

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.01.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.08.24 Bulletin 24/31.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : BERNARD Jacques.

73 Titulaire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée (SAS).

74 Mandataire(s) : Plasseraud IP.

54 Capteur optoélectronique.

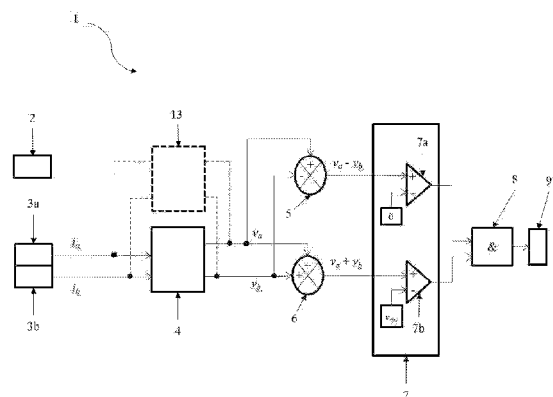
57 Des exemples présentent un capteur optoélectronique configuré pour détecter la présence d'un objet dans une zone prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux, le capteur comprenant :

un étage soustracteur configuré pour générer une tension de sortie par soustraction d'une deuxième tension générée à partir d'une deuxième photodiode à une première tension générée à partir d'une première photodiode suite à l'émission d'au moins un faisceau; un étage sommateur configuré pour générer une tension de sortie par addition de la première tension à la deuxième tension;

le capteur optoélectronique est configuré :

de sorte qu'une différence entre un premier flux lumineux reçu par la première photodiode et un deuxième flux reçu par la deuxième photodiode est positive lorsqu'un faisceau est reflété quand l'objet est dans la zone prédéterminée; et pour détecter l'objet à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur et de l'étage sommateur.

Figure de l'abrégé : [Fig. 1]



Description

Titre de l'invention : Capteur optoélectronique

Domaine technique

[0001] La présente divulgation concerne le domaine des capteurs optoélectroniques configurés pour détecter la présence d'un objet dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'un faisceau lumineux sur cet objet.

Technique antérieure

[0002] Des capteurs optoélectroniques sont aujourd'hui utilisés pour détecter la présence d'un objet dans une zone de détection prédéterminée.

[0003] Ces capteurs émettent un faisceau lumineux dans la zone de détection prédéterminée et surveillent le signal électrique de sortie d'une photodiode en réponse à l'émission du faisceau lumineux. En l'occurrence, le signal électrique de sortie de la photodiode est proportionnel au flux lumineux reçu par la photodiode. Ce signal électrique de sortie est différent lorsque l'objet est ou non dans la zone de détection prédéterminée dans la mesure où l'objet va réfléchir le faisceau lumineux émis par le capteur. Par conséquent, surveiller le signal électrique de sortie de la photodiode peut permettre de détecter la présence ou l'absence de l'objet dans la zone de détection prédéterminée.

[0004] Toutefois, le signal électrique de sortie de la photodiode est en général très faible, de sorte que ce signal de sortie est relativement sensible au bruit. Notamment, le flux lumineux environnant le capteur et le caractère réfléchissant intrinsèque de l'objet à détecter qui dépend pour partie de sa couleur peuvent parfois altérer le fonctionnement du capteur.

[0005] La présente divulgation vient améliorer cette situation.

Résumé

[0006] A cet égard, il est proposé un capteur optoélectronique configuré pour détecter la présence d'un objet dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur ledit objet, le capteur optoélectronique comprenant :

- une source lumineuse adaptée pour émettre l'au moins un faisceau lumineux selon une orientation prédéterminée ;
- une première photodiode configurée pour générer un premier courant électrique en fonction d'un premier flux lumineux sur la première photodiode ;
- une deuxième photodiode configurée pour générer un deuxième courant électrique en fonction d'un deuxième flux lumineux sur la deuxième photodiode ;
- un étage convertisseur configuré pour convertir les premier et deuxième

- courants électriques en première et deuxième tensions électriques ;
- un étage soustracteur configuré pour générer une tension de sortie par soustraction de la deuxième tension électrique à la première tension électrique ;
- un étage sommateur configuré pour générer une tension de sortie par addition de la première tension électrique à la deuxième tension électrique ;

dans lequel le capteur optoélectronique est configuré :

- de sorte qu'une différence entre le premier flux lumineux reçu par la première photodiode et le deuxième flux lumineux reçu par la deuxième photodiode est positive lorsqu'un faisceau lumineux est reflété par un objet positionné dans la zone de détection prédéterminée ; et
- pour détecter un objet à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur et de l'étage sommateur.

- [0007] Optionnellement, le capteur optoélectronique comprend en outre un étage amplificateur de signaux apte à amplifier les premier et deuxième courants électriques ou apte à amplifier les première et deuxième tensions électriques.
- [0008] Optionnellement, l'étage convertisseur est également un étage amplificateur et comprend un premier amplificateur de transimpédance apte à amplifier et convertir le premier courant électrique en première tension électrique et un deuxième amplificateur de transimpédance apte à amplifier et convertir le deuxième courant électrique en deuxième tension électrique.
- [0009] Optionnellement, le capteur optoélectronique comprend en outre un étage de compensation de la lumière ambiante configuré pour réduire la part du courant induit par la lumière ambiante dans le courant généré par les photodiodes.
- [0010] Optionnellement, l'étage soustracteur et l'étage sommateur comprennent également un amplificateur amplifiant leur tension de sortie respective.
- [0011] Optionnellement, le capteur optoélectronique comprend en outre un étage de filtrage configuré pour filtrer la première et la deuxième tensions électriques.
- [0012] Optionnellement, le capteur optoélectronique comprend en outre :
- une lentille d'émission disposée en vis-à-vis de la source lumineuse de façon à être traversée par le faisceau lumineux émis par la source lumineuse ; et
 - une lentille de réception disposée en vis-à-vis des première et deuxième photodiodes de façon à être traversée par les flux reçus par les première et deuxième photodiodes.
- [0013] Dans une première option, le capteur optoélectronique est configuré pour détecter un objet dans la zone de détection prédéterminée lorsque :
- a. la tension de sortie de l'étage soustracteur est positive lors de l'émission d'un faisceaux lumineux, et
 - b. la tension de sortie de l'étage sommateur est supérieure à un premier seuil de

tension prédéterminé lors de l'émission du faisceaux lumineux.

[0014] Dans la première option, le premier seuil de tension est un seuil en hystérésis présentant une borne basse et une borne haute, l'écart entre la borne basse et la borne haute étant supérieure à une amplitude de tension prédéterminée comme correspondant à une amplitude de tension due à un bruit sur la tension de sortie de l'étage sommateur.

[0015] Dans une deuxième option, le capteur optoélectronique comprend en outre un étage inverseur commandé et un étage intégrateur, l'étage inverseur commandé comprenant :

- un premier inverseur commandé connecté à l'étage soustracteur et configuré pour inverser la tension de sortie de l'étage soustracteur durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux ;
- un deuxième inverseur commandé connecté à l'étage sommateur et configuré pour inverser la tension de sortie de l'étage sommateur durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux ;

l'étage intégrateur comprenant :

- un premier intégrateur connecté au premier inverseur commandé et configuré pour intégrer la tension de sortie de l'étage soustracteur en partie inversée par le premier étage inverseur commandé, de façon à obtenir un signal de détection du soustracteur ; et
- un deuxième intégrateur connecté au deuxième inverseur commandé et configuré pour intégrer la tension de sortie de l'étage sommateur en partie inversée par le deuxième étage inverseur commandé, de façon à obtenir un signal de détection du sommateur ; et

dans lequel le capteur optoélectronique est configuré pour détecter un objet dans la zone de détection prédéterminée lorsque :

- a. le signal de détection du soustracteur est positif, et
- b. le signal de détection du sommateur est supérieur à un deuxième seuil de tension déterminé.

[0016] La demande porte également sur un procédé de détection d'un objet dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur l'objet à l'aide d'un quelconque des exemples de capteurs optoélectroniques présentés dans la présente divulgation, le procédé comprenant :

émettre l'au moins un faisceau lumineux dans un intervalle de temps prédéterminé à l'aide de la source lumineuse ;

obtenir la tension de sortie de l'étage soustracteur durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage soustracteur étant composée d'amplitudes générées par l'au moins un faisceau lumineux ;

obtenir la tension de sortie de l'étage sommateur durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage sommateur étant composée d'amplitudes générées par l'au moins un faisceau lumineux de la séquence de faisceaux lumineux ;
et

détecter un objet dans la zone de détection prédéterminée à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur et de l'étage sommateur obtenues.

[0017] Optionnellement, le procédé est mis en œuvre à l'aide d'un capteur optoélectronique selon la deuxième option, et le procédé comprend :

émettre une séquence temporelle de faisceaux lumineux dans un intervalle de temps prédéterminé à l'aide de la source lumineuse ;

obtenir la tension de sortie de l'étage soustracteur durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage soustracteur étant composée d'amplitudes générées par les faisceaux lumineux de la séquence de faisceaux lumineux ;

traiter la tension de sortie de l'étage soustracteur en inversant la tension de sortie de l'étage soustracteur durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux puis en intégrant la tension partiellement redressée pour obtenir un signal de détection du soustracteur, à partir du premier inverseur commandé et du premier intégrateur ;

obtenir la tension de sortie de l'étage sommateur durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage sommateur étant composée d'amplitudes générées par les faisceaux lumineux de la séquence de faisceaux lumineux ;

traiter la tension de sortie de l'étage sommateur en inversant la tension de sortie de l'étage sommateur durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux puis en intégrant la tension partiellement redressée pour obtenir un signal de détection du sommateur, à partir du deuxième inverseur commandé et du deuxième intégrateur ; et

détecter l'objet dans la zone de détection prédéterminée lorsque :

- a. le signal de détection du soustracteur est positif ; et
- b. le signal de détection du sommateur est supérieur à un deuxième seuil de tension déterminé.

