



HAUTE ÉCOLE LIBRE DU HAINAUT OCCIDENTAL

Site Don Bosco – Rue Frinoise, 12 – BE-7500 Tournai (BELGIUM)

Laboratoire d'électronique appliquée : Le Trace-GSM

Rapport de : Pierre Liétar, étudiant en 2^{ème} année de graduat en informatique.

Cours : Laboratoire d'électronique appliquée

Professeur : M Bernard Hanssens

Année scolaire 2003 - 2004

Table des matières

I.Introduction.....	4
1.Utilisation du circuit et fonction.....	4
2.Motivation.....	4
3.Coût.....	4
A.Pour l'alimentation multi-tensions	4
B.Pour le trace GSM	5
4.Cahier des charges.....	5
5.Schéma de base.....	6
A.L'alimentation.....	6
B.Le Trace-GSM.....	7
6.Difficultés spécifiques au montage.....	7
II.Dossier scolaire.....	9
1.Analyse détaillée du fonctionnement.....	9
A.Comment ça marche.....	9
Pour l'alimentation.....	9
Pour le Trace-GSM.....	9
B.Fonction des composants.....	9
Pour l'alimentation.....	9
Pour le Trace-GSM.....	10
C.Rappels théoriques.....	10
Pour l'alimentation.....	10
a.Le transformateur.....	10
b.Le pont de Graëtz.....	11
c.Les condensateurs de filtrage.....	12
d.Les régulateurs.....	14
Pour le Trace-GSM.....	14
a.Les antennes et la haute fréquence.....	14
b.Les diodes au germanium et la LED.....	14
c.Les amplificateurs opérationnels (le LM358).....	16
d.L'interrupteur et le commutateur.....	17
e.L'embase jack.....	17
D.Calculs	18
2.Simulation sur logiciel ou rapport des essais.....	18
A.Pour l'alimentation.....	18
B.Pour le Trace-GSM.....	18
3.Apports personnels.....	21
III.Dossier de fabrication.....	22
1.Analyse de chaque composant.....	22
Pour l'alimentation.....	22
Pour le Trace-GSM.....	22
2.Vue schématique issue du logiciel.....	23
A.L'alimentation.....	23
B.Le Trace-GSM.....	24

3.Vue du board.....	24
A.Avec les composants.....	24
Pour l'alimentation.....	24
Pour le Trace-GSM.....	25
B.Sans les composants.....	25
Pour l'alimentation.....	25
Pour le Trace-GSM.....	26
4.Typon.....	26
A.Pour l'alimentation.....	26
B.Pour le Trace-GSM.....	26
5.Câblage du périphérique.....	26
6.Procédures de mise au point.....	26
7.Mesures essentielles pour expliquer le fonctionnement.....	26
<i>IV.Manuel d'utilisation (notice de fonctionnement).....</i>	<i>30</i>
1.Présentation du montage à un client.....	30
2.Présentation commerciale.....	30
3.Mode d'emploi.....	30
4.Pannes et solutions.....	30
5.Coordonnées du service après vente.....	31
<i>V.Bibliographie et annexes.....</i>	<i>32</i>
1.Ouvrage source du projet.....	32
2.Bibliographie.....	32
3.Annexes ajoutées au travail.....	32

I. Introduction

1. Utilisation du circuit et fonction

Ce mini projet a pour but de détecter un GSM en fonction (appel, message ou simplement recherche du réseau) sur quelques mètres, en donnant une idée de direction du GSM actif par la puissance du signal sur les 2 antennes directionnelles. Le signal est transmis à un amplificateur opérationnel, amplifiant le signal suffisamment que pour être entendu dans un casque d'écoute. Le circuit, au départ prévu mobile, a la possibilité d'une alimentation sur secteur par branchement d'un commutateur ouvrant le circuit du côté de la pile lorsque l'alimentation prend le relais.

2. Motivation

D'abord intéressé par la fabrication d'un baromètre parce que je regarde le mien (mécanique) tous les matins. Malheureusement, la complexité du projet était trop élevée pour moi et je me suis en quelque sorte rabattu sur le trace-GSM, un gadget qui m'a intéressé au premier coup d'œil. En effet, que ce soit dans les cinémas, théâtres, hôpitaux ou autres, l'utilisation de GSM est malvenue et son emploi reste pourtant incontestable pour certaines personnes indisciplinées, ce qui a le don de m'énerver. Le Trace-GSM est un moyen de détecter les fraudeurs sans pour autant investir dans un dispositif coûteux de brouillage d'ondes. Une application distrayante et utile, c'est la meilleure idée que je puisse développer.

3. Coût

A. Pour l'alimentation multi-tensions

Quantité	Description	Prix unitaire	Prix total
1	Plaquette	3,20 €	3,20 €
8	Régulateurs en boîtiers TO220	0,60 €	4,80 €
16	Condensateurs 1k100	0,30 €	4,80 €
2	Condensateurs 1000 μ	0,70 €	1,40 €
1	Pont de redressement en diodes	1,00 €	1,00 €
1	Alimentation 2*16V à point milieu	7,50 €	7,50 €
1	Bornier à 2 entrées	Récupération	/
1	Bornier à 8 entrées	0,50 €	0,50 €
1	Fiche male pour circuit électrique	Récupération	/
1	Interrupteur	Récupération	/
1	Double fil de 2m	Récupération	/
1	Picot	/	/
Total :			23,20 €

B. Pour le trace GSM

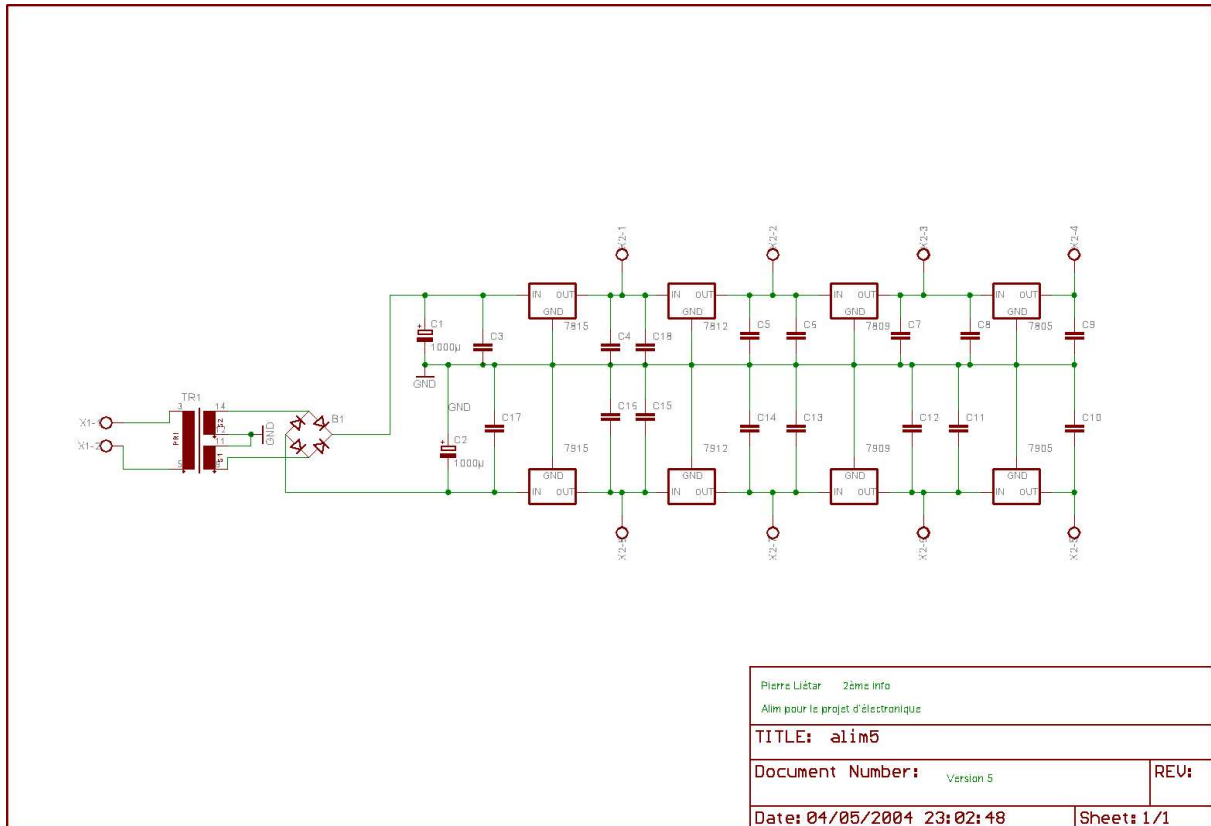
Quantité	Description	Prix unitaire	Prix total
1	Plaque	0,90 €	0,90 €
9	Résistances	0,10 €	0,90 €
2	Diodes au germanium	0,60 €	1,20 €
1	LED	1,25 €	1,25 €
1	Connecteur pour pile 9V	0,40 €	0,40 €
1	Embase jack	Récupération	/
1	Commutateur + fiche	1,00 €	1,50 €
1	Interrupteur	Récupération	/
1	Support pour CI	0,6 €	0,6 €
1	Amplificateur opérationnel (LM358)	0,75 €	0,75 €
1	Condensateurs 100 μ F	0,25 €	0,25 €
3	Condensateurs 100 nF	0,25 €	0,75 €
1	Fil 1m	Récupération	/
1	Fil verni pour bobine 1m	Récupération	/
Total :			8,50 €

