



## 1 But

Pour remplacer une pièce de musée, regrettée des mécanos, j'ai développé un appareil mesurant et comparant les composants d'un allumage de moteurs anciens (moteurs sans calculateur, quoiqu'on pourrait en mesurer la bobine de ceux-ci)

### 1.1 Choix du nom

Il existe déjà :

- le capacimètre pour mesurer les capas
- l'inductomètre pour mesurer les inductances
- l'ohmmètre pour mesurer l'ohm
- l'oscilloscope pour observer tout ce qui bouge ou oscille
- **LES** stéthoscopes<sup>1</sup> pour observer l'esthète
- et le Bermascope pour observer le berme (késako?) avec un « œil magique » (oscilloscope simplifié)

on utilise plutôt le suffixe ~mètre lorsqu'il s'agit de mesurer une grandeur et le suffixe ~scope lorsqu'il s'agit d'une observation oculaire

Ici on fait les deux avec des galvanomètres à aiguille pour les mesures, un éclateur pour l'observation finale et éventuellement un buzzer pour le relevé acoustique du point d'arrachement du rupteur

Sparkmètre évoque l'étincelle et sa mesure. C'est un barbarisme avec concaténation d'un mot anglais et d'un mot latin. Assez plaisant pourtant à prononcer. Il existe déjà en version britiche<sup>2</sup>.

Le terme igniscope est un bon candidat puisqu'il s'agit de mesurer ou d'observer tout ce qui va jouer sur l'étincelle d'allumage et de regarder au final l'étincelle sur un éclateur. Mais c'est un barbarisme digne d'un ilote aculturel : ignis latin, scope grec on devrait dire en racines latines : ignivigilateur (ignivigilant, ignivigile) ou en racines grecques : **Spithascope**<sup>3</sup> (au grand dam des anglophones<sup>4</sup>, qui vont le confondre avec un vulgaire surveillant de cracheur). **Spithamètre** décrit un appareil avec uniquement des galvanomètres, mais ici, le but final est l'observation oculaire de l'étincelle dans l'éclateur, ce terme est donc moins adapté ici, quoique les autres mesures soient faites par des galvanomètre ; mais scope rappelle plus le Bermascope !

Igniscope, ce barbarisme a déjà été utilisé par une société, English Electric fondée en 1918, fermée en 1968 qui a produit : un ECU (engine control unit)



ressemble, par le nombre de galvas, à ce que je veux faire

c'est un peu plus instrumenté que le Bermascope (des galvas au lieu de la position du potard)  
source wikipedia

1 De στῆθος la poitrine, et de σκοπεῖν observer. Le mot, en grec ancien, n'imposait pas un écran cathodique !  
 2 Je sais, mais j'écris comme je veux  
 3 De σπῖθα l'étincelle, et de σκοπεῖν observer  
 4 To spit = cracher, en britiche



et un igniscope, vers 1947

source wikipedia



Les avions de ligne à pistons comme le DC3, avaient des oscilloscopes embarqués pour observer les allumages, du genre de l'igniscope English Electric, ci-dessus.

**J'adopte donc le terme de Spithascope.**

## 1.2 Comparaison avec les fonctions du Bermascope original

### 1.2.1 contrôle des bobines d'allumage:

Ce contrôle se fait en branchant la bobine sur le générateur d'impulsion interne et sur l'alimentation réglable. Le Bermascope alimente la bobine par transfo et résistance de puissance variable, le Spithascope par alimentation secteur et convertisseur DC/DC réglable, voir détails plus loin, page 4.

Ce générateur n'offre aucune spécification de dwell, ni de durée d'impulsion ni de durée d'étincelle. Sans spécification, cela signifie que ces paramètres peuvent varier beaucoup d'un Bermascope à l'autre: comme il travaille par comparaison, les résultats d'un Bermascope ne sont pas forcément les mêmes que ceux d'un autre! Le générateur proposé ici travaille non par angle (ou %) de dwell mais par **durée de magnétisation** qui est le vrai but, qu'on tentait plus ou moins d'atteindre par un dwell mécanique, lequel conduisait inévitablement à un échauffement excessif à bas et moyen régime, et à un temps trop long d'ouverture à haut régime par rapport au besoin de durée d'étincelle, l'ouverture assurant d'autres fonctions comme l'écartement rapide des contacts pendant la montée ralentie par le condensateur de la



montée de la tension. Cela donnait un temps d'ouverture du rupteur n'assurant pas un temps de magnétisation suffisant.

