



Lampe de plongée à LED de 1800 lumens

Expression technique



Lampe de plongée à LED de 1800 lumens [1]

Expression technique

Sommaire

Introduction.....	4
1.L'électronique de la lampe.....	5
1.1.Les LED.....	5
1.2.L'alimentation.....	7
1.3.Tests et réalisation.....	11
2.Le châssis de la lampe.....	14
2.1.Matériaux et dimensionnement.....	14
2.2.Assemblage.....	15
2.3.Tests d'étanchéité.....	16
2.4.Validation du fonctionnement de la lampe.....	17
Conclusion.....	19
Résumé.....	20
Bibliographie.....	21
Index des illustrations.....	23

Introduction

Dans le cadre du troisième semestre de notre cursus à l'IUT GEII de Tours, nous avons dû travailler sur un projet d'étude et réalisation de 7 semaines.

Le but est de réfléchir sur un projet réalisable dans le temps imparti et de réaliser celui-ci du début à la fin.

L'un des problèmes auxquels sont confrontés les plongeurs sous-marins est l'obscurité. Le manque de visibilité lors des plongées profondes (supérieures à 25 mètres) oblige les plongeurs à utiliser une lampe.

C'est pourquoi nous avons décidé de créer une lampe de plongée à LED permettant aux plongeurs d'éclairer les fonds marins.

Dans un premier temps, nous exposerons notre travail sur la partie électronique de la lampe, comprenant le choix des LED, de l'alimentation, les tests. Dans un second temps, nous traiterons la partie concernant le châssis de la lampe avec son dimensionnement, sa réalisation.

1. L'électronique de la lampe

1.1. Les LED

Les LED sont des composants semi-conducteurs créés pour la première fois en 1962 par Nick Holonyak Jr. LED est l'acronyme utilisé pour Light-Emitting Diode (ou Diode ÉlectroLuminescente en français). Une LED est un composant électronique qui va émettre de la lumière lors du passage du courant. Il existe deux grands types de LED. Les LED classiques et les LED de puissance.

Une LED possède deux électrodes : l'anode et la cathode. L'anode est l'électrode où va entrer le courant électrique pour ressortir par la cathode. Cela signifie que le potentiel à l'anode doit être supérieure à celui de la cathode pour que le courant puisse passer. Lorsque le courant va passer la LED va s'allumer.

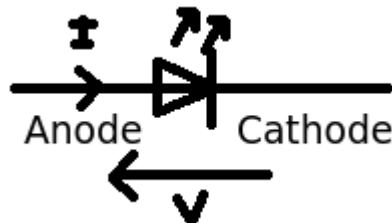


Illustration 1: Schéma de fonctionnement d'une LED [2]

Le choix des LED est une étape importante de notre projet. Nous devons créer une lampe de plongée assez puissante pour éclairer convenablement sous l'eau. C'est pourquoi nous avons choisi de créer une lampe pouvant rivaliser avec les lampes de plongée déjà présentes sur le marché.

En cherchant des informations sur les lampes de plongée en vente sur Internet, nous avons vu que l'unité de lumen, noté lm, revenait souvent. Le lumen est l'unité symbolisant le flux lumineux. Le flux lumineux est, en quelque sorte, la quantité de lumière émise par une source.

Après quelques recherches et comparaisons, nous avons décidé de réaliser une lampe avec un flux lumineux d'environ 1800lm. Un flux lumineux de 1800lm nous assurerait une assez bonne visibilité pour une profondeur avoisinant les 50m.



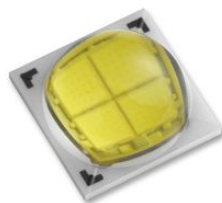
Illustration 2: Phare de plongée de 1800lm [3]

La fiche technique de la lampe de plongée en Illustration 2 indique qu'elle peut descendre jusqu'à une profondeur de 200m. En créant une lampe de plongée avec un flux lumineux similaire nous nous assurons que la visibilité sera correcte pour une profondeur de 50m.

Restait maintenant à choisir quelles LED utiliser. Il nous fallait un système d'éclairage le plus petit possible. Nous avons d'abord pensé à utiliser des LED classiques telles que des LED 5mm. Cependant leur flux lumineux était tellement faible qu'il aurait fallu en mettre des centaines. Par exemple pour une LED blanche 5mm possédant un flux lumineux d'environ 4lm il nous aurait fallu 450 LED. Cela posait plusieurs problèmes, comme la taille du système d'éclairage et son prix qui aurait été trop élevé.

Nous nous sommes donc tournait vers des LED dites haute puissance. Sur le site Farnell, les LED de puissance pouvait aller jusqu'à un flux lumineux de 7500lm. Nous pouvions soit prendre une seule LED de 2000lm qui correspondait à nos besoins, soit deux LED d'environ 900lm, ou encore trois LED 600lm. Prendre une seule LED nous aurait coûté une quarantaine d'euros contre une vingtaine d'euros pour deux LED et une trentaine d'euros pour trois LED. Nous avons donc choisi la solution la moins chère : deux LED d'environ 900lm chacune.

Les LED de 980lm étant moins chères que celles de 900lm, nous avons choisi deux LED de 980lm.



*Illustration 3:
LED LXR7-SW50
– LUXEON M
980lm [8]*

Une autre information nous paraissait importante, l'angle de vision. L'angle de vision est l'angle selon lequel va éclairer la LED. Nous nous sommes demandés si le plongeur avait besoin d'un très large champ de vision ou d'un champ de vision plus réduit mais possédant un plus grand éclairement. L'éclairement, exprimé en lux noté lx, représente en quelque sorte une quantité de lumière sur une surface déterminée. Ainsi en réduisant l'angle de vision de la LED nous réduisons la surface d'éclairement. En réduisant la surface d'éclairement nous augmentons l'éclairement. Cela signifie qu'en réduisant l'angle de vision de la LED nous « concentrons » la lumière en une plus petite surface.

