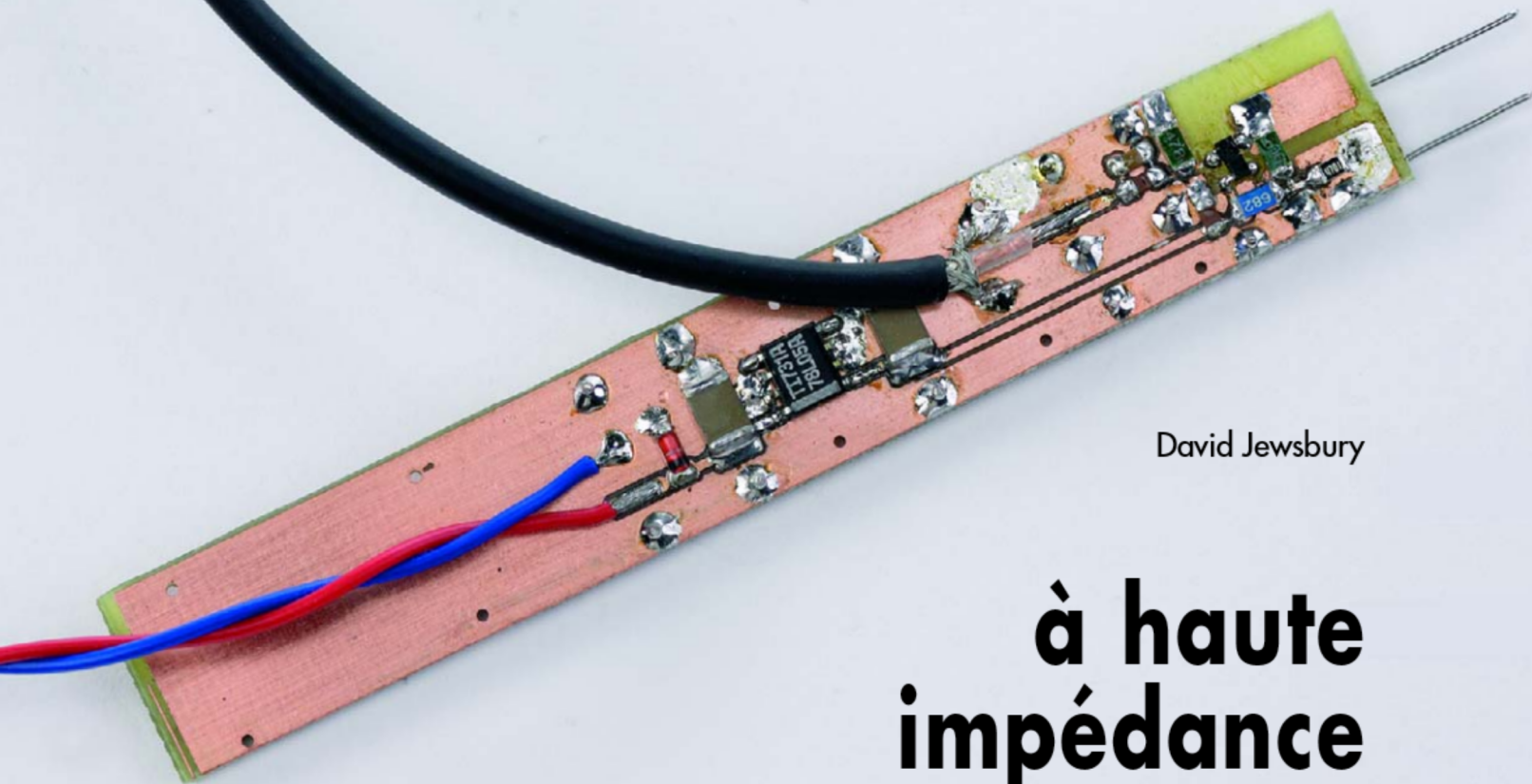


# Sonde active large



David Jewsbury

## à haute impédance

Lorsque l'on a besoin de procéder à une mesure au niveau d'un noeud d'un circuit HF, la connexion au circuit par le biais d'une sonde d'oscilloscope ordinaire, même en mode x10, peut se traduire par un changement du comportement du circuit. Pour les cas délicats, c'est une sonde telle que celle-ci qu'il vous faut.

Toute sonde constitue une impédance additionnelle que le circuit doit attaquer, prenant en règle générale la forme d'une certaine résistance et de capacité parasite, ce qui se manifeste sous la forme d'une réduction de gain, ou dans les cas extrêmes, par une instabilité. Il est possible, en utilisant une sonde active, d'annuler quasiment les effets de charge dus à la résistance et à la capacité parasite. Les fabricants

plus de 1 500 € ne les mettent pas à la portée de l'amateur. Nous vous proposons ici une sonde à réaliser soi-même à un prix abordable et aux performances honorables.

