

Conversion d'un onduleur CC-CA en 400Hz

By F6FER – Roger – CCAE#016



Conversion d'un onduleur CC-CA en 400 Hz



En tant qu'utilisateur d'un 618T-3, j'avais besoin d'une alimentation sortant environ 150VA sous 115V à 400 Hz.

Au début, j'ai utilisé un convertisseur rotatif (alias dynamotor).

Cela fonctionnait bien mais le bruit devenait insupportable après quelques temps.

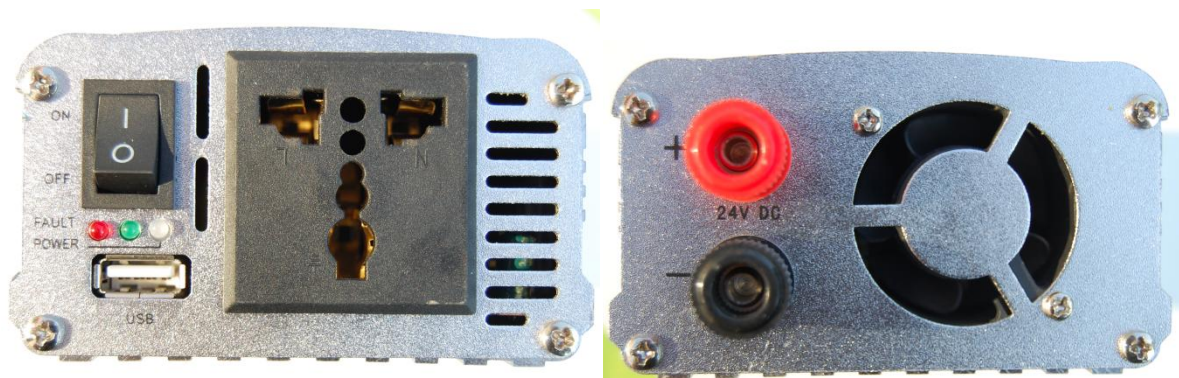
Ce papier décrit la conversion d'un onduleur à semi-conducteurs de 300W pour le faire fonctionner en 400 Hz.

1 L'onduleur

Il faut se procurer un onduleur 12V (ou 24V) CC vers 110V CA. Celui que j'ai trouvé est un onduleur 24V vers 110V fabriqué en Chine pour le marché U.S. et supposé produire du 60 Hz, bien qu'une mesure rapide montre une valeur plus proche de 50 Hz que de 60 Hz.

Dans tous les cas, la fréquence d'origine n'a plus d'importance une fois la modification effectuée.

Voici des photos de l'onduleur et des faces avant et arrière.