Pour cela nous avons opté pour des réflecteurs. À savoir qu'à chaque LED correspond un type de réflecteur. Heureusement pour nous le site Farnell, où nous avons acheté les LED, indique les accessoires compatibles avec un produit et donc les réflecteurs adaptés aux LED choisies. Nous avons donc choisi les seuls réflecteurs disponibles hors des États-Unis. Ceux-ci réduisent l'angle de vision à environ 11° alors qu'il était de 120° pour la LED.



Illustration 4:
Réflecteur utilisé avec
nos LED [7]

Après avoir choisi le système d'éclairage il nous faut en choisir l'alimentation en tenant compte des contraintes que nous nous sommes imposés, notamment au niveau de la taille.

1.2. L'alimentation

Les LED de puissance ont un inconvénient : la consommation. En effet les LED que nous avons choisi nécessitent une alimentation en tension de +12V chacune. L'alimentation en courant des LED dépend du flux lumineux souhaité : plus l'on veut éclairer, plus le courant dans les LED doit être élevé.

LUXEON M 12V Product Characteristics

Typical Performance Characteristics at 350 mA, 700 mA, and 1000 mA for LUXEON M 12V, Junction Temperature = 85°C													
Part Number	Nominal ANSI CCT	CRI	Luminous Flux (lm) Min		Typical Luminous Flux (lm)			Typical Forward Voltage (V _f)			Typical Efficacy (lm/W)		
			700 mA	700 mA	350 mA	700 mA	1000 mA	350 mA	700 mA	1000 mA	350 mA	700 mA	1000 mA
LXR7-SW30	3000K	70	840	840	491	905	1210	10.88	11.2	11.43	128	115	106
LXR7-SW40	4000K	70	900	900	529	980	1311	10.88	11.2	11.43	139	125	115
LXR7-SW50	5000K	70	900	900	529	980	1311	10.88	11.2	11.43	139	125	115
LXR7-SW57	5700K	70	900	900	545	1000	1334	10.88	11.2	11.43	143	128	117
LXR7-SW65	6500K	70	900	900	545	1000	1334	10.88	11.2	11.43	143	128	117
LXR8-SW27	2700K	80	680	680	418	760	1018	10.88	11.2	11.43	109	97	89
LXR8-SW30	3000K	80	710	710	440	800	1071	10.88	11.2	11.43	115	102	94
LXR8-SW35	3500K	80	745	745	464	860	1159	10.88	11.2	11.43	121	110	102
LXR8-SW40	4000K	80	780	780	491	905	1210	10.88	11.2	11.43	128	115	106
LXR8-SW50	5000K	80	800	800	491	905	1210	10.88	11.2	11.43	128	115	106
LXR9-SW27	2700K	90	570	570	332	610	818	10.88	11.2	11.43	87	78	72
LXR9-SW30	3000K	90	580	580	337	620	833	10.88	11.2	11.43	88	79	73

Illustration 5: Caractéristiques des LED LUXEON M 12V [4]

Sur l'illustration 5 nous pouvons voir que la LED LXR7-SW50, celle que nous avons choisi, voit son flux lumineux modifié en fonction du courant d'alimentation, et ce pour une tension d'alimentation constante de +12V. Ainsi pour un courant d'alimentation de 700mA le flux lumineux fourni par une LED est de 980lm. Pour un courant d'alimentation deux fois plus faible, soit 350mA, le flux lumineux passe à 529lm.

Ainsi nous avons le choix entre mettre les LED en série ou en dérivation. Si nous mettons les LED en série, la tension d'alimentation devait être multipliée par deux, soit +24V. Le courant d'alimentation serait alors le même dans les deux LED.

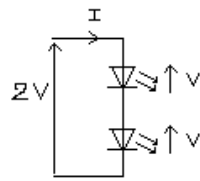


Illustration 6:
Montage LED
en série [2]

Si les LED sont montées en dérivation, la tension d'alimentation est la même qu'aux bornes de chacune des deux LED. En revanche le courant d'alimentation serait équivalent à deux fois celui d'une LED.

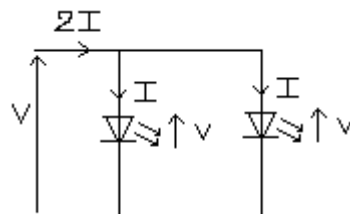


Illustration 8: Batterie de
+9,6V [1]

Nous avons choisi de monter les LED en série afin de faciliter le calcul des résistances servant à régler le courant. Il nous fallait donc une source de tension de +24V et très peu encombrante. L'une des solutions envisageable était de prendre une batterie 24V, une batterie de perceuse par exemple. Cependant ce type d'alimentation était trop encombrant et ne rentrait pas dans le boîtier que nous avons prévu pour la lampe. Il nous fallait envisager une autre alimentation. Nous avons pensé à une pile suivie d'une amplification en tension.

Pour la pile nous avons utilisé une batterie composée de 8 piles de 1,2V montées en série. La batterie fournit une tension de +9,6V et a l'avantage d'être très peu encombrante.

Pour amplifier la tension d'alimentation nous avons pensé à un montage amplificateur non-inverseur. L'AOp du montage amplificateur nécessitait une tension d'alimentation que nous étions incapables de fournir. Nous devons trouver une alternative ne nécessitant pas d'alimentation. Nous avons choisi d'utiliser un LM2577T.