Ici, dans la version A du Spithascope, la durée de magnétisation est fixée à 10 ms et se réduit automatiquement à haut régime, tout en préservant une durée minimale d'étincelle de 1 ms. Le "Dwell" équivalent est alors de 90%, à 6000rpm, plus élevé que les 60 à 70 % d'un rupteur. Le Dwell est donc supérieur à celui de moteurs à allumeur. L'algorithme du µContrôleur permet une version de software allant à 6000rpm. L'échauffement max de la bobine connectée au Spithascope se situe à 90 Hz soit 5400 rpm pour un 2-T. La limitation de la durée d'impulsion limite l'échauffement de la bobine à bas régime de l'allumage à rupteur, tout en assurant un temps suffisant pour la quasi-totalité des bobines cyclo, moto ou auto. Il fonctionne de 5 à 100 Hz (soit 300 à 6000 rpm pour un solex) et la fréquence (donc le régime moteur) est affichée sur un galvanomètre à aiguille analogique (mais à commande digitale en PWM), plus intuitivement lisible dans un atelier que du digital. A titre de comparaison, le Bermascope règle sa vitesse par un potentiomètre sans mesure, et est donc sensible à la position de serrage du potard sur la face avant, à la linéarité du potard, à ses résistances talon et max internes, bref c'est pas de la mesure ! Et chaque comparaison de bobine n'est valable que pour un Bermascope, celui qu'on a.

Voici quand même un petit rappel pour quelques configurations courantes (par bobine, deux bobines en série comptent en fait comme une bobine) :

2-t 1 cyl	2-t 2-cyl verticaux	4-t 1-cyl	4-t 2-cyl vert	4-t 2-cyl flat	4-t 4-cyl
1 all / tour	2 all / tour	1 all tous les 2 tours	1 all / tour	1 all / tour	2 all / tour
Rpm = Hz x 60	Rpm = Hz x 30	Rpm = Hz x 120	Rpm = Hz x 60	Rpm = Hz x 60	Rpm = Hz x 60

### 1.2.2 Eclateur

L'éclateur représente la bougie en tenant compte de la compression. Sur un moteur 2-T l'étincelle survient en général vers 6,6 bars (@ 1015mB, 25°C), sur un moteur 4-T dans les mêmes conditions c'est à 10 bars. La loi de Paschen et son produit pd constant montre une proportionnalité inverse de la pression et de la tension de claquage. Une émulation par éclateur de bougie Solex à 0,6mm demande donc un écartement de 4mm de l'éclateur, et une bougie de 4-T à 1 mm demande un éclateur à 10 mm. L'écartement des pointes est mesuré par un coin étalonné.

### 1.2.3 Tension de bobine

La tension de fonctionnement de la bobine est peu précise dans le Bermascope, c'est un potentiomètre série, avec donc les mêmes défauts que le potentiomètre de fréquence du même Bermascope, mais en plus, la tension bobine varie avec l'échauffement du potard et de la bobine ! Pour les bobines à faible valeurs, on rajoute une résistance de protection du Bermascope, dont la précision et l'échauffement rajoutent encore à l'imprécision !

Le Spithascope procède par un réglage de tension mesuré par galvanomètre à aiguille. La tension va jusqu'à 15V (couvre donc la tension max de 14,5V d'un alternateur à donf)

Le générateur est associé à un module d'allumage RMZ, blindé contre les mauvaises utilisations (sauf peut-être l'absence simultanée de condensateur et de bougie), qui commande n'importe quelle bobine de 0,3 à plus de 5 Ω sans réglage ni commutation. L'écartement des pointes est mesuré par un coin étalonné

### 1.2.4 Contrôle des condensateurs

**La valeur du condensateur** est mesurée par un montage ratiométrique et le temps de passage à un seuil fixe par l'exponentielle de décharge est proportionnel à la valeur de la capacité. Le courant imposé dans la capa (de 0,25 mA) ne permet pas de mesurer l'ESR. L'affichage est fait en PWM directement sur le galvanomètre.





## Mesure du courant de fuite

Faut pas croire la légende urbaine<sup>5</sup> qui dit que sur une bécane 6V le condensateur doit tenir 6V (puisque les fabricants de condensateurs pour allumage n'ont pas le courage de mettre la tension de fonctionnement, sauf "condensateur à huile" de Solex qui fait ainsi comprendre qu'une capa ordinaire ne suffit pas), Suffit de mettre le doigt dessus une fois pour comprendre que c'est pas du 6V, et ne plus avoir envie d'y remettre le doigt (la tension vraie monte à 500V pour certains allumages de Solex).