[0018] Les exemples de capteur optoélectronique et de procédé de détection présentés dans la présente divulgation permettent ainsi de garantir une stabilité de la détection (objet détecté ou non détecté) en assurant un rapport signal à bruit suffisant, qu'ils s'agissent du bruit électronique introduit par les différents composants électroniques du capteur optoélectronique, ou du bruit introduit par la lumière ambiante dans la génération du courant par les photodiodes. En l'occurrence, le fait que le capteur optoélectronique selon la présente divulgation utilise la tension de sortie d'un étage sommateur additionnant les tensions issues des courants générés par la première et la deuxième pho-

todiodes dans la détection d'un objet dans la zone de détection prédéterminée permet de garantir la stabilité de la détection en assurant un rapport signal à bruit suffisant permettant d'éviter de passer d'un état à un autre (détection ou non détecté) du fait du bruit. Par ailleurs, dans les deuxièmes exemples de capteur optoélectronique se basant sur l'émission d'une séquence temporelle de faisceaux lumineux pour détecter un objet dans la zone prédéterminée, l'influence du bruit dans la stabilité de la détection est encore réduite. En effet, le bruit sur les tensions est filtré par la combinaison de l'étage inverseur commandé et de l'étage intégrateur et les tensions de sortie comparées pour détecter ou non un objet (les signaux de détection) présentent un niveau d'amplitude augmenté par rapport aux premiers exemples, ce qui augmente encore le rapport signal à bruit, améliorant ainsi la stabilité de la détection.

Brève description des dessins

[0019] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0020] [Fig.1] représente schématiquement un exemple de capteur optoélectronique configuré pour détecter la présence d'un objet dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'un faisceau lumineux sur ledit objet.

Fig. 2

[0021] [Fig.2] représente un schéma de principe de détection d'un objet par triangulation à partir d'un exemple de capteur optoélectronique.

Fig. 3

[0022] [Fig.3] représente schématiquement un autre exemple de capteur optoélectronique configuré pour détecter la présence d'un objet dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'une séquence de faisceaux lumineux sur ledit objet.

Fig. 4

[0023] [Fig.4] représente un logigramme d'un exemple de procédé de détection d'un objet dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur l'objet à l'aide d'un capteur optoélectronique selon la présente divulgation.

Fig. 5a

[0024] [Fig.5a] représente une évolution temporelle des signaux de tensions mesurés en sortie de différents étages électroniques d'un capteur optoélectronique en réponse à l'émission d'une séquence temporelle de faisceaux lumineux lorsqu'un objet réfléchissant les faisceaux lumineux est positionné dans une zone de détection prédéterminée.

Fig. 5b

[0025] [Fig.5b] représente une évolution temporelle des signaux de tensions mesurés en sortie de différents étages électroniques du capteur optoélectronique en réponse à l'émission de la même séquence temporelle de faisceaux lumineux que celle utilisée en [Fig.5a] lorsque l'objet réfléchissant les faisceaux lumineux est positionné au-delà de la zone de détection prédéterminée.

Description des modes de réalisation

[0026] Il est maintenant décrit en référence aux figures 1 à 3 un exemple de capteur optoélectronique 1 configuré pour détecter la présence d'un objet 10 dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur ledit objet. Le capteur optoélectronique 1 peut correspondre à un capteur à élimination de l'arrière-plan (connus sous la dénomination anglaise « background suppressing sensors ») détectant la présence d'un objet par triangulation.

[0027] Le capteur optoélectronique 1 comprend une source lumineuse 2 adaptée pour émettre l'au moins un faisceau lumineux selon une orientation prédéterminée. Dans des exemples détaillés ci-après, la source lumineuse 2 est adaptée pour émettre une séquence temporelle de faisceaux lumineux. La source lumineuse 2 peut par exemple correspondre à une diode électroluminescente. C'est la réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur l'objet 10 qui va permettre de déterminer sa présence, notamment par triangulation comme expliqué dans la suite. Par conséquent, la zone de détection Z_d prédéterminée est définie en fonction de l'orientation prédéterminée du faisceau lumineux lors de l'utilisation du capteur 1. Un faisceau lumineux peut par exemple correspondre à un faisceau lumineux rouge ou à un faisceau lumineux infrarouge.

[0028] Le capteur optoélectronique 1 comprend une première photodiode 3a et une deuxième photodiode 3b. La première photodiode 3a est configurée pour générer un premier courant électrique i_a en fonction d'un premier flux lumineux reçu par la première photodiode 3a. De la même façon, la deuxième photodiode 3b est configurée pour générer un deuxième courant électrique i_b en fonction d'un deuxième flux lumineux reçu par la deuxième photodiode 3b. Chacune des photodiodes est connectée à une masse du capteur optoélectronique, comme représenté sur la [Fig.3].

[0029] Le capteur optoélectronique 1 comprend un étage convertisseur 4 configuré pour convertir les premier et deuxième courants électriques, générés respectivement par la première 3a et la deuxième 3b photodiode, en première v_a et deuxième v_b tensions électriques. L'étage convertisseur 4 convertit ainsi le premier courant électrique i_a , généré par la première photodiode 3a à partir du flux lumineux qu'elle reçoit en première tension électrique v_a . Il convertit également le deuxième courant électrique i_b , généré par la deuxième photodiode 3b à partir du flux lumineux qu'elle reçoit en

deuxième tension électrique v_b .

- [0030] Le capteur optoélectronique 1 comprend un étage soustracteur 5. L'étage soustracteur 5 est configuré pour générer une tension de sortie par soustraction de la deuxième tension électrique v_b à la première tension électrique v_a . L'étage soustracteur 5 peut également comprendre un amplificateur permettant d'amplifier la tension de sortie de l'étage soustracteur. Dans des exemples, l'étage soustracteur 5 peut comprendre un amplificateur opérationnel.
- [0031] Le capteur optoélectronique 1 comprend un étage sommateur 6. L'étage sommateur 6 est configuré pour générer une tension de sortie par addition de la première tension électrique v_a à la deuxième tension électrique v_b . L'étage sommateur 6 peut également comprendre un amplificateur permettant d'amplifier la tension de sortie de l'étage sommateur. Dans des exemples, l'étage sommateur 6 peut comprendre un amplificateur opérationnel.
- [0032] Le capteur optoélectronique 1 est configuré de sorte qu'une différence entre le premier flux lumineux reçu par la première photodiode et le deuxième flux lumineux reçu par la deuxième photodiode est positive lorsque le faisceau lumineux est reflété par un objet positionné dans la zone de détection prédéterminée. En l'occurrence, une position des photodiodes 3a et 3b l'une par rapport à l'autre est déterminée de sorte qu'une différence entre le premier flux lumineux reçu par la première photodiode et le deuxième flux lumineux reçu par la deuxième photodiode soit positive lorsque le faisceau lumineux est reflété par un objet positionné dans la zone de détection prédéterminée. Les photodiodes sont disposées l'une à côté de l'autre, de manière contigüe, comme représenté sur la [Fig.2]. L'agencement des photodiodes 3, et la zone de détection prédéterminée dépendent directement de l'application dans laquelle le capteur optoélectronique 1 va être utilisé. Le capteur optoélectronique 1 présenté peut ainsi être utilisé pour détecter un objet passant à une position donnée en vis-à-vis du capteur sur un chemin de convoyage. On pense par exemple à une valise circulant sur un tapis roulant d'aéroport ou à une pièce déplacée sur une chaîne de production.
- [0033] En particulier, et comme illustré sur la [Fig.2], on peut détecter la présence d'un objet dans une zone de détection par triangulation à partir d'un capteur électronique 1. La [Fig.2] représente un schéma de principe de détection d'un objet par triangulation à partir d'un exemple de capteur optoélectronique 1 selon la présente divulgation. Il s'agit d'une vue de côté, perpendiculaire à l'axe optique du faisceau lumineux émis par la source lumineuse 2, d'un exemple de capteur 1 lorsque l'objet 10 est dans la zone de détection Z_d prédéterminée (représentation du haut), et lorsqu'il est en dehors (représentation du bas). L'axe d représente la distance entre le capteur 1 et l'objet 10 à détecter, et la zone de détection Z_d prédéterminée s'étend entre deux extrema Z_{d1} et Z_{d2} . La source lumineuse 2 du capteur 10 émet ainsi un faisceau lumineux traversant

