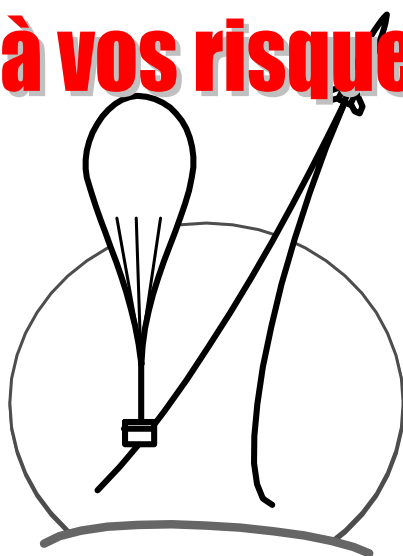

Ce document ne saurait engager la responsabilité de son auteur ni des personnes ayant assisté à sa réalisation.

Utilisation à vos risques et périls



Fusées à eau lumineuses

« De l'appareil photo jetable au stroboscope miniature »

Document technique

SOMMAIRE

Introduction.....	3
Un peu de théorie.....	3
La transformation.....	4
Mise en œuvre.....	5
Choix du thyristor ou du triac.....	5
Choix de l'appareil photo jetable.....	5
Règles de sécurité.....	5
Conseils pratiques.....	6
Modification d'un Kodak Max Flash.....	6
Modification d'un Konica Film-In Flash.....	8
Modification d'un Fujifilm QuickSnap Flash.....	9
Et si je tombe sur un modèle inconnu ?.....	10
Application.....	11
Conclusion.....	13
Annexe.....	14
Brochage MCR22 et MCR100.....	14
Brochage MAC997A et MAC97A.....	14
Références.....	15

Rédacteur :

Olivier Sannier
13 rue Daniel Auber
76150 Maromme

Email : obones@free.fr
Site Internet : <http://obones.free.fr>

Introduction

En 2002, ELA embarquait des flashes pour être plus visible dans le ciel azuréen de Millau [1]. Cette idée était venue après une démonstration de transformation d'un flash récupéré sur un appareil photo jetable. Le flash ainsi transformé était devenu un mini stroboscope suffisamment convaincant pour tenter de le reproduire en plus grand.

Mais en même temps, sa petite taille a fait germer des idées dans les esprits de certains des membres : Et si on le mettait dans le cône d'une fusée à eau. Ce fut chose faite et la démonstration de nuit fut plus que convaincante !

Vous voulez reproduire cette expérience ? Vous voulez pouvoir lancer des fusées à eau de nuit en toute sécurité ? Cette documentation est faite pour vous !

Attention cependant : Ces montages s'adressent à un public averti. Vous pourrez trouver une introduction aux montages de signalisation dans 'Fusées à eaux lumineuses, Montages accessibles à tous' [2]. Cette introduction trouvera une application directe auprès des enfants.

Un peu de théorie

Pour faire un flash, il faut ioniser un gaz rare comme le Xénon. Pour cela, on le confine dans un tube en verre à plusieurs fois la pression atmosphérique, on applique une tension de quelques centaines de volts (300-500) puis on provoque l'ionisation en amenant un pic de tension de quelques milliers de volts (entre 7 et 10 000).

Le pic de tension va arracher quelques électrons sur quelques atomes du gaz. Ces électrons vont alors être attirés vers l'anode du tube (électrode positive). Lors de leur déplacement, ces électrons vont percuter d'autres atomes, ce qui va provoquer l'arrachement d'autres électrons. On assiste ainsi à un phénomène d'avalanche.[3]

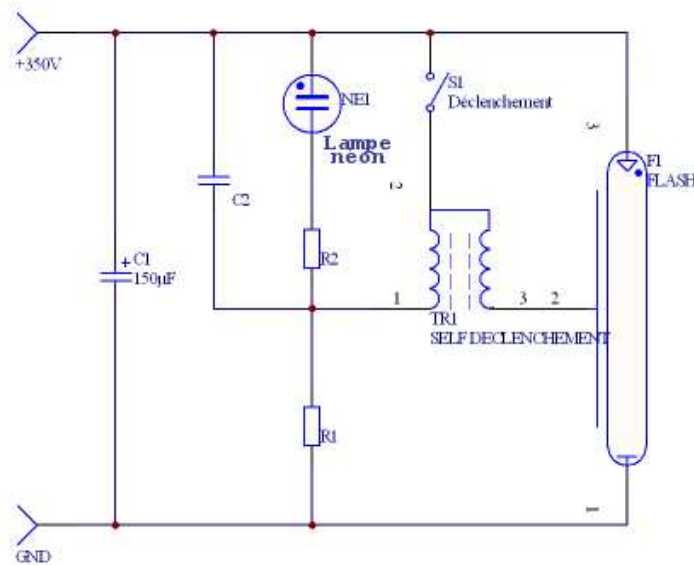
Mais, me direz-vous, d'où vient la lumière ? Et bien, elle vient du fait qu'à chaque collision, les électrons perdent de l'énergie. Et le seul moyen d'évacuer de l'énergie sans que ça ne coûte rien, c'est d'émettre de la lumière. D'autre part, comme les électrons percutent les atomes de manière complètement aléatoire, la lumière émise couvre presque tout le spectre lumineux et donne donc un éclair blanc. Ce phénomène a été mis en évidence par Harold Hegerton en 1931 [4].