4. Cahier des charges

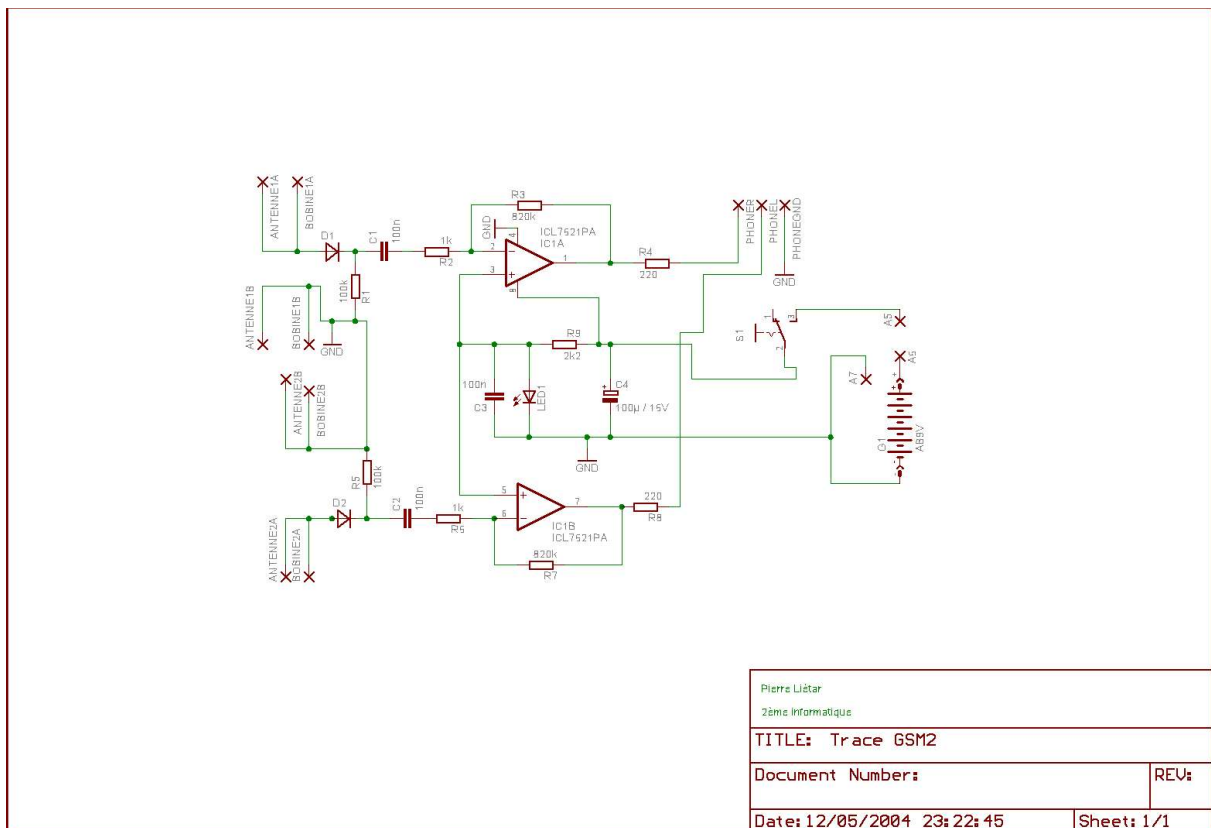
Réaliser un montage capable de détecter un GSM lorsque celui-ci est en activité (appel ou message) et de traduire le fonctionnement par un signal amplifié des ondes GSM pour l'écoute avec un casque et fonctionnant sur secteur ou sur pile 9V selon l'usage requis.

5. Schéma de base

A. L'alimentation



B. Le Trace-GSM



6. Difficultés spécifiques au montage

L'alimentation ne présente aucune difficulté majeure. Et après mesure et vérification des différentes tensions, l'alimentation était opérationnelle.

Le trace-GSM en lui-même était un peu plus subtil dans le sens où le réglage est laissé à l'appréciation du constructeur. Le nombre de spires des bobines, la longueur des antennes, les valeurs des résistances de contre-réaction de l'ampli-op, ...

La principale difficulté à laquelle j'ai dû faire face, c'est la recherche des bons composants et des bonnes librairies à utiliser avec le logiciel, mais après quelques tests et une habitude naissante, cette difficulté est tombée.

J'ai aussi rencontré trois autres problèmes plus liés à mon attention qu'au montage lui-même mais pour lesquels il m'a fallu du temps pour les déceler. Le premier est que j'avais mis une partie de l'ampli-op en miroir avec ce qu'il devait être à la base, mettant ainsi la contre-réaction sur l'entrée + au lieu de l'entrée -. Le problème suivant était d'avoir relié les 2 entrées de mon amplificateur opérationnel, ce qui provoquait des craquements dans une oreillette du casque. Le dernier problème du schéma lui-même est de m'être trompé d'un facteur mille dans les résistances R4 et R8, le signal en sortie en étant complètement aplati lors du branchement d'un casque, le pont diviseur étant mal réparti.

Le problème suivant m'est apparu au niveau de l'ampli-op. Par souci d'économie, j'avais opté pour un ampli-op de chez Maxim qui, même s'il a les mêmes entrées et sorties, ne possède pas les mêmes caractéristiques. En effet, un condensateur est nécessaire avec un ampli-op de ce

style alors qu'il n'en faut pas avec le LM358. Ayant essayé avec un condensateur supplémentaire avant la sortie casque et n'ayant constaté aucun changement probant, je me suis décidé à prendre définitivement le LM358 avec lequel j'ai obtenu les résultats escomptés.

Le dernier problème auquel j'ai du faire face est la mauvaise commutation de mon commutateur et les mauvais contacts dans mon embase jack. Les soudages et désoudages successifs des composants n'était pas le meilleur moyen de les conserver en bon état. Le problème fut réglé en remplaçant les pièces défectueuses.

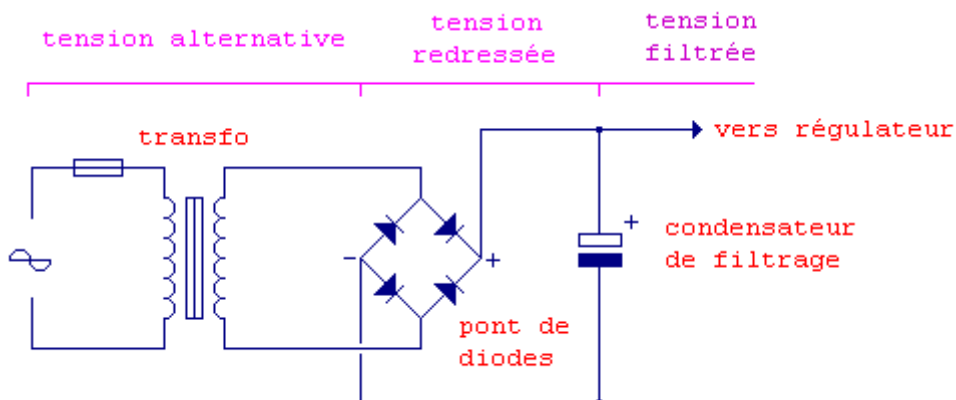
II. Dossier scolaire

1. Analyse détaillée du fonctionnement

A. Comment ça marche

- **Pour l'alimentation**

Une tension du secteur arrive dans le transformateur qui abaisse la tension positive et négative, passe dans un pont de diodes pour donner deux tensions continues. Ces tensions sont ensuite filtrées par des condensateurs et calibrées selon les différents régulateurs pour donner du 5V, -5V, 9V, -9V, 12V, -12V et 15V, -15V.



- **Pour le Trace-GSM**

Les ondes émises par un GSM en activité sont captées par les antennes (indépendantes l'une de l'autre) et les bobines et sont amplifiées par un amplificateur opérationnel pour sortir un son audible par l'homme via le casque d'écoute.

B. Fonction des composants

- **Pour l'alimentation**

- Transformateur : abaisse la tension alternative du secteur.
- Le pont de diodes : Sépare l'alternance négative de l'alternance positive.
- Les condensateurs de $1000\mu\text{F}$ (C1 et C2): condensateurs de filtrage pour lisser la tension à la sortie du pont de diode
- Les condensateurs de $1,1\mu\text{F}$ (C3 à C18) : condensateurs de filtrage pour stabiliser la tension aux bornes de chaque régulateur
- Les régulateurs : permettent d'obtenir la tension voulue en aval à partir de la tension en amont.
- Les borniers d'entrée et de sortie permettent d'entrer et de sortir la tension.
- Le picot est la masse, c'est à dire le point de référence de l'alimentation par rapport à une tension de sortie choisie.

- **Pour le Trace-GSM**

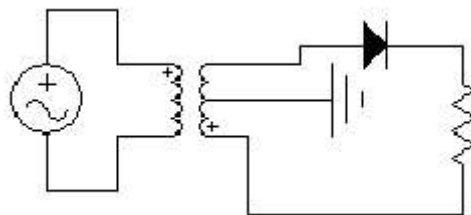
- Antennes et bobines : captent le signal et le convertit en tension
- Diodes D1 et D2 : empêchent d'avoir trop de tension sur les antennes
- C1 et C2 éliminent la composante continue et se déchargent via R5 et R6 (filtre passe haut pour ne laisser passer que les hautes fréquences).
- Ampli op : IC1A et IC1B amplifient les signaux captés par les antennes
- R4 et R8 : limitent la tension arrivant au casque
- S1 : interrupteur de mise en marche du montage
- G1 : pile 9V
- A5, A6, A7 : Les 3 bornes du commutateur (voir fonctionnement dans le rappel théorique)
- PHONER, PHONEL, PHONEGND : ce sont les 3 entrées pour le casque : l'entrée droite, l'entrée gauche et la masse.
- R3 et R7 : résistances de contre-réaction de l'amplificateur opérationnel (permettant d'augmenter le gain en augmentant les résistances)
- R2 et R6 fixent le gain
- R9 : pont diviseur de tension avec la diode.
- LED1 : LED témoin de mise en marche du système et masse virtuelle pour l'amplificateur opérationnel
- C4 : condensateur de filtrage pour lisser la tension après l'interrupteur et ainsi empêcher les différence de tensions.
- C3 : condensateur de filtrage après la LED pour lisser la tension attaquant l'amplificateur opérationnel

C. Rappels théoriques

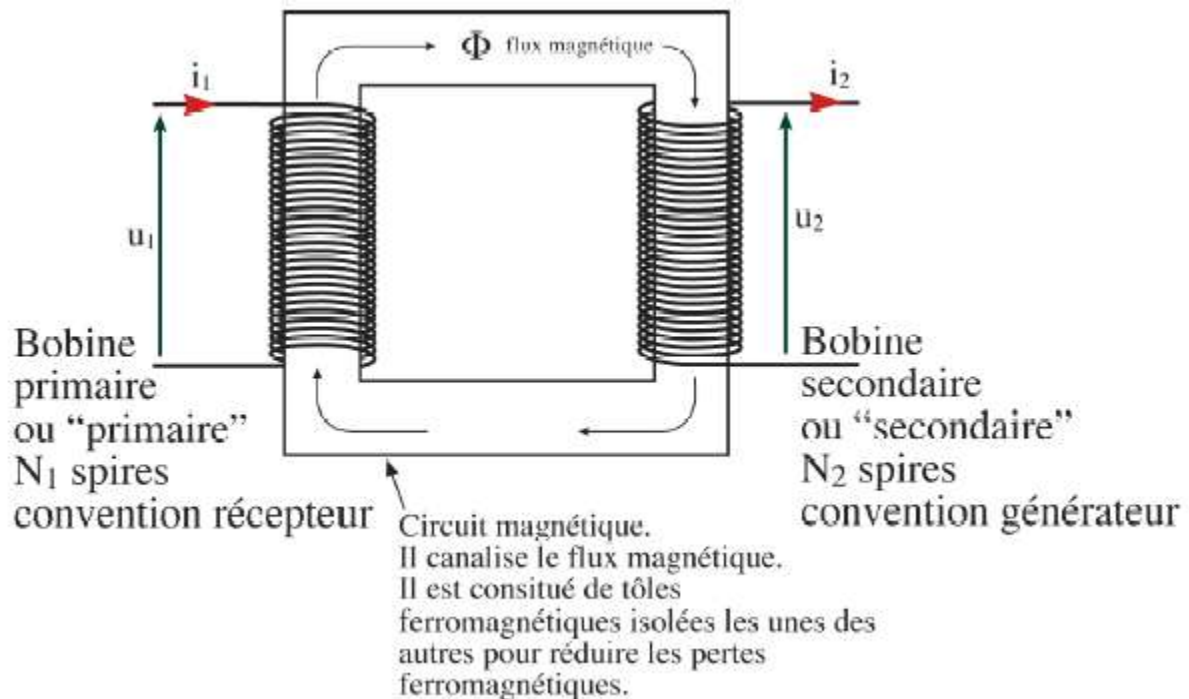
- **Pour l'alimentation**

- a. Le transformateur*

Schéma :



Fonctionnement interne :



Un transformateur comporte au moins deux bobines imbriquées dans un « cadre de transformateur » de faible réluctance. De ce fait, les lignes du flux magnétique sont principalement piégées dans le cadre du transformateur. Le flux $F(t)$ commun aux deux bobines est appelé « flux mutuel ».

