lett.* **36** (1976) 1135.
 - [4] SMITH, P. W. and TURNER, E. H., *Appl. Phys. Lett.* **30** (1977) 280.
 - [5] CULSHAW, W. and KANNELLAUD, J., *Phys. Rev. A* **133** (1964) 691.
 - [6] KANNELLAUD, J. and CULSHAW, W., *Phys. Rev.* **141** (1966) 228.
 - [7] HERR, C. W. and GRAFT, R. D., *Phys. Rev. A* **140** (1965) 1088.
 - [8] BAER, T., KOWALSKI, F. V. and HALL, J. L., *Appl. Opt.* **19** (1980) 3173.
-