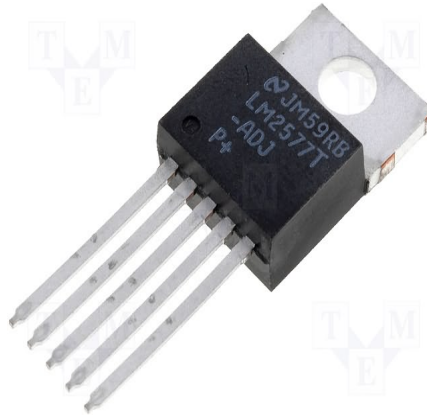


Illustration 9: LM2577T [11]

Le LM2577T est un régulateur de tension ajustable. Il permet d'amplifier une tension en fonction du montage utilisé et de ses composants. De plus, il permet d'avoir une tension de sortie indépendante de celle d'entrée. Cette solution présente donc l'avantage de ne pas avoir une tension d'alimentation qui diminue avec le temps contrairement aux batteries. Elle deviendra simplement nulle lorsque la tension d'entrée du montage amplificateur sera trop faible.

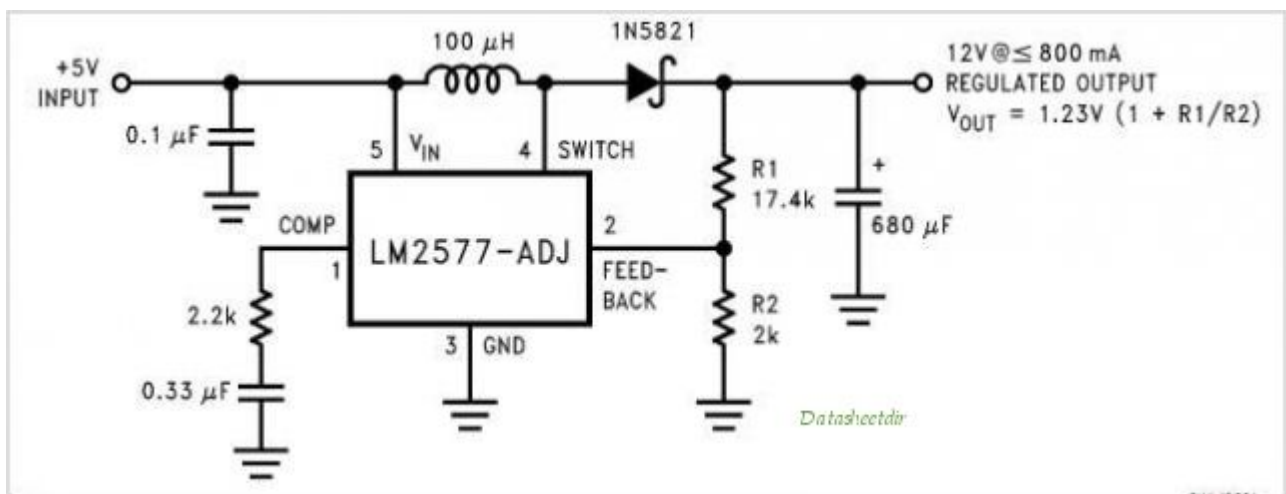


Illustration 10: Montage amplificateur avec le LM2577T [12]

Le montage présenté en Illustration 10 fournit une tension de sortie de +12V. Il faut dimensionner les résistances R1 et R2 pour avoir la tension de sortie souhaitée : +24V. De la formule $V_{out} = 1,23 (1 + R1/R2)$ nous en déduisons la formule $R1 = R2 * (V_{out}/1,23 - 1)$. Pour $V_{out} = +24V$, nous trouvons $R1 = 18,51 * R2$. Après avoir choisi $R2 = 2k\Omega$, nous obtenons $R1 = 37,02k\Omega$. Nous avons dû prendre une résistance de $33k\Omega$ en série avec une résistance de $3,9k\Omega$ pour se rapprocher le plus possible de la valeur de la résistance R1.

La puissance fournie pour le système d'éclairage est de $P_s = 24 * 0,7 = 16,8W$. La batterie fournit quant à elle une tension de 9V. Ainsi, en négligeant les pertes joules, on obtient $P_e = P_s$. En effet l'énergie est conservée, rien n'est créé, rien n'est perdu. Nous avons donc $I_e = P_s/V_e = 16,8/9 = 1,87A$. Nous avons donc choisi une inductance capable de supporter un courant de 2A.

Pour pouvoir régler le flux lumineux de la lampe sans toucher la lampe nous avons décidé d'utiliser un bouton à deux positions. L'interrupteur modifiera la résistance équivalente afin de régler l'intensité d'alimentation. Le flux lumineux change en même temps que l'intensité d'alimentation des LED. En effet d'après la loi d'ohm $I = U/R$ avec I et U respectivement les courant et tension d'alimentation de la résistance R. Dans notre cas la tension d'alimentation U est constante. Pour modifier l'intensité d'alimentation il faudra donc modifier la résistance R. Pour cela nous avons choisi deux résistances et un interrupteur pour modifier la résistance équivalente comme sur l'illustration 11.

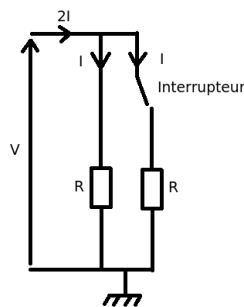


Illustration 11:
Interrupteur de
contrôle du flux
lumineux [2]

Nous avons un courant d'alimentation $I = 350mA$ pour avoir un courant deux fois plus grand en fermant l'interrupteur. D'après la loi d'ohm, on a $R = V/I = 24/0,35 = 68,6\Omega$. Nous avons choisi une résistance de 68Ω . En fermant l'interrupteur un courant I également de $350mA$ va circuler dans la seconde résistance $R = 68\Omega$. D'après la loi des mailles on obtient un courant d'alimentation de $I_{max} = I + I = 2I = 700mA$. Avec l'interrupteur ouvert le flux lumineux est de $529lm$ par LED et en fermant l'interrupteur il passe à $980lm$.

