



Le Générateur d'argent colloïdal du crocodile

Version : V1.2

Date : 17 mars 2013

Auteur : croco31

Résumé :

Ce document décrit la construction d'un prototype de générateur d'argent colloïdal à arrêt automatique avec agitateur à vitesse réglable et inversion de sens de la tension des électrodes d'argent. Il peut être alimenté par un adaptateur secteur de +5V à +14V, ou par une batterie +6V ou +12V. La concentration finale peut être réglée de 5 à 25 ppm environ.



Avertissement :



Les informations données ici sont destinées à la réalisation expérimentale d'un montage électronique. L'auteur ne suppose aucune application thérapeutique de ce générateur et décline toute responsabilité suite à son usage.

1. Introduction

Depuis quelque temps circule sur le Net la mode de l'Argent colloïdal et de son générateur. On trouve des schémas plus ou moins complexes, allant d'un simple assemblage de piles 9V en série avec une résistance adéquate, jusqu'à des schémas assez complexes avec arrêt automatique et gestion de l'inversion de polarité des électrodes (pour équilibrer l'usure de celles-ci). Evidemment un certain business existe autour de tout cela, proposant des appareils très simples (trop simples et trop chers à mon goût! !) ou des appareils beaucoup mieux léchés donc coûteux (dispos aux US essentiellement, donc coûteux en port ou frais de douane).

Etant électronicien de base, je me suis intéressé à la réalisation d'un schéma simple (paradoxe : je n'aime pas trop passer mon temps à souder) à réaliser pour explorer les usages de l'Argent colloïdal, et j'essaye ici de partager ces informations, sur une base « Open Source ».

Note : bien que simple (pour un électronicien de profession) le schéma décrit ici demande quand même quelque expérience de soudure et de mise au point : ce n'est pas le guide de montage d'un kit tout fait accessible aux débutants !!

2. Le principe de base

La génération d'argent colloïdal (des colloïdes d'argent et non pas des ions argent) est effectuée :

- soit par un faible courant continu circulant entre deux électrodes d'argent : à basse tension
- soit par une haute tension entre deux électrodes d'argent (méthode HVAC)

Le but est de réaliser des agglomérats (colloïdes) d'atomes Ag dans de l'eau pure (distillée), de taille faible (quelques nanomètres), ce qui implique de limiter le courant circulant entre les électrodes (un maximum de 20mA est souvent proposé). Ces colloïdes se répartissent dans la solution, qui acquiert des propriétés bactéricides à des concentrations habituellement utilisées de 5 à 20ppm (ppm= partie par million). Un agitateur est conseillé pour limiter la taille des agglomérats, surtout si les électrodes sont proches, ce qui pourrait augmenter trop le courant (et donc la taille des colloïdes) par stagnation des atomes d'argent autour de l'électrode.

La solution finale est normalement limpide, mais a un goût métallique très net à partir de 5ppm. Elle doit être conservée dans une bouteille teintée ou à l'abri de la lumière.

3. Les électrodes d'argent et leur fixation

J'ai utilisé des électrodes en Argent pur à 99.99% pour éviter des métaux toxiques dans la solution. On en trouve facilement sur le Net. Les miennes ont un diamètre de 2.5mm et une longueur de 100mm. Elles devraient durer très longtemps.

En même temps j'ai approvisionné une bouteille de 500mL d'argent colloïdal à 15ppm ce qui a servi à l'étalonnage et aux premières mesures de résistance inter électrode. La bouteille teintée sert ensuite pour doser l'eau distillée à mettre dans le bocal du générateur et conserver l'argent colloïdal produit.

La fixation des ces électrodes se fait très bien en utilisant une prise à deux bornes de fils de haut-parleur (noire/rouge). Cette prise pince le fil et tient très bien les électrodes parallèles en maintenant un écartement connu de 2cm.



