

Bastien Mirmand
Cyrille Des Cognets
Eloi Fouchet
Baptistine Noyelle

Rapport technique lampe intelligente

Introduction:

Nous devons créer une lampe intelligente capable d'avoir plusieurs modes d'éclairage et de s'adapter à son environnement lumineux pour une utilisation plus économique de son énergie. Cette lampe doit être adaptée pour une utilisation par des trailers, elle doit donc répondre à des besoins d'autonomie (quelques heures) et de rapidité de recharge assez exigeants. Ce projet nous a permis de développer des compétences techniques en électronique mais aussi en optique car nous avons travaillé sur de la caractérisation de flux et sur de l'optimisation de direction de flux.

Détails techniques:

Le prototype réalisé est composé de quatre parties:

- La partie alimentation
- La partie puissance
- La partie mesure
- La partie traitement de l'information

La partie alimentation est composée d'une batterie 7.4V et de charge 1000mAh
<https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/de/001533819DS01/fiche-technique-1533819-pack-de-batterie-lipo-74-v-1000-mah-red-power-c9400-25-c-softcase-xtremities-de-cable-ouvertes.pdf>

Cette batterie a été choisie pour son faible encombrement et ses bonnes performances.

Comme on a besoin d'une tension stable pour les autres parties, par exemple la partie puissance et mesure, on utilise un régulateur 5V (L7805) avec 2 condensateurs de filtrage avant et après le régulateur (100nF chacun).

De plus, nous avons rajouté un interrupteur juste après la batterie pour allumer ou éteindre le système. Cet interrupteur a été soudé à 2 fils pour des contraintes d'adaptabilité à la carte de prototypage.

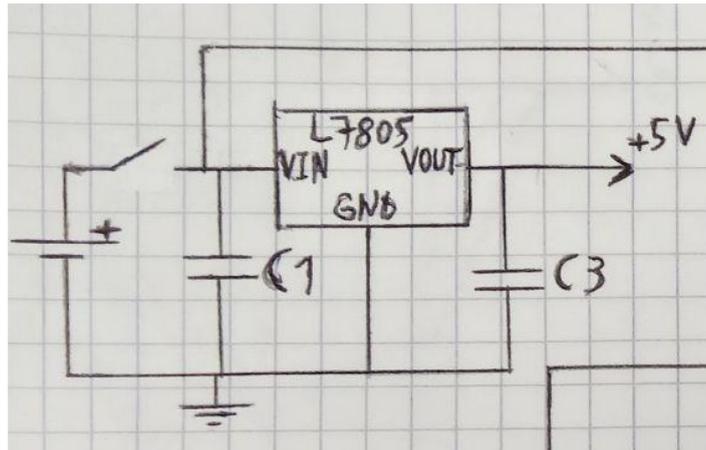


Figure 1: Schéma partie alimentation

La partie traitement de l'information est directement alimentée par la batterie car le module nano nucléo utilisé est doté d'un régulateur interne.

La partie traitement de l'information est composée d'une nano nucléo et d'un bouton poussoir pour le choix de mode d'éclairage.