**Un bain de paraffine liquide** thermostaté à 80° (70° en surface) permet de contrôler le condensateur à température de fonctionnement, très sensible pour les condensateurs papier et on est sûr que c'est la température de la capa en une trentaine de secondes. C'est évidemment bien plus précis que le clip chauffé du Bermascope, sans idée de la température du clip ni de la capa et qui touche plus ou moins la capa. Ne pas oublier que dans un volant magnifique, ça chauffe beaucoup !

**Un générateur haute tension** permet de vérifier le comportement (résistance de fuite) à tension réaliste du condensateur, inexistant dans le Bermascope. Ce générateur haute tension, à courant limité (pour la sécurité, mais ça secoue quand même ! Et encore plus quand la capa à mesurer est connectée) vérifie l'absence de courant de fuite dans le condensateur et permet de voir de combien ce courant augmente à chaud (pot de paraffine fondue) car un condensateur papier augmente beaucoup sa fuite à chaud. J'ai eu beaucoup de mal à trouver une norme crédible pour savoir quel courant indiquerait une anomalie au Spithascope et ai fini par trouver une norme de 1949 dans un grimoire de 1953 (voir mon papier sur les condensateurs). Je ne me soucie guère des fuites des condensateurs film plastique ou céramique tant qu'elle n'atteignent pas une valeur lisible au Spithascope, c'est pourquoi j'ai fini par monter une seule gamme de galvanomètre à 1 mA, au lieu du milliampèremètre logarithmique que j'avais d'abord envisagé. Le maximum autorisé par la norme étant de 270  $\mu$ A pour une capa de 0,22 $\mu$ F (ce qui correspond à la majorité des condensateurs de solex, mobs et voitures anciennes) à 600 V, un galva de 1 mA suffit et permettrait même de mesurer des capas plus importantes. Si une capa film ou céramique donnait une déviation de l'aiguille, en dehors de l'effet condensateur, plus de questions à se poser, elle est foutue ! Il y a un effet normal de courant bien visible au moment où on bouge le potentiomètre de tension : c'est la charge ou la décharge du condensateur, et l'aiguille va même en butée gauche quand on baisse la tension.

**Ne surtout pas oublier de descendre la commande de haute tension à 0 avant de débrancher le condensateur**, sinon il va secouer l'utilisateur et détruire de l'électronique s'il est branché ailleurs. Ce montage de géné HT et de mesure est de l'électronique analogique pure.

**L'ESR** n'est pas mesurée dans le Spithascope A, son influence sur l'allumage n'est que du second ordre :

L'ESR est un paramètre très secondaire du condensateur (dans un allumage) par exemple un ESR de 5 $\Omega$  donne une surtension théorique de 920V, un ESR de 2 $\Omega$  donne 937V et un condensateur papier parfait (ou un MKA à 0,05 $\Omega$ ) donne 940V, soit 2 % d'écart. inexistante bien sûr dans le Bermascope d'origine, on « dépiste » la résistance série.

## 2 L'alimentation réglable

Elle pourrait être fournie par une batterie, ne serait alors pas réglable, mais on ne peut alors estimer le fonctionnement de la bobine à des tensions différentes dans le but de leur comparaison, notamment en phase de démarrage du moteur, comme le permet le Bermascope.

J'utilise ici un bloc secteur destiné à des anciens ordinateurs portables, ceux dont les alimentations étaient interchangeables, qui fournissaient tous 19V, et dont le courant dépendait de la puissance de l'ordinateur à alimenter, ça vaut 5 piastres sur le ouèbe. Vérifier qu'il porte le

<sup>5</sup> Ces mythes vous abusent, contrepoids ferreux

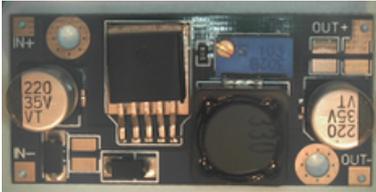




symbole CE légal et non la copie China Export<sup>6</sup> qui n'est peut-être pas si mauvaise après tout mais correspond à des normes inconnues. Ce type de bloc d'alim n'est pas réglable, il faut rajouter un convertisseur DC/DC en aval.

## 2.1 Convertisseur 5A

On peut envisager d'utiliser derrière l'alim portable (qui assure la puissance et la sécurité vis à vis du secteur) un convertisseur DC/DC à bon marché comme ce DC/DC 5A d'architecture buck.



taille réelle 48 x 23 mm

Mais pour régler, on ne peut se servir correctement de la petite vis fendue avec des doigts gras et un gros tournevis. Le potentiomètre est marqué 103K, ce qui en langage potard signifie  $10 \times 10^3$  soit 10 k $\Omega$ . Il faut donc le dessouder proprement et mettre des fils vers un potard de taille normale et fixable sur le panneau du Spithascope. Attention, ne surtout pas braser un fil quelconque sur la surface sous prétexte qu'il ne rentre pas dans le trou, la pastille sera arrachée à la première maladresse ! Il FAUT mettre un fil de composant qui traverse le PCB, le ménisque de brasure sur la face inférieure participe grandement à la résistance mécanique du fil, comme le faisait le potard d'origine. Une queue de résistance est trop grosse, certaines capas de découplage font l'affaire, un fil de câblage a peu de chances de pénétrer dans le trou. Une goutte d'araldite sécurise le montage.