dans un premier temps une lentille d'émission 21, le faisceau étant ensuite réfléchi par l'objet 10, puis dirigé vers les photodiodes 3a et 3b par une lentille de réception 31, un angle θ étant formé entre le faisceau lumineux émis par la source lumineuse 2 et le faisceau lumineux réfléchi par l'objet 10. On comprend, comme illustré par la [Fig.2], que l'angle θ varie en fonction de la distance à laquelle l'objet 10 se trouve par rapport au capteur 1, tout comme le flux lumineux reçu par les photodiodes 3 qui dépend de cet angle. Sur la [Fig.2], il est montré schématiquement que lorsque l'objet 10 se trouve dans la zone de détection Zd prédéterminée, seule la première photodiode 3a reçoit le faisceau lumineux réfléchi tandis que lorsque l'objet 10 est en dehors de la zone de détection Zd prédéterminée, seule la deuxième photodiode 3b reçoit le flux lumineux réfléchi. L'objet 10 est donc détecté lorsque la première photodiode 3a reçoit le flux lumineux réfléchi. Il s'agit toutefois d'une représentation schématique permettant de comprendre le principe de détection utilisé. En réalité, le flux lumineux réfléchi est reçu avec plus ou moins d'intensité par les deux photodiodes 3 en fonction de la distance à laquelle se trouve l'objet 10 du capteur 1. C'est donc en comparant ensuite ces flux lumineux, par l'intermédiaire des courants générés par les photodiodes, que le capteur optoélectronique 1 est capable de détecter si l'objet 10 est ou non dans la zone de détection Zd prédéterminée. Notamment, l'extrema Zd2 est déterminé comme correspondant à un flux lumineux reçu équivalent entre les deux photodiodes 3 de sorte que lorsque l'objet 10 s'approche du capteur 1 le long de l'axe optique depuis cet extrema Zd2, la première photodiode 3a reçoit davantage de flux lumineux réfléchi que la deuxième photodiode 3b, signifiant ainsi la présence de l'objet 10 dans la zone de détection Zd prédéterminée. A l'inverse, lorsque l'objet 10 s'éloigne du capteur 1 le long de l'axe optique depuis cet extrema Zd2, la première photodiode 3a reçoit moins de flux lumineux réfléchi que la deuxième photodiode 3b, signifiant l'absence de l'objet 10 dans la zone de détection Zd prédéterminée.

[0034] Dans la présente divulgation, le capteur optoélectronique 1 est configuré pour détecter un objet dans la zone de détection Zd prédéterminée à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur 5 et de l'étage sommateur 6.

[0035] Notamment, dans des premiers exemples, le capteur optoélectronique 1 est configuré pour détecter un objet dans la zone de détection Zd prédéterminée lorsque :

- a. la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 est positive lors de l'émission d'un faisceaux lumineux, et
- b. la tension de sortie de l'étage sommateur 6 est supérieure à un premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} lors de l'émission du faisceaux lumineux.

[0036] Ces premiers exemples sont représentés sur la [Fig.1] et peuvent permettre de détecter un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée à l'aide de l'émission d'un seul faisceau lumineux émis par la source lumineuse 2.

- [0037] Ainsi, dans ces premiers exemples, le capteur optoélectronique 1 peut comprendre un étage comparateur 7 comprenant un premier comparateur 7a configuré pour comparer la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 à une tension nulle et un deuxième comparateur 7b configuré pour comparer la tension de sortie de l'étage sommateur 6 au premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} . Le capteur optoélectronique 1 peut en outre comprendre une porte logique 8 appliquant une fonction ET, recevant en entrée les sorties du premier 7a et du deuxième 7b comparateurs, et transmettant un signal logique à une unité de détection 9 déclenchant une détection d'un objet 10 dans la zone de détection Zd prédéterminée lorsque le signal logique de la porte 8 ET qu'il reçoit est à 1.
- [0038] Une tension de sortie de l'étage soustracteur 5 positive (condition a) correspond au fait que le premier courant i_a généré est supérieur au deuxième courant i_b généré ce qui, en théorie, signifie que le flux lumineux reçu par la première photodiode 3a est supérieur au flux lumineux reçu par la deuxième photodiode 3b. Dans la mesure où l'agencement des photodiodes 3 est déterminé pour qu'un flux lumineux reçu par la première photodiode 3a soit supérieur à un flux lumineux reçu par la deuxième photodiode 3b lorsque l'objet 10 est dans la zone de détection Zd prédéterminée, un objet 10 devrait être simplement détecté dans la zone de détection prédéterminée lorsque cette condition est remplie. Il s'agit du principe de détection expliqué ci-dessus. Cette condition de détection permet de rendre la distance de détection d'un objet 10 dans une zone de détection Zd prédéterminée par le capteur optoélectronique 1 indépendante du caractère réfléchissant de l'objet 10 considéré. En effet, le principe de détection utilisé par le capteur optoélectronique 1 présenté se base sur une différence de flux lumineux reçus par les photodiodes de sorte que même lorsque le flux lumineux est réfléchi par un objet 10 dont le caractère réfléchissant est faible, par exemple lorsque l'objet est de couleur noire, il y aura tout de même une différence de flux lumineux reçu entre chacune des photodiodes 3 en fonction de la position de l'objet 10, même si les flux lumineux reçus indépendamment par chacune des photodiodes sont atténués. Dans cette mesure, le capteur optoélectronique 1 présenté permet de détecter un objet 10 à une distance de détection indépendante du caractère réfléchissant intrinsèque de l'objet 10 considéré dans cette détection.
- [0039] Toutefois, les inventeurs ont remarqué qu'un bruit électronique introduit par les photodiodes 3 et les étages électroniques du capteur optoélectronique pouvait induire une tension de sortie de l'étage soustracteur négative alors que l'objet à détecter était toujours dans la zone de détection prédéterminée, après une première détection de l'objet, ce qui rendait le caractère de détection du capteur optoélectronique potentiellement instable. En d'autres termes, les inventeurs ont remarqué que le capteur optoélectronique pouvait détecter la présence d'un objet dans la zone de détection Zd à

un instant t , puis détecter son absence à l'instant $t+1$ du fait d'un bruit sur la tension de sortie de l'étage soustracteur 5, rendant l'interprétation de l'information de détection de l'objet relativement compliquée.

- [0040] Par conséquent, dans les premiers exemples, le capteur optoélectronique 1 est également configuré pour vérifier la condition b) avant de détecter un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée. Comme expliqué ci-dessus, le capteur optoélectronique 1 selon la présente divulgation comprend un étage sommateur 6 additionnant la première v_a et la deuxième v_b tensions électriques, et le capteur optoélectronique est en outre configuré pour comparer cette somme au premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} . Le fait de comparer si la tension de sortie ($v_a + v_b$) de l'étage sommateur 6 est supérieure au premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} pour détecter un objet dans la zone de détection Zd prédéterminée permet de garantir une bonne stabilité de la détection en assurant un rapport signal à bruit suffisant.
- [0041] Par ailleurs, le fait de vérifier que la somme de la première v_a et de la deuxième v_b tensions électriques de sortie soit supérieure à un seuil (v_{th1}) permet également de discriminer une situation dans laquelle l'objet est positionné à une distance correspondant à l'extrema $Zd2$ de la zone Zd prédéterminée pour laquelle les courants générés par les photodiodes sont égales ; et donc la tension de sortie de l'étage soustracteur est nulle ; d'une situation dans laquelle il n'y a pas du tout d'objet face au capteur, le faisceau lumineux n'étant donc pas réfléchi et les courants générés par les photodiodes étant nuls, induisant également une tension de sortie de l'étage soustracteur nulle.
- [0042] Dans cette mesure, l'étage sommateur 6 permet de stabiliser la détection d'un objet dans la zone de détection Zd prédéterminée en assurant un rapport signal sur bruit suffisant pour prendre une décision de détection et permet également de discriminer une situation dans laquelle l'objet est positionné à une distance du capteur correspondant à l'extrema $Zd2$ d'une situation dans laquelle aucun objet ne réfléchit le faisceau lumineux.
- [0043] Dans les premiers exemples, le premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} peut être déterminé à partir d'une tension moyenne de sortie de l'étage sommateur 5 lorsqu'il n'y a pas d'objet dans la zone de détection Zd et/ou d'une tension moyenne de sortie de l'étage sommateur 5 lorsqu'il y a un objet au-delà de la zone de détection Zd réfléchissant le faisceau lumineux. En particulier, le premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} peut par exemple être déterminé comme supérieur à un pourcentage déterminé de la tension moyenne de sortie de l'étage sommateur 5 lorsqu'il n'y a pas d'objet dans la zone de détection et/ou à un pourcentage de la tension moyenne de sortie de l'étage sommateur 5 lorsqu'il y a un objet au-delà de la zone de détection Zd réfléchissant le faisceau lumineux. Dans ces premiers exemples, le premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} peut être déterminé pour assurer un rapport signal à bruit supérieur à un

ratio déterminé. Ces alternatives permettent de garantir la stabilité de la détection d'un objet dans la zone de détection Zd prédéterminée en assurant un rapport signal à bruit suffisant sur la tension de sortie de l'étage additionneur 6 pour respecter la condition b) de détection présentée ci-dessus.

[0044] Dans des exemples, le premier seuil de tension prédéterminée v_{th1} est un seuil en hystérésis présentant une borne haute et une borne basse. Dans ces exemples, le capteur optoélectronique est configuré pour détecter l'objet dans la zone de détection Zd prédéterminée lorsque la tension de sortie de l'étage soustracteur est positive et lorsque la tension de sortie de l'étage sommateur 6 est supérieure à la borne haute du premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} lors de l'émission du faisceaux lumineux. Dans ces exemples, le capteur optoélectronique est également configuré pour interrompre la détection de l'objet lorsque la tension de sortie de l'étage sommateur 6 est inférieure à la borne basse du seuil en hystérésis du premier seuil de tension prédéterminé v_{th1} lors de l'émission du faisceaux lumineux. La borne basse du seuil en hystérésis peut par exemple être déterminée à partir d'une tension de bruit maximale générée par les composants électroniques du capteur sur la tension de sortie de l'étage sommateur 6. En particulier, la borne basse du seuil en hystérésis peut être déterminée de sorte qu'un écart entre la borne basse et la borne haute est supérieure à une amplitude de tension prédéterminée comme correspondant à une amplitude de tension due à un bruit sur la tension de sortie de l'étage sommateur. Cette amplitude de tension due à un bruit sur la tension de sortie de l'étage sommateur peut être prédéterminée à partir de tests effectués sur le capteur optoélectronique.