Pour l'interrupteur il nous fallait un interrupteur sur lequel le plongeur pouvait agir facilement, depuis l'extérieur de la lampe. Nous avons donc pensé à un relais ILS. Il s'agit d'un composant que l'on ouvre (circuit ouvert) et que l'on ferme (circuit fermé) en déplaçant un aimant à proximité. Il nous fallait donc un relais ILS capable de supporter un courant de $350mA$. Par mesure de sécurité nous avons préféré prendre un relais ILS capable de supporter un courant un peu plus grand. Nous avons donc choisi un relais capable de supporter un courant de 1A.

Pour l'interrupteur servant à allumer et éteindre la lampe nous avons également choisi un relais ILS. Nous avons placé ce relais à l'entrée de la carte d'alimentation. Ce relais devait donc être capable de supporter un courant de 2A. Le seul relai ILS que nous avons trouvé sur les sites Farnell et Radiospare était capable de supporter un courant de 5A. Son inconvénient était son prix bien plus élevé que le premier relais.



Illustration 12: Relais ILS [6][10]

Après avoir dimensionné l'alimentation des LED, nous devons effectuer des tests afin de savoir si nos choix, notamment pour l'alimentation, sont correctes. Puis il nous faudra réaliser le montage électronique final.

1.3. Tests et réalisation

Nous devons maintenant effectuer des tests afin de savoir si la partie théorique s'avère correcte.

Nous avons commencé par tester les LED, afin de vérifier quelles fonctionnaient correctement et de se faire une idée de leur puissance en terme d'éclairage. Le test des LED ne nous a posé aucun problème puisque la documentation présente sur le site Farnell indiquait quelle était l'utilité de chaque pad.

Pad Configuration

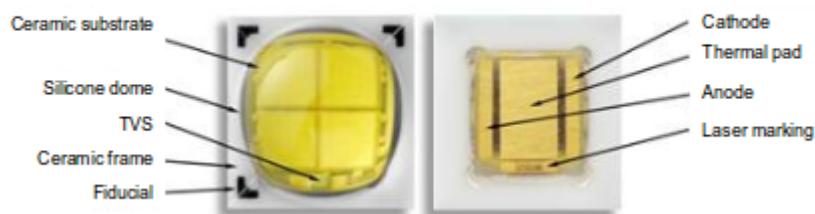


Illustration 13: Configuration des pads de la LED [4]

Comme pour les LED classiques on retrouve l'anode et la cathode. Elles servent à relier la LED à d'autres composants. La LED comporte également un pad thermique, Thermal pad, qui sert à évacuer la chaleur émise par la LED. D'après le concepteur de cette LED, Philips, elle chauffe à une température de 85°C lors de son fonctionnement. Il est donc nécessaire d'évacuer la chaleur afin de ne pas réduire considérablement la durée de vie de la LED. Nous n'utiliserons pas le pad Laser marking car inutile à notre projet.

Nous avons ensuite testé l'alimentation dont le montage est représenté sur l'illustration 10. Nous avons rencontré plusieurs problèmes lors des tests. Tout d'abord nous ne pouvions tester le montage actuel avec un courant de 1,87A. Le courant était trop élevé pour cela. Nous avons donc utilisé une résistance de charge afin de réduire le courant. De plus la plaque présentait également des parasites. Le test du circuit d'alimentation n'a donc pas pu être effectué sur la plaque de test.

Pour remédier à cela nous avons dû réaliser un prototype de la carte d'alimentation avec le logiciel KiCad. Les composants tels que les LED LUXEON M et le régulateur LM2577T n'étant pas connu de KiCad nous avons dû les créer. Pour remédier à cela nous devons créer leur composant électronique afin de réaliser le schéma électrique comme sur l'illustration 14.

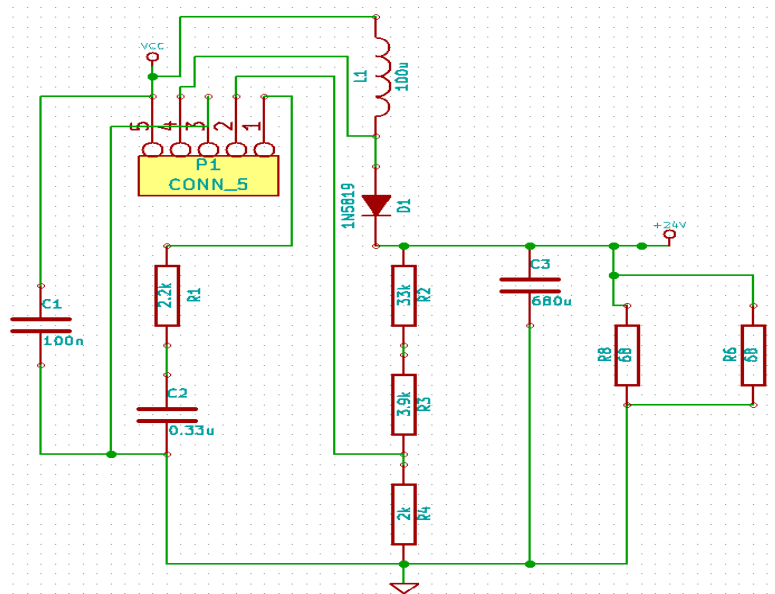


Illustration 14: Schéma électrique de la carte d'alimentation [2]

Une fois le schéma électrique créé nous devons faire la Netlist, c'est-à-dire associer les composants électroniques à des modules, des empreintes physiques. Les modules nous permettront de créer le typon, ils doivent donc avoir la même forme et les mêmes dimensions que les vrais composants. Cette fois encore les modules n'existent pas pour la LED et le régulateur. Nous devons donc les créer. Une fois que les modules ont été associés aux composants, la Netlist est terminée et nous pouvons passer à la dernière étape : le typon.

