

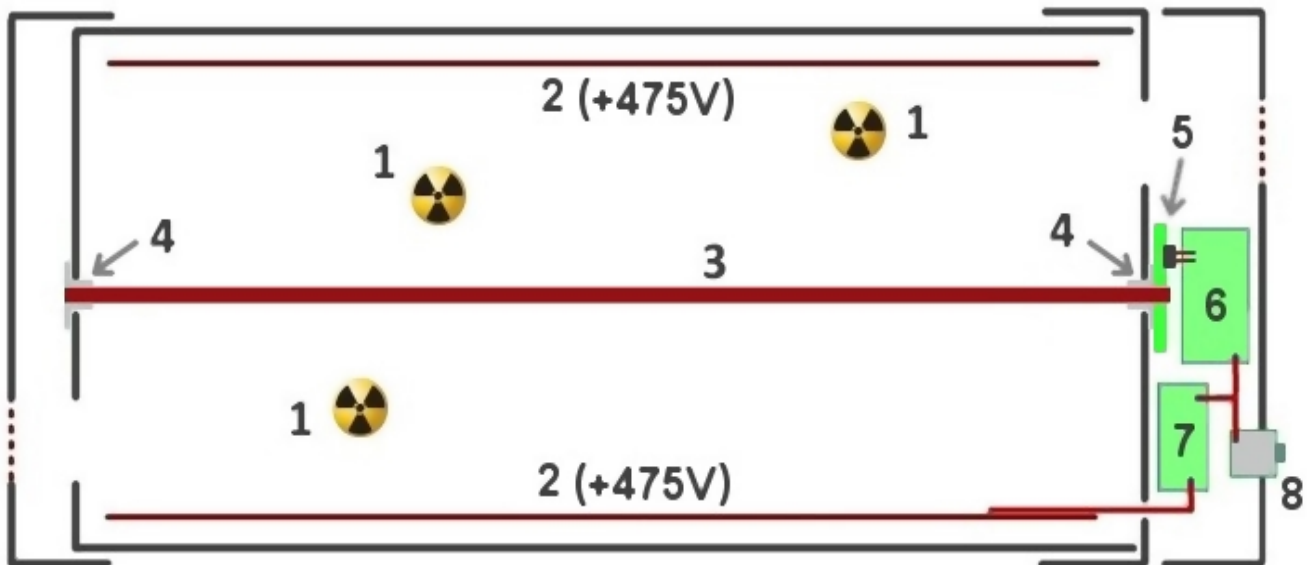
theremino
•the•real•modular•in-out•

Theremino System

Chambre d'ionisation Electronique

Version 7

Schéma fonctionnel de câblage

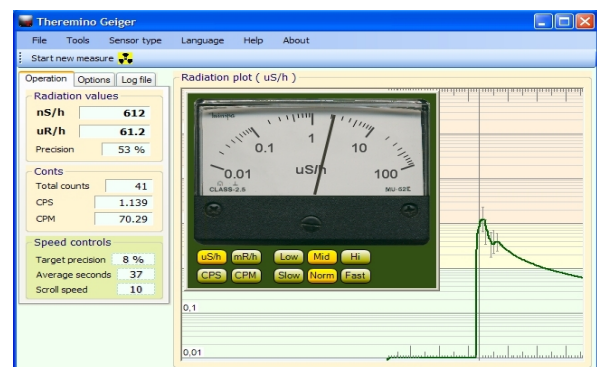


Chaque désintégration du radon (1) ionise l'air et produit des milliers de paires électron-ion. Le fort champ électrique dans la chambre attire rapidement les ions vers l'électrode centrale (3), isolée par des œillets en plastique (4) et connectée électriquement au FET(5).

Les électrons sont attirés par le revêtement (2). En quelques millisecondes, tous les électrons produits par la désintégration du revêtement traversent le générateur de haute tension (7), l'amplificateur (6) et le FET (5) et se recombinaient avec les ions positifs.

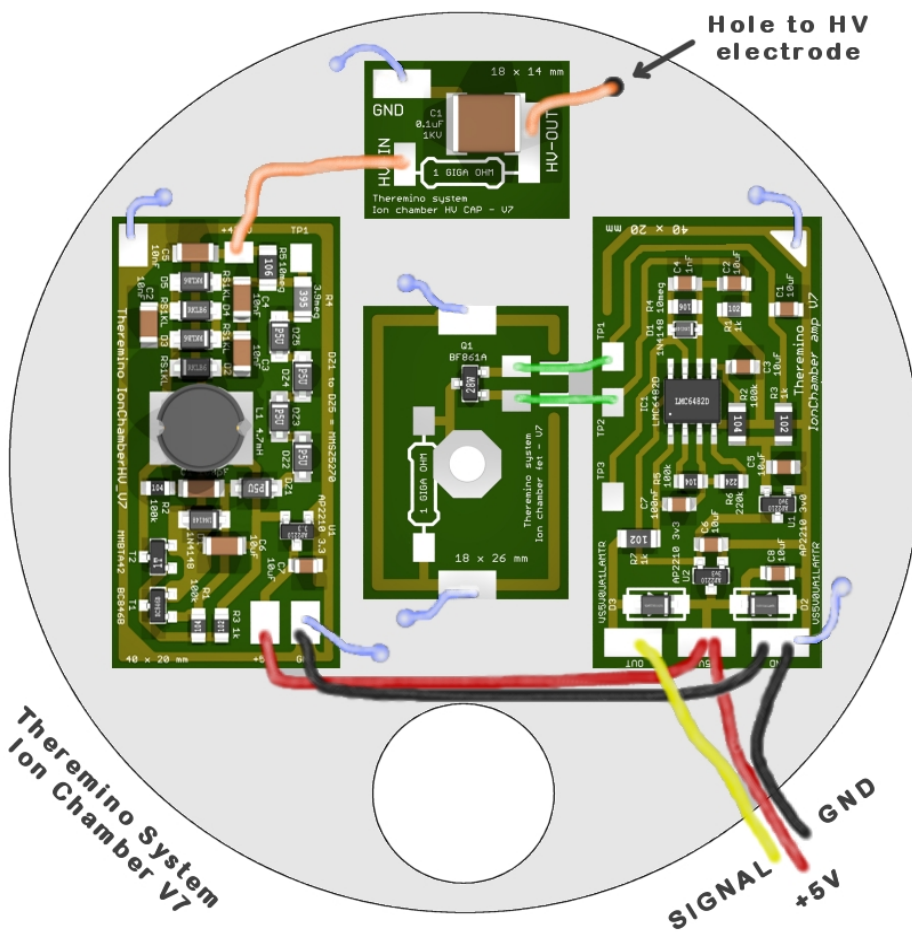
Le faible courant d'électrons est d'abord amplifié par le FET. Ensuite, l'amplificateur et le discriminateur de largeur d'impulsion (6), écartent les impulsions de faible énergie et l'îlot de radiations alpha produites par le radon et ses descendants.

Le connecteur de sortie (8) peut être connecté directement à un PIN standard **configuré comme un simple "Counter"** (pas de "FastCounter" qui serait superflu pour quelques impulsions par seconde de Radon).



Normalement, vous utilisez un module Theremino_Master, qui fournit l'énergie à la chambre d'ion et envoie les comptages au logiciel Theremino_Geiger, via l'USB. Un seul Master peut alimenter jusqu'à douze chambres d'ionisation, avec des liaisons de plusieurs centaines de mètres de longueur et collecter toutes les données. Certaines de ces chambres pourraient être remplacées par des capteurs Geiger pour les rayons alpha, bêta et gamma ou par des capteurs environnementaux, pour mesurer, par exemple, les mm de pluie, la température et l'humidité.

Visualiser tous les liaisons



Les modules PCB sont devenus si petits et si légers que vous pouvez les fixer avec des fils de cuivre étamés rigides (en bleu sur cette image).

Les fils d'ancrage sont soudés à la surface du fer blanc (ou à la surface recouverte de ruban de cuivre dans les versions professionnelles de la chambre).

En outre (mais nous le verrons mieux plus tard), en recouvrant le FET d'un écran rectangulaire et le trou d'une fine maille de laiton, il est possible de faire fonctionner la chambre ouverte, avec l'électronique complètement accessible, comme on le voit sur cette image. Et c'est très pratique quand on veut tester les composants avant de fermer la chambre.



Générateur haute tension - Notes

Cette nouvelle version "IonChamberHV_V7" est considérablement plus stable que les précédentes, la tension produite ne varie que d'un ou deux volts, avec des variations de température de +/- 30 degrés Celsius. Au contraire, les versions précédentes, dans les mêmes conditions, variaient également de 50 volts et plus.

En outre, la précision de la tension a également augmenté et on peut s'attendre à ce que, en l'absence de défauts ou d'erreurs, tous les exemplaires donnent une tension de 475 +/-2 volts, sans qu'il soit nécessaire de les calibrer.

Ce n'est probablement pas nécessaire, mais plus loin sur cette page nous expliquons comment vérifier la tension et comment vérifier que le stabilisateur a une bonne réserve de tension.

Vérifiez la tension

La tension de sortie d'environ 475 Volts n'est pas critique, le nombre de comptes change peu avec des tensions de 450 à 500 Volts, mais vous pouvez la contrôler si vous le souhaitez. Pour mesurer la tension produite, **il n'est pas possible d'utiliser un testeur normal**, vous devez donc utiliser la sonde de cette page <http://www.theremino.com/blog/gamma-spectrometry/hardware-tests#hv>

Modifier la tension

La tension nominale est de 475 volts. Une tension inférieure à 470 ou supérieure à 480 volts peut être causée par une zener ou d'autres composants défectueux.