Dans un appareil photo jetable, on retrouve le même principe. Cependant, le +350V est généré à partir d'une pile de 1.5V et cette énergie est stockée dans un gros condensateur (150-220 μ F) qui va se décharger violemment dans le tube. Ou bien dans vos doigts si vous ne faites pas attention ! Même si c'est désagréable, c'est en général sans gravité. Mais vous êtes prévenus, une telle décharge d'énergie peut être violente.

Pour permettre de savoir quand ce tube est chargé, le montage inclus un témoin de charge, une lampe néon en général. Celle-ci s'allume, parfois clignote, quand le condensateur principal est chargé. Une lampe néon est un composant intéressant car elle ne conduit qu'à partir d'une certaine tension (65 ou 200V) et pas en dessous. Ainsi, il suffit de mettre une résistance suffisamment grande en série avec elle pour qu'elle ne s'allume qu'aux alentours de 350V.

Le clignotement, s'il existe, est dû à la présence d'un petit condensateur en parallèle sur la lampe néon. Celui-ci se charge, coupant la lampe néon, puis une fois qu'il est chargé, la lampe conduit. Le condensateur se décharge dans la lampe, laquelle est alors coupée de nouveau le temps d'une nouvelle charge du condensateur. Le cycle se répète ainsi indéfiniment.

Le schéma électrique standard est le suivant :



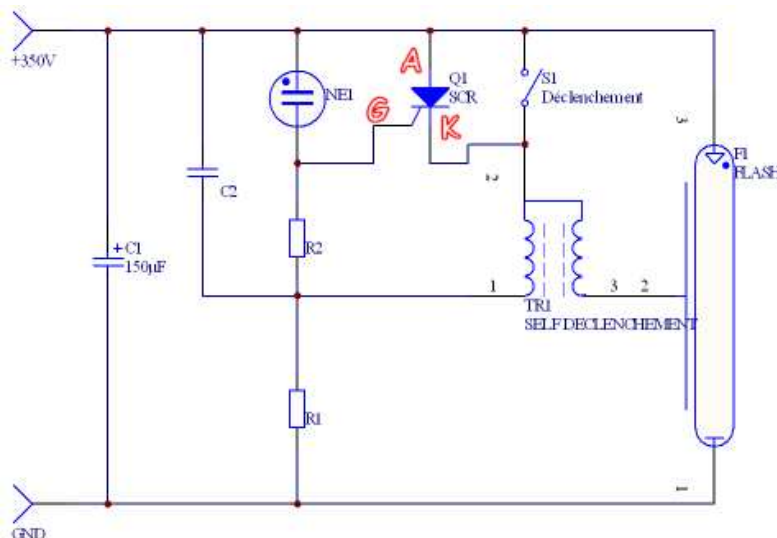
Bien évidemment, les constructeurs font légèrement varier leur montage mais le principe de base est toujours le même. Le pic de tension qui provoque l'avalanche est appliqué lorsque S1 se ferme. La self est alors passante et le nombre de ses enroulements est prévu de telle façon qu'au secondaire on retrouve environ 9000 volts.

La transformation

Comment alors transformer le flash en stroboscope ? Ou plus exactement, comment remplacer l'interrupteur manuel par un interrupteur électronique redéclenchable ?

Il faut d'abord savoir que la tension entrant en jeu est de l'ordre de 400V et des composants qui se comportent comme un interrupteur dans cette gamme de tension, il n'en existe pas des masses. Pour faire simple, on trouve les thyristors (SCR) et les triacs. Les explications qui vont suivre sont une extension de celles que l'on trouve en [5]

L'idée est donc de remplacer S1 par un thyristor ou un triac et de déclencher ce dernier dès que C1 est chargé. Quoi de mieux alors que la lampe néon qui conduit le courant uniquement quand C1 est prêt ? On obtient alors le montage suivant :



Faites bien attention à l'orientation du SCR, si vous le mettez à l'envers, au mieux, il ne se passe rien, au pire, pchit !

