

## **Master thesis : Conception of a high-power, high-frequency optical laser source emitting over a wide area**

**Auteur :** Bruyère, Thomas

**Promoteur(s) :** Redouté, Jean-Michel

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master : ingénieur civil électricien, à finalité spécialisée en "electronic systems and devices"

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/14577>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



---

## Conception of a high-power, high-frequency optical laser source emitting over a wide area

---

**Thomas Bruyère**

*Faculty:* Applied Sciences at the University of Liège

*Section:* Electrical Engineering

*Supervisor:* Jean-Michel Redouté

Academic year 2021-2022

### **Abstract**

This Master's Thesis aims at conceiving a high-power, high-frequency optical laser source able to emit light over a wide area and also to be configurable. In the long run, this laser source will be used to fulfil two specific functions which are, on the one hand, the accurate measurement of the distance between a sensor and a target according to the Time-of-Flight (ToF) principle and, on the other hand, the realization of a three-dimensional camera capable of observing a whole area of this same target.

The first part of this thesis presents the different aspects of the ToF principle which consists in measuring the time needed for light to travel between a sensor and a target as well as the Single Photon Avalanche Diode (SPAD) concept which is an excellent photodetector for 3D imaging. The theories of operation of a Light-Emitting Diode (LED) and a laser diode are then explained in order to compare the advantages and drawbacks of each in order to conceive the optical laser source. This part concludes that laser diodes are more suitable for this type of application.

The second part focuses on the complete realization of the electrical system of the optical laser source. Firstly, the different electronic devices and components needed and their connections are presented. Then, the design of the Printed Circuit Board (PCB) is described, with details of the assembly of the different devices and components. The next step develops the method used to dissipate the heat from the PCB and more specifically from the laser diodes. Finally, the implementation of the software architecture is explained in order to establish the I<sup>2</sup>C communication protocol between the devices forming the laser source.

The last part focuses on the experimentation of the conceived optical laser source. The results demonstrate that the laser source, composed of nine diodes, achieves the different objectives set.

The next step, which is outside the scope of this thesis, will be to integrate the optical laser source onto an interface board containing an integrated sensor, peripheral circuits and a Field-Programmable Gate Array (FPGA) module in order to test the two specific functions mentioned above. This board is under development in the Microsys laboratory.



---

## Conception d'une source laser optique de haute puissance et haute fréquence émettant sur une large surface

---

**Thomas Bruyère**

*Faculté:* Sciences Appliquées à l'Université de Liège

*Section:* Ingénieur Electricien

*Promoteur:* Jean-Michel Redouté

*Année Académique* 2021-2022

### Résumé

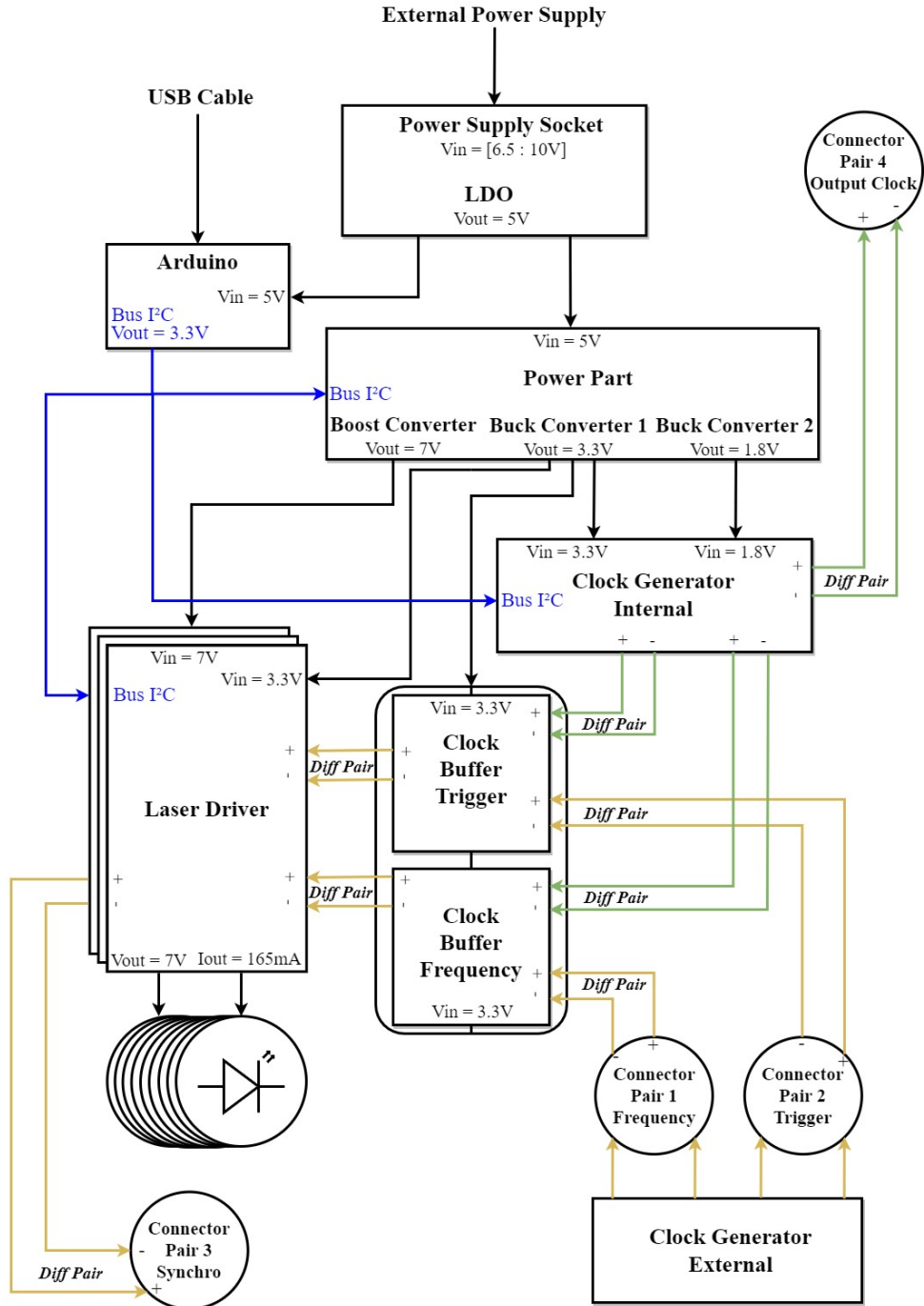
Cette thèse de fin d'étude a pour objectif de concevoir une source laser optique de haute puissance et haute fréquence capable à la fois d'émettre de la lumière sur une surface étendue et aussi d'être configurable. A terme, cette source laser sera utilisée dans le but de répondre à deux fonctions spécifiques qui sont, d'une part, la mesure précise de la distance entre un capteur et une cible selon le principe du temps de vol et, d'autre part, la réalisation d'une caméra tri-dimensionnelle capable d'observer une zone entière de cette même cible.