Si la tension n'est pas correcte, il faut d'abord chercher le composant défectueux, mais si nécessaire, vous pouvez modifier la tension en agissant sur R3 et R4.

- ◆ En augmentant la valeur de R3 la tension diminue (mais il est préférable de ne pas faire varier R3 de beaucoup)
- ◆ En augmentant la valeur de R4, la tension augmente (il est préférable d'agir sur R4 plutôt que sur R3, mais dans ce cas aussi, il n'est pas bon de le faire varier trop).

Vérifier que la tension peut monter jusqu'à 600 Volts et plus.

Ce contrôle permet de s'assurer que la stabilisation continue à fonctionner, même avec une faible tension d'alimentation et des températures ambiantes extrêmes (évittez toutefois de laisser la chambre travailler à l'extérieur pendant de longues périodes car elle souffre de l'humidité).

Pour faire ce contrôle, le voltmètre est maintenu connecté et la diode D1 est court-circuitée, en faisant cela la tension devrait beaucoup augmenter.

Normalement, la tension s'élève à environ 600 - 700 volts. Si la tension dépasse 600 Volts vous pouvez être sûr que la stabilisation fonctionne avec une bonne marge, si elle ne les dépasse pas cela peut être dû à une L1 trop faible (moins de 3 mH) ou à d'autres composants un peu hors caractéristiques.

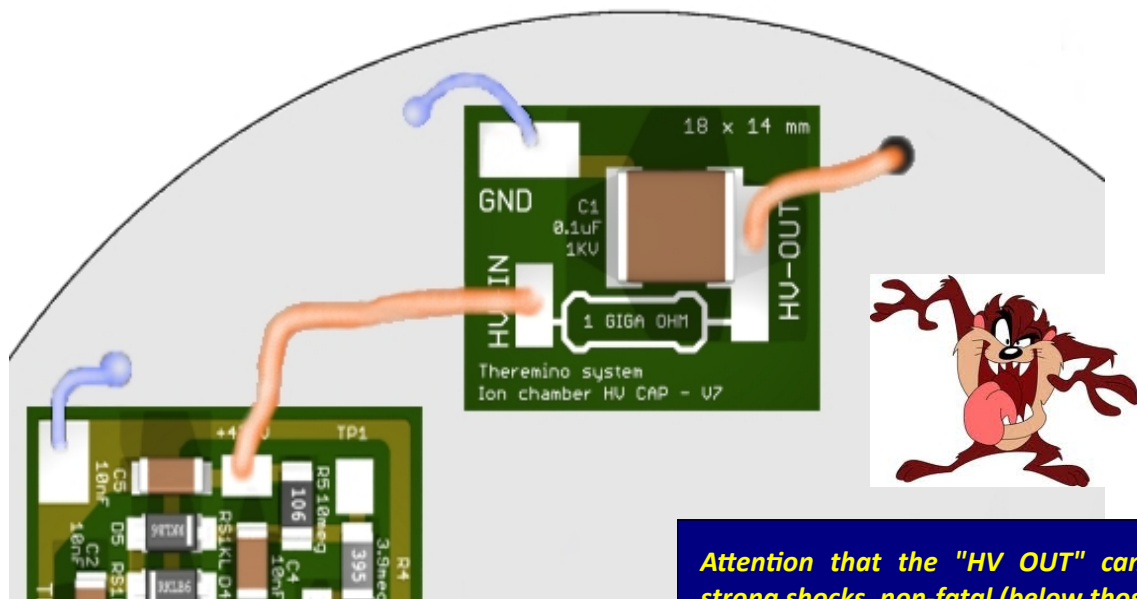
Pour augmenter cette tension réduisez R3 à 820 ohms (si même avec 820 ohms les 600 volts ne sont pas atteints alors il doit y avoir une erreur ou un composant défectueux). En changeant R3, on change aussi la tension de travail, il faudra la contrôler à nouveau et probablement retoucher R4.

Générateur haute tension - Liaisons

La sortie du module générateur haute tension est reliée au module "HV CAP V7" par un fil isolé (orange sur cette photo).

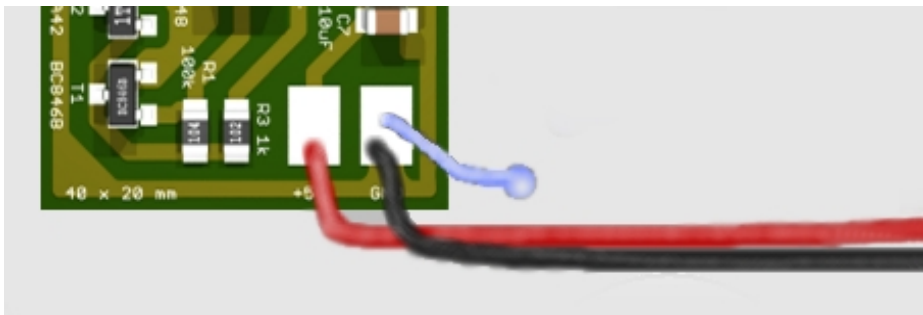
Le module HV CAP élimine tout bruit résiduel provenant de la commutation du générateur au moyen d'une résistance de 1 giga ohm et d'un condensateur 0,1 uF 1000 V.

Un second fil isolé transporte la tension filtrée pour alimenter l'électrode cylindrique extérieure de la chambre, en passant par un trou. Ceux qui veulent construire de manière plus fiable peuvent également ajouter un tube de gaine isolante au point de passage, afin d'augmenter l'isolation et d'éviter que les parois du trou n'affectent le revêtement isolant du fil.



Attention that the "HV OUT" can give strong shocks, non-fatal (below those of a "Taser"), but very unpleasant.

Le module générateur (comme tous les autres modules) est fixé au moyen de deux fils nus, bleus sur cette image, soudés à la base en fer blanc ou recouverts de ruban adhésif en cuivre.



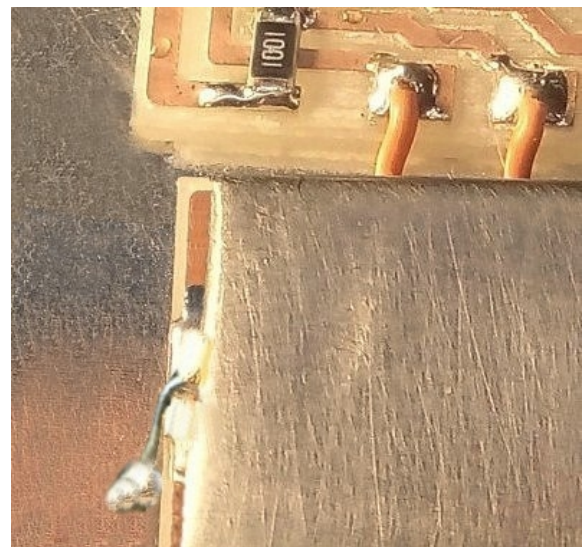
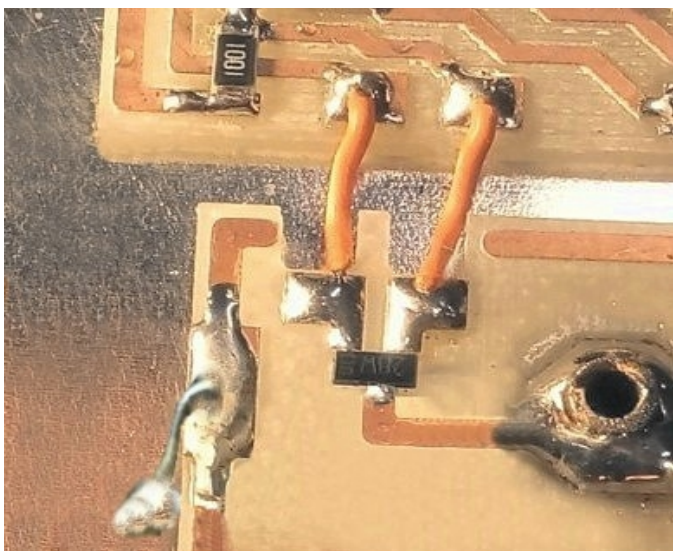
La tension d'alimentation du module générateur provient des 5 volts fournis par l'USB, au moyen des deux fils rouge et noir isolés.

Le FET et l'électrode centrale

La grille du FET et l'électrode centrale sont les parties les plus sensibles de toute la chambre. Elles doivent donc être préparées, soudées et blindées avec soin.



Le module FET (comme tous les autres modules) est fixé au moyen de deux fils nus soudés à la base en fer blanc ou recouverts de ruban adhésif en cuivre. Ce module est ensuite recouvert d'un écran en tôle étamée (feuille de fer blanc) et le couvercle est soudé des deux côtés.



