

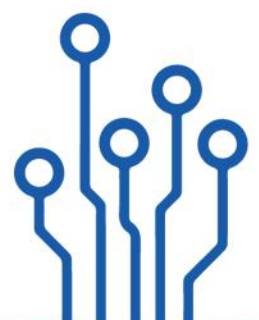


SAÉ 1

Variateur de lumière sans contact

Introduction et analyse de l'existant

MICHAËL BOTTIN – IUT DE RENNES – DPT GEII



INTRODUCTION :



« **France LED** » est la société de votre tante. C'est une entreprise florissante dans le domaine de l'éclairage à LED. Elle propose un grand nombre de produits qu'elle vend partout dans le monde :



Leur produit phare est un variateur de lumière bon marché pour éclairage domestique. Ce variateur permet de régler la luminosité d'un ruban de LED monochrome ou d'une lampe à LED à l'aide d'un potentiomètre :



Malheureusement, il y a à peine deux semaines, l'entreprise a été ravagée par un violent incendie :



Les stocks ont pu être sauvés, mais la plupart des documents papier et les PC avec leurs disques durs ont été détruits dans l'incendie. Et bien sûr, malgré des mises en garde régulières, votre tante, n'avait aucun dispositif de sauvegarde sur le cloud. Quasiment tout le travail de l'entreprise a été perdu.

L'entreprise était pourtant en train de travailler sur une version améliorée de son variateur de lumière apportant son lot de nouveautés.

Quelques documents à moitié calcinés concernant cette nouvelle version ont pu être récupérés (comme le schéma structurel de la carte), mais le plus gros n'est pas exploitable.



Sachant que vous êtes étudiant en GEII à l'IUT, votre tante a pensé à vous pour l'aider à relancer son activité. Il voudrait que vous repreniez l'étude de la nouvelle version du variateur de lumière LED à l'aide des documents qui ont pu être sauvés.

Pour mener à bien ce projet, vous devez donc :

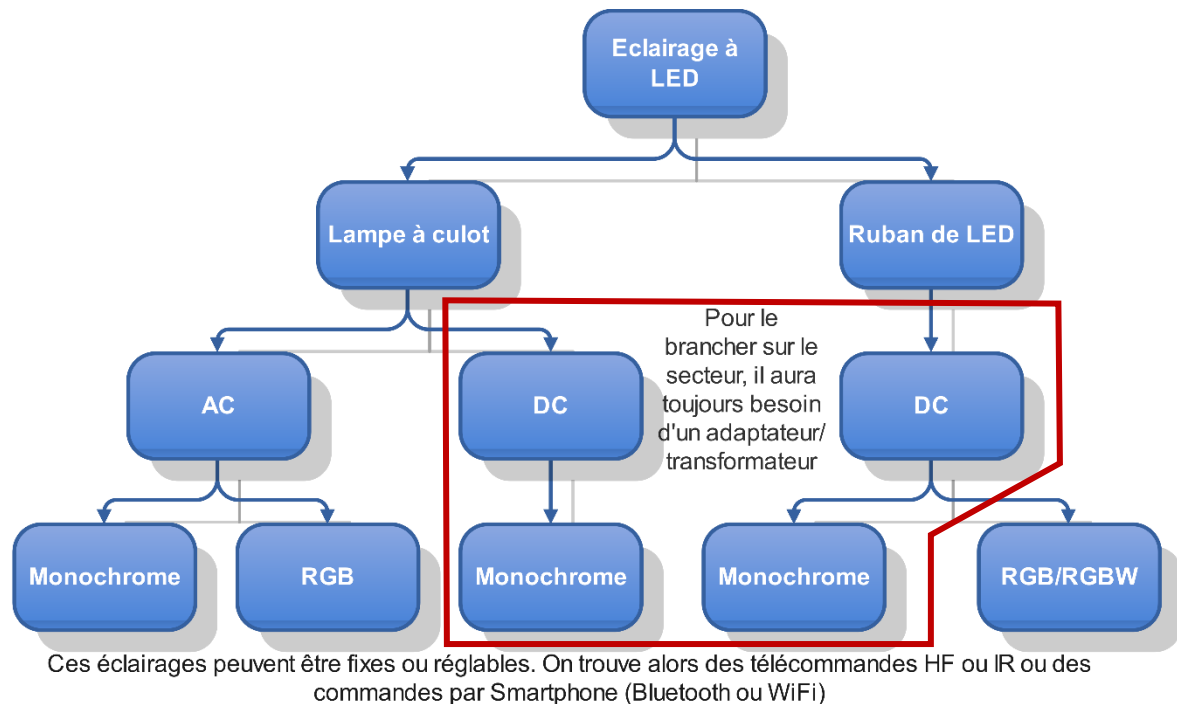
- **Etudier la version originale du produit pour identifier les fonctions, les composants utilisés et ainsi retrouver le schéma de cette carte.**
- **Créer un prototype de la nouvelle version à partir du schéma récupéré.**
- **Tester ce prototype pour s'assurer qu'il réponde aux exigences du cahier des charges afin de valider sa mise en production.**
- **Rédiger un document complet pour votre tante dans lequel vous fournissez l'intégralité du dossier de fabrication du prototype et la procédure de test de ce dernier.**

PRINCIPE D'UN RUBAN DE LED OU D'UNE LAMPE LED MONOCHROME :

Avant de s'intéresser au produit 'variateur de lumière', il est important de comprendre le type d'éclairage qu'il est capable de commander.

