NegaZap : le zapper/négativeur du crocodile
Manuel d'utilisation

Version : V1.0
Date : 17 oct 2024
Auteur : croco31

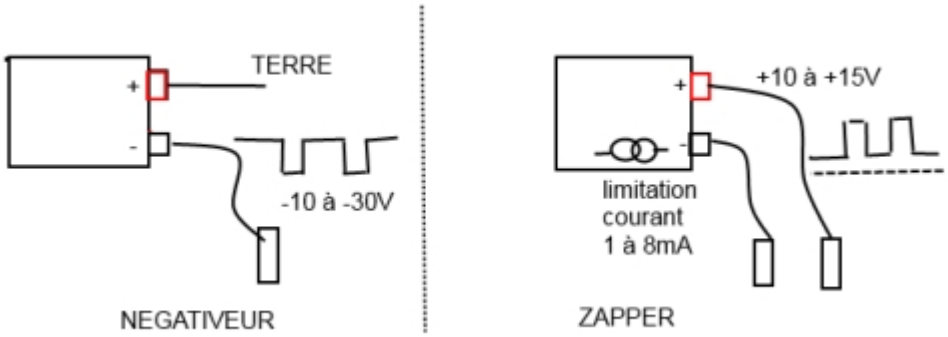
Résumé :
Ce document décrit la construction d'un générateur de signaux inspiré des zappers H.Clarke et négativeurs Laville. La gestion de l'appareil par un Arduino Micro Pro permet de configurer divers modes de fonctionnement et de tester des programmes construits par l'utilisateur.

Avertissement :
Les informations données ici sont destinées à la réalisation expérimentale d'un montage électronique. L'auteur ne revendique aucune application thérapeutique de ce générateur et décline toute responsabilité suite à son usage.
Modifs :
17/20/24 : ajout TOTEM dans le menu de configuration ConfigN

1 Introduction

Les montages Zapper et Négativeur Laville sont assez proches :

- Le zapper utilise 2 électrodes tenues à la main ou posées sur le corps et produit un signal carré positif de fréquences diverses, de l'ordre de 12V, avec un talon minimal de 0.5V.
- Le négativeur Laville utilise aussi 2 électrodes mais l'électrode positive est reliée à la Terre, l'électrode négative (fournit des électrons) est tenue à la main ou posée sur le corps. Il utilise des impulsions négatives de fréquences variables dans la gamme 20 à 100Hz car basé à l'origine sur un relais au mercure (flancs rapides de commutation).



Afin de n'avoir qu'un seul montage permettant les deux usages, et des expérimentations sur les fréquences de biorésonance, le NegaZap a été créé.

2 Le principe de base

L'appareil est contrôlé par un module Arduino MicroPro bas sur un ATMEGA32U4 à 16MHz comportant :

- 32Koctets de flash programme incluant un bootloader permettant de programmer le µP à travers le bus USB depuis le PC (programme AVRDUDE inclus dans l'IDE a
  Arduino).
- 1024 octets d'eeprom non volatile permettant de sauver des paramètres
- 2.5Koctets de RAM pour l'exécution des programmes
- Des timers internes permettent de générer des signaux de fréquence et forme paramétrables
- Des périphériques internes type I2C et ports d'entrée analogiques

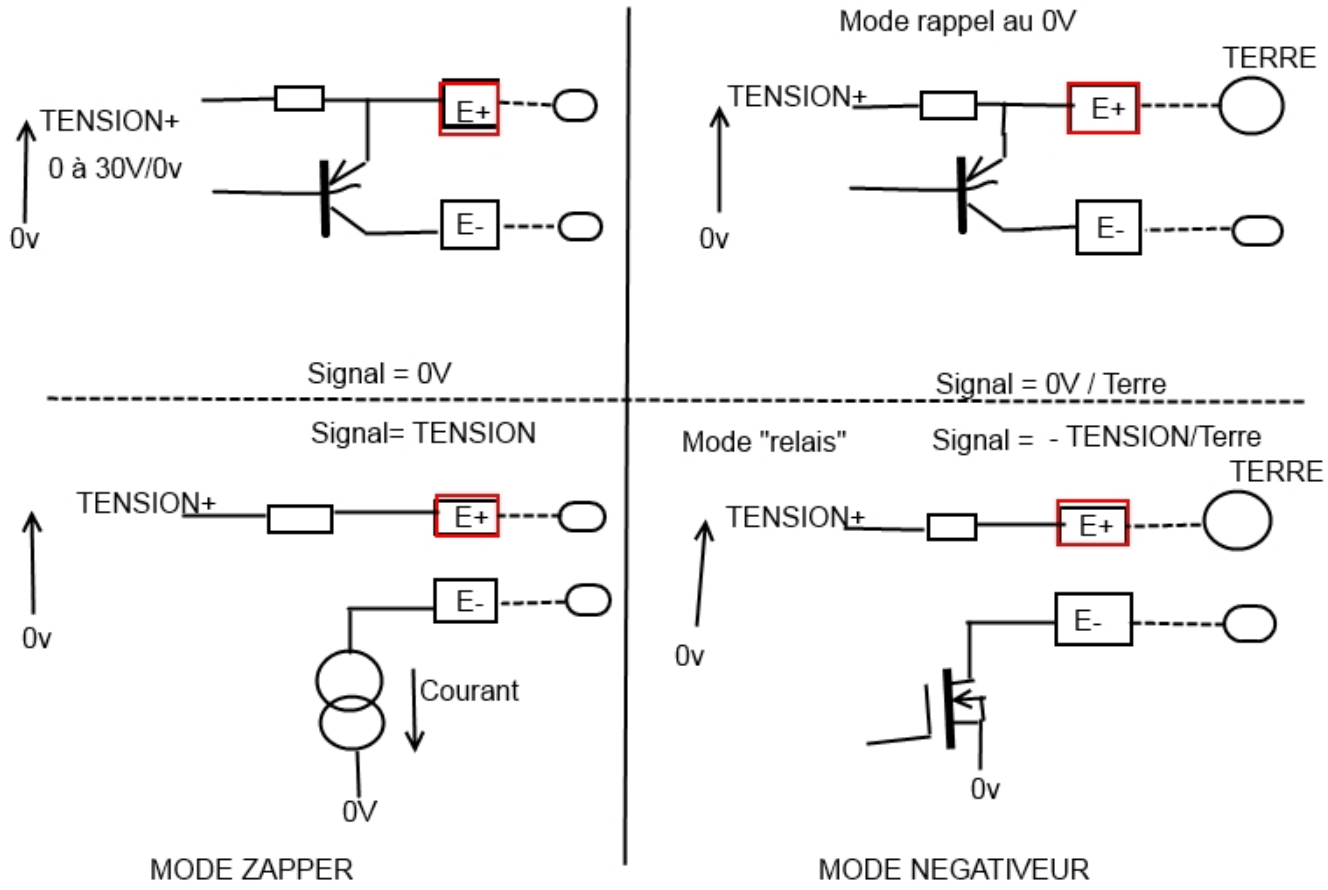
Un ensemble de transistors mosfet et un limiteur de courant LM234 permettent le contrôle des deux électrodes.
Une touche poussoir et un encodeur permettent à l'utilisateur de lancer/arrêter une séance et de modifier les paramètres de fonctionnement.

