

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 06490

(54) Circuits de sources de lumière pour télécommunications optiques.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 05 B 37/02; H 04 B 9/00; H 05 B 37/04.

(22) Date de dépôt..... 15 avril 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 20 avril 1981, demande de brevet, n° 255,452, au nom de Bernard C. de Loach Jr.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 42 du 22-10-1982.

(71) Déposant : Société dite : WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Bernard Collins de Loach, Jr.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
22, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne les circuits relatifs aux sources de lumière.

Dans certaines applications de systèmes utilisant des ondes lumineuses, en particulier celles dans lesquelles 5 la maintenance est difficile, la défaillance d'une source en fonctionnement peut entraîner la défaillance du système complet, éventuellement pour de longues durées.

Par exemple, dans un système de câble sous-marin utilisant des ondes lumineuses, dans lequel un câble à fibres optiques reliant des terminaux transocéaniques est 10 posé au fond de la mer, le câble comprend un certain nombre de répéteurs répartis sur sa longueur, pour amplifier les ondes lumineuses. Dans un système envisagé, une photodiode détecte les ondes lumineuses dans chaque répéteur. Les signaux électriques correspondants sont amplifiés et les ondes lumineuses sont ensuite régénérées par une source de lumière. Une défaillance de la source de lumière du répéteur interromprait la transmission et donc le service offert aux abonnés. L'interruption pourrait se prolonger pendant de longues durées car la réparation du répéteur pourrait évidemment nécessiter de remonter le câble depuis le fond de la mer jusqu'à un navire de réparation situé à la surface.

Conformément à l'invention, un circuit de source 25 de lumière comprend une première source de lumière qui est normalement à l'état "marche" de façon à émettre un rayonnement dans une plage prescrite d'un niveau de paramètre prédéterminé, une seconde source lumineuse qui est normalement à l'état "arrêt", et des moyens qui maintiennent la première source à l'état "marche" lorsque le rayonnement 30 qui provient de cette source est compris dans la plage prescrite, et qui arrêtent la première source et mettent en marche la seconde source pour qu'elle émette un rayonnement, lorsque le rayonnement de la première source est hors de 35 la plage prescrite.

Le niveau de paramètre prédéterminé est une affaire de choix de conception. On peut citer à titre d'exemples : (1) la puissance optique moyenne minimale émise par

la source, auquel cas la plage prescrite peut correspondre à toutes les puissances optiques supérieures au minimum ; (2) la puissance optique maximale dans l'état inactif d'une source modulée de façon numérique, auquel cas la
5 plage prescrite peut comprendre toutes les puissances optiques inférieures au maximum ; ou (3) le taux d'erreur de bit maximal d'une telle source numérique, auquel cas la plage prescrite peut comprendre tous les taux d'erreur inférieurs au maximum. On décrira deux exemples de réali-
10 sation. Dans le premier, qui est applicable à des lasers à semiconducteur ou à des diodes électroluminescentes, une fraction du rayonnement de la source de lumière est appliquée à une photodiode qui génère un signal de commande appliqué sur une électrode de commande d'un premier élément
15 de commutation en série avec la première source de lumière. Dans le second exemple, qui est applicable à des lasers à semiconducteur, le circuit comprend une configuration de réaction de type caractéristique destinée à assurer la stabilité à long terme de la puissance de sortie lumineuse du
20 laser. Le signal de sortie d'une photodiode est appliqué à l'entrée d'un circuit de réaction, et le signal d'erreur du circuit de réaction est comparé avec un signal électrique de référence pour générer un signal de commande sur une électrode de commande d'un premier élément de commutation
25 branché en série avec la première source de lumière. Le signal électrique de référence est lié au niveau de paramètre prédéterminé.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation et en
30 se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est un schéma du circuit d'un mode de réalisation de l'invention ; et

La figure 2 est un schéma du circuit d'un autre mode de réalisation de l'invention.

35 On va maintenant considérer la figure 1 sur laquelle on voit un circuit destiné à faire fonctionner sélectivement des sources de lumière LD1 et LD2. Pour simplifier, on décrira la fonctionnement sélectif des sources

en considérant qu'on détecte le moment auquel le rayonnement émis tombe au-dessous d'un niveau de puissance moyen minimal prédéterminé. Cependant, comme on l'a indiqué précédemment, on pourrait détecter d'autres niveaux de 5 paramètres prédéterminés, en fonction de considérations de conception.

