



1 Objectif

La tension du primaire de la bobine est bien sûr la même au rupteur ou au condensateur, truisme de départ.

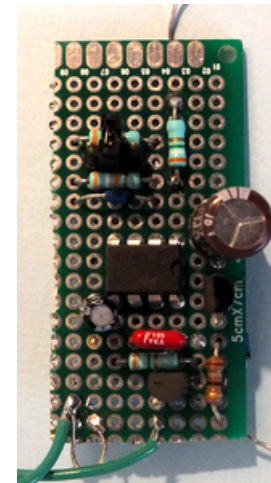
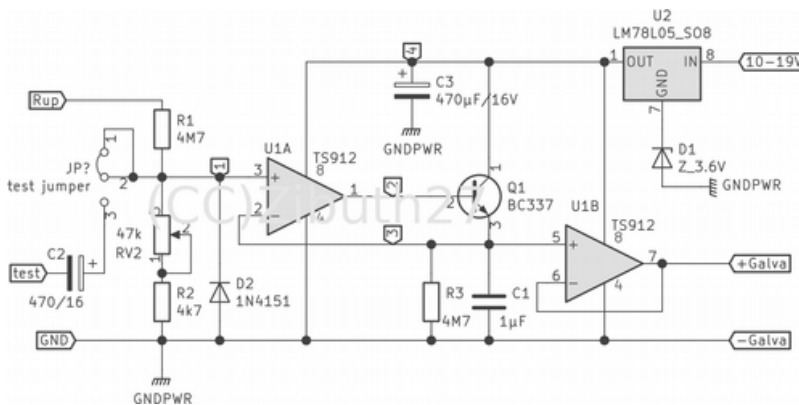
C'est un élément mal perçu du système d'allumage. Certains, qui n'ont jamais mis le doigt sur le primaire (ou qui ont cru toucher le secondaire) lui attribuent parfois la valeur de 6 ou 12V au gré de la tension des lampes. Aucun rapport ! d'autant qu'un volant avec éclairage 12V peut avoir un allumage 6V ou n'importe quelle autre valeur.

La bobine se charge magnétiquement quand le rupteur est fermé, lorsque le rupteur s'ouvre, le courant continue à passer dans le même sens, créant une brève surtension. C'est aussi vrai pour un allumage batterie-bobine que pour un allumage par volant magnétique. La surtension monte théoriquement à l'infini, mais est en fait limitée par la forme d'onde, imposée par le condensateur et par les fuites réparties dans les isolants. Cette surtension de rupture est limitée aussi en première approximation, ce qui nous intéresse ici, par la valeur de la crête de tension à la bougie qui a permis l'amorçage (15000 à 20000V, dépendant du taux de compression au moment de l'allumage, et de l'écartement des électrodes) divisée par le rapport de transformation de la bobine. Pour un rapport courant de 100, la surtension atteint donc 200V ; pour une bobine à rapport 38 (Solex bobine verte SEV) la tension atteint 320V si l'écartement de l'éclateur est de 10mm (correspond à 1,4 mm au taux de compression effectif d'un Solex) et nettement plus, avec les alés de l'amorçage de bougie !

Les condensateurs d'allumage affichent parfois la valeur de la capacité (valeur courante 0,22 μ F) mais **jamais** la tension autorisée. On a donc régulièrement des surprises (genre destruction de capas ou pannes à chaud), surtout avec les condensateurs dits universels, plutôt vendus pour la moyenne des applications (250V), que pour les extrêmes, dont le Solex.

Le voltmètre, objet de ce papier, affiche la tension crête au niveau du condensateur et permet de choisir correctement la tension de service nécessaire au nouveau condensateur. Pour le choix de sa technologie, voir le doc sur le capacimètre.