Supposons que la bobine primaire (voir figure ci-contre) soit alimentée par une tension alternative $e_1(t)$. D'après la loi de Faraday :

$$e_1(t) = n \cdot dF(t)/dt$$

et

$$e_2(t) = 3n \cdot dF(t)/dt.$$

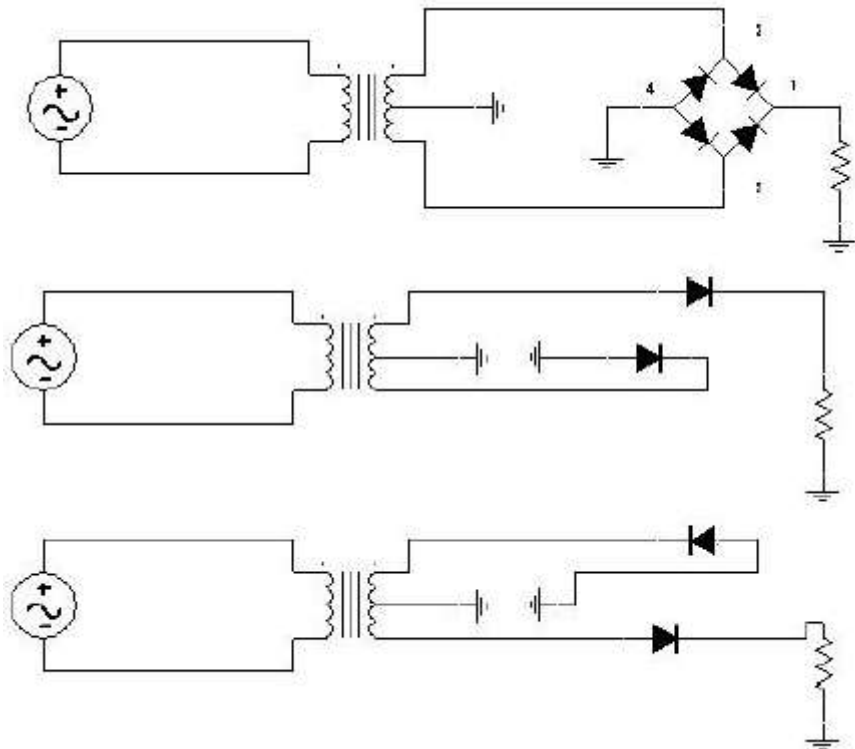
Ceci nous conduit à : $e_2(t) = 3 \cdot e_1(t)$

Ainsi, en multipliant le nombre de spires par 3 au secondaire, on triple la tension (et inversement bien sûr).

Autrement dit, si on voulait mettre ça sous forme d'équations, $V_2 = \frac{N_1}{N_2} V_1$ où V sont les tensions et N les nombres de spires

b. Le pont de Graëtz

La figure suivante représente un redresseur en pont et ses équivalents suivant le sens du courant. Il ressemble fortement au redresseur double alternance car il donne une tension de sortie redressée double alternance.



Comme nous pouvons le voir sur la figure suivante, durant le cycle complet, la tension sur la charge présente la même polarité et le courant de sortie dans le même sens. Le circuit transforme la tension AC d'entrée en une tension DC à la sortie.

L'avantage de ce type de redressement par rapport au redressement double alternance, c'est qu'il ne nécessite pas de prise médiane, et de part ce fait, toute la tension au secondaire est utilisée.

En première approximation, le redressement en pont, donne la même tension de sortie et la même fréquence de sortie que le redresseur double alternance, c'est-à-dire :

$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi}$$

et

$$f_{out} = 2.f_{in}$$

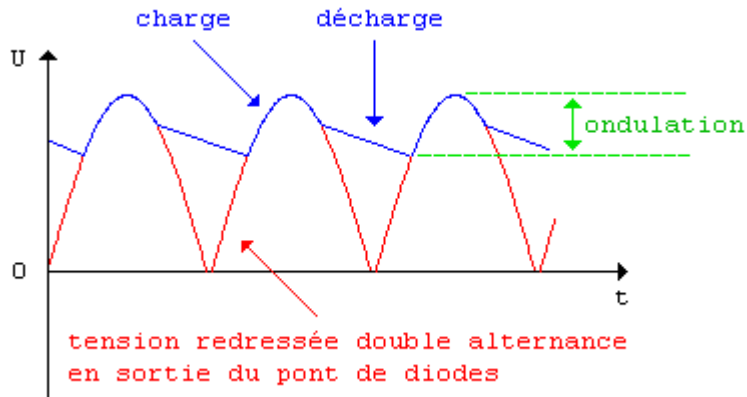
Pour la deuxième approximation, on peut dire que la tension de sortie est la tension d'entrée moins la tension perdue dans les diodes. Si on considère que la tension aux bornes d'une diode est de 0,7 V, on peut dire que :

$$V_{P(out)} = V_{P(in)} - 1,4[V]$$

c. Les condensateurs de filtrage

Le rôle du condensateur de filtrage, généralement un électrochimique de forte capacité, est de réduire l'ondulation d'une tension redressée lorsqu'on passe, par exemple dans une alimentation, d'une tension alternative à une tension continue. Il permet, en quelque sorte, de "lisser" la tension ondulée.

Le condensateur de filtrage est monté en parallèle avec la sortie du pont de diodes.

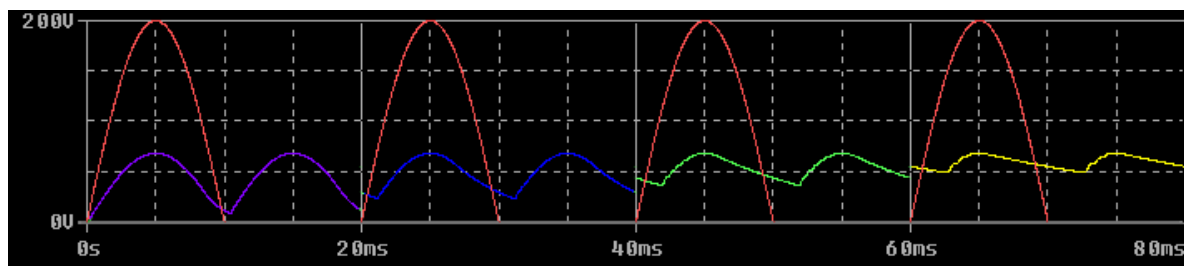


La présence du condensateur de filtrage permet de réduire fortement ("lisser") l'ondulation de la tension redressée.

Diverses formules permettent de calculer savamment la valeur d'un condensateur de filtrage. En voici une, qui a le mérite de la simplicité:

$$C = \frac{I_{MAX}}{f \cdot \Delta V}$$

Avec : C : capacité (F)
I_{MAX} : intensité maximale (A)
F : fréquence (Hz)
ΔV : tension d'ondulation admissible (V)



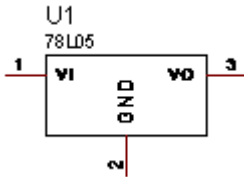
L'illustration ci-dessus, permet de bien visualiser l'influence de la valeur de la capacité de filtrage. La tension au primaire du transfo (trace rouge) est redressée en double alternance. De la trace violette (à gauche) à la trace jaune (à droite), on double à chaque fois la valeur du condensateur de filtrage. On constate, chaque fois que cette valeur augmente, une très nette diminution de l'ondulation. A noter toutefois qu'une valeur de C très supérieure n'améliorerait pas énormément la trace jaune: le filtrage a malgré tout ses limites...

Pour une alimentation capable de délivrer un courant maximal de 1 ampère, on trouve en général une valeur théorique de l'ordre de 4700 μF. Dans la pratique, une valeur de 2200 μF, voire moindre, s'avère souvent suffisante si la tension de sortie n'est pas trop faible (plus elle est faible, plus l'ondulation doit être faible). Toutefois, si une certaine latitude est permise au niveau de la capacité, il faut impérativement que la tension de service du condensateur soit supérieure à la tension crête (maximale) aux bornes du transformateur.

d. Les régulateurs

Un régulateur sert à réguler ou stabiliser un potentiel sur sa broche de sortie, il peut être fixe ou réglable (vis de réglage 25 tours) et être positif ou négatif par rapport à la masse (ex: 7805 positif avec en sortie +5V et 7905 négatif avec en sortie -5V).

Symbole :

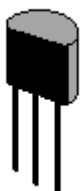
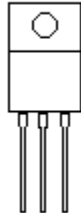



Le montage d'un régulateur est très simple, la patte 1 est l'entrée, la patte 2 se branche à la masse et la patte 3 est la sortie.

Il faut éviter d'alimenter l'entrée avec une tension trop forte par rapport à la sortie pour éviter qu'il ne chauffe pour rien, de préférence 2 à 4 volts en plus.

La valeur indique généralement la tension de sortie, 7805 pour 05 Volts ; 7812 pour 12 Volts

La série 78xx indique une sortie positive par rapport à la masse et la série 79xx indique une sortie négative.

