

Solar Whipper - Une Antenne Active couvrant de 0.1 à ~ 400MHz

Par ON4LCQ, Raymond

Introduction

Je voulais depuis longtemps disposer d'une antenne unique pour toute une série d'usages, p.ex. : l'écoute des HF sur un BCL, de la bande Aviation ou de la FM le soir avec un stick SDR RTL2832U, la recherche de perturbations EMC/EMI, l'analyse de signaux en UHF... Une antenne omnidirectionnelle et à large bande s'imposait. Destinée à servir exclusivement en réception, il n'était pas nécessaire qu'elle soit de grandes dimensions, une antenne active de type E-Field Probe convenait parfaitement. Voici environ deux ans, je suis passé à la réalisation en partant de l'antenne « miniWhip » de PA0RDT et j'ai entrepris de l'améliorer sur plusieurs points :

- le facteur de bruit, à améliorer pour l'emploi à des fréquences nettement plus élevées
- la largeur de bande, très limitée (20 MHz). Les simulations ont démontré que sa fréquence maximale dépassait difficilement 40 MHz
- le transistor de sortie de type 2N5109, excellent mais obsolète et quasi introuvable

L'antenne active décrite dans cet article permet soit une alimentation séparée -p.ex. un module solaire avec batterie rechargeable en tampon, d'où son nom- soit une alimentation via le coaxial à condition de placer une self ad hoc.

Schéma-bloc de l'ensemble

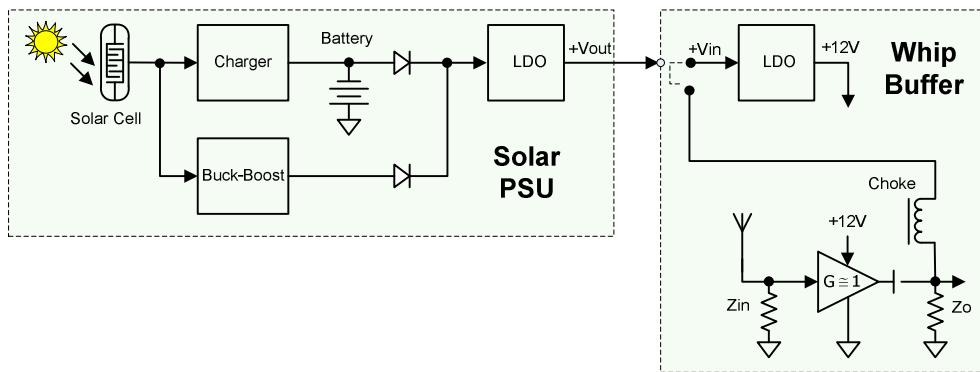


Figure 1: schéma-bloc du système Solar Whipper

La Fig. 1 ci-dessus montre les deux modules distincts du système. La « Solar PSU » sera décrite ultérieurement, du moins si un réel intérêt se manifeste et en justifie le développement (long et coûteux).

L'antenne active Solar Whipper

En Rx-Only, une petite pièce métallique peut parfaitement faire office d'antenne. Ses dimensions doivent être au maximum du 1/10 de la longueur d'onde la plus courte à recevoir. Sa forme n'est pas critique, un morceau de PCB (copper clad) est parfait.

Une telle antenne présentant une impédance très élevée et essentiellement capacitive d'environ 9 pF/m doit être suivie d'un amplificateur spécial capable d'abaisser l'impédance à 50 ou 75 ohms, valeur usuelle des entrées de récepteurs et aussi des câbles de liaison. Cet ampli doit aussi être capable d'encaisser de forts signaux sans dégradation de sa linéarité.

Le schéma est simple (voir [Schéma](#) en dernière page de ce document) et n'appelle que peu de commentaires : un étage d'entrée à 4 JFET en parallèle (pour diminuer le bruit dans les bandes basses) couplé par capacité à 4 NPN de sortie en émetteur follower. Le résultat : un buffer avec une impédance d'entrée très élevée et une impédance de sortie basse, de gain forcément inférieur à 1.

Les deux diodes D1 et D2 sur la connexion d'antenne servent à protéger les JFET contre les décharges ESD (Electro Static Discharge, soit Décharge électrostatique) éventuellement amenées par la main lors de manipulations. Leur tension peut être très élevée : jusque 30 kV. En montant en premier lieu ces diodes sur le PCB, le reste sera protégé tant à l'assemblage qu'en fonctionnement.