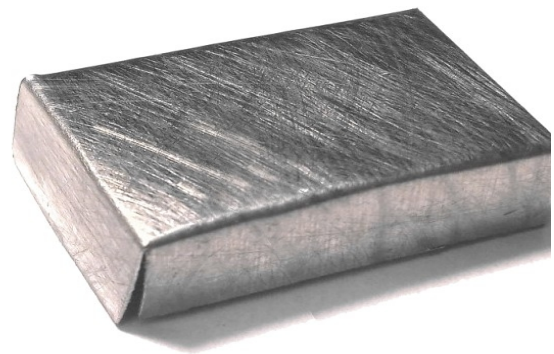
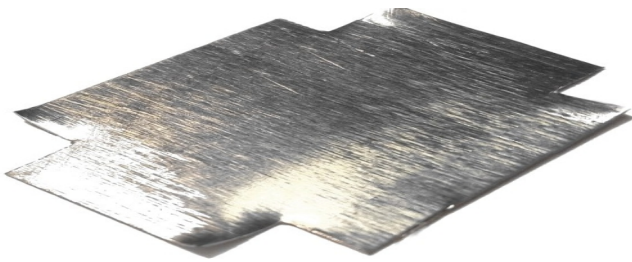
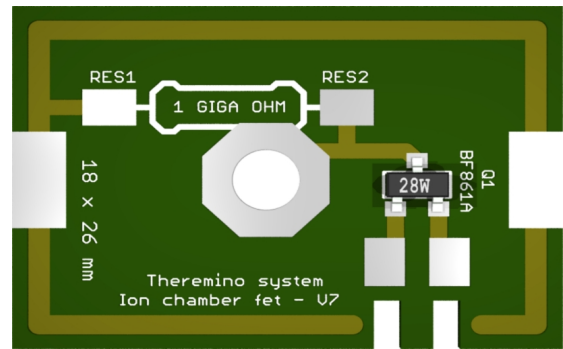
Sur l'image de gauche, vous pouvez voir le FET sans blindage, avec les deux fils qui transportent le signal vers l'amplificateur.

Dans l'image de droite vous pouvez voir que l'écran a été appliqué. Ici, vous ne pouvez voir que la soudure à gauche, mais pour plus de solidité, l'écran doit être soudé aux deux plaquettes.

Blindages

Le blindage à appliquer sur le FET doit mesurer 17 x 22 mm.

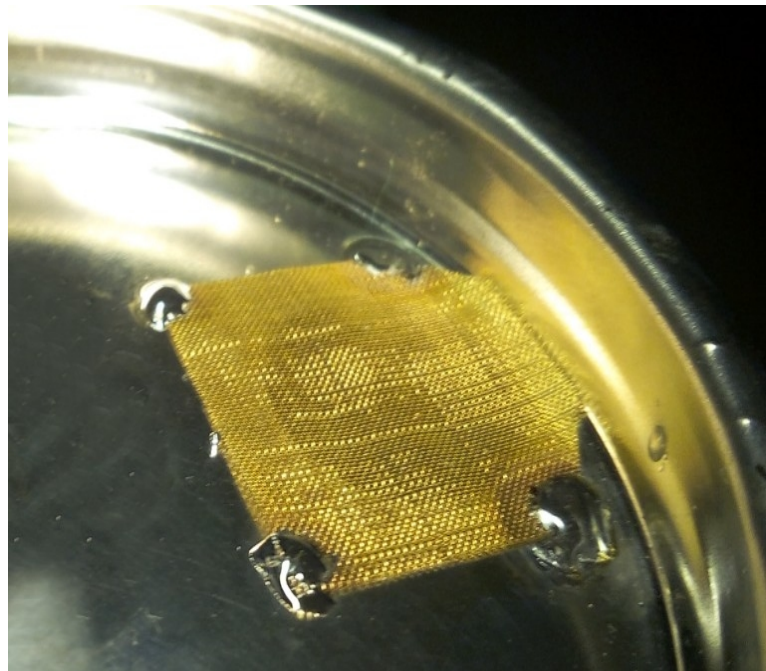
Il est préparé en coupant la tôle avec des ciseaux, puis en la pliant avec une pince.



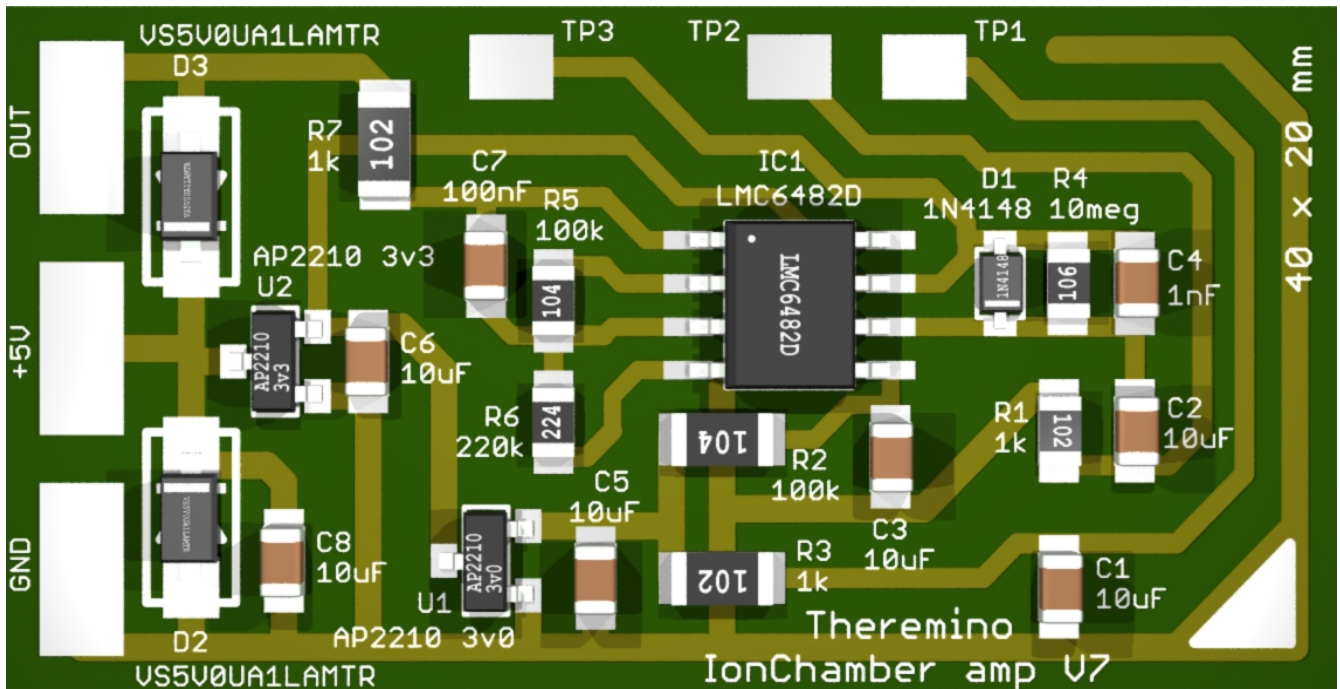
En plus du circuit FET, l'électrode interne est également très sensible aux bruits provenant du système électrique.

Par conséquent, si vous ne protégez pas les trous, il suffit de rapprocher les mains et cela provoquera de fortes perturbations. Il deviendrait donc impossible d'effectuer des tests et des mesures avec la chambre ouverte.

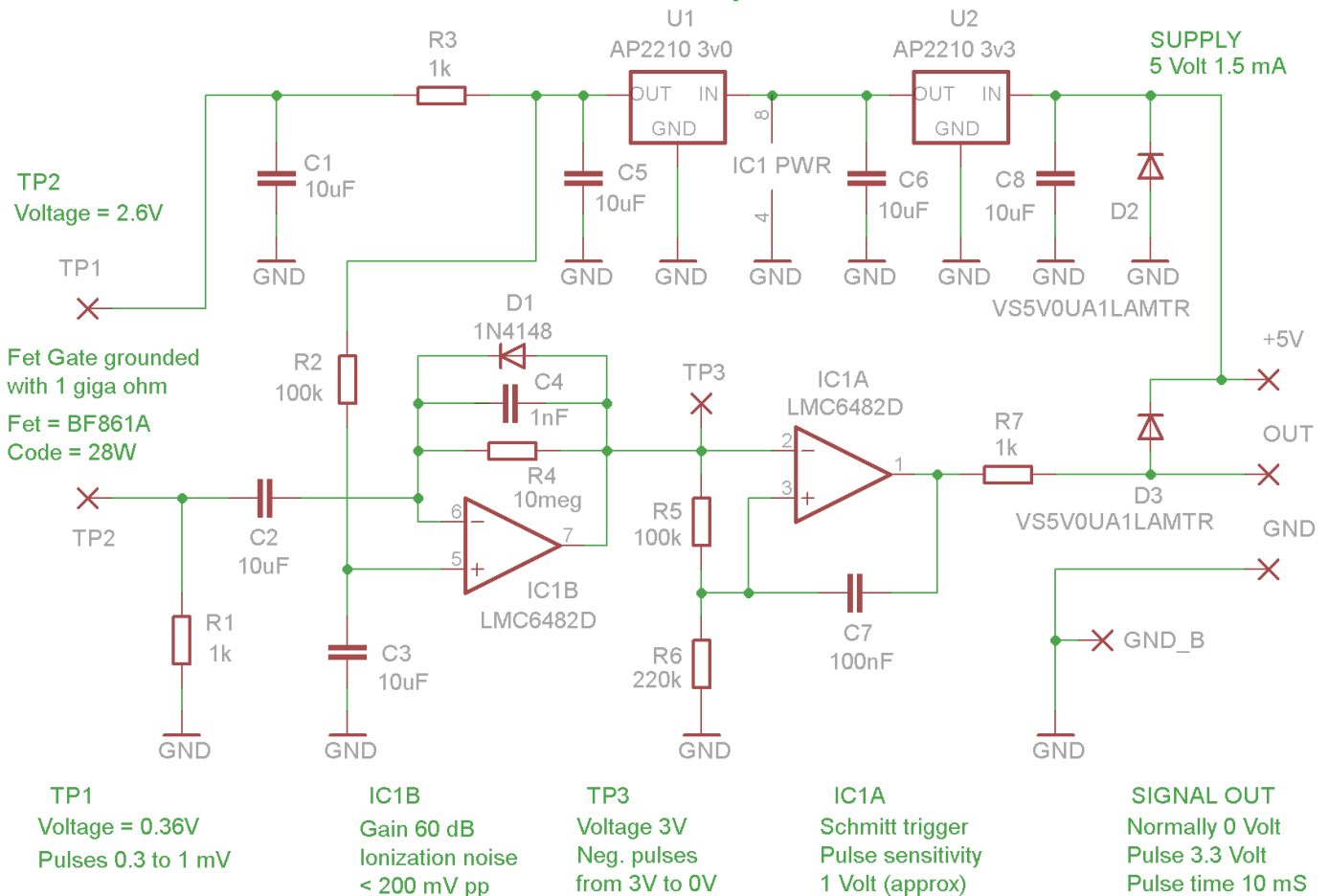
Pour protéger l'électrode interne, un carré de maille fine en laiton est soudé sur les trous, comme on peut le voir sur l'image de droite.