<p>Boîtier TO92</p>  <p>Le " L " est utilisé pour les boîtiers TO92. $I_{MAX}=100[mA]$</p>	<p>Boîtier TO220</p>  <p>Le " T " est utilisé pour les boîtiers TO220. $I_{MAX}=1,5[A]$</p>	<p>Boîtier TO3</p>  <p>Le " K " ou " CK " pour des boîtiers TO3, $I_{MAX}=3[A]$</p>
---	--	--

• Pour le Trace-GSM

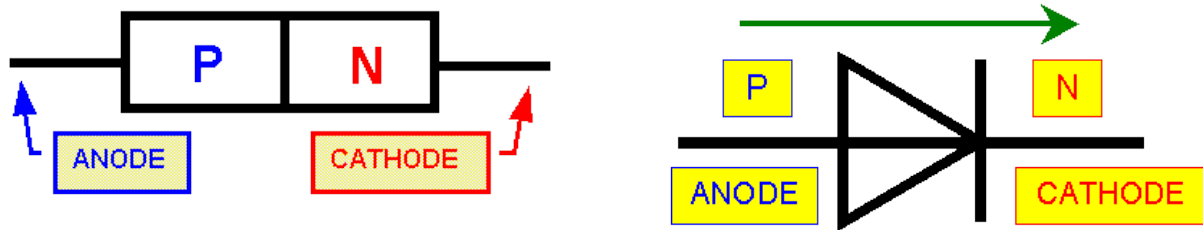
a. Les antennes et la haute fréquence.

Les bouts de fils métalliques et les bobines sont la partie réceptrice du montage. En effet, cette partie du montage transforme les ondes ultra hautes-fréquences en une tension. Cette tension n'est pas mesurable sur les antennes elles-mêmes car la simple pose d'une sonde sur l'antenne écraserait le signal.

b. Les diodes au germanium et la LED

Une diode a pour but de bloquer un sens de passage et de laisser l'autre sens passant.

La diode est constitué par l'association de semi-conducteurs de type P et N (silicium ou germanium). Les diodes au silicium sont les plus fréquemment utilisées.

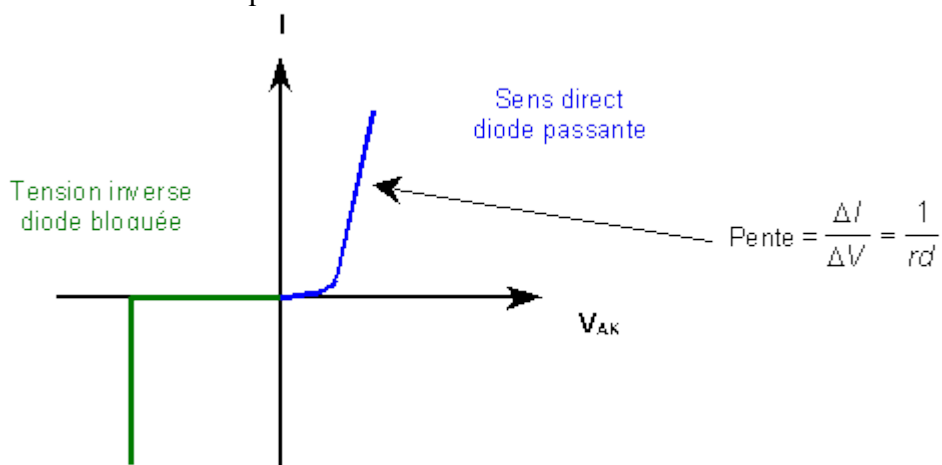


Symbole :

Le symbole suivant est utilisé pour représenter une diode dans un schéma.

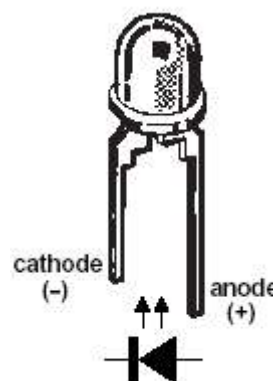
La flèche indique le sens conventionnel du courant quand la diode est passante.

Courbe caractéristique :



L'emploi de diodes au germanium dans le montage est indiqué car les propriétés et le rendement aux hautes fréquences sont meilleurs. De plus, la tension de seuil de la diode est plus basse (aux alentours de 0,2 – 0,3V contre 0,6 – 0,7V pour les diodes classiques), ce qui permet de mesurer plus facilement une tension dans le circuit par l'arrivée d'ondes GSM.

Pour ce qui est de la LED (Light Emitted Diode), son seuil est autour de 2V et possède les mêmes propriétés que les diodes normales si ce n'est qu'elles émettent de la lumière. Dans le montage, la LED de signalisation de fonctionnement sert en même temps de masse virtuelle pour la régulation d'une tension auxiliaire.



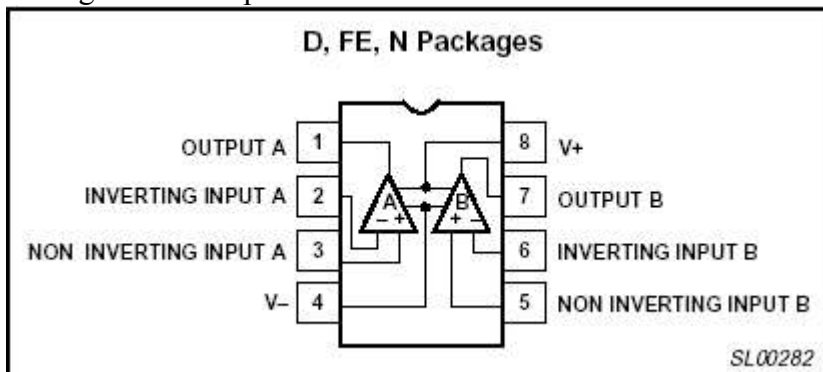
c. Les amplificateurs opérationnels (le LM358)

Le LM358 est un amplificateur opérationnel médiocre mais qui offre néanmoins une possibilité spéciale : il ne nécessite pas de condensateur pour éliminer la composante alternative du signal dans les applications audio.

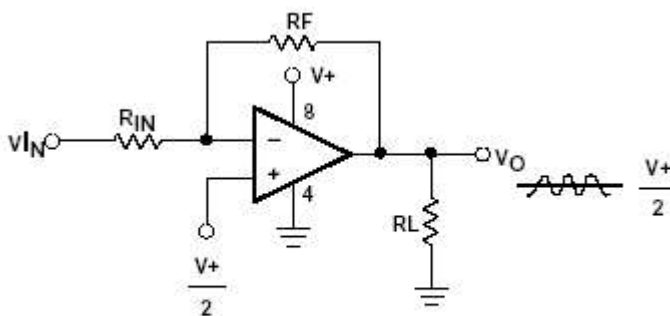
Les 2 amplificateurs de casque d'écoute reposent sur un double amplificateur opérationnel du type LM358. Contrairement à ce qui est normalement le cas lorsque l'on utilise des amplificateurs opérationnels, le découplage des sorties ne se fait pas par le biais de condensateurs électrochimiques mais à l'aide de résistances. Celles-ci sont traversées en permanence par un courant continu de faible intensité. L'amplificateur travaille partant en mode A, mode caractérisé par un niveau de distorsion faible même à gain important.



Configuration des pattes :

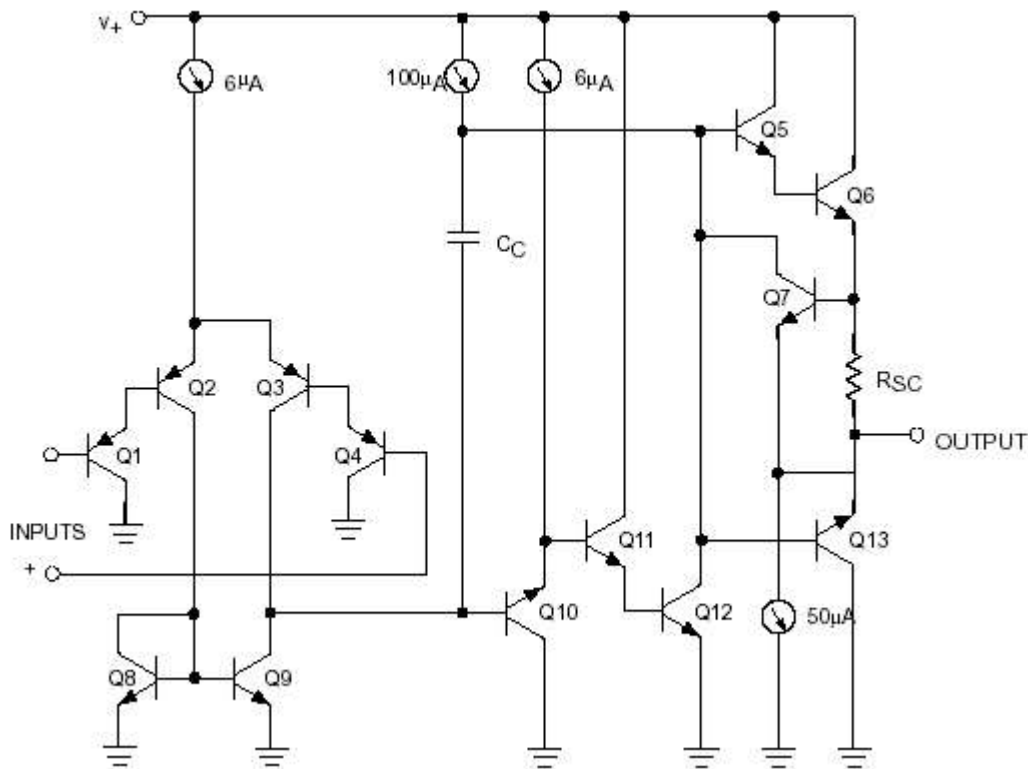


Montage courant :



Single Supply Inverting Amplifier

Schéma équivalent :



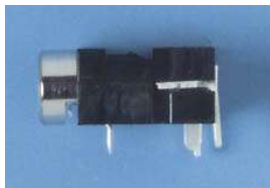
(voir datasheets pour explications complémentaires)

d. L'interrupteur et le commutateur

Que ce soit pour l'interrupteur ou le commutateur, le principe est le même. Pour l'interrupteur, le circuit est mis sous tension ou hors tension de façon manuelle. On fait donc passer le circuit d'un état ouvert à un état fermé ou l'inverse de façon à alimenter le circuit ou non.