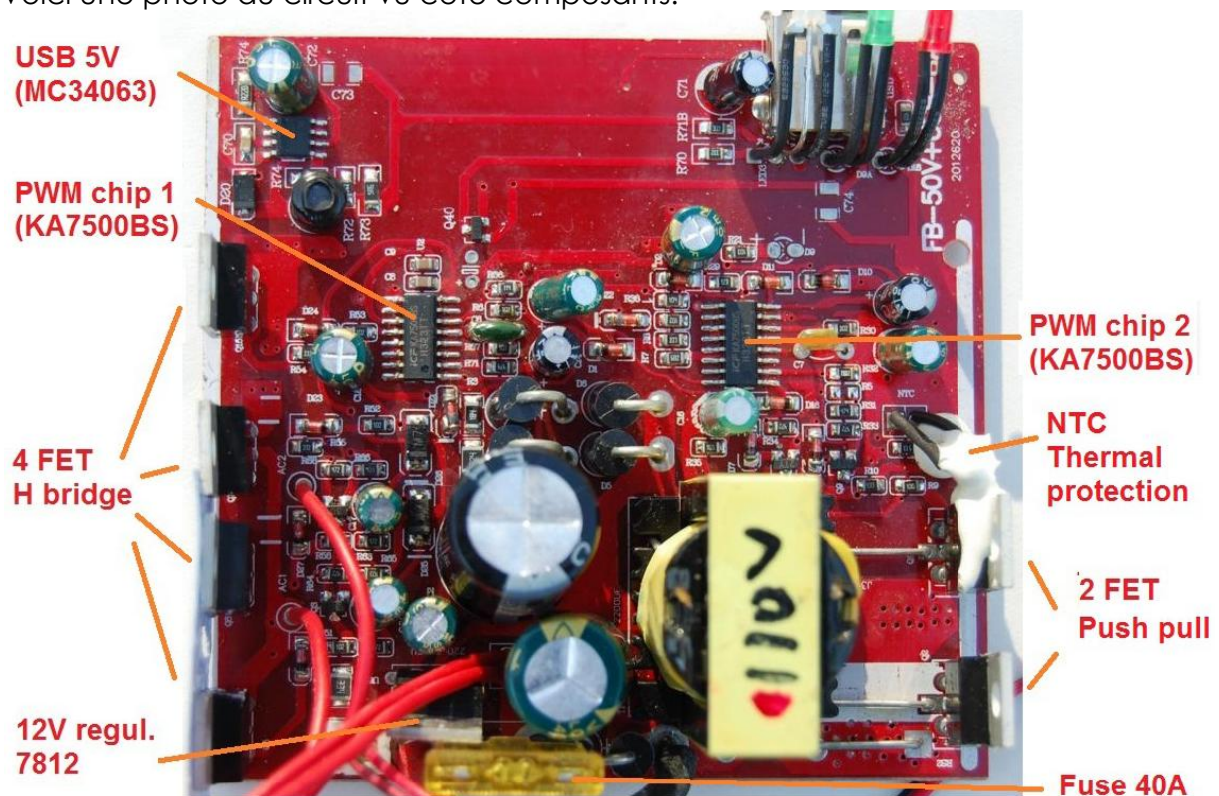
2 Inspection du circuit

Pour ouvrir le boîtier enlever simplement les vis (8) situées sur les faces avant et arrière, puis faire glisser le couvercle pour accéder au circuit imprimé.

Pour sortir la carte, ôter les vis (3) qui maintiennent les pinces des transistors FET et faire glisser le circuit hors de la boîte.

Pour le remontage, opérer de façon inverse. Il est recommandé de mettre un peu de graisse thermique sur les isolants en silicone des FET avant de remettre les vis en place.

Voici une photo du circuit vu côté composants.



L'onduleur contient une prise USB, trois LEDs, un régulateur de tension, six FET de puissance, trois CI, une thermistance, quelques diodes et transistors et les composants passifs associés.

Dans mon cas, un régulateur de tension (7812) abaisse la tension de 24V vers 12V pour les CI. Il est probablement absent dans les onduleurs 12V.

Un régulateur à découpage avec un MC34063 abaisse la tension de 12V vers 5V pour la prise USB.

3 Conversion

Tous les onduleurs de ce type sont plus ou moins basés sur la même technologie.

Basiquement, l'onduleur comporte un premier circuit qui élève le 12V continu vers environ 140V continu, en utilisant un modulateur de largeur d'impulsions (PWM en anglais) qui tourne à environ 40 Khz et qui contrôle 2 FET en pushpull.

Le second circuit découpe le 140V continu vers la tension alternative en utilisant un second CI PWM qui contrôle 4 transistors FET de puissance (topologie pont en H) et qui régule la fréquence et la tension de sortie.

D'autres composants assurent le contrôle des tensions et la protection pour les cas de surcharge, de dérive thermique ou de tensions hors normes.

Un schéma générique de ce type d'onduleur trouvé sur le web est donné en annexe.

Il faut donc commencer par identifier les CI présents sur la carte et trouver les CI PWM.

Ensuite, il faut localiser le CI PWM qui devra être modifié.

Habituellement, ces CI sont connectés à une paire résistance-capacité (RC) qui contrôle la fréquence de découpage.

Se procurer le datasheet. On y trouvera à quelles broches la paire RC est connectée et la formule qui relie la fréquence de découpage avec R et C.

Sur chacun des CI PWM, trouver les broches ad hoc, noter les valeurs de R et C et calculer la fréquence de découpage. On doit trouver une fréquence autour de quelques dizaines de Khz et une autre autour de 100 Hz.

La paire RC à modifier est celle qui donne la fréquence autour de 100 Hz.

A partir de là, il suffit de changer la constante RC en suivant les instructions du datasheet ou, par essais successifs, en ajustant R et C ou les deux pour trouver la fréquence qu'on s'est fixée.

Mon exemple personnel :

Voici un résumé de ma propre expérience.

L'onduleur contient deux KA7500BS qui sont les CI PWM, cousins du fameux TL494.

Le datasheet nous montre que la résistance et le condensateur d'horloge sont connectés entre la masse et les broches 6 et 5 du CI respectivement et que la fréquence de découpage approximative est donnée par la formule $f \text{ (Hz)} = 1.1 / RC$ (ohms x farads).

Sur un des CI on a $R=3 \text{ kW}$, $C= 4.7 \text{ nF}$, donc la fréquence d'oscillation est de 78 Khz. Il contrôle le convertisseur push pull de la basse tension vers la haute tension continue.

Sur l'autre CI on a $R=110 \text{ kW}$, $C=100 \text{ nF}$, donc la fréquence de l'oscillateur est 100 Hz, soit une fréquence de sortie de 50 Hz. C'est le CI qui commande le pont en H, celui que l'on doit modifier.

Pour faire passer la fréquence de 50 à 400 Hz il suffit simplement de diminuer la constante RC d'un facteur 8 . (soit $400/50$).

J'ai choisi de conserver la résistance (110 kW) et j'ai modifié le condensateur. Après ajustement, j'ai finalement utilisé un condensateur de 14.7 nF (10nF et 4.7 nF en parallèle) pour obtenir une fréquence de sortie proche de 400 Hz.