[0045] Dans des deuxièmes exemples, le capteur optoélectronique 1 considère une séquence temporelle de faisceaux lumineux émis par la source lumineuse 2 pour détecter si un objet est ou non présent dans la zone de détection prédéterminée. La séquence de faisceau lumineux désigne l'émission, par la source lumineuse 2, d'une pluralité de faisceaux lumineux à une fréquence déterminée. La séquence temporelle de faisceaux lumineux est notamment représentée sur les figures 5a et 5b par la référence FL. La [Fig.5a] représente une évolution temporelle des signaux de tensions mesurés en sortie de différents étages électroniques d'un capteur optoélectronique en réponse à l'émission de la séquence temporelle de faisceaux lumineux lorsqu'un objet réfléchissant les faisceaux lumineux est positionné dans la zone de détection Zd prédéterminée. La [Fig.5b] représente quant à elle une évolution temporelle des mêmes signaux de tensions en réponse à l'émission de la séquence temporelle de faisceaux lumineux lorsque l'objet réfléchissant les faisceaux lumineux est positionné au-delà de la zone de détection Zd prédéterminée.

[0046] Dans ces deuxièmes exemples, le capteur optoélectronique 1 peut comprendre un étage inverseur commandé 11 configuré pour inverser la tension de sortie de l'étage

soustracteur 5 et pour faire de même avec la tension de sortie de l'étage sommateur 6 durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux. La tension de sortie de l'étage inverseur commandé 11 agissant sur la tension de sortie ($v_a - v_b$) de l'étage soustracteur est notamment représentée sur les figures 3, 5a et 5b par la référence $V-$. Comme on peut le constater sur les figures 5a et 5b, seules les parties des signaux de tensions de sortie correspondant aux intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux de la séquence sont inversées, les autres parties des signaux de tension ne sont pas modifiées. En d'autres termes, l'étage inverseur commandé 11 applique un gain de -1 aux tensions de sortie des étages soustracteur 5 et sommateur 6 pendant les intervalles de temps entre deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux et ne modifie pas les autres parties formant ces tensions de sortie, ce qui revient à considérer que l'étage inverseur commandé 11 applique un gain de 1 sur ces autres parties.

[0047] L'étage inverseur commandé 11 peut ainsi comprendre un premier inverseur commandé 11a connecté à la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 et configuré pour inverser la tension de sortie ($v_a - v_b$) de l'étage soustracteur 5 durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux. L'étage inverseur commandé 11 peut également comprendre un deuxième inverseur commandé 11b connecté à la tension de sortie de l'étage sommateur 6 et configuré pour inverser la tension de sortie ($v_a + v_b$) de l'étage sommateur 6 durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux. La tension de sortie du deuxième inverseur commandé 11b est ainsi représentée par la référence $V+$ sur la [Fig.3].

[0048] Dans les deuxièmes exemples, le capteur optoélectronique 1 peut comprendre un étage intégrateur 14 connecté à l'étage inverseur commandé 11 et configuré pour intégrer les tensions de sortie $V-$ et $V+$ de l'étage inverseur commandé 11. L'étage intégrateur 14 peut comprendre un premier intégrateur 14a connecté au premier inverseur commandé 11a et configuré pour intégrer la tension $V-$, correspondant à la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 ($v_a - v_b$) en partie inversée par l'étage inverseur commandé 11, de façon à obtenir un premier signal de détection V_{DIFF} dit « signal de détection du soustracteur ». L'étage intégrateur 14 peut également comprendre un deuxième intégrateur 14b connecté au deuxième inverseur commandé 11b et configuré pour intégrer la tension $V+$, correspondant à la tension de sortie de l'étage sommateur 6 ($v_a + v_b$) en partie inversée par l'étage inverseur commandé 11, de façon à obtenir un deuxième signal de détection V_{SUM} dit « signal de détection du sommateur ».

- [0049] Le signal de détection du soustracteur est une étiquette pour désigner la tension de sortie de l'étage intégrateur 14, associée à l'étage soustracteur 5 du capteur optoélectronique 1 tandis que le signal de détection du sommateur est une autre étiquette désignant la tension de sortie de l'étage intégrateur 14, associée à l'étage sommateur 6 du capteur optoélectronique 1.
- [0050] Dans ces deuxièmes exemples, un objet 10 est détecté dans la zone de détection Z_d prédéterminée lorsque :
- le signal de détection du soustracteur V_{DIFF} est positif ; et
 - le signal de détection du sommateur V_{SUM} est supérieur à un deuxième seuil de tension v_{th2} déterminé.
- [0051] Dans ces deuxièmes exemples, le capteur optoélectronique 1 peut ainsi comprendre un étage comparateur de l'étage intégrateur 12 comprenant un premier comparateur 12a configuré pour comparer la tension de sortie du premier intégrateur 14a de l'étage intégrateur 14 à une tension nulle et comprenant un deuxième comparateur 12b configuré pour comparer la tension de sortie du deuxième intégrateur 14b de l'étage intégrateur 14 au deuxième seuil de tension v_{th2} prédéterminé. Le capteur optoélectronique 1 peut en outre comprendre dans ces exemples la porte logique 8 appliquant une fonction ET et recevant en entrée les sorties du premier 14a et du deuxième 14b comparateurs, laquelle est configurée pour transmettre un signal logique à l'unité de détection 9 déclenchant une détection d'un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée lorsque le signal logique de la porte ET qu'il reçoit est à 1.
- [0052] Il s'agit dans ces deuxièmes exemples de considérer une séquence temporelle de faisceaux lumineux pour détecter si un objet 10 est ou non présent dans la zone de détection prédéterminée. En l'occurrence, l'amplitude du bruit du signal généré par la photodiode et les étages amplificateurs qui suivent en réponse à un flux lumineux reçu varie dans le temps. Par conséquent, l'amplitude du bruit du signal généré par la photodiode et les étages électroniques qui suivent varie pour chaque faisceau lumineux d'une séquence de faisceaux lumineux émis par la source lumineuse 2. Dans cette mesure, le fait d'inverser en partie puis d'intégrer les tensions générées en sortie de l'étage soustracteur 5 et/ou de l'étage sommateur 6 en réponse à la réception de plusieurs faisceaux lumineux émis par la source lumineuse 2 permet de rendre les tensions en sortie des intégrateurs moins dépendantes du bruit variable qu'un unique faisceau lumineux pourrait générer puisque la variabilité du bruit est moyennée en considérant plusieurs faisceaux. A ce titre, la comparaison de ces tensions de sortie à un seuil est largement moins dépendante du bruit électronique introduit par les différents éléments du capteur optoélectronique 1. En particulier, et ceci est clairement représenté sur les figures 5a et 5b, on comprend qu'un écart de tension entre un signal de tension V_{DIFF} dans une situation dans laquelle l'objet est positionné dans la zone de

détection Z_d prédéterminée ([Fig.5a]) et un signal de tension V_{DIFF} dans une situation dans laquelle l'objet est positionné au-delà de cette zone ([Fig.5b]) est d'autant plus grand qu'il y a de faisceaux lumineux dans la séquence temporelle de faisceaux lumineux de sorte qu'une confusion de ces deux situations dues à un bruit électronique est largement réduite.

- [0053] Par ailleurs, il n'est plus nécessaire de synchroniser les comparaisons des seuils avec l'émission d'un faisceaux lumineux comme proposé dans les premiers exemples. En effet, les tensions de sortie V_{DIFF} et V_{SUM} de l'étage intégrateur sont continues de sorte qu'une fois la séquence temporelle de faisceaux lumineux émise, et avant le relâchement de ces tensions pour l'émission de la prochaine séquence temporelle, la comparaison de ces tensions à leur seuil respectif (tension nulle pour V_{DIFF} et v_{th2} pour V_{SUM}) peut être effectuée sans la nécessité d'être précis sur l'instant où ces tensions sont comparées.
- [0054] Dans ces deuxièmes exemples, le deuxième seuil de tension v_{th2} est déterminé à partir du nombre de faisceaux lumineux émis par la source lumineuse 2. Notamment, dans des exemples, le deuxième seuil de tension v_{th2} est un seuil en hystérésis présentant une borne haute et une borne basse. Dans ces exemples, le capteur optoélectronique est configuré pour détecter l'objet dans la zone de détection Z_d prédéterminée lorsque le signal de détection du soustracteur V_{DIFF} est positif et lorsque le signal de détection du sommateur V_{SUM} est supérieur à la borne haute du deuxième seuil de tension v_{th2} . Dans ces exemples, le capteur optoélectronique est également configuré pour interrompre la détection de l'objet lorsque le signal de détection du sommateur V_{SUM} est inférieur à la borne basse du seuil en hystérésis du deuxième seuil de tension v_{th2} .
- [0055] En l'occurrence, la combinaison de l'étage inverseur commandé 11 et de l'étage intégrateur 14 permettant l'obtention des signaux de détection du soustracteur V_{DIFF} et du sommateur V_{SUM} forme un étage de démodulation synchrone de la séquence temporelle de faisceaux lumineux. En effet, l'émission d'une séquence temporelle de faisceaux lumineux permettant de détecter la présence d'un objet dans la zone de détection Z_d prédéterminée peut être considérée comme une manière de moduler l'information de présence ou d'absence de l'objet dans la zone de détection Z_d prédéterminée sur les différents faisceaux de la séquence temporelle. Par conséquent, le fait de recombinaison l'information issue de chacun de ces faisceaux et traduite sur les tensions en opérant à une inversion commandée de ces tensions et à leur intégration peut être considérée comme une démodulation synchrone de l'information de présence ou d'absence de l'objet. Par ailleurs, l'utilisation combinée de l'étage inverseur commandé 11 et de l'étage intégrateur 14 agit également comme un filtre sur un signal extérieur continu ou présentant une fréquence faible qui viendrait perturber les premières v_a et deuxième v_b tensions électriques générées par les faisceaux lumineux réfléchis de la séquence. En

effet, l'étage inverseur commandé 11, appliquant un gain unitaire positif ou négatif à la fréquence de la séquence, rend donc le signal perturbateur alternatif, de sorte que son intégration par l'étage intégrateur 14 est nulle.