Enfin un afficheur OLED 128x64 pixels assure les divers affichages des paramètres et données pendant le fonctionnement.
Un module StepUp permet d'obtenir par un potentiomètre dédié une tension réglable de 10 à 30V environ pour alimenter l'électrode positive E+. Cette tension est mesurée par l'Arduino et affichée pour contrôle.

Diverses façons de contrôler les électrodes :

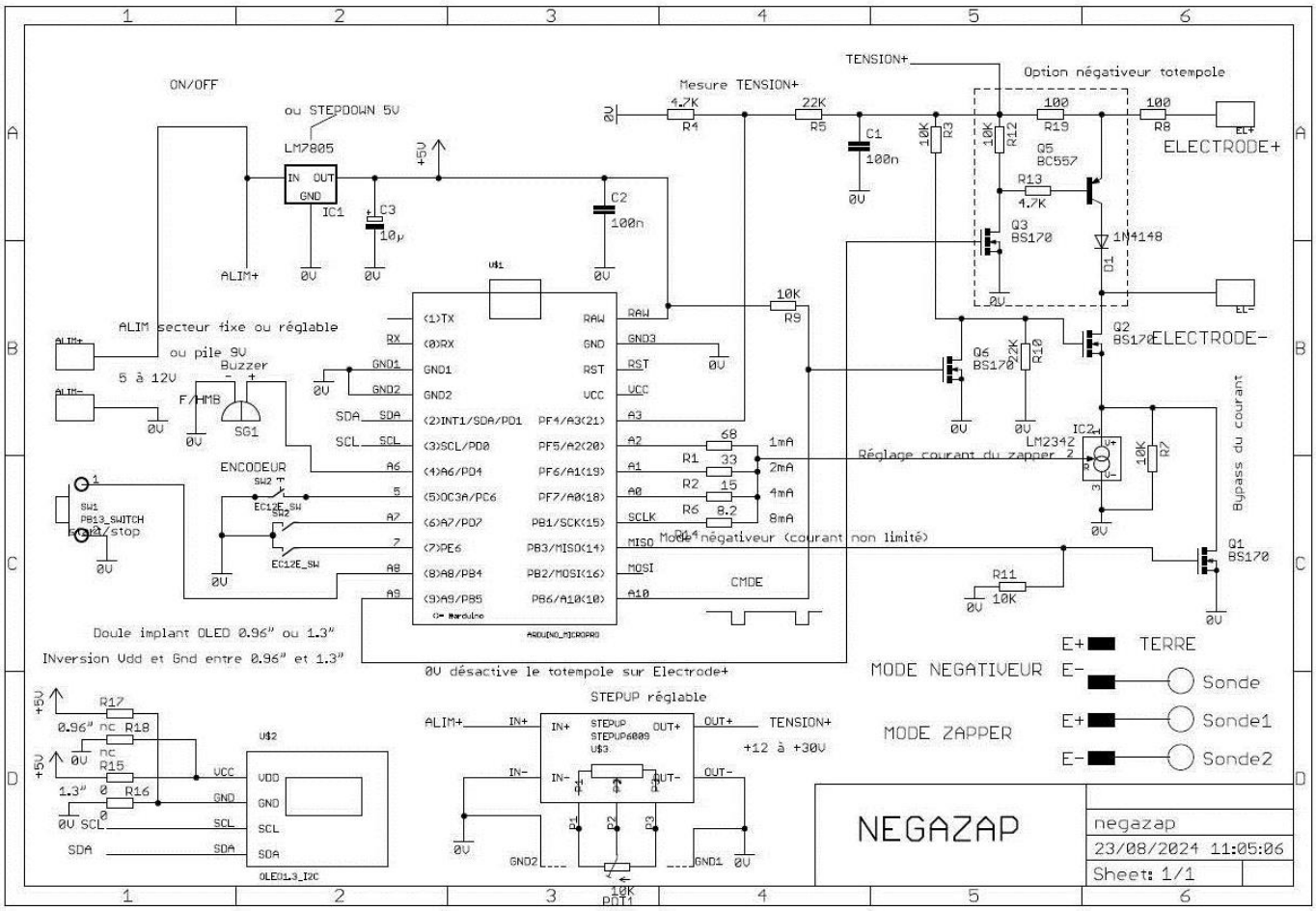
Afin de pouvoir simuler le zapper et le négativeur, , les électrodes peuvent fonctionner de diverses façons :

