

1 Intro

On remarque sur les sites spécialisés de nombreuses plaintes d'utilisateurs au sujet des condensateurs d'allumage. Chacun y va de sa trouvaille pour le remplacement, pas toujours estimé avec rigueur. Les condensateurs au papier ont quasiment disparu et leurs remplaçants sont soit des NOS (new-old stock) dont le vieillissement est calamiteux, et **surtout fournis sans aucune sorte de spécifications**, soit des capas à film plastique. L'immense majorité des condensateurs de remplacement sont actuellement des capas à film plastique, dont j'analyse ici la construction de quelques-uns des modèles les plus courants. Certains osent proposer des condensateurs céramiques en ne respectant pas les petits caractères, où il n'est pas interdit expressément de les noyer dans de l'époxy, mais en ne l'autorisant qu'avec un époxy de coefficient d'expansion thermique identique à celui de la céramique ce qui n'existe pas, même à des prix de l'industrie spatiale !, on détruit donc sa fiabilité et la durée de vie devient **aléatoire**. De plus leur brasure n'est quasiment autorisée qu'en machine spécialisée.

Je rappelle que les défaillances de l'électronique industrielle sont quasi-totalement dues à la périphérie (montage, brasage, températures, collages, câblages, stockage, humidité). Un composant actuel courant sort d'usine à 1 fit (= failure in time = 1 défaut par 10^9 heures, mille millions d'heures) un rêve, quoi, mais le nombre de composants diminue d'autant la fiabilité de l'équipement. Un composant, même de qualité, perd souvent de sa fiabilité par méconnaissance par l'amateur des recommandations normatives actuelles (IPC 610, même la classe jouet actuel n'est pas atteinte) ou du constructeur. Certains montages d'amateur, faisant pourtant l'objet d'un commerce, dégradent la fiabilité d'un condensateur de 1 fit à quelques millions de fits notamment par l'usage inapproprié d'époxy : époxy souvent mal polymérisé (le mélange amateur peut mettre des mois/années à achever sa polymérisation), ou brasures non conformes. On entre dans le domaine du « tombé en marche » avec durée de fonctionnement **très** variable.

Le noyage dans l'époxy, outre l'exothermicité initiale de mélange, présente un CTE (coeff dilatation) important, non limité comme dans un PCB, et sa raideur¹ importante force sur le condensateur. La polymérisation finale est mesurable seulement au DSC (calorimétrie différentielle) ou l'osmométrie, donc pas vraiment à la portée de l'amateur. La fin de polymérisation survient parfois après quelques mois/années, selon la façon de mélanger. Dans le cas de la mise dans le tube d'ancien condensateur papier pour des raisons esthétiques, on se trouve avec une retenue latérale forte (le CTE métal est très inférieur au CTE époxy massif, et la force de dilatation est voisine de la force pour déformer l'époxy de la même dimension), ce qui, outre l'écrasement de la capa, provoque un ancrage important et les efforts dans l'axe de l'ancienne capa deviennent importants vers le fond, et importants aussi vers l'ancienne sortie, si on re-sertit cette sortie.

2 Analyses

Ces capas existent pour une tension de service nominale exprimée en DC (tension crête continue ou impulsionnelle) soit en AC (tension alternative, dont, **si le signal est sinusoïdal**, la tension crête est de $V_{ac} \times 1,414$).

Les capas sont testées par lots, en usine à des tensions largement supérieures à leur valeur faciale, et elles sont spécifiées pour leur auto-cicatrisation, plutôt une passivation de la zone détruite. La fréquence des pannes signalées fait soupçonner d'autres causes, ou un cumul de causes, notamment leur construction et la brutalisation (fortuite, bien sûr) sur des constructions fragiles.

Beaucoup utilisent des capas marquées **X2**, car elles semblent couvrir les gammes nécessaires. **NON**, la spécification X2, n'implique pas l'adaptation à un usage d'allumage. Toute la bardée de diplômes et de certifications (la multitude des symboles : CENEC, CQC, UL [le UR à l'envers américain] IEC, VDE, EN, ...) n'indique **QUE** l'aptitude à être montées sur le secteur **pour un usage antiparasite sur secteur !!**

Il est préférable de regarder la tenue en impulsions au fond des datasheets, non publiée évidemment par ceux dont la tenue est marginale.

On en trouve de deux valeurs de tensions 230 Vac (il n'y a plus en Europe, de 220 V depuis 1996 !) soit 325 Vdc minimum, avec son pendant triphasé de 400 Vac soit 565 Vdc minimum.

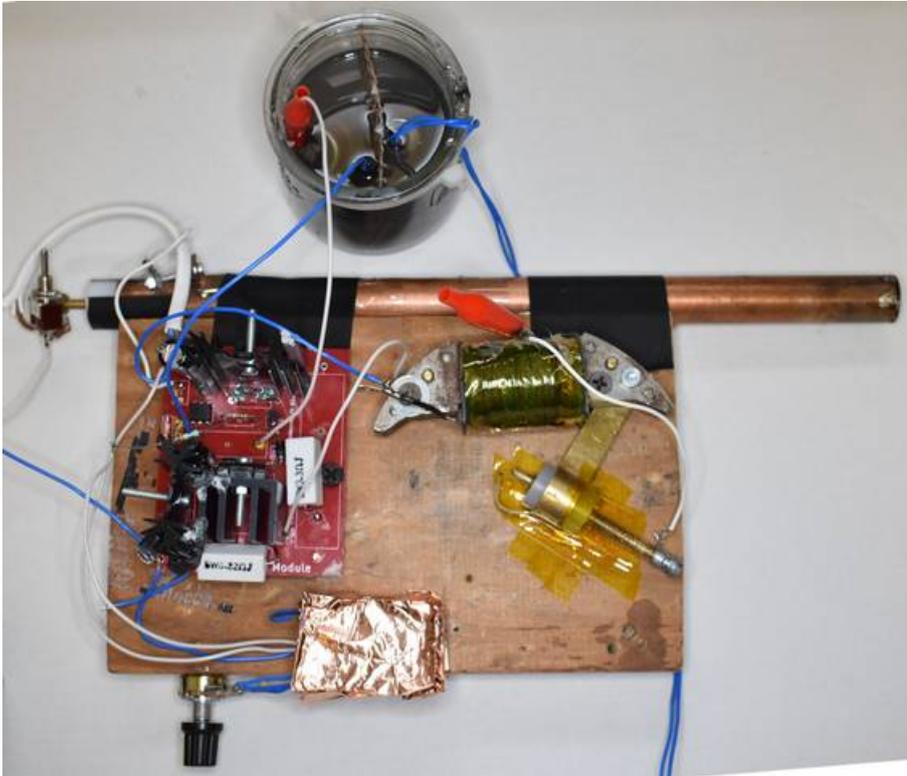
Cette bardée de qualifications, et tous les sigles imprimés légalement sur la capa n'excluent absolument pas qu'il y ait de bonnes, voire de **meilleures capas sans tous ces marquages**.