Pour le commutateur, même si l'enfichage reste manuel, c'est la mécanique de l'enfichage elle-même qui ouvre un circuit pour en fermer un autre lorsqu'on décide de changer l'entrée du circuit. En fait, lorsque la fiche de l'alimentation est retirée, on a continuité entre 2 bornes sur les 3 du commutateur. La borne restante est fixée comme étant la masse. Lors de l'enfichage, on peut tester une continuité entre l'entrée positive de la fiche et une des bornes du commutateur. Cette borne en question doit être reliée à la piste conduisant le courant sur la plaquette. La dernière borne doit être reliée à l'autre entrée (celle qui devra être prise en compte avant la commutation).

e. L'embase jack



On peut voir sur cette embase jack qu'il y a 3 languettes métalliques qui ressortent. L'une d'entre elles est la masse. Une autre est le canal pour l'oreille droite et la dernière le canal pour l'oreille gauche.

Les 3 bornes correspondent aux 3 sorties de la plaquette.

D. Calculs

Résistance à placer devant la LED :

$$U_{LED} = 2V, I_{MAX(LED)} = 5 mA$$

Des 9V de l'alimentation on a une chute de tension de 2V dans la LED. Il reste donc 7V aux bornes de la résistance R9.

$$R_{9(min)} = \frac{7V}{5mA} = 1400\Omega$$

C'est pourquoi la résistance de 2k2 est largement suffisante.

Gain de l'ampli op :

$$A = \frac{R_{CR}}{R_{entrée}} = \frac{820k}{1k} = 820$$

2. Simulation sur logiciel ou rapport des essais

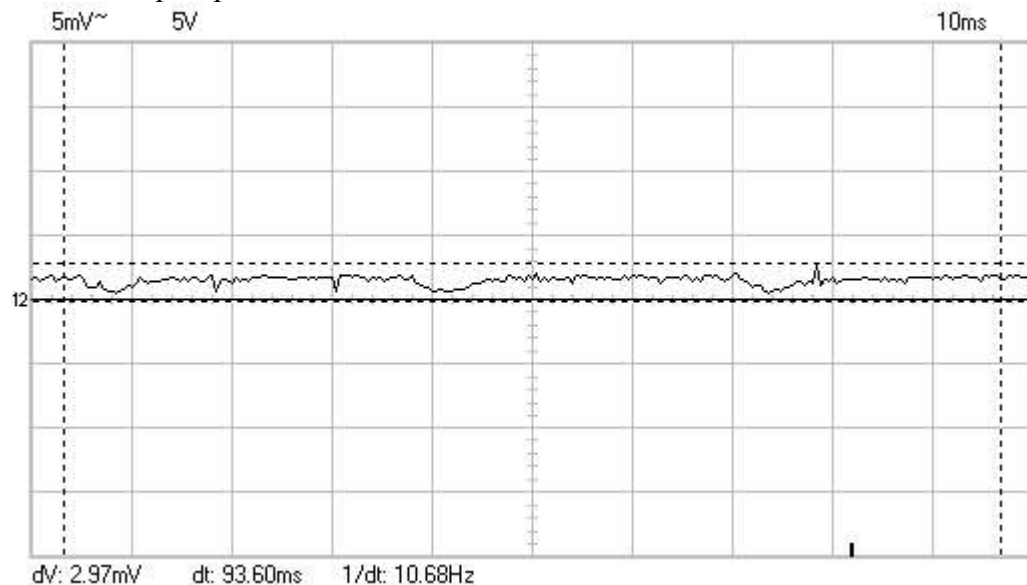
A. Pour l'alimentation

D'après le rappel théorique, j'ai vérifié mes tensions à la sortie de mon pont de diodes. J'ai aussi mesuré mes tensions de sorties pour m'assurer que les tensions étaient bien celles souhaitées et ce fut le cas tout de suite.

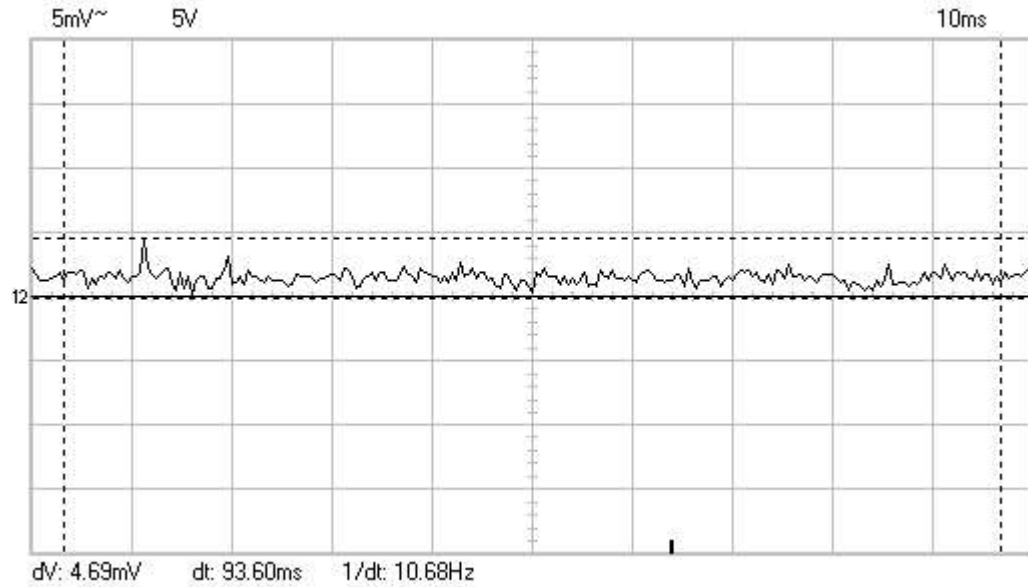
B. Pour le Trace-GSM

Mesure dans plusieurs conditions et à plusieurs points du montage de la tension.

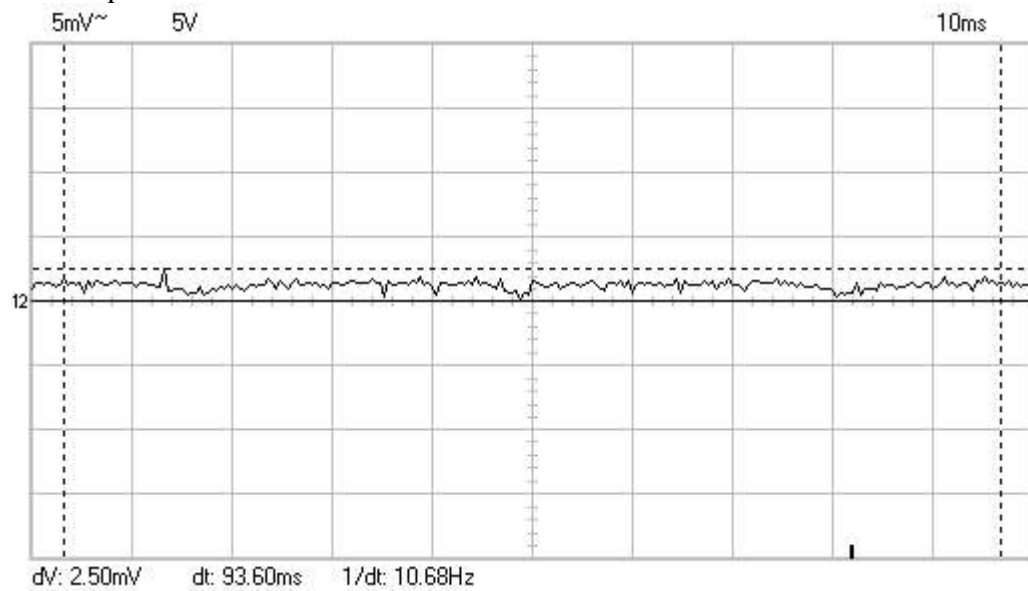
Avant l'ampli op sans GSM actif :



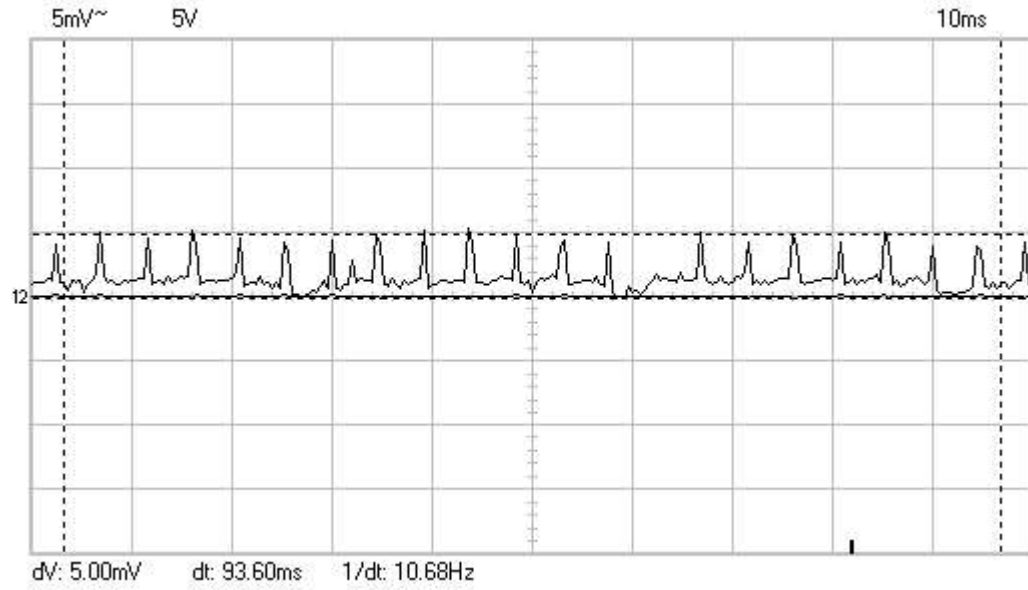
Après l'ampli op sans GSM actif :



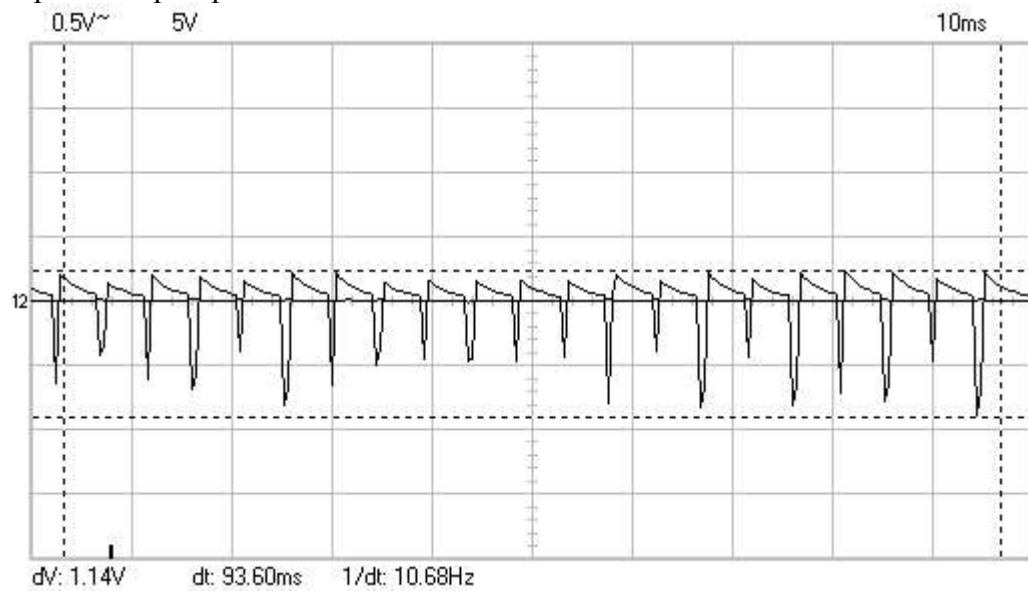
Au casque sans GSM actif :