- L'électrode E+ est toujours connectée au +TENSION produite par le module StepUp, à travers une résistance de limitation de 220ohms par sécurité quand on utilise le mode négativeur non limité en courant
- L'électrode E- négative est tirée ou non vers le 0V, ce qui crée une tension négative par rapport à E+. ceci se fait soit via un limiteur de courant réglable soit directement par mosfet (comme sur le négativeur).
- L'électrode E- peut être soit rappelée au +TENSION par un BC557 (ce qui annule la tension entre les électrodes) soit laissée en l'air quand elle n'est pas tirée au 0V : ceci simule un relais de négativeur, ce qui se fait en qqs nanosecondes grâce à un mosfet rapide BS170.
- Le 0V du montage (et de l'alimentation) est donc isolé des électrodes externes



Noter que l'on peut très bien utiliser le mode du zapper pour l'utiliser en négativeur, en branchant l'électrode E+ à la Terre : le limiteur de courant ne joue pas vu le très faible courant qui passera (qqs microampères suivant que le corps est en contact avec la Terre ou non).

3 L'électronique



Le bouton et l'encodeur sont connectés directement au µP, car celui-ci a des entrées avec pullup.
L'afficheur Oled est piloté en bus I2C, et doit avoir l'adresse 0x3C (ou indiquée 0x78 si exprimée sur 8bits) ce qui est l'adresse couramment utilisée sur les modules. Le module Oled doit être un module tolérant une alimentation 5V. Il intègre des résistances de rappel au +3.3V en interne, il existe en taille 0.91, 0.96, 1.3 pouces, mais le 1.3 pouces a Vcc et Gnd inversés par rapport aux autres, d'où les straps.
Le courant est limité par le générateur de courant IC2 LM234 dont le courant est réglé par 4 résistances mises au 0V pour choisir 1,2,4 ou 8 mA. Le mosfet Q2 assure la commutation de l'électrode E- vers le 0V, ce qui provoque sa polarité négative par rapport à l'électrode E+ (ou le signal positif sur E+ vers TENSION+ si on se référence sur E- (cas du zapper). Le mosfet Q1 bypasse le limiteur de courant si on ne veut pas de limitation (cas du mode négativeur). Le mosfet Q6 sert à piloter Q2 depuis le µP, avec R10 et R3 qui limitent la tension entre grille et source de Q2 (limitée à +/-20V). Le pont R10/R3 doit être réglé pour que Q2 s'active bien (seuil grille/source= 3V environ) quand TENSION est au maximum 30V, sans dépasser la limite précédente.
L'ensemble Q5/Q3 sert à rappeler l'électrode E- vers la TENSION, ce qui revient à annuler la tension entre E+/E-, la diode D1 assurant une tension minimale de 0.6V pour le mode zapper (talon de tension préconisé par H.Clark).
Les commandes de Q1, Q6 et Q3 et les courants du LM234 sont séparées sur le µP (broches A9 et A10 et MISO) pour pouvoir choisir les divers modes de pilotage des électrodes par configuration du logiciel.
Quand Q1 est passant (mode négativeur) le logiciel, en configurant correctement la durée des impulsions du timer interne, s'assure que Q5 et Q2 ne conduisent pas en même temps, mais une résistance de limitation R19 assure quand même une sécurité.

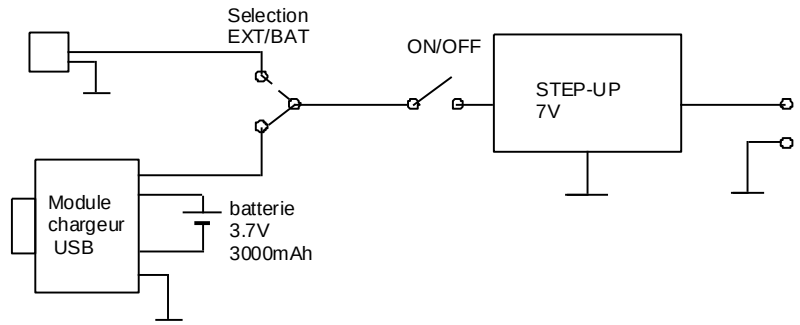
Note : Le reset se fait tout seul à la mise sous tension, mais on peut rajouter un petit poussoir CMS pour mettre la broche RST à la masse, ceci pour faciliter la re-programmation du module (avec double RST) si celui-ci est déjà soudé sur le pcb.

Alimentation

L'alimentation globale du circuit peut se faire en 9V ou 12V voire 5V. La consommation est de l'ordre de 50 à 100mA sur le 7.4Vsuivant le mode, ce qui peut vite vider une pile 9V. Une bonne solution est d'utiliser une batterie de recharge de portable en USB sortant du 5V ou une batterie LiPo de 3.7V en prenant garde à leur épaisseur pour rentrer dans le boitier. Le courant pris sur la batterie est de l'ordre de 150 à 800mA suivant le réglage de la tension des électrodes, ceci est dû au stepup néecssaire pour remonter la tension 3.7V vers 7V environ.
Le régulateur série 7805 peut être remplacé par un stepdown 3 broches pin-compatible.

Le module Arduino Micro pro (choisir le bon modèle « violet », certains ne supportent que 6V) supporte une alim jusqu'à 12V sur son entrée RAW car il intègre un régulateur série, qui ne sera pas utilisé ici car le LM7805 est déjà présent. Sa sortie 5V n'est pas utilisée pour l'afficheur mais cela eut été possible.
Avec le LM7805 on peut court-circuiter la broche RAW et la broche Vcc afin de ne pas avoir la chute de tension dans le régulateur interne.