Mesure de résistance : pour une immersion de 70mm des électrodes de 2.5mm parallèles et espacées de 2cm dans une solution à 15ppm achetée toute faite et servant d'étalon (et dont le marquage 15ppm est supposé exact), la résistance mesurée est de 10Kohms. Cette immersion de 70mm est celle obtenue en posant le générateur sur le bocal utilisé in fine comme cuve et contenant 500mL. Pour une tension de 30V entre électrodes, cela donnera un courant de 3mA à 15ppm (6mA à 30ppm) environ, ce qui est très bien pour avoir des colloïdes nanométriques.

Dans le cas d'une eau distillée (achetée en pharmacie) sortie de sa bouteille en début de production, la résistance dépasse 200Kohms.

4. Caractéristiques visées

Mes objectifs initiaux étaient les suivants:

- arrêt automatique quand la concentration est atteinte
- protection en cas de court-circuit des électrodes
- faible courant pour obtenir de petits colloïdes
- inversion périodique de la tension des électrodes pour équilibrer l'usure de celles-ci et éviter trop de dépôt d'oxyde
- agitateur à vitesse réglable pour homogénéiser la solution, avec arrêt automatique
- calibration facile de l'appareil à partir d'une solution argent colloïdal déjà connue
- éviter l'usage d'un outil de mesure de la conductivité (coûteux et non adapté pour les faibles concentrations) pour vérifier la qualité de l'eau utilisée pour préparer l'argent colloïdal.
- schéma simple utilisant peu de composants faciles à trouver
- usage possible sur secteur (préférée) ou sur batterie 12V ou 6V voire sur piles.

Le schéma tient ces objectifs.

5. Le schéma de principe

Le schéma joint en annexe comprend trois parties :

- une partie alimentation qui produit une tension +32V à partir d'une source allant de +5V à +14V (pas plus car c'est la limite du TLC555 gérant la vitesse du moteur)
- une partie « électrodes » qui inverse la tension sur les électrodes, détecte le niveau de concentration et stoppe le processus quand la concentration demandée est atteinte.
- une partie gestion du moteur de l'agitateur permettant de régler sa vitesse de rotation

L'alimentation

A partir de la source (+8V dans mon cas car j'avais un adaptateur secteur 8V/200mA disponible) qui peut aller de +5V à +14V en pratique, le circuit élévateur de tension (Step_UP) LT1111-CS8 produit une tension de +32V environ (pas plus car c'est la limite de l'AOP IC1 LM358). La tension de sortie est réglée par le pont diviseur R15/R16. La diode D5 1N5819 est une diode Schottky. La résistance R14 de 10ohms limite le courant d'entrée. dans le LT1111.

Je n'ai pas monté de diode de protection de polarité en série sur l'entrée, car une fois la prise câblée, aucune erreur de sens n'est possible dans mon cas.

Attention : c'est la version réglable LT1111-CS8 de LinearTechnology qu'il faut utiliser, car il existe d'autres références LT1111 à tensions fixe 5V ou 3.3V qui changeraient la tension de sortie obtenue. On peut aussi utiliser d'autres composants, mais dans ce cas le schéma sera à adapter.

La tension $V_{cc}=+32V$ produite sert à alimenter le circuit oscillateur des électrodes.
Le circuit moteur est directement alimenté par la source externe +8V.

Cette partie alimentation peut être supprimée si on dispose déjà d'une source de +24V à +32V (alim labo) et si on n'utilise pas de circuit moteur (ou alors il faudrait rajouter un régulateur de tension pour redescendre à 12V par exemple (pour ne pas détruire le TLC555 ou LM555).

Le circuit électrodes

Ce circuit est la partie principale du générateur :

- il produit la tension alternée des électrodes
- il permet le réglage de la concentration à atteindre en mesurant le courant et stoppe l'ensemble quand elle est atteinte
- il stoppe en cas de court-circuit des électrodes

L'oscillateur de période 30 secondes environ est basé sur l'ampli opérationnel IC1A qui est un demi LM358 (un autre AOP double de type TL072 ou équivalent est utilisable, dans la mesure où il supporte une tension d'alimentation de 32V et où son courant d'alimentation propre n'est pas trop élevé (qqs mA), associé à la capacité C1 (47 μ F) et R5 qui fixent cette période.