¹ Un peu de laideur dans cette belle rubrique (*)

J'ai analysé ici la construction de plusieurs capas courantes dans le monde auto-moto-mobylette-solex.

Je mène en parallèle des essais d'endurance de capas :

un condensateur papier, type Solex/Mob, thermostaté à 85°C (donc courant de fuite 100 x celui à l'ambiante), dans un bain de paraffine (pénétration très faible d'humidité), sans cyclages thermiques, et monté en vérifiant l'**absence de toute contrainte mécanique**, en est à 30 000 km de fonctionnement continu à 60 km/h, en conditions électriques Solex, bobine Solex verte SEV et éclateur 5 mm (équivalent bougie 0,8 mm), donc avec une des surtensions de rupture parmi les plus fortes. Résultat : RAS ! Allumage parfait jusqu'à l'arrêt volontaire pour libérer le banc, avec un « mauvais type » de condensateur.



Le banc d'endurance

3 Tenue en tension

La capa, dans un allumage classique volant ou batterie, sert à limiter la surtension créée dans la bobine d'allumage par l'ouverture du rupteur, après que la bobine se soit chargée en énergie magnétisante. Elle sert aussi à limiter les étincelles au rupteur lors de son ouverture.

Au moment de l'ouverture du rupteur, le courant qui circulait alors dans la bobine continue, avec la même valeur d'intensité, pour un temps très faible. La tension à l'ouverture (surtension ou extracourant de rupture), qui deviendrait infinie en l'absence de condensateur, est limitée et déphasée par la capa et prend l'allure approximative d'un demi-sinusoïde en fonction des inductances et capacités résultantes

$$V_{max} = I_o \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ Valeur de tension max théorique}$$

Cette tension est limitée par les fuites dans les isolants, et surtout par la tension du secondaire de la bobine. Elle atteint 100 à 400V.

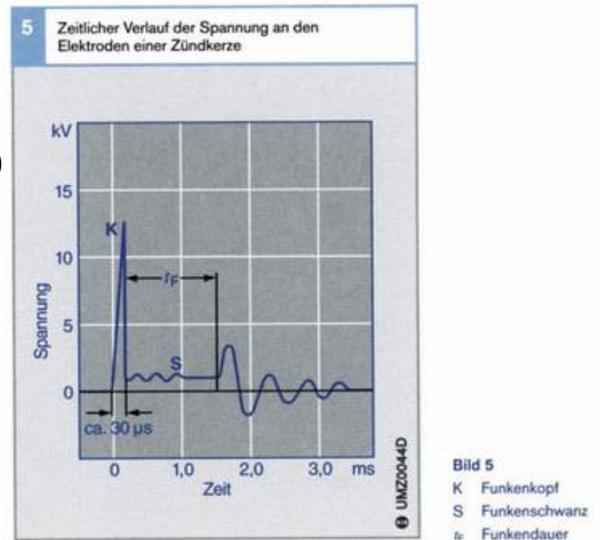
La bobine est un transformateur qui transforme cette tension en très haute tension qui monte au secondaire jusqu'à atteindre la tension d'amorçage de l'arc à la bougie (quelques dizaines de milliers de volts), elle s'écroule aussitôt à la valeur de la tension de conduction de l'étincelle, 800 à 1000V, jusqu'au désamorçage de l'étincelle.

Le transformateur marche dans les deux sens, avec une mutuelle (couplage plus ou moins fort du primaire sur le secondaire, et lycée de Versailles). Le secondaire doit être capable de résister et de

s'adapter à ce court-circuit très brutal (quelques milliardièmes de seconde) que constitue le passage de la tension d'amorçage à la tension d'arc, c'est pourquoi le circuit magnétique n'est jamais refermé, et il existe toujours un entrefer même s'il est caché (à la différence des bobines pour CDI, allumages à décharge capacitive, nom dont on affuble, par abus de langage, tout allumage qui possède un tant soit peu d'électronique).

On a choisi depuis les années 20, une polarité négative à l'électrode centrale (avec une tension de batterie positive de batterie, qui permet une sensibilité supérieure de 15 % de la bougie, la bobine inverse classiquement la phase. Au milieu du XXème siècle, on a pu disposer d'allumages plus puissants, et commencer à adopter (cas typique de la 2 CV) l'allumage jumeaustatique sans distributeur. Le Solex et quelques cyclos ont un allumage par volant de puissance limite, et ne dérogent pas à cette règle, avec le cas particulier de la bobine verte SEV de Solex 3800 qui fonctionne sans inversion de phase, avec l'ouverture du rupteur lors d'une phase négative et décroissante du volant. Les volants permettaient aussi une limitation douce du régime moteur (de la vitesse), imposée par les Autorités, en étant calés pour perdre notablement de l'énergie d'allumage à haut régime.

(Bosch, Ottomotor management = contrôle des moteurs à essence, 2^{ème} ed)
étincelle typique de 1,5 mm



Tensions relevées sur quelques bobines avec la même capa 0,22µF/630V

bobine	Éclateur 5 mm (= 0,6mm à la bougie Solex)	Éclateur 10 mm	Fil de bougie débranché	Surtension max	secondaire
Solex verte SEV	250V @6V	450V	500V	19 kV	
Solex rouge	130V @6V	220V	270V	17 kV	
Ducellier	280V @ 12V	290V	400V	26 kV	
PVL	300V @12V	400V	500V	23 kV	
Bobine Crayon Beru	100V @6V	150	220V	19 kV	
Wovi Mobylette	110V @6V	200V	250V	17 kV	

Voir les rapports de transformation dans le document :
<http://www.hackerschicken.eu/www/electric/bobines.pdf>

Il vaut mieux inclure le cas fil de bougie débranché, résistance antiparasite coupée, , bougie coupée, car la plus forte tension peut endommager la capa, voire la bobine (le transfo marche dans les deux sens).

On peut présumer que les capas de même tension utilisent le même polypropylène, en tous cas la même épaisseur.

Les défaillances en surtension des capas est un processus aléatoire progressif sur le long terme, fera éventuellement l'objet d'un essai longue durée. Il est quasiment impossible de mesurer la fuite ou le claquage des condensateurs film.

