



le flair du TAPIR

détecteur ultrasensible d'e-smog à large bande



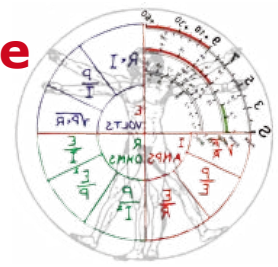
Fin limier de la pollution électromagnétique qu'il traque et rend audible sur casque, le TAPIR est aussi un beau projet à construire, un kit avec tout ce qu'il faut, même le boîtier, qui est fait de quatre circuits imprimés ingénieusement assemblés.

Thijs Beckers (Elektron)

Pourquoi fabriquer un détecteur d'électrosmog (*e-smog*) ? Parce que de plus en plus d'objets d'usage quotidien marchent avec un noyau électrique : brosse à dents, appareil photo, télé, etc. et que tous rayonnent d'une façon ou d'une autre. Un tel détecteur est conçu pour dépister le rayonnement de l'électronique environnante. Certes, il y a bien la réglementation sur la compatibilité électromagnétique que les fabricants doivent respecter, mais leurs appareils sont-ils pour autant

totallement exempts d'électrosmog ? En fait, même avec la fameuse certification CE, rien ne garantit que l'appareil estampillé réponde à toutes les règles et n'interfère pas avec d'autres. Essayez donc, quand vous téléphonez avec votre portable, de l'approcher d'un radioreveil bon marché, de petites enceintes actives de bas de gamme pour PC ou d'un ampli de guitare. Le TAPIR, sigle de *Totally Archaic but Practical Interceptor of Radiation* (totallement archaïque mais pratique in-

tercepteur de radiations), est un circuit simple capable de détecter et localiser (en la faisant entendre) toute source de champ électrique E ou, avec l'antenne appropriée, de champ magnétique H. Son domaine d'application va de l'usage domestique (*où puis-je m'asseoir sans être bombardé de micro-ondes*) à l'usage professionnel (*J'ai des mesures délicates à faire, qui diable me fait des embrouilles ?*). Ce projet est si facile et amusant à construire qu'il sera peut-être l'occasion pour vous de réali-



ser, avec l'aide de votre (petit-) fils, vos premières soudures de CMS.

Différents champs

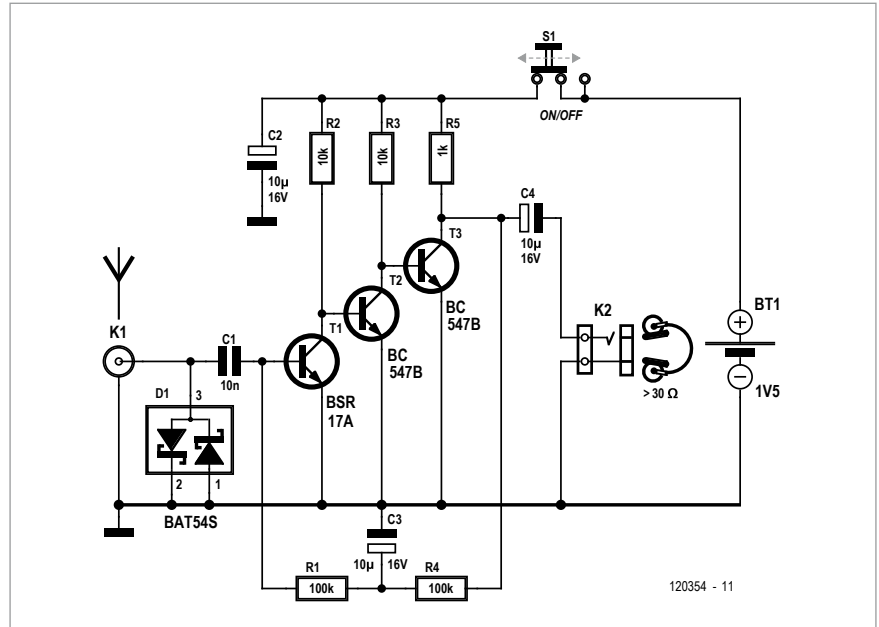
TAPIR est capable de détecter aussi bien des champs électriques que magnétiques à haute fréquence. Les champs magnétiques sont généralement produits par des transformateurs et des antennes en boucle, alors que les champs électriques émanent des lignes à haute tension, des éclairages électroluminescents d'arrière-plan et des anciens cyclomoteurs qui passent près de vous. Les champs électromagnétiques sont une combinaison des deux, on les rencontre le plus souvent dans le lointain, à plus grande distance de leur source.