En regardant de plus près, on s'aperçoit que deux fils du potard sont court-circuités par une piste de cuivre, il suffit alors de deux fils vers le potard final, entre la borne centrale et une extrémité (la bonne, pour que la tension augmente quand on tourne dans le sens horaire).



Un petit essai thermique pour s'assurer du fonctionnement fiable du LM2596 qui anime la carte permet de voir que l'aspect thermique n'est pas très favorable malgré le montage à 42 trous métallisés sous la puce, pour évacuer la chaleur par la face inférieure cuivrée.



Pour un courant de sortie de 1,75A, la température monte à 75°C sur le dessus de la puce, et à 85°C sur la face inférieure, ce qui laisse augurer des températures proches de 100°C à pleine charge, adieu la fiabilité long terme (arrheniusienne, donc dépendante de la température). Il **faudrait** donc monter des radiateurs sur les deux faces de la puce, avec graisse thermique, et montage à rondelles élastiques indispensables, genre onduflex, puisque le courant de sortie se situera vers 4A. Bref, peu pratique à utiliser sainement.

<sup>6</sup> Voir [http://www.hackerschicken.eu/www/misc/analyse\\_lampe\\_LED.pdf](http://www.hackerschicken.eu/www/misc/analyse_lampe_LED.pdf)



## 2.2 Convertisseur 10A

J'ai donc pris la taille au-dessus, un modèle allant jusqu'à 10A. Il s'agit alors d'un convertisseur buck-boost (pouvant se régler à une tension inférieure ou supérieure à l'entrée). Le potentiomètre de réglage est marqué 503K, c'est donc un 50 k $\Omega$  (et, de même que le précédent modèle, deux broches sont court-circuitées) qui sera remplacé par un potard de 50k (en parallèle avec 15 k $\Omega$ ) le 503k d'origine servant alors à ajuster la tension max, qui d'origine, va jusqu'à 36V, un peu dangereux pour nos bobines et modules d'allumage. On peut ainsi la régler de 5,3 à 15V.



Les deux alimentations.  
Celle reliée au secteur présente le bon logo CE et sort 3,5A, ce qui devrait peut-être nourrir correctement une bobine en 14V 4A (après le convertisseur buck)

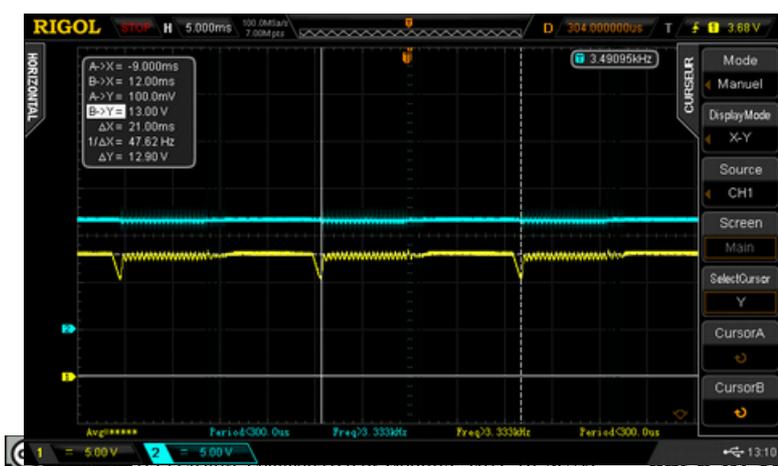
en haut le convertisseur DC/DC 10A

Le convertisseur DC est présentée en boîtier alu de 70 x 30 x 32 mm recouvert d'un film plastique pelable bleu. Il faut enlever ce film, car il réduit les échanges thermiques et surtout ne permet pas la conduction du couvercle au boîtier, simplement coincé par des bossages arrondis, alors que pour un blindage électromagnétique les résistances doivent être très faibles. Il ne faut pas laisser une chance au contact aléatoire du film présent ou absent aux points de contact. Il serait même préférable de percer et de mettre des vis. Ce modèle ne chauffe pratiquement plus, à charge identique. Le montage en boîtier métallique participe à la réduction des parasites conduits du module d'allumage et de la bobine vers le  $\mu$ C.

