

CLÔTURE ÉLECTRIQUE FILPIC

ÉNERGIPIC 12 Volts

Technologie et guide de dépannage

Rédaction et illustrations 2020 par Michel Pyrat, créateur-constructeur de FILPIC

AVERTISSEMENT : En raison de la capacité de courant élevée et de leur faible impédance, les tensions mises en jeu peuvent produire des chocs électriques dangereux. Ce document est publié "pour information". Michel Pyrat décline toute responsabilité suite à son usage par qui que ce soit sur toutes clôtures électriques. Il faut avoir une formation de dépanneur en électricité et électronique.

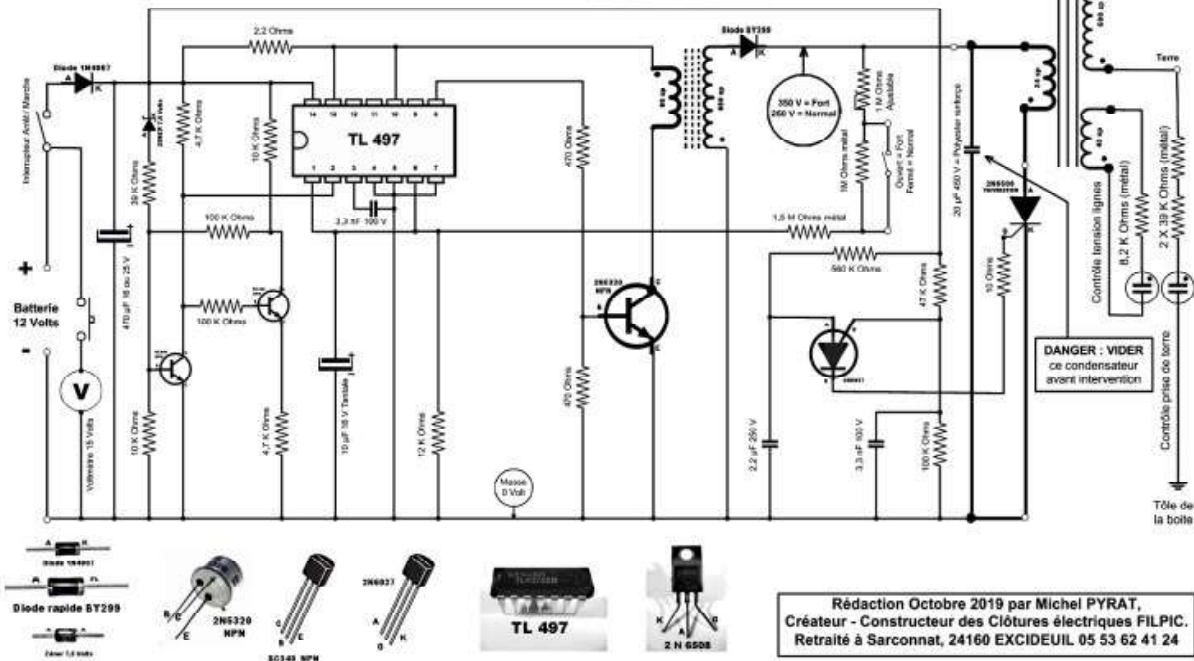
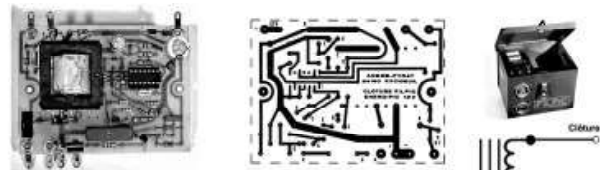


Energipic 12 Volts



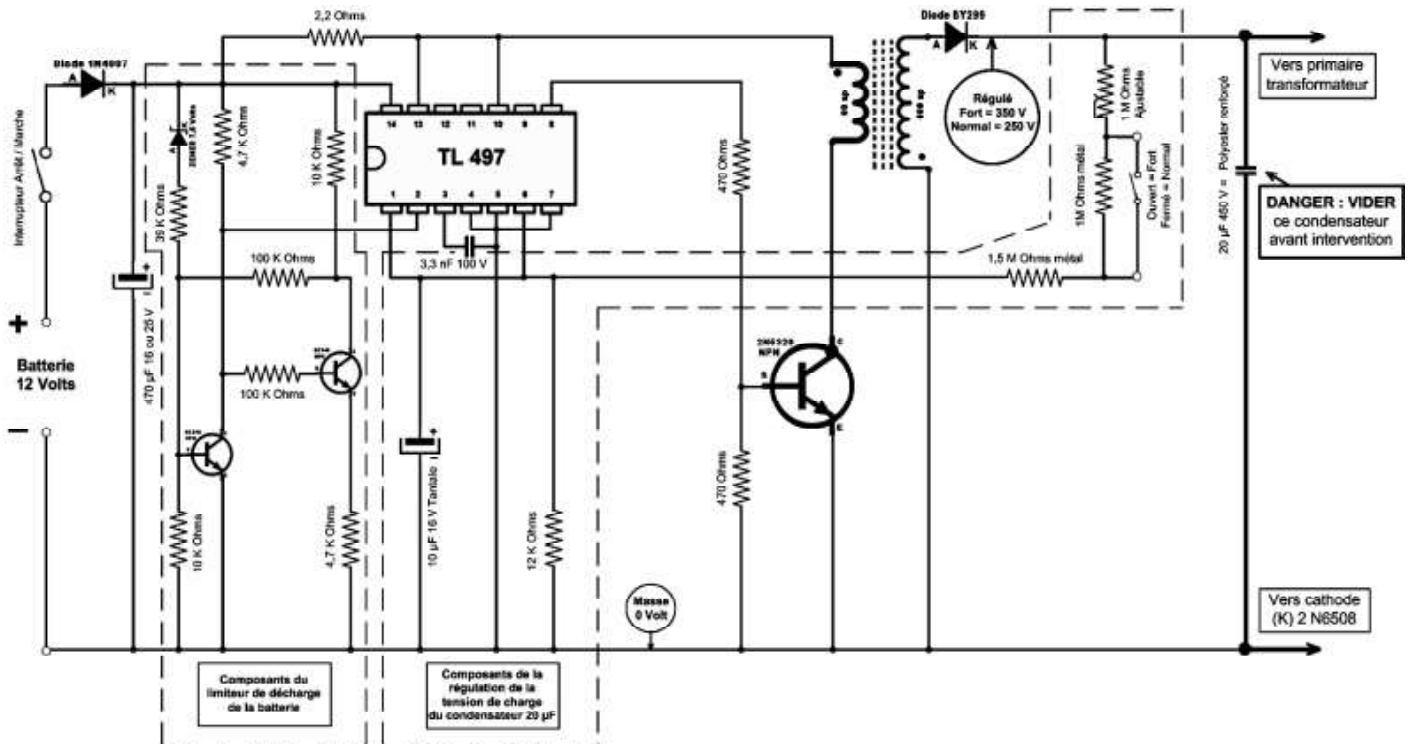
Energipic 12 Volts hybride (après 2018)