Donc ici, on place la patte G entre NE1 et R2, la patte A sur +350 et la K entre TR1 et S1. Si vous utilisez un triac, il n'y a pas de problème de sens, seule la gâchette doit être placée au bon endroit.

L'inconvénient de ce montage en l'état actuel c'est que le temps de charge est très long (10 secondes, en moyenne) et donc la fréquence des éclairs est faible. Pour augmenter cette fréquence, il faut remplacer C1 par un équivalent de valeur plus petite. Dans notre cas, 2.2 μ F feront parfaitement l'affaire. Il convient de noter que la diminution de la capacité du condensateur entraîne une diminution de la puissance des flashes. Il s'agit comme toujours d'un compromis...

Enfin, il faut s'assurer que le montage pourra se charger en permanence et qu'on pourra l'arrêter. Pour cela, il faut ajouter un interrupteur du côté du générateur de haute tension. Malheureusement, il n'existe pas de schéma général et ce problème sera discuté dans la partie de mise en œuvre.

Mise en œuvre

Choix du thyristor ou du triac

Pour bien choisir le SCR ou le Triac, il faut respecter les conditions suivantes :

- Tension de claquage supérieure à 400V
- Intensité de pic supérieure à 1A.
- Le boîtier utilisé sera de préférence un TO92 pour sa petite taille.

On pourra donc retenir les MCR22-6 [6], MCR100-6 [7], MAC997A6 [8], MAX97A6 [9] de chez On Semiconductors. Les brochages sont donnés en annexe. Si vous ne trouvez pas ces modèles, un TIC106D fera l'affaire, mais son boîtier est plus gros.

Pour information, un triac peut être considéré comme un thyristor qui fonctionne dans les deux sens et sera donc plus simple à utiliser si l'on n'est pas sûr de la polarité de l'interrupteur qu'il remplace.

Choix de l'appareil photo jetable

L'idée maîtresse de cette réalisation est de faire de la récupération. On obtiendra donc les appareils photos jetables usagés auprès d'un photographe. Les modèles les plus courants sont de marque Kodak, Fujifilm, Konica et Carrefour. Laissez tomber tout de suite Carrefour, leurs jetables n'ont pas de lampe néon en guise d'indicateur, on ne peut donc rien en faire. De même, si vous trouvez d'autres marques, vérifiez si y'a un néon. S'il n'y en a pas, il ne sert à rien de vous embêter. Je n'expliquerais dans cette documentation que la modification des Kodak, Konica et Fujifilm (respectivement du plus simple au plus ennuyeux).

Règles de sécurité

Lors de toute modification d'un jetable, n'oubliez jamais qu'il peut être chargé, même partiellement et qu'il peut vous coller une châtaigne suffisamment violente pour vous bloquer le bras pendant plusieurs secondes. Gardez donc toujours une main sur une partie plastifiée et travaillez avec l'autre pour éviter de faire passer le courant dans votre cœur...

Ensuite, notez toujours où allait la pile et dans quel sens, ce serait bête de se tromper lors de l'utilisation. Puis dans le cas d'un modèle inconnu, commencez toujours par dessiner le schéma sur papier pour vous reporter au schéma de référence.

Conseils pratiques

Les carcasses des appareils photos sont généralement clipsées et se démontent facilement. Mais enlevez toujours les habillages plastiques et cartons, des vis pourraient être cachées en dessous...

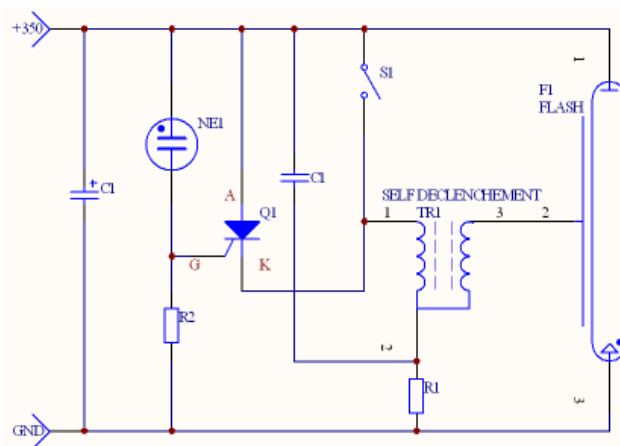
Lorsque vous modifiez un circuit déjà existant, soudez les composants en 'volant', ça permet de gagner de la place dans le montage final. Mais attention, évitez de placer le thyristor au bout de longs fils. En effet, il risquerait de se déplacer lors de l'utilisation et de faire des courts-circuits sur le montage. Essayez donc autant que faire se peut de souder les pattes du thyristor directement sur les pattes des composants du montage en cours de modification.