## 3 Choix du bloc alimentation secteur

Il s'agit de blocs d'alimentation pour PC portables, improprement appelés chargeurs. Les plus anciens portables demandaient 19V et 4,5A (85W), plus difficiles à trouver. Les plus récents (un peu plus récents) demandent 19V et 3,5A. J'ai essayé de voir si les deux modèles conviennent sur deux bobines une Ducellier 12V avec l'éclateur à 10mm, une Wovi (Mobylette et MBK) éclateur à 6mm. Les alimentations sont fixées à 14V pour la Ducellier, et à 8V pour la Wovi, la fréquence est à 50Hz. La bobine Wovi présente des caractéristiques voisine de celles des Solex

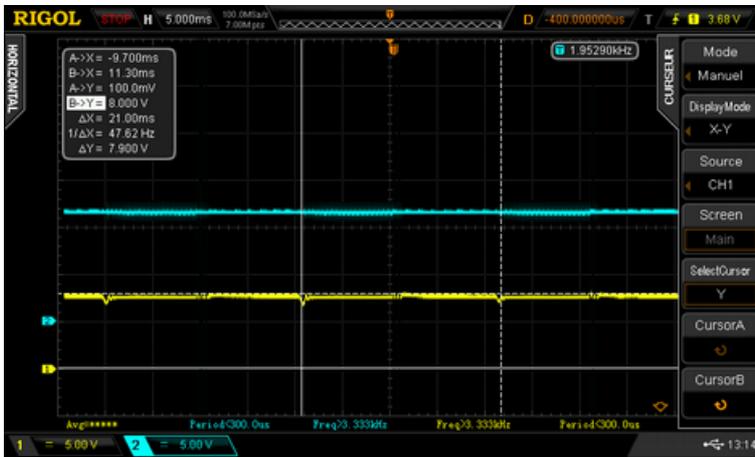
### 3.1 Bloc 4,5A



En bleu la sortie du bloc 19V 4,5A

bobine Ducellier

en jaune, la sortie du convertisseur DC/DC, en fait l'alimentation de la bobine sur sa borne BAT ou + bien que spécifié à 10A, il ne suit pas toujours et passe en limitation



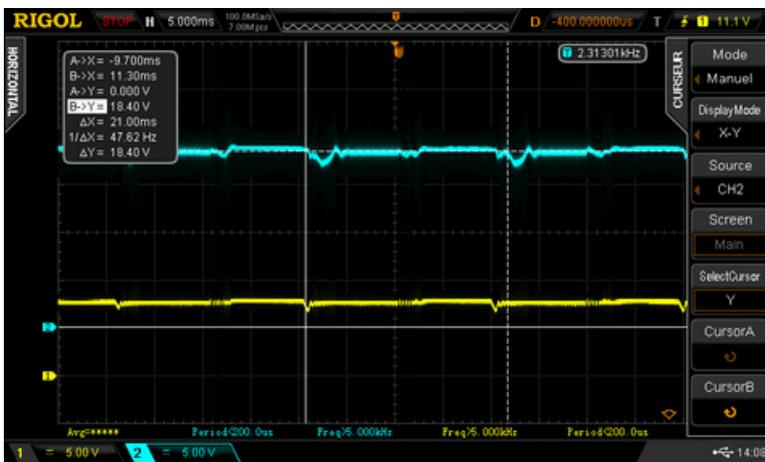
bobine Wovi

### 3.2 bloc 3,5A



Bobine Ducellier

le bloc est **violemment perturbé** le convertisseur 10A l'est aussi et montre de fortes oscillations potentiellement dommageable pour le convertisseur et encore on est qu'à mi-régime !



la bobine Wovi sollicite moins le convertisseur DC/DC et moyennement le bloc secteur



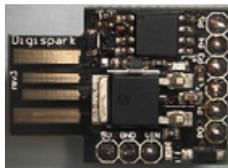
Je recommande le bloc alim de 4,5A, et n'accepte aucune réclamation en cas d'utilisation de blocs 3,5A, bien qu'ils semblent fonctionner tous les deux si on se contente de regarder la face avant, mais pour combien de temps ?

### 4 Le générateur d'impulsions d'allumage

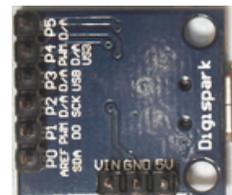
Il s'agit d'un montage à µC (microcontrôleur) AT tiny85, qui existe en trois versions de circuit imprimé. C'est un µC 8 bits Atmel. Le noyau AVR qui l'anime est un processeur structuré, contrairement aux familles Intel ou PIC. Atmel assure un « esprit de famille » : un soft développé sur un AVR se transpose aisément à un AVR voisin de génération plus récente, tout le monde ne le fait pas aussi bien !