La réalisation pratique

Un PCB n'est pas indispensable, mais je n'aime pas les réalisations peu soignées et surtout pas très reproductibles. J'ai donc étudié un layout de qualité "pro" facile à câbler avec zone de copper-clad servant d'antenne intégrée. Il permet aussi de connecter un whip en série avec la partie « Antenne intégrée ». Il est réalisé sur de l'époxy simple face de 1,6 mm d'épaisseur avec cuivre de 35 μm , dont les dimensions sont de 169 x 35,15 mm. La partie « Antenne » seule a une longueur de 78,3 mm. Les fichiers de fabrication du PCB sont inclus dans l'archive «AME01_01_D2_PCBFiles_03.zip» disponible sur le site www.on4lcq.be à la rubrique [Téléchargements](#). Les OM's préférant employer ce PCB Pro peuvent l'acheter à un coût très modique à la section [eShop](#) du site. J'ai opté pour des transistors extrêmement courants en boîtier Through-Hole plutôt que SMD comme d'ailleurs tous les composants. Au final, l'antenne active est très facile à réaliser et éventuellement à faire évoluer.

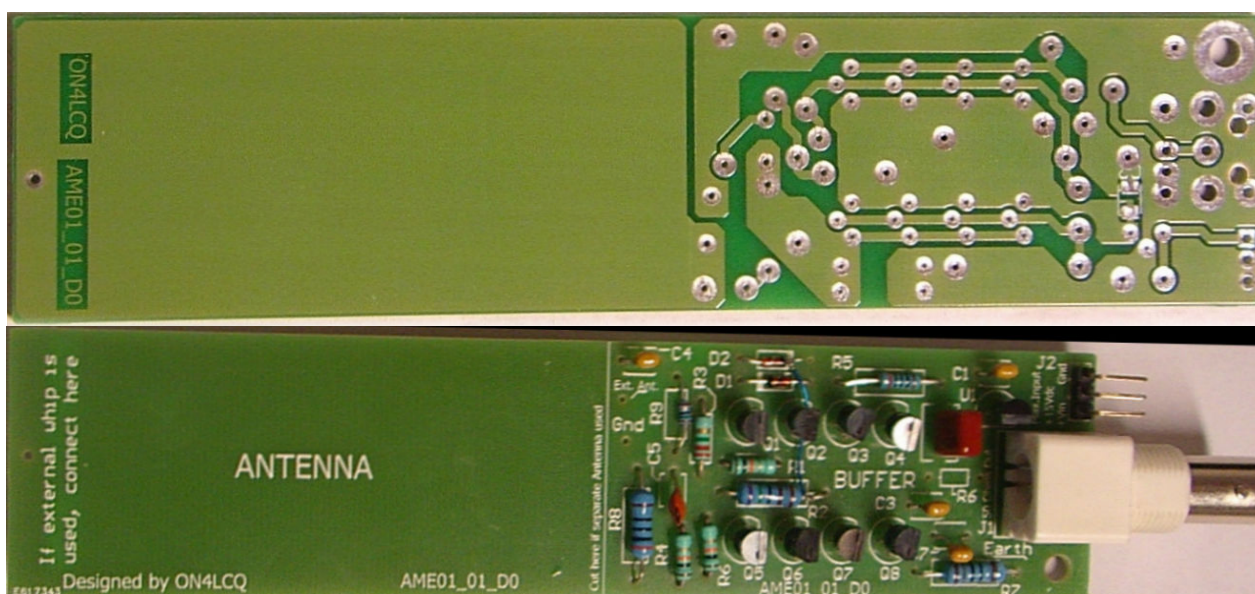


Figure 2: PCB complètement câblé

Assemblage et mesures

Cette opération est très facile grâce aux composants entièrement Through-Hole (çàd à insérer) classiques. Seul C2, un condensateur SMD côté cuivre peut poser un léger problème mais les PCB disponibles sur [eShop](#) du site www.on4lcq.be sont fournis avec C2 monté et soudé. On câblera avant tout D1 et D2, ces diodes serviront de protection ESD pour les autres composants. Ensuite, on placera les composants passifs (R, C, connecteurs) puis on montera le régulateur de tension U1 et son pinheader J2 à 3 broches au pas de 2,54 mm monté à angle droit sur le bord du PCB.