2 Schéma & réalisation :



le proto

2.1 Observations sur le schéma :

C'est quand même un détecteur de crête, même s'il n'y a pas de diode, et même si ce schéma ne se trouve pas sur Gogol : la jonction base-émetteur se comporte comme une diode, la conduction collecteur-émetteur apporte le courant, c'est une diode amplifiée (300 fois, car même si au début le courant est fort, 1A ou plus, donc le gain plus faible, à la fin de l'impulsion le courant devient quasi-nul et le gain est au max). En effet la charge de la capa nécessite un minimum d'énergie, qui peut



être apportée par de nombreuses charges successives (PWM), ou par une seule charge musclée. Dans le schéma classique (diode en place de la jonction base-émetteur), le courant est apporté par la sortie de l'ampli op (20mA en conditions optimales, qui ne sont **pas** réelles: tension près du rail positif). Il faut ici une quantité de $5\mu\text{C}$ max ($Q=CU$), la limitation de courant de l'ampli op demande alors la milliseconde (d'où limitation en fréquence/régime) pour charger la capa ($Q = It$), mais la tension est affectée des défauts de sortance de l'ampli op (en fouillant la doc, on voit que pour atteindre $V_{cc} -1V$, il ne faut pas dépasser 5mA de sortie de l'ampli, on est loin du maximum de la première page, maximum atteignable uniquement dans certains cas). Ce montage dispose d'une capacité réservoir de $470\mu\text{F}$, peu affectée par le transfert d'énergie vers une capa 450 fois plus faible ($1\mu\text{F}$), voir voie 4 en bleu foncé. La pointe de courant est supportée sans problème par le BC337 (attention à ne pas le remplacer inconséquemment par n'importe quel transistor). On peut ainsi charger la crête en une, voire peu d'impulsions selon la forme de la tension.

Il suffirait de rajouter une seconde résistance de 39k environ via un jumper, pour étendre l'échelle à 1000V.

La tension base-émetteur en inverse, comme utilisée ici, est un paramètre fort peu spécifié (il n'y a pas beaucoup de tordus qui s'en servent). Il est indiqué à 5V depuis des décennies, je le soupçonne en outre d'être peu vérifié. Je lui fais encaisser ici 6,3V soit une surcharge de 26 %, c'est dans les tolérances supportables habituelles, surtout que j'ai mesuré à 10V l'entrée en conduction de cette « zener », conduction qui se traduirait ici par une simple erreur en excès de la sortie.

La sortie rail-to-rail n'est évidemment pas parfaite : sous charge de 100Ω déjà, la sortie s'essouffle à 3,7V sous 5V d'alimentation. Cet ampli n'est évidemment pas fait pour cet usage de détection crête à 5V crête alimenté à 5V ! Il faut une alimentation de 8V environ et amplifier avant la capa de détection crête, ce qui est fait par le BC337. La précision du rail-to-rail pour les tensions proches du zéro n'a pas d'usage ici.

La tension d'alimentation de 8V environ, avec grosse tolérance (78L05 avec une zener en pied si indisponibilité de 78L08) assistée du transistor buffer C3 assure un bon fonctionnement à 5V de sortie (500V d'entrée). On peut évidemment utiliser un LM78L08.

Avec un galva 5V, il n'y a pas besoin d'étalonnage ($R_{adj} = 0$), on lit alors directement jusqu'à 500V (5V au galva = 500V crête au primaire bobine).

L'ampli U1B n'est là, avec son impédance d'entrée « infinie » et son gain unitaire, que pour permettre de délivrer le courant du galva sans perturber le détecteur de crête.

3 Résultat



- Jaune : tension d'entrée point1
- bleu : sortie PWM de l'ampli 1, pt2
- rose : tension capa (= tension de sortie), la chute de tension à recharger est due à la résistance de saignée R3
- bleu foncé : perte de l'alim par transfert dans C1 = **0 V !**
- fréquence du PWM : très variable, vers 2,5 kHz
- les numéros de voie du scope correspondent aux numéros sur le schéma



4 Fonctionnement

Le fonctionnement est un peu délicat à saisir : **c'est un PWM spécial.**

L'ampli U1A est en boucle ouverte dès que la tension de consigne est atteinte (le condensateur a atteint la valeur d'entrée).