Le circuit comprend des première et seconde branches 12 et 14 connectées en parallèle l'une par rapport à l'autre, entre une source de tension d'alimentation V et 10 une source de potentiel de référence représentée par la masse. La première branche comprend la première source de lumière LD1 et un élément de commutation fermé dans les conditions normales, Q1, qui sont mutuellement connectés en série. La seconde branche 14 comprend la seconde source 15 de lumière LD2 et un élément de commutation ouvert dans les conditions normales, Q2, qui sont mutuellement connectés en série. Les éléments de commutation Q1 et Q2 ont des électrodes de commande respectives 16 et 18 qui permettent de faire passer les éléments de commutation de l'état fermé 20 à l'état ouvert, et inversement, en fonction de la présence ou de l'absence d'un signal de commande sur ces électrodes de commande.

Les termes fermé et ouvert ont dans ce contexte leurs significations conventionnelles : un élément de com- 25 mutation fermé est dans un état conducteur à faible impédance, tandis qu'un élément de commutation ouvert est dans un état non conducteur à impédance élevée.

Dans ces conditions, la source LD1 est à l'état de marche et émet le rayonnement L1, tandis que la source 30 LD2 est arrêtée et n'émet pas de rayonnement. Tant que la source LD1 continue à émettre le rayonnement L1 au-dessus d'un niveau de puissance lumineuse moyen minimal prédéterminé, les états de la source LD1 et LD2 demeurent inchangés. Cependant, lorsque la puissance lumineuse de la source LD1 35 tombe au-dessous de ce niveau minimal, les moyens de réaction 30 détectent la chute de la puissance lumineuse et appliquent sur l'électrode de commande 16 un signal de commande qui bloque l'élément de commutation Q1 et la sour-

ce LD1. Par conséquent, la tension au noeud X entre la source LD1 et l'élément de commutation Q1 s'élève jusqu'au niveau d'alimentation V. Il existe des moyens 20 qui réagissent au changement d'état de l'élément de commutation Q1 en faisant passer l'élément de commutation Q2 de l'état ouvert à l'état fermé. Ces derniers moyens sont représentés par le conducteur 20 branché entre le noeud X et l'électrode de commande 18 de l'élément de commutation Q2. De ce fait, l'élément de commutation Q2 se ferme et la source LD2 émet un rayonnement L2.

Les moyens de réaction 30 qui détectent la chute du niveau de puissance lumineuse de la source LD1 comprennent à titre d'exemple une photodiode PD1 qui reçoit une fraction L1' du rayonnement émis par la source LD1 et qui le convertit en un signal électrique correspondant. La photodiode PD1 est branchée en parallèle sur une résistance R1 qui est elle-même connectée entre l'électrode de commande 16 de l'élément de commutation Q1 et la masse. Par conséquent, le photocourant que génère dans la photodiode PD1 la fraction de rayonnement L1' produit une tension proportionnelle aux bornes de la résistance R1, ce qui a pour effet d'ouvrir l'élément de commutation Q1 lorsque cette tension tombe au-dessous d'un signal électrique de référence qui est lié au niveau de puissance lumineuse moyen minimal de la source LD1.

Des moyens de réaction similaires 40, comprenant une photodiode PD2 et une résistance R2, sont représentés en couplage entre l'électrode de commande 18 de l'élément de commutation Q2 et une fraction L2' du rayonnement émis par la source LD2. Ces derniers éléments ne sont pas essentiels mais on pourrait les utiliser lorsqu'on emploie plus de deux sources de lumière. A cet égard, la valeur de la résistance R2 doit être suffisamment grande pour éviter la circulation d'un courant notable dans la source LD1 lorsque l'élément de commutation Q1 est ouvert.

On voit également sur la figure 1 un condensateur C branché entre la source de tension V et la combinaison en parallèle de la photodiode PD1 et de la résistance R1.

Ce condensateur agit essentiellement dans les conditions de démarrage du circuit. En effet, au moment de l'application initiale de la tension d'alimentation V, une tension transitoire apparaissant aux bornes du condensateur C ferme l'élément de commutation Q1 et fait passer la source LD1 à l'état de marche. Cependant, lorsque le transitoire s'est éteint, le condensateur C découple la tension d'alimentation continue V par rapport à l'électrode de commande 16 de l'élément de commutation Q1.