R1 et R3 servent à polariser l'entrée + de l'AOP IC1A à la moitié de la tension d'alimentation (qui est plus basse que le Vcc de +32V à cause de la chute de tension dans Q1, dans la LED verte LED1 en série avec l'alimentation et de la chute de tension (0.8V maxi) dans la résistance de mesure du courant.

La sortie de IC1A est un signal carré entre 0V et +30V qui est appliqué à la première électrode.

L'autre moitié IC1B de l'AOP LM358 est un simple inverseur (car son entrée + est sur l'entrée - de IC1A et vice-versa), qui produit un signal carré en opposition de phase appliqué sur l'autre électrode. Cela permet d'inverser la tension appliquée sur les électrodes toutes les 30 secondes environ (durée non critique), ce qui équilibre leur usure et limite aussi leur oxydation.

Etant donné que la broche d'alimentation négative du LM358 (broche 4) n'est reliée au 0V qu'à travers R2 et R6, le courant circulant dans R2/R6 est toujours la somme du courant propre de l'AOP (c'est pourquoi il vaut mieux choisir un AOP qui consomme peu, bien que la calibration permette de s'affranchir de ce courant qui n'est qu'un biais constant de mesure) et du courant traversant les électrodes. De ce fait la tension aux bornes de R2/R6 augmente avec ce courant.

La résistance R6 de 47 ohms est un talon qui permet de limiter le courant maximal en cas de court-circuit : on est sûr d'avoir une tension même si le potentiomètre R2 (qui permet le réglage de la concentration à atteindre) est en position minimale.

La capacité C2 sert à filtrer le bruit sur le courant.

Le choix de la valeur de R2 de 1K permet un réglage de concentration entre 1ppm et 25ppm environ avec la distance choisie pour les électrodes (prise HP).

La détection du niveau de concentration atteint se fait grâce au thyristor T1, qui est un BT169 de faible puissance et qui déclenche lorsque la tension entre sa gâchette et sa cathode atteint 0.8V environ. Le fait d'utiliser un thyristor de faible puissance permet d'avoir une bonne sensibilité sans besoin d'un courant important de gâchette (< 1mA).

Une fois que le thyristor est déclenché il se met en conduction entre son anode et la masse, et reste en conduction (effet de mémorisation en utilisant seulement un composant à trois pattes).

Une fois déclenché T1 fait plusieurs choses :

- il allume la LED rouge LED2 qui indique la fin du processus
- il bloque le transistor Q1, ce qui coupe l'alimentation du circuit électrode (aucun courant ne passe dans les électrodes)
- il coupe aussi le circuit de contrôle du moteur agitateur (qui s'arrête) via la diode D1 (1N4148 mais une 1N5819 est bonne aussi)

La résistance R9 sert à bien bloquer Q1 mais aussi à faire passer assez de courant dans le thyristor T1. En effet celui-ci ne reste en état conduction que si assez de courant le traverse.

Le bouton poussoir S1 permet de court-circuiter T1, ce qui permet de relancer le processus, après avoir changé le réglage de concentration R2 (si pas assez élevé). Ceci permet aussi d'estimer le niveau de concentration ppm d'une solution après avoir étalonné : il suffit en effet de réduire le niveau jusqu'à ce que le LED2 rouge reste éteinte.

Pour arrêter un processus de production, il faut réduire à fond le potentiomètre R2 ce qui déclenchera l'arrêt.

La LED verte LED1 indique que du courant circule dans les électrodes. Sa luminosité peut indiquer le niveau de courant (en pratique il faut utiliser une LED peu lumineuse de 20mA sinon elle s'allume brillamment au moindre courant et ne permet pas de distinguer l'augmentation du courant au fil du processus).