Pour atteindre la tension l'ampli U1A bascule par impulsions de sortie rail-to-rail et ce, uniquement lorsque la capa s'est un peu déchargée par la résistance R3 chargée de la constante de temps.

L'émetteur de Q1 est à 5V lorsque la sortie est à 5V et la base oscille entre 0 et Vcc, on dépasse légèrement les specs Vbe Inverse du BC337 (mais je veux être sûr que le détecteur est encore en zone linéaire en sortant 5V, la sortie est bien rail-to-rail mais pas les performances nominales). J'ai donc mesuré la tension de claquage base-émetteur du BC337, il tient 10V comme attendu.

Lorsque la tension monte, la tension de sortie monte (assistée par le gain du transistor, et la décharge éventuelle de la capa d'alim, invisible ici), dès que la tension atteint son max, le transistor ne conduit plus. C'est donc bien un détecteur de crête de tension. Le PWM intervient uniquement pendant que la capa a besoin d'être rechargée de la décharge imposée par la résistance de saignée R3, qui reste nécessaire, sinon on reste toujours sur la même valeur alors que la tension d'un allumage est, par nature, instable. La scopie ici montre un cas d'école sinus répétitif : la capa n'a besoin d'être rechargée que pour compenser la perte due à la résistance de saignée, et sa constante de temps.

5 Étalonnage

- réglage du pont d'entrée. Jumper1 off (capa isolée) Galva déconnecté, montage alimenté. On applique une tension continue, la plus élevée disponible (compatible avec le multimètre et la résistance, si on met du 100V sur le point RUP, c'est bon pour la précision mais il vaut mieux éviter un contact accidentel avec l'ampli). On ajuste le potentiomètre multitours (car si un doit mettre de nombreuses résistances en parallèle pour atteindre la tension voulue 4 résistances à 5 % vont donner une erreur à 20 % et le pot seul peut être à 5 %! ou moins pour un multitours). Le pont diviseur doit afficher 1/100 de la tension d'entrée, puis on met une goutte de colle sur la vis. Galva reconnté.
- Vérification du montage. Sans déconnecter le pont diviseur, mettre une tension de 5,00V (sortie d'un LM7805, si on n'a pas mieux) au point 1, la valeur de sortie lue au galva doit être de 500V pour 5,00V d'entrée, et de 490V pour 4,9V d'entrée. Vu l'impédance d'entrée de l'entrée positive de l'ampli op, il n'y a pas d'autre ajustement à faire.
- Test au scope. Optionnel. Relier le pont diviseur à l'entrée de l'ampli op : jumper on. Placer un géné BF réglé à 5Vcc au point test. Vérifier la détection crête de sortie sur le galva. Le jumper est retiré après la vérification. La diode sert à clamber la sortie du géné en l'empêchant de devenir trop négative, mais reste en sécurité d'entrée, pour le même rôle.





L'aiguille d'un tel voltmètre de crête monte tout de suite, et redescend lentement (une bonne dizaine de secondes) mais l'impulsion est captée, même plus rapide que l'aiguille

Utilisation:

La lecture de la tension crête d'un condensateur (ou rupteur, ou primaire de bobine) est difficile sans oscilloscope, c'est bien la raison d'être de ce voltmètre. L'oscilloscope n'est pas indispensable avec la procédure d'étalonnage.

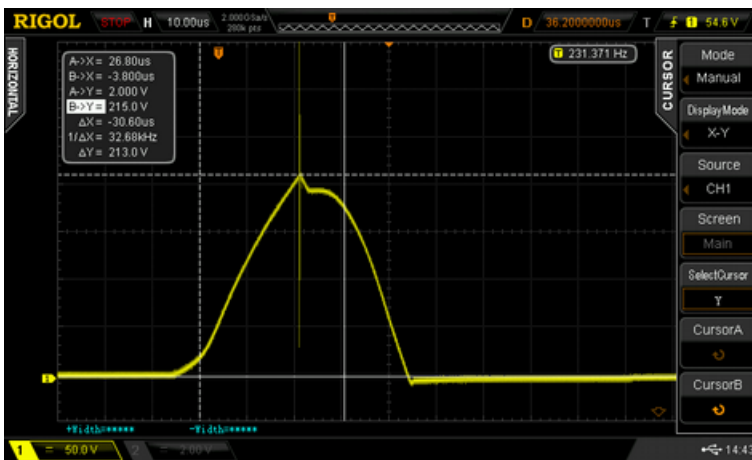
Étant donnée la très faible consommation, il pourrait être alimenté sur pile 9V.