- [0056] Le capteur optoélectronique 1 selon la présente divulgation permet ainsi de garantir la stabilité de la détection tout en rendant négligeable la différence de distance de détection d'un objet par le capteur 1 lorsque cet objet est peu réfléchissant ou très réfléchissant au flux lumineux.
- [0057] Les différents exemples présentés dans les prochains paragraphes de la présente divulgation peuvent être combinés indépendamment avec les premiers ou les deuxièmes exemples décrits précédemment sauf lorsque le contraire est expressément indiqué.
- [0058] Dans des exemples, le capteur optoélectronique 1 comprend une lentille d'émission 21, comme représenté sur la [Fig.2]. La lentille d'émission 21 est disposée en vis-à-vis de la source lumineuse 2 de façon à être traversée par le faisceau lumineux émis par la source lumineuse. Elle permet de faire dévier les rayons lumineux du faisceau lumineux émis par la source lumineuse 2 de façon à les faire converger en sortie.
- [0059] Dans des exemples, le capteur optoélectronique 1 comprend également une lentille de réception 31, comme représenté sur la [Fig.2]. La lentille de réception 31 est disposée en vis-à-vis des première 3a et deuxième 3b photodiodes de façon à être traversée par les flux reçus par les première 3a et deuxième 3b photodiodes. La lentille de réception 31 permet de concentrer ces flux lumineux vers les photodiodes 3.
- [0060] Dans des exemples, le capteur 1 comprend un étage amplificateur de signaux apte à amplifier les premier i_a et deuxième i_b courants électriques ou apte à amplifier les première v_a et deuxième v_b tensions électriques. L'étage amplificateur de signaux peut par exemple être disposé entre les photodiodes 3 et l'étage convertisseur 4, il amplifiera auquel cas les premier i_a et deuxième i_b courants électriques. L'étage amplificateur de signaux peut également être disposé entre le convertisseur 4 et les étages sommateur 6 et soustracteur 5, il amplifiera dans ce cas les première v_a et deuxième v_b tensions électriques. Dans des exemples dans lesquels l'étage soustracteur 5 et/ou l'étage sommateur 6 comprennent un amplificateur, il y a donc au moins deux amplifications de signaux, une appliquée au niveau des courants ou des tensions, et une appliquée pour amplifier la tension de sortie des étages soustracteurs 5 et/ou sommateur 6.
- [0061] Dans des exemples, l'étage convertisseur 4 est également un étage amplificateur et comprend un premier amplificateur de transimpédance 41a apte à amplifier et convertir le premier courant électrique i_a en première tension électrique v_a et un deuxième amplificateur de transimpédance 41b apte à amplifier et convertir le deuxième courant électrique i_b en deuxième tension électrique v_b . Ces exemples permettent, en utilisant un même élément électronique, d'amplifier et de convertir un courant en une tension,

ce qui permet de réduire le coût du capteur et de simplifier sa conception. Notamment, l'étage convertisseur 4 présentant le premier amplificateur de transimpédance 41a et le deuxième amplificateur de transimpédance 41b peut donc correspondre à l'étage amplificateur de signaux mentionné précédemment.

[0062] Dans des exemples, le capteur optoélectronique 1 peut comprendre un étage de compensation de la lumière ambiante 13 configuré pour compenser le courant induit par la lumière ambiante dans le courant généré par les photodiodes 3. Dans des exemples, l'étage de compensation de la lumière ambiante 13 peut comprendre un premier étage de compensation 13a connecté en antiparallèle du premier amplificateur de transimpédance 41a de l'étage convertisseur et un deuxième étage de compensation 13b connecté en antiparallèle du deuxième amplificateur de transimpédance 41b de l'étage convertisseur 4. Plus précisément, le premier étage de compensation 13a peut comprendre un premier filtre passe bas 131a connecté à un premier amplificateur 132a, le premier amplificateur 132a étant par ailleurs connecté à un premier convertisseur tension courant 133a, comme illustré sur la [Fig.3]. De la même façon, le deuxième étage de compensation 13b peut comprendre un deuxième filtre passe bas 131b connecté à un deuxième amplificateur 132b, le premier amplificateur 132a étant également connecté à un deuxième convertisseur tension courant 133b.

[0063] Dans des exemples, le capteur optoélectronique 1 peut comprendre un étage de filtrage F configuré pour filtrer la première v_a et la deuxième v_b tensions électriques. Le filtrage est opéré avant que ces tensions soient soustraites par l'étage soustracteur 5 ou sommées par l'étage sommateur 6. L'étage de filtrage F comprend donc deux filtres. L'étage de filtrage comprend un premier filtre F1 pour filtrer la première tension électrique v_a afin d'obtenir une tension filtrée v_{af} comme représenté sur la [Fig.3]. L'étage de filtrage F comprend un deuxième filtre F2 pour filtrer la deuxième tension électrique v_b afin d'obtenir une tension filtrée v_{bf} comme représenté sur la [Fig.3]. Les premiers et deuxièmes filtres sont des filtres passe-bandes. Ces filtres sont sensiblement centrés autour de la fréquence de la séquence du faisceau lumineux dans les deuxièmes exemples. De cette façon, l'impact des composantes spectrales induit par d'autres sources lumineuses que la source lumineuse 2 du capteur optoélectronique 1 sur les première v_a et deuxièmes v_b tensions électriques est réduit. Dans la mesure où la détection d'un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée se base sur l'exploitation des première v_a et deuxièmes v_b tensions électriques, la détection est rendue plus précise. Par ailleurs, le filtre passe-bande permet également de filtrer en grande partie le bruit introduit par les composants électroniques utilisés dans le capteur sur la première tension électrique v_a et la deuxième tension électrique v_b , notamment le bruit introduit par les photodiodes 3, le bruit introduit par l'étage convertisseur 4 et le bruit introduit par l'étage amplificateur ou l'étage de compensation de la lumière

ambiante 13 le cas échéant. En effet, le bruit peut être considéré comme sensiblement constant sur l'ensemble des fréquences du signal de sorte que l'application d'un filtre passe-bande sur les tensions permet de supprimer les composantes spectrales du bruit en dehors de la bande de fréquences considérée, faible par rapport à l'ensemble de fréquences composant le signal.

- [0064] Est désormais présenté en référence à la [Fig.4] un exemple de procédé 100 de détection d'un objet 10 dans une zone de détection prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur l'objet 10 à l'aide d'un capteur optoélectronique 1 selon la présente divulgation.
- [0065] Comme illustré par la [Fig.4], le procédé 100 comprend une opération 110 d'émission d'au moins un faisceau lumineux dans un intervalle de temps prédéterminé à l'aide de la source lumineuse 2.
- [0066] Comme illustré par la [Fig.4], le procédé 100 comprend une opération 120 d'obtention de la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 durant l'intervalle de temps prédéterminé. La tension de sortie de l'étage soustracteur 5 est ainsi composée d'amplitudes générées par l'au moins un faisceau lumineux émis par la source lumineuse 2.
- [0067] Comme illustré par la [Fig.4], le procédé 100 comprend une opération 130 d'obtention de la tension de sortie de l'étage sommateur 6 durant l'intervalle de temps prédéterminé. La tension de sortie de l'étage sommateur 6 est également composée d'amplitudes générées par l'au moins un faisceau lumineux.
- [0068] Comme illustré par la [Fig.4], le procédé 100 comprend une opération 140 de détection d'un objet 10 dans la zone de détection Z_d prédéterminée à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur 5 et de l'étage sommateur 6 obtenues.
- [0069] Notamment, dans des premiers exemples de procédé 100 dans lequel le capteur optoélectronique 1 à l'aide duquel le procédé 100 peut être effectué correspond au capteur optoélectronique 1 selon les premiers exemples décrits ci-dessus, un objet 10 peut être détecté dans la zone de détection prédéterminée lorsque :
- a. la tension de sortie de l'étage soustracteur est positive lors de l'émission du faisceaux lumineux , et
 - b. la tension de sortie de l'étage sommateur est supérieure au premier seuil de tension prédéterminé lors de l'émission du faisceaux lumineux.
- [0070] Dans des deuxièmes exemples de procédé 100 dans lequel le capteur optoélectronique 1 à l'aide duquel le procédé 100 peut être effectué correspond au capteur optoélectronique 1 selon les deuxièmes exemples décrits ci-dessus, l'opération 110 d'émission d'au moins un faisceau lumineux peut comprendre une opération 111 d'émission d'une séquence temporelle de faisceaux lumineux dans un intervalle de temps prédéterminé à l'aide de la source lumineuse 2.