3.1 Capa TC-Tenta MKP : « le petit jaune »

1/5 - 4/5, selon les goûts, la version « momie » est pure avec un glaçon (source : collègues du grand B)

Isolant polypropylène (MKP)

Origine **Popcorn** (du forum râpeurs de pneus, sur les Solex) pour qui il semblait **NOK**
condensateur MKP = isolant polypropylène, MEX ne signifie pas ici "made in Mexico".



on voit bien les pieds
d'écartement au PCB, pour
une brasure normale

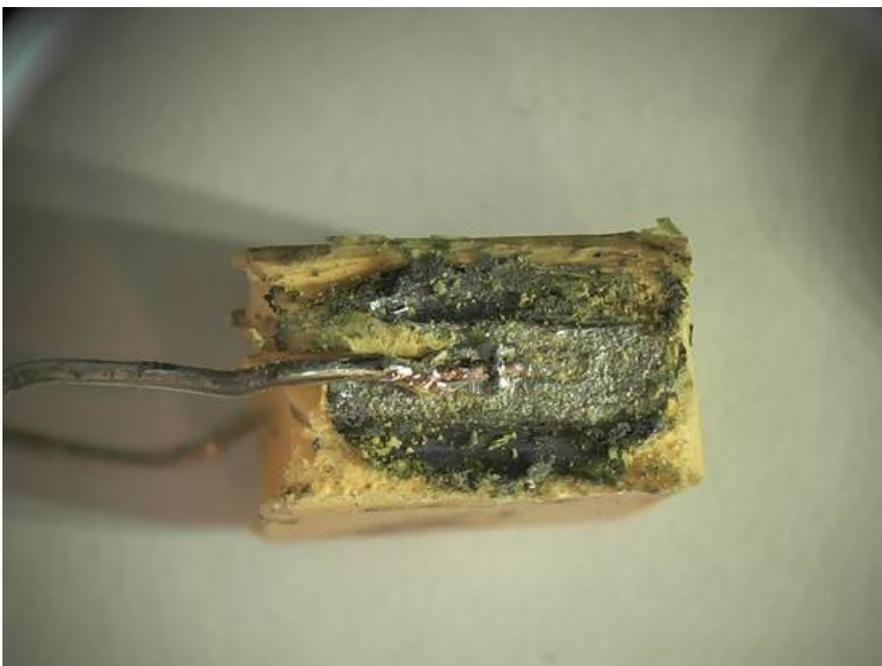
X2 signifie qu'il est apte, avec
toutes les qualifications nécessaires,
à un usage de **déparasitage**
secteur, cela ne signifie
absolument pas son aptitude à
d'autres usages

275 Vac indique qu'il tient 390 Vdc

me demandez pas pourquoi il
tient aussi 250 Vac ! Peut-être pour
les UL classe C ?

Underwriters Laboratories
(= le TÜV américain) devenu
organisme certificateur principal
aux USA, s'écrit UR à l'envers !!!

Pour vérifier la qualité de jonction fils-capacitor, il a fallu procéder à une analyse de construction, fatalement destructive.



Trace en prolongation du fil
peut-être l'opérateur de fabrication
Tenta a-t-il fait une première
tentative ?

On voit la présence d'un schoopage sur la surface des électrodes de la capa : la première spire est bien reliée par du métal jusqu'à la dernière spire.

Le fil de cuivre étamé est relié par une brasure métallique au schoopage, sur une longueur de 2mm environ, la brasure, dans son état actuel, est donc **sensible à la traction** éventuelle, surtout à chaud et si la capa a été soumise à une température / durée excessives et à l'humidité.

Tentative de détermination de la température de fusion de cette brasure par un fer à souder à température réglable, à partir de 150° : l'alliage de la brasure fond à 185°C, il s'agit donc certainement d'un alliage étain-plomb fondant à 183°C, **ce** schoopage ne fond pas à cette température, mais il faut opérer rapidement.

Le polypropylène est une résine thermoplastique de température de fusion de 145 à 175 °C.

le schoopage, compte tenu de la rapidité du procédé peut être fait à une cette température max voire légèrement supérieure, je doute qu'il s'agisse d'un schoopage à froid où les gouttes de métal projeté à grande vitesse fondent au contact de la cible, plutôt molle ici, c'est plutôt réservé à des grosses masses métalliques qu'on ne peut chauffer suffisamment : ponts, bateaux, fusées.

La brasure du fil, compte tenu de la masse du fil et de la brasure, ne doit pas dépasser 175°C au contact du polypropylène, tout comme la température atteinte pendant la brasure de l'assemblage sur le PCB. C'est pourquoi la distance brasure PCB - brasure schoopage est **critique**, on place souvent des pieds (extensions d'écartement du boîtier), et surtout on limite la durée de brasage de 3 à 10 secondes, si c'est 10 s, c'est signe possible d'une construction interne plus solide. Pendant la brasure, externe, il faut considérer la déformation du boîtier qui se déforme de manière permanente, car l'époxy du boîtier est un thermodurcissable à température de transition vitreuse Tg (ramollissement relatif, rien à voir avec la fusion d'un thermoplastique) de l'ordre de 175°C, au-delà de laquelle la résine se sublime (= se volatilise), créant une fissure le long du fil.

3.1.1 Effets de l'eau

Cette fissure, même très fine, se remplit et se vide d'air au gré des variations thermiques.

De plus, pour un volume d'air considéré, et donc la **même** masse d'eau, l'humidité relative varie considérablement : un volume fixe d'air saturé en eau à 20°C n'a plus que 30 % d'humidité à 30°C, et à 15°C, l'air reste saturé et 4 g/m³ se retrouvent en eau liquide.

Quantité maximale de vapeur d'eau contenue dans une particule d'air en fonction de la température								
Température de l'air (en °C)	- 10	- 5	0	5	10	15	20	30
Quantité maximale de vapeur d'eau possible (en g/m ³)	2	3	4,5	6,5	9,5	13	17	30

(météo-France)

Dès qu'il y a fissure, il y aura présence d'eau vapeur ou liquide dans la fissure, avec ses conséquences de **corrosion**.

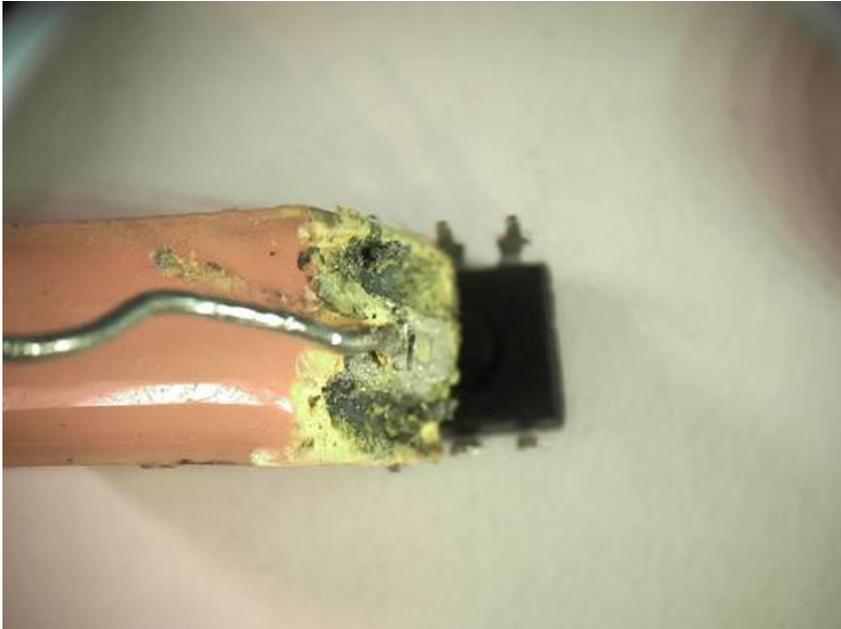


On voit la fissure de séparation partielle due à la panne de Popcorn ou à mon démontage ?
On voit aussi la différence de nature du schoopage et de la brasure fil -schoopage

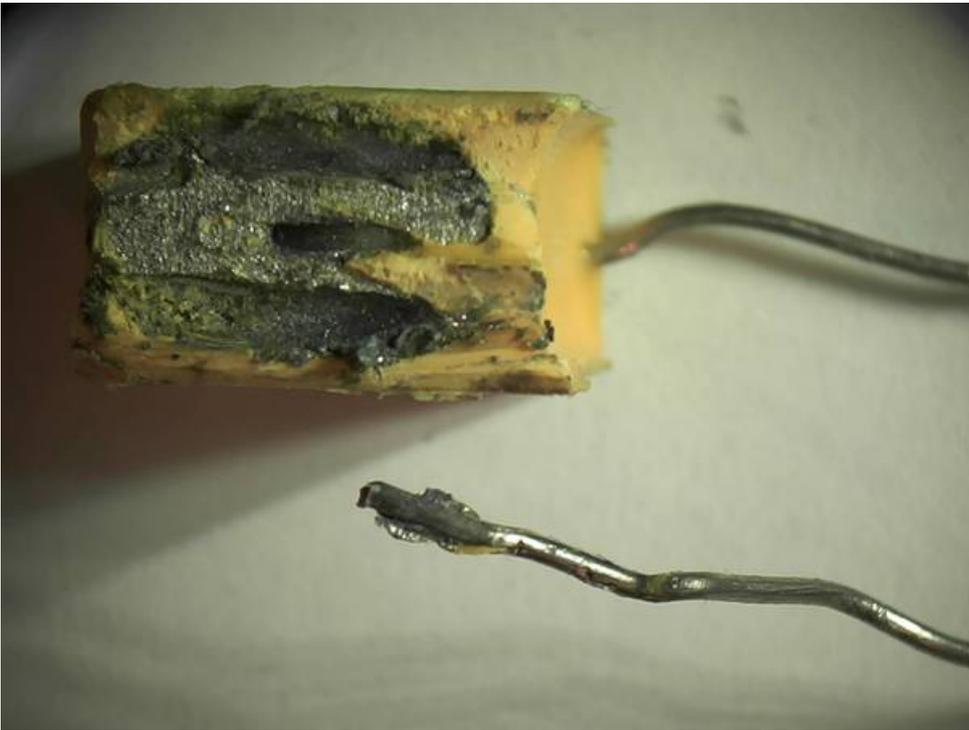
longueur de brasure 2 mm

il existe des capas où le fil court sur une grande longueur de la capa et le schoopage est fait sur toute la longueur de la capa, sans brasure fil - schoopage, voir capa Rifa :

<http://www.hackerschicken.eu/www/electric/Spithascope/condensateur.pdf> § 2.7



Dans cet état ouvert, les tripes à l'air, le condensateur fonctionne toujours au banc Spithascope !!



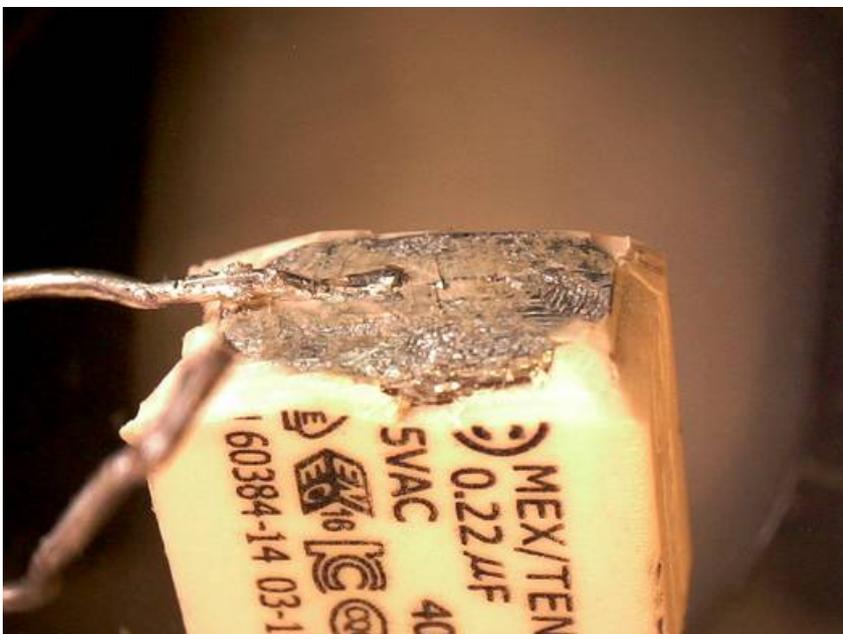
En séparant le fil, **trop facilement**, on constate:

côté fil

- le fil est **très** oxydé !
- Les "ailettes" de brasure sans plomb viennent bien avec le fil, mais n'ont jamais mouillé le schoopage = mauvaise qualité de brasure

côté capa

- le fil a été enfoncé "à la bourrin" dans le condensateur
- le trou est **très** oxydé
- il n'y a absolument pas de trace d'arrachement des ailettes, donc pas d'évidence de tenue
- aucune trace de mouillage de la brasure sur le schoopage! Ça tenait essentiellement par la pression du boîtier (= sensible à la température et aux vibrations)
- pas de dos-d'âne dans l'époxy pour la tenue à la traction, seul un angle aide ici
- épaisseur d'époxy à la base = 1,1 mm



l'autre électrode n'a pas le même aspect on voit que le formage du fil cuivre a été fait avec le résidu de coupure placé différemment (le fil s'écarte du schoopage alors que de l'autre côté, il pénètre dedans)

la longueur de brasure sur le schoopage est de l'ordre de 2mm

C'est encore plus criant au vrai microscope binoculaire (on dirait µscope stéréo de nos jours).