Pour créer le typon il va falloir importer et générer la Netlist. Cela a pour but de faire apparaître les modules des composants. Il ne nous reste plus qu'à les relier ensemble suivant les connexions électriques. Les connexions électriques sont indiquées et représentées par des traits gris. Les points gris à la fin des pistes, en vertes, sont des vias. Ils sont là pour représenter les endroits où il faudra percer la carte afin d'y relier des composants externes à la carte. Pour connaître la largeur des pistes à placer nous avons utilisé l'illustration 15. Pour une température ambiante de 20°C, un courant maximal de 2A, soit 2,7A dans le tableau, et une épaisseur de piste de 35µm, nous devons mettre des pistes d'une largeur de 0,72mm.

Largeur des pistes (en mm)		Intensité à température admissible (en A)	
CU 35 µm	CU 70 µm	20°C	30°C
0.35		1.2	1.8
0.4		1.3	1.9
0.72	0.36	2.7	3.5
1.14	0.6	3.8	4.6
1.78	0.6	5.2	5.8
2.5	0.9	6.8	8.2
3.5	1.75	8.3	10.5
4.5	2.3	9.7	12
5.8	2.9	11.2	14
7.1	3.5	13	16.1

Illustration 15: Courant maximale suivant la largeur des pistes [5]

Une fois le typon réalisé nous devons l'imprimer sur papier calque pour le graver sur la carte grâce à l'insolèse. L'insolèse va envoyer des rayons UV qui vont appliquer le typon sur la carte. La carte est constituée d'une couche isolante en résine d'époxy. Les rayons UV auront fragilisé toute la couche sauf la partie située en dessous de l'encre du typon. En passant la carte dans le révélateur on va supprimer la résine fragilisée faisant apparaître la couche de cuivre. Il faut ensuite passer la carte dans la graveuse qui va supprimer le cuivre visible, alors que la résine restante, formant les pistes du typon, va protéger le cuivre en dessous. Il faut neutraliser le perchlorure utilisé pour la gravure. Il ne reste désormais plus que les pistes, en cuivre, sur la carte. Il suffit finalement de percer la carte là où devons passer les pattes des composants.

Après avoir réalisé le prototype de la carte d'alimentation et soudé les composants dessus nous avons pu tester la carte d'alimentation. Nous avons pour cela utilisé un GBF afin de voir si la sortie était constante lorsque l'entrée variait. Nous obtenions une tension de sortie de 24V tant que la tension d'entrée n'était pas trop faible.

Après s'être assuré que la carte d'alimentation et les LED fonctionnaient, il ne nous restait plus qu'à réaliser les cartes finales, celles qui seront placées dans la lampe. Nous avons dû refaire la carte d'alimentation pour espacer davantage les composants les uns des autres et la rendre plus propre.

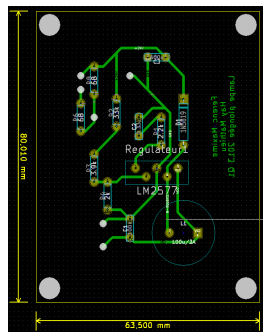


Illustration 16: Typon de la carte d'alimentation [2]



Illustration 17: Carte d'alimentation [1]

Nous avons choisi de mettre les LED sur une carte à part afin de placer le tout sur deux étages dans la lampe. Hélas la LED se gravait en CMS. Or souder en CMS des composants d'une taille de 7mm par 7mm et dont l'écart entre chaque pad est de 0,30mm est réalisé par des machines dans l'industrie. Nous avons donc choisi de faire des trous dans la carte afin d'y passer les fils électriques soudés sur les électrodes des LED. Le pad thermique est quant à lui directement posé sur la carte recouverte de cuivre.

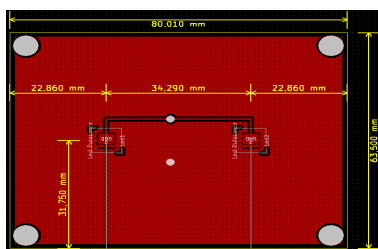


Illustration 18: Typon de la carte des LED [2]

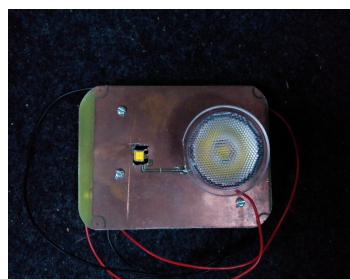


Illustration 20: Carte des LED vue de dessus [1]

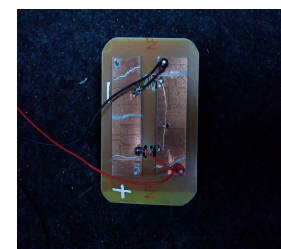


Illustration 19: Carte des LED vue de dessous [1]

2. Le châssis de la lampe

2.1. Matériaux et dimensionnement

Une lampe de plongée doit éclairer les profondeurs sous marine et pour cela, leur boîtier doit répondre à certaines conditions.

Pour fonctionner sous l'eau, la lampe doit dans un premier temps être totalement étanche afin d'empêcher l'eau de détruire les composants électriques qui la composent.

Dans un second temps, la lampe doit résister à la pression de l'eau et à la présence de sel de l'eau de mer. Plus on plonge profondément, plus la pression exercée sur les éléments est forte. Le sel est quant à lui abrasif et peut « attaquer » et donc détériorer les éléments composant la lampe s'ils sont mal choisis.

La plupart des lampes de plongée conçue pour le marché sont composées de coque en aluminium usiné avec une partie en verre pour la partie recouvrant la source de lumière pour un maximum de résistance au choc et à la pression.