On connectera à J2 une source de tension réglée sur 15 V_{dc} min. (max. 16 V_{dc}), en respectant la polarité (U1 est toutefois protégé contre les inversions par une diode en série). La tension à la broche 1 de U1 (sortie) doit être de 12 V_{dc} (comprise entre 11,52 et 12,48 V). Dès qu'on est certain de la valeur de tension fournie par le régulateur, on peut tout câbler avec les JFET et les NPN en dernier lieu.

Les tensions suivantes –prévues par simulation- seront mesurées : env. 6,7 V_{dc} aux bornes de R6 et env. 5,7 V_{dc} aux bornes de R7. Quant au courant total, il sera de l'ordre de 43 mA (à 20°C).

Installation

L'antenne étant destinée à une installation à l'extérieur, le tout doit être rendu étanche. Les supermarchés voués au bricolage vendent des tubes PVC dans de nombreux diamètres et toutes sortes d'accessoires : coudes, manchons, etc. Le PCB a été conçu pour un tube de diamètre extérieur de 40 mm. J1 (BNC) ne gêne pas l'insertion dans le tube servant de boîtier. La HF sortira donc par un coaxial muni d'un BNC et entrant dans le tube PVC via un presse-étoupe. La photo en page suivante est plus explicite qu'un long discours. Avec ce type de construction, il suffit de dévisser l'une ou l'autre extrémité pour accéder au matériel à l'intérieur. Surtout, les éléments étant collés et grâce à un joint à chaque extrémité, l'ensemble est parfaitement étanche

On voit sur la photo deux câbles passant par le presse-étoupe. Il s'agit bien sûr d'une part du coaxial RG-58 pour la HF et d'autre part d'un câble Cat5 (dit « Ethernet ») pour l'alimentation. Comme j'ai déjà expliqué, je n'ai pas voulu téléalimenter le montage par le coaxial. Je l'alimente pour l'instant via un câble Cat5 séparé dont je possédais une assez grande longueur. Une paire est connectée au +14 Vdc, une seconde paire à la masse (le -14 Vdc). Vu la faible intensité de courant d'alimentation ($\sim 40 \dots 45$ mA), même 25m de câble ne provoquent pas une forte chute de tension. J'ai mesuré 13,687 V au connecteur J2 sur le PCB avec 13,865 V à l'entrée du câble, soit une chute de 0,178 V. Les 3e et 4e paires sont connectées à la tresse du coaxial à la station, le tout étant raccordé à la terre près du récepteur.

J'insiste sur ce point très important : une antenne du type de la Solar Whipper ne peut pas fonctionner correctement sans une mise à la terre de qualité.



Figure 3: l'antenne terminée dans son « boîtier » étanche sur la façade arrière du QRA