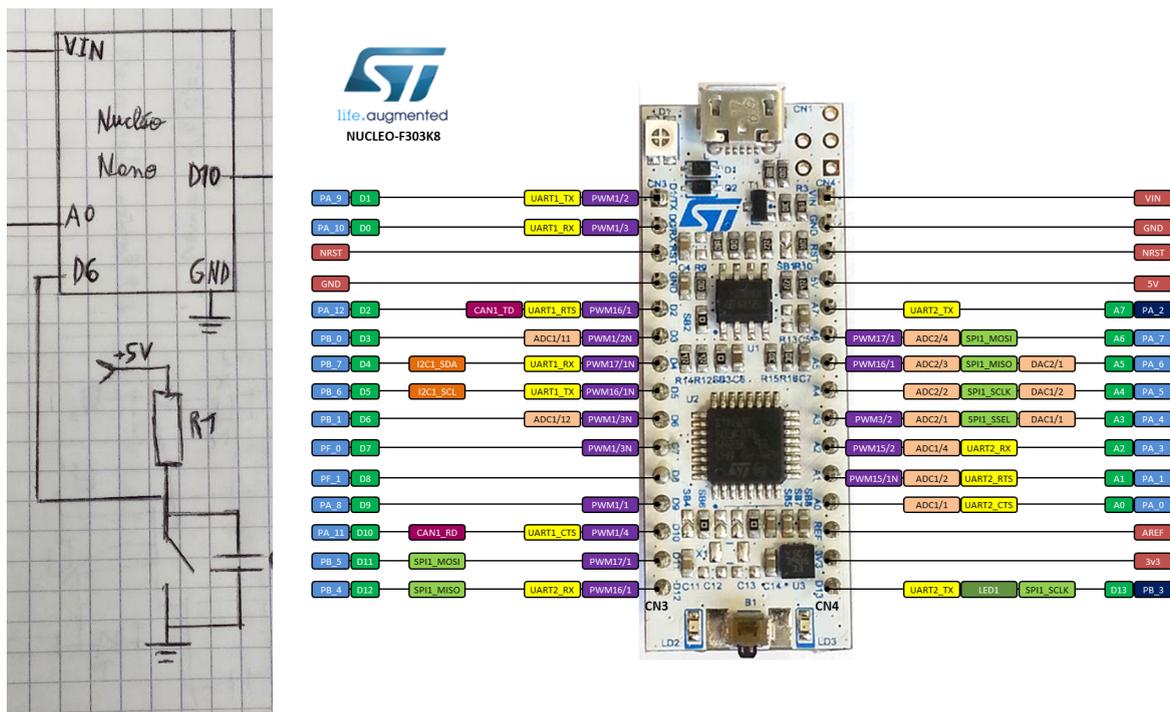


Figure 2: partie traitement de l'information avec Nucléo version nano

La nano nucléo est alimentée par la broche Vin car elle est reliée à un régulateur 5V interne. La broche D10 est définie comme une sortie digitale et sert à activer la partie puissance. La broche A0 est définie comme une entrée analogique et sert à mesurer la luminosité ambiante. La broche D6 est définie comme une entrée digitale et sert à connaître la position du bouton poussoir cela servira à définir le mode de

fonctionnement, ce bouton est monté en pull-up c'est à dire que lorsque le bouton est enfoncé la sortie est à 0V et elle est à 5V à l'état de repos. La résistance R1 de $10k\Omega$ sert à limiter le courant passant dans le bouton pour éviter les court-circuit et le condensateur (330nF) est ici pour limiter l'effet de rebond du bouton poussoir (activation rapide de l'entrée plusieurs fois en une seule pression sur le bouton), cet effet est aussi limité par une partie du code en interne dans la nucléo. La lecture du bouton se fait par une interruption, à chaque interruption on attend avant de pouvoir faire une nouvelle interruption de façon à ne pas être gêné par les rebonds du bouton poussoir.

Cette carte a été choisie pour son faible encombrement.

Pour créer un signal d'entrée stable on utilise une moyenne glissante sur les valeurs de l'entrée toutes séparées de 1 ms cette moyenne est faite sur 10 éléments mais on peut largement augmenter cette valeur pour de futures améliorations du produit. Cette entrée mesurée est moyennée et comparée à 1 seuil et selon le mode ce seuil est différent (mode faible éclairage, mode fort éclairage).

Lorsqu'on est inférieur au seuil (éclairage assez faible) on allume la sortie (PWM) de manière proportionnelle à la faiblesse du signal reçu, ce qui permet de s'adapter à la luminosité ambiante bien sûr cette "proportionnalité" est réglée par un coefficient directeur.

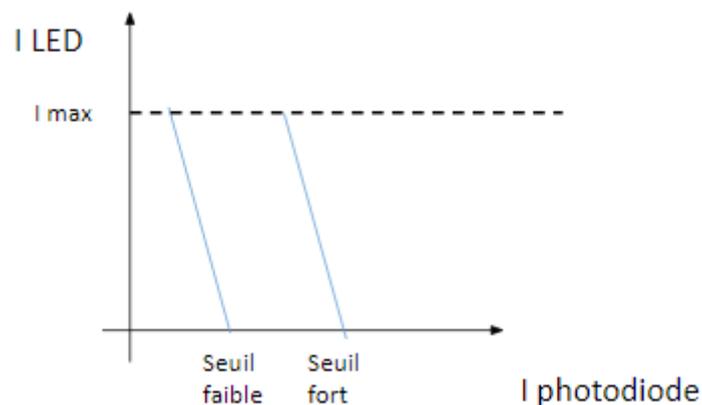


Figure 3: Courbe d'activation des 2 modes de fonctionnement en fonction de l'intensité lumineuse reçue par la photodiode

code

La partie mesure est composée de résistance et de 2 photodiodes.