Dans notre cas, nous avons décidé d'utiliser une coque en PVC et du plexiglas pour la partie recouvrant la source lumineuse. Ce choix est principalement dû au fait que l'IUT n' est pas équipé pour produire une quelconque coque en aluminium ou autre partie en verre. De plus, la coque en PVC revient moins cher et présente donc un rapport résistance/prix très intéressant. Le verre, ici remplacé par le plexiglas, nous a permis d'intégrer la partie transparente de la lampe beaucoup plus facilement qu'en utilisant du verre pour lequel nous n'avions pas de moyen de fixation efficace permettant de résister à la pression et aux potentiels chocs subis par la lampe.



Illustration 21: Tubes PVC utilisés [1]

Nous avons donc acheté de « simple » tuyaux de plomberie en PVC de diamètre 100 pour effectuer le corps de la lampe. Nous avons décidé d'utiliser deux manchons « vissables » de diamètre 100 pour effectuer la « vitre » de la lampe ainsi qu'un accès rapide à la batterie qui sera composé d'un cache amovible à l'autre extrémité.



Illustration 22: Vitre de la lampe en plexiglas [1]

Le diamètre des différents tubes a été adopté pour permettre de monter deux LED de 980lm et leurs réflecteurs de 4cm de diamètre tout en laissant une marge suffisante pour fixer et placer les différents éléments. L'adoption de tube de ce diamètre nous a permis de créer un ensemble résistant et parfaitement étanche, capable de supporter une pression suffisante pour des plongées jusqu'à 50 mètres de profondeur.

Les joints étanchent du châssis ont été créés à l'aide de silicone et de colle étanche à PVC et enfin d'un joint torique de diamètre 100mm pour le cache batterie amovible. Ceci nous a permis de rendre étanche toutes les parties de la lampe afin de pouvoir l'utiliser sous l'eau sans aucun risque de dysfonctionnement électrique.



Illustration 23: Joints en silicone du boîtier [1]

Afin d'intégrer les interrupteurs de la lampe, nous avons décidé d'utiliser des relais ILS, comme montrés dans la partie électronique. L'utilisation de ce genre de relais nous a permis d'intégrer les interrupteurs sans altérer la structure du corps de la lampe et de ne pas risquer de diminuer sa résistance à la pression et aux chocs. Dans un autre registre, cela nous a aussi évité de rajouter des joints d'étanchéité en cas de quelconque perçage et ainsi risquer un problème d'étanchéité du châssis.

L'intérieur de la lampe est composé de deux cartes électroniques, les relais ILS, le câblage, un logement pour la batterie et cette dernière. La première carte contient les LED et leurs réflecteurs et la seconde permet l'alimentation de la lampe. Le logement pour la batterie a été créé à l'aide d'une plaque en acier d'un millimètre d'épaisseur, facilement « pliable », ce qui a permis de cintrer cette dernière à un angle de 90° pour la fixer sur la carte d'alimentation. Ainsi, la batterie se retrouvera donc placée entre cette plaque et la paroi intérieure de la lampe.

2.2. Assemblage

L'assemblage de la lampe c'est effectué en plusieurs temps.

Pour commencer, nous avons coupé les différents éléments de la lampe.

Le premier manchon a été collé à l'aide d'une colle PVC étanche au tube de PVC de 100mm de diamètre du corps de la lampe et son bouchon a été percé à l'aide d'une perceuse et d'un embout de façon à obtenir l'emplacement vide devant les réflecteurs des LED. Ensuite, nous avons coupé la plaque en plexiglas à un diamètre de 95mm puis nous l'avons percé de 6 trous pour pouvoir fixer cette dernière à l'intérieur du bouchon précédemment percé. Six boulons de 7mm de diamètre ont été utilisés afin de fixer cette plaque de plexiglas et du silicone a été placé entre la plaque et le bouchon du manchon pour assurer l'étanchéité de la vitre.

Le bouchon vissable a ensuite été siliconé et vissé sur le manchon précédemment collé sur le corps du châssis de la lampe, afin de permettre une étanchéité totale de la partie vitrée et un scellage du bouchon sur le châssis.

Une fois le premier manchon et son bouchon fixés sur le corps de la lampe, nous nous sommes penchés sur l'intégration des différentes cartes dans le châssis.

Pour ceci, nous avons décidé de ne pas coller ou visser les cartes, mais de les couper de telle façon qu'elles rentrent en « force » dans le châssis et restent placées correctement sans un autre système de fixation.

En pratique, le découpage des cartes a dû être rectifié à l'aide de limes pour permettre un montage correct des cartes de LED et d'alimentation dans la carte.

Pour éviter un quelconque faux contact entre les deux lampes, la première est fixée en force dans la partie intérieure du manchon. La carte d'alimentation, protégée par une plaque en PVC, est montée en force directement dans le corps en PVC du châssis. Ceci permet en effet de laisser un espace de sécurité suffisant pour éviter un faux contact entre les deux cartes, rendu possible par une différence de diamètre intérieur entre le manchon et le corps du châssis de quelques mm (2mm sur le diamètre).



Illustration 24: Intérieur du boîtier avec l'emplacement de la batterie et les cartes électronique [1]

Nous avons ensuite réfléchi à l'intégration de la batterie dans le châssis. Pour intégrer cette dernière, nous avons décidé de créer un emplacement dédié. Nous avons utilisé, comme dit précédemment, une plaque en acier fixée sur la carte d'alimentation afin de créer un emplacement entre cette plaque et l'intérieur du corps de la lampe pour y placer la batterie. La plaque ne touche pas le bouchon arrière amovible du châssis, permettant de faire passer le câble de raccordement de la batterie à la carte d'alimentation de la lampe.