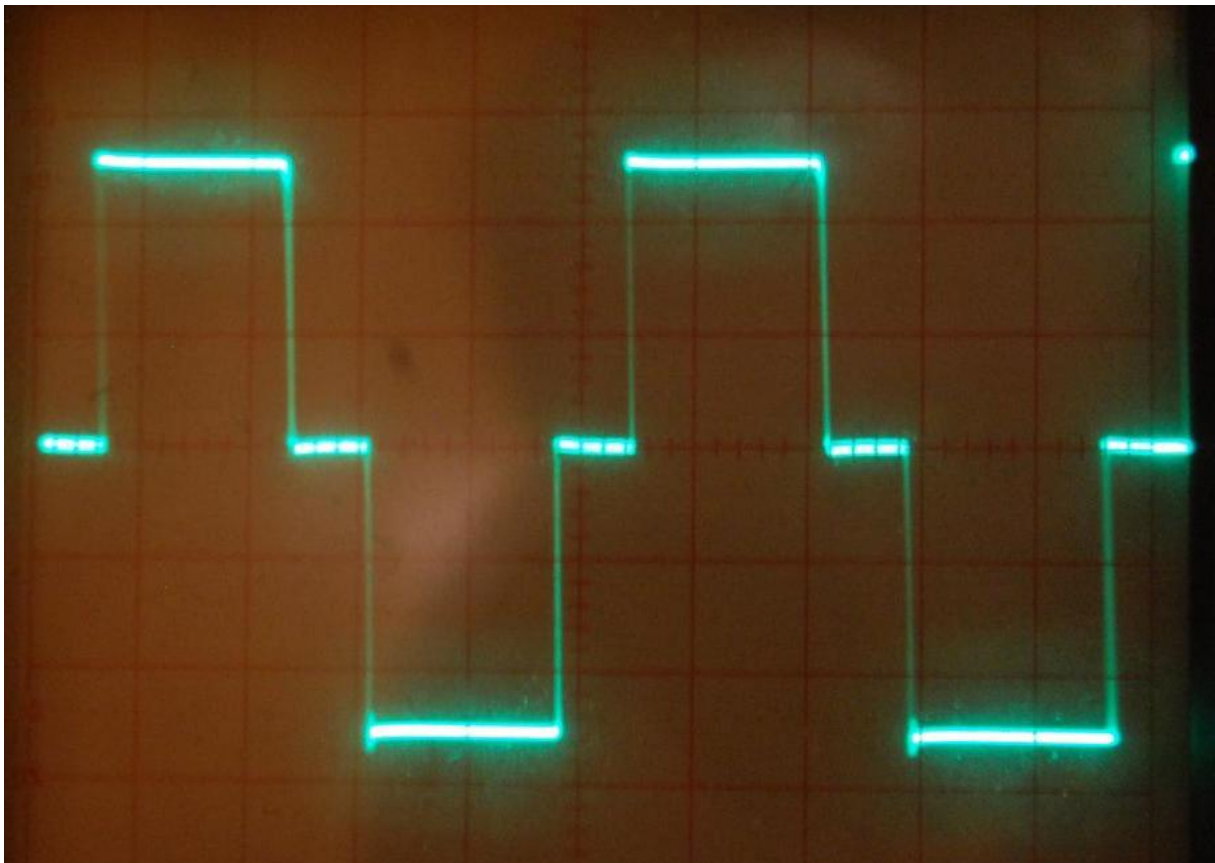
4 Oscillogramme

L'onde de sortie est relativement propre, à vide ou en charge.

Elle a les caractéristiques suivantes mesurées à l'oscilloscope :

- Tension de crête : 135V (618T en émission et turbine en action)
- Période : 2.45 ms
- Fréquence : 408 Hz
- Durée du temps mort : 0.65 ms
- Rapport cyclique : 26%

La tension est un peu en dessous des 115V attendus, mais le 618T s'en accommode sans problème particulier.



Oscillogramme (avec 618T en TX et turbine) – Echelle H 0.5 ms/div – échelle V 50V/div

5 Problèmes d'isolement CC-CA

Dans le 618T, la borne négative CC en entrée et une des bornes CA en sortie partagent la même masse à travers le châssis du transceiver.

En absence de précaution, ceci connecte alors le 135V directement à la masse à travers un des deux transistors supérieurs du pont en H.

De fait, connecter le moins CC avec un pôle du circuit CA n'est pas toléré par le circuit de protection de mon onduleur.

Chaque fois que je connecte un côté de la sortie avec le négatif de l'entrée, la protection se déclenche, la LED "défaut" s'allume et l'onduleur s'arrête.

Il faut donc regarder ce problème de près par avance, car le risque de détruire l'onduleur existe bel et bien s'il n'y a pas de protection.

La seule façon de contourner cette difficulté est, soit d'utiliser une alimentation continue auxiliaire flottant par rapport à la masse, soit d'utiliser un transformateur d'isolement 400 Hz à la sortie de l'onduleur.

La première solution est probablement la plus simple à moins d'avoir sous la main un transformateur 400 Hz du bon voltage et de la bonne puissance.

6 Appendix : Generic schematics of cheap DC to AC inverters