Mesures sur bobine Solex verte (rapport de transformation 38) prêtée par Bernique

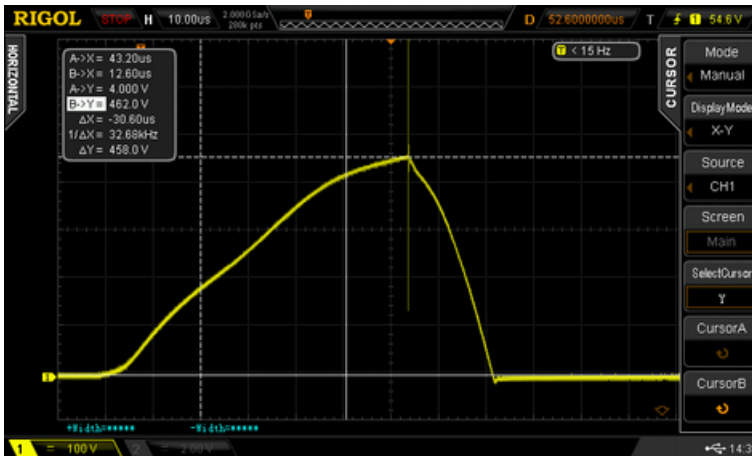


éclateur 5mm (à la bougie 0,75mm) capa 0,22µF



lecture voltmètre crête $V_{pk} = 250 V$

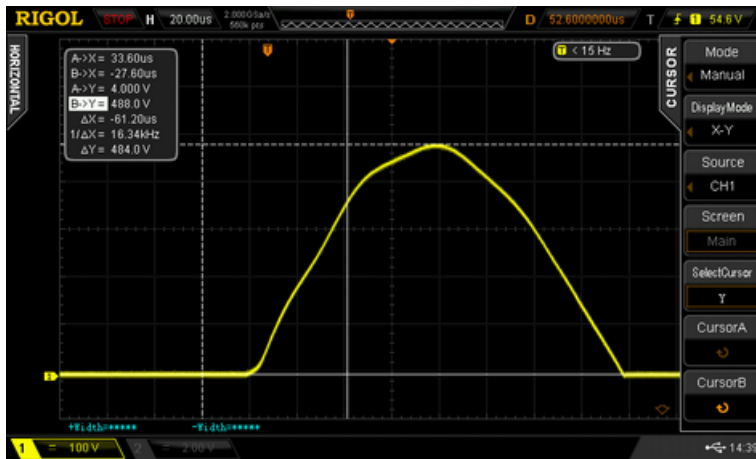
éclateur 10mm (à la bougie 1,5mm)



$V_{pk} = 450V$

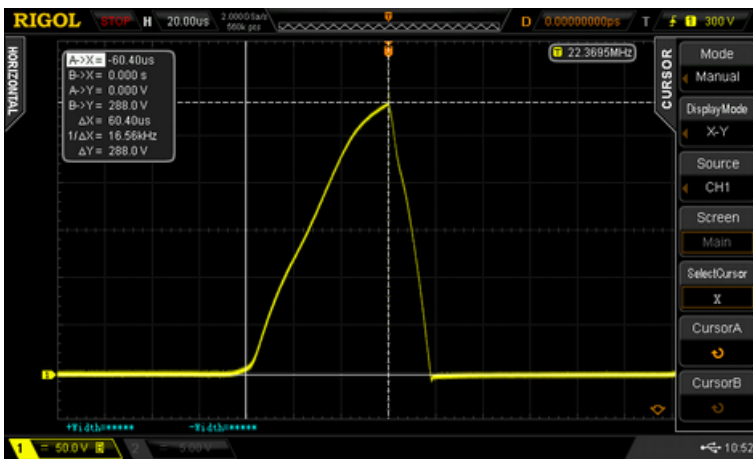


fil bougie déconnecté



$V_{pk} = 500V$
un condensateur donné pour 400V ne peut
survivre longtemps !