Clôture électrique FILPIC ENERGIPIC 12 Volts Schéma de principe



ANALYSE DÉTAILLÉE DU SCHÉMA

1 - Alimentation et charge du condensateur 20 μF produisant les impulsions :



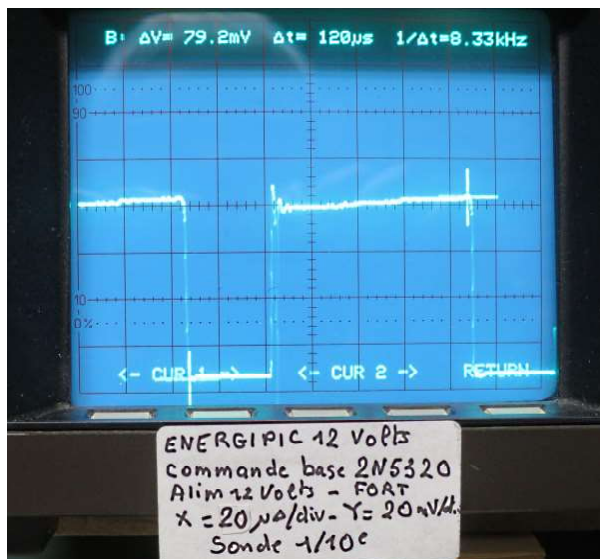
1-1 : Alimentation de l'Energipic 12 Volts : Utiliser exclusivement une batterie rechargeable 12 Volts en bon état. Un limiteur électronique de décharge protège la batterie en arrêtant la production des impulsions si sa tension descend à 9 V et il ne redémarre qu'au-dessus de 10,5 V. L'utilisation d'un panneau solaire ou d'un chargeur sans avoir une batterie en bon état peut entraîner une détérioration du circuit TL497 dont la tension-limite d'alimentation est de 15 Volts. Voir aussi 1-7.

1-2 : Protection contre une inversion de polarité de l'alimentation : Une diode 1N4007 assure cette protection.

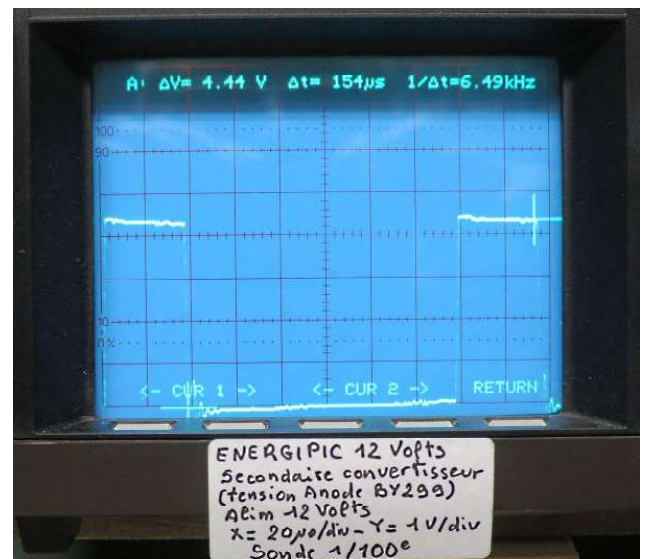
1-3 : Filtrage de l'alimentation : Un condensateur électrochimique 470 μF , 16 ou 25 V est nécessaire pour un bon fonctionnement de la plaquette électronique.

1-4 : Limitation d'intensité : Une résistance de 2,2 Ohms est insérée entre 13 et 14 du TL497 pour limiter l'intensité de fonctionnement du convertisseur à découpage.

1-5 : Fréquence de découpage : Le condensateur 3,3 nF entre 3 et 5 du TL497 pilote la fréquence du découpage qui varie environ entre 11 et 6 K Hz du début à la fin d'un cycle de charge du condensateur de 20 μF .



Tension de commande de la base du 2N5320 au début de charge du condensateur de 20 μF .



Tension de sortie du secondaire du transformateur du convertisseur en fin de charge du 20 μF .

ANALYSE DÉTAILLÉE DU SCHÉMA

1-6 : Régulation de la tension de charge du condensateur de 20 μF : En partant de la masse il y a une chaîne de résistances allant jusqu'à la haute tension produite par le convertisseur :

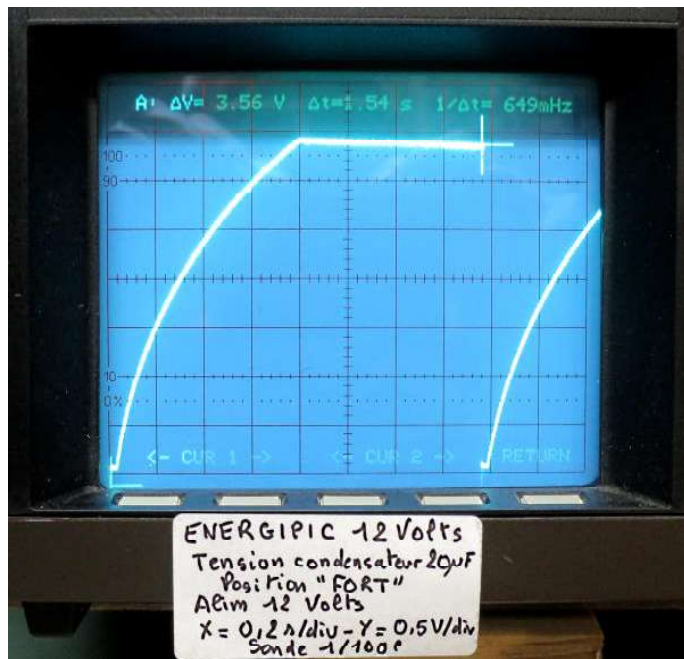
- 12 K Ohms, reliée aux 1 et 6 du TL497.
- 1,5 Mégohms.
- 1 Mégohm, avec, en parallèle, l'interrupteur «Normal» «Fort» de choix de la puissance.
- Rhéostat ajustable 1 Mégohm pour le calibrage à 350 V, relié au + du condensateur 20 μF .

Quand la tension continue sur la broche 1 du TL497 atteint 1,2 V, le convertisseur s'arrête ce qui permet cette régulation très efficace.