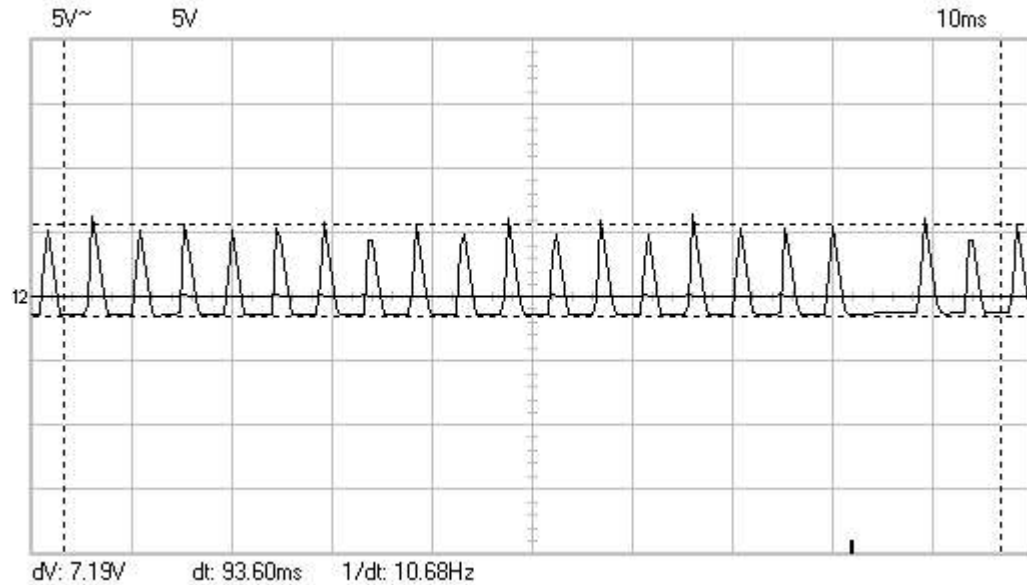
Avant l'ampli op avec GSM actif :



Après l'ampli op avec GSM actif :



Au casque avec GSM actif :



La différence de tension entre la mesure au casque et juste après l'ampli op est assez remarquable, mais c'est une illusion car le signal ne peut plus s'amplifier après l'ampli op. C'est juste dû à un changement de position du GSM, un changement d'impulsion d'ondes et un changement de proximité et de réception du réseau de celui-ci.

3. Apports personnels

Dans la version que j'ai faite, il est possible de commuter entre la pile et une alimentation grâce à un commutateur à branchement de façon à pouvoir se balader avec le Trace-GSM ou à le laisser à une place fixe à proximité d'une prise.

III. Dossier de fabrication

1. Analyse de chaque composant

- **Pour l'alimentation**

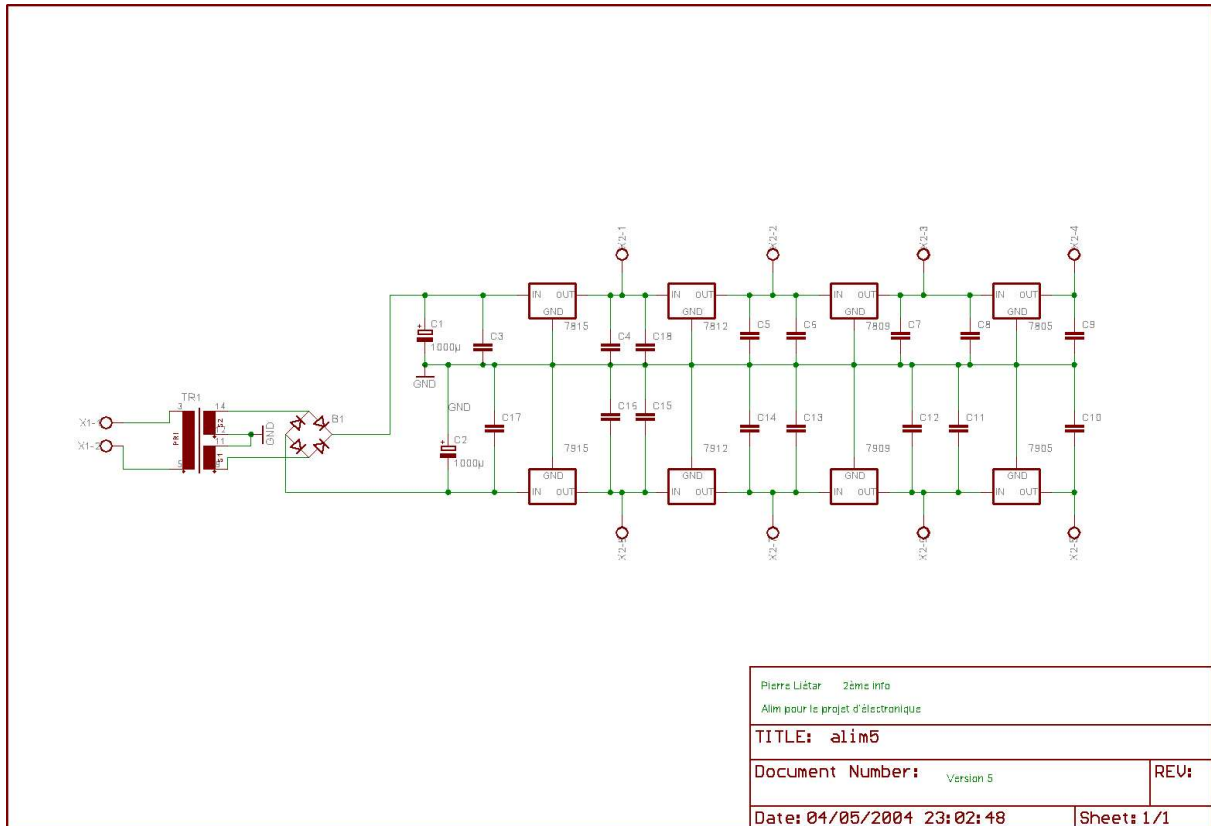
- Transformateur : abaisse la tension alternative du secteur.
- Le pont de diodes : Sépare l'alternance négative de l'alternance positive.
- Les condensateurs de $1000\mu\text{F}$ (C1 et C2): condensateurs de filtrage pour lisser la tension à la sortie du pont de diode
- Les condensateurs de $1,1\mu\text{F}$ (C3 à C18) : condensateurs de filtrage pour stabiliser la tension aux bornes de chaque régulateur
- Les régulateurs : permettent d'obtenir la tension voulue en aval à partir de la tension en amont.
- Les borniers d'entrée et de sortie permettent d'entrer et de sortir la tension.
- Le picot est la masse, c'est à dire le point de référence de l'alimentation par rapport à une tension de sortie choisie.

- **Pour le Trace-GSM**

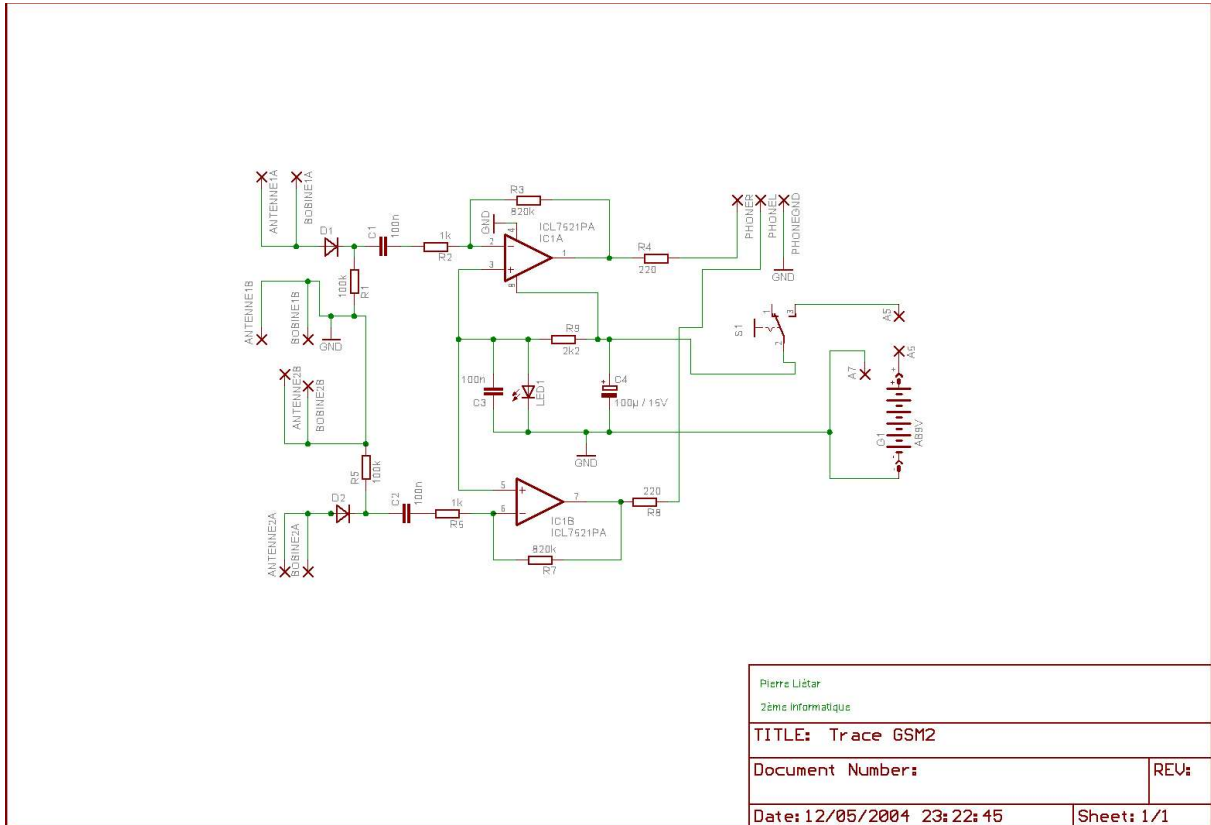
- Antennes et bobines : captent le signal et le convertit en tension
- Diodes D1 et D2 : empêchent d'avoir trop de tension sur les antennes
- C1 et C2 éliminent la composante continue et se déchargent via R5 et R6 (filtre passe haut pour ne laisser passer que les hautes fréquences).
- Ampli op : IC1A et IC1B amplifient les signaux captés par les antennes
- R4 et R8 : limitent la tension arrivant au casque
- S1 : interrupteur de mise en marche du montage
- G1 : pile 9V
- A5, A6, A7 : Les 3 bornes du commutateur (voir fonctionnement dans le rappel théorique)
- PHONER, PHONEL, PHONEGND : ce sont les 3 entrées pour le casque : l'entrée droite, l'entrée gauche et la masse.
- R3 et R7 : résistances de contre-réaction de l'amplificateur opérationnel (permettant d'augmenter le gain en augmentant les résistances)
- R2 et R6 fixent le gain
- R9 : pont diviseur de tension avec la diode.
- LED1 : LED témoin de mise en marche du système et masse virtuelle pour l'amplificateur opérationnel
- C4 : condensateur de filtrage pour lisser la tension après l'interrupteur et ainsi empêcher les différence de tensions.
- C3 : condensateur de filtrage après la LED pour lisser la tension attaquant l'amplificateur opérationnel