2.3. Tests d'étanchéité

Les tests d'étanchéité ont été réalisés de différentes manières et à différents moments durant la création du châssis. Les tests ont tous été dans un premier temps réalisés avec le châssis vide (sans les cartes électronique).

Le premier test a été réalisé sur le manchon et le bouchon composant la vitre de la lampe. Pour commencer, nous avons vérifié qu'en faisant couler de l'eau sur le bouchon, ça partie intérieure restait bien totalement sèche. Dans un deuxième temps, nous avons remplie l'intérieur du manchon et observé si l'eau contenue dans ce dernier s'en échappait.

Le premier test a permis de déceler un problème de fuite entre le bouchon du manchon et ce dernier. Nous avons donc à nouveau démonté cette partie et renforcé les joints en silicone la composant. Nous avons aussi rajouté un joint en silicone extérieur assurant une meilleure étanchéité. Le second test après modification a validé le fait que la partie vitrée de la lampe ne présentait plus aucune fuite.

Nous avons ensuite testé l'étanchéité entre le manchon et le corps de la lampe après le collage des deux parties entre elles. Nous avons donc comme précédemment, rempli le corps de la lampe d'eau et observer une fuite. Ce test a été fructueux dès le premier essai.



Illustration 25: Tests d'étanchéité du boîtier de la lampe [1]

Nous avons enfin testé l'étanchéité du boîtier complet : nous l'avons placé dans l'eau et observé si l'eau pénétrait à l'intérieur de ce dernier. Pour commencer, nous avons pu voir que l'air contenu dans le boîtier lui permettait de flotter, ce qui fut encourageant pour la suite du test d'étanchéité. Nous avons donc laissé le boîtier sous l'eau quelques secondes, nous l'avons fait bouger dans l'eau avant de le sortir, de l'ouvrir et d'observer la présence d'une éventuelle trace d'eau. Dès le premier test, le boîtier est resté totalement sec, il est donc totalement étanche.

2.4. Validation du fonctionnement de la lampe

Comme évoqué dans la partie électronique de la lampe, en parallèle à la création du châssis, nous avons créé la carte de maintien des LED. Cette carte nous a posé de nombreux problèmes. En effet, le pas des pattes CMS des LED était trop fin pour nous permettre de souder ces dernières sur la carte créée sous KiCad. Ce type de LED est fabriqué pour être soudée par des machines industrielles très précises que nous n'avons pas à l'IUT.

Après plusieurs tests infructueux en soudage CMS, nous avons donc décidé de tester une LED en soudant directement deux fils (anode et cathode) sur les pattes. Ceci nous a permis de tester leur bon fonctionnement à faible puissance (avec une grande résistance en série).

Nous avons donc décidé de percer deux encoches pour la cathode et l'anode de chaque LED et de souder un fil directement sur les deux pattes des LED. En traversant la carte et en soudant des fils tendus de l'autre côté à l'aide de deux cartes en cuivre spécialement créées pour cela, nous avons réussi à souder les LED, laisser un contact entre leurs pattes thermiques et le plan de masse utile au refroidissement de ces dernières tout en assurant leur fonctionnement.

Une fois cette carte de LED finalisée, nous l'avons directement testée à l'aide d'une alimentation variable sur la pallasse et une simple résistance de 100ohm permettant d'allumer les LED à faible puissance. Tester les LED à une faible puissance nous a permis de limiter les risques de chauffe et donc de casse.

Dès notre premier essai, nous avons pu observer les deux LED en fonctionnement. Nous avons donc pu nous concentrer sur la suite du projet et sur l'intégration de la carte à LED dans le châssis de la lampe.

Le châssis terminé et l'électronique de la lampe finalisée, nous avons pu tester le fonctionnement du montage dans le châssis.

Nous avons donc placé les différentes cartes électronique dans le châssis sans les fixer pour tester le fonctionnement.

Nous avons premièrement décidé de tester la carte avec une alimentation variable sur notre paillasse avant d'utiliser la batterie.

Le premier test s'est révélé fructueux, les deux LED se sont allumées correctement alimentées par la carte d'alimentation et l'alimentation de la paillasse réglée sur 9V.

Dans un second temps nous avons testé le même montage ou l'alimentation variable de la paillasse a été remplacée par la batterie de notre lampe finale. Le montage complet (batterie, carte d'alimentation et carte à LED) a très bien fonctionné dès le premier essai, et en position finale dans le châssis de la lampe.

Nous avons donc pu à ce stade valider le fonctionnement définitif de la lampe et ce pour les deux valeurs de puissance et pour l'alimentation totalement autonome à l'aide de la batterie.

Conclusion

Ce projet d'étude et réalisation nous aura permis d'étudier le fonctionnement d'une lampe a LED et d'en diriger la création. Nous avons dû maîtriser le temps imparti par l'IUT pour nous permettre de créer cette lampe de A à Z et ainsi pouvoir présenter un produit fini en état de marche.

Nous avons donc étudié les différents composants électroniques utilisés pour ce type de lampe. Ce type de lampe doit développer un éclairage puissant pour éclairer les fond marin et donc disposé de LED puissantes pour être efficace. Cette étude nous a permis de définir quel type de LED utiliser et la puissance de 1800lumens utile à l'éclairage sous marin.

Les différents composants électroniques ne sont pas les seuls à avoir de l'importance dans une lampe de plongée. Cette dernière doit aussi répondre à certaines contraintes dues au milieu de fonctionnement. Elle doit être totalement étanche et résister au possible choc et à la pression de l'eau sans quoi elle devient inutile aux plongeurs.

Nous avons donc commencé par définir les différents composants à utiliser, à définir le temps nécessaire à chaque phase de création et de fabrication puis nous avons procédé au montage et aux tests des différents éléments.