Le condensateur tantale de 10 μF en parallèle avec la résistance de 12 K Ohms produit un petit retard au redémarrage du convertisseur. Cela augmente la fiabilité en cas de désamorçage tardif du thyristor à la fin du vidage du condensateur de 20 μF dans le primaire du transformateur de sortie.

Avantages de la régulation de la tension de charge du condensateur de 20 μF :

- La tension de charge du condensateur de 20 μF est indépendante de la tension de la batterie entre 15 et 9 V. La durée de charge (fonctionnement du convertisseur) est seulement plus ou moins courte pour obtenir la même charge régulée à 350 ou 250 V.
- Le rendement (durée d'une charge de la batterie) est sensiblement amélioré, le convertisseur s'arrêtant dès que le condensateur est chargé.
- Le pilotage par l'oscillateur du TL 497 du transistor 2N5320 avec des signaux rectangulaires procure le meilleur rendement des alimentations à découpage.



Tension de charge du condensateur de 20 μF , sur position «Fort».

- Arrêt du convertisseur après 0,8 s.
- Tension stabilisée à 356 V.
- Intervalle entre impulsions 1,54 s.
- Redémarrage du convertisseur environ 3/100e de seconde après la fin de l'impulsion.



Tension de charge du condensateur de 20 μF sur position «Normal».

- Arrêt du convertisseur après 0,5 s.
- Tension stabilisée à 256 V.
- Intervalle entre impulsions 1,54 s.
- Redémarrage du convertisseur environ 4/100e de seconde après la fin de l'impulsion.

1-7 : Limiteur de décharge de la batterie : La broche 2 du TL497 permet l'inhibition des oscillations. Le niveau haut (arrêt de l'oscillateur) est de mini + 2 V (avec une batterie déchargée à + 9 V la sortie de la bascule est à + 5 V). Le niveau bas est de maxi + 0,8 V (avec une batterie déchargée à + 10,5 V la sortie de la bascule est à + 60 mV).

C'est la diode zéner de 7,5 V qui commande le basculement franc de l'inhibition.

Les composants du limiteur de décharge sont : Diode zéner 7,5 V, 2 transistors BC348, résistances de 10 K, 39 K, 2 de 4,7 K, 2 de 100 K, 10 K (voir la zone encadrée sur le schéma).

ANALYSE DÉTAILLÉE DU SCHÉMA

1-8 : Transformateur élévateur du convertisseur :

- **Carcasse** : EC 35-11 picots (CSH-EC35-1S-11PD-A-Z)

- **Circuit magnétique** : Noyaux Ferrite EC 35X17X10-3C90-SE. (2 noyaux «E»)

- **Isolants** : Polyester (Mylar) 50 μ , largeur 21 mm.

Ruban adhésif polyester, adhésif caoutchouc, largeur 19 mm.

- **Bobineuse** : Micafil OGA, améliorée Pyrat, vitesse réglable de zéro à maxi conduite par pédale pied droit + frein contrôlé par pédale pied gauche. (Moteur shunt et variateur électronique).

- **Primaire** : 80 spires fil émaillé grade 2, 45/100e, entrée et sortie surisolées souplisso Téflon et soudées sur picots. Bobinage rangé d'une joue à l'autre, isolant 1 couche Mylar entre couches. Isolement final 2 couches Mylar tenu par adhésif polyester.

- **Secondaire** : 800 spires fil émaillé grade 2, 25/100e. Bobinage rangé d'une joue à l'autre, pas d'isolant entre couches, fils sortis sous souplisso Téflon et soudés sur picots. Isolement final 2 couches Mylar et adhésif polyester couvrant le bobinage.

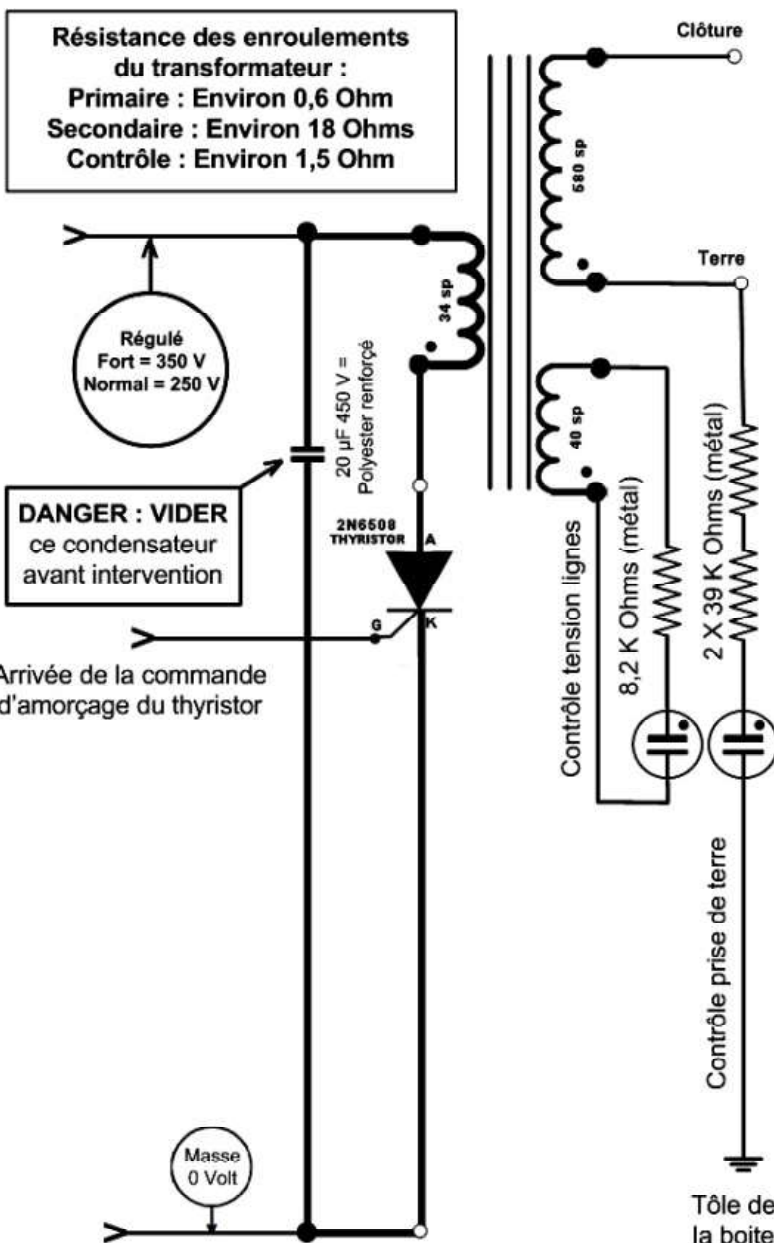
- **Imprégnation sous vide** avec vernis polyuréthane après étuvage 8 h à 120° puis polymérisation 12h à 155°.