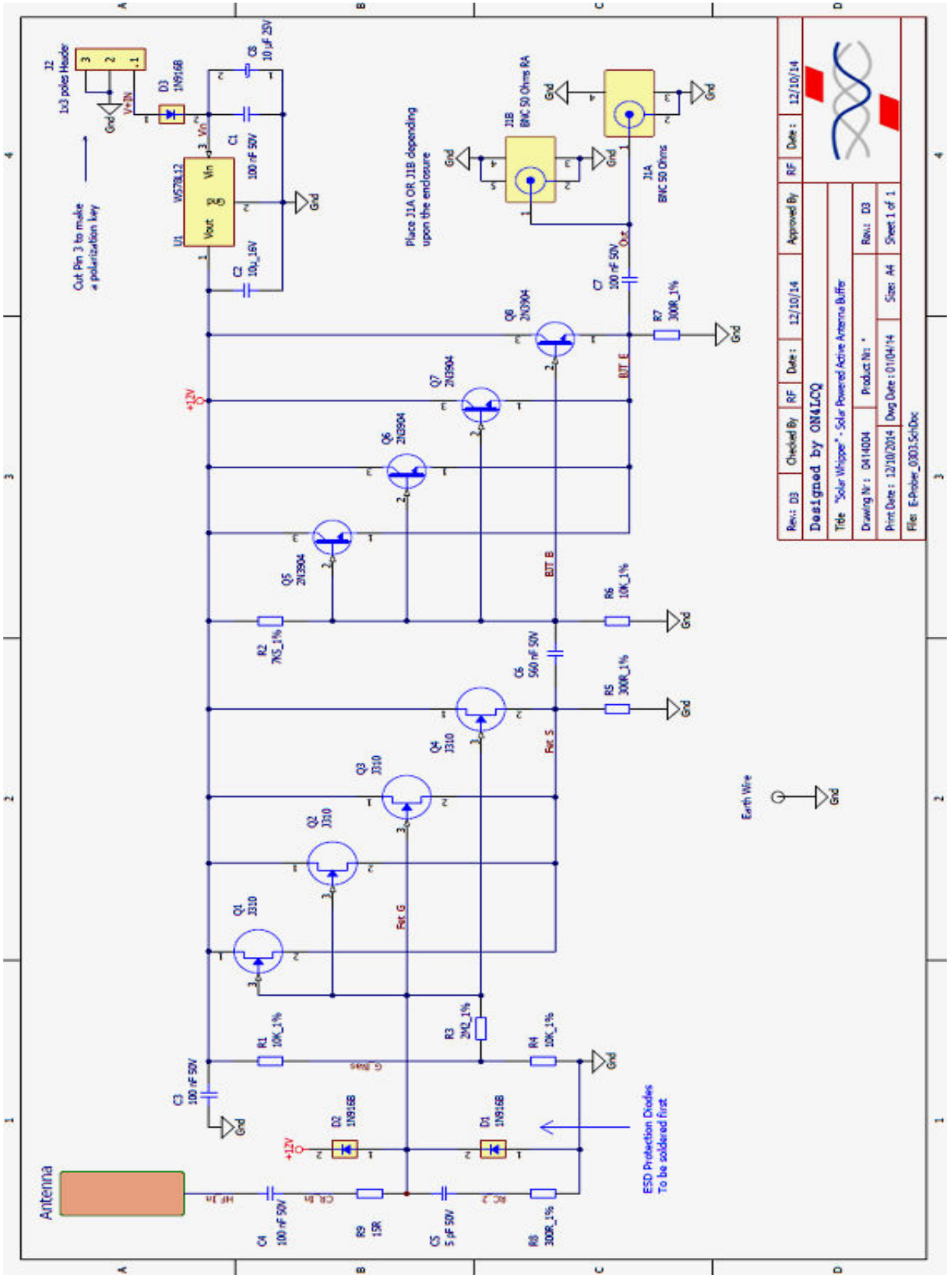
J'ai installé l'antenne à environ 4 m de haut, près d'une fenêtre au 1er étage, je peux ainsi facilement la détacher de son support (un collier standard en PVC pour tuyauteries). Cependant, l'expérience montre que l'antenne capte alors assez peu de signal. Elle sera donc montée prochainement nettement plus haut, à hauteur du faîte de la toiture.

Caractéristiques principales

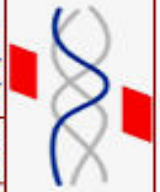
Facteur de bruit	:	env. 2 dB
Largeur de bande	:	0,1 ...400 MHz
Gain	:	~ -1.3 dB, 100 kHz...50 MHz, ~ -3 dB, 30 kHz...190 MHz
Gamme dynamique	:	0,4 μ V à 0,1V à l'entrée
IP3	:	+18 dBm en câblage normal, $\sim +30$ dBm en câblage « High IP3, voir le site pour les deux options de câblage
Tension d'alimentation	:	15Vdc avant régulation, 12Vdc régulés en sortie de U1
Courant d'alimentation	:	Câblage Standard : ~ 45 mA, Câblage « High IP3 » : 80 mA

Une description détaillée avec plans, pdf du PCB, etc, se trouve sur le site www.on4lcq.be

Figure 4: schéma du buffer MultiJFET...



Rev.: D3	Checked By	RF	Date:	12/10/14	Approved By	RF	Date:	12/10/14
Designed by ON4LCQ								
Title "Solar Whopper" - Solar Powered Active Antenna Buffer								
Drawing Nr :	D414004		Product Nr :	Rev.: D3				
Print Date :	12/10/2014		Dwg Date :	01/04/14		Size :	A4 Sheet 1 of 1.	
File: E-Prober_0303.SchDoc								



Earth Wire