- [0071] Dans ces deuxièmes exemples de procédé 100, la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 et la tension de sortie de l'étage sommateur 6 comprennent des amplitudes générées par les faisceaux lumineux de la séquence de faisceaux lumineux.
- [0072] Dans ces deuxièmes exemples de procédé 100, le procédé 100 peut en outre comprendre une opération 131 de traitement de la tension de sortie de l'étage soustracteur 5 en inversant la tension de sortie ($v_a - v_b$) de l'étage soustracteur 5 durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux puis en intégrant la tension partiellement redressée (V_-) pour obtenir le signal de détection du soustracteur V_{DIFF} . Le signal de détection du soustracteur V_{DIFF} est donc dépendant du nombre de faisceaux lumineux de la séquence temporelle. Il peut être obtenu à partir du premier inverseur commandé 11a de l'étage inverseur commandé 11 et du premier intégrateur 14a de l'étage intégrateur 14.
- [0073] Dans ces deuxièmes exemples de procédé 100, le procédé 100 peut en outre comprendre une opération 132 de traitement de la tension de sortie de l'étage sommateur 6 en inversant la tension de sortie ($v_a + v_b$) de l'étage sommateur 6 durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux puis en intégrant la tension partiellement redressée (V_+) pour obtenir le signal de détection du sommateur V_{SUM} . Le signal de détection du sommateur V_{SUM} est donc dépendant du nombre de faisceaux lumineux de la séquence temporelle. Il peut être obtenu à partir du deuxième inverseur commandé 11b de l'étage inverseur commandé 11 et du deuxième intégrateur 14b de l'étage intégrateur 14.
- [0074] Enfin, dans ces deuxièmes exemples de procédé 100, l'opération 140 de détection d'un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée peut en outre comprendre une opération 141 de détection d'un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée lorsque :
- a. le signal de détection du soustracteur V_{DIFF} est positif, et
 - b. le signal de détection du sommateur est supérieur au deuxième seuil de tension v_{th2} déterminé.
- [0075] Par conséquent, les exemples de capteur optoélectronique 1 et de procédé de détection 100 présentés dans la présente divulgation permettent de garantir la stabilité de la détection en assurant un rapport signal à bruit suffisant, qu'ils s'agissent du bruit électronique introduit par les différents composants électroniques du capteur optoélectronique, ou du bruit introduit par la lumière ambiante dans la génération du courant par les photodiodes. En l'occurrence, le fait que le capteur optoélectronique 1 selon la présente divulgation utilise la tension de sortie d'un étage sommateur 6 additionnant les tensions issues des courants générés par la première 3a et la deuxième 3b pho-

todiodes dans la détection d'un objet 10 dans la zone de détection prédéterminée permet de garantir la stabilité de la détection (objet détecté ou non détecté) en assurant un rapport signal à bruit suffisant permettant d'éviter de passer d'un état à un autre du fait du bruit. Par ailleurs, dans les deuxièmes exemples de capteur optoélectronique 1 se basant sur l'émission d'une séquence temporelle de faisceaux lumineux pour détecter un objet 10 dans la zone prédéterminée Z_d , l'influence du bruit dans la stabilité de la détection est encore réduite. En effet, le bruit sur les tensions est filtré par la combinaison de l'étage inverseur commandé 11 et de l'étage intégrateur 14 et les tensions de sortie comparées pour détecter ou non un objet, c'est-à-dire les signaux de détection V_{DIFF} et V_{SUM} , présentent un niveau augmenté par rapport aux premiers exemples, ce qui augmente encore le rapport signal à bruit, améliorant ainsi la stabilité de la détection.

Revendications

[Revendication 1] Capteur optoélectronique (1) configuré pour détecter la présence d'un objet (10) dans une zone de détection (Zd) prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur ledit objet (10), le capteur opto-électronique (1) comprenant :

- une source lumineuse (2) adaptée pour émettre l'au moins un faisceau lumineux selon une orientation prédéterminée ;
- une première photodiode (3a) configurée pour générer un premier courant électrique (i_a) en fonction d'un premier flux lumineux sur la première photodiode (3a) ;
- une deuxième photodiode (3b) configurée pour générer un deuxième courant électrique (i_b) en fonction d'un deuxième flux lumineux sur la deuxième photodiode (3b) ;
- un étage convertisseur configuré pour convertir les premier (i_a) et deuxième (i_b) courants électriques en première (v_a) et deuxième (v_b) tensions électriques ;
- un étage soustracteur (5) configuré pour générer une tension de sortie par soustraction de la deuxième tension électrique (v_b) à la première tension électrique (v_a) ;
- un étage sommateur (6) configuré pour générer une tension de sortie par addition de la première tension électrique (v_a) à la deuxième tension électrique (v_b) ;

dans lequel le capteur optoélectronique (1) est configuré :

- de sorte qu'une différence entre le premier flux lumineux reçu par la première photodiode (3a) et le deuxième flux lumineux reçu par la deuxième photodiode (3b) est positive lorsqu'un faisceau lumineux est reflété par un objet (10) positionné dans la zone de détection (Zd) prédéterminée ; et
- pour détecter un objet (10) à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur (5) et de l'étage sommateur (6).

[Revendication 2] Capteur optoélectronique selon la revendication précédente, comprenant un étage amplificateur de signaux apte à amplifier les premier et deuxième courants électriques ou apte à amplifier les première et deuxième tensions électriques.

- [Revendication 3] Capteur optoélectronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étage convertisseur (4) est également un étage amplificateur et comprend un premier amplificateur de transimpédance (41a) apte à amplifier et convertir le premier courant électrique (i_a) en première tension électrique (v_a) et un deuxième amplificateur de transimpédance (41b) apte à amplifier et convertir le deuxième courant électrique (i_b) en deuxième tension électrique (v_b).
- [Revendication 4] Capteur optoélectronique selon la revendication précédente, comprenant en outre un étage de compensation de la lumière ambiante (13) configuré pour réduire la part du courant induit par la lumière ambiante dans le courant généré par les photodiodes.
- [Revendication 5] Capteur optoélectronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étage soustracteur (5) et l'étage sommateur (6) comprennent également un amplificateur amplifiant leur tension de sortie respective.
- [Revendication 6] Capteur optoélectronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un étage de filtrage (F) configuré pour filtrer la première (v_a) et la deuxième (v_b) tensions électriques.
- [Revendication 7] Capteur optoélectronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre :
- une lentille d'émission (21) disposée en vis-à-vis de la source lumineuse (2) de façon à être traversée par le faisceau lumineux émis par la source lumineuse ; et
 - une lentille de réception (31) disposée en vis-à-vis des première (3a) et deuxième (3b) photodiodes de façon à être traversée par les flux reçus par les première et deuxième photodiodes.
- [Revendication 8] Capteur optoélectronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le capteur optoélectronique (1) est configuré pour détecter un objet (10) dans la zone de détection (Zd) prédéterminée lorsque :
- a. la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) est positive lors de l'émission d'un faisceaux lumineux, et
 - b. la tension de sortie de l'étage sommateur (6) est supérieure à un premier seuil de tension prédéterminé (v_{th1}) lors de l'émission du faisceaux lumineux.

[Revendication 9] Capteur selon la revendication précédente, dans lequel le premier seuil de tension (v_{th1}) est un seuil en hystérésis présentant une borne basse et une borne haute, l'écart entre la borne basse et la borne haute étant supérieure à une amplitude de tension prédéterminée comme correspondant à une amplitude de tension due à un bruit sur la tension de sortie de l'étage sommateur (6).

[Revendication 10] Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre un étage inverseur commandé (11) et un étage intégrateur (14), l'étage inverseur commandé (11) comprenant :

- un premier inverseur commandé (11a) connecté à l'étage soustracteur (5) et configuré pour inverser la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux ;
- un deuxième inverseur commandé (11b) connecté à l'étage sommateur (6) et configuré pour inverser la tension de sortie de l'étage sommateur (6) durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux ;

l'étage intégrateur comprenant :

- un premier intégrateur (14a) connecté au premier inverseur commandé (11a) et configuré pour intégrer la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) en partie inversée par le premier étage inverseur commandé (11a), de façon à obtenir un signal de détection du soustracteur (V_{DIFF}) ; et
- un deuxième intégrateur (14b) connecté au deuxième inverseur commandé (11b) et configuré pour intégrer la tension de sortie de l'étage sommateur (6) en partie inversée par le deuxième étage inverseur commandé (11b), de façon à obtenir un signal de détection du sommateur (V_{SUM}) ; et

dans lequel le capteur optoélectronique est configuré pour détecter un objet (10) dans la zone de détection (Zd) prédéterminée lorsque :

- a. le signal de détection du soustracteur (V_{DIFF}) est positif, et

- b. le signal de détection du sommateur (V_{SUM}) est supérieur à un deuxième seuil de tension déterminé (v_{th2}).