La première partie de cette thèse présente les différents aspects du principe du temps de vol qui consiste à mesurer le temps nécessaire à la lumière pour se déplacer entre un capteur et une cible ainsi que le concept de diode à avalanche à photon unique qui est un excellent photodétecteur pour l'imagerie 3D. Les théories de fonctionnement d'une diode électroluminescente et d'une diode laser sont ensuite expliquées afin de comparer les avantages et les inconvénients de chacune d'entre elles dans le but de concevoir la source laser optique. Cette partie conclut que les diodes laser sont plus adaptées pour ce type d'application.

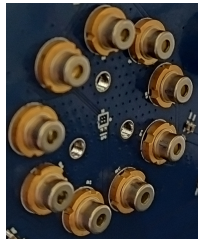
La seconde partie se concentre sur la réalisation complète du système électrique de la source laser optique. Dans un premier temps, les différents dispositifs et composants électroniques nécessaires ainsi que leurs connexions sont présentés. Ensuite, la conception du circuit imprimé est décrite, avec les détails d'assemblage des différents dispositifs et composants. L'étape suivante développe la méthode utilisée pour dissiper la chaleur du circuit imprimé et plus particulièrement celle des diodes laser. Enfin, l'implémentation de l'architecture software est expliquée dans le but d'établir le protocole de communication I<sup>2</sup>C entre les dispositifs formant la source laser.

La dernière partie se concentre sur l'expérimentation de la source laser optique ainsi conçue. Les résultats démontrent que cette source laser, composée de neuf diodes, atteint les différents objectifs fixés.

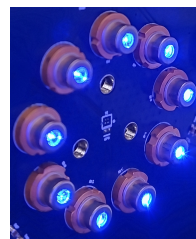
La prochaine étape, qui n'entre pas dans le cadre de cette thèse, consistera à intégrer la source laser optique dans une carte d'interface contenant un capteur intégré, des circuits périphériques ainsi qu'un module FPGA dans le but de tester les deux fonctions spécifiques dont il est question ci-dessus. Cette carte est en phase de développement au sein du laboratoire Microsys.



Block diagram of the complete electrical system.