La chaîne d'alimentation :

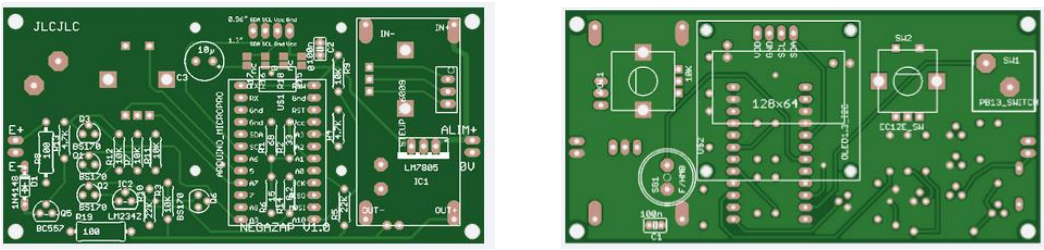


4 Construction

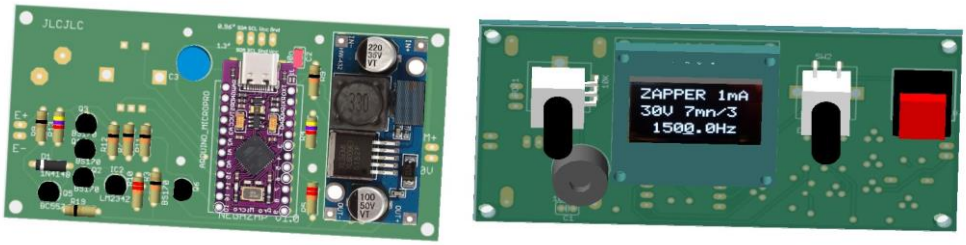
Un PCB 100x50mm environ fabriqué chez JLCPCB (ou autre) comporte tous les composants :

- Le poussoir Start/stop , l'afficheur Oled, l'encodeur, le potar 10K de réglage de tension et le buzzer sont montés d'un coté
- Le reste des composants est monté de l'autre coté y compris le stepup dont on démonte le trimmer de réglage de tension pour le renvoyer sur le potar de réglage : les pads sont en face. Il vaut mieux monter l'Arduino sur support même si on peut le programmer sur la carte car le RAW est alimenté par sa prise USB.

Le pcb est fait pour être monté derrière une face avant, pouvant aussi supporter un interrupteur et les fiches banane (2mm ou 4mm) de connexion des électrodes E+ et E-.
Le 0V interne n'a pas à être sorti, en faisant attention (plan de masse) à ne pas le mettre en contact avec E+ ou E- ou avec la Terre. La disposition des boutons est faite pour un droitier (désolé pour les gauchers) car l'encodeur et le poussoir start/stop est à droite. Il n'y a pas de témoin car l'oled allumé est suffisant.

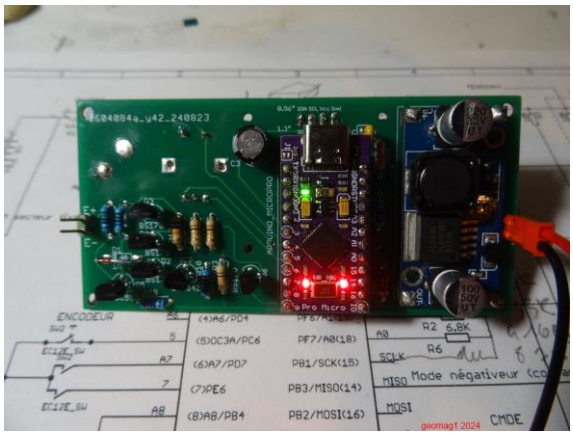


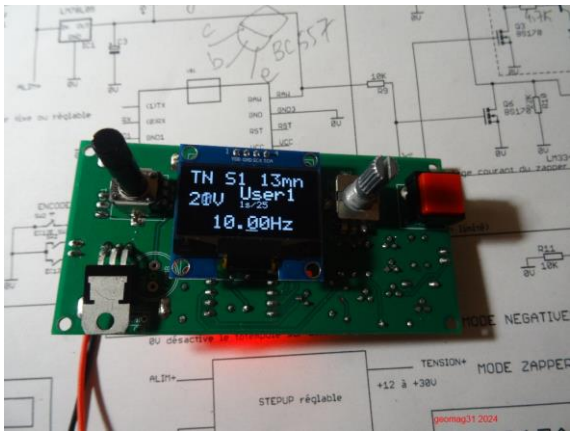
Le circuit imprimé



Le montage des composants

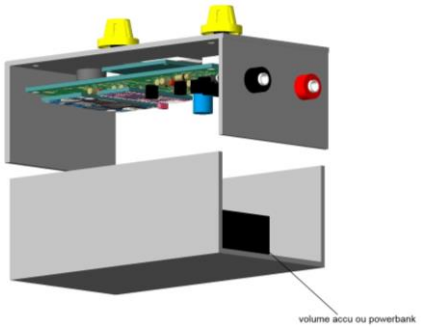
Exemple pour le prototype utilisant un gros StepUp assez épais, qui sera remplacé in-fine par un stepup homemade :



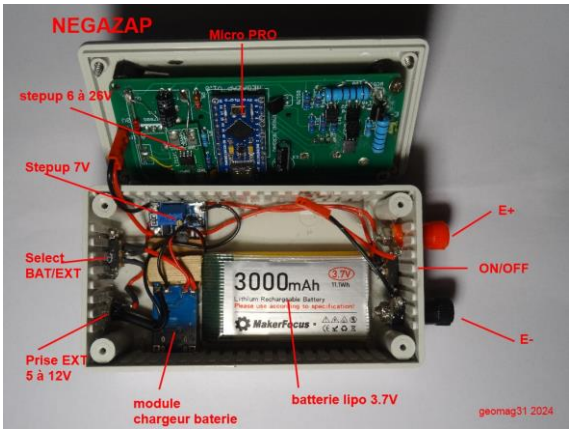


Noter que le module arduino doit être soudé directement (avec des queues de résistances par exemple)pour gagner en épaisseur, pour rentrer la batterie dans l'épaisseur interne 40mm du boitier utilisé.la programmation pour mise à jour peut se faire soudé même s'il vaut mieux la faire la première fois avant de souder en cas de problème sur le module.