Amplificateur de signal - Version 7



Theremino - Ion chamber amp - V7



Amplificateur de signal - Fonctionnement

Le régulateur **U2** transforme les 5 volts de l'USB, qui sont très bruyants (jusqu'à 100 mV de bruit), en un 3,3 volts très stable avec un bruit autour de 500 uV. Le régulateur **U1** produit un autre 3 volts stabilisé. **R3** et **C1** filtrent le bruit et alimentent le FET avec une tension de 2,6 volts presque sans bruit (seulement quelques microvolts).

Le **FET** amplifie environ 5000 fois les impulsions de courant très faibles (environ 1 pA), produites par les ionisations et produit des impulsions de courant d'environ 5 uA. Ces impulsions passent par **C2** qui élimine la composante continue et ne laisse passer que les variations. Les impulsions de courant sont ensuite amplifiées par **IC1B** et transformées en impulsions de tension négative de quelques Volts d'amplitude.

R2 et **C3** filtrent la tension de 3 Volts des bruits résiduels. La tension de 3 volts sur la broche 5 établit une référence précise pour **IC1A**, qui se stabilise alors avec une tension de sortie de 3 volts.

C4 limite la bande passante et augmente le rapport signal/bruit. **R4** limite le gain et **D1** limite le sursaut des impulsions lorsqu'elles reviennent à la ligne de base.

A la sortie de **IC1B** sur le point **TP3**, il y a les impulsions produites par les désintégrations mais elles ne sont pas toutes de la même amplitude. La plus faible chute depuis les 3 Volts de base jusqu'à 2,5 Volts, la plus forte chute jusqu'à zéro. Cela se produit parce que certaines désintégrations ont lieu près de la paroi extérieure ou dans les zones terminales du cylindre, où le champ électrique est le plus faible.

R5, **R6**, **C7** et **IC1A** agissent comme un " trigger de schmitt " qui ne laisse passer que les impulsions dépassant une certaine tension. La tension limite est donnée par la valeur de **R6**.

Avec **R6** = 100k, seules les impulsions qui chutent d'au moins un Volt et demi sont comptées.

Avec **R6** = 220k, seules les impulsions qui chutent d'au moins 1 volt sont comptées.

Avec **R6** = 330k, seules les impulsions qui chutent d'au moins 0,7 Volt sont comptées.

Avec **R6** = 470k, seules les impulsions qui chutent d'au moins 0,5 Volt sont comptées.

L'augmentation de la valeur de **R6** augmente également la sensibilité de la chambre car les événements qui se produisent dans les zones terminales du cylindre, où le champ électrique est le plus faible, sont également collectés. Mais augmenter la sensibilité rend aussi l'appareil plus sensible aux perturbations mécaniques. Il vaut mieux ne pas dépasser 220k, sinon la chambre deviendrait trop sensible aux bruits et aux vibrations externes.

Pour les dernières chambres d'ionisation, nous avons adopté une valeur standard de **220k** pour **R6**.

A la sortie de **IC1A**, les impulsions sont positives et toutes identiques en hauteur et en durée (3,3 Volt et environ 5 mS).

La résistance **R7** transporte le signal vers le fil de sortie et isole **IC1B** de la capacitance du fil. De cette façon, il n'y a pas d'auto-oscillations et de sursauts même avec des câbles très longs. Des câbles d'une longueur de plusieurs centaines de mètres peuvent donc être utilisés.

Les diodes **D2** et **D3** sont des composants spéciaux qui protègent l'électronique pendant les orages, en bloquant toute surtension provenant du câble de connexion. Dans le passé, certaines chambres, dotées de très longs câbles, ont recueilli suffisamment d'énergie en provenance de la foudre pour griller. Avec ces diodes, cela ne se reproduira plus jamais.

Amplificateur de signal - Câbles de connexion

Si le fil qui va au Theremino Master PIN est court, vous pouvez utiliser les rallonges normales mâle femelle non blindées. Il est également possible de connecter plusieurs rallonges en série pour augmenter la longueur.

Si le câble est plus long que quelques mètres, il est bon qu'il soit blindé (un câble de microphone standard avec la décharge de traction du cordon et les deux fils rouge et noir est parfait).

Pour des raisons de sécurité et conformément à la loi, le câble, même s'il est blindé, ne doit pas passer dans les gaines ou les conduits de l'installation électrique.

Important : Si le câble est plus long que quelques mètres, vous devez bloquer le courant de signal et le connecter à travers une résistance de 100k, placée à quelques centimètres du Master PIN. Cela permet d'éviter que le bruit provenant du câble ne dépasse la tension d'entrée tolérable du Pin (3,3 volts maximum). Si elle dépasse 3,6 volts, avec un courant supérieur à 100 uA, le micro-contrôleur interrompt la communication avec l'USB. Si la communication est perdue, vous devez restaurer manuellement l'application HAL, appuyez sur le bouton "Recognize".

Amplificateur de signal - Contrôle des tensions

Pour s'assurer que la chambre fonctionne bien, il suffit de la monter soigneusement et de la tester avec le Theremino Geiger. Mais, disposant d'un multimètre, cela ne nuirait pas de contrôler aussi les tensions.

Allumez, attendez trente secondes, puis vérifiez avec un multimètre la tension entre GND et les points TP1, TP2 et TP3.

Pendant ce contrôle, comme vous ouvrez le couvercle supérieur, vous devez essayer de ne pas déranger le FET. Ne mettez pas votre main dans le trou, supprimez les lampes à économie d'énergie. Evitez de secouer la chambre et éventuellement connectez le testeur avec des fils et attendez 30 secondes, sans rien bouger, que les tensions se stabilisent.

Cherchez également à protéger la partie supérieure, en fermant partiellement le couvercle. Tous les couvercles et bords doivent être mis à la terre. Ceux avec leurs ancrages inférieurs et supérieurs soudés avec un fil provisoire, de sorte que vous puissiez ouvrir et fermer pendant les tests.

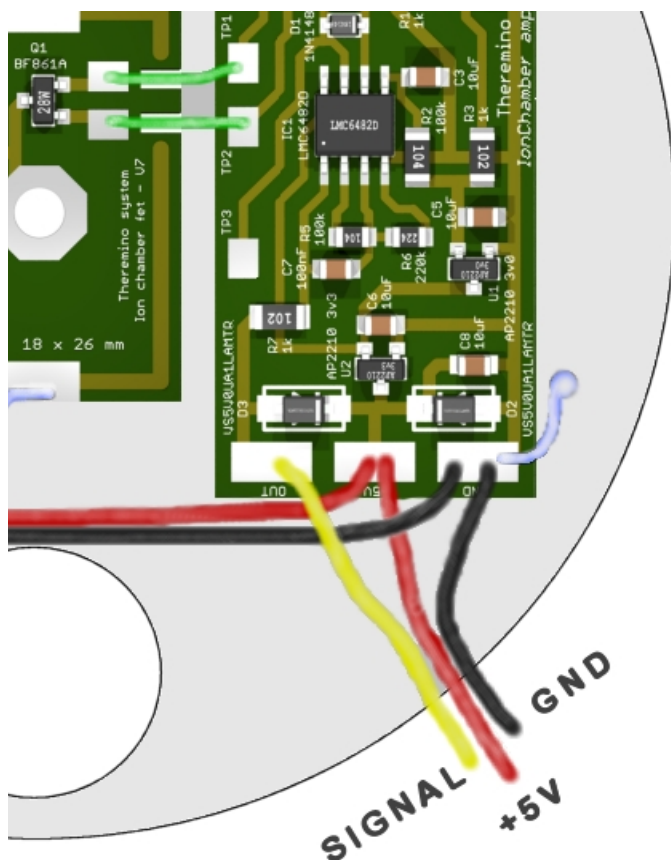
- Sur TP1 la tension doit être d'environ 2,6 volts.
- Sur TP2, la tension doit être d'environ 0,36 volt.
- Sur TP3, la tension doit être d'environ 3 volts.

En utilisant un oscilloscope, vous pouvez soit mesurer le bruit à TP3, soit visualiser les impulsions, comme expliqué dans les dernières pages de ce document.

Amplificateur de signal - Connexions

Le module amplificateur reçoit le signal du FET au moyen de deux petits fils isolés (verts sur cette image).

Notez que ces fils passent par deux fentes découpées dans le circuit imprimé du FET. Les deux fentes seront ensuite recouvertes par la plaque de blindage.



Le module amplificateur (comme tous les autres modules) est fixé au moyen de deux fils nus, bleus sur cette image, soudés à la base en fer blanc ou recouverts de ruban adhésif en cuivre.

Les trois fils du bas (jaune, rouge et noir) vont au connecteur de sortie et de là ils continueront avec un câble blindé jusqu'aux broches d'un module Theremino Master.

Pour réaliser le câblage, on utilise de petits fils isolés d'un diamètre extérieur d'environ 1,2 - 1,5 mm.