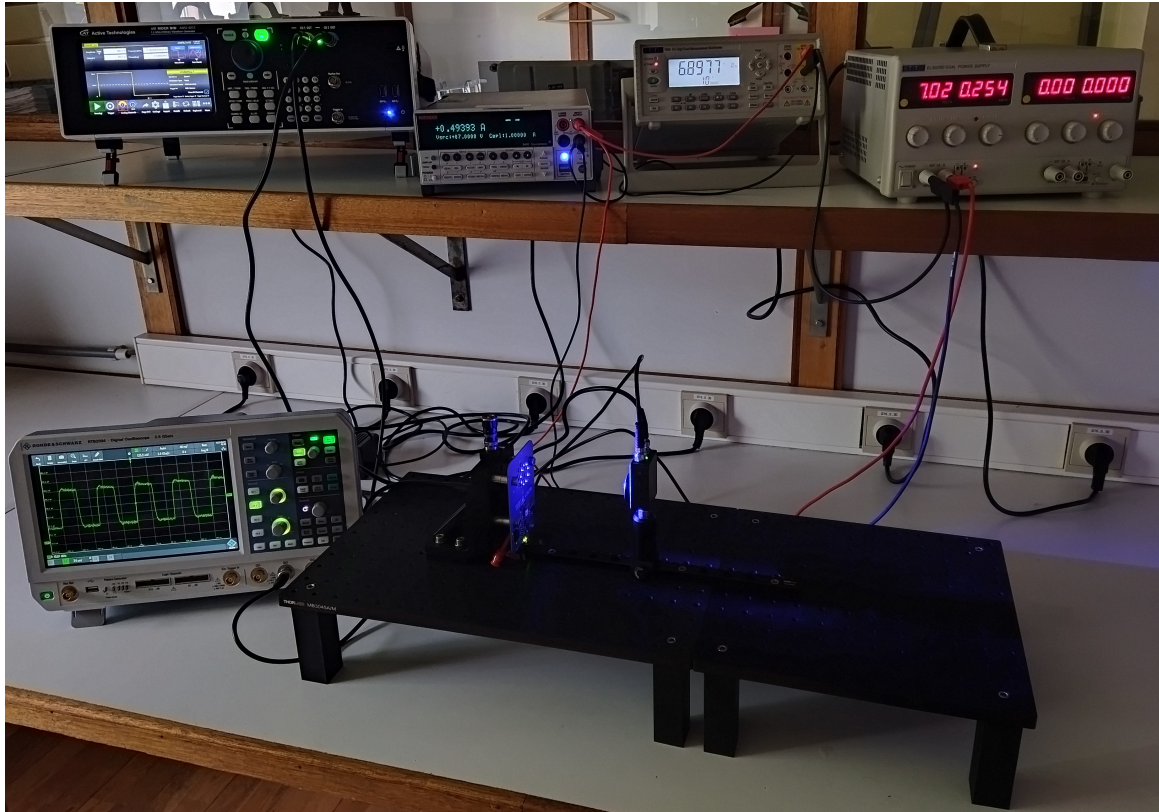


(a) Turned off

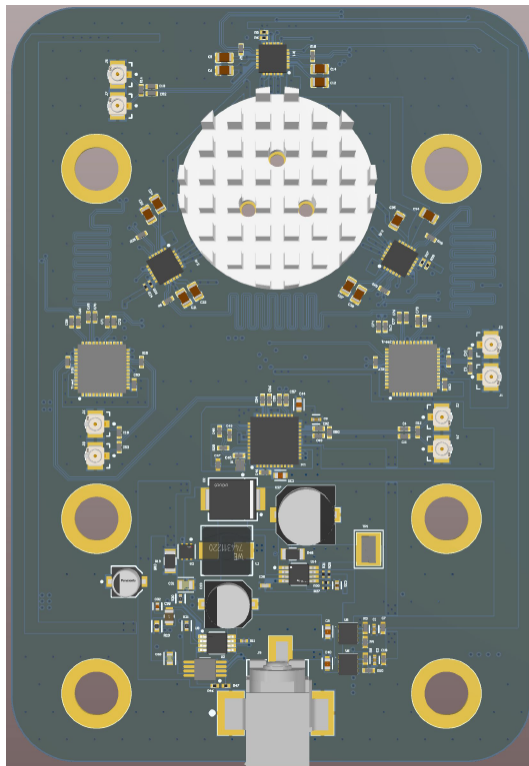


(b) Turned on

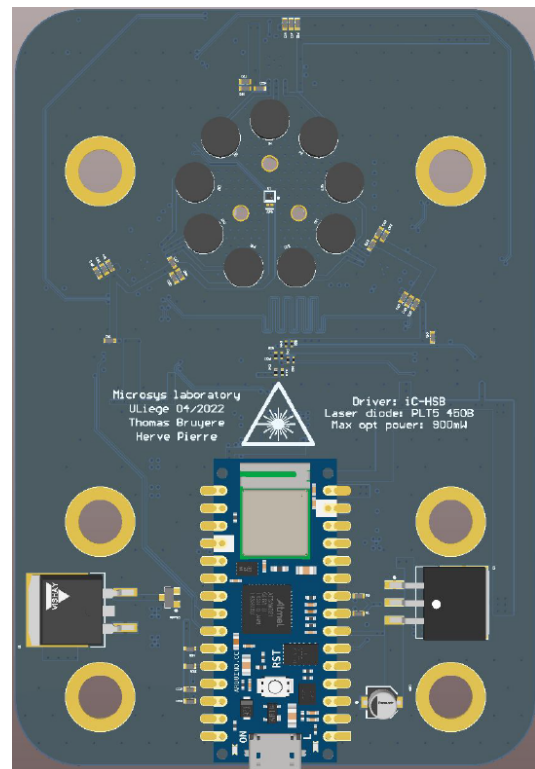
Main laser source configurations.



Optical test setup.



(a) Front view



(b) Back view

3D PCB model.