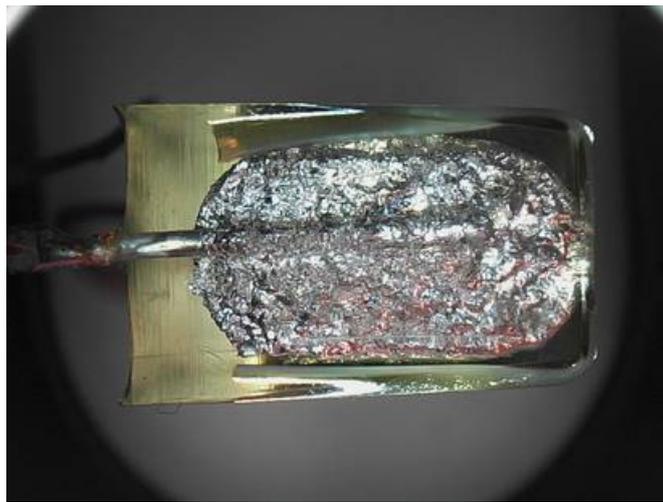
Il n'y a pas de dos-d'âne, seulement un angle double à l'intérieur de l'époxy. S'il y a traction et que l'adhérence fil-époxy n'est plus parfaite (il suffit d'un échauffement fort ou prolongé pour faire sublimer l'époxy, propriété de base des thermodurcissables), la force résultante de la traction va tendre à écarter le fil du schoopage **tout comme la dilatation de l'époxy entre le schoopage et la broche de sortie en présence d'une faible longueur de brasure sur le schoopage.**

dernier essai : schoopage du condensateur rebrasé à la main à la SnPb 185°C, fer à 300°C
Là, ça marche encore !

Pour conclure en toute rigueur, il me faudra ouvrir une capa neuve.

3.1.2 Comparaison Rifa

Comparaison avec une capa ancienne des années 70, d'un fabricant réputé, Rifa : le fil préformé en U (pour mieux résister à l'arrachement) est ancré dans la capa et le schoopage recouvre le tout, pas de brasure complémentaire. L'époxy d'enrobage transparent recouvre le tout, Rifa n'avait rien à cacher.



3.1.3 Conclusions sur le Tenta :

Il semblait NOK à Popcorn, maintenant il l'est !

CE condensateur Tenta est mal fabriqué !

Bien que le schoopage tienne assez bien

Je rappelle à cette occasion que la vapeur d'eau est un gaz **très** pénétrant (le volume moléculaire est inférieur au volume de l'oxygène (du di-oxygène en fait, à l'état naturel = O_2 , la molécule est quasiment deux fois plus grosse que celle de la vapeur d'eau). Rappelons aussi que l'époxy n'est absolument pas une protection à long terme contre la pénétration d'humidité en raison des fissures de retrait et de variation thermique, et de sa « porosité » naturelle, qui laisse passer la vapeur jusqu'à « une certaine » concentration.

Tel qu'il est construit, ce condensateur est très sensible à la traction radiale sur les broches, surtout à chaud, et aussi aux vibrations.

Dès que le fil a été brutalisé, la jonction epoxy de remplissage - fil n'est plus assurée, c'est la voie d'entrée assurée de l'humidité.

Il s'agit peut-être d'un « cas d'espèce » terme affectueux chez Ariane quand on ne sait pas l'origine de la panne (la « root cause ») ou qu'on choisit délibérément de la boucler !

Je vais en analyser d'autres, mais Popcorn ne roulera probablement plus avec cette capa.

3.1.4 Défauts génériques du Tenta

- Brasure du fil sur une longueur faible : 2 mm
- mauvais outil de coupe du fil, côté internes
- mauvaise tenue de la brasure sur le schoopage
- pas de dos-d'âne pour la tenue à l'arrachement mais présence d'époxy entre le fil et le schoopage

3.2 Capa Kemet R46, « le petit gris »

Petit gris de Bourgogne (fabrication chinoise)
capa neuve d'origine Bernique
18 x 7,5 x 14 mm



Électrodes de sortie diamètre 0,56 mm
longueur de la brasure interne 3 mm



on voit le passage à la presse pour calibrer la largeur de la capa
et assurer une pénétration contrôlée. Mais sensible à la pression extérieure (noyage époxy)





diamètre fil 0,56 mm (meilleur pour la tenue aux agressions mécaniques),

3.2.1 caractéristiques du petit gris

- longueur de brasure sur le schoopage 4 mm.
- Il est spécifié pour un stockage de moyenne annuelle à 70° d'humidité et à 35°C max.
- temps de brasure manuelle 3 s
- pas de specs impulsions
- endurance 1000 h à 1,25 Vac plus 1 surtension/heure 1000Vac pendant 0,1s à 85 % d'humidité
- présence d'un dos-d'âne du fil, dans l'époxy (pas un défaut mais un avantage)
- Longueur de retenue par l'époxy 7,5 mm

avec le dos d'âne et la longueur de tenue dans l'époxy, il devrait y avoir une bonne tenue à l'arrachage

3.2.2 essais de traction

La capa tient 15kg en traction sur le fil jusqu'à séparation du schoopage.
Cette capa a une brasure de 6,5mm sur le schoopage,
grosse différence avec la précédente



La tenue du fil est très bonne !
Mais l'épaisseur du schoopage est faible : tenue au pliage des broches trop près de la capa = limite

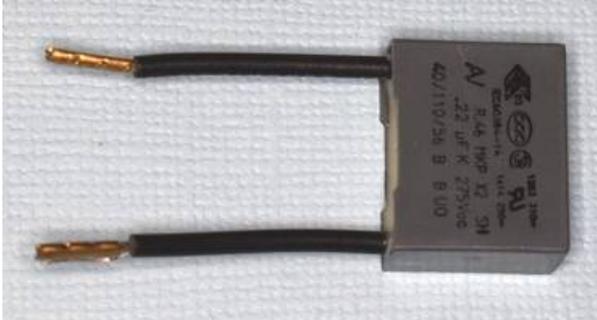
3.3 Kemet R46 à fils souples

Obtenus chez a-mazon, je vous en donne les coordonnées car il n'est pas forcément facile à approvisionner chez votre épiciers habituel.

https://www.amazon.fr/MKP-Condensateur-rad-22%C2%B5F-R46KI3220YCM1K-220nF/dp/B00MWQYU92/ref=sr_1_fkmr0_1?_mk_fr_FR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=MKP+condensateur+rad+0.22%C2%B5F+R46k13220&qid=1566394049&s=gateway&sr=8-1-fkmr0

dimensions 18 x 15 x 8,5, un poil plus épais que le petit gris

il est vendu, à 0,47 piastres / pièce, comme « Entstörkondensator » = condensateur d'antiparasitage, ce qui est bien le but principal d'un X2.



c'est le frère du petit gris, avec une construction interne différente et une douille sertie pour bornier. **longueur de brasure sur le schoopage 5 mm (contre 6,5 mm pour le petit gris ordinaire)**, c'est le fil multibrins qui est directement brasé sur le schoopage.

absence de dos-d'âne, qui donc résisterait moins bien à la traction (à brasure identique), mais beaucoup mieux à la flexion que le petit gris. Le fil de sortie est maintenu sur 3,5 mm par de l'époxy avant de sortir.

les autres caractéristiques son identiques .