10 Pour que la description soit complète, les sources LD1 et LD2 sont représentées couplées aux photodiodes respectives PD1 et PD2 par une forme généralisée de moyens de couplage CP1 et CP2. De plus, pour les applications utilisant des fibres optiques, les rayonnements de sortie
15 principaux L1 et L2 des sources respectives LD1 et LD2, sont représentés en couplage avec d'autres moyens de couplage généralisés CPO, pour générer le rayonnement L0 destiné à être émis par une fibre optique F. Ces coupleurs sont bien connus et peuvent prendre diverses configurations,
20 parmi lesquelles diverses configurations de lentilles, des diviseurs de faisceaux, des coupleurs à prismes ou des coupleurs à fibres biseautées. Lorsque les sources LD1 et LD2 sont des lasers à semiconducteur, il est également
bien connu qu'on peut prélever les fractions de rayonnement.
25 L1' et L2' à partir du faisceau lumineux émanant du miroir avant du laser (comme dans le brevet US 4 165 496) ou émanant du miroir arrière du laser (comme dans le brevet US 4 252 457).

Dans un exemple de réalisation du circuit de la
30 figure 1, les sources LD1 et LD2 sont constituées soit par des lasers à semiconducteur soit par des diodes électroluminescentes, et les éléments de commutation Q1 et Q2 consistent en transistors à effet de champ (TEC). Plus particulièrement, l'élément de commutation Q1 serait un
35 TEC à enrichissement qui est conducteur au repos, tandis que l'élément de commutation Q2 serait un TEC à appauvrissement qui est bloqué au repos. Dans ce cas, les électrodes de commande 16 et 18 correspondent aux grilles des TEC.

Les électrodes de drain et de source de ces TEC sont représentées connectées entre la masse et les sources LD1 et LD2.

Dans le mode de réalisation qui est représenté sur la figure 1, aucun moyen n'est représenté explicitement pour moduler les sources LD1 et LD2. Bien entendu, comme il est bien connu, on pourrait incorporer aisément des circuits d'attaque appropriés pour moduler les rayonnements de sortie L1 et L2 d'une manière analogue, numérique ou autre.

La figure 2 représente un circuit qui comporte un tel circuit d'attaque pour faire fonctionner des diodes laser LD1 et LD2. Le circuit d'attaque 50 est ici représenté connecté en série entre la source de tension d'alimentation V et les diodes laser respectives LD1 et LD2. Le courant d'attaque que le circuit d'attaque applique aux diodes laser est lui-même commandé par une source d'information 54. La configuration fondamentale et le fonctionnement des éléments de commutation Q1 et Q2 sont pratiquement identiques à ceux décrits en relation avec la figure 1. Cependant, au lieu d'appliquer directement les signaux de sortie des photodiodes PD1 et PD2 aux électrodes de commande 16 et 18 des éléments de commutation Q1 et Q2, comme sur la figure 1, ces signaux sont appliqués à la place aux entrées de circuits de réaction 60 et 62. Ces derniers circuits sont bien connus et on les utilise pour stabiliser le rayonnement de sortie des diodes laser en générant des signaux d'erreur E1 et E2 qui sont appliqués au circuit d'attaque 50, de façon à régler le courant d'attaque des diodes laser pour compenser les variations à relativement long terme (correspondant par exemple au vieillissement) dans les diodes laser.

Le signal d'erreur E1 que génère le circuit de réaction 60 est également comparé avec un signal de référence dans le comparateur 70, et le signal de sortie du comparateur est transmis par la résistance R1 à l'électrode de commande 16 de l'élément de commutation Q1. Le niveau de ce signal de référence est fixé conformément à des critères de conception prédéterminés pour établir le niveau de tension sur l'électrode de commande 16 qui provoque le

blocage de l'élément de commutation Q1, et donc l'arrêt de la source LD1. Comme précédemment, le signal de référence est également lié au niveau de puissance moyen minimal du rayonnement de sortie de la source LD1.

5 Bien que ceci ne soit pas représenté, on peut également incorporer dans le circuit de la figure 2 un comparateur similaire connecté entre la sortie du circuit de réaction 62 qui correspond au signal d'erreur E2, et l'électrode de commande 18 de l'élément de commutation
10 Q2.