La taille du transistor élémentaire qui le constitue dépend de la génération de fonderie silicium. En 2014, la taille moyenne du transistor de processeur/mémoire était de 22 nanomètres à comparer avec la taille de 60 nanomètres du virus de l'hépatite C, qualifié de petit virus. Ceci dit pour une approche de la sensibilité aux perturbations (effets impulsionnels des radiations, électromagnétisme) : il faut peu d'énergie pour faire basculer un état logique. Heureusement que la basse impédance des CMOS saturé aide à y résister, à fréquences moyennes. L'électronique « analogique » à transistors bipolaires tout comme les amplis opérationnels, utilise des transistors beaucoup plus gros, intrinsèquement moins sensibles. C'est pourquoi j'ai actuellement tendance à essayer mes montages sans protection pour évaluer le pire-cas, mais à les finir dans un boîtier métallique ou un emballage carton (facile à tailler et à mettre en forme) recouvert d'un blindage en feuille de cuivre adhésif, brasé à la mase.

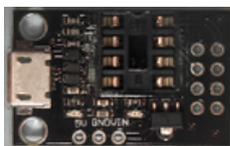
version Digispark clé USB, sur circuit imprimé épais, pour tenir dans une prise USB, 28 x 18 mm



version Digispark pour câble micro-USB, 20 x 18 mm



version dite development programmer board tiny85 (peut utiliser et programmer d'autres µC d'Atmel) 29 x 18 mm, on y insère la puce programmée



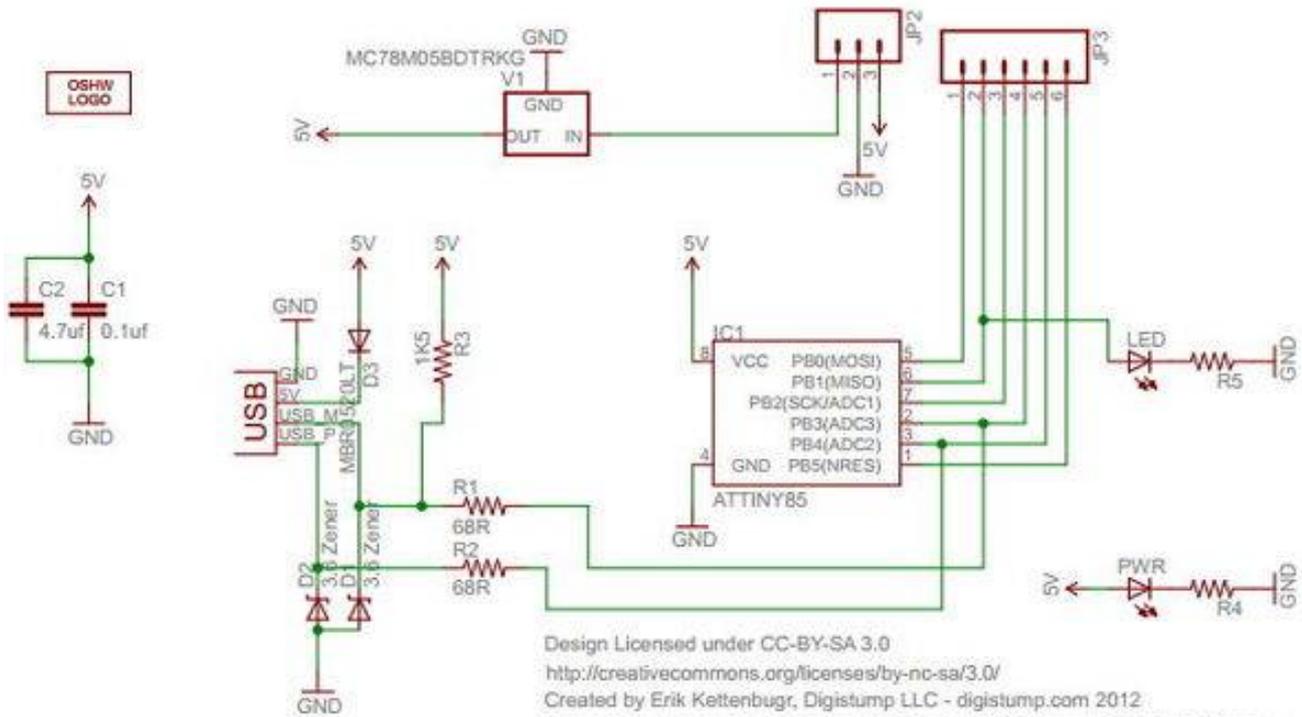
Les trois versions disposent du même schéma et de la même affectation des broches, rappelée par la sérigraphie

sérigraphie	pin#	port	Fonction primaire	utilisation
P0	Pin 5	PB0	OC0A MOSI INT0	galva
P1	Pin 6	PB1	OC1A MISO	sortie