- **Assemblage des noyaux ferrite** : Collage à l'Araldite avec entrefer pastille papier 80 g/m².

1-9 : Redresseur en sortie du transformateur du convertisseur : 1 diode rapide BY299.

1-10 : Condensateur de 20 μ F : Polyester, 450 V =, shoopage renforcé pour impulsions courtes.

2 - Circuit de décharge du condensateur 20 μ F dans le transformateur :



- Le condensateur de 20 μ F est chargé en moins de 1,5 seconde à 350 ou 250 Volts par l'alimentation. (voir page 2).

- Le thyristor 2N6508 se comporte comme un interrupteur (diode contrôlée) normalement ouvert et qui est fermé par une impulsion positive sur sa gâchette (G).

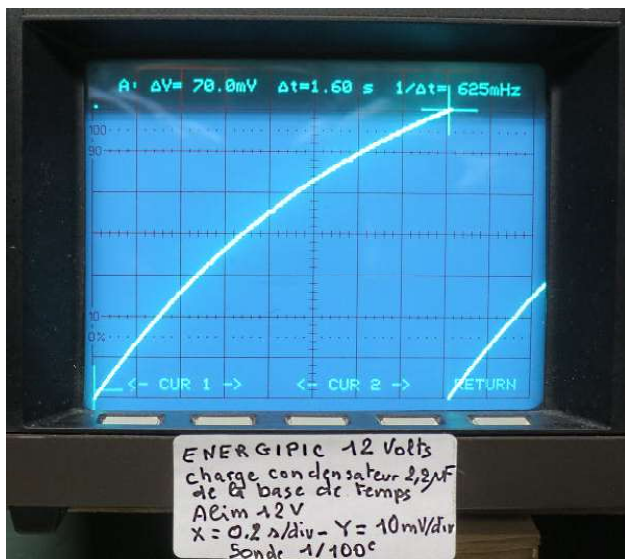
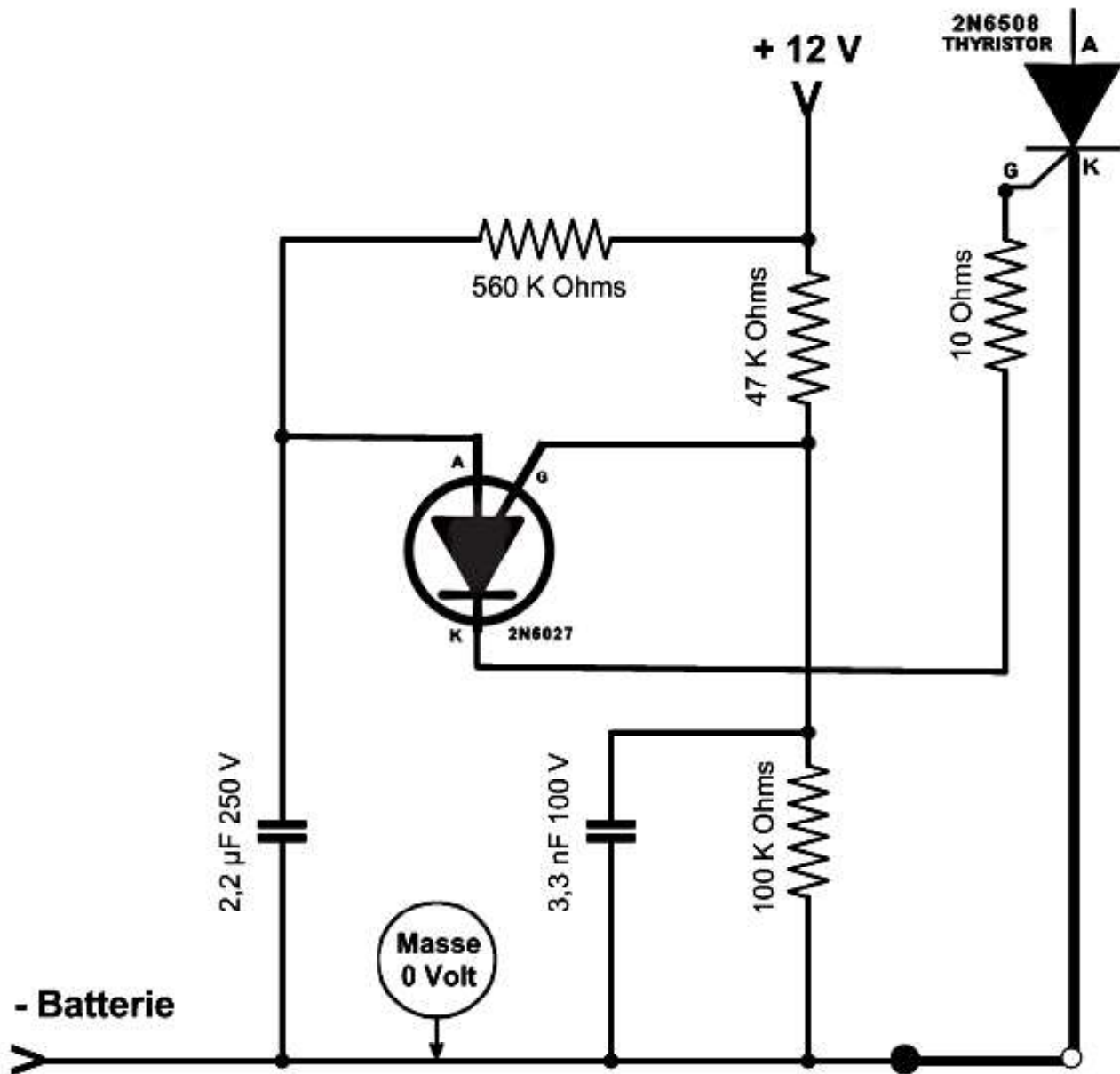
- L'impulsion de commande du thyristor est produite environ toutes les 1,5 secondes par une base de temps à relaxation. (voir page 5).

- Dès l'instant de l'amorçage du thyristor le condensateur se vide dans le primaire du transformateur en environ 1/8000e de seconde et produit l'impulsion puissante dans la charge de 500 Ohms (essais) ou dans l'animal qui touche le fil de clôture (gardiennage habituel).

- Quand le condensateur est vidé (tension 0 Volt) le thyristor se désamorce (interrupteur ouvert) et l'alimentation le recharge jusqu'au nouvel amorçage.