Il va de soi que de nombreuses autres modifications peuvent être apportées au dispositif décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Circuit de sources de lumière, caractérisé en ce qu'il comprend une première source de lumière (LD1) qui est à l'état "marche" dans les conditions normales
5 de façon à émettre un rayonnement dans une plage prescrite d'un niveau de paramètre prédéterminé, une seconde source de lumière (LD2) qui est à l'état "arrêt" dans les conditions normales, et des moyens (PD1, Q1, Q2, 20) qui réagissent au rayonnement de la première source en maintenant
10 celle-ci dans l'état "marche" lorsque son rayonnement est compris dans la plage prescrite et qui, lorsque le rayonnement de la première source est hors de la plage prescrite, arrêtent la première source et mettent en marche la seconde source pour qu'elle émette un rayonnement.

15 2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens qui réagissent au rayonnement comprennent un premier élément de commutation fermé au repos (Q1) qui est branché en série avec la première source de lumière, un second élément de commutation (Q2) ouvert au repos, qui
20 est branché en série avec la seconde source de lumière, des moyens de réaction (PD1) qui réagissent au rayonnement de la première source en maintenant le premier élément de commutation fermé lorsque le rayonnement de la première source est compris dans la plage prescrite, et qui ouvrent le pre-
25 mier élément de commutation lorsque le rayonnement de la première source est hors de la plage prescrite, ce qui a pour effet d'arrêter la première source, et des moyens (20) qui réagissent à la commutation du premier élément de commutation de l'état fermé à l'état ouvert en fermant le se-
30 cond élément de commutation, pour permettre à la seconde source d'émettre un rayonnement.

3. Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que le premier élément de commutation comprend un transistor à effet de champ à enrichissement et le second
35 élément de commutation comprend un transistor à effet de champ à appauvrissement, et en ce que les électrodes de grille des transistors à enrichissement et à appauvrissement sont respectivement attaquées par les moyens de réac-

tion et par les moyens qui réagissent au rayonnement de la première source.

4. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'une des électrodes de source et de drain de chacun des transistors est connectée à la source de lumière respective, et les moyens (20) qui réagissent à la commutation connectent l'électrode de grille du second transistor à celle des électrodes du premier transistor qui est connectée à la source de lumière respective.

10 5. Circuit selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les moyens de réaction comprennent une photodiode (PD1) qui réagit au rayonnement provenant de la première source.

6. Circuit selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend une résistance (R1) connectée en parallèle avec la photodiode, et un condensateur (C) connecté en série avec la combinaison en parallèle de la photodiode et de la résistance.

7. Circuit selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit d'attaque (50) pour les sources lumineuses, et en ce que les sources lumineuses sont constituées par des diodes laser et les moyens de réaction comprennent une photodiode (PD1) qui réagit au rayonnement de la première source, un circuit de réaction (60) dont le signal d'entrée est constitué par le signal de sortie de la photodiode, qui est destiné à générer sur sa sortie un signal d'erreur (E1), des moyens de comparaison (70) qui sont connectés de façon à commander le premier élément de commutation et qui comprennent des moyens destinés à établir un signal électrique de référence lié au niveau de paramètre, et des moyens destinés à appliquer le signal d'erreur à la fois à l'entrée du circuit d'attaque et à l'entrée des moyens de comparaison, ces derniers comparant le signal d'erreur avec le signal de référence afin d'ouvrir le premier élément de commutation lorsque le rayonnement de la première source est hors de la plage prescrite.

8. Circuit selon l'une quelconque des revendica-

tions 2 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte une fibre optique (F) destinée à transmettre le rayonnement généré par les sources, des premiers moyens de couplage (CPO) destinés à coupler optiquement les sources à la fibre, 5 et des seconds moyens de couplage (CP1, CP2) destinés à coupler optiquement les sources aux moyens de réaction.

9. Circuit selon la revendication 8, caractérisé en ce que les sources de lumière sont des diodes laser du type émettant un rayonnement à partir de faces de mi-10 roir opposées, et les premiers moyens de couplage appliquent à la fibre le rayonnement provenant de l'une des faces, tandis que les seconds moyens de couplage appliquent aux moyens de réaction le rayonnement provenant de l'autre face.