[Revendication 11] Procédé de détection d'un objet (10) dans une zone de détection (Zd) prédéterminée par réflexion d'au moins un faisceau lumineux sur l'objet à l'aide d'un capteur optoélectronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, le procédé comprenant :

émettre (110) l'au moins un faisceau lumineux dans un intervalle de temps prédéterminé à l'aide de la source lumineuse (2) ;

obtenir (120) la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) étant composée d'amplitudes générées par l'au moins un faisceau lumineux ;

obtenir (130) la tension de sortie de l'étage sommateur (6) durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage sommateur (6) étant composée d'amplitudes générées par l'au moins un faisceau lumineux de la séquence de faisceaux lumineux ; et

détecter (140) un objet dans la zone de détection prédéterminée à partir des tensions de sortie de l'étage soustracteur et de l'étage sommateur obtenues.

[Revendication 12] Procédé de détection d'un objet selon la revendication précédente, à l'aide d'un capteur optoélectronique selon la revendication 10, le procédé comprenant :

émettre (110) une séquence temporelle de faisceaux lumineux dans un intervalle de temps prédéterminé à l'aide de la source lumineuse ;

obtenir (120) la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) durant l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) étant composée d'amplitudes générées par les faisceaux lumineux de la séquence de faisceaux lumineux ;

traiter (131) la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) en inversant la tension de sortie de l'étage soustracteur (5) durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux puis en intégrant la tension partiellement redressée pour obtenir un signal de détection du soustracteur (V_{DIFF}), à partir du premier inverseur commandé (11a) et du premier intégrateur (14a) ;

obtenir (130) la tension de sortie de l'étage sommateur (6) durant

l'intervalle de temps prédéterminé, la tension de sortie de l'étage sommateur (6) étant composée d'amplitudes générées par les faisceaux lumineux de la séquence de faisceaux lumineux ;

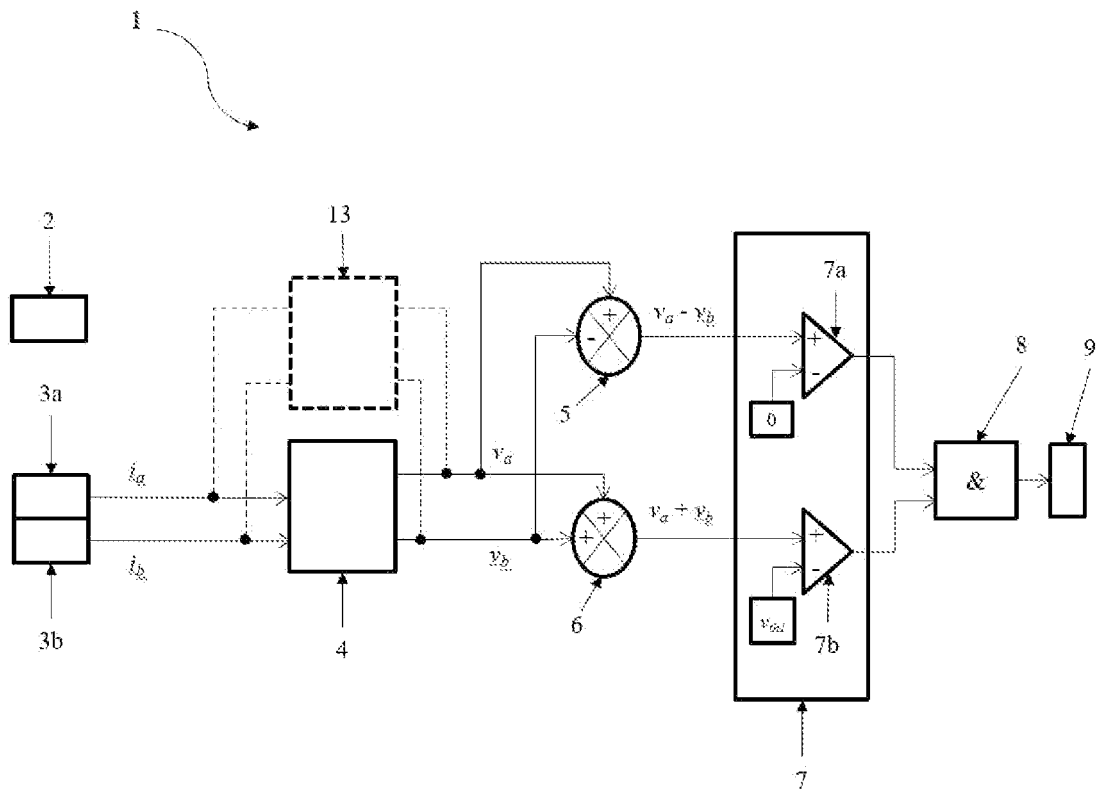
traiter (132) la tension de sortie de l'étage sommateur (6) en inversant la tension de sortie de l'étage sommateur (6) durant les intervalles de temps entre l'émission de deux faisceaux lumineux consécutifs de la séquence temporelle de faisceaux lumineux puis en intégrant la tension partiellement redressée pour obtenir un signal de détection du sommateur (V_{SUM}), à partir du deuxième inverseur commandé (11b) et du deuxième intégrateur (14b) ; et

détecter (140) l'objet dans la zone de détection prédéterminée lorsque :

- a. le signal de détection du soustracteur (V_{DIFF}) est positif ; et
- b. le signal de détection du sommateur (V_{SUM}) est supérieur à un deuxième seuil de tension déterminé (v_{th2}).

[Fig. 1]

Figure 1



[Fig. 2]

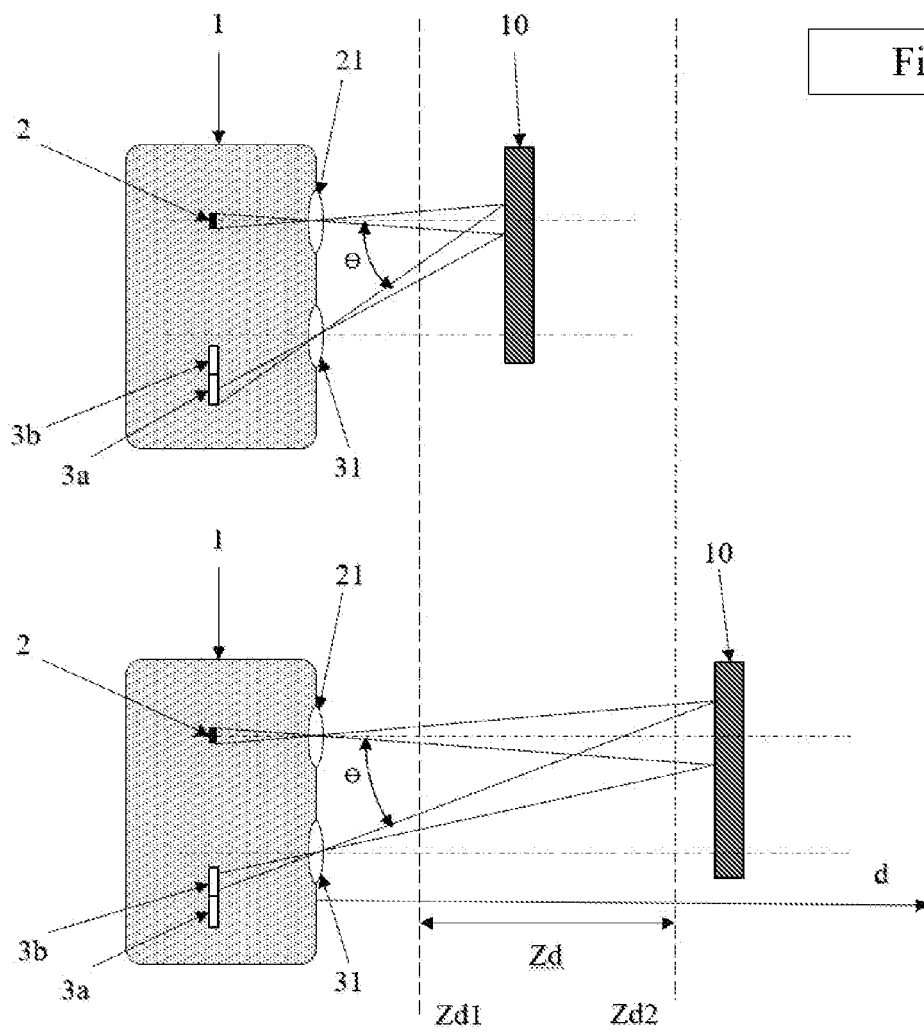
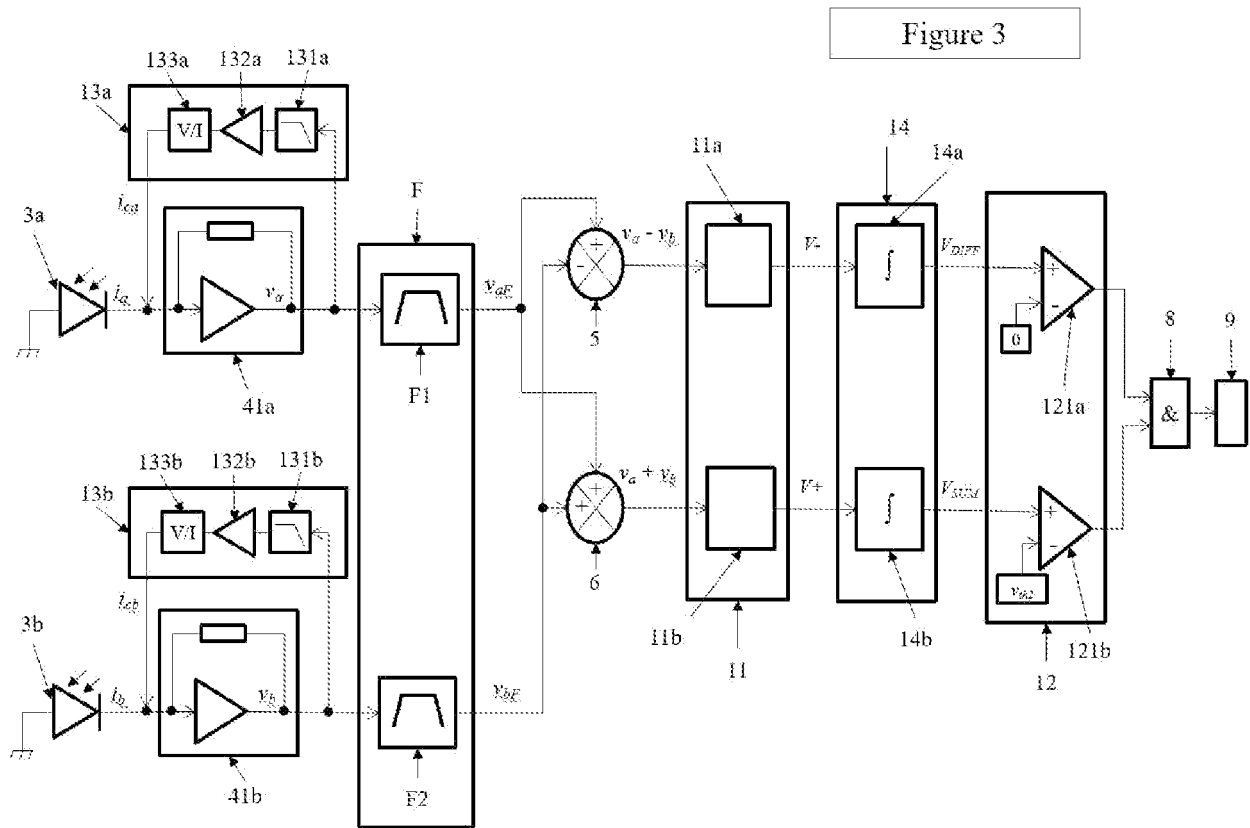