Sous 4V d'alimentation, cette bobine n'est capable que de donner une étincelle sur éclateur de 2mm (bougie à 0,3mm) ! Et ne monte pas en régime



$V_{pk} = 300V$

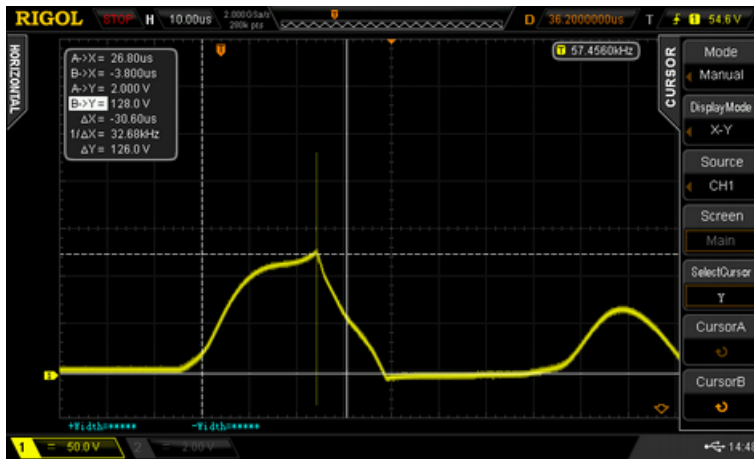


Mesures sur bobine Solex rouge



bobine générique, sans marque ni indications, prêtée par IGM, fournisseur Mobillex

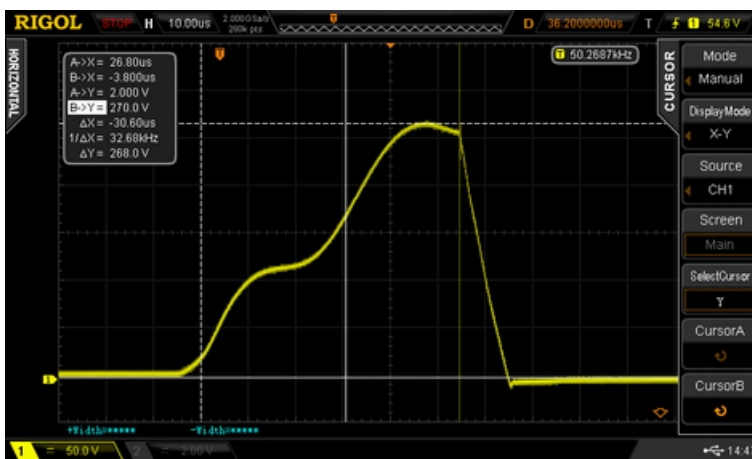
éclateur 5mm



$V_{pk} = 130V$

l'étincelle se produit à environ $30\mu s$ après le début de l'impulsion

éclateur 5mm, pendant une instabilité

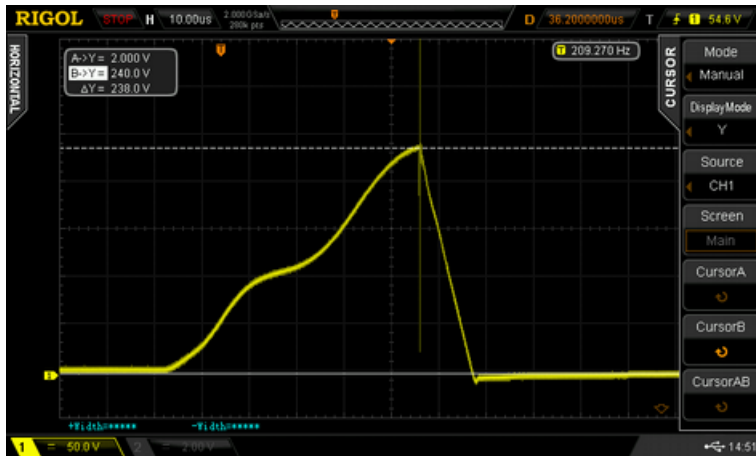


V_{pk} monte à 270V

l'étincelle se produit $60\mu s$ après le début de l'impulsion. À 6000rpm, cela correspond à un retard par rapport à l'allumage normal de $30\mu s$, soit 1° pour un 2 temps.