Modification d'un Kodak Max Flash

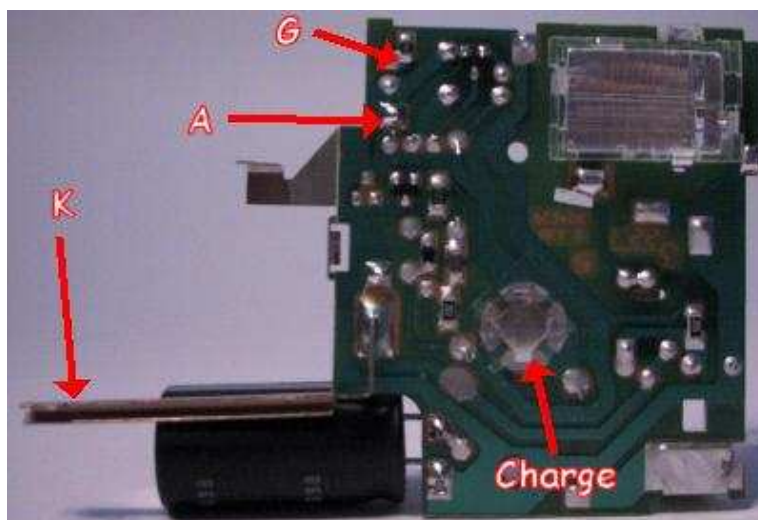
Voici la bête en photo [10]



Le schéma électrique est le suivant, avec un thyristor déjà ajouté :



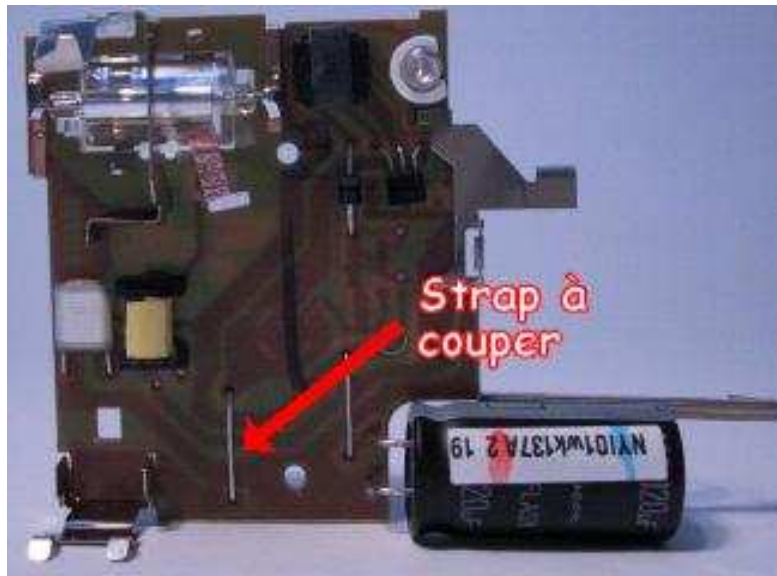
Ce qui sur le circuit en lui-même se traduit par ça :



Rien ne vous empêche évidemment de tordre la barre de métal sur laquelle il faut brancher K pour la rapprocher de A et G...

En ce qui concerne l'interrupteur de charge, ce modèle ne nécessite qu'une impulsion sur le bouton charge et il se charge ensuite en permanence jusqu'à ce qu'on enlève la pile. Ce n'est pas le comportement voulu, on va donc devoir trouver un autre moyen d'allumer et d'éteindre le flash.

Clairement, on va mettre l'interrupteur de telle façon qu'il coupe la pile. Pour cela, enlevez le scotch qui retient la partie supérieure du bouton de charge, soudez les pistes du dessous entre elles puis passez sur l'autre côté de la carte. Vous voyez ceci :



Le strap indiqué amène le + de la pile au reste du circuit. Il suffit donc de le couper et de mettre un interrupteur à la place. Une fois le condensateur remplacé, mettez l'inter en position marche et ça devrait clignoter tout seul !

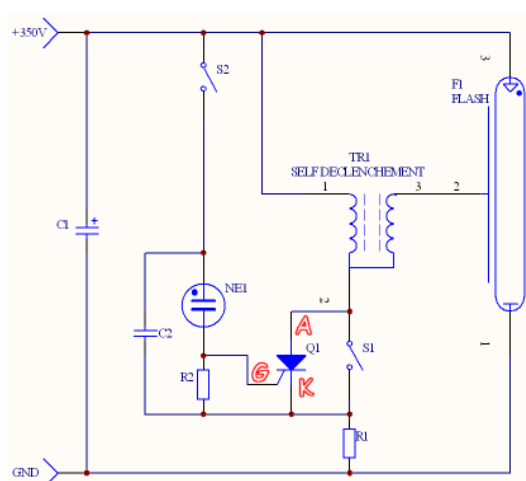
Et c'est tout pour un Kodak, c'est le plus simple à modifier, c'est aussi celui qui sert de référence.