Sur eBay, vous pouvez trouver d'excellents fils colorés recouverts de silicone.

L'avantage de ces fils est qu'ils sont souples et qu'ils contiennent un grand nombre de fils de cuivre.

De plus, le revêtement isolant est facile à décoller et ne fond pas pendant le soudage.

Si vous vous habituez à les utiliser, vous ne pourrez plus vous en passer.

Préparer le connecteur

Les fils de bonne qualité sont obtenus par une rallonge mâle-femelle, **il faut s'habituer au sacrifice**. D'une seule rallonge on obtient une femelle avec un câble de 15 cm et une longueur de câble de 15 cm (le mâle n'est généralement pas nécessaire et il est jeté). Le sacrifice de la rallonge coûte moins cher que l'achat de câbles et de connecteurs séparés.

Tout d'abord, dénuder et étamer rouler correctement les trois fils.



Raccourcissez les bornes du jack femelle avec la pince, étamez bien et soudez enfin les trois fils à la prise. Vérifiez que le fil marron est connecté à la base, le fil rouge au centre et le fil jaune à la pointe du jack. Si nécessaire, insérez un jack et vérifiez avec le testeur.



Placez un morceau de gaine thermorétractable, chauffez-la avec le briquet ou mieux encore avec un pistolet à air chaud ou avec un séchoir modifié (avec un tuyau de sortie en métal pour réduire la taille du flux d'air sortant).

Le connecteur doit être bien isolé et le câble doit sortir de la base. Couper le haut de la gaine, chauffer et écraser à nouveau. Réduisez au minimum la taille du connecteur. S'il est trop grand, il devient difficile de fermer le couvercle.

Raccorder à la masse les couvercles

Les crochets métalliques qui se raccordent aux couvercles des bocaux n'ont pas seulement une fonction mécanique, mais servent aussi à les relier électriquement à la masse.



Avant de faire les tests électriques, vous devez connecter le couvercle inférieur. Nous vous recommandons de souder la totalité du premier couvercle inférieur et d'en souder au moins un pour chacun des deux autres.

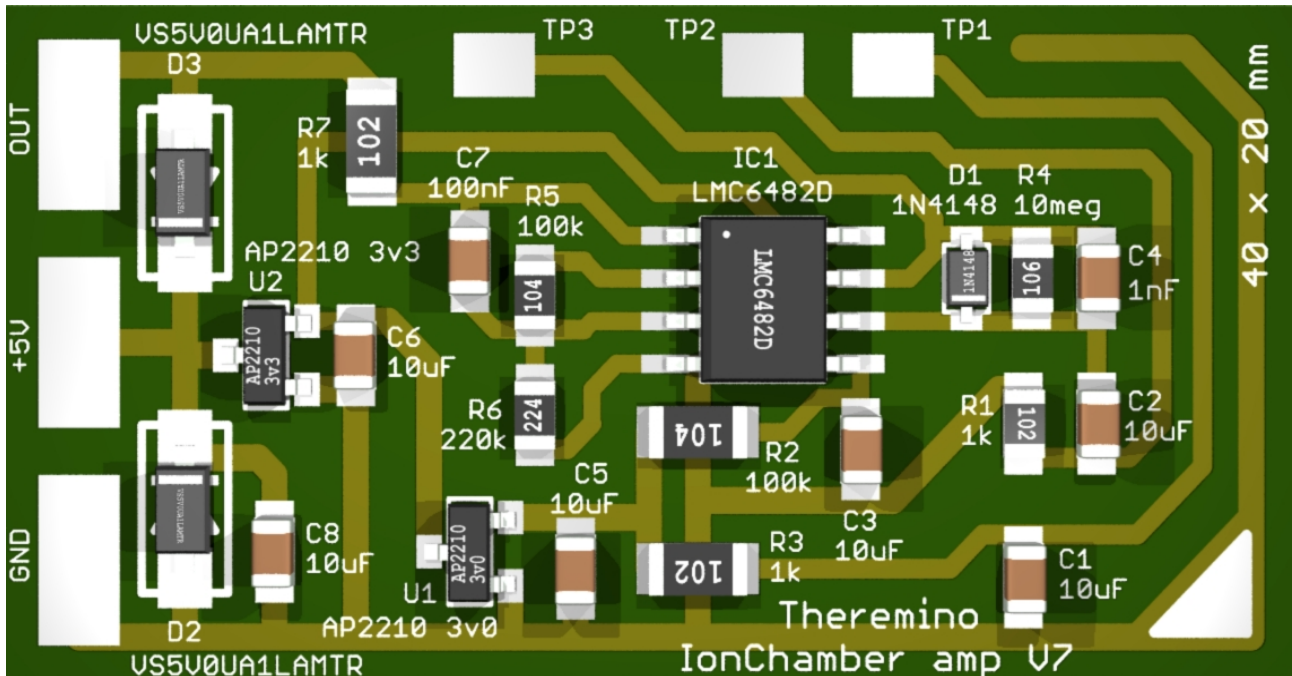
La chambre d'ionisation est terriblement sensible aux champs électriques. Si vous manquez une partie du blindage cela ne fonctionnera pas, ou générera des impulsions supplémentaires, qui ne proviennent pas du Radon mais du milieu environnant.



Si vous manquez une partie du blindage, les tests sur le bruit TP3 avec l'oscilloscope ne seront pas significatifs et vous verrez une forte ondulation à la fréquence du secteur (cycle de 20 mS égal à 50Hz).

Test de la chambre avec l'oscilloscope

Pour s'assurer que la chambre fonctionne suffisamment bien, il faut la monter soigneusement et la tester avec le Theremino Geiger mais ceux qui possèdent un oscilloscope peuvent aussi faire quelques tests supplémentaires.



Avec la version 7, il est possible d'effectuer des mesures même avec la chambre ouverte, à condition que les trous vers la chambre interne soient bien recouverts d'une fine maille de laiton et que le circuit central du FET soit couvert par le blindage métallique mis à la masse.

En outre, pour minimiser les perturbations provenant du système électrique, il serait bon de travailler sur une grande surface métallique reliée à la terre par un fil. Vous pouvez utiliser une feuille d'aluminium ou de fer, ou une grande feuille de vétronite cuivrée.

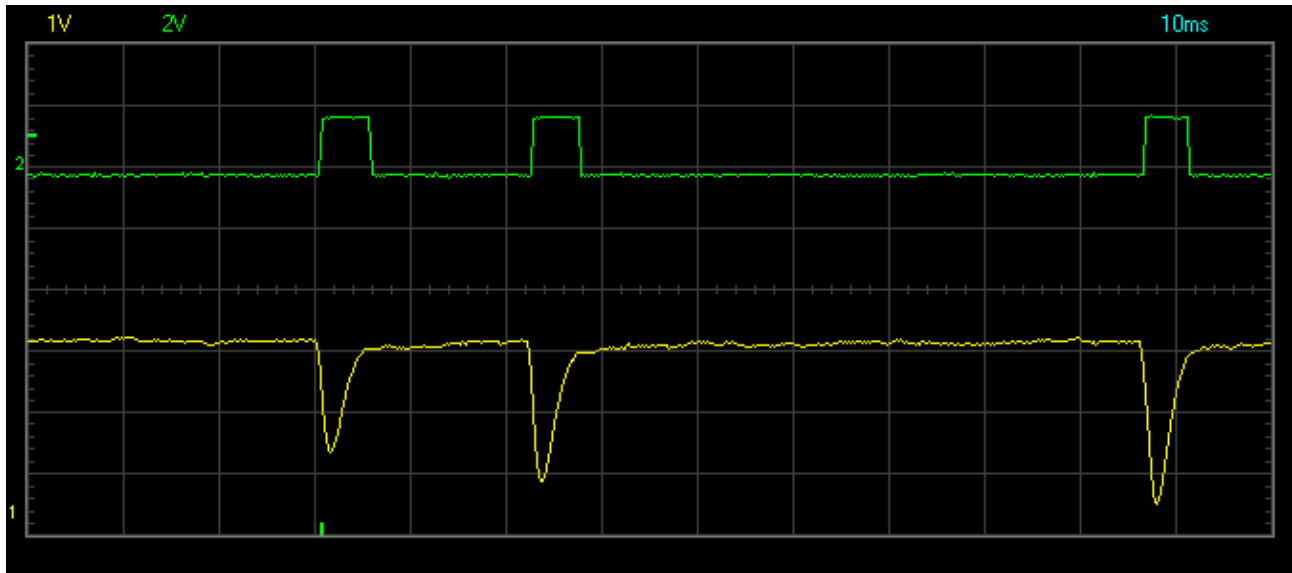
Normalement, vous utilisez un oscilloscope ou parfois un testeur pour mesurer les tensions.

Les principaux points où effectuer les mesures sont :

- ◆ **GND** qui est utilisé comme référence de tension nulle
- ◆ **TP3** où se trouve le signal produit par le radon avant d'être transformé en signal carré.
- ◆ **OUTPUT** qui est le signal de sortie transformé en signal carré.
- ◆ **TP1** et **TP2** pour mesurer les tensions sur le FET (environ 2.6V et environ 0.36V)
- ◆ La partie supérieure de **C6** pour contrôler les 3.3 volts produits par le régulateur U2.
- ◆ Face supérieure de **C5** pour contrôler les 3 volts produits par le régulateur U1.

Test de la chambre avec l'oscilloscope - 2

Au cours du test avec l'oscilloscope, il faut surtout vérifier que le signal est exempt de bruit, c'est-à-dire que les signaux sont plats et sans impulsion. Si la chambre est bien construite le bruit devrait être inférieur à 100mV (moins d'un dixième d'un carré jaune sur le graphique, qui est réglé à 1 volt par panneau).