ANALYSE DÉTAILLÉE DU SCHÉMA

3 - Circuit de commande des impulsions (base de temps) :



Le condensateur de $2,2 \mu\text{F}$ est chargé à 7 V en un temps de 1,60 seconde.

- Le composant principal du circuit de commande des impulsions est le Transistor Unijonction Programmable (PUT) 2N6027 alimenté depuis le + 12 V de la batterie.

- Le condensateur de base de temps est un $2,2 \mu\text{F}$ polyester. Je n'utilise pas de condensateur électrochimique pour une base de temps, leur capacité pouvant varier sur plusieurs années.

- La résistance de 560 K Ohms règle la cadence des impulsions.

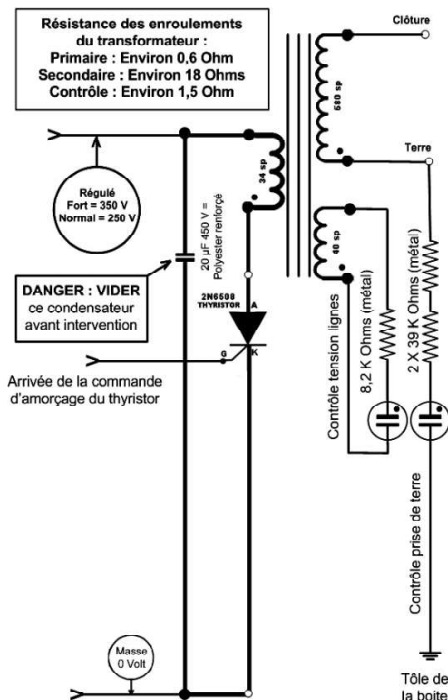
- La résistance de 10 Ohms limite le courant dans la gachette du thyristor pendant l'amorçage.

- Les résistances de 47 et 100 K Ohms règlent la polarisation de la broche G du 2N6027.

- Le condensateur de 3,3 nF améliore la stabilité du module.

ANALYSE DÉTAILLÉE DU SCHÉMA

4 - Transformateur et voyants de contrôle :



- **Carcasse** : Isolectra N° 118 pour tôles standard E+I 62,5 x 75, empilage 21 mm.

- **Circuit magnétique** : Tôles standard E+I 62,5 x 75, 2,6 W/kg, vernies, entôlage non croisé, pas d'entrefer, 2 barrettes équerre, 2 barrettes droites, 4 boulons 4 x 30.

- **Isolants** : Polyester (Mylar) 50 µ, largeur 36 mm, cranté 2+2. Nomex 200 µ, largeur 33 mm en surisolement final. Ruban adhésif polyester, largeur 19 mm.

- **Bobineuse** : Micafil OGA, améliorée Pyrat, vitesse réglable de zéro à maxi conduite par pédale pied droit + frein contrôlé par pédale pied gauche. (Moteur shunt et variateur électronique).

- **Primaire** : 34 spires, fil émaillé grade 2, 85/100e, 1 couche bord à bord, entrée et sortie surisolées souplisso fibre de verre. Isolement final 5 couches (58 cm) Mylar cranté.

- **Secondaire** : 580 spires, fil émaillé grade 2, 30/100e. Couches de 23 mm, fils sortis sous souplisso Téflon et soudés sur cosses serties, isolement 2 couches Mylar cranté entre couches. Isolement final 5 couches Mylar.

- **Secondaire du voyant de contrôle** : 40 spires, fil émaillé grade 2, 30/100e. Couche centrée à 10 mm des joues, fils sortis sous souplisso Téflon et soudés sur cosses serties. Isolement final 5 couches Mylar + 1 couche Nomex 170x33.

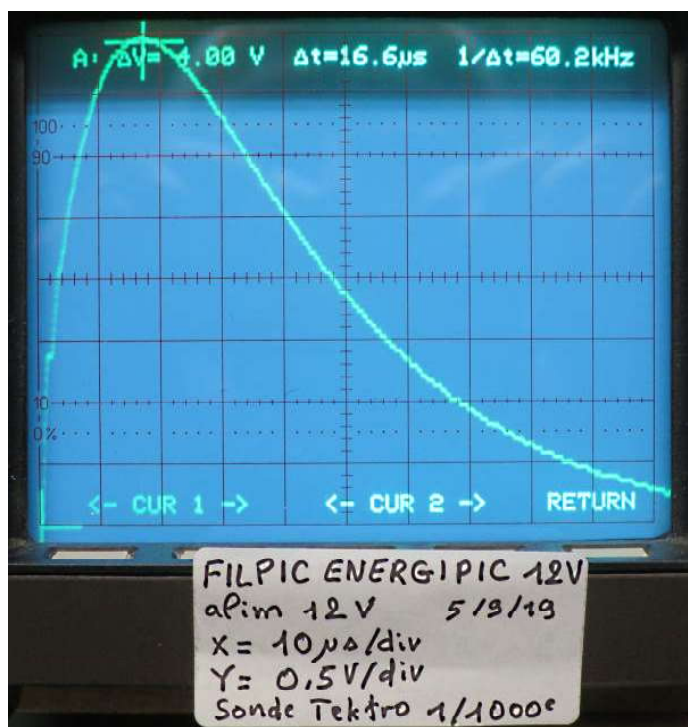
- **Imprégnation sous vide** avec vernis polyuréthane après étuvage 8 h à 120° puis polymérisation 12h à 155°.

- **Tropicalisation en boîtier** : Après entôlage, tropicalisation par insertion dans un boîtier Weisser rempli de cire ozokérite.

- **Voyant de contrôle de la tension des impulsions** : Alimenté par le secondaire 40 spires le voyant néon est protégé par une résistance (couche métal, tension crête 2500 V) de 8,2 K Ohms.

- **Voyant de contrôle de la prise de terre** : Branché entre la borne «Terre» et le sol (par les fuites entre la boîte métallique qui touche le sol), ce voyant néon est protégé par deux résistances (couche métal, tension crête 2500 V) de 39 K Ohms.

- **Impulsion avec une charge** normalisée de 500 Ohms entre bornes «Clôture» et «Terre».