2. Vue schématique issue du logiciel

A. L'alimentation



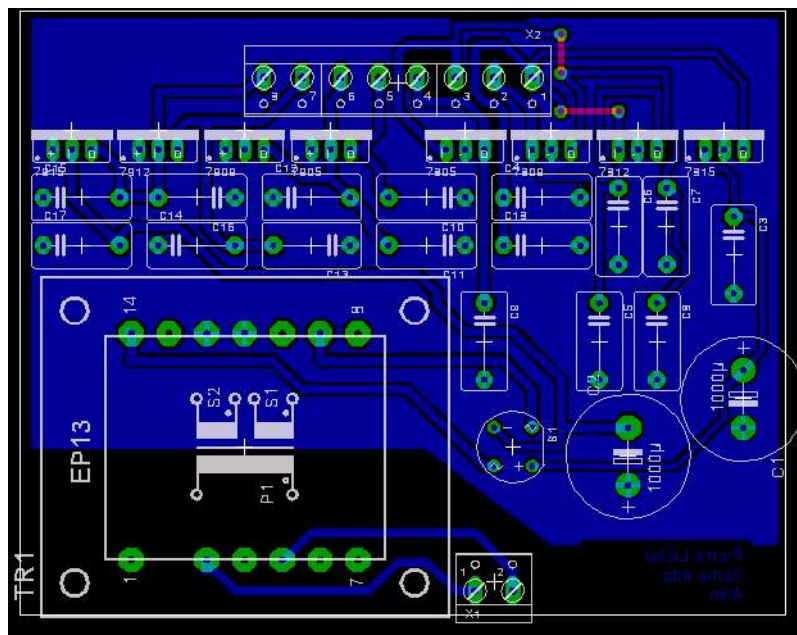
B. Le Trace-GSM



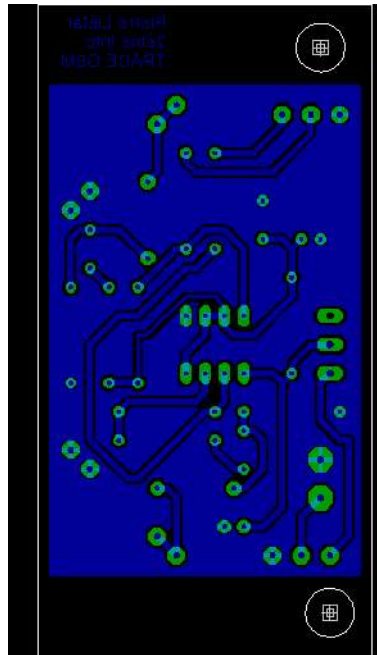
3. Vue du board

A. Avec les composants

- Pour l'alimentation



- **Pour le Trace-GSM**



4. Typon

A. Pour l'alimentation

Voir annexes

B. Pour le Trace-GSM

Voir annexes

5. Câblage du périphérique

Le câblage du périphérique est assez simple. Il faut brancher le casque dans la prise jack, mettre une pile pour l'alimentation ou brancher l'alimentation via le commutateur.

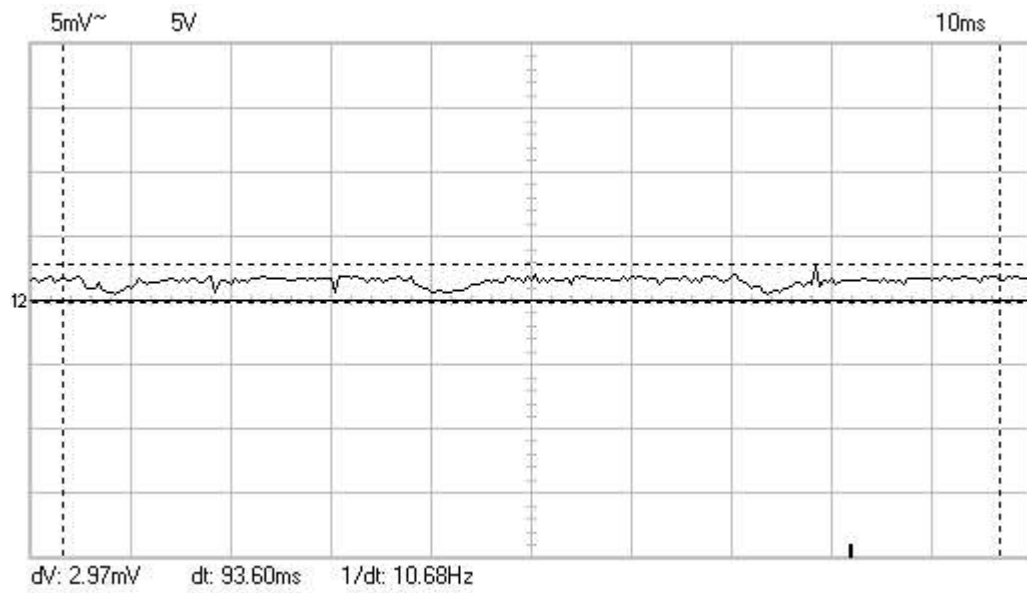
6. Procédures de mise au point

La plus grosse des mises au point est sans doute tout ce qui concerne la réception des hautes fréquences. En effet, la longueur des antennes, le nombre et le diamètre des spires des bobines et la qualité des diodes D1 et D2 sont variables mais importants. En effet, la modification de certains paramètres peuvent améliorer la qualité du montage, mais aussi le détruire complètement.

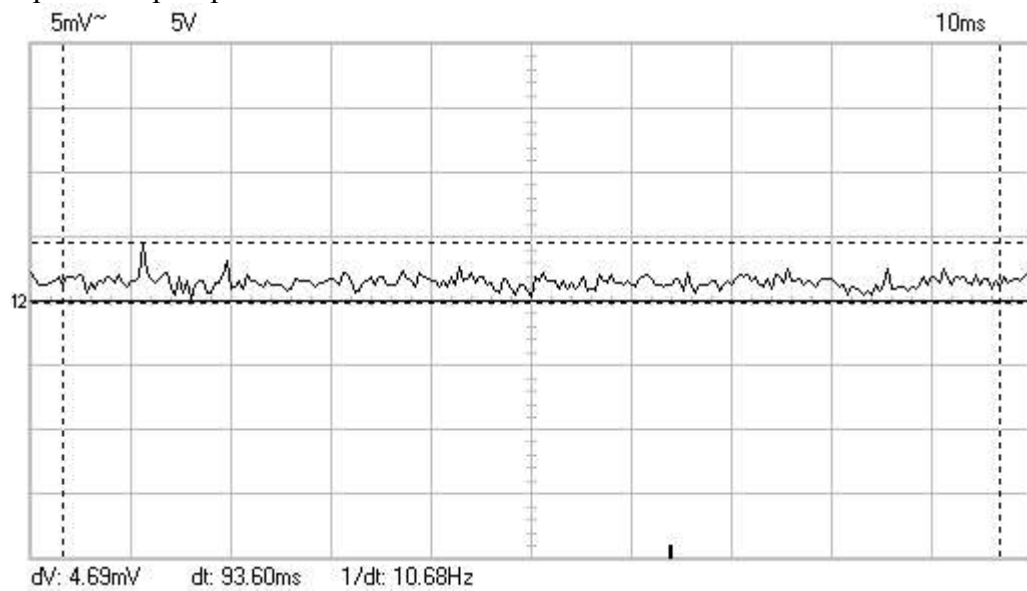
Une autre mise au point au niveau sonore peut se faire en changeant les résistances de contre-réaction de l'amplificateur opérationnel pour augmenter le gain de ce dernier.