P2	Pin 7	PB2	SCK	potentiomètre
P3	Pin 2	PB3	USB M	
P4	Pin 3	PB4	USB P	
P5	Pin 1	PB5	RST	

A noter que le potentiomètre doit être placé à mi-valeur si on doit programmer le µC in situ.



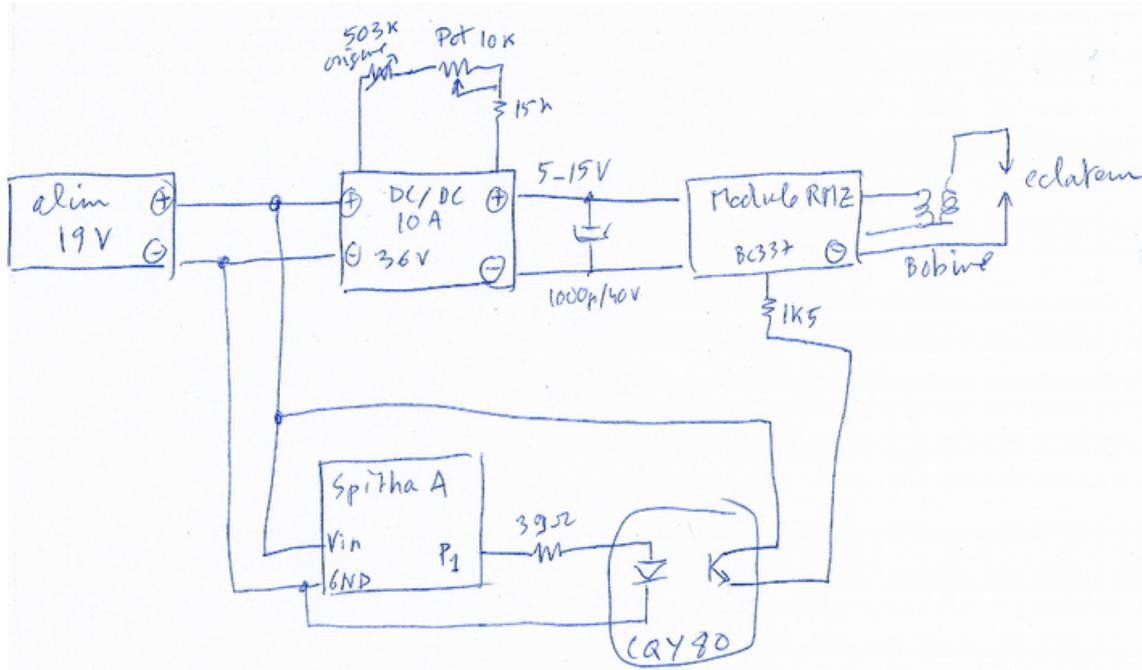
Design Licensed under CC-BY-SA 3.0  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>  
 Created by Erik Kettenbugr, Digistump LLC - digistump.com 2012

Digispark name, logo and Digistump name, logo Copyright 2013 Digistump LLC All Rights Reserved  
 The Digispark and Digistump names and logos (or derivatives thereof) may not be used as part of the name of a product, company, or domain name without express written permission.  
 For full details and license information please see <http://digistump.com/wiki/digispark/policy>

NB: l'utilisation prévue d'origine avec port USB insère deux résistances de 68 Ω et des zeners 3,3V qui peuvent gêner certaines utilisations. Ces résistances sont assez faciles à enlever, les ports deviennent alors libres mais sans USB. Ici justement ces ports ne sont pas utilisés, donc point n'est besoin de modifier la carte.