L'agitateur

L'agitateur utilise un simple moteur trouvé dans un vieux lecteur DC cannibalisé (ouverture du plateau). Ce moteur tourne trop vite en 8V.

Le circuit IC2 classique à base de 555 (préférence pour le LTC555 cmos qui consomme peu) permet d'avoir une fréquence constante avec un rapport cyclique variable qui découpe par le transistor Q2 la tension 8V pour régler la vitesse de rotation. La diode D2 protège Q2 contre les surtensions.

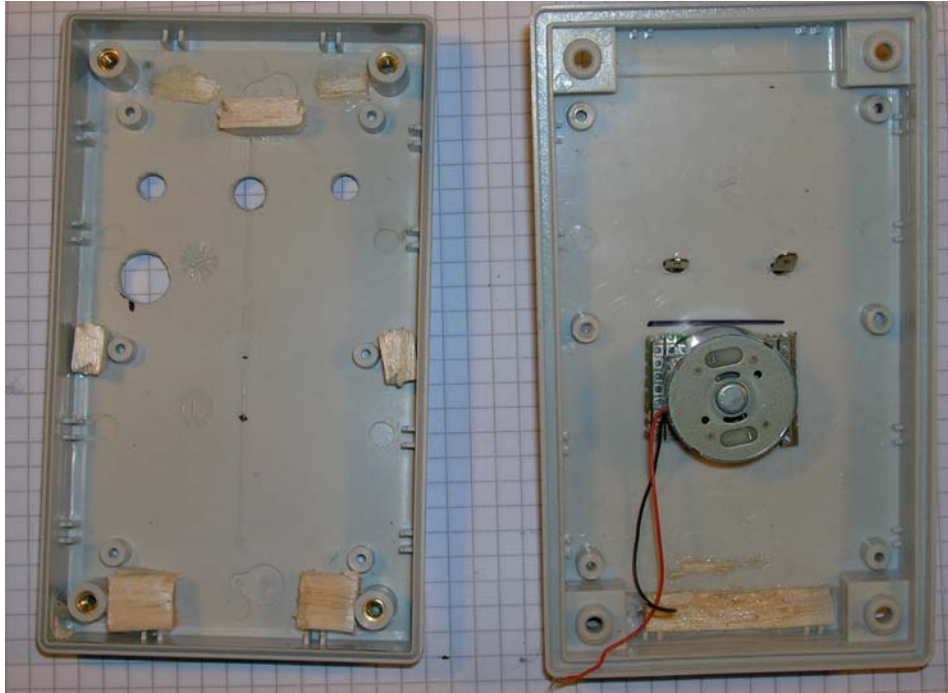
L'agitateur est un simple tuyau plastique coudé et pincé, emmanché sur l'axe du moteur.