Modification d'un Konica Film-In Flash

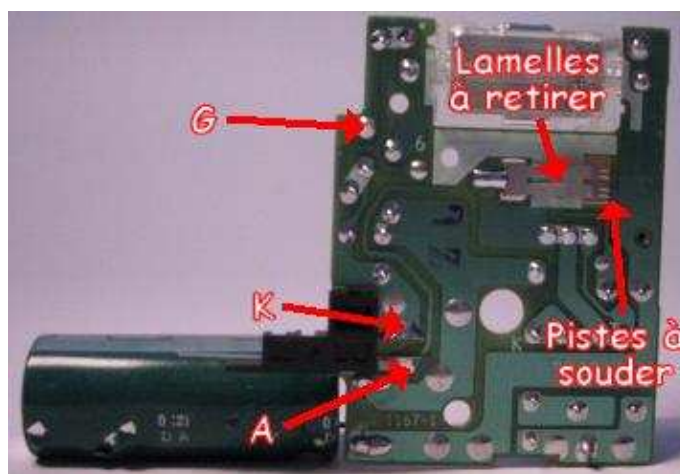
Voici la bête avant démontage [11]



On passe maintenant à un modèle un peu plus complexe à modifier. Tout d'abord, lors du démontage, le boîtier contient des vis cachées sous les autocollants. Ne forcez pas, tout vient bien en ayant enlevé les vis... Ensuite, au niveau électrique on a une nouveauté. Pour mieux comprendre, voici le schéma électrique (avec le SCR déjà ajouté) :



Comme vous le constatez, on a le droit à un interrupteur supplémentaire !!! Le pire c'est que S2 est inclus mécaniquement dans le bouton qui déclenche la charge du flash (celui que l'on tire vers l'extérieur). Heureusement, il est encore facilement modifiable : Il faut commencer par enlever les deux lamelles qui servent d'interrupteur. Puis souder entre-elles les pistes sur lesquelles elles allaient faire contact. Ensuite, on ajoute notre interrupteur marche arrêt entre les pistes que l'on vient de souder et le point d'attache des lamelles. Le SCR quant à lui se place assez facilement. Reportez-vous à la photo suivante pour comprendre les explications.



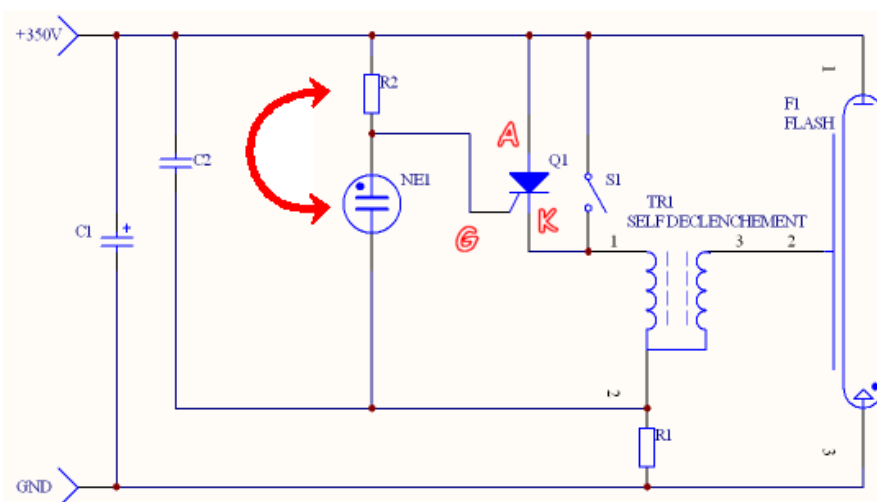
Une fois le condo remplacé, ça devrait encore une fois marcher tout seul !