On peut brancher deux sortes d'antennes sur le TAPIR, chacune optimisée pour un type de champ. Les champs magnétiques se détectent avec une bobine à noyau de ferrite et pour les champs électriques, une antenne fouet à fabriquer soi-même avec un morceau de fil.

Comment ça marche ?

Le schéma d'une grande simplicité est très semblable à un circuit publié par Elektor en 2005. À la base, un ampli BF à trois étages pour un grand gain. Pas de filtre passe-bas dans le circuit, donc les hautes fréquences le traversent. Ainsi, les caractéristiques non linéaires des transistors ont un effet de démodulation sur les signaux HF que l'on entend par contre sur un casque. La polarisation des étages à gain s'ajuste automatiquement à travers la boucle de rétroaction en continu, par R4 et R1. C3 court-circuite la composante alternative.

Le signal de sortie est superposé à une tension continue de 0,7 V que C4, comme protection, empêche d'atteindre les écouteurs ou un autre appareil.



Le gain total est tel que des signaux de l'ordre du microvolt seront audibles dans les écouteurs. Pour que le bruit intrinsèque du transistor T1 n'apparaisse pas en sortie, mieux vaut choisir un exemplaire à faible bruit, comme le BSR17A.

ceux au format 0805, vous pouvez les souder avec les outils traditionnels, complétés par une paire de brucelles de précision, et bien sûr, pour votre fer, une panne raisonnablement fine. Commencez par faire table rase ! Sinon, un CMS échappé de la pincette

traces sonores de la pollution électromagnétique

Le circuit complet commence à fonctionner à partir de 1,2 à 1,5 V, une seule pile AAA conviendra donc. Cette faible tension agit aussi comme limiteur ; même si un puissant signal entraîne l'amplificateur en saturation, le niveau dans le casque ne devient jamais excessif.

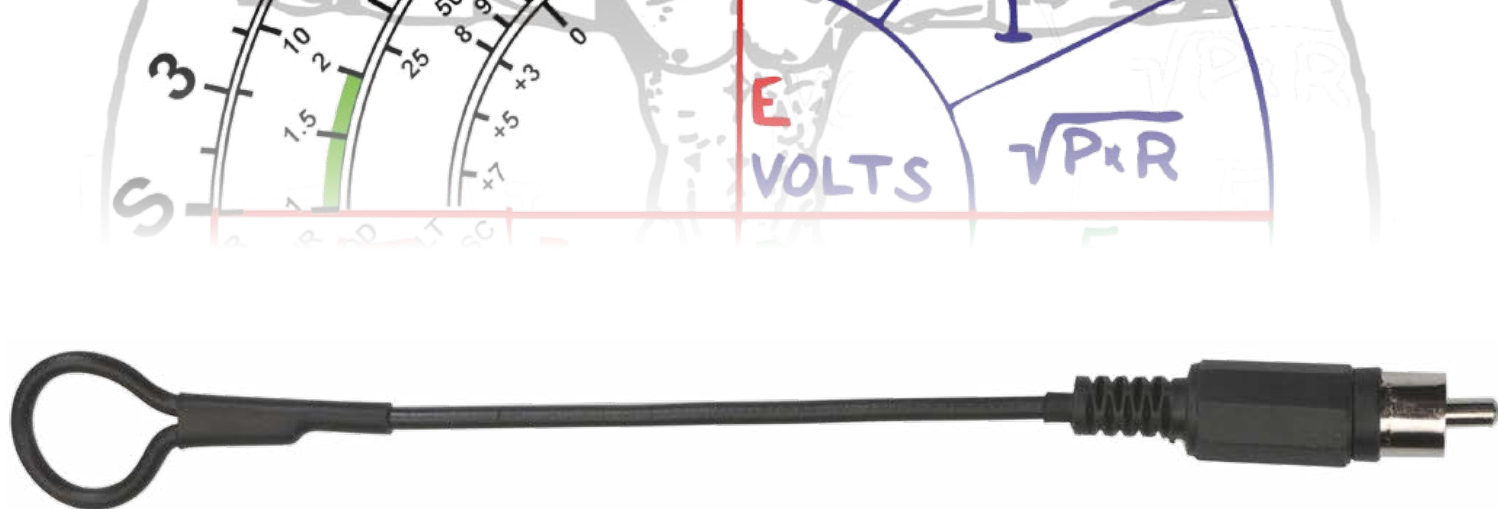
Ne reculez pas devant les CMS

Ce détecteur d'e-smog est disponible en kit [1] à petit prix avec le circuit imprimé et tous les composants, sauf la pile. Ne vous tracassez pas pour les composants montés en surface. Même