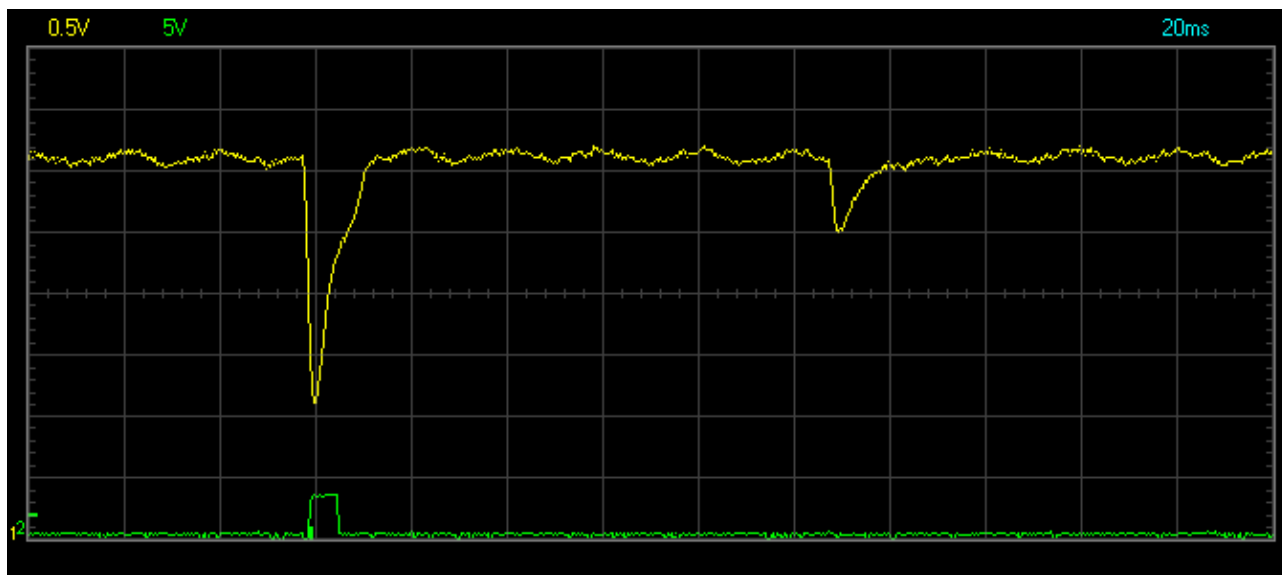
Le tracé jaune est le signal sur TP3. A ce point les impulsions produites par le Radon sont larges de quelques millisecondes et chute de quelques volts, par rapport à la tension normale qui est d'environ 3 Volts.

Certaines impulsions ne chutent que d'un demi-volt, d'autres peuvent être beaucoup plus fortes et chuter à zéro volt mais la plupart des impulsions devraient chuter d'un volt ou deux.

Les impulsions d'amplitude supérieure à environ 1 volt, produisent une impulsion de sortie positive d'environ 5 ou 10 mS (tracé vert). Pour voir également l'impulsion de sortie il faut connecter une des sondes de l'oscilloscope au signal de sortie, appelé "OUT" dans le schéma de câblage.

Test de la chambre avec l'oscilloscope - 3

La courbe ci-dessous montre une chambre d'ionisation dont le couvercle supérieur est légèrement soulevé afin d'augmenter le bruit. Le tracé jaune (qui correspond à TP3) a été réglé sur un demi-volt par carré afin de mettre en évidence les ondulations.



Dans cette image, le bruit provenant manifestement du réseau électrique provoque des ondes hautes d'environ 150 mV et d'une durée de 20 ms (réseau électrique de 50 Hz). Le tracé montre également des petites ondulations très épaisses, produites par l'alimentation à découpage. Le bruit maximum tolérable est d'environ 500 mV crête à crête, en outre vous pouvez vérifier les faux comptages produits par le bruit et la perte de plusieurs impulsions de Radon. Si le bruit dépasse 200 mV (en pratique, quand ils commencent à devenir apparent à l'oscilloscope), vous devriez essayer de comprendre où il vient et trouver des moyens de l'éliminer.

Tracé très bruité

Il peut arriver que le tracé soit bruyant, avec un bruit aléatoire, également très important. Le signal oscille de manière incontrôlée et, à certains moments, provoque des salves de comptage. Les salves d'impulsions sont facilement reconnaissables à l'oreille. Leur apparition dans le graphique du Thermano Geiger est montrée dans les pages suivantes (Annexe 3).

Les raisons qui provoquent ces bruits peuvent être nombreuses :

- ◆ L'électrode centrale n'est pas bien fixée et se déplace dans le trou de la borne.
- ◆ Étincelles causées par l'humidité ou les sections du revêtement ne sont pas connectées électriquement.
- ◆ Réglages de la partie mécanique.
Poussière ou autres petites particules (moucheons), qui sont alors attirées et repoussées par la haute tension. (les particules sont chargées et déchargées à plusieurs reprises comme celles-ci : [Video1](#) – [Video2](#) - [Video3](#))

Une chambre nouvellement construite ou maltraitée est plus bruyante. Après un certain temps, la haute tension colle toutes les particules aux parois et la partie mécanique se stabilise. Si ce n'est pas le cas, nettoyez soigneusement l'intérieur à l'air comprimé et vérifiez la mécanique, les soudures et le revêtement conducteur interne.

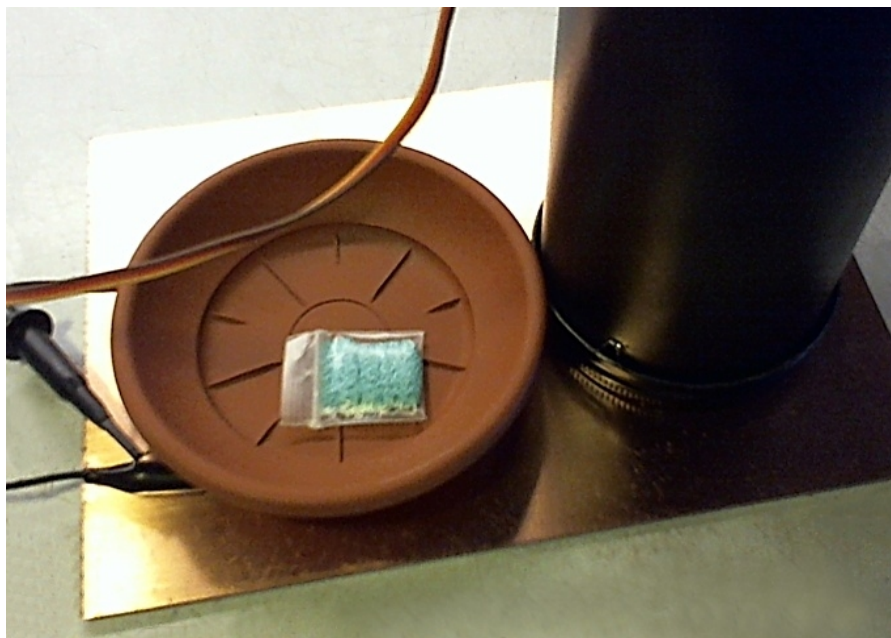
Test de la chambre avec du thorium - 1

Normalement, la chambre génère environ une impulsion toutes les deux minutes, puis tester et voir les signaux avec un oscilloscope est assez ennuyant. Heureusement, en plus du Radon (Rn222) il y a aussi l'isotope Thoron (Rn220) qui semble fait pour tester les chambres d'ionisation. Le Thoron se comporte comme le Radon mais vous pouvez le créer et le retirer rapidement. La décroissance du thoron est également beaucoup plus rapide que celle du radon (environ 1 minute au lieu de 4 jours).

Le Radon descend du radium et de l'uranium (relativement abondants dans l'environnement naturel) et le Thoron descend du thorium, qui était également présent dans la nature et facilement disponible avec une bonne concentration dans les manchons à gaz des lampes de camping.

Les manchons peuvent être achetés sur eBay pour quelques dollars, cherchez des mots tels que : "Thorium", "manteau", "source de test pour compteur Geiger", "Thorium", "manchons de camping". Il existe également des manchons qui ne contiennent pas de Thorium alors assurez-vous d'acheter les bons. En cas de doute, écrivez au vendeur, pour lui demander de confirmer explicitement que le manchons est légèrement radioactif.