Avec la «Charge normalisée» de 500 Ohms branchée sur les bornes «Clôture» et «Terre», le FILPIC ENERGIPIC 12 V sur «Fort» produit des impulsions avec les valeurs ci-dessous :

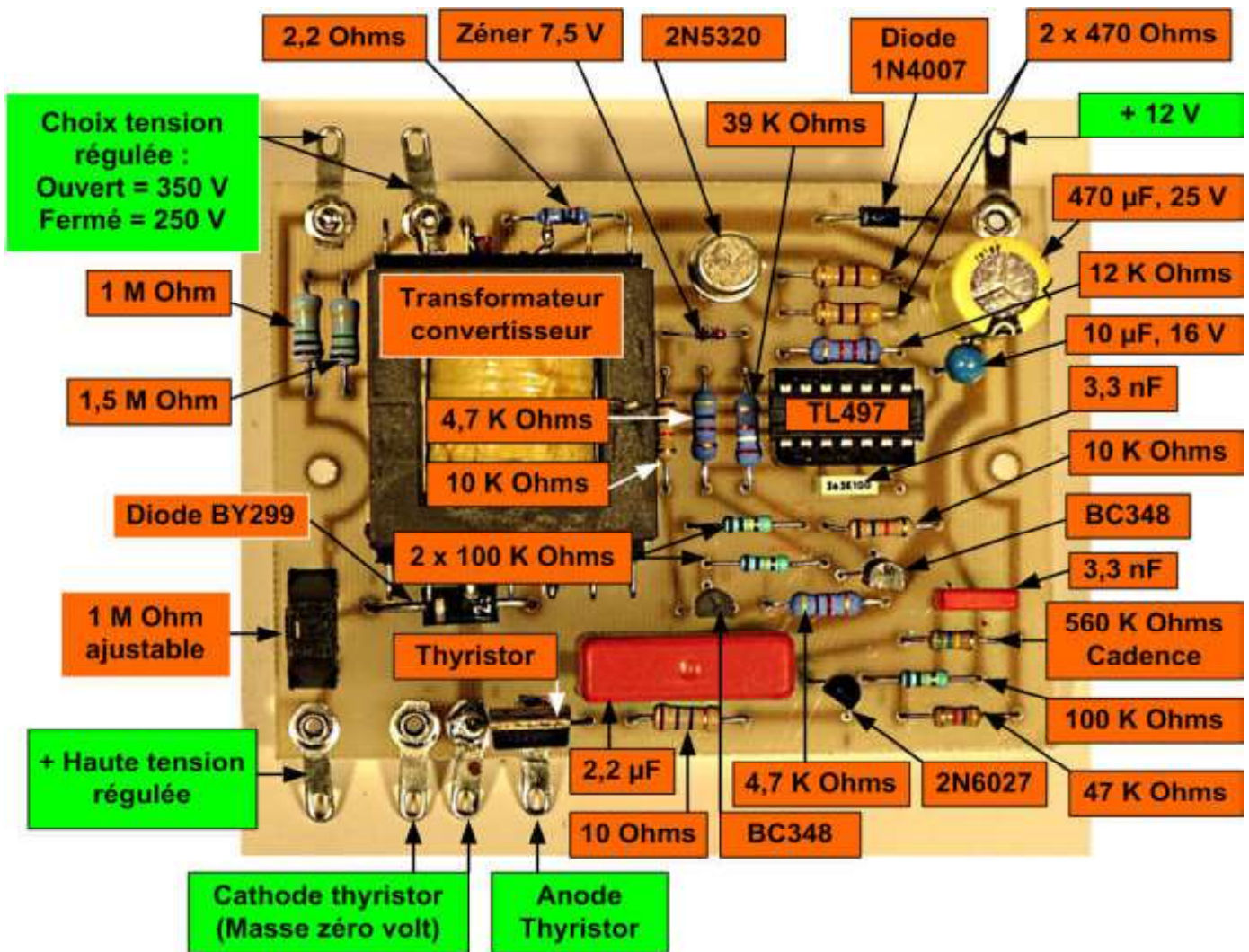
- Tension maximum 4000 Volts.
- Intensité maximum 8 Ampères.
- Puissance crête 32 000 Watts.
- Énergie par impulsion 1 Joule.
- Durée efficace de l'impulsion 120 µs. (1/8000e de seconde).
- Crête du courant à 17 µs.

(environ 1/50 000e de seconde après le début de l'impulsion).

AIDE AU DÉPANNAGE

AVERTISSEMENT : En raison de la capacité de courant élevée et de leur faible impédance, les tensions mises en jeu peuvent produire des chocs électriques dangereux. Ce document est publié "pour information". Michel Pyrat décline toute responsabilité suite à son usage pour n'importe quelle intervention par qui que ce soit sur toutes clôtures. Il faut avoir une capacité de dépanneur en électricité et électronique.

1 - Identification et localisation des composants de la carte :



2 - Propositions de mode opératoire :

2-1 : Avant même de commencer le dépannage :

- Lire et bien comprendre la technologie détaillée dans les 6 premières pages.

2-2 : Avant même d'ouvrir l'appareil :

- Poser l'appareil encore fermé sur un plan de travail isolant.
- Alimenter l'appareil, si possible avec une alimentation stabilisée à courant continu, réglable de zéro à 15 ou 30 V, avec réglage de limitation de l'intensité de zéro à 3 ou 5 A, avec volt-mètre et ampèremètre.

2-3 : Indications de l'alimentation réglable pour un Énergipic 12 V normal :

- Brancher l'alimentation sur les cosses des fils du rupteur et alimenter progressivement :
- Normalement, pas de consommation entre 0 et 10,5 V.
- De 10,5 à 15 V, avec le réglage de puissance sur «Fort», le courant varie de zéro à environ 180 mA au rythme des charges et décharges du condensateur de 20 µF.
- Si le courant reste à zéro ou augmente avant d'avoir atteint 10,5 V il faut réparer.

AIDE AU DÉPANNAGE

2-4 : Ouvrir le compartiment du générateur d'impulsions.

2-5 : Appareils de mesures indispensables :

- Alimentation à courant continu, réglable de zéro à 15 ou 30 V, avec réglage de limitation de l'intensité de zéro à 3 ou 5 A, avec voltmètre et ampèremètre.
- Oscilloscope cathodique analogique calibré avec sonde 1/10e. La masse de l'oscilloscope est reliée au - de l'alimentation. La pince crocodile de prise de masse de la sonde est enlevée. Dans le premier temps, l'oscilloscope est utilisé en voltmètre, la pointe de la sonde sert de «pointe de touche» appliquée sur l'élément à contrôler.
- Ohmmètre à aiguille comme le Métrix 462 qui, sur la position Ohms x 1K est parfait. Les ohmmètres à afficheur indiquent parfois des valeurs aberrantes avec les diodes ou thyristors.
- Capacimètre à affichage.
- Un tournevis servira souvent pour décharger le condensateur avant d'intervenir.

2-6 : Premiers contrôles : Arrivée du + batterie à la carte :

- Brancher l'alimentation 12 V sur les cosses des fils d'alimentation de l'appareil :
- Si le + de l'alimentation n'arrive pas à l'interrupteur et au bouton poussoir du voltmètre : Oxydation ou coupure de l'arrivée du + batterie. (fréquent).
- Le + de l'alimentation arrive à l'interrupteur sur «Marche» mais n'en sort pas : Oxydation de l'interrupteur. (fréquent).