risquerait de disparaître à jamais dans le fouillis. Soignez l'éclairage de votre table *avant* de commencer à ouvrir le premier sachet et trier les composants, avec ou sans l'aide de notre manuel d'assemblage [1] en ligne. Prêt à souder ?

Pour vous faire la main, commencez avec les plus grands (S1 et K2). N'utilisez que peu de soudure sur K2 pour éviter les ennuis à l'assemblage du boîtier. Quand c'est fait, détachez les platines 2 et 4 du panneau et limez les quatre becs sur les côtés par lesquels elles étaient assemblées.

Un moyen pratique pour souder les



CMS, c'est de « mouiller » d'abord une pastille. Tenez le bout du fil de soudure (du fin, c'est mieux) contre la pastille et touchez-la *brèvement* avec la panne. Un mince film de soudure recouvrira la pastille. Si vous avez été assez bref, il restera un peu de flux encore actif dans la soudure sur la pastille. Prenez les pincettes pour aligner le composant sur la platine, maintenez-le appuyé pendant qu'avec votre fer vous retouchez doucement la pastille légèrement étamée, cette fois pour provoquer la refusion de la soudure. Le rôle du flux est essentiel, car il aide la soudure à

de soudure fraîche. Maintenant, faites de même avec le reste des composants.

Le cubisme, c'est de l'art

Quand c'est fini, détachez la platine 3 du panneau à la scie en veillant à laisser les quatre petites languettes, nécessaires pour assembler les platines et former le coffret. Soudez la prise tulipe K1 sur la platine.

Nous allons maintenant souder les platines 5, 6 et 7 sur la 3. Détachez-les du panneau en ménageant leurs languettes. Mettez la platine 3 en face de

de la platine 4. Soudez alors les pastilles du bas de la platine 4 aux 3, 5 et 6, à partir du milieu en maintenant les platines serrées l'une contre l'autre. N'oubliez pas de souder les pastilles « normales » entre les platines 3 et 4 à côté de K2. Tournez la platine 4 vers le bas et soudez la prise tulipe sur la platine 4. Soudez aussi les pastilles de la platine supérieure au restant des autres platines.

Mettez la platine 2 en place et soudez-la aux autres en vérifiant que l'ensemble reste solide et d'équerre. Assurez-vous que toutes les pastilles sont soudées !

dépistez les sources d'interférences indésirables

fondre et à créer une liaison solide entre composant et pastille. Au besoin, réchauffez la pastille pour ajuster l'alignement du composant.

Quand il est à sa place, soudez l'autre pastille en poussant le fil de soudure contre elle et en la touchant brièvement avec le fer. Le flux devrait faire son effet magique et répartir uniformément la soudure sur la pastille et la connexion du composant.

Ne vous attardez pas, c'est le soudage rapide qui produit les meilleurs résultats. Assurez-vous cependant que vous soudez pour de bon et que vous ne vous contentez pas de *mouiller* les pastilles ou les composants. Au besoin, si ça n'a pas marché du premier coup, pour remettre de l'ordre, réchauffez la pastille tout en rajoutant un petit peu

vous, avec K1 tourné vers l'extérieur. Puis ajustez la platine 5 à sa place en veillant à ce qu'elle soit perpendiculaire et que la pastille pour la colonnette est du côté de la prise tulipe pointant vers le haut. Ne soudez que la pastille du coin droit, de manière à faciliter les ajustements par la suite.

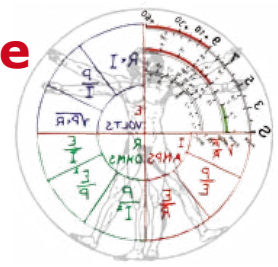
Mettez alors la platine 6 en place, de nouveau en vérifiant qu'elle est perpendiculaire. La pastille pour la colonnette doit être au-dessus et à distance du connecteur tulipe. Ne soudez que la pastille dans le coin droit. Finalement, positionnez la platine 7 et soudez les trois pastilles.