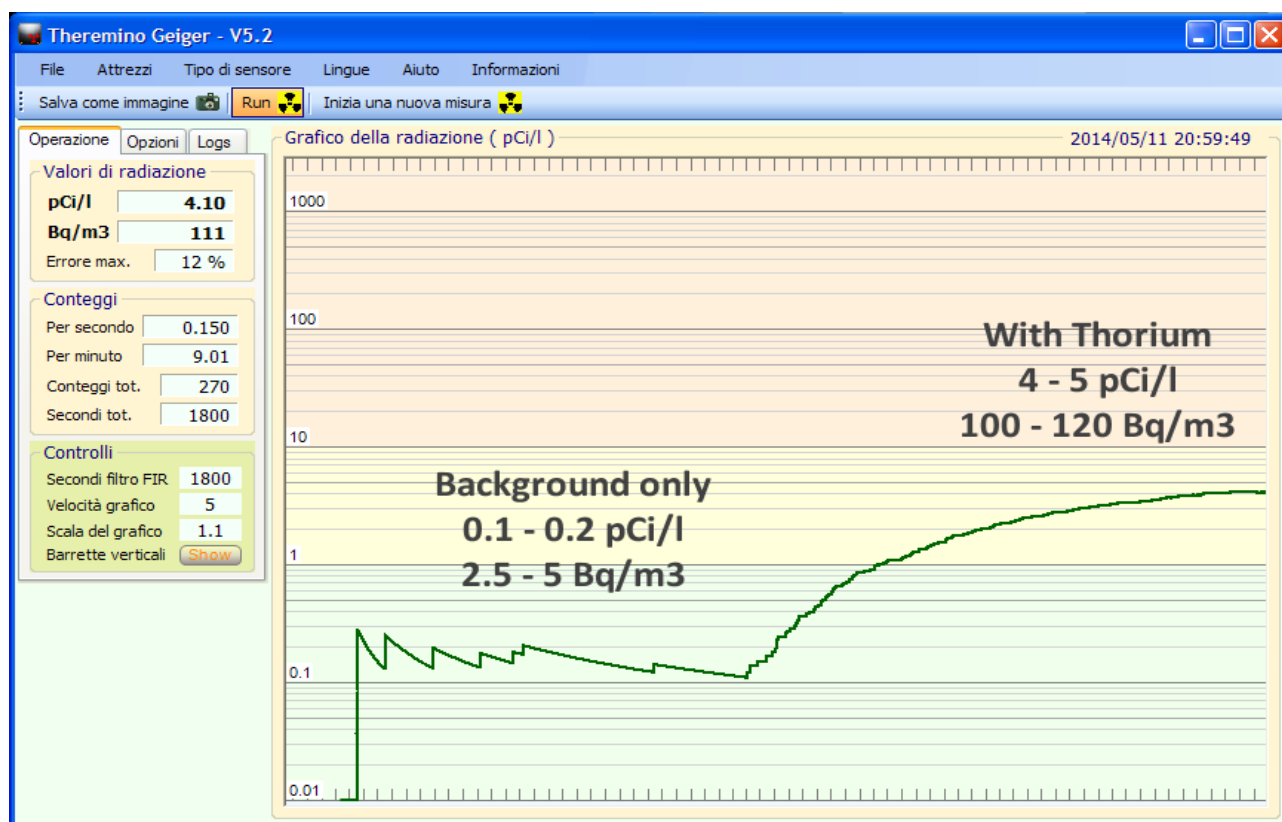
Les manchons ne sont pas dangereux si vous évitez de répandre leurs fragments, de les respirer ou de les manger. Les manchons peuvent perdre des fragments et des poussières de thorium, alors scellez-les immédiatement dans des sacs en plastique épais et ne les ouvrez jamais. Quand ils ne sont pas dans un sac en plastique, vous devez les manipuler avec soin. Si vous voulez les diviser en plusieurs échantillons, équipez-vous bien. Utilisez un masque pour éviter de respirer les fragments, couvrez la table avec une feuille de papier. Ne soufflez pas et ne respirez pas bruyamment pendant que vous travaillez. A la fin la feuille de papier, pliée soigneusement, contiendra des poussières et des fragments microscopiques qui sont inoffensifs lorsqu'ils sont dilués dans l'eau ou dans le sol (c'est d'eux que l'on vient).



Pour remplir la chambre d'ionisation de Thoron, il faut agir un peu étrangement. Le Thoron (et le Radon) sont très volatils et ont besoin de très peu de gaz pour se disperser dans l'air. Vous devez donc conserver le manchon dans un endroit fermé et sans courant d'air. L'idéal est qu'il se place sur une soucoupe placée en dessous de la chambre, vous posez le grillage dans la soucoupe puis vous posez la chambre au-dessus. De cette façon le Thorium se trouve dans une chambre presque étanche et se remplit lentement de Thoron.

Test de la chambre avec du thorium - 2

Le Thoron étant plus lourd que l'air, il va remplir avant la soucoupe et commence ensuite à remplir la chambre par le fond. En quelques minutes, les impulsions générées dans la chambre augmentent considérablement la fréquence pendant quelques dizaines de minutes après que la chambre soit complètement remplie de Thoron.



Dans ce graphique nous voyons que la zone à gauche, sans manchon, les impulsions sont de 1 minute à 1 par plusieurs minutes. Après avoir positionné le manchon, les impulsions augmentent presque immédiatement. Mais la montée est très lente car le temps d'intégration est réglé entre 1800 secondes et 30 minutes. Si vous voulez une réponse plus rapide, vous devez appuyer sur "Nouvelle mesure", immédiatement après avoir placé la soucoupe.

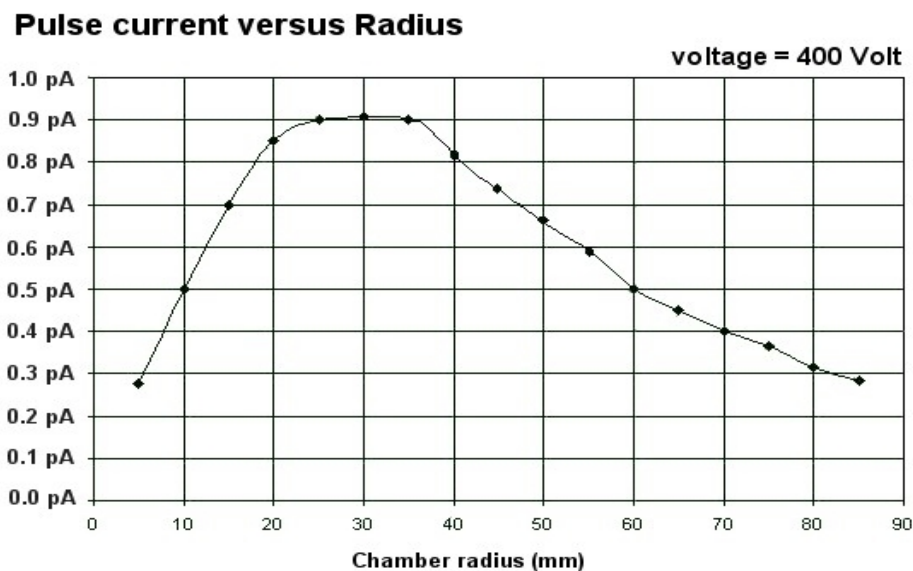
Si la soucoupe est correctement fermée et qu'il n'y a pas de forts courants d'air, le nombre de comptages peut augmenter jusqu'à plus de 300 Bq/m3 (plus de 10 pCi/l). Parfois, vous devriez même entendre plus de bips par seconde.

Pour faire la contre-preuve, on enlève la soucoupe et on fait passer de l'air pur dans la chambre, on la tient en l'air et on agite un morceau de carton. Mieux vaut ne pas souffler dans la chambre car le souffle pourrait l'humidifier.

En faisant ces tests, il s'avère qu'il faut un certain temps pour nettoyer la chambre. Probablement la masse de Thoron a un effet électrostatique sur les parois et la chambre reste "sale" longtemps. Ce même effet se produit si vous faites des mesures dans des locaux peu radioactifs, après avoir mesuré un local très radioactif. Le radon ayant une désintégration beaucoup plus lente que le thoron, la chambre peut rester contaminée pendant des semaines. Nous recommandons donc, avant chaque mesure importante, de placer l'appareil à l'extérieur ou dans un endroit très aéré et de vérifier que le nombre d'impulsions par minute est faible. Attendez que les impulsions diminuent, ou nettoyez la chambre avec beaucoup d'air. Mieux vaut utiliser un sèche-cheveux à air froid et de l'air comprimé qui serait trop violent.

Annexe 1 - Dimensions et champ électrique

La littérature indique que les chambres d'ionisation pour un signal électrique maximal doivent être comparables ou supérieures au trajet moyen des rayons alpha dans l'air (environ 4 cm). De plus, le champ électrique doit être suffisant pour acheminer les électrons et les ions rapides, avant leur recombinaison.



D'après ce graphique, il faut au moins 110 volts par centimètre et la chambre doit avoir un rayon minimum de 25 mm.

We have verified this information with our one liter chamber with 40 mm radius:

Tension de la chambre Volt/cm (1)	Tension d'impulsion (2)	Temps de montée de l'impulsion	
20 Volt	5	0.6 Volt	15.0 mS
40 Volt	10	1.0 Volt	9.0 mS
100 Volt	25	1.2 Volt	4.0 mS
150 Volt	38	1.5 Volt	3.0 mS
200 Volt	50	1.5 Volt	2.5 mS
300 Volt	75	1.6 Volt	2.0 mS
400 Volt	100	1.7 Volt	1.5 mS
500 Volt	125	1.8 Volt	1.1 mS
800 Volt	200	1.9 Volt	1.0 mS

(1) rayon de la chambre = 40 mm

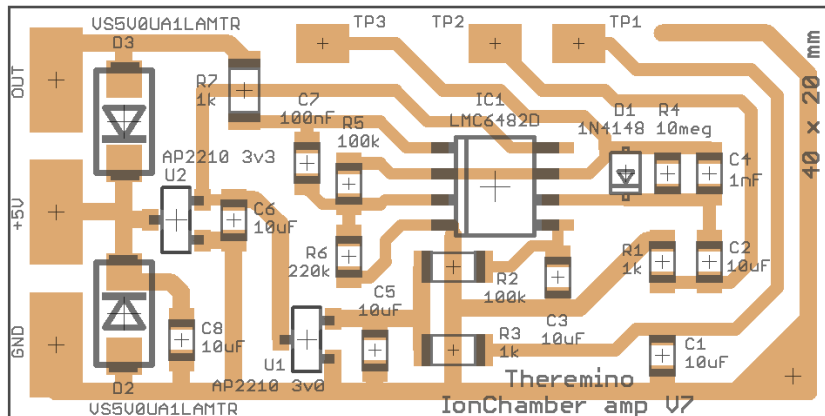
(2) tension amplifiée par 1000

Nous avons donc décidé d'utiliser un champ électrique d'environ 110 - 120 volts par centimètre, le rayon de notre chambre étant de 4 cm, la tension devrait être d'environ 440 - 480 volts.