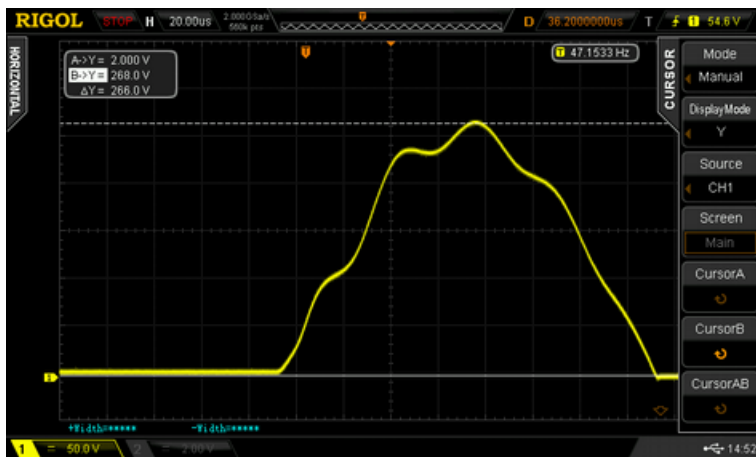


éclateur 10mm



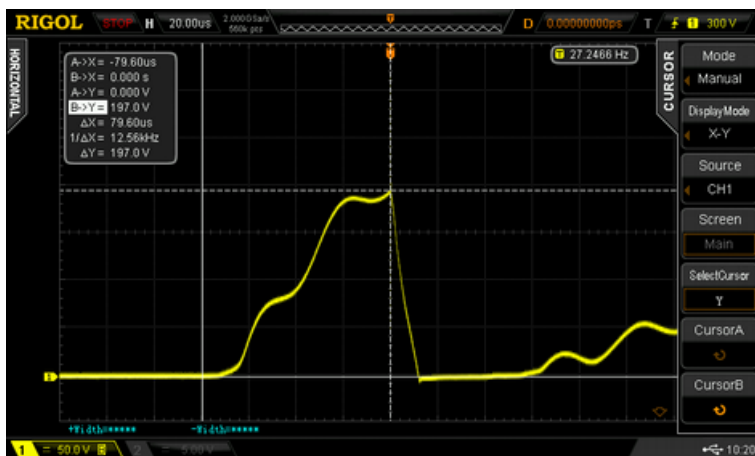
Vpk = 220V

fil bougie déconnecté



Vpk = 270V

Cette bobine rouge pour Solex est aussi capable de fonctionner sous 4V, et de cracher ses étincelles à 10mm d'éclateur (1,5 mm à la bougie) jusqu'au delà de 8000 rpm !!



Vpk = 200V



Mesures sur bobine Ducellier

La bonne vieille bobine, 50ans et toujours vaillante !