### **Spécifications**

Comme on peut s'y attendre, cette sonde est un compromis. Le tableau 1 la compare à une sonde du commerce

avec ses pertes de 0 dB, est plus confortable d'utilisation, mais pour la majorité des applications, une sonde de fabrication-maison ne constitue pas de handicap.

### **L'électronique**

Difficile d'imaginer plus simple que le circuit proposé en **figure 1**.

Un FETMOS à double grille T1 est uti-

# e bande

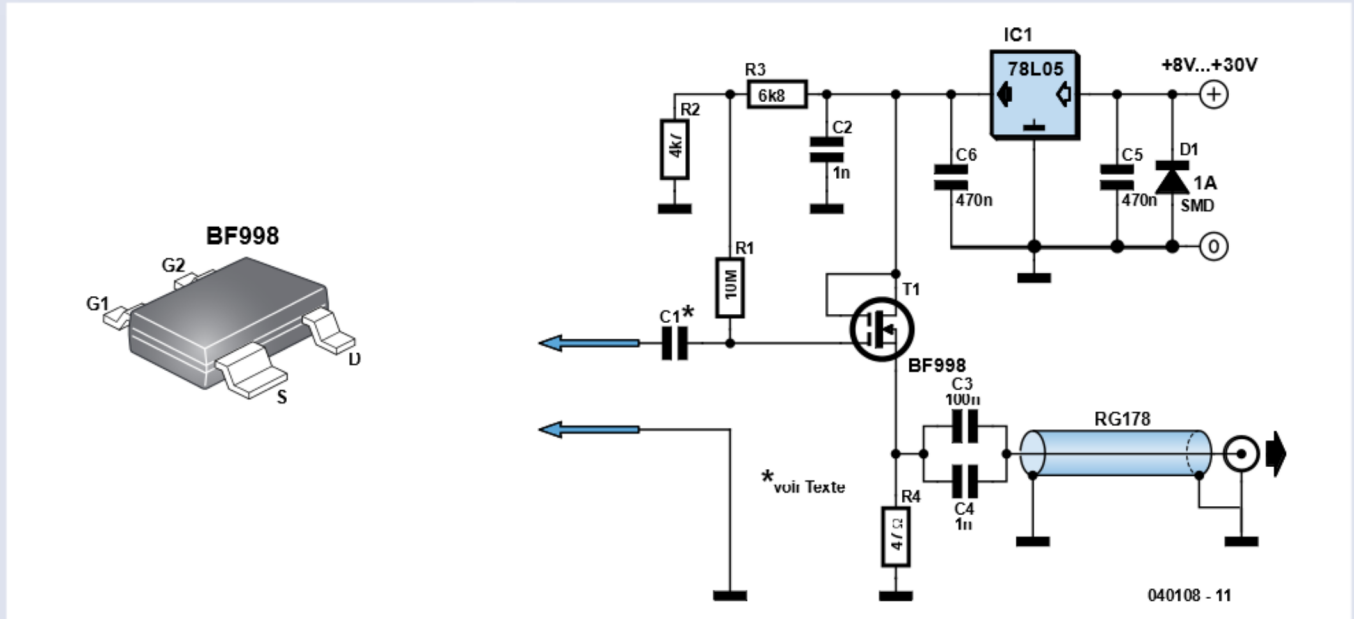


Figure 1. L'électronique de la sonde active. Un FETMOS à double grille garantit un chargement uniforme du signal HF sur une plage de fréquence allant bien au-delà de 1 GHz.

dance de sortie faible pour attaquer le câble coaxial et l'équipement de test. Le signal de la pointe de la sonde est appliqué à la grille 1. L'impédance au niveau de la grille 1 est une résistance très élevée shuntée par une capacité de quelques picofarads. Le choix du FETMOS utilisé n'est pas critique; on pourra opter sans arrière-pensée pour n'importe quel type du tableau 2 en boîtier SOT143. Attention cependant à ne pas utiliser de composant à suffixe

« -R » en raison de leur brochage différent qui en empêche l'utilisation sur la présente platine.

Le condensateur C1 d'une valeur de 0,5 pF environ est formé par des pistes de cuivre des 2 côtés de la platine. Le gain du tampon est légèrement inférieur à l'unité, mais en raison de l'effet diviseur de tension de C1 et de la capacité d'entrée de T1, les pertes totales de la sonde sont de 20 dB envi-

ron, ce qui signifie que la tension d'entrée est divisée par 10.

IC1 régule la tension d'alimentation à un 5 V bien stable. D1 protège la sonde en cas d'intervention des pôles de l'alimentation.

## Construction

La figure 2 vous propose le dessin de la platine. Son allongement permet de l'insérer dans un tube métallique.