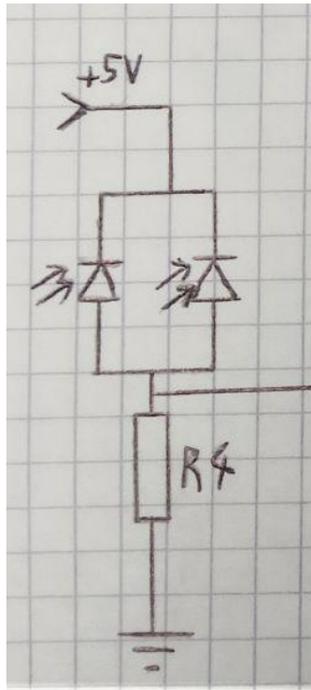


Figure 4: Partie mesure (ou détection)

Dans cette partie la priorité a été la sensibilité car nous utilisons des seuil de luminosité très faible, c'est pour cela que les résistances utilisées sont très importantes et que l'on a mis 2 photodiode en parallèle pour doubler la surface de détection et donc la sensibilité. La résistance est de $2.35M\Omega$ mais mesurer à $1.7M\Omega$ car la résistance est en parallèle avec la résistance interne de la nucléo. Ce circuit n'est pas un transimpédance comme s'est utilisé couramment avec une photodiode car le transimpédance a surtout comme propriété d'avoir une fréquence de coupure assez haute comparée aux autres types de circuit mais pour notre utilisation la rapidité de réaction n'est pas un problème. Bien sûr, ce circuit est alimenté en 5V régulé pour ne pas modifier le seuil en fonction de la tension d'alimentation. Ce montage à été soudé sur une plaque de prototypage pour être fixé à côté de la led de puissance pour bien mesurer l'intensité de la zone à éclairer.

La partie puissance est un circuit composé d'une led de puissance, d'un transistor, d'une résistance de puissance et d'une petite résistance pour la base du transistor.

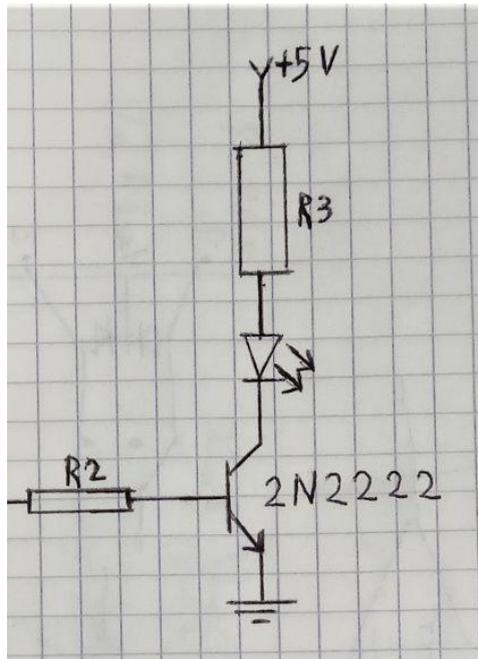


figure 5: Schéma de la partie puissance

La résistance R2 placée à la base du transistor (100Ω) limite le courant délivré par la nucléo. La led de puissance travail pour 630mA pour l'éclairage maximum donc le transistor est choisi pour pouvoir travailler avec ce courant passant par son collecteur et son émetteur (le 2N2222 peut aller jusqu'à 800mA). La résistance de puissance est choisi par la formule $(V_{alim} - V_{seuil LED})/I = R$ mais on ne prend pas en compte ici la résistance interne du transistor donc

$R = R_{transistor} + R_{puissance}$. On a ici $R3 = 2.5\Omega$ et sa puissance est de 2W donc suffisant pour résister au 680mA. Cette résistance à été réalisé avec 4 petite résistance de 500 mW et 10Ω en parallèle. Ce montage est alimenté par une alimentation stabilisée pour ne pas faire varier l'intensité lumineuse en fonction de l'état de la batterie. De plus, ce montage est commandé en PWM.