Modification d'un Fujifilm QuickSnap Flash

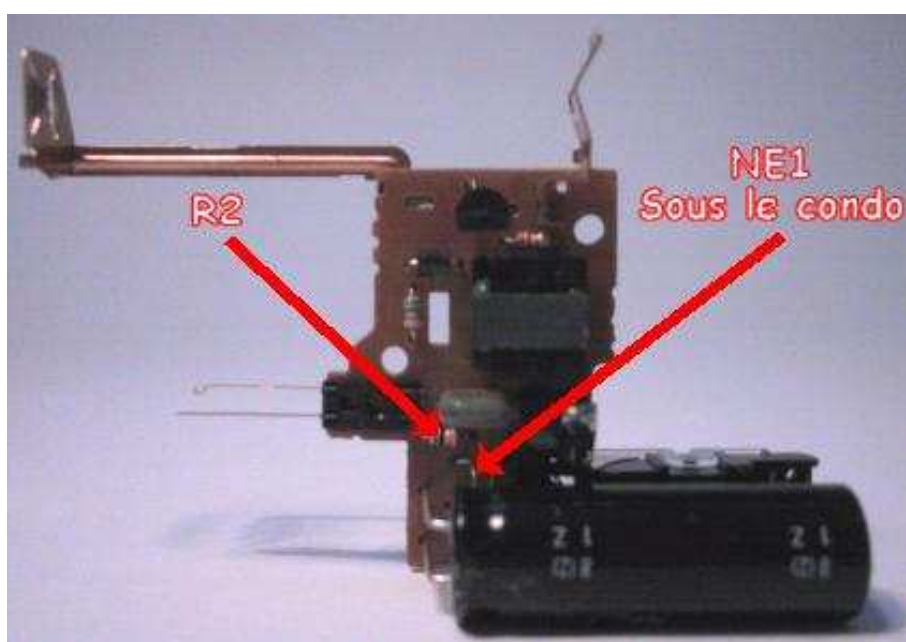
Voici l'appareil emballé



Celui-ci est le pire à modifier car le néon et la résistance sont inversés ce qui oblige à les démonter ! Voici le schéma avec indications et SCR déjà en place :

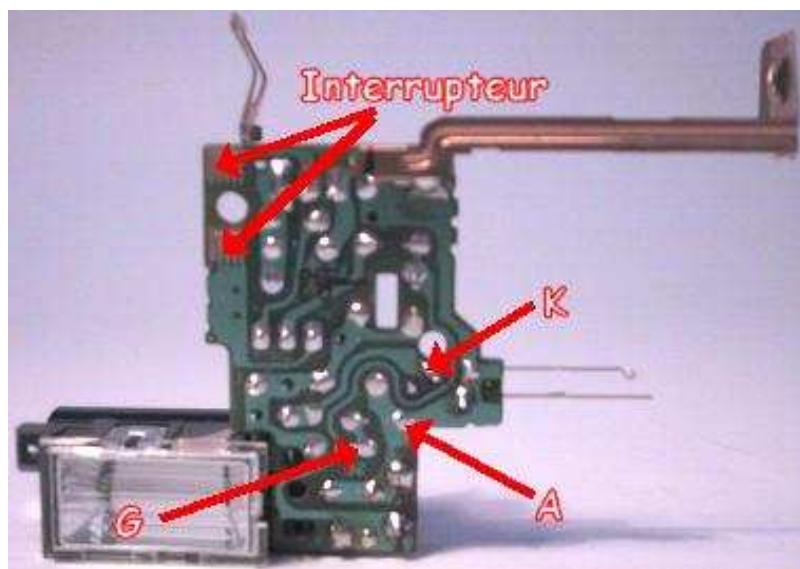


Si on laisse le circuit en l'état, la gâchette du SCR est en permanence à une tension positive et conduit donc dès le début ce qui ne laisse aucune chance à C1 de finir de se charger et ne provoquera donc aucun flash. Il va donc falloir inverser NE1 et R2 sur la carte.



Comme vous pouvez le constater, le condensateur C1 gêne. Commencez donc par le remplacer par un de $2.2\mu\text{F}$ puis attaquez-vous à R2 et NE1. La solution la plus simple consiste à les démonter tous les deux et à les inverser. Ou alors, il suffit de dessouder les pattes extérieures et de tordre les composants pour que les pattes dessoudées s'inversent.

Il faut maintenant placer le SCR et l'interrupteur. Heureusement, le bouton de charge peut servir d'interrupteur, on avait déjà assez de soucis comme ça.



Une fois l'interrupteur branché, placez-le sur marche et ça devrait flasher tout seul. Comme vous l'aurez constaté, il est clair que si vous pouvez éviter les Fujifilm, c'est mieux !

Et si je tombe sur un modèle inconnu ?