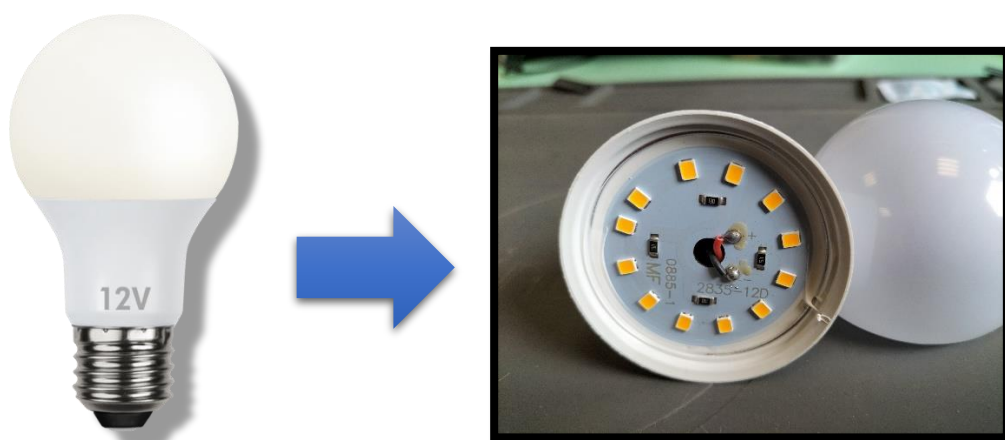
Vous avez certainement déjà entendu parler de rubans de LED ou de lampe à LED, vous en avez peut-être déjà vu, mais vous n'avez jamais eu à créer une carte pour les piloter. Pour cela, il faut bien comprendre leur anatomie.

Il existe de nombreux types d'éclairage à LED. Si l'on se limite à de l'éclairage domestique, on peut simplifier leur classification comme suit :



Les branches encadrées sont celles qui nous intéressent. En effet, notre variateur de lumière ne pourra commander que des éclairages monochromes.

Voici donc à quoi ressemble un exemple de lampe à LED de 12V :

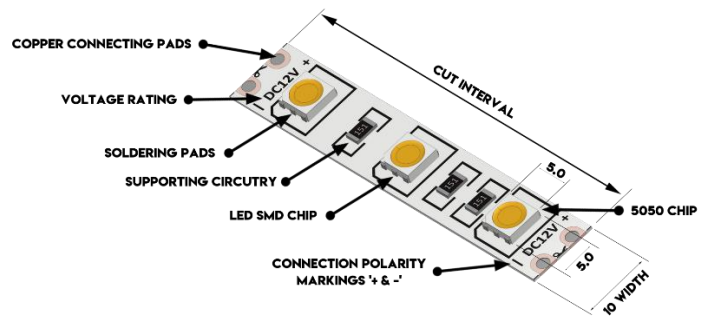
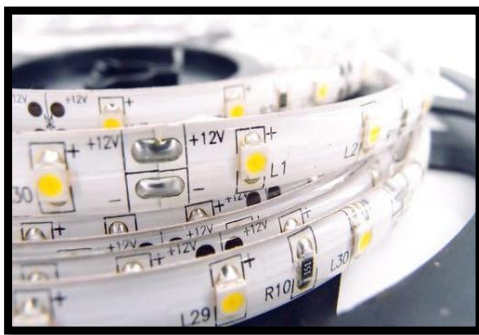


Pour celle-ci, on distingue à l'intérieur 12 LED réparties en périphérie. Deux fils d'alimentation (rouge et noir) arrivent au centre. Il y a également 4 autres composants identiques sur le circuit imprimé.

Pour un ruban à LED monochrome, voici à quoi il peut correspondre :



C'est un exemple car plusieurs paramètres peuvent faire différer leurs aspects : densité de LED au mètre, couleur des LED, tension d'alimentation (12V/24V), flexibilité/rigidité du ruban... Il y a parfois un diffuseur qui recouvre le ruban, mais à l'état brut, les LED sont parfaitement visibles. Une vue rapprochée laisse clairement apparaître les mêmes types de composants que ceux visualisés dans la lampe à LED.



Notre futur projet pourra commander indifféremment l'un ou l'autre de ces types d'éclairages

En ressource d'électronique, vous étudierez plus en détail la constitution de ces deux types d'éclairage et quels sont les principes pour les commander via d'autres composants électroniques.

ANALYSE DE L'EXISTANT – PREMIERE VERSION DU VARIATEUR :

Dans un premier temps, il vous est demandé d'étudier la première version du variateur de lumière afin d'en comprendre les principes et de pouvoir reconstituer son schéma qui a également été perdu dans l'incendie.

Vous voilà donc en possession d'un exemplaire de la première version du variateur de lumière de la société 'France Eclairage' :



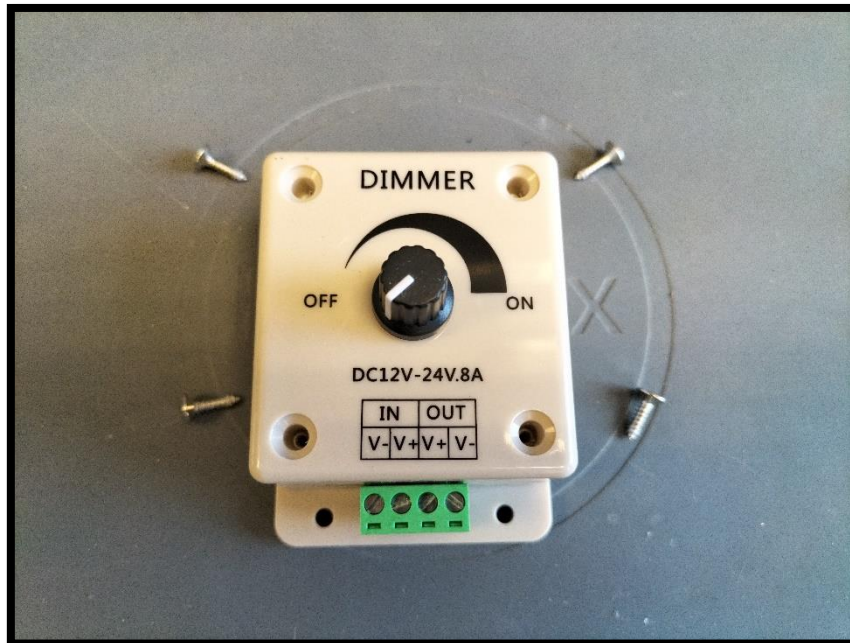
En observant le boîtier et les indications inscrites dessus, repérez dans un premier temps :

