

Piège de Paul : Méthodes et protocoles

M. VERNET, L. MESIRCA, M. BLOT

Compiled May 22, 2023

Ceci est un document annexe à notre PSE, la fabrication d'un piège de Paul. Il comprend le matériel, les méthodes et les protocoles utilisés pour chaque partie importante du projet. © 2023 Optica Publishing Group

<http://dx.doi.org/10.1364/ao.XX.XXXXXX>

Faites très attention avec le montage électrique, les courants impliqués ne sont pas importants mais les tensions le sont (de 5 à 30kV). Ce n'est pas si dangereux mais c'est quand même suffisant pour prendre un gros coup de jus.

1. SOURCE DE TENSION HOME-MADE

Si vous avez la foi et du talent pour les montages électriques, vous pouvez à peu près tout faire vous même sans utiliser de gros composants industriels.

L'objectif est de passer d'une tension de 230V à 50Hz à une tension d'environ 6kV à une fréquence variable.

Nous avons à notre disposition des transformateurs chimiques sortant une telle tension. Ils ont besoin d'une tension de 5V continue en entrée. Nous n'avons pas la référence de ces derniers (produit d'origine chinoise). Pour pouvoir donc exploiter les transformateurs, nous passons de la tension AC du secteur à du 5V DC avec une source de courant continue [1].

Les transformateurs sont polarisés, on ne peut pas juste donner une tension sous forme de créneau -5V et +5V en entrée ce qui serait possible avec un GBF. L'idée est de rendre quasi alternative la tension en sortie des transformateurs à l'aide d'un pont en H (fig. 1. (a)). Nous avons le courage pour faire le montage électronique bien qu'on devrait dire que nous n'avions pas le choix. En effet, les hacheurs "pré-codés", en Arduino par exemple, ne nous convenaient pas car à cause du temps de lecture de la boucle qui induisait un retard et last but not least, l'Arduino avait toutes les chances de cramer avec les tensions atteignables. C'est pour cela que nous avons utilisé des relais haute-tension commandables [2].

Nous avons déterminé que ces relais (en anglais, switch) commutent à 14V, or le GBF [3] ne peut pas donner plus de 15V et 5V en fonctionnement créneau sur deux voies de sortie. Or ce dernier fonctionnement est celui dont on a besoin pour commander nos interrupteurs. Il nous faut donc amplifier la tension de commande.

Pour ce faire on utilise un module DC dual H bridge [4] alimenté en 12V.

Données utiles :

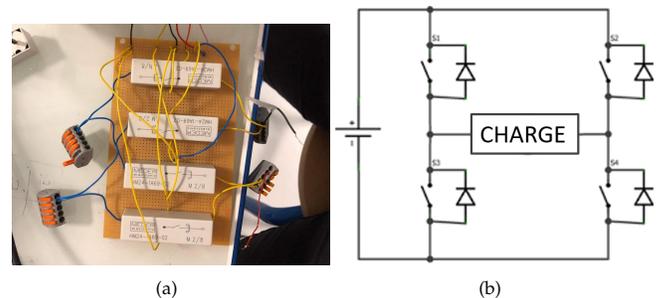


Fig. 1. (a) Pont en H réalisé (b) Schéma électrique du pont en H

Lavolta - Source de courant continue

- Input : 230V, 60Hz (secteur)
- Output : 5V, 0.20A

GBF

Voie 1, Freq = 60Hz , Ampl = 10V

Voie 2, Freq = 60Hz , Ampl = 10V, Offset = 90

DC dual Bridge :

- Logic command input tension : 5V (GBF)
- Driving tension : 5V (Lavolta)

2. SOURCE DE TENSION EASY

Il s'avère que le montage n'a pas marché... nous nous sommes rabattus sur des composants industriels:

Transformateur rouge Vevor [5]

Transformateur de micro-onde [6]

Le transformateur micro-onde est à nu, son support métallique sert de masse, veillez donc à y relier la masse puis à protéger le montage. Pour se mettre à la masse nous avons soudé un câble au support et l'autre extrémité était reliée à la masse d'une multiprise. Nous avons protégé le montage par une boîte de plexiglas usinée à l'atelier de sorte à pouvoir voir à

l'intérieur si nécessaire.

Attention à ne pas dépasser une tension de consigne du transformateur de micro-onde de 230V, tension visible sur l'écran du variateur rouge.

3. MONTAGE FINAL

On soude un anneau métallique à une la sortie du transformateur et on le fixe à une hauteur donnée à l'aide d'une potence, dans notre montage l'anneau est fixé de manière que sa surface soit parallèle au plan de la paillasse. Faites à nouveau attention à bien isoler les câbles pour ne pas électrifier le montage. L'isolation des câbles est aussi très importante pour éviter la formation de tout arc électrique entre différentes parties du montage.