Enfin, la tension normalisée que nous avons décidé d'utiliser est de 475 +/- 5 volts.

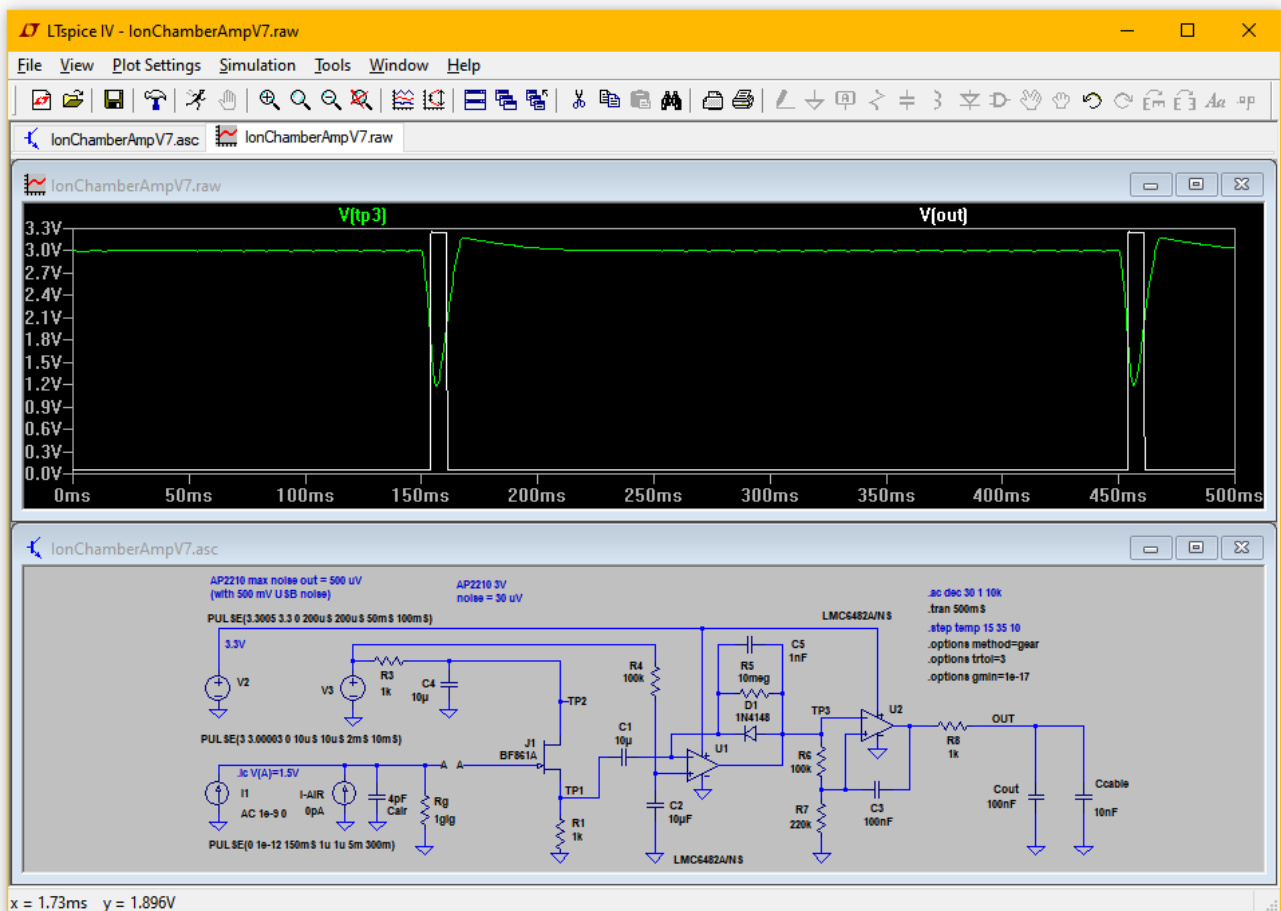
Annexe 2 - Simulations et circuits imprimés

Dans le fichier [IonChamberV7.zip](#) sont disponibles les schémas de câblage et le PCB au format Eagle, le rendu d'Eagle3D et les simulations électriques au format LTSpice.



La dernière version de tous les fichiers peut être téléchargée à partir d'ici :

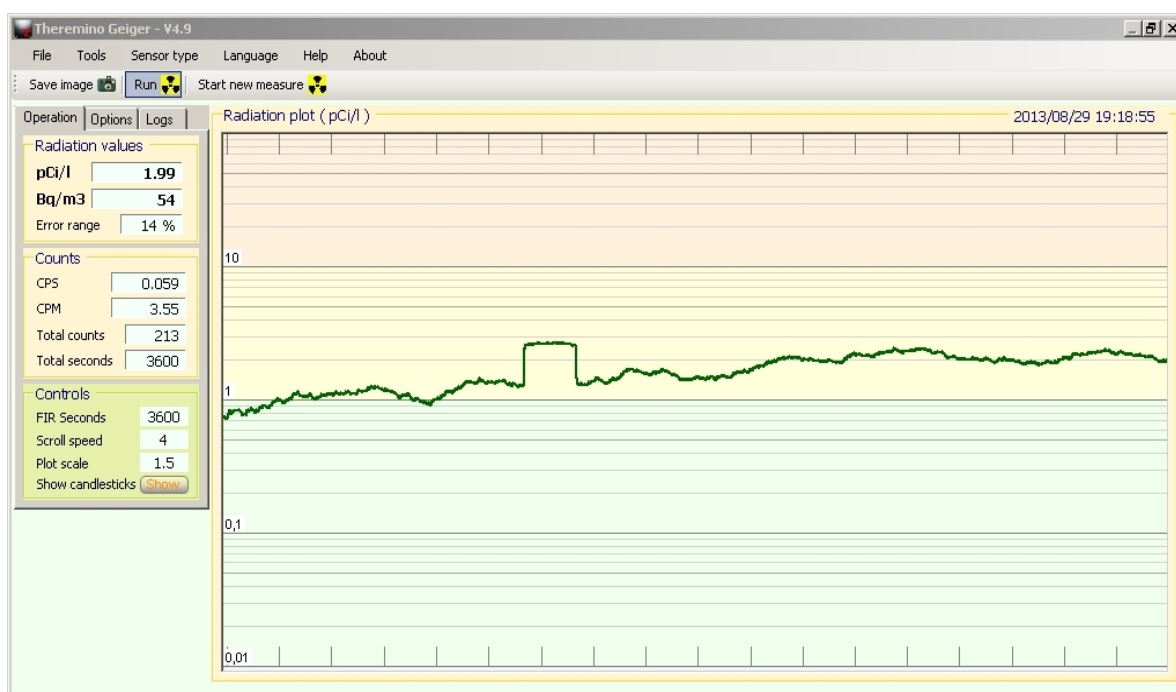
www.theremino.com/en/blog/geigers-and-ionchambers/ionchamber-improvements#version7



Annexe 3 - Impulsions non causées par le radon

Divers mécanismes peuvent produire des impulsions parasites, non causées par le radon. Par exemple l'humidité qui rend l'air conducteur. Ou une particule de poussière qui peut entrer (la poussière saute entre les deux électrodes et crée de nombreux problèmes). Ou le passage d'un véhicule lourd qui peut produire de fortes vibrations. Ou encore des bruits électriques forts comme des éclairs d'orage.

Dans tous ces cas, il se produit des rafales de nombreuses impulsions concentrées dans un court laps de temps. Ces événements sont facilement distinguables car ils provoquent un saut dans les graphiques d'une durée égale au filtre défini. Dans l'image suivante le filtre était de 3600 secondes (une heure) et vous voyez que quand la durée du filtre est atteinte la courbe revient à son niveau normal.



Pour éviter ces problèmes, utilisez des filtres à poussière sur les deux couvercles extérieurs, insérez une isolation pour les vibrations, avec de la mousse souple et placez votre appareil sur le sol, près d'un mur ou dans un coin abrité. Dans les cas difficiles, vous pouvez penser à préparer un plan isolé avec un grand carreau lourd, en granit ou en marbre, suspendu sur une couche de mousse.

Évitez que l'environnement ne produise pas dans la mesure du possible de bruits forts, que les animaux ou les enfants ne déplacent le matériel photo et évitez d'ouvrir trop violemment les fenêtres et les portes qui claquent.

Annexe 4 - Filtres à poussières



Les filtres à poussière sont au nombre de deux, à l'extérieur, ils recouvrent les trous. Voici un moyen simple et efficace de les fixer. Un deuxième carré de maille en laiton est soudé sur un coin. Sur le coin opposé, on soude une plaque de métal ou un morceau de fil de fer rigide. De cette façon, le filtre peut être mis en place et retiré facilement. Placez le filtre en prenant soin de bien couvrir le trou et pliez la plaque pour le fixer.

Le filtre peut être en mousse à cellules ouvertes (essayez de souffler l'air pour voir si cela va bien). Il peut aussi s'agir d'un papier filtre pour aspirateur ou même d'un morceau de tissu fin.

La présence d'une deuxième maille en laiton augmente considérablement le blindage contre les champs électromagnétiques. Avec la double maille, en approchant aussi une main du trou, le bruit à la fréquence du réseau (mesuré avec l'oscilloscope sur TP3) n'augmente pas sensiblement.