- Le principe de fonctionnement du variateur :
 - S'agit-il d'un variateur autonome en énergie (avec une batterie rechargeable) ou nécessite-t-il une alimentation extérieure ?
 - Par quel moyen fait-on varier la luminosité de l'éclairage ?
- L'alimentation du variateur :
 - Quelle(s) sont les noms des entrées prévues pour l'alimentation du variateur ?
 - Quelle est la plage de tension acceptée ?
 - S'agit-il d'une tension continue ou d'une tension alternative ?
 - Que faudra-t-il utiliser si on veut le brancher sur une prise secteur ?
- Pour l'élément éclairant (ruban ou lampe à LED) :
 - Quelles(s) sont les noms des sorties prévues pour y brancher notre éclairage ?
 - Quelle est l'intervalle de tension accepté pour ce dernier ?
 - Quel est le courant maximum autorisé pour le dispositif d'éclairage ?
- Identifiez correctement les broches du connecteur, notamment le sens de branchement (+/-).

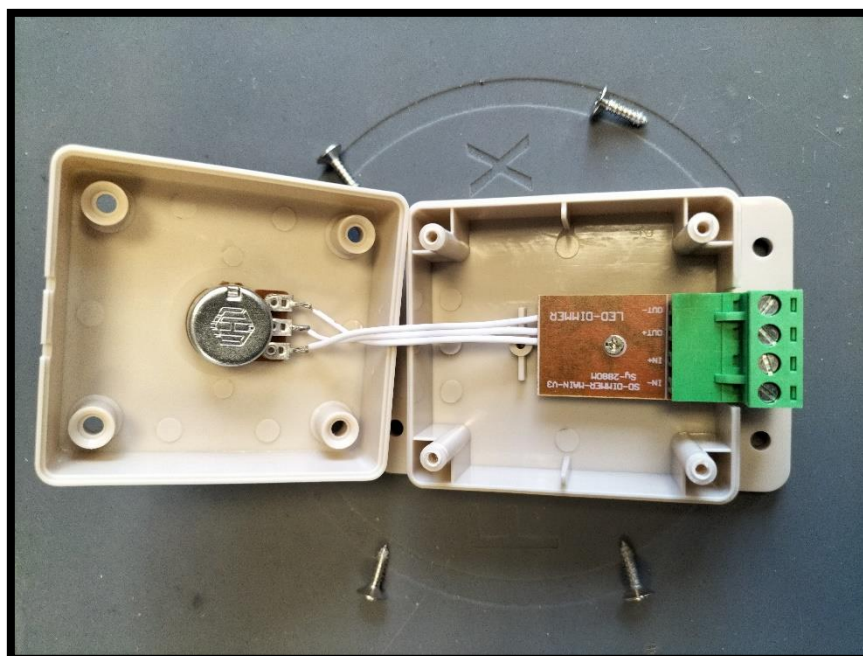


Prenez note de toutes vos réponses (et des mesures qui vous seront demandées dans la suite du document) car elles vous seront réclamées pour le compte-rendu final de cette SAÉ.

Vous allez devoir ouvrir le boîtier et extraire le petit circuit imprimé qui s'y trouve. **SI LES VIS SONT ENCORE EN PLACE, RETIREZ-LES (SINON RETIREZ LES ELASTIQUES) AFIN DE DESOLIDARISER LES DEUX PARTIES DU BOITIER.** ATTENTION TOUTEFOIS À NE PAS TROP LES SÉPARER CAR DES FILS INTERNES LES RELIENT !



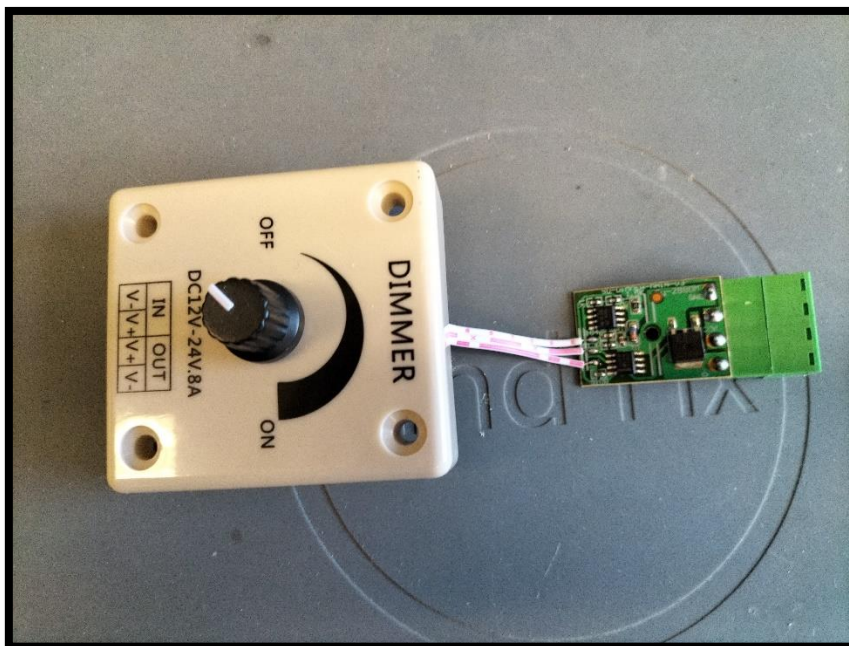
Vous utiliserez si nécessaire un tournevis pour retirer les vis du couvercle du boîtier.



Vous pouvez maintenant voir l'intérieur du boîtier, notamment le dos du circuit imprimé du contrôleur. Pour l'étudier, vous allez devoir retirer la dernière vis qui fixe le circuit imprimé à la partie inférieure du boîtier.