Si vous tombez sur un modèle inconnu au bataillon (un Kodak mais qui n'a pas la tête de celui présenté ci-dessus, par exemple), appliquez les méthodes suivantes :

- Ouvrez le boîtier avec précaution. Attention, certains peuvent avoir des vis cachées sous les autocollants. Normalement, tous les clips viennent facilement. Faites très attention au condensateur, il est parfois traître.
- Repérez la lampe néon. Si vous n'en trouvez pas mais que vous avez une LED à la place, arrêtez là, vous ne pourrez rien faire de ce jetable.
- Videz violemment le gros condensateur en court-circuitant ses pattes avec un tournevis qui ne craint plus rien. S'il était chargé, vous aurez droit à un bel éclair.
- Repérez où appuyait le bouton de charge du boîtier plastique. Ça vous permettra de tester la charge pour savoir s'il faut maintenir le contact ou s'il suffit d'une impulsion.
- Notez avec précision la manière dont est déclenché le flash. Pour cela, regardez comment fonctionne l'obturateur, c'est généralement lui qui sert à fermer un interrupteur (deux lamelles) ou c'est lui qui fait interrupteur car il est en métal.
- Sortez le circuit imprimé de son emplacement et mettez une pile en place (si celle d'origine s'est sauvée).
- Effectuez un test de charge en fermant brièvement le contact de charge. Si vous entendez encore un sifflement après avoir relâché le bouton, c'est une charge par impulsion, il faudra mettre l'interrupteur en série avec la pile (comme sur le Kodak). Sinon, si vous devez

maintenir le contact de charge, vous pourrez mettre l'interrupteur à la place de ce contact, ça devrait vous faciliter les choses.

- Faites flasher en fermant le contact repéré ce qui vous permettra de voir si vous ne vous êtes pas trompé. Videz de nouveau le condensateur, il reste toujours une soixantaine de volts après un flash. C'est suffisant pour être désagréable.
- Enlevez la pile, ça évitera de déclencher une charge par mégarde
- Sortez un papier et un crayon et effectuez une ingénierie inverse du circuit imprimé. Pour cela, partez du condensateur et trouvez les connections avec tous les composants présents sur le schéma de référence présenté au début de ce document. En général ce que vous trouverez sera assez proche (car ce montage offre le meilleur rapport qualité/prix)
- Décidez alors comment placer le thyristor en gardant à l'esprit que le courant va de A vers K quand G est à un potentiel supérieur à K. G se connecte toujours entre la lampe néon et la résistance associée
- Vérifiez que la lampe néon est bien entre le +350V et la patte G de votre thyristor. Si c'est la résistance, vous êtes dans le cas du Fuji, vous devrez inverser la résistance et le néon.

Une fois toutes ces étapes effectuées, commencez par remplacer le condensateur, inversez R2 et NE1 si nécessaire, puis placez le thyristor. Finissez par placer l'interrupteur en fonction de ce qui a été noté lors de l'exploration.

Mettez une pile et fermez l'interrupteur. Tout devrait fonctionner normalement.

Application

Le but premier de ces modifications est de rendre les fusées à eau lumineuses pour pouvoir en lancer la nuit et suivre leur vol. Dans ce cadre, il faut respecter certaines règles :

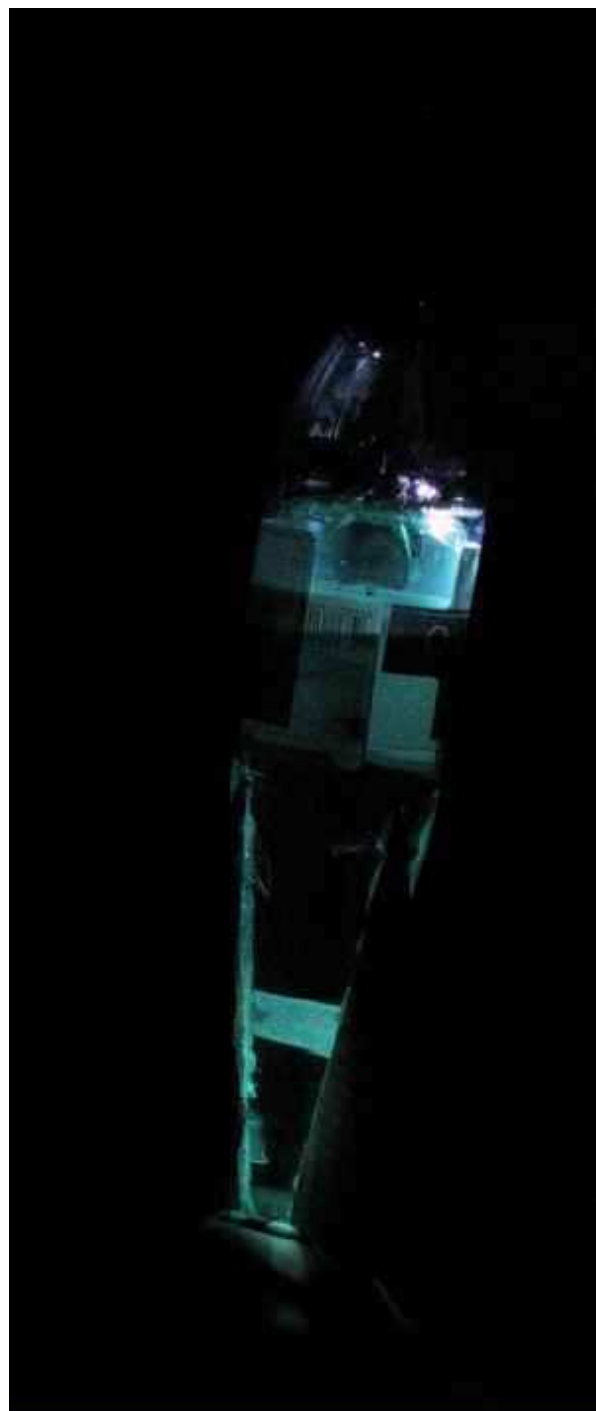
- Le montage doit être placé dans le cône de la fusée (rigolez pas, on sait jamais ce qui peut passer par la tête de quelqu'un de trop pressé)
- L'interrupteur doit être accessible de l'extérieur du cône et donc placé au bout de fils semi-rigides.
- Le réflecteur du flash doit être dirigé vers le bas pour une meilleure diffusion de la lumière.
- Le montage doit être fixé dans le cône pour pouvoir espérer le récupérer après même si ça arrive rarement, il faut bien le reconnaître
- La pile doit être fixée sur le montage pour éviter qu'elle ne transperce le cône à l'atterrissage. Attention au pisto-colle qui peut introduire des faux contacts (le mieux est l'ennemi du bien).
- Allumez le flash avant de mettre la pression mais ne l'allumez pas trop longtemps à l'avance, la pile risquant de ne pas supporter la durée d'allumage.