Le boitier peut être tout fait (RS : 229-1644) ou imprimé 3D de forme pupitre ou posée. Si **par sécurité, on veut être isolé du secteur** et être portable, une bonne solution est d'intégrer une batterie de recharge de portable, en laissant accès à un de ses ports usb pour pouvoir la recharger sans démontage (l'intérêt est qu'une powerbank contient déjà les circuits de protection charge/décharge).
Une batterie Li-Ion 3.7V peut aussi être utilisée, mais il faut prévoir le circuit de gestion charge/décharge en 3.7V et surveillance de la charge (facile à trouver sur AliE). Un petit module USB-C permet la charge contrôlée.



Exemple de disposition de boitier



Montage final

La batterie est fixée par un double face. Une prise EXT permet d'alimenter l'appareil par une alimentation secteur externe de 5 à 9V, ce qui permet de laisser actif le negazap sur une période plus longue sans décharger la batterie interne.

5 Logiciel

Le logiciel a été écrit en C avec l'IDE Arduino, et produit un .hex pouvant être flashé dans le µP ATMEGA32U4 grâce à son bootloader. Le logiciel AVRDUDE permet de le programmer sans avoir besoin d'installer l'IDE Arduino et les packages du MicroPro.
Le logiciel assure toute la gestion de l'appareil et l'interface avec l'utilisateur en utilisant l'oled pour afficher les infos et le bouton start-stop et l'encodeur.

L'encodeur et son poussoir (appelé SWE dans la suite) sert à activer le menu de configuration et à modifier les paramètres, notamment la fréquence en cours de séance. On distingue l'appui bref SWE et l'appui long de plus de 1sec SWE-LONG environ qui ont des fonctions différentes suivant le contexte.
Le poussoir fugitif start/stop (appelé SW1 dans la suite) sert à activer la séance ou l'arrêter et à clore des modifications de paramètre dans les menus de configuration. L'appui bref SW1 et l'appui long SW1-LONG ont des rôles différents.

On distingue 2 modes de fonctionnement :

- Un mode ZAPPER gérant les électrodes en totem-pole (rappel à TENSION+ pour remettre à 0.6V le signal différentiel entre les électrodes E+ et E-. Dans ce mode le limiteur de courant est actif et son courant réglable entre 1, 2, 4 et 8mA. Un menu de configuration spécifique permet de choisir une des 3 fréquences classiques 1.5KHz, 15KHz et 30KHz d'un zapper H.Clark. Cette fréquence reste modifiable en cours de séance par l'encodeur comme le courant. Le mode gère l'alternance de cycles ON/OFF (7mn/10mn) dont le nombre est aussi paramétrable.
- Un mode NEGATIVEUR pouvant gérer les électrodes de diverses façons par configuration (avec ou sans limiteur de courant). La fréquence est réglable entre 2 valeurs MIN et MAX paramétrables dans un menu de configuration spécifique à ce mode. La durée de séance, la forme du signal sont aussi paramétrables. Ce mode offre 4 programmes USER pouvant être définis par l'utilisateur. Un programme USER pourrait notamment simuler les cycles du mode Zapper.

Certains paramètres sont communs entre les menus de configuration des 2 modes. Les paramètres peuvent être sauvés en eeprom non volatile.

Le choix du mode de fonctionnement peut se faire de deux façons :

- En maintenant appuyé l'encodeur SWE pendant la mise sous tension après l'affichage de la version : cela permet de choisir le mode avec l'encodeur en le validant par SW1 bref. Le mode choisi est automatiquement sauvegardé.
- En modifiant le mode dans l'un ou l'autre des menus de configuration (et en le sauvant par SAVE&EXIT si nécessaire car il n'est pas sauvé automatiquement dans ce menu).

Programmation de l'Arduino MicroPro

Le logiciel AVRDUDE permet de programmer le µP ATMEGA32U4 grâce au bootloader intégré au µP.
Pour cela il faut avoir installé le driver (Sparkfun), ce qui créé un port COMx quand le module est connecté sur l'USB. Noter que ce driver peut mal fonctionner sur un port USB3, utiliser dans ce cas un port USB2.
Un premier port sert à programmer le µP, l'autre sert à communiquer avec le Serial Monitor si on utilise l'IDE Arduino.

On peut utiliser AVRDUDE seul dans une fenêtre de commande CMD, mais il est installé en même temps que l'IDE Arduino.

Quand on compile un programme vide avec uploading avec l'IDE Arduino et que l'on a activé les messages complets dans les paramètres, on voit la commande AVRDUDE dans la fenêtre de messages.

Il suffit de copier la ligne de commande dans un fichier texte .BAT (WordPad) et remplacer le nom et le dossier (l'IDE utilise TEMP pour le résultat .HEX de sa compilation) par le chemin et le nom du fichier .HEX du Negzap contenu dans le .zip (sketch_negazap.ino.promicro.hex).