Pensez à ranger les vis dans le boîtier pour ne pas les perdre !

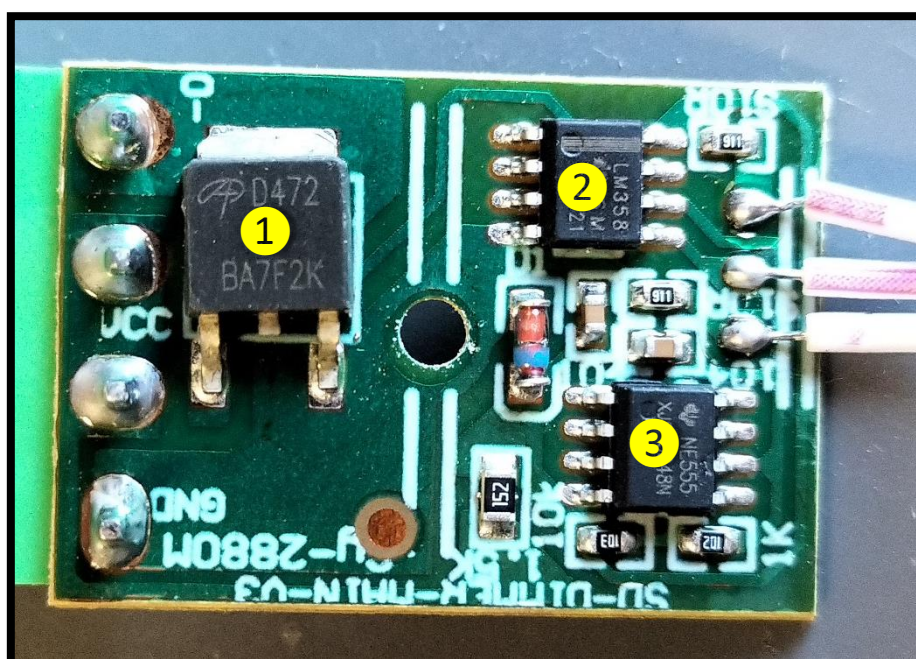


Vous avez maintenant le couvercle (avec la commande du variateur) et le circuit imprimé. Vous ne pourrez pas démonter davantage cet appareil. Vous allez donc devoir l'étudier en l'état.



Vous aurez besoin d'un multimètre et d'un oscilloscope pour la suite de l'analyse du variateur.

Maintenant que vous avez le circuit imprimé sous les yeux, on va s'y intéresser particulièrement.



OBSERVATIONS SUR LE CIRCUIT IMPRIMÉ :

- En vous aidant des présentations que vous avez eues sur le circuit imprimé et sur les technologies des composants ces deux dernières semaines, quelles sont les premières observations que vous pouvez faire ?
 - Le circuit imprimé est-il simple face ou double face ?
 - Les composants sont-ils traversants ou CMS ?
 - Les composants sont-ils même côté que les pistes de cuivre ?
- La référence du composant le plus gros (❶) est « **AOD472** ». Après avoir trouvée sa documentation sur internet, donnez le nom générique de ce type de composant ?
- Il y a deux circuits intégrés sur la carte (❷ et ❸). Repérez sur leur boîtier leur référence. Trouvez leur documentation sur internet et donnez pour chacun la fonction principale de ces deux circuits.
- Pouvez-vous citer les noms des autres composants soudés sur le circuit imprimé ?

RECONSTITUTION DU SCHÉMA DU VARIATEUR :

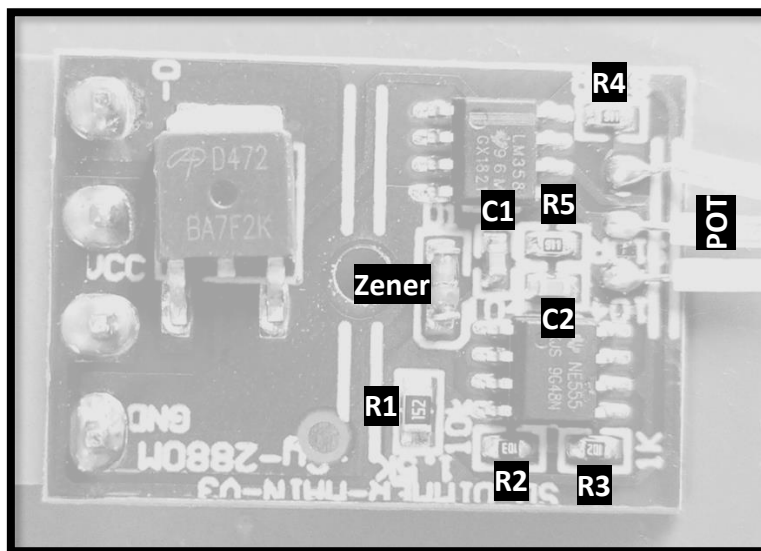
Je vous rappelle que le schéma de cette carte a été perdu dans l'incendie. Si l'on veut pouvoir produire à nouveau ce produit, il va falloir reconstituer ce schéma à partir du circuit imprimé.



Multimètre DMM912 en mode « Testeur de continuité »

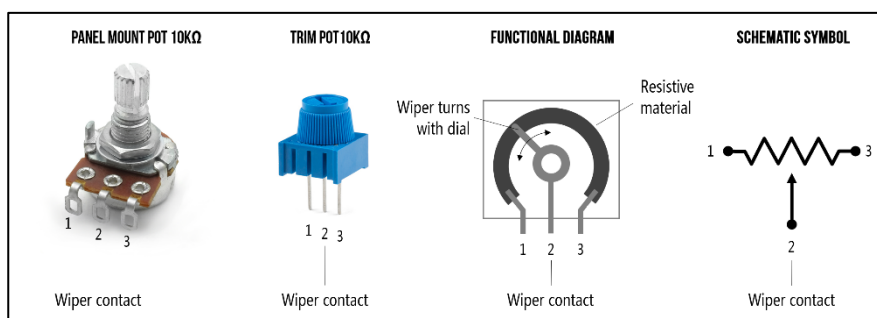
En vous aidant du multimètre en mode « Testeur de continuité », vous allez identifier toutes les connexions entre les divers composants de la carte et **compléter ainsi le schéma de la page 11.**

Voici quelques informations pour vous aider :



Les indications à côté des composants correspondent aux références sur le schéma à compléter

Les composants nommés R1, R2, R3, R4 et R5, ainsi que C1 et C2, n'ont pas de sens électrique.



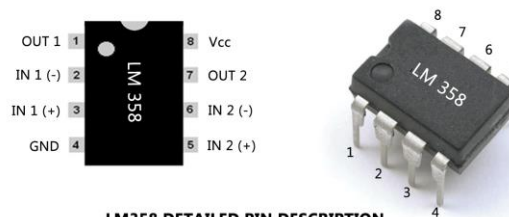
Ci-contre, vous avez le brochage du potentiomètre fixé sur le couvercle du boîtier ainsi que son symbole électrique.

Remarque : pour information, il existe des tas de boîtiers différents pour les potentiomètres. Vous en rencontrerez d'autres au cours de votre formation, mais mis à part quelques cas particuliers, ils ont toujours 3 broches et la broche centrale (n°2 ci-dessous) est celle du curseur que l'on peut faire varier.

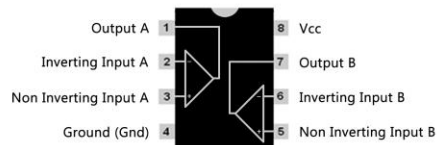


Pour les circuits intégrés, il faut connaître la manière dont sont numérotées les broches sur leur boîtier. Voici deux figures qui pourront vous aider :

LM358 IC Pinout



LM358 DETAILED PIN DESCRIPTION

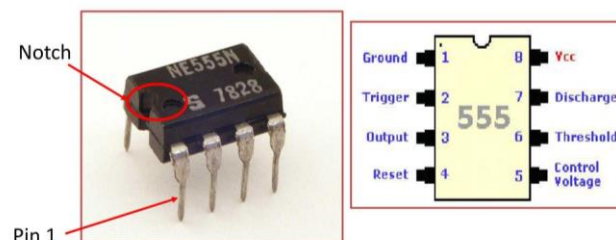


www.componentsinfo.com
Electronics Components Uses, Features, Pinouts, Equivalents, Applications & More....

Un trait blanc, un poinçon ou une encoche permettent d'orienter correctement le circuit intégré

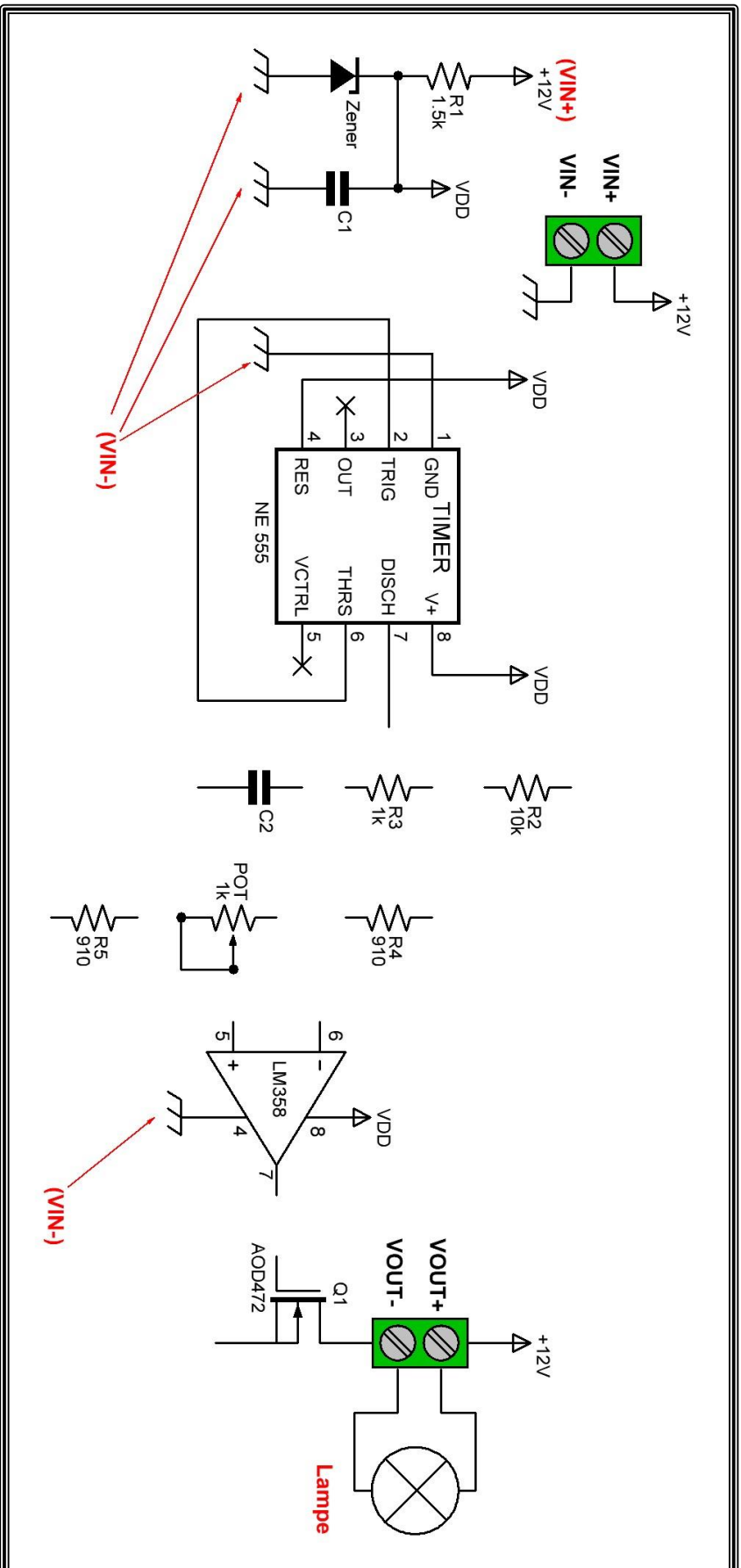
555 timer- Pin Diagram

The 555 timer is an 8-Pin D.I.L. Integrated Circuit or 'chip'



Enfin, pour le composant référencé 'AOD472', c'est sa documentation qui va vous indiquer où sont positionnées ses différentes broches : 'S' pour la source, 'G' pour la grille et 'D' pour le drain.

Schéma à compléter



En dehors des broches n°3 et n°5 du NE555, toutes les broches des composants doivent être reliées !

PREMIERES MESURES :

Pour créer un nouveau prototype de variateur de lumière, il faut bien comprendre le fonctionnement de cette première version. Vous avez précédemment reconstitué le schéma, et vous allez maintenant effectuer quelques mesures pour mieux comprendre comment cette carte fonctionne.

Pour cela, il faut tout d'abord alimenter le variateur. Vous utiliserez le bloc d'alimentation qui vous est fourni :

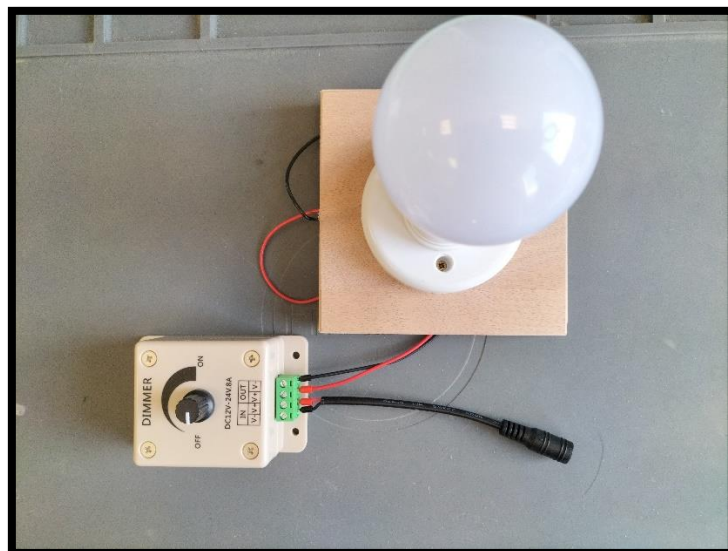


- Regardez les inscriptions sur celui-ci. Quelle est sa tension de sortie de cette alimentation ? Est-elle compatible avec la tension acceptée par le variateur de lumière ? Et le courant maximum de sortie, est-il compatible avec le variateur ?

Ne branchez pas tout de suite ce bloc d'alimentation sur le secteur !

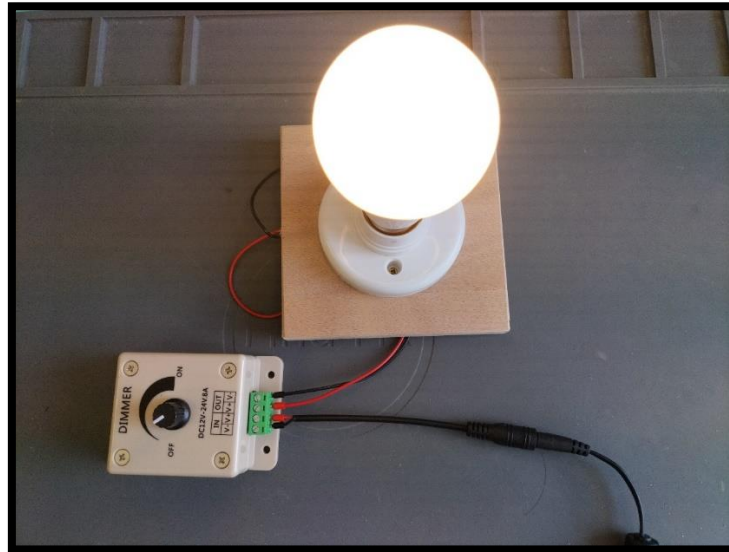
Reliez l'adaptateur jack fourni au variateur en branchant les fils de l'adaptateur sur les entrées **IN+** et **IN-** du variateur. **Prenez soin de ne pas vous tromper de sens, le fil rouge va sur 'IN+' et le fil noir sur 'IN-'.**

Ensuite, branchez la lampe fournie sur les sorties du variateur **OUT+** et **OUT-**. Là aussi, **respectez le sens, à savoir le fil rouge sur 'OUT+' et le fil noir sur 'OUT-'.**



[Dans votre cas, vous n'avez plus le boîtier comme sur la photo]

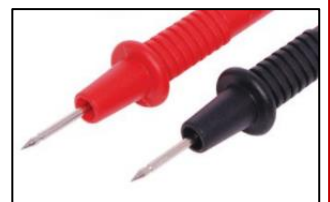
Isolez le circuit imprimé du variateur sur votre table (aucun objet métallique ne doit être en contact avec celui-ci au risque de faire des courts-circuits qui peuvent être destructeurs) et alimentez le variateur par le biais du bloc d'alimentation au niveau du connecteur jack.



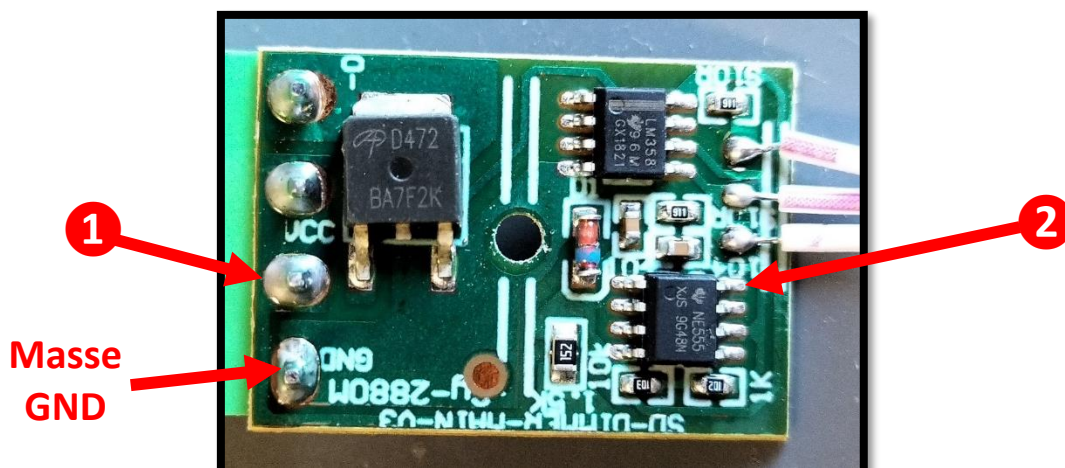
[Dans votre cas, vous n'avez plus le boîtier comme sur la photo]



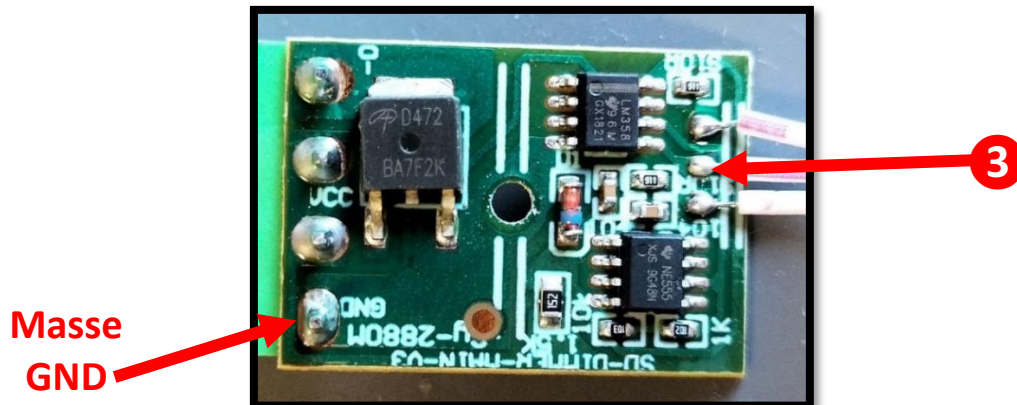
ATTENTION : que vous fassiez des mesures avec un multimètre ou avec un oscilloscope, l'extrémité des sondes de mesure est métallique et souvent plus large que les broches des composants. Faites donc attention à ne pas faire de court-circuit entre deux broches voisines lorsque vous faites des mesures !!



- Avec un multimètre (ou éventuellement l'oscilloscope), mesurez et notez la valeur précise des tensions d'alimentation continues (référencées par rapport à la **masse/GND**) :
 - 'VCC' (point ①) qui alimentera l'éclairage. S'agit-il bien d'une tension continue ? Correspond-t-elle à la tension que doit délivrer le bloc d'alimentation branché sur le secteur ? Correspond-t-elle également à la tension indiquée sur la lampe ?
 - Des circuits intégrés du circuit imprimé (par exemple point ② - broche 8), ce qui est appelé 'VDD' sur le schéma de la page 11. Est-elle différente de 'VCC' ?



- Déterminez maintenant la plage de valeurs de tension délivrée par le potentiomètre. Avec le multimètre ou l'oscilloscope, mesurez la tension au point **3** (toujours référencée vis-à-vis de la masse **GND**) en faisant varier le potentiomètre entre ses deux extrémités :

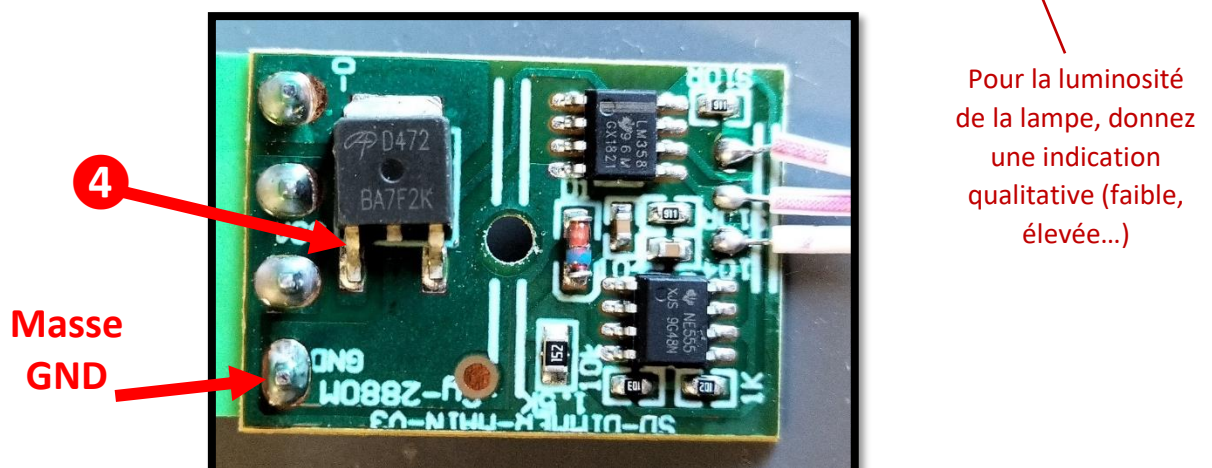


Tension maximale (V)	Tension minimale (V)

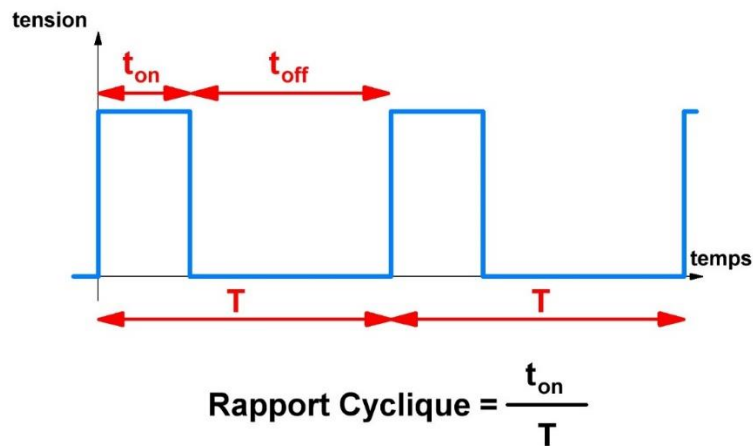
Pour la suite, on va observer l'évolution temporelle de signaux sur la carte. Dans ce cas, un multimètre n'est pas adapté et l'on doit nécessairement utiliser un oscilloscope.

- Observez le signal au point **4**. Quelle est la forme du signal lorsque l'on fait varier le potentiomètre ? Quelle est son amplitude maximale ? Quelle est sa fréquence ? Est-ce que la luminosité de la lampe varie de manière sensiblement proportionnelle ?
On en reparlera régulièrement dans la suite de votre formation, mais il s'agit d'un signal appelé **PWM** (Pulse Width Modulation) qui est utilisé dans de nombreuses applications (variation d'éclairage, variation de vitesse d'un moteur, commande en radiomodélisme...)
- Sur ce type de signal, on définit un paramètre qui est appelé le rapport cyclique (cf. figure page 15). Complétez alors le tableau suivant (la valeur intermédiaire est la valeur médiane entre votre valeur maximale et votre valeur minimale) :

Position du potentiomètre	Tension du potentiomètre (V)	Valeur du rapport cyclique (%)	Luminosité de la lampe
max			
intermédiaire			
Min			

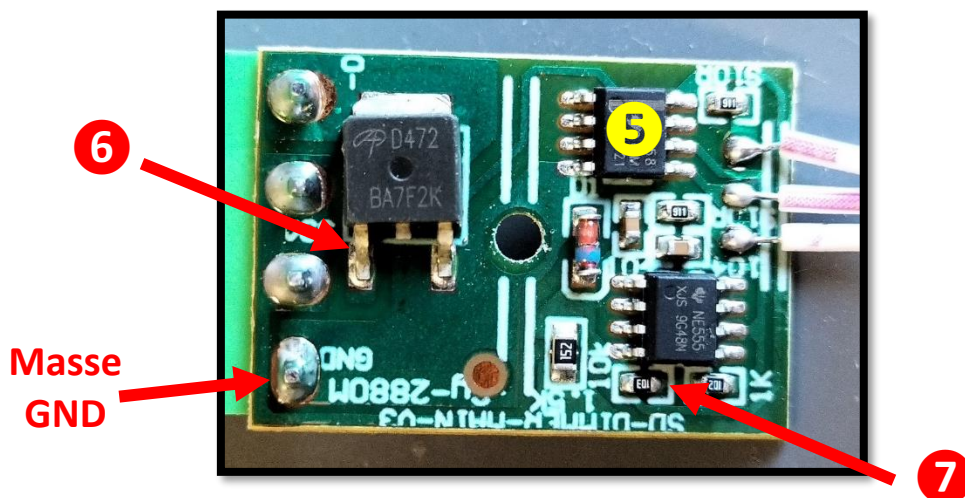


Allure d'un signal PWM et définition du rapport cyclique :



- On va maintenant s'intéresser au composant indiqué par le numéro ⑤. Placez le potentiomètre sur une position intermédiaire (à peu près au milieu). On cherche à mesurer la tension de sortie du circuit ⑤ ainsi que celle de son entrée '-'. Toutefois, ces broches étant adjacentes, cette mesure risque de créer un court-circuit fâcheux. On va donc les mesurer à d'autres endroits sur le circuit imprimé. Observez alors simultanément à l'oscilloscope les signaux des deux broches indiquées par les numéros ⑥ et ⑦ (⑥ correspond à la sortie de ⑤ et ⑦ à son entrée '-'). Dessinez sur un document que vous allez conserver les deux signaux en prenant soin d'avoir au moins deux périodes (vous pouvez aussi faire une sauvegarde des courbes obtenues en branchant une clef USB sur l'oscilloscope → demander à un enseignant la démarche). Déterminez les amplitudes minimales et maximales des deux signaux. Ont-ils la même période ? Déterminez pour quelle valeur de tension du signal ⑥, le signal ⑦ change-t-il de valeur de tension ? Sans modifier le potentiomètre, mesurez également sa tension. Refaire ces mêmes mesures pour une autre position du potentiomètre (sans atteindre ses positions extrêmes). Pour le composant ⑤, il fonctionne comme un comparateur, soit :

$$\begin{cases} \text{Si } V_+ > V_- \text{ alors } V_{\text{OUT}} = V_{\text{DD}} \\ \text{Si } V_+ < V_- \text{ alors } V_{\text{OUT}} = \text{GND} \end{cases}$$
 Avec ce que vous avez observé, donnez une explication simple reliant la tension du potentiomètre, la tension ⑥ et la luminosité de la lampe.



Gardez bien toutes ces informations (mesures, relevés à l'oscilloscope...) car ils seront utiles lors de la rédaction du compte-rendu technique que vous nous remettrez à la fin de cette SAÉ.

Maintenant que vous avez étudié et compris certains points sur le fonctionnement de ce variateur de lumière, vous allez pouvoir passer à la réalisation du prototype de la nouvelle version de ce variateur dont votre tante vous a parlé.