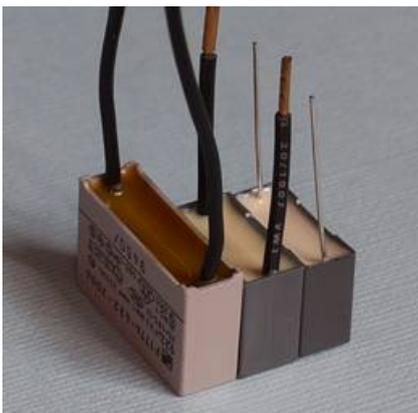
Il tient 390 V soit suffisamment pour un usage Solex/cyclo. C'est le compromis que je recommande pour un usage normal par le quidam simple, si on ne tire pas trop sur ses fils au montage.

3.4 ERO F1774 le gros gris à longs fils

le gros gris clair, à longs fils (10cm)
26,5 x 16,5 x 8 mm 250 Vac

ne se trouve pas facilement à l'épicerie locale, j'ai trouvé les miens chez Roederstein/Vishay à 0,9 piastres :

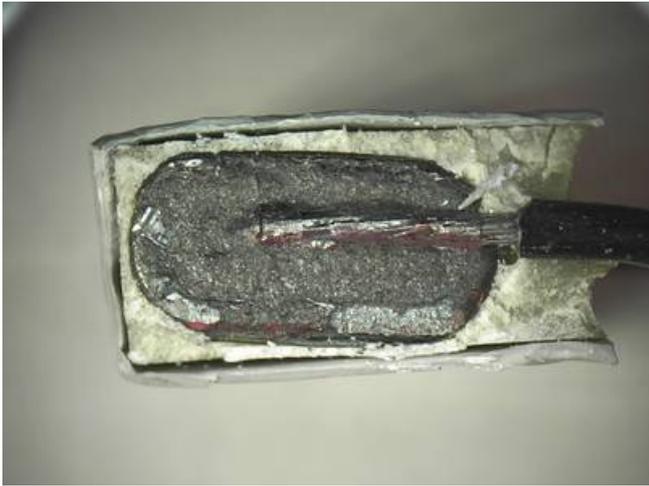
<https://www.ebay.de/itm/Ero-Entstoer-Kondensator-MKT-X2-0-22-uF-F-250V-VDE-mit-Litze-Netzfilter-220nF-/223010748086>



comparaison avec les « petits-gris »



il répond à de nombreuses normes, uniquement européennes plus difficiles, cocorico, que les UL et affidés, d'où sa taille : VDE, ÖVE, S, N, D tout en étant X2 et 0,22 µF 250 Vac



brasure sur le schoopage = 8 mm
tenue dans l'époxy 1,9 mm

Ça, c'est de la bonne mécanique allemande !

3.5 Kemet F862, « le petit vert »

dit l'absinthe, d'origine Bernique



Fil diamètre 0,81 mm, longueur brasure interne 4,5 mm
dimensions 18 x 14,5 x 8,5 mm pas des broches 15 mm

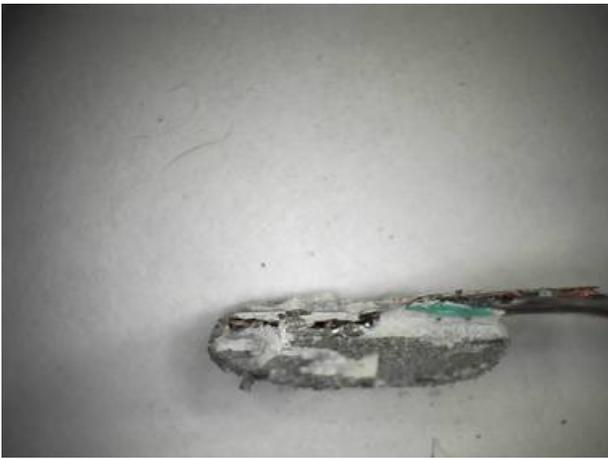




le schoopage, épais, 0,7 mm, ne tient pas sur l'extrémité des spires d'aluminium (cas d'espèce ou erreur du process?) maintenu par la mince couche d'époxy et le boîtier thermoplastique.
la brasure du fil sur le schoopage fait 4,5 mm de longueur
tenue du fil dans l'époxy de la base = 6mm, mais le dos d'âne ne fait pas l'amplitude du diamètre de fil = tenue uniquement par le collage, sensible à la durée de brasage
brasage manuelle autorisée : 3 s

le film polypropylène est one-sided





3.5.1 caractéristiques génériques du petit vert

- La brasure tient bien sur le schoopage, le schoopage ne tient pas à l'électrode, il est épais et se sépare trop facilement du condensateur, par exemple lors des cycles thermiques de l'époxy d'enrobage
- longueur de brasure 4 mm
- pas de specs en impulsions
- temps de brasure manuelle 3 s
- endurance 1000 h 40°C 93 % RH à 1,00 Vac
- endurance 500h 85°C 85 % RH
- pas de dos-d'âne pour la traction
- tenue du fil dans l'époxy de la base = 6mm

3.6 capa Wima MKP4, le petit rouge

Capa neuve, collection Zibuth, commence la série des capas de luxe, mais de performances élevées





Diamètre de fil 0,81 mm longueur de brasure 8 mm, boucle en dos-d'âne en sortie fil
durée de vie 300 000 h, 2fits, impulsions 250V/ μ s
longueur tenue base 6,5 mm

3.6.1 essai de traction

La rupture s'est faite au niveau du fil de sortie à 9kg de traction, rupture du fil, la brasure au schoopage (8mm) a donc bien tenu.