2-7 : Premiers contrôles sur la carte sans la démonter :

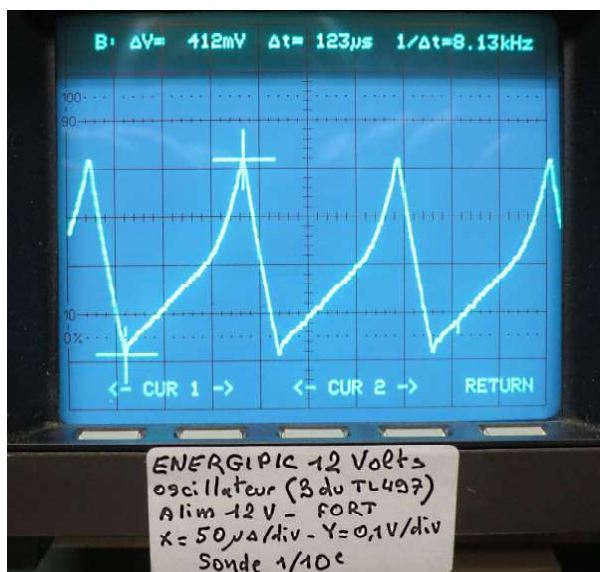
- Alimenter en 12 V. Si la carte consomme en permanence et si le 2N5320 est chaud : Arrêter l'alimentation 12 V et dessouder le fil du primaire du transformateur branché sur la cosse «Anode thyristor» du 2N6508 : Réalimenter en 12 V : Si la consommation est de l'ordre de 180 mA pendant environ 1 s puis revient à zéro, le condensateur 20 μ F s'est chargé sans pouvoir se décharger (thyristor débranché) : Le thyristor est défectueux.

Décharger le condensateur de 20 μ F avec un tournevis en faisant un court-circuit entre les cosses «+ Haute tension régulée» et «Cathode thyristor» en bas-gauche de la carte.

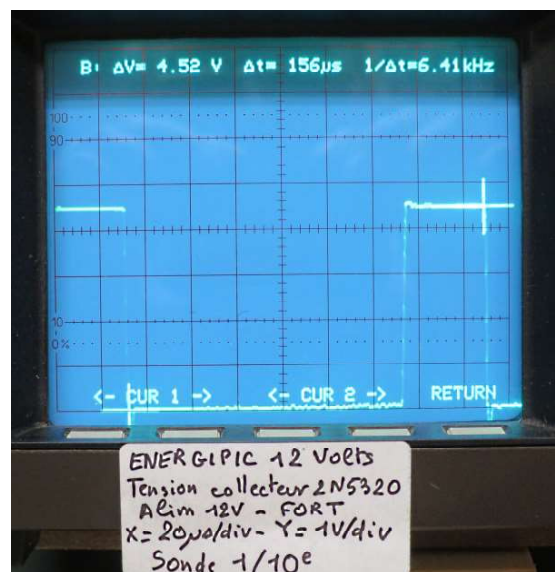
- *Le thyristor 2N6508 peut être vérifié à l'ohmmètre en dessoudant seulement le gros fil du primaire du transformateur arrivant sur l'anode (A). Avec le Métrix 462, entre les cosses Anode (A) et Cathode (K) la résistance doit être de plusieurs mégohms dans les 2 sens.*

- Vérification du TL497 : Alimentation 12 V. Toucher la broche 3 avec la pointe de la sonde 1/10e, X= 50 μ s/div, Y= 0,1 V/div. (voir ci-dessous) :

- Vérification du 2N5320 : Alimentation 12 V. Toucher le boîtier (collecteur) avec la pointe de la sonde 1/10e, X= 20 μ s/div, Y= 1 V/div. (voir ci-dessous) :



Tension normale sur broche 3 du TL497
Vmax = 5 V, Vmin = 1 V
T = 123 μ s
F = 8,1 KHz



Tension normale sur collecteur du 2N5320
Vmax = 45 V, Vmin = 0 V
T = 156 μ s
F = 6,4 KHz

AIDE AU DÉPANNAGE

2-8 : Extraction de la carte pour réparation :

- La carte Energipic 12 V doit être dévissée, tous les fils arrivant aux 7 cosses doivent être dessoudés. Etamer, essorer et nettoyer les 7 cosses pour faciliter le remontage.
- Dessouder et remplacer le (les) composant (s), souvent identifié (s) en 2-7.
- Nettoyer soigneusement l'intervalle anode-cathode du 2N6508 (brosse métallique) si des fourmis électrocutées s'y sont accumulées.
- Si il y a une carbonisation du substrat verre-époxy de l'intervalle anode-cathode du 2N6508, la purger complètement (perceuse portative de circuits imprimés avec un foret de 2 mm), nettoyer au pinceau (acétone) et reboucher (Araldite).

2-9 : Réparation de la carte sur le poste de travail et contrôle :

- En plus des appareils de mesures indispensables (voir 2-5) il est utile de pouvoir reconstituer un générateur d'impulsions complet en disposant d'un condensateur 20 μ F et d'un transformateur avec les fils assez longs munis de pinces crocodile.
- A la fin de chaque essai, après avoir ramené l'alimentation 12 V à zéro, **DECHARGER LE CONDENSATEUR DE 20 μ F** avec un tournevis en faisant un court-circuit entre les cosses «+ Haute tension régulée» et «Cathode thyristor» en bas-gauche de la carte.
- Si le 2N6508, le 2N5320 et le TL497 sont vérifiés normaux ou ont été remplacés et si la carte ne fonctionne toujours pas normalement il faut continuer par des actions sur :
 - Chaîne des résistances de régulation si le convertisseur ne s'arrête pas.
 - Base de temps (2N6027) si cadence anormale ou pas se commande du thyristor.
 - Limiteur de décharge si la bascule de la tension (broche 2 du TL497) est anormale.
 - Support du TL497. (tulipe cassée) (rare).
 - Soudure collée. (rare).
 - Résistance cassée ou coupée. (rare).
 - Coupure d'enroulement du transformateur ferrite du convertisseur. (rare).
 - Décollement des ferrites du transformateur du convertisseur. (rare).
 - Diode BY299 ou 1N4007 coupée ou en court circuit. (rare).

