

DES ONDES ET DES ANTENNES...

Réflexions d'un OM qui voudrait comