

Une antenne active ne fait pas de miracles, elle facilite les compromis. Ainsi, lorsque pour une fréquence donnée il faut une antenne dipôle $\lambda/2$ de huit mètres par exemple, l'antenne active fait le même office avec une tige de 1,5 m. C'est plus pratique, il n'y a pas à dire...

dont la longueur (théorique) peut atteindre 95 m (sic!)?

Voilà qui mérite des explications. Pour le calcul d'antennes de réception, on se réfère au bruit *extrinsèque*. Avec les antennes dipôles que nous évoquions ci-dessus, ce bruit est élevé par rapport au niveau de bruit *intrinsèque* de récepteurs courants; et ceci en raison des perturbations industrielles et atmosphériques. La qualité de la réception est donc déterminée par le signal lui-même et par les perturbations captées simultanément. En raccourcissant l'antenne, on constate d'abord une certaine stabilité du rapport S/B, parce que si le niveau du signal capté décroît, celui du bruit en fait de même. Mais il y a des limites à ce raccourcissement, à savoir le point à partir duquel le bruit *extrinsèque* (celui qui entre par l'antenne) n'est plus sensiblement supérieur au bruit *intrinsèque* au récepteur. La figure 1 illustre la progression du rapport S/B. C'est dans la zone b qu'il est intéressant de réaliser une antenne aux dimensions réduites par rapport à celles d'une antenne conventionnelle. Les bruits extrinsèque et intrinsèque sont précisément de niveau égal dans ce cas-là.

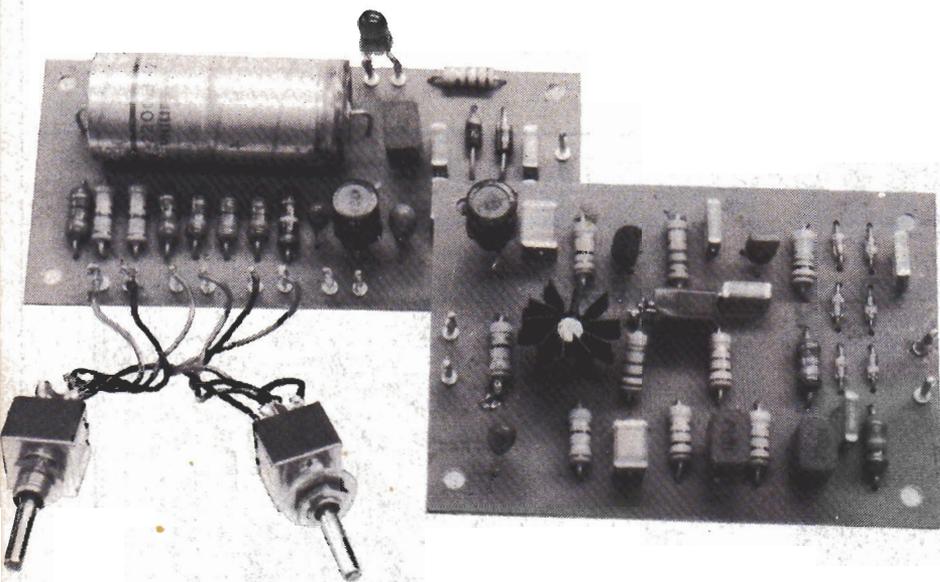
C'est entre 10 kHz et 30 MHz que la réception fait usage d'antennes verticales (tiges) ou horizontales (dipôles). Mais pourquoi une simple tige ne suffit-elle pas en guise d'antenne? Voyons pour cela la figure 1 et répétons que la puissance de l'antenne reste assez stable malgré son raccourcissement. La perte n'est que de 10 % avec un dipôle plus court que la longueur d'onde. C'est au moment de l'adaptation qu'apparaissent les difficultés!

Sur la figure 2, l'antenne est représentée comme source de tension alternative, avec pour caractéristiques R_A (la résistance de rayonnement) et X_A (la résistance inductive). A fréquence égale, la résistance de rayonnement est proportionnelle au carré de la longueur du dipôle. Tandis que la résistance inductive est inversement proportionnelle à la longueur. On en déduit que plus l'antenne est courte, plus la résistance inductive est élevée. Avec un dipôle court, d'une longueur totale de 10 m, on obtient par exemple les valeurs suivantes à 1,5 MHz: R_A environ d'un demi ohm et X_A de quelques milliers d'ohms. Pour une bonne adaptation, ces deux résistances additionnées devraient être égales à l'impédance d'entrée du récepteur, soit 50 ohms. Un couplage sous haute impédance aura pour conséquence la chute de la tension à vide et l'augmentation de la résistance d'induction défavorisera le rapport du diviseur de tension. Voici compromis les espoirs que nous permettaient un raccourcissement de l'antenne. Ah!... *daptation, voilà ce qu'il nous faut!*

Avec les antennes passives, on utilise des transformateurs. Avec les antennes actives, on souhaite se ménager une plage de fréquences large et un trans-

antenne active

La radioactivité sans danger



Monologue: . . . "Le voici enfin devant moi, ce nouveau récepteur toutes bandes dont je rêvais depuis des mois. Et l'antenne? Mais oui, l'antenne! Heu . . . C'est encore le meilleur ampli HF, l'antenne; mais quelle antenne?"

Ici entrent en scène le propriétaire de l'immeuble, quelques voisins, la famille. Menaçants, courroucés même. Une antenne, du câble?

Le chœur à l'unisson: "Nooooon . . ."

Monologue (suite): . . . "Il me semble bien avoir vu un schéma intéressant dans *Elektor*. Voyons, c'était le numéro . . . Ah! voilà: c'est une antenne active, petite, pratique, efficace, tout à fait ce qu'il me faut".

Le chœur, craintif, s'éloigne et l'antenne d'Elektor se dresse, majestueuse, radioactive.

Un petit peu de HF

Il s'agit ici d'une antenne de réception, "électriquement courte", séduisante pour les fréquences inférieures à 30 MHz, précisément celles de la DX. Mais comment se peut-il qu'avec une tige d'un mètre cinquante, on puisse obtenir, entre 1,5 et 30 MHz, le même résultat qu'avec une antenne dipôle

1

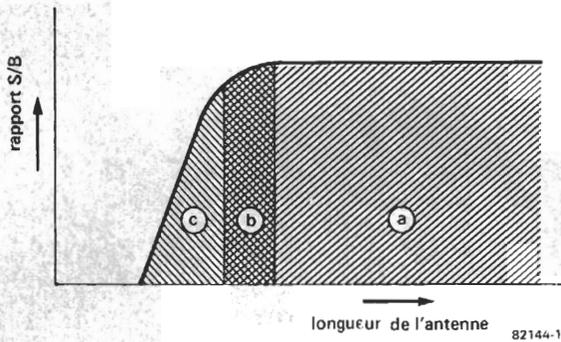


Figure 1. L'évolution du rapport S/B selon la longueur de l'antenne (!) à fréquence constante. La zone a correspond à une plage où le bruit extrinsèque est supérieur au bruit intrinsèque; la zone b voit les deux niveaux de bruit sensiblement identiques, tandis que dans la zone c, le bruit intrinsèque est plus fort que le bruit extrinsèque.

2

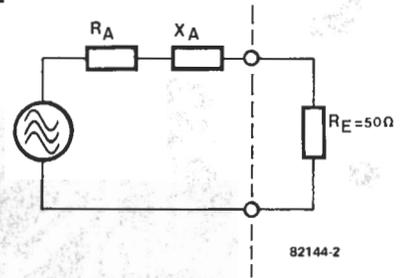


Figure 2. Adaption de l'antenne: nous sommes en présence d'un générateur de tensions alternatives, de la résistance de rayonnement R_A , de la résistance inductive X_A et de la résistance d'entrée du récepteur R_E .

3

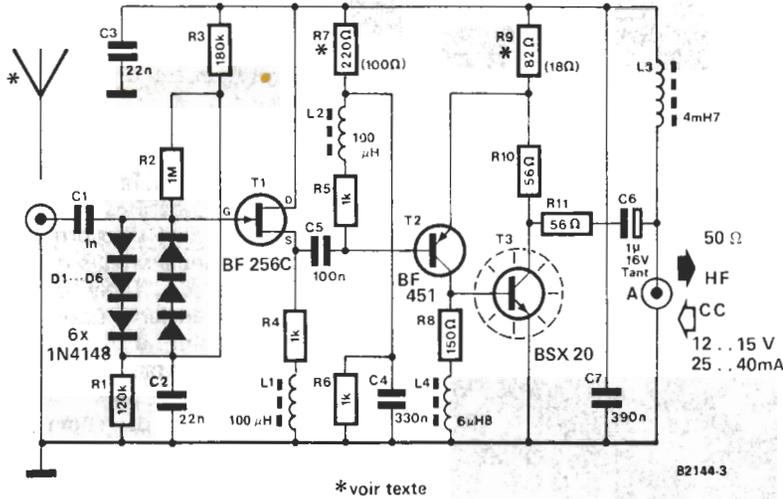


Figure 3. La partie active de l'antenne comporte l'adaptateur d'impédance T1 et l'amplificateur T2/T3. Le circuit est alimenté à distance via la sortie et L3.

4

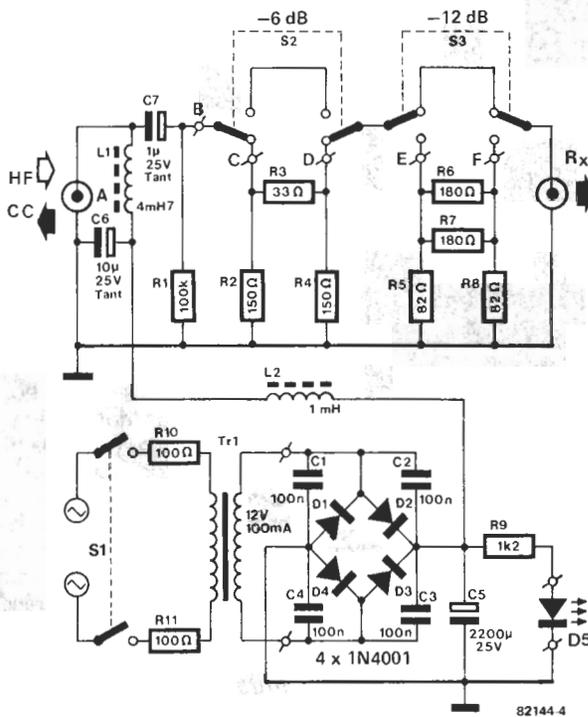


Figure 4. Alimentation et atténuateur de l'antenne active. La tension continue est acheminée via L1/L2/C6 par le câble coaxial jusqu'à l'amplificateur. S2 et S3 permettent de sélectionner quatre positions d'atténuation de 0 à -18 db.

formateur ne convient guère. Comment faire alors? L'antenne courte, à haute impédance, attaque l'entrée d'un amplificateur à haute impédance d'entrée: la tension à vide ne chute pas, elle est exploitée de façon optimale. L'adaptation à l'entrée du récepteur consiste à quitter l'amplificateur sous faible impédance (50Ω). C'est tout! En résumé, le truc, c'est que l'antenne active raccourcie peut répondre aux mêmes caractéristiques que sa sœur plus longue (Sœur Antenne, ne vois-tu rien venir?) à condition d'une adaptation d'impédance convenable. On peut se réjouir également d'autres avantages de l'antenne courte (par rapport à la longueur d'onde, s'entend!); mais c'est encore une autre histoire et nous n'entrerons pas dans ces détails aujourd'hui. Nous nous contenterons d'affirmer que les antennes actives constituent un compromis efficace entre une sensibilité remarquable et un encombrement réduit.

L'antenne active

L'ensemble du circuit se décompose en trois parties: l'adaptateur d'impédance et l'amplificateur, l'alimentation et enfin l'atténuateur (commutable) — voir figure 3—. La partie HF de l'antenne active est faite des transistors T1... T3. La partie passive, la tige de l'antenne, est reliée à la grille du transistor à effet de champ T1 via le condensateur de découplage C1. T1 est monté en drain commun, de sorte que l'on obtient l'effet d'adaptation d'impédance souhaité (faible résistance de sortie pour forte résistance d'entrée). T2 et T3 forment un amplificateur HF à 2 étages, dont le gain est déterminé par R7 et R9. Au besoin, on pourra modifier la valeur de ces résistances pour faire varier celle du gain (voir les valeurs spécifiées entre parenthèses). Sur la figure 4, on trouve le schéma de l'alimentation, autour de Tr1, du redresseur et de C5. De plus, la tension continue est couplée à la sortie de l'amplificateur à travers L1, L2 et C6. C'est à travers L3 qu'elle parvient aux étages de l'amplificateur. La troisième et dernière section est celle de l'atténuateur, autour de S2 et

5

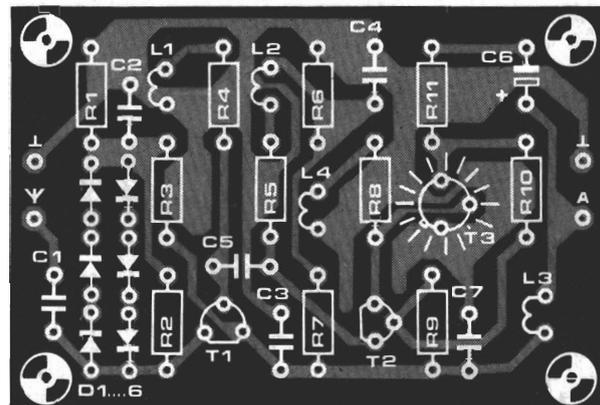
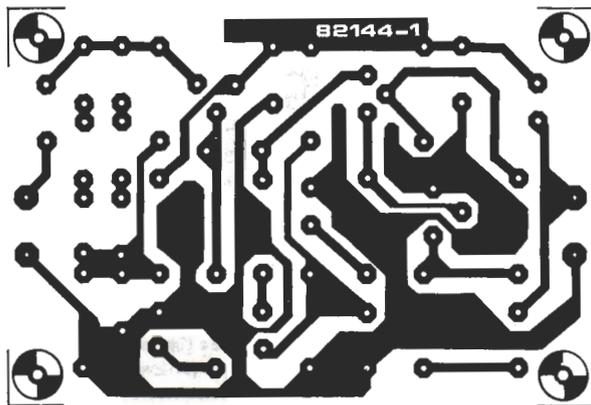


Figure 5. Sérigraphie et dessin des pistes cuivrées pour le circuit imprimé de la partie HF. T3 est muni d'un radiateur.

Liste des composants de la figure 5

Résistances:

R1 = 120 k
R2 = 1 M
R3 = 180 k
R4 ... R6 = 1 k
R7 = 220 Ω (100 Ω)
R8 = 150 Ω
R9 = 82 Ω (18 Ω)
R10, R11 = 56 Ω

Condensateurs:

C1 = 1 n
C2, C3 = 22 n
C4 = 330 n
C5 = 100 n
C6 = 1 μ/16 V tantale
C7 = 390 n

Bobines:

L1, L2 = 100 μH
L3 = 4,7 mH
L4 = 6,8 μH

Semiconducteurs:

D1 ... D6 = 1N4148
T1 = BF256C
T2 = BF451
T3 = BSX20

Divers:

tige de 30 cm à 1 m
(matériau conducteur)

S3 dont la position permet d'obtenir soit -6 dB, -12 dB, -18 dB, soit aucune atténuation. Ceci afin de faciliter l'adaptation aux différents modèles de récepteurs.

Précisons encore qu'il s'agit ici d'une version à bande large, dont l'implantation sera donc plus facile à l'écart de sources de perturbations. Il n'a pas été prévu de possibilité d'accord par commutation de condensateurs ou par condensateur ajustable. Cette antenne active n'a rien à envier à celles du commerce: son point d'interception IP3 est à 30 dBm: il faut payer quelques centaines de francs pour obtenir cela avec une antenne du commerce! Le domaine de fréquences s'étend de 3 kHz à 100 MHz (-1 dB) avec un gain de 11 dB dans T2/T3! Est-ce assez?

Des actes

Le fer à souder d'abord: on trouve une sérigraphie et un dessin de circuit imprimé sur les figures 3 et 4. T3 est muni d'un radiateur. Une fois que les composants auront été implantés, il reste à savoir comment l'antenne sera utilisée. En tous cas, il est indispensable de connecter la tige-antenne directement aux points prévus à cet effet sur le circuit imprimé. L'emplacement optimal pour une telle antenne se trouve sans conteste à l'écart d'immeubles (au moins 1,50 m). Si cette condition peut être remplie, une tige de 30 cm de longueur suffit; on la mettra avec l'amplificateur dans un boîtier étanche. On veillera notamment à cela aux abords de la prise de sortie. L'étage de sortie de l'antenne active a été dimensionné de telle sorte qu'il pourra recevoir jusqu'à 100 m de câble coaxial: dans ce cas, l'alimentation et l'atténuateur seront placés à l'autre extrémité du câble, à l'entrée du récepteur.

Une autre manière de procéder, moins bonne, consiste à implanter l'antenne *intra muros*; cette fois les deux circuits pourront être accouplés directement, mais la longueur de la tige devra être d'un mètre.

D'autres possibilités existent! Essayez... et bonne réception!

6

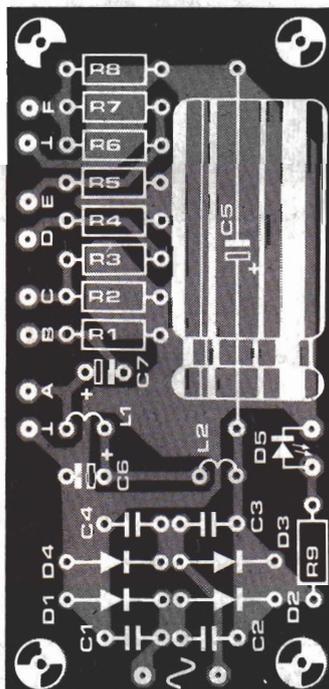
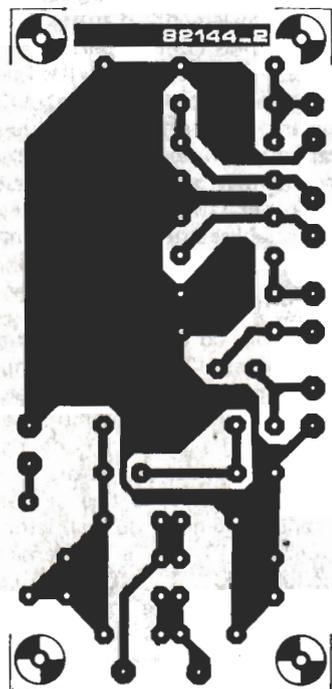


Figure 6. Sérigraphie et dessin des pistes cuivrées pour le circuit imprimé de l'atténuateur et de l'alimentation de l'antenne active.

Liste des composants de la figure 6

Résistances:

R1 = 100 k
R2, R4 = 150 Ω
R3 = 33 Ω
R5, R8 = 82 Ω
R6, R7 = 180 Ω
R9 = 1 k2
R10, R11 = 100 Ω

Condensateurs:

C1 ... C4 = 100 n
C5 = 2200 μ/25 V
C6 = 10 μ/25 V tantale
C7 = 1 μ/25 V tantale

Bobines:

L1 = 4,7 mH
L2 = 1 mH

Semiconducteurs:

D1 ... D4 = 1N4001
D5 = LED

Divers:

S1 = inter secteur bipolaire
S2, S3 = inverseur bipolaire
Tr1 = transfo 12 V/100 mA