Figure 2

[Fig. 3]



[Fig. 4]

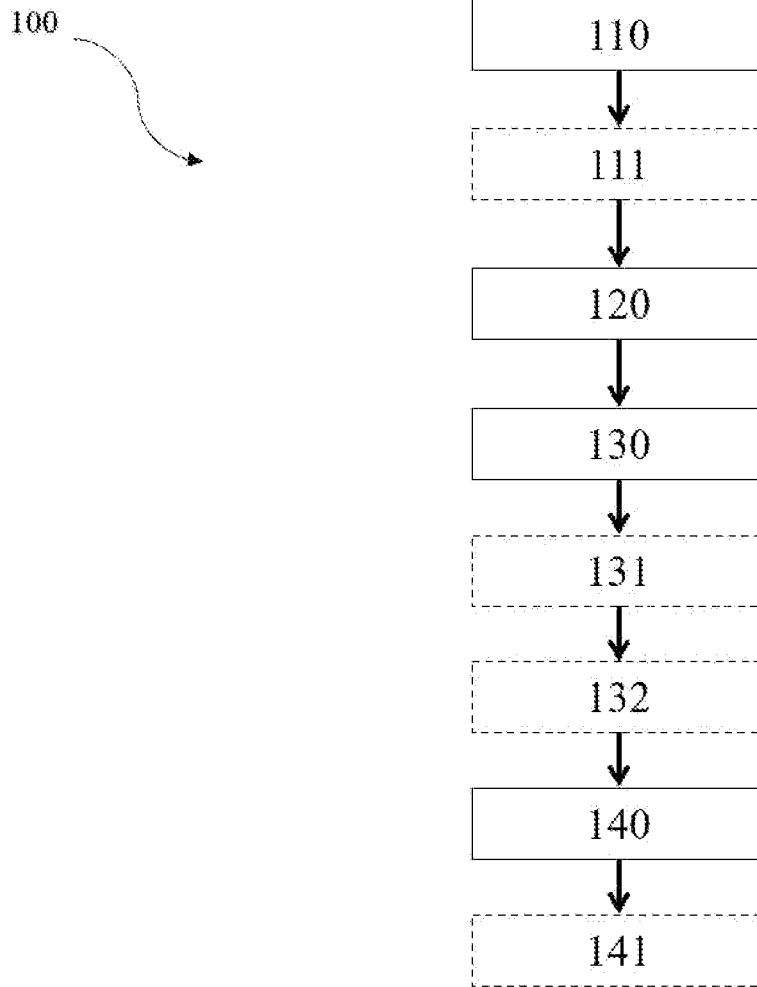
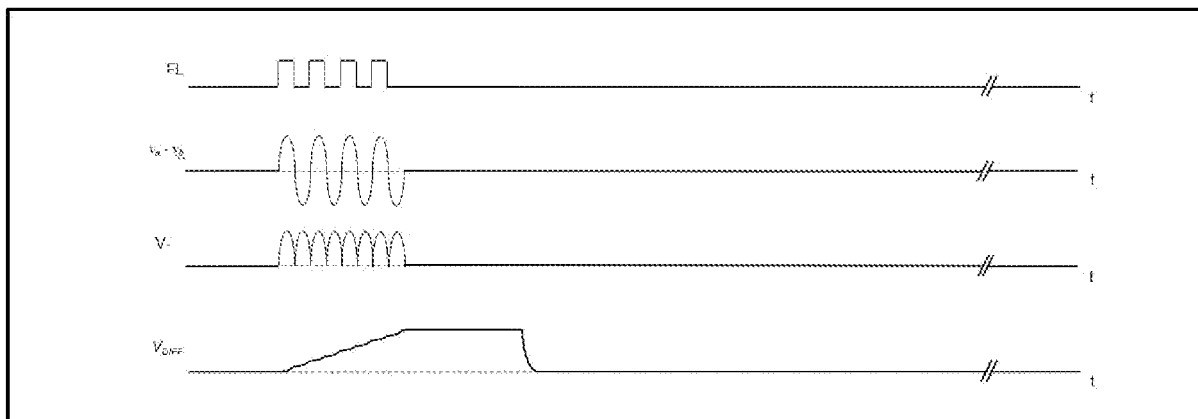


Figure 4

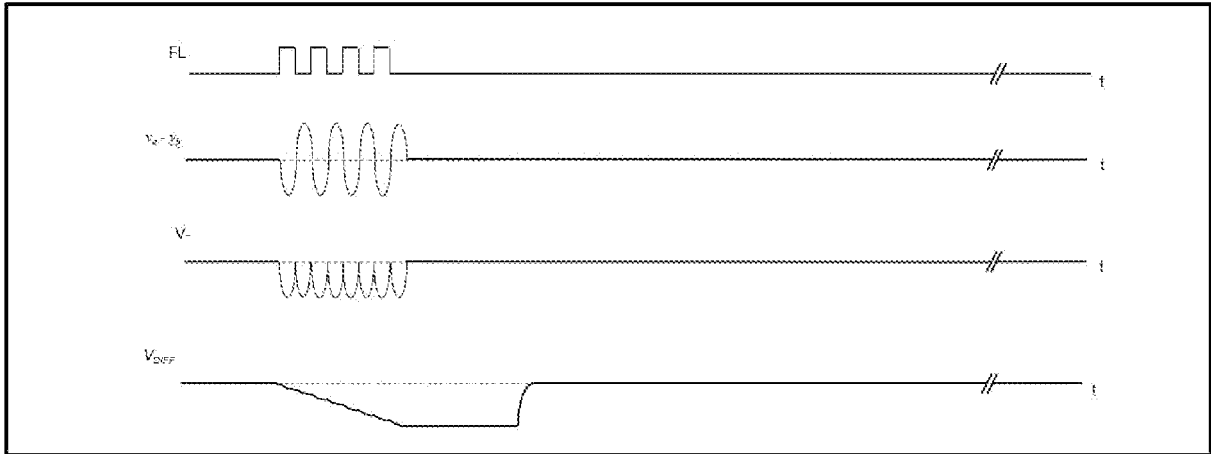
[Fig. 5a]

Figure 5a



[Fig. 5b]

Figure 5b





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 915132
FR 2300856

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2003/059087 A1 (WASLOWSKI KAI [DE] ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27)	1-9,11	G01S 17/04
A	* le document en entier * -----	10,12	G01S 17/88
A	US 5 668 366 A (MAUERHOFER ALEX [CH]) 16 septembre 1997 (1997-09-16)	1-12	
	* le document en entier * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 juillet 2023		Zaneboni, Thomas	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2300856 FA 915132**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-07-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003059087 A1	27-03-2003	CH 696373 A5	15-05-2007
		DE 10138609 A1	20-02-2003
		FR 2830622 A1	11-04-2003
		IT MI20021608 A1	22-01-2004
		US 2003059087 A1	27-03-2003

US 5668366 A	16-09-1997	AT 161972 T	15-01-1998
		AU 685557 B2	22-01-1998
		CA 2143156 A1	04-09-1995
		CN 1111703 A	15-11-1995
		CZ 286125 B6	12-01-2000
		DE 29502329 U1	30-03-1995
		EP 0670504 A1	06-09-1995
		HU 218052 B	28-05-2000
		JP H07301522 A	14-11-1995
		PL 307019 A1	04-09-1995
		SG 50361 A1	20-07-1998
		SK 26695 A3	09-04-1997
		US 5668366 A	16-09-1997