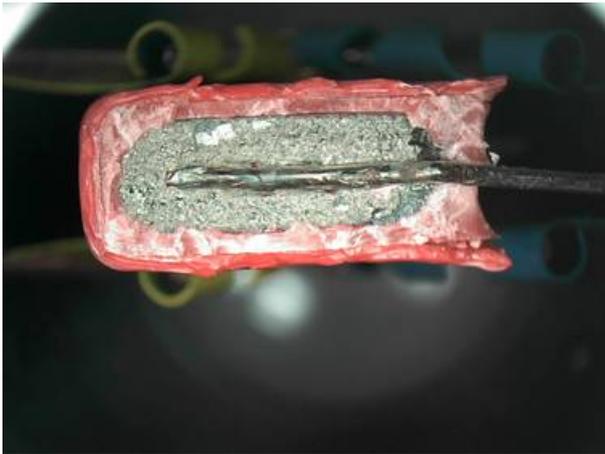


3.7 Capa Wima MKP10,

le gros rouge qui tache

Capa neuve, collection Zibuth

c'est la seule des capas essayées à disposer de film métallisé en double face, avec un film neutre entre deux spires, construction réputée très plus solide.



Capa neuve, jamais montée
j'ai forcé pour enlever l'époxy qui tient achtement fort ! d'où la fissure, de ma responsabilité
Mais la brasure tient, comme le schoopage

Sa fiabilité annoncée est de 300 000 heures, 2fits tenue aux impulsions (pour capa 630V) 1150V/ μ s
Diamètre fil 0,81 mm longueur de brasure 10 mm, boucle anti-arrachement en dos-d'âne à la sortie du fil dans 4,5 mm jusqu'à la base.
La différence de construction est la longueur de brasure sur le schoopage (MKP 8mm, MKP10 10 mm), qui associée au dos-d'âne en sortie de capa permet au MKP10 d'oser publier une spec de traction longitudinale : 0,98 kg, mais ça tient bien plus.
un dos-d'âne qui présente DEUX angles s'opposant à la traction
Ce n'est pas le nombre de sigles imprimés sur une capa qui en fait la qualité et l'adéquation à un allumage !

3.8 Capa WIMA MP3-X2

Capa papier ! **gros** module 10 x 22 x 27, poids lourd : 8g
longueur de brasure du schoopage = 12mm, ça devrait tenir !
Longueur de tenue dans l'époxy de pied = 6 mm



c'est une capa X2, VDE et EN60384-14
tenue impulsionnelle 750V/μs
si elle est bien montée, on peut la considérer comme « étanche »

3.9 TC tenta MKP, le tout petit jaune

13 x 12 x 6 mm plus petit que le précédent, marquage grisé sans contraste, seul le marquage du dessus est bien gravé

longueur brasage 4,5 mm, largeur à peine la largeur du fil, ne tient donc aucun effort latéral, PCB impératif !

Il est monté avec le même isolant (polypropylène MKP), fatalement moins épais mais avec le même marquage de tension : il devrait moins bien tenir les surtensions. Respecter encore mieux les tensions max.



longueur brasure à la base 2,5 mm seulement, sans aucun angle pour accrocher à l'époxy !



côté droit



côté gauche

tenue à la traction longitudinale 10 kg, essai « condensateur vierge, première traction à froid »
tenue à la traction latérale époxy (tenue de la brasure du schoopage) quelque dizaines de grammes
pas de dos d'âne, donc même si l'époxy de pied est long, il n'y a pas d'accroche dès qu'il a été
chauffé.

3.10 Wima MKS4, un petit canon de rouge



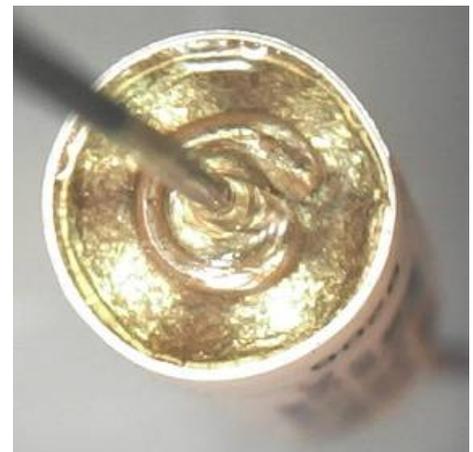
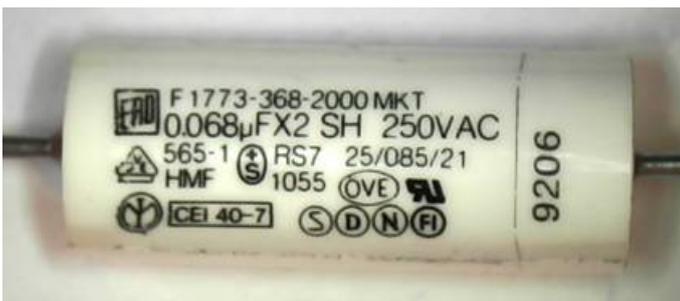
18 x 11 x 5 mm

attention, il ne tient que 250Vdc, voir tableau des surtensions bobines

3.11 capa axiale ERO X2

Capa neuve, collection Zibuth

isolant polyester

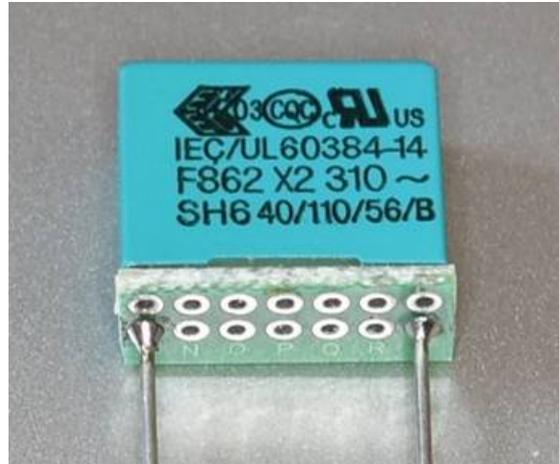


Le fil de sortie est tenu par une fine couche d'époxy accrochée à l'enrobage bobiné.
Il me semble plus fragile que les condensateurs radiaux vus plus haut, notamment pour la
pénétration d'humidité et le peu d'époxy de retenue mécanique.

ERO était une division de Roederstein, absorbé par Vishay.
(Cette capa est de valeur trop faible pour un allumage)

4 Montage recommandé des capas

Synthèse des fournisseurs et prise en compte des erreurs vues, hors capa à fils multibrins si vous voulez à tout prix monter une autre capa.



Montage recommandé pour toute capa film, on place le nouveau fil autour de la broche déjà brasée, qu'on coupe ensuite

toute torture est autorisée sur le fil en « sortie » du PCB

Le condensateur est brasé à l'étain-plomb (interdit pour les industriels-commerçants, autorisé pour les particuliers et en réparation) sur une plaquette époxy. Pas de plaquette en bakélite, mais de la bonne plaquette en époxy, avec trous métallisés et pastille sur les deux faces par exemple <https://www.ebay.com/itm/5PCS-Double-Side-Prototype-PCB-Tinned-Universal-Breadboard-5x7-cm-50mmx70mm-FR4/200932697658?hash=item2ec885a63a:g:e2wAAOSw4apbRru> à 1,99\$ USD, suffit pour de nombreuses capas.