6. La mise en boîte

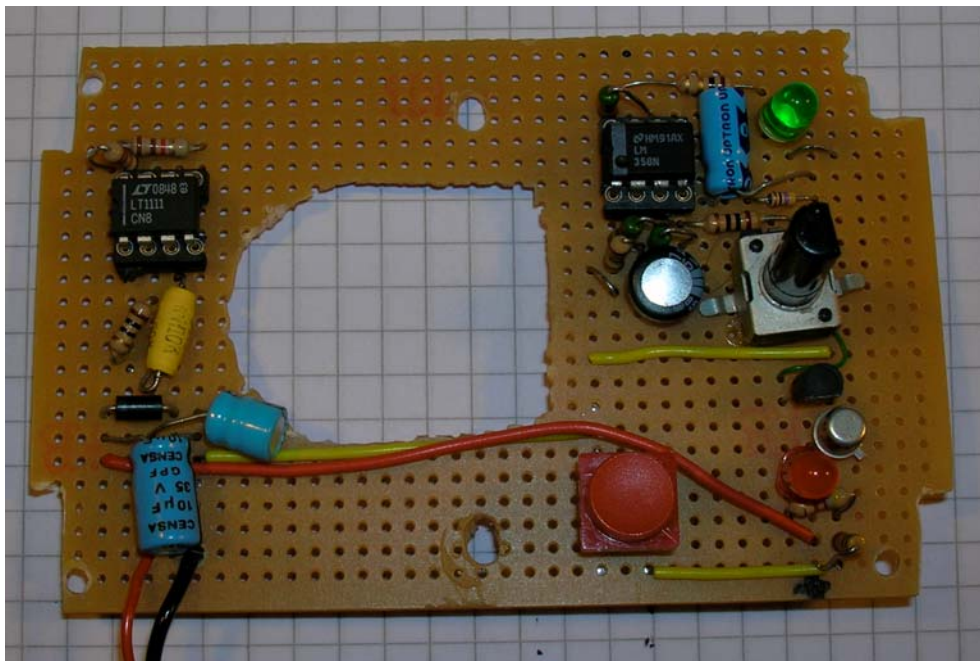
J'avais une boîte sous la main : le tout est intégré à la diable dedans :

- les circuits sont montés sur une carte Veroboard à bandes où j'ai fait un trou pour intégrer le moteur
- le moteur est collé sur le fond du boîtier en laissant dépasser l'axe : l'agitateur lui-même es emmanché « doux » sur cet axe à chaque usage ce qui suffit en l'entraînant dans la solution.

Quelques photos valent mille mots :



Boîtier et fixation du moteur



Montage des circuits (circuit moteur pas encore monté)



Face avant et arrière



Le générateur terminé.

7. L'étalonnage

Le problème restant a été d'étalonner le potentiomètre de réglage du niveau de concentration absolu en PPM. Comme il est difficile et coûteux de trouver un appareil de laboratoire mesurant la concentration d'une solution d'Ag colloïdal j'ai opté pour la méthode suivante :

- 1) achat sur le Net (www.biocolloidal.fr) d'une bouteille de 500mL d'Ag colloïdal tout fait et donné pour 15ppm (j'ai fait confiance à cette valeur du fournisseur : de toute façon c'est le goût qui compte et si cela me va c'est que je me peux me baser dessus)
- 2) achat (sur commande) en pharmacie d'une bouteille d'1L d'eau distillée de laboratoire pour 4Euros environ (ne pas confondre avec l'eau stérile qui est souvent proposée à la place)

La mesure de la résistance entre mes électrodes espacées de 2cm et immergées de 70mm dans cette solution de 15ppm m'a donné 10Kohms.

Une fois l'appareil tout monté, j'ai d'abord mis un potentiomètre de 220Kohms linéaire à la place des 2 électrodes, ce qui permet de faire varier la résistance inter-électrode et simuler la variation de concentration vue par le circuit:

- en réglant cette résistance à 10Kohms j'ai d'abord vérifié que la diode verte reste allumée en réglant le potentiomètre de concentration au maximum
- que la LED rouge s'allume et reste allumée pour une position plus basse du potentiomètre : cela teste le détecteur de courant et le thyristor et l'arrêt du moteur agitateur
- que l'appui sur le bouton poussoir relance la LED verte après avoir légèrement remonté le niveau de concentration
- en réglant la résistance inter électrodes à 200K (cela simule une faible concentration voire l'eau distillée) je vérifie que la LED verte reste allumée
- en baissant ensuite cette résistance jusqu'à 5Kohms, je vérifie que la LED rouge s'allume chaque fois pour la même valeur de concentration demandée (fidélité de la balance..)

A ce point, je sais que l'appareil fonctionne, mais je n'ai pas de repère absolu en PPM (ce n'est pas tout à fait vrai car j'ai mesuré 10Kohms avec la solution 15ppm de référence).