Continuez en glissant la platine 4 à sa place. K2 doit passer dans le trou de la platine 7. Les petites crêtes sur les platines 5 et 6 entrent dans les rainures

Soudez à leur emplacement les deux colonnettes M2x6. Elles doivent être bien à plat sur la platine et juste au milieu. Une pince peut vous y aider. Utilisez un foret bien affûté pour fraiser des logements dans la platine 1 pour noyer les têtes fraisées des vis. Vérifiez que la dernière platine (n° 1) s'adapte parfaitement. Au besoin, corrigez la position des colonnettes. Placez le ressort et une pile (type AAA, LR3) et fermez le couvercle. Votre TAPIR est prêt pour le service.

La construction des antennes

Pour détecter les champs électriques, on construit une simple antenne fouet avec une fiche tulipe et 20 cm de fil d'installation électrique ou de n'importe quel autre type de fil, mais celui



des installations est rigide et vous pouvez le plier à votre guise. Dénudez-en 3 mm et soudez-le au contact central de la fiche tulipe. Quand vous détectez des interférences sur un montage, plier le bout du fil en boucle peut être futile.

Les champs magnétiques sont captés par une antenne à effet de self. On la construit avec du fil d'installation comme cadre pour retenir une bobine, l'un des fils de la bobine sera soudé au contact central d'une fiche tulipe et

l'autre au contact extérieur. Assurez-vous que la masse, le contact extérieur, est bien connectée au TAPIR, sinon la bobine servirait d'antenne pour champ électrique. Plus de détails à propos de la construction sur notre site [1].

Liste des composants

Résistances (CMS 0805) :

- R1, R4 = 100 kΩ
- R2, R3 = 10 kΩ
- R5 = 1 kΩ

Condensateurs :

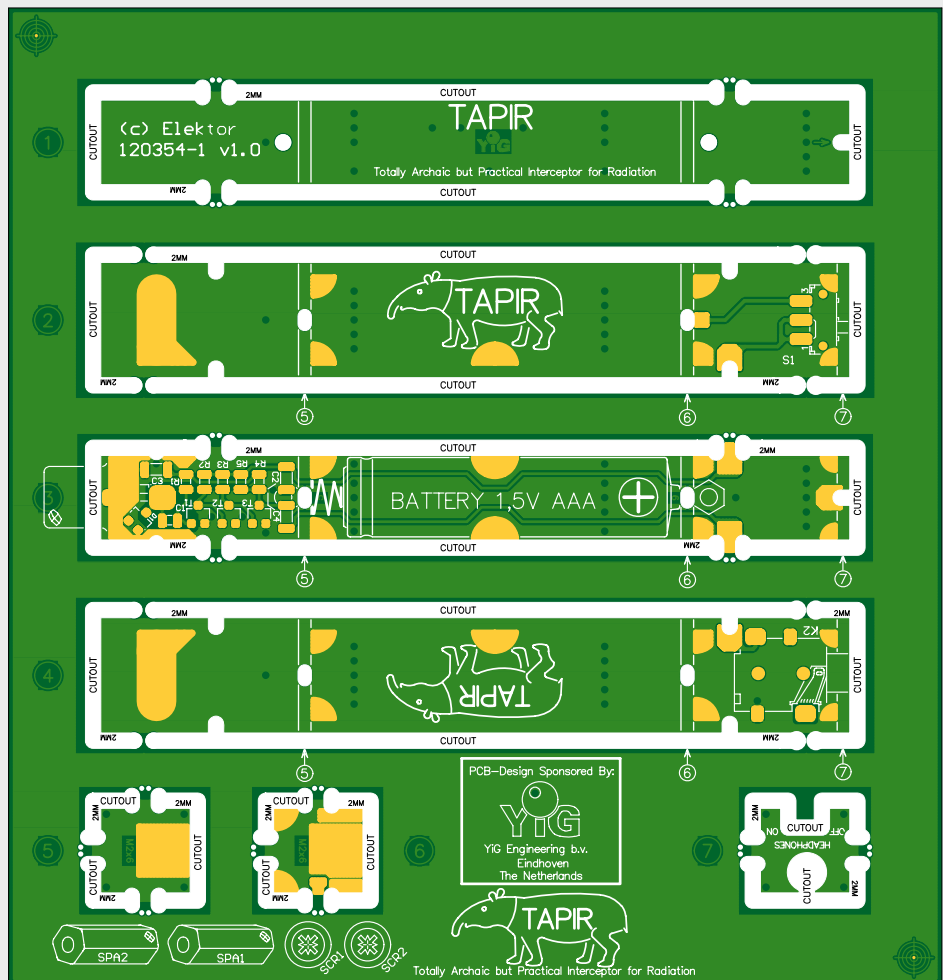
- C1 = 10 nF 50 V, CMS 0805
- C2, C3, C4 = 10 μF 25 V, CMS 1206