Et si tout se passe bien, vous obtenez une fusée comme sur les photos page suivante.

Avant la mise en rampe, flash en place.



Flash en fonctionnement



Conclusion

Nous venons de voir dans ce document comment récupérer les flashes présents dans les appareils photos jetables pour en faire des stroboscopes miniatures.

Leur utilisation ludique dans une fusée à eau ne doit cependant pas faire oublier que les tensions présentes sont élevées et potentiellement mortelles. Il conviendra donc de prendre des précautions lors de l'utilisation de ces montages, en particulier avec le public lors de la récupération de la fusée.

Il est en effet impossible de prédire la charge présente dans le condensateur, d'autant plus que le circuit est généralement détruit lors de l'atterrissage de la fusée. Malgré tout, nous vous encourageons vivement à effectuer le suivi d'une fusée à eau de nuit. C'est une expérience inoubliable qui donnera lieu à d'innombrables souvenirs.

Annexe

Brochage MCR22 et MCR100 (thyristors)



TO-92 (TO-226AA)
CASE 029
STYLE 10

PIN ASSIGNMENT	
1	Cathode
2	Gate
3	Anode

Brochage MAC997A et MAC97A (triacs)



TO-92 (TO-226AA)
CASE 029
STYLE 12

PIN ASSIGNMENT	
1	Main Terminal 1
2	Gate
3	Main Terminal 2

Références

- [1] CLES-FACIL, *Fusex ELA*. 2002;
http://www.anstj.org/espace/pages_clubs/ela/ela_cles_facil_2002.pdf
- [2] Olivier Sannier, *Fusées à eau lumineuses : Montages accessibles à tous*. 2003, Lyon: Planète-Sciences.
- [3] R. D. Christie, *The disposable camera*. 1996;
<http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/labs/camera/fl.htm>
- [4] H. Edgerton, *Electronic Flash, Strobe*. 1983, Cambridge: The MIT Press.
- [5] Le Magicien, *1.5 Volt Strobe with a Kodak Max Disposable Camera*. 2000;
http://www.geocities.com/lemagicien_2000/elecpage/maxflash/maxflash.html
- [6] OnSemiconductors, *MCR22-6 Datasheet*. 2000;
<http://www.onsemi.com/pub/Collateral/MCR22-6-D.PDF>
- [7] OnSemiconductors, *MCR100-6 Datasheet*. 2000;
<http://www.onsemi.com/pub/Collateral/MCR100-D.PDF>
- [8] OnSemiconductors, *MAC997A6 Datasheet*. 2000;
<http://www.onsemi.com/pub/Collateral/MAC997-D.PDF>
- [9] OnSemiconductors, *MAC97A6 Datasheet*. 2000;
<http://www.onsemi.com/pub/Collateral/MAC97-D.PDF>
- [10] Eastman Kodak Company, *Kodak Max Flash*. 2003; <http://www.kodak.com/cgi-bin/webCatalog.pl?product=KODAK+MAX+Flash+One-Time-Use+Camera>
- [11] Konica, *Film-in Flash*. 2003;
<http://konicaonlinestore.com/Catalog/konicastore.cgi/BY92484>