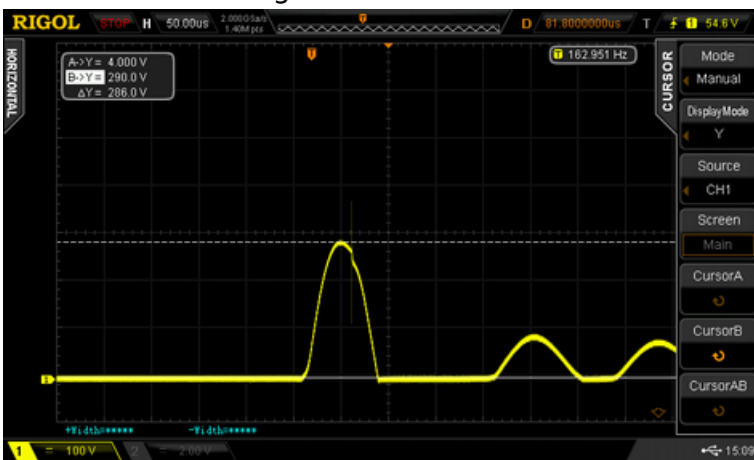


éclateur 5mm (4 temps = bougie 0,5mm, 2 temps = bougie 0,75mm)



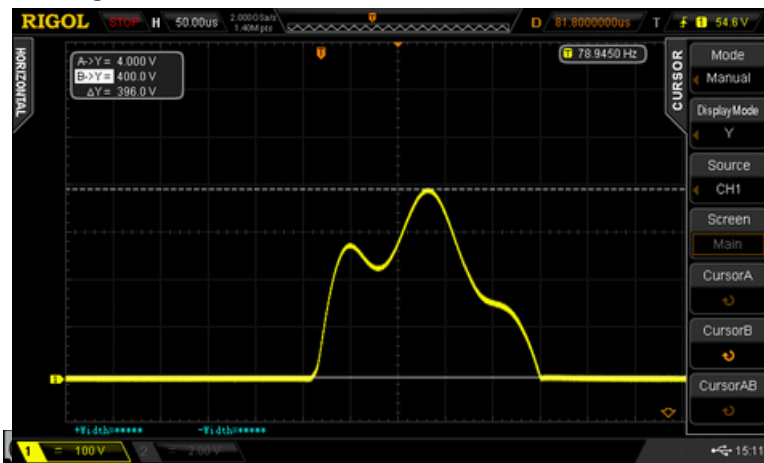
$V_{pk} = 280V$

éclateur 10mm bougie 1 mm



$V_{pk} = 290V$

fil bougie débranché



$V_{pk} = 400V$



Ce voltmètre crête montre la vraie tension crête à laquelle est soumis le condensateur, et que celui-ci est parfois incapable de tenir avec fiabilité.

Il met en évidence les instabilités de tension d'allumage, même quand l'étincelle se produit à tension plus élevée, et avec un retard augmenté de quelques dizaines de μ s. La tension crête indiquée est bien celle appliquée au primaire.

bobine	Éclateur 5 mm (= 0,6mm à la bougie Solex)	Éclateur 10 mm	Fil de bougie débranché
Solex verte SEV	250V @6V	450V	500V
Solex rouge	130V (instab à 270V) @6V	220V	270V
Ducellier	280V @ 12V	290V	400V
PVL	300V @12V	400V	500V
Bobine Crayon Beru	100V @6V	150	220V
Wovi Mobylette	110V @6V	200V	250V

Essais sur module d'allumage RMZ, à un régime donnant le max de tension, à la tension d'alim citée, et au courant max de 3,8A.

Attention, le test fil bougie débranché peut détruire la bobine par claquage interne, limiter les essais à quelques impulsions, on ne doit pas entendre de claquage interne à la bobine, le bruit de magnétostriction, lui, est normal.

La différence entre la tension éclateur ajusté à (écartement bougie) * (pression à l'instant d'allumage) est la marge entre la tension max possible de la bobine et la tension vraie à l'instant l'amorçage (avant la tension d'arc établi).

Conclusions

Cet outil permet de voir si le nouveau condensateur qu'on veut installer, résistera à l'usage normal et aux accidents (qui arriveront toujours, au moins une fois) du genre débranchement de fil de bougie.

Rappelons qu'un condensateur à film (MKP p ex) peut résister à plusieurs claquages, et s'autocicatrise (jusqu'à un certain point), alors que les petits condensateurs céramique n'ont pas d'autocicatrisation, et que leur marge de sécurité en tension est bien plus faible. **Il faut utiliser un condensateur qui tient la tension en cas de fil débranché**, il serait bête de le détruire au premier fil qui lâche.