**Tableau 1. Comparaison commerce vs fabrication-maison**

	Agilent 85024A	Votre sonde
Imp. d'entrée	0,75 pF // 1 MΩ	0,75 pF // 10 MΩ
Bande passante	300 kHz à 1 GHz (± 1,5 dB), ou 1 GHz bis 3 GHz (± 2,5 dB)	100 kHz à 1,5 GHz (± 2,5 dB)
Gain	0 dB nominal	-20 dB nominal

**Tableau 2. Guide de sélection de FETMOS**

Type	C <sub>IG1</sub> (pF)	Facteur de bruit (dB)
BF990	2,6	2
BF991	2,1	1
BF992	4	1,2

# Les points sur les i

Il est important de réaliser que la sonde mesure une tension HF, mais que la quantité affichée est en règle générale la puissance que la sonde fournit à l'analyseur de spectre ou de réseau. La tension à la pointe de la sonde répond à la formule :

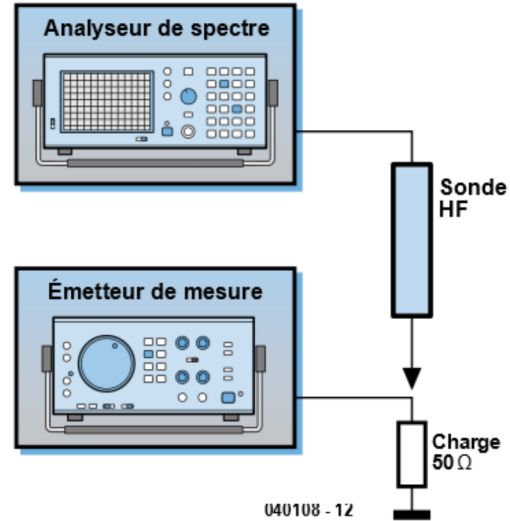
$$V = \sqrt{\frac{10^{\left(\frac{P-L}{10}\right)}}{20}}$$

formule dans laquelle P est la puissance affichée en dBm, et L les pertes au niveau de la sonde en dB.

Si la sonde doit uniquement servir à la détection de pannes ou pour des mesures approximatives, on peut accepter un L de 20 dB. Pour des mesures précises la sonde pourra être calibrée sur sa plage de fréquences comme illustré ici.

La charge de 50 Ω peut être une résistance à film métal montée en surface de 51 Ω (type 0805) soudée à l'extrémité d'un morceau de coax semi-rigide. La résistance devrait rester non-réactive jusqu'à de l'ordre de 1 GHz.

Les pertes au niveau de la sonde doivent être légèrement inférieures à 20 dB, de sorte que l'on pourra, si nécessaire, les ajuster à 20 dB très précisément en enlevant au scalpel un peu de cuivre de C1. Après calibration il est possible d'effectuer des mesures précises sur des systèmes 50 Ω. Pour d'autres impédances il y a une petite erreur additionnelle due à l'inévitable charge résiduelle induite par la sonde.



Tous les composants sont du type CMS, mais il est possible de les implanter manuellement en s'aidant d'une pincette et en s'armant d'un fer à souder à pointe fine. Les composants sont montés sur l'une des faces d'une platine double face de 1,6 mm d'épaisseur.

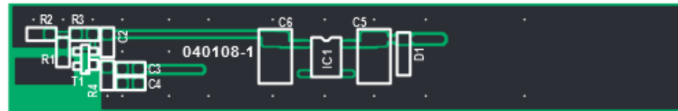


Figure 2. La platine a été conçue pour allier compacité et faible capacité d'entrée, d'où l'utilisation de composants CMS.

L'interconnexion entre les plans de masse sera réalisée à l'aide d'un morceau de conducteur soudé des 2 côtés. Une paire de câbles souples amène l'alimentation à la sonde, un morceau de câble coaxial doté à l'autre de ses extrémités d'une fiche BNC transfère la sortie vers l'instrument de mesure. Les sondes HF et Masse sont faites de pointes en acier bien effilées. Une aiguille à coudre fait parfaitement l'affaire.

## Test et utilisation de la sonde

Une fois la sonde alimentée par les conducteurs adéquats, la sonde devrait « tirer » entre 10 et 30 mA. Si tout va bien, connecter la sonde à un analyseur de spectre. L'application d'un signal HF à la sonde devrait se traduire par l'apparition d'un signal sur l'analyseur de spectre. Pour de bons résultats, la ligne de masse de la sonde doit être en contact avec une masse

cuit par ses bords pour éviter des parasites induits par les doigts. Si l'impédance du point testé est de 50 Ω, la crête sur l'analyseur de spectre devrait être inférieure d'environ 20 dB par rapport à la puissance présentée par ce point du circuit.

Il est connu que les sondes du com-

### Condensateurs :

- C1 = condensateur PCB
- C2, C4 = 1 nF
- C3 = 100 nF
- C5, C6 = 470 nF

### Semi-conducteurs :

- D1 = diode 1 A CMS
- T1 = BF998 en boîtier SOT143 (cf. tableau 2)
- IC1 = 78L05 en boîtier SO-8

leur robustesse s'est améliorée. Bien que T1 soit doté de diodes internes de protection, il est bon de prendre les précautions nécessaires et suffisantes pour le protéger, lors de l'utilisation de la sonde, contre des décharges électrostatiques, comme n'importe quelle électronique sensible.