Fixer un laser HeNe au dessus de l'anneau, le faisceau dirigé vers ce dernier à l'aide d'une barre Norcan et d'une noix de serrage.

Placer une caméra sur la même hauteur que l'anneau, dirigée vers ce dernier (fig. 3.).

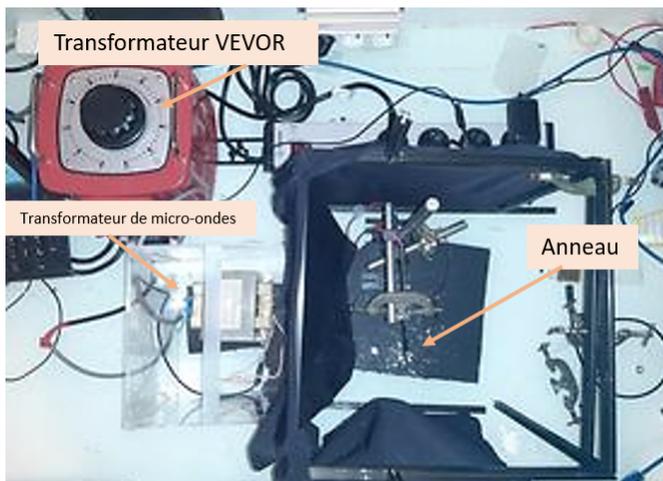


Fig. 2. Montage final, la "cage" avec les draps noirs a été faite pour protéger les expériences des perturbations extérieures (comme les courants d'air) et pour pouvoir voir le LASER lors des acquisition. Sur la figure l'anneau est en position verticale, les expériences comme indiqué au dessus sera placé de manière horizontale pour les expériences.

4. MÉTHODE

A. Préparation des échantillons

Mettre en marche l'alimentation de sorte à générer le champ électrique avec l'anneau.

Sélection des échantillons :

- Lycopodes [7]
- Farine blanche du commerce
- Maizena du commerce



Fig. 3. Montage final où l'on a placé la caméra

Charger les particules, pour ce faire déposer une petite quantité sur une lame en verre à l'aide d'un cure-dent. Frotter une tige en Téflon ($L = 15\text{cm}$, $l = 1\text{cm}$) sur une "coupe de champignon" ou alors une peau de chat. Passer la tige proche du tas de sorte à attirer et coller les particules. Projeter les particules au centre de l'anneau en tapotant sur la tige au dessus de l'anneau.

B. Acquisition

- Branchez la caméra Basler ac... à l'ordinateur avec le câble adapté.
- Ouvrez le logiciel d'acquisition Pylon-Viewer.
- Cliquez sur l'icône caméra. Sélectionnez le modèle de la caméra.
- La vue de la caméra doit s'ouvrir dans la fenêtre de droite.
- Faites le focus de la caméra. Réglez les paramètres d'acquisition avec le volet "Features" -> "Basler ac..."
- Choisissez le dossier de sauvegarde avec l'onglet "Window"
- Lancez l'enregistrement avec l'icône carré bleu.
- Stoppez l'enregistrement avec l'icône rond rouge nouvellement allumé.

Les particules oscillent à la fréquence du secteur, ou à la fréquence choisie par les switches du pont en H. Dans le soucis d'observer la trajectoire des particules sur plusieurs oscillations, veillez à utiliser un temps d'exposition plus grand que $1/f$.

5. RÉFÉRENCES DU MATÉRIEL UTILISÉ

[1]<https://www.amazon.fr/Lavolta-bps-305-vnd-fr-Alimentation-Laboratoire-St-C3%A9e/dp/B01DJ77G1G>

[2]<https://www.mouser.fr/ProductDetail/MEDER-electronic-Standex/HM24-1A69-02?qs=TKSapGRkHrvad14zH3%252BWKA%3D%3D>

[3]<https://www.xbstelecom.eu/shop/fr/rigol/735-rigol-dg-1022a-generateur-de-fonctions-25-mhz.html>

[4]<https://www.pishop.ca/product/hw-095a-l298-stepper-motor-driver-module-dc-dual-h-bridge/>

[5]https://www.vevor.fr/transformateur-de-tension-variable-c_10755/transformateur-variable-3kva-protection-de-securite-ecran-lcd-0-300v-12a-rouge-p_010875902565

[6]https://www.cdiscount.com/electromenager/petits-appareils-de-cuisson/transformateur-micro-ondes-d-origine-four-micro/f-1102026-sam3664061457134.html?idOffre=2461356090&cid=search_pla&cm_mmc=PLA!COR!PEM!MP!287498164!bing

[7]<https://abracadabreizh.com/tours-de-magie/poudre-de-lycopode-dragon-s-breath/>