Il ne reste plus qu'à remplir le bocal définitif (pot de compote de 450ml environ) avec la solution Ag à 15ppm et immerger les électrodes à 70mm ou autre hauteur adéquate pour juste remplir la bouteille de 500mL qui sera réutilisée car teintée (tracer un repère sur le bocal et un autre au 2/3 du volume).

En réglant le niveau de concentration jusqu'à ce la LED rouge s'arrête immédiatement on obtient un premier point de consigne à 15ppm sur le niveau de concentration (point au feutre).

J'ai ensuite dilué 2/3 de solution 15ppm avec 1/3 d'eau distillée (en remettant le 1/3 enlevé dans la bouteille d'Ag à 15ppm) , ce qui me donne une solution, à 10ppm : cela donne un autre point au feutre à 10ppm sur le niveau de réglage.

Le dernier point à 5ppm (cela me suffit) a juste été extrapolé car le potentiomètre est linéaire, mais on aurait aussi pu diluer encore.

Et là il suffit de lancer le processus en remettant le réglage sur 15ppm ce qui remonte la solution diluée à 15ppm.

On en profite pour régler la vitesse de l'agitateur.

On peut alors comparer au goût tant qu'il reste de la solution étalon.

A la vôtre....

Noter que sans avoir d'appareil de mesure de PPM, on peut vérifier une eau ou solution inconnue en utilisant le potentiomètre de réglage jusqu'à allumer la LED rouge (la mesure prend trop peu de temps pour modifier la teneur en Ag).

8. La production pratique d'argent colloïdal

Personnellement j'ai déjà fabriqué quelques litres avec l'appareil :

- en poussant le niveau à fond pour un usage désinfectant/désodorisant dans un pulvérisateur à tout faire : toilettes, évier, chaussures, bac à légumes, tapis du chat,...
- en restant autour de 10/15ppm pour usage interne



J'utilise de l'eau distillée achetée en pharmacie. En pratique j'obtiens toujours une solution limpide et peu d'oxydation des électrodes nettoyées à chaque usage avec de l'essuie-out.

En mettant moins d'eau dans le bocal (électrodes immergées de 35mm par exemple), cela double la concentration finale pour un réglage donné. Le même effet se produit si les électrodes sont écartées. Pour bien contrôler la concentration, il faut bien les mettre parallèles.

En amorçant la réaction par un reste de solution précédente (10% de la bouteille que je complète avec l'eau distillée), il faut environ 1H et plus pour fabriquer 450mL de solution à 15ppm, mais comme cela s'arrête tout seul pas de problème.

9. Annexe : schéma

Version V1.1 du 28/2/13 :

J'ai fait une petite modification au niveau du potentiomètre de réglage de concentration. Cette correction n'a pas d'effet pratique dans mon cas (électrodes distantes de 2cm) car la résistance à 15ppm est de 10Kohms, ce qui limite le courant à 3mA pour 30V entre les électrodes et de ce fait cette tension chute de $1K \times 3mA = 3V$ ce qui est sans impact notable. Par contre pour un courant plus fort (électrodes plus proches et haute concentration) la chute de tension dans R1+R6 peut être beaucoup plus grande (10V à 10mA), et perturber le réglage.

La modification consiste à relier le curseur du potentiomètre R1 au point haut (broche 4 du LM358). En faisant cela, la chute de tension dans R1+R6 ne dépassera pas la tension de seuil d'amorçage du thyristor (0.8V environ), et la tension entre les électrodes restera constante jusqu'à l'arrêt du processus.

Pour le réglage MXI PPM R1 devient égal à 0ohms, et c'est la résistance talon de R6= 47ohms qui génère la tension (soit pour 20mA environ).

Pour le réglage minimum MINI PPM R1 vaut 1Kohms, ce qui déclenchera l'arrêt pour 0.8mA environ.

Note : câbler R1 dans le bon sens pour que la concentration baisse en tournant dans le sens antihoraire, c'est plus logique.