7. Mesures essentielles pour expliquer le fonctionnement

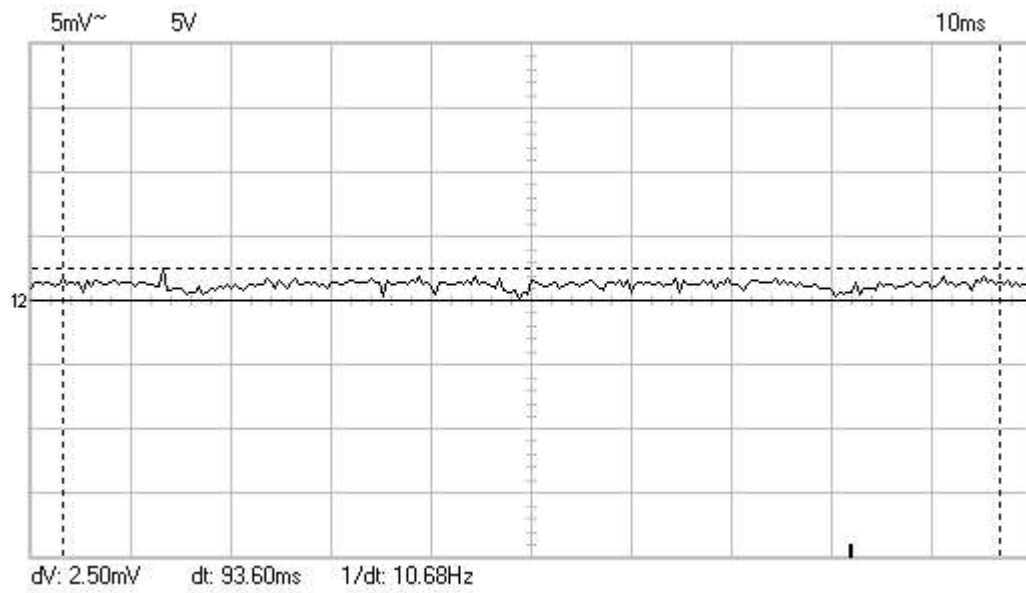
Mesure dans plusieurs conditions et à plusieurs points du montage de la tension.
Avant l'ampli op sans GSM actif :



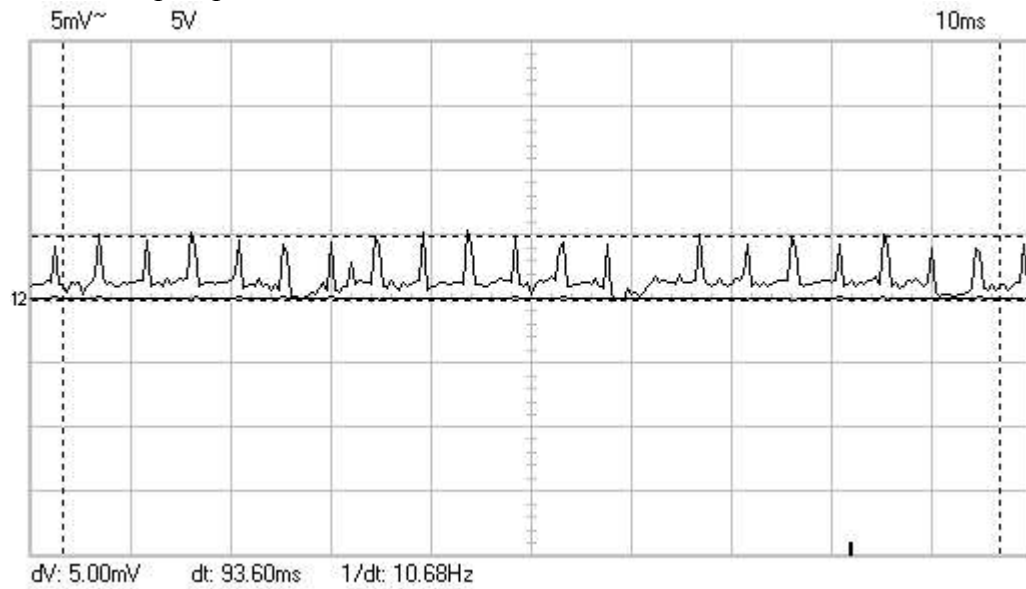
Après l'ampli op sans GSM actif :



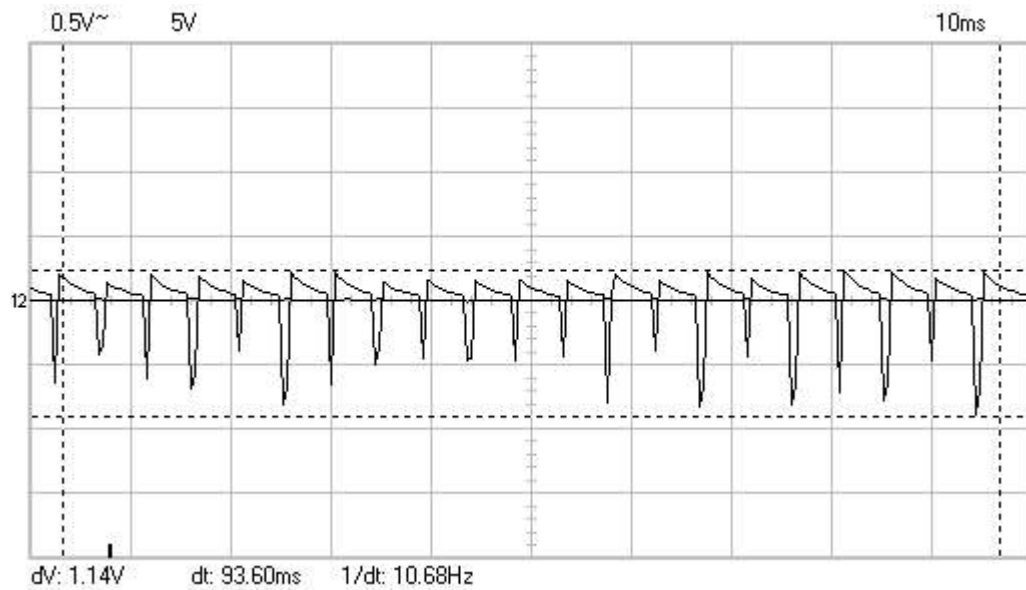
Au casque sans GSM actif :



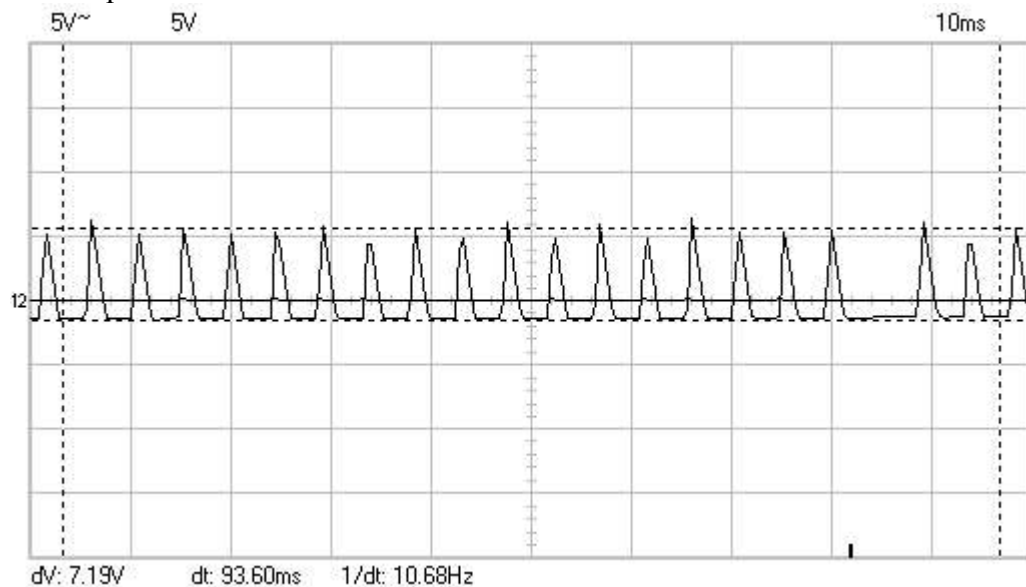
Avant l'ampli op avec GSM actif :



Après l'ampli op avec GSM actif :



Au casque avec GSM actif :



La différence de tension entre la mesure au casque et juste après l'ampli op est assez remarquable, mais c'est une illusion car le signal ne peut plus s'amplifier après l'ampli op. C'est juste dû à un changement de position du GSM, un changement d'impulsion d'ondes et un changement de proximité et de réception du réseau de celui-ci.

IV. Manuel d'utilisation (notice de fonctionnement)

1. Présentation du montage à un client

Le montage permet de détecter un GSM en activité, de le localiser grâce à une notion de directionnalité donnée par les antennes. Il ne nécessite qu'une pile 9V pour fonctionner mais peut aussi recevoir la tension d'une alimentation 9V, ce qui aura pour effet d'ouvrir le circuit pile et préserver cette dernière.

2. Présentation commerciale

Il arrive, de plus en plus souvent, que l'on soit l'objet d'un appel ou que l'on reçoive un SMS alors que son expéditeur se trouve à portée acoustique. Quelqu'un essaie-t-il de se cacher ? Ou s'agit-il d'une autre opération semi-secrète telle qu'une communication interdite au milieu d'un cours ou d'un examen ? Un GSM qui sonne durant une représentation théâtrale ou cinématographique ? Un GSM brouille un appareillage médical ? Ce genre de situation est appelée à disparaître. Avec le trace-GSM, l'ultime appareil de repérage de GSM et téléphones portables en cours d'activité, vous pourrez détecter et arrêter les fraudeurs du bout de vos antennes !!! D'une utilisation simple et d'un prix défiant toute concurrence, le Trace-GSM sera l'outil indispensable à la sereineté de chacun, le système évident dont vous ne pourrez plus vous passer !

Publicité en annexe.

3. Mode d'emploi

Après avoir branché la pile ou l'alimentation et un casque d'écoute, allumez l'interrupteur et écoutez les sons fournis par votre détecteur.

4. Pannes et solutions

Si la LED verte ne s'allume pas :

Vérifiez qu'une tension arrive dans le montage et qu'il n'y aie aucun court-circuit.
Vérifiez la LED

Si aucun son n'arrive à vos oreilles :

Vérifiez votre casque.
Vérifiez l'amplificateur opérationnel.
Vérifiez que les antennes et les bobines sont correctement attachées au montage

Si le son est très faible :

Augmentez les résistances de contre réaction de l'amplificateur opérationnel (vous pouvez monter jusque 10Mohm pour autant que le son ne soit pas à saturation avant)

Si le son ne donne pas d'un côté :

Vérifiez que votre casque est stéréo
Vérifiez que les antennes et bobines soient bien attachées
Vérifiez que les diodes sont toujours fonctionnelles

5. Coordonnées du service après vente

Trace GSM Cie, service après-vente

Domaine des Charmilles, 3
7536 Vaultx
Tél : 0494/912252
e-mail : info@tracegsm.be.tf

V. Bibliographie et annexes

1. Ouvrage source du projet

<http://www.elektor.presse.fr/miniproj/download/010128fr.pdf>

2. Bibliographie

- http://www.physique-appliquee.net/phyapp/transformateur/cours_transformateur.pdf
- http://www.nte.ups-tlse.fr/services/ressources/physique/induction/transformateur/le_transformateur.htm
- <http://freelektronik.free.fr/LEKTRONIK/C2.htm>
- http://www.geocities.com/athens/olympus/9531/TP_1STI2/TP9/tp9.html
- <http://www.lelectronique.com/ressource/voir.php?rub=cours&num=5>
- <http://www.lumberg.fr/jack.htm>

3. Annexes ajoutées au travail

En annexe :

- Ouvrage source du projet
- Datasheets du LM358
- Schéma de l'alimentation
- Schéma du Trace-GSM
- Typon de l'alimentation
- Typon du Trace GSM
- Publicité du Trace GSM