Le programme (RMZ#242) fait 590 octets, sur les 8k dispo

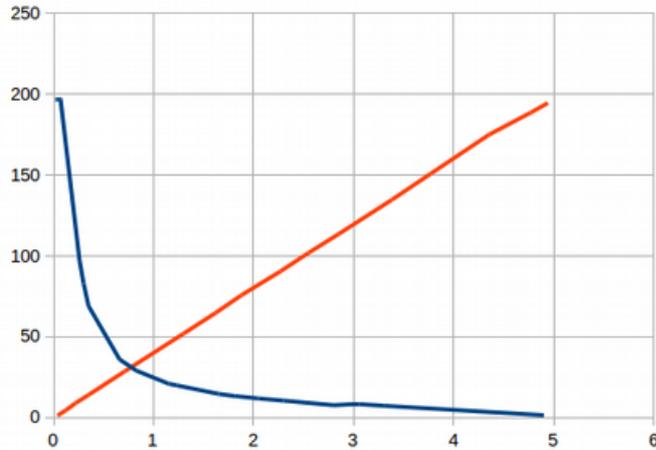
décrit ici [http://www.hackerschicken.eu/www/electric/Spithascope/ignition\\_pulse\\_generator.pdf](http://www.hackerschicken.eu/www/electric/Spithascope/ignition_pulse_generator.pdf)



le générateur d'impulsions est relié au module d'allumage par un coupleur opto CQY80 ou 4N35



Comme la courbe angulaire naturelle est hyperbolique (80% de la variation de fréquence est concentrée sur 20% de la valeur du potard, très désagréable), un petit traitement mathématique par le soft, et la linéarité obtenue permet un usage plus agréable et naturel, sur toute la course du potard, c'est maintenant devenu un VCO (variable controlled oscillator) plus agréable d'emploi.

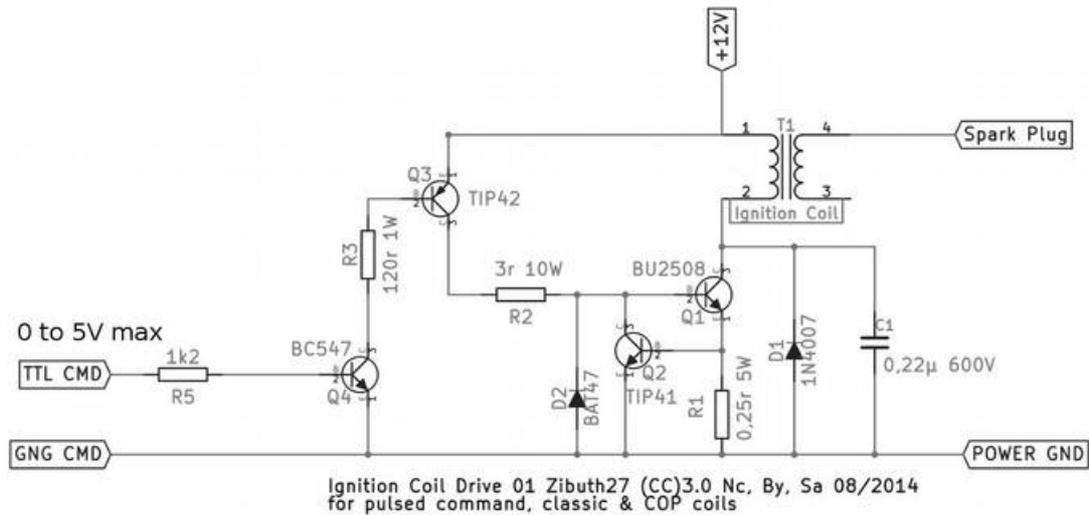


Bleu = fréquence (pour la version 200Hz)  
rouge = course du potentiomètre exprimé en volts d'entrée du Digispark

## 5 Module d'allumage

décrit ici [http://www.hackerschicken.eu/www/electric/commande\\_allumage.pdf](http://www.hackerschicken.eu/www/electric/commande_allumage.pdf)  
J'utilise la version "TTL"

note : R2=15W  
D1 = BA159



R5 va transmettre la commande du générateur via un coupleur opto de gain >0,5. Pour fonctionner de 5 à 15V la résistance R5 passe à 1,5 kΩ et l'alimentation du coupleur est reliée au +12V régulé. Cela limite les couplages de l'impulsion d'allumage qui seraient plus forts si je reliais la sortie de l'opto au +5 V du Digispark. Le BC337 peut être remplacé par un BC547.



## Table of Contents

1	But.....	1
1.1	Choix du nom.....	1
1.2	Comparaison avec les fonctions du Bermascope original.....	2
1.2.1	contrôle des bobines d'allumage:.....	2
1.2.2	Eclateur.....	3
1.2.3	Tension de bobine.....	3
1.2.4	Contrôle des condensateurs.....	3
2	L'alimentation réglable.....	4
2.1	Convertisseur 5A.....	5
2.2	Convertisseur 10A.....	5
3	Choix du bloc alimentation secteur.....	6
3.1	Bloc 4,5A.....	6
3.2	bloc 3,5A.....	7
4	Le générateur d'impulsions d'allumage.....	8
5	Module d'allumage.....	11