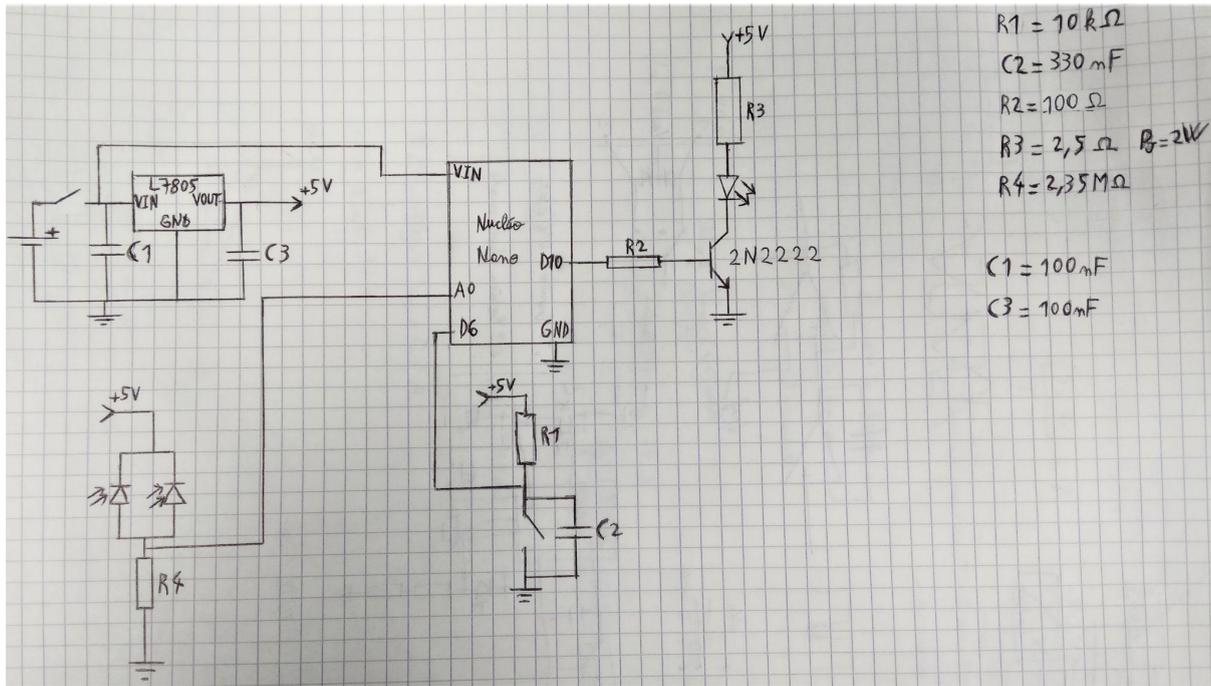


Figure 6: Schéma complet du montage

Résultat

Au vue de la capacité de la batterie, il y a une autonomie en pleine puissance de 1h30 et une autonomie en veille (allumé mais luminosité au-dessus du seuil) de 13h48. Cette autonomie est très variable du fait de l'adaptation de la puissance de la luminosité. Cette autonomie peut être améliorée en ajoutant une deuxième batterie car la première est assez peu encombrante.

Le système pourrait être amélioré en utilisant une deuxième LED de puissance pour réaliser un mode d'éclairage plus focalisé, cela ne serait pas difficile à implémenter de manière électronique car il suffit de doubler le circuit de puissance. Pour réaliser le système optique de la première LED nous avons fait imprimer un petit dôme percé au centre ce qui permet d'insérer la LED. Ce dôme a été recouvert d'une surface réfléchissante (papier aluminium) ce qui permet de concentrer le flux lumineux de la LED vers l'avant et de mieux éclairer la partie vers laquelle regarde l'utilisateur. Pour optimiser ce système, on pourrait aussi changer le microcontrôleur qui consomme trop de courant (50-60mA) car il est équipé de voyants lumineux inutiles ici. On peut remplacer ce microcontrôleur par quelque chose de moins complet qu'une carte nucleo comme par exemple un microcontrôleur PIC.

Pour ce qui est de l'adaptabilité, l'utilisateur peut choisir un mode plus économique en énergie s'il trouve que l'éclairage émis par la lampe est trop élevé. Ces deux modes fonctionnent avec une évolution linéaire de l'éclairage mais avec des seuils limites avant allumage différents. L'évolution linéaire de l'éclairage en fonction de la luminosité ambiante nous semble visuellement être un bon choix. Cependant, lorsque l'environnement est très sombre, on ne peut pas mesurer facilement l'éclairage ambiant. Il faudrait donc utiliser du matériel plus précis que

celui à notre disposition pour faire une étude radiométrique plus quantitative et ainsi voir si une évolution logarithmique ou exponentielle ne serait pas plus pertinente.

Retour d'expérience :

Ce projet nous a permis de travailler en groupe sur un objet technique mettant en avant des caractéristiques optiques et électroniques. Nous avons pu parfaire nos compétences dans ces domaines. Nous avons pu travailler en groupe pour trouver des solutions aux problèmes rencontrés tout en étant cohérent avec le cahier des charges que nous avons rédigé au début de notre projet. Avec un planning et des objectifs précis, nous avons pu rentrer dans le quotidien d'un jeune ingénieur travaillant chez Decatlon, par exemple, et mettant en oeuvre ses compétences pour créer les lampes frontales de demain.