Semi-conducteurs :

- D1 = BAT54S
- T1 = BSR17A
- T2, T3 = BC847B

Divers :

- K1 = prise tulipe, TMS
- K2 = mini jack TMS, CIU
- S1 = interrupteur, JS102011SAQN
- circuit imprimé 120354-1, [1]
- ressort pour pile
- 2 colonnettes pour platine M2×6
- 2 vis Phillips, M2×6
- 2 fiches tulipe
- 2 morceaux de fil d'installation électrique env. 20 cm
- 1 bobine d'induction (antenne pour champ magnétique)





TAPIR à l'ouvrage

Utiliser TAPIR, c'est facile comme tout. Branchez le casque et une antenne, mettez en marche. Promenez-vous autour d'appareils électriques et vous entendrez des bruits différents pour chacun d'eux, selon le type et la fréquence du champ émis. Essayez avec un écran TFT de PC, un téléphone portable, un iPad ou un lecteur e-book, un tube TL ou une lampe fluocompacte, un gradateur de lumière, un PC ou un portable, un adaptateur secteur à découpage, un routeur sans fil, un point d'accès ou un modem Wi-Fi, etc. Puis refaites le même parcours avec l'autre antenne pour voir les différences. Ne vous étonnez pas d'entendre TAPIR couiner à l'approche de votre char-

geur d'accu ou de votre téléphone. Les écrans à cristaux liquides, en particulier, ou plutôt les circuits qui les commandent, produisent des sons intéressants. Il y a une vidéo sur le canal d'Elektor [2] où l'on peut voir

et entendre différents

bruits des champs produits par divers appareils.

Baladez-vous dans la rue, vous serez étonné des niveaux d'e-smog qui s'y manifestent. Alimentations à découpage, éclairages au néon, routeurs, répéteurs, antennes GSM/3G/4G, agents de police, distributeurs de tickets ou de sodas, tous émettent leurs zip, shebam, pow, blop, wizz* à qui mieux mieux. Essayez

vosre TAPIR pour écouter les systèmes de transmission par boucle inductive présents dans les musées et autres lieux publics.

N'est-il pas amusant de découvrir ainsi un monde normalement hors de portée de nos propres sens ? Et inquiétant de constater que ce monde n'est probablement pas aussi joli que ce que nous en espérons.

Nous remercions nos partenaires qui ont rendu possible ce projet.

Circuits imprimés : **PCB-Pool** [3] ; conception : **musée Jan Corver** [4] et **YiG Engineering** ; idée originale : **Burkhard Kainka**.

* *Comic Strip*, paroles de Serge Gainsbourg (120354 – version française : Robert Grignard)

Liens

[1] www.elektor.fr/120354

[2] www.youtube.com/ElektorIM

[3] www.pcb-pool.com

[4] www.jancorver.org/en/index.htm

Partenaires

L'ORIGINAL DEPUIS 1994
PCB-POOL[®]
 Beta LAYOUT

MUSEUM JAN CORVER
 DUTCH HAM RADIO MUSEUM

Pour la production des circuits imprimés du TAPIR, Elektor a fait équipe avec **Beta LAYOUT**, premier spécialiste européen du circuits imprimé, depuis le stade du prototype jusqu'à la grande série, inventeur du fameux procédé PCB-POOL®. Les clients de **Beta LAYOUT** sont aussi bien de petits bureaux d'étude et des amateurs que les laboratoires d'électronique de certains des plus grands fabricants au monde. **Beta LAYOUT** fournit non seulement des circuits imprimés par prototypes ou par petites séries, mais aussi les stencils découpés au laser pour l'implantation des CMS, les façades, des outils pour le soudage des CMS et, depuis peu, un service de prototypage express en 3D.

Visitez www.beta-layout.com pour plus d'information.

La conception des platines du TAPIR a été généreusement offerte par le **Museum Jan Corver** et **YiG Engineering**.

Visitez www.jancorver.org/en/index.htm pour plus d'information.