Les broches sont coupées au ras des brasures et on y brase un fil isolé flexible pour les liaisons électriques. La distance d'isolement est suffisante à sec, mais vu les conditions de stockage de certains, je recommande de passer, avant montage, sur les deux faces et les côtés, le doigt trempé dans du **silicone transparent de salle de bains**, surtout pas d'araldite (cassante après la fin de polymérisation totale, qui de plus n'est pas totalement imperméable à la vapeur d'eau, et qui peut se fissurer).

Les condensateurs axiaux demandent encore plus de précautions et DOIVENT être cambrés en les tenant par une petite pince ronde ou demi-ronde placée entre le corps de la capa et le point de cambrure, la capa ne touchant rien d'autre. L'idéal est de couper le fil à 5 mm du boîtier, et d'y braser (brasure au plomb) un fil flexible.

Attention à ne pas avoir la fausse bonne idée de coller la capa à la plaquette par de l'époxy : en cyclages thermiques l'époxy qui se dilate bien plus que le cuivre et en volume plus important que celui-ci, va exercer une force de traction importante sur le fil de cuivre avec ses conséquences funestes. La capa MPK typique est seulement prévue pour être brasée sur un PCB avec ses pieds d'écartement, excroissances calibrées de thermoplastique « mou ».

5 Conclusions générales

La construction de plusieurs condensateurs populaires laisse planer des doutes sur leur tenue à long terme et sur les dommages occasionnés par des manipulations peu recommandables. **C'est sans doute la cause majeure des défaillances**, loin devant les défaillances électriques, autocicatrisables dans de nombreux cas, et les essais de tenue aux surtensions en fabrication vont dans ce sens, la fiabilité en sortie d'usine est de moins de 5 fits.

Pour moi, un condensateur de qualité et bien monté doit se faire totalement oublier pour toute la vie de l'engin

On fait fonctionner **ici** les capas en impulsions, toutes ne sont pas spécifiées pour cela (quand c'est X2, c'est pas plus que de l'antiparasitage).

La tenue en traction longitudinale est assurée (relativement) par la présence d'angles dans l'époxy, surtout si la longueur dans l'époxy de pied est grande, mais la tenue en traction angulaire n'est jamais assurée. Le montage sur un petit PCB permet de minimiser fortement la transmission des tortures externes au cœur de la capa.

La longueur dans l'époxy jusqu'à la base de la capa participe grandement à la tenue à l'humidité. il est important de sensibiliser les utilisateurs au fait, qu'en cas de changement de bobine, il faut bien vérifier l'adaptation du condensateur (en particulier, le rapport de transformation doit rester voisin).

6 Classement des capas, dans l'ordre décroissant de qualité de construction :

capa	L brasure schoopage coeff 3	Dos d'âne/ angles coeff 2	Epoxy jusqu'à base coeff 3	Résultat global	Ordre qualité
Wima MKP4	8 mm +4	2 +2	6,5 mm +4	28	1
Wima MKP10	10 mm +5	2 +2	4,5 mm +3	28	1
Kemet R46	4 mm +2	2 +3	7,5 mm +4	18	2 si montage plaquette
Kemet R46 fils	6,5 mm +3	0 0	3,5 mm +2	15	3 recommandé
Kemet F863 vert	4,5 mm +2	1 0	6 mm +3	15	3
Kemet R46 longs fils	8 mm +4	0 0	1,9 mm +1	15	3
TC Tenta new	4,5 mm +2	0 -1	4 mm +3	13	4
Tenta Popcorn	2 mm -2	1 0	0 -1	-6	5

La pondération utilisée insiste sur la longueur de brasure sur le schoopage, sur la présence d'un déport > 1 diamètre de broche, plus pour l'ancrage dans l'époxy que pour le découplage fil-schoopage.

7 Quelques montages mécaniques intéressants



Source Bernique

Ce montage permet un découplage radial intéressant (raideur mini), à condition que la brasure soit faite après vissage de la base, ou, si elle préexiste, de ne surtout pas forcer angulairement sur la barre de liaison : raideur très forte, plutôt oblonguier le trou.



Source Bernique

Cette barrette est intéressante pour son bon découplage radial, si présente d'origine sur une capa papier, il faut toutefois ne pas forcer angulairement, oblonguier.

Ici la mousse (intéressante) et la brasure latérale indiquent un bon upgrade de la techno (papier \Rightarrow film) mais la brasure cachée sur le boîtier est à soigner pour éviter le stress à la fermeture (présence d'une boucle de relaxation de contraintes).

8 Appel au peuple

Je peux me procurer sans problème des capas neuves, mais moins facilement des capas ayant défailli.

Si vous disposez de capas film, HS ou mises en doute, merci de me les faire parvenir, pour analyse en cohérence avec les capas ici testées.

Si vous les avez déjà ouvertes, merci de me faire parvenir les photos et conclusions (auteur bien entendu cité, selon mes habitudes).

9 To do

mesure de la résistance à la traction mécanique à chaud, 80°C, en vérifiant la continuité électrique :
je n'ai pas encore réalisé d'appareillage spécifique.

Voir aussi :

<http://www.hackerschicken.eu/www/electric/Spithascope/condensateur.pdf>

Table of Contents

1	Intro.....	1
2	Analyses.....	1
3	Tenue en tension.....	2
3.1	Capa TC-Tenta MKP : « le petit jaune ».....	4
3.1.1	Effets de l'eau.....	5
3.1.2	Comparaison Rifa.....	8
3.1.3	Conclusions sur le Tenta :.....	8
3.1.4	Défauts génériques du Tenta.....	8
3.2	Capa Kemet R46, « le petit gris ».....	9
3.2.1	caractéristiques du petit gris.....	10
3.2.2	essais de traction.....	10
3.3	Kemet R46 à fils souples.....	11
3.4	ERO F1774 le gros gris à longs fils.....	11
3.5	Kemet F862, « le petit vert ».....	12
3.5.1	caractéristiques génériques du petit vert.....	14
3.6	capa Wima MKP4, le petit rouge.....	14
3.6.1	essai de traction.....	15
3.7	Capa Wima MKP10,.....	15
	le gros rouge qui tache.....	15
3.8	Capa WIMA MP3-X2.....	17
3.9	TC tenta MKP, le tout petit jaune.....	17
3.10	Wima MKS4, un petit canon de rouge.....	18
3.11	capa axiale ERO X2.....	18
4	Montage recommandé des capas.....	19
5	Conclusions générales.....	20
6	Classement des capas, dans l'ordre décroissant de qualité de construction :.....	20
7	Quelques montages mécaniques intéressants.....	21
	21
8	Appel au peuple.....	21
9	To do.....	22