2-10 : Réparation de la base de temps (2N6027) :

- Vérifier avec l'oscilloscope, (Alimentation 12 V, si sonde 1/100e, X=0,2 s/div et Y= 10 mV/div), la tension d'anode du 2N6027. (voir oscillogramme page 5).
- Si vous n'avez pas le même oscillogramme (tension variant entre zéro et 7 V, temps d'environ 1,5 s entre 2 retours à zéro), remplacer le 2N6027.
- Si vous avez une cadence trop lente, diminuer la résistance de 560 K Ohms.
- Si vous avez une cadence trop rapide, augmenter la résistance de 560 K Ohms.
- Si oscillogramme normal et toujours pas d'amorçage du thyristor, vérifier la continuité (piste circuit imprimé, résistance de 10 Ohms, qualité des soudures) entre cathode (K) du 2N6027 et gachette (G) du 2N6508. Si la continuité est bonne, remplacer le thyristor.

2-11 : Réparation du limiteur de décharge :

- La broche 2 du TL497 permet l'inhibition des oscillations. Le niveau haut normal constaté (arrêt de l'oscillateur) est de + 5 V (avec une batterie déchargée à + 9 V). Le niveau bas normal (reprise des oscillations) est de + 60 mV (avec une batterie déchargée à + 10,5 V).
- C'est la diode zéner de 7,5 V qui commande le basculement franc de l'inhibition.
- Avec l'oscilloscope, visualiser la tension de la base du BC348 (reliée à l'anode de la zéner 7,5 V par une résistance de 39 K Ohms) :
 - Si Valim augmente de zéro à 10,4 V, Vbase BC348 passe de zéro à 0,6 V et Vbroche2 TL497 passe de zéro à 5,5 V. Les oscillations n'ont pas encore commencé.
 - Si Valim dépasse 10,4 V et atteint 10,5 V, Vbase BC348 passe de 0,6 à 0,7 V et Vbroche2 TL497 passe de 5,5 V à 60 mV. Le convertisseur fonctionne.
 - Si Valim diminue de 12V à 9 V, Vbase BC348 passe de 0,7 à 0,4 V et Vbroche2 TL497 passe de 60 mV à 5 V. Le convertisseur qui fonctionnait s'arrête et protège la batterie qui ne se décharge plus en-dessous de 9 Volts.

Si vous n'avez pas des mesures proches des tensions ci-dessus, remplacer la diode zéner 7,5 V ou un BC348.

AIDE AU DÉPANNAGE

2-11 : Réparation de la chaîne de régulation :

- Quand la tension continue sur la broche 1 du TL497 atteint + 1,2 V, le convertisseur s'arrête ce qui permet cette régulation très efficace en ne consommant que 100 μ A.
- Vérifier avec l'oscilloscope, (Alimentation 12 V. Si sonde 1/10e, X=50ms/div (ou n'importe quelle valeur assez rapide pour avoir un trait d'un côté de l'écran à l'autre) et Y= 5 V/div).
Les 2 cosses de choix de la tension régulée, (en haut et à gauche de la carte) non reliées :
 - Pointe de sonde sur cosse de gauche «Haute tension régulée» :
Déviation normale 7 divisions x 50 V = 350 V
Selon besoin, régler le rhéostat 1 Mégohm pour avoir 350 V.
Si le réglage n'agit pas, vérifier le rhéostat de 1 Mégohm. (ohmmètre)
 - Pointe de sonde sur cosse de gauche «Choix tension régulée» :
Déviation normale, environ 5,6 divisions x 50 V = 280 V.
Si déviation zéro, remplacer le rhéostat de 1 Mégohm ou mettre environ 800 K Ohms.
Si déviation environ 350 V, vérifier la résistance de 1,5 Mégohm . (ohmmètre)
 - Pointe de sonde sur cosse de droite «Choix tension régulée» :
Déviation normale, environ 3 divisions x 50 V = 150 V.
Si déviation zéro, remplacer la résistance 1 Mégohm.
Si déviation environ 350 V, remplacer la résistance de 1,5 Mégohm .
 - Pointe de sonde sur broche 1 du TL497 :
(Changer le choix Y de l'atténuateur de l'oscilloscope sur 20 mV/div)
Déviation normale, environ 6 divisions x 0,2 V = 1,2 V.
Si déviation zéro, remplacer la résistance 1,5 Mégohm. Si la résistance de 1,5 Mégohm est normale, vérifier le support du TL497.
Si le + 1,2 V est présent sur la broche 1 du TL497 et si les oscillations du convertisseur ne s'arrêtent pas, remplacer le TL497.

2-12 : Contrôle final de la carte et tropicalisation :

- Alimenter la carte de zéro à + 15V : Pas de fonctionnement jusqu'à 10,5 V.
- Réduire la tension de + 15 V à zéro : Arrêt du fonctionnement à + 9 V.
- Alimenter de + 10,5 à + 15 V et vérifier que la tension de charge du condensateur est bien régulée à 350 V (cosses «Choix tension régulée» non reliées) ou 250 V (cosses «Choix tension régulée» reliées). En fonctionnement normal, le 2N5320 ne doit pas être chaud.
 - Brosser le circuit imprimé et le dégraisser au pinceau avec de l'acétone.
 - Pulvériser avec une bombe du vernis époxy sur le circuit imprimé et le thyristor.
 - Surisoler les 3 pattes du thyristor avec du mastic silicone non coloré.

2-13 : Remontage de la carte et remise au standard :

- Vérifier (Métrix 462 sur Ohms x 1 K) que l'interrupteur «Normal/Fort» se ferme bien sur «Normal» et a une résistance de plusieurs mégohms sur «Fort».
- Vérifier (capacimètre) la capacité du condensateur de 20 μ F.
- Vérifier (Métrix 462 sur Ohms x 1 K) les fuites du condensateur de 20 μ F.
- Souvent, remplacer les 2 fils d'alimentation et y SOUDER des cosses neuves.
- Vérifier le serrage des écrous de 4 mm (platine bakélite, bornes «Clôture et Terre»).
- Revisser la carte et refaire les liaisons soudées.
- Réalimenter l'Energipic 12 V, refaire les essais 2-12 et contrôler le transformateur. Au minimum faire un examen visuel de la longueur (4 à 5 mm sur «Fort) et de la couleur de l'étincelle (petite flamme claire) et, si anomalie, faire l'essai avec charge de 500 Ohms et sonde très haute tension 1/1000e (voir oscillogramme page 6).
 - Vérifier les 2 voyants néon et les remplacer si l'ampoule a noirci.
 - Vérifier (Métrix 462 sur Ohms x 1 K) les résistances d'alimentation des voyants néon.
 - Vérifier le fonctionnement du voltmètre et du bouton poussoir qui le commande.
 - Refermer le volet du compartiment rupteur.
 - Huiler les charnières du couvercle et les bornes «Clôture» et «Terre». (Une goutte huile de vaseline).