A terme nous avons réussi à venir à bout de notre projet dans le temps imparti, et nous pouvons présenter une lampe de plongée à LED d'une puissance de 1800 lumens totalement étanche, fonctionnant grâce à une batterie permettant une autonomie allant jusqu'à 2h.

Nous pouvons donc dire que notre projet est une réussite et que notre travail a été fructueux en permettant la création d'une lampe en état de marche.

Résumé

Pour notre projet d'étude et réalisation du 3ème semestre de cursus IUT GEII, nous avons décidé de créer une lampe de plongée à LED.

Ce projet nous a permis de travailler sur un projet complet et sans aide extérieur, nous avons donc dû définir le temps imparti aux différentes phases de notre projet comme le choix des composants, leur dimensionnement et la théorie électronique de la lampe. Mais nous avons aussi dû travailler sur les différentes phases de test aussi bien électronique que sur le châssis de notre lampe à LED pour permettre de fournir en fin de projet une lampe en état de marche, pleinement fonctionnelle.

Dès le début de notre projet, nous avons dû travailler à la demande de notre professeur sur une lampe d'une puissance de 1800 lumens afin d'éclairer correctement les profondeurs sous marines.

Nous avons ainsi dû adapter tous les composants de notre lampe (alimentation, LED, etc) pour obtenir un produit fini développant un tel flux lumineux.

Nous avons choisi de créer une lampe comportant un simple bouton d'alimentation mais aussi un bouton de puissance permettant d'allumer les LED avec deux courants d'intensité différente permettant un éclairage d'une puissance différente.

Nous avons donc créé une lampe totalement étanche avec un capot amovible pour l'emplacement de la batterie et un flux lumineux de 1800 lumens produit par deux LED haute puissance CMS.

Cette lampe a été testée et fonctionne parfaitement tout en répondant au cahier des charges imparti dès l'aube de ce projet.

Bibliographie

- 1: Ferenc Maxime, , 2013
- 2: Hay Mathieu, , 2013
- 3: LES DEUX FRERES, , , <http://www.2f-plongee.com/Pack-Phare-1800-lumens-Hd-pro-6.html>
- 4: Philips, , , <http://www.philipslumileds.com/products/luxeon-m>
- 5: Poisson Pierre, Lequeu Thierry, , 2013, <http://www.thierry-lequeu.fr/data/Imax-CU.jpg>
- 6: Radiospare, , , <http://radiospares-fr.rs-online.com/web/p/interrupteurs-reed/2293709/>
- 7: Farnell, , , <http://fr.farnell.com/ledil/c10685-eva-mc-m/cree-mce-35mm-optic-medium/dp/1817559>
- 8: Farnell, , , <http://fr.farnell.com/philips-lumileds/lxr7-sw50/led-luxeon-m-warm-blanc-980lm-5000k/dp/2336351>
- 9: Radiospare, , , <http://radiospares-fr.rs-online.com/web/p/interrupteurs-reed/2293658/>
- 10: degréK, , , <http://www.degrek.com/savoir/la-lumiere-et-lhomme/les-unites-lumineuses/>
- 11: , , , http://static3.tme.eu/katalog_pics/1/3/b/13be7dd4188a01b9b959567e60b0de5e/lm2577t-adjnopb.jpg
- 12: , , , <http://circuits.datasheetdir.com/42/LM2577-circuits.jpg>
- 13: Radiospare, , , <http://radiospares-fr.rs-online.com/web/p/led/7344767/>

Index des mots clés

LED : Composant électronique qui émet de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant

LED de puissance : LED dites haute puissance, elles présentent un plus grand flux lumineux que les LED classiques mais consomment plus

Flux lumineux : Quantité de lumière émise par une source

Angle de vision : Angle suivant lequel va éclairer une source, plus l'angle est important, plus la lumière sera dispersée

Alimentation : Sert à alimenter électriquement un ou plusieurs récepteurs électriques

Plongée sous-marine : Utilisation principale de notre sujet d'étude et réalisation, la lampe de plongée

Étanchéité : La lampe de plongée doit être étanche afin de protéger les circuits électroniques qui la composent

Pression : La lampe de plongée doit pouvoir résister à la pression de l'eau lors des plongées

Index des illustrations

Illustration 1: Schéma de fonctionnement d'une LED.....	5
Illustration 2: Phare de plongée de 1800lm.....	5
Illustration 3: LED LXR7-SW50 – LUXEON M 980lm.....	6
Illustration 4: Réflecteur utilisé avec nos LED.....	7
Illustration 5: Caractéristiques des LED LUXEON M 12V.....	7
Illustration 6: Montage LED en série.....	8
Illustration 7: Montage LED en dérivation.....	8
Illustration 8: Batterie de +9,6V.....	8
Illustration 9: LM2577T.....	9
Illustration 10: Montage amplificateur avec le LM2577T.....	9
Illustration 11: Interrupteur de contrôle du flux lumineux.....	10
Illustration 12: Relais ILS.....	11
Illustration 13: Configuration des pads de la LED.....	11
Illustration 14: Schéma électrique de la carte d'alimentation.....	12
Illustration 15: Courant maximale suivant la largeur des pistes.....	12
Illustration 16: Typon de la carte d'alimentation.....	13
Illustration 17: Carte d'alimentation.....	13
Illustration 18: Typon de la carte des LED.....	13
Illustration 19: Carte des LED vue de dessous.....	13
Illustration 20: Carte des LED vue de dessus.....	13
Illustration 21: Tubes PVC utilisés.....	14
Illustration 22: Vitre de la lampe en plexiglas.....	15
Illustration 23: Joints en silicone du boîtier.....	15
Illustration 24: Intérieur du boîtier avec l' emplacement de la batterie et les cartes électronique.....	16
Illustration 25: Tests d'étanchéité du boîtier de la lampe.....	17