Exemple : PROG.BAT

C:\Users\gigi\AppData\Local\Arduino15\packages\arduino\tools\avrdude\6.3.0-arduino17/bin/avrdude -CC:\Users\gigi\AppData\Local\Arduino15\packages\arduino\tools\avrdude\6.3.0-arduino17/etc/avrdude.conf -v -patmega32u4 -cavr109 -PCOM21 -b57600 -D -Uflash:w:G:\CHEMIN/sketch_negazap.ino.hex:i

Ici le .HEX a été mis dans G:/CHEMIN, le port créé s'appelle COM21 (c'est le port bootloader qui monte pendant 8 secondes après un double RST), gigi est le nom de l'utilisateur (Win7 utilisé)

Il suffit ensuite d'exécuter ce fichier .BAT dans la fenêtre de commande CMD.
Il est nécessaire de faire un Reset du module au moment de lancer la commande, pour qu'AVRDUDE voie le port de programmation du bootloader. En faisant deux RST à GND successifs cela donne 8 secondes de délai dans le mode programmation pour le bootloader de Sparkfun. Il faut parfois essayer plusieurs fois et synchroniser le Reset et la commande.

L'IDE Arduino effectue ce reset via le bus USB en faisant open/close à 1200bauds du port USB, puis enchaine avec AVRDUDE sur le port de bootloader qui apparaît (voir le gestionnaire de périphériques pour avoir le nom du port COMx utilisé).

On peut aussi utiliser AVRDUDESS qui lance AVRDUDE depuis une interface graphique bien pratique : il suffit de choisir le fichier .HEX à programmer, le programmateur AVR109 (c'est le protocole utilisé par le bootloader du module), le port COMn qui monte (vu dans le Gestionnaire de périphériques) après deux RST successifs du module, ce qui laisse 8 secondes pour activer la programmation.

6 Utilisation

Au démarrage (ou reset en mettant RST du module à GND avec un fil) l'oled est effacé et la version du Negazap est indiquée. Ensuite si le mode courant n'est pas modifié par SWE, une séance peut démarrer immédiatement si demandé par configuration, sinon le logiciel est en attente de l'appui SW1 ou SWE_LONG pour configurer, en affichant les paramètres courant enregistrés. A tout moment SW1 peut démarrer ou interrompre une séance, qui se terminera au bout du Timer programmé ou au nombre de cycles voulus si c'est le mode Zapper.

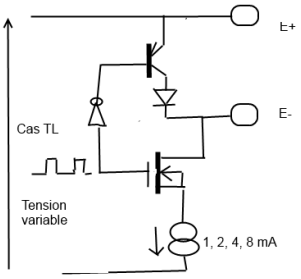
L'affichage se fait toujours sur 3 lignes de l'oled, en taille double 12x16 pixels pour la lisibilité sur des oleds 0.91 ou 0.96 pouces. Dans certains cas les nombres peuvent quand même s'afficher en taille normale 6x8 pixels s'ils ne rentrent pas sur cette ligne
Ligne1 : affiche l'état de la gestion des électrodes, la durée restante en mn. Cette ligne est inversée quand la séance est active.
Ligne2 : affiche la tension TENSION+ mesurée et calibrée en Volts entiers et des infos sur le prog USER en cours ou le cycle en cours dans le mode Zapper.
Ligne3 : affiche la fréquence courante ou la valeur du paramètre modifié dans les menus de configuration

La fréquence est modifiable à tout moment avec l'encodeur, l'appui bref SWE changeant l'incrément utilisé pour la modification (1KHz, 100Hz, 10Hz, 1Hz, 0.1Hz, 0.01Hz). L'affichage est en Hz avec 2 décimales pour les faibles fréquences ou en KHz avec une décimale pour des fréquences plus hautes. Les bornes MIN_FREQ et MAX_FREQ servent de butée dans ces modifications. Il est possible d'avoir une fréquence de 0.0Hz, dans ce cas OFF est affiché et le signal est coupé. Ceci sert pour indiquer les cycles Off du mode Zapper, et dans les programmes USER du mode Négativeur si on veut produire des séquences de type burst intermittentes.

Les menus de configuration sont activés/désactivés par SWE_LONG. Ensuite l'encodeur permet de faire défiler les paramètres configurables et leur valeur courante. L'appui bref SWE passe en mode modification du paramètre dont la valeur est alors mise entre crochets [ ]. L'encodeur modifie la valeur qui est confirmée par l'appui bref SW1, ce qui revient au défilement. En choisissant EXIT ou SAVE&EXIT on peut sauver ou pas les paramètres modifiés dans l'eeprom non volatile. La définition d'un programme USER est légèrement différente.
Un beep (désactivable) est émis à chaque activation/désactivation du signal et autres cas.

Mode ZAPPER

Dans ce mode le limiteur de courant est toujours actif ainsi que le rappel à TENSION+ de l'électrode E-.



Le signal varie de 0.6V à la tension maxi avec un courant limité.
La durée de séance est définie par le nombre de cycles On/Off (7/10mn)
SW1 active/désactive la séance. La première ligne en inversé indique que la séance est activée.
Le ligne 1 indique le mode Zapper (ZAP) suivi de la forme du signal (S : 1/10 ou 5/10) puis le courant en mA.
La ligne 2 indique la tension du stepup (après calibration), la durée du cycle ON du zapper et le nombre de cycles, séparés par / si le signal est inactif et : changeant en . chaque seconde si actif.

Zapper inactif

Zapper actif

Configuration ConfigZ

Menu de ConfigZ	**Effet**
SWE_LONG	Sort sans sauvegarder
EXIT	Sort sans sauvegarder, les paramètres sont modifiés
SAVE&EXIT	Sauve l'ensemble des paramètres et Users avant de sortir
FREQUENCE	Définit la fréquence du zapper : 1.5KHz, 15KHz ou 30KHz
COURANT	Définit le courant 1, 2, 4 ou 8mA
N CYCLES	Nombre de cycles du zapper
DUREE ON	Durée du cycle ON en minutes (de 5 à 20 minutes)
DUREE OFF	Durée du cycle OFF en minutes (de 5 à 20 minutes)
LIGHT	Réglage de la luminosité de l'oled de 1 à 100

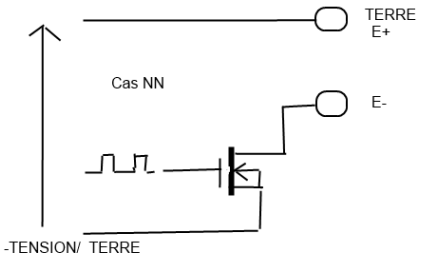
Mode Négativeur

Dans ce mode le mode de gestion des électrodes est configurable dans le menu ConfigN:

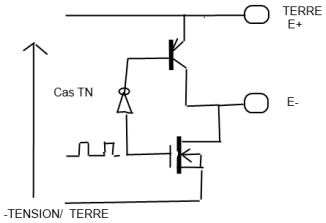
- Rappel de l'électrode E- à Tension+ actif ou non
- Limiteur de courant actif (courant réglable) ou court-circuité (sans limitation autre que la résistance série de 100ohms)

Ce qui fait 4 cas possibles. Ces cas sont codés en haut à gauche de l'écran :

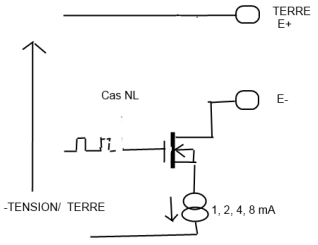
NN : le rappel à Tension+ est inactif et le limiteur est bypassé (c'est le plus proche d'un relais)



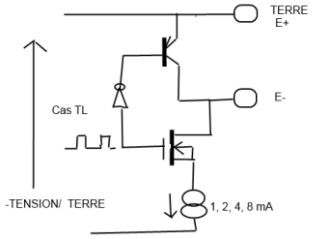
TN : le rappel à Tension+ est actif (Totempole) et le limiteur est bypassé



NLx : le rappel à Tension+ est inactif et le limiteur de courant est actif sa valeur est affichée en x mA



TLx : le rappel à Tension+ est actif et le limiteur de courant est actif sa valeur est affichée en x mA



Le champ S1 indique la forme du signal de 1/10 (pulse) à 5/10 (carré).
La durée en minutes affiche la valeur du Timer et la durée restante de la séance.

Signal inactif (User1)

Signal actif (User1)

La deuxième ligne indique la tension du stepup et User quand un programme User est choisi. Sinon Manuel est affiché.
En petits caractères s'affichent dessous :

- Si signal inactif : le nombre d'étapes du programme User et la durée de l'étape en secondes séparés par /
- Si signal actif : le numéro d'étape courant et la durée restante en secondes de l'étape séparés par : qui change en . chaque seconde.

Utilisation d'un programme USER

Il y a 4 programmes User : USER1, USER2, USER3, USER4.
Chaque programme peut contenir jusqu'à 32 étapes de fréquence, la fréquence pouvant être 0.0Hz ce qui coupe le signal. Chaque programme a une durée d'étape spécifique configurable en secondes.

Un mode USER est choisi avec SW1_LONG, ce qui active un menu de sélection permettant de choisir avec l'encodeur entre le mode Manuel ou un des quatre programmes USER. Le choix est activé par SWE, sans sauver la configuration.
Le mode USER peut aussi être choisi par défaut dans le menu de configuration ConfigN, en sauvegardant les paramètres.

Un programme User reboucle au début quand la durée Timer de séance (en minutes) n'est pas atteinte. De même il sera interrompu si la durée de séance est atteinte.
Un programme démarre toujours à la première étape.

Création d'un programme USER

Dans le menu ConfigN on affiche l'un des menus déroulants SET USERn , ce qui affiche le nombre d'étapes et la durée d'étape pour ce programme. L'appui de SWE fait passer en mode modification du programme :

- La première ligne indique SET USERn
- L'encodeur recule ou avance dans la liste des 32 étapes possibles, ce qui met à jour le nombre d'étapes de ce programme. Il n'est pas nécessaire de modifier la fréquence.
- Un appui SW1 fait sortir de ce mode
- Un autre appui SWE permet de modifier la fréquence avec l'encodeur qui devient affichée entre crochets [ ]. Les valeurs MIN FREQ et MAX FREQ ne sont testées ici, on peut descendre à 0.0
- Un appui SW1 termine la modification de cette fréquence et remonte au niveau précédent

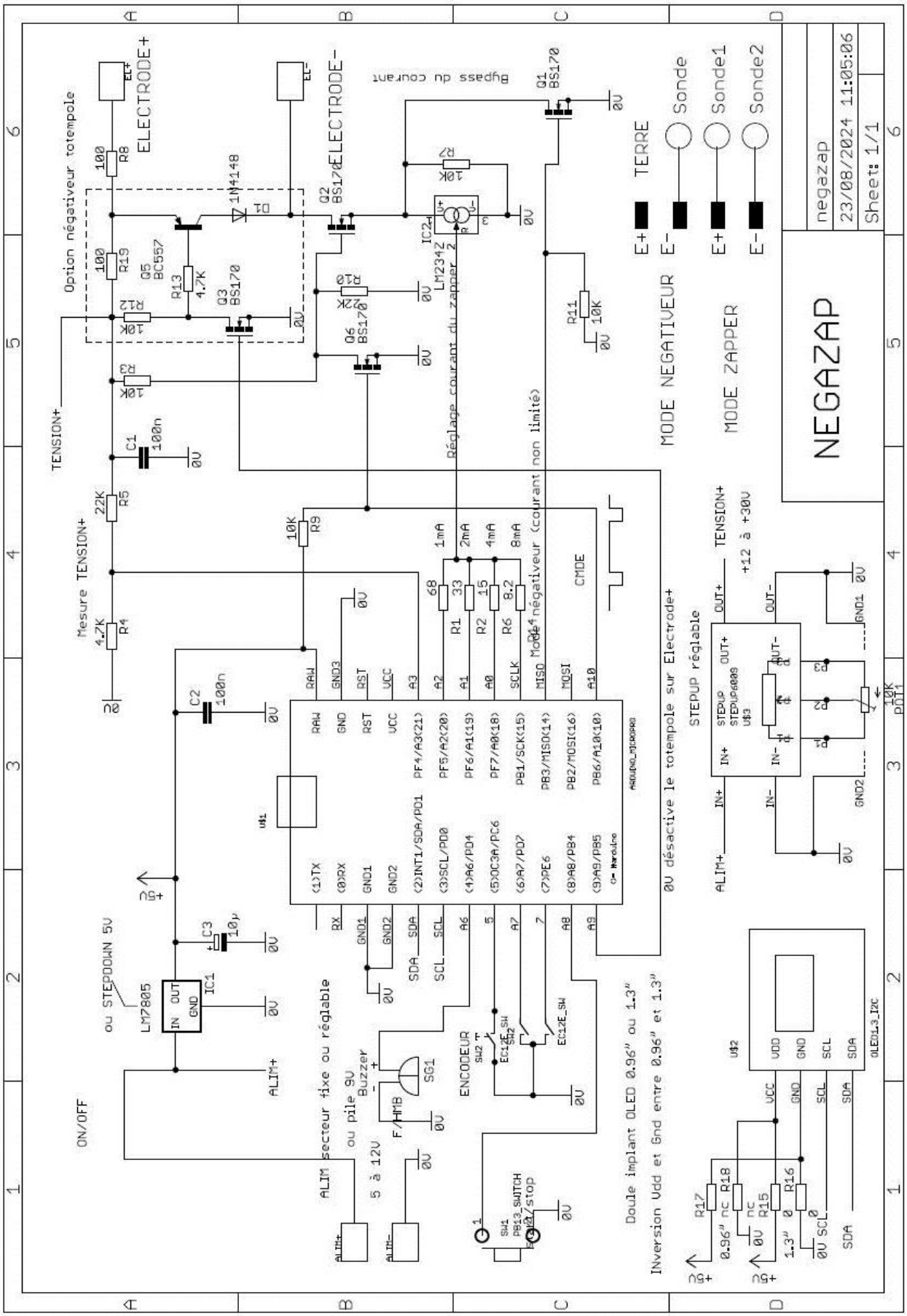
La taille du programme est marquée par la dernière étape visualisée.

La durée d'étape (en secondes) de chaque programme USER est modifiable par l'un des menus StepUsern

Configuration ConfigN

Menu de ConfigN	**Effet**
SWE_LONG	Sort sans sauvegarder
EXIT	Sort sans sauvegarder, les paramètres sont modifiés
SAVE&EXIT	Sauve l'ensemble des paramètres et Users avant de sortir
MIN FREQ	Fréquence minimale réglable
MAX FREQ	Fréquence maximale réglable
TENSION	Calibration de l'affichage de la tension du stepup : appuyer SWE, mettre la tension à fond, la mesurer avec un multimètre et afficher la même valeur, sortir avec SW1
TIMER	Durée maximale de la séance en minutes
%SIGNAL	Rapport cyclique du signal de 1 (pulse) à 5 (carré)
DEFAULT	Restauration de valeurs de défaut
USER1, USER2, USER3, USER4	Définition du prog USERn, affiche le nombre d'étapes et la durée de l'étape en secondes. SWE passe en SET USER pour balayer les étapes et définir la taille du prog, un autre SWE changera la fréquence de chaque étape.
UserStep1, UserStep2, UserStep3, UserStep4	Définition de la durée de l'étape (une par prog User) en secondes
LIMITEUR	Active ou inactive le limiteur de courant
TOTEM	Active ou inactive le rappel à Tension+ (TotemPole)
COURANT	Définit le courant 1, 2, 4 ou 8 mA
ENCOD	Définit le sens de l'encodeur DIR ou INV
BUZZER	Active ou inactive le buzzer (beep à l'activation)
MODE PROG	Choisit Manuel ou USER1 , USER2, USER3, USER4. (similaire à SW1_LONG en dehors de la config)
MODE	Change le mode NEGATIVEUR ou ZAPPER comme le choix par SWE actif à la mise sous tension.
LIGHT	Réglage de la luminosité de l'oled de 1 à 100

7 Annexes


NEGAZAP
negazap
23/08/2024 11:05:06
Sheet: 1/1
MODE NEGATIVEUR
MODE ZAPPER
TERRE
Sonde
Sonde1
Sonde2
ELECTRODE+
ELECTRODE-
Option négativeur totempole
Bypass du courant
Réglage courant du zapper
Mode négativeur (courant non limité)
Mesure TENSION+
TENSION+
CMDE
STEPUP réglable
+12 à +30V
0V désactive le totempole sur Electrode+
ON/OFF
ou STEPDOWN 5V
LM7805
ALIM secteur fixe ou réglable
ou pile 9V
5 à 12V
Buzzer
ENCODEUR
Doule implant OLED 0.96" ou 1.3"
INversion Vdd et Gnd entre 0.96" et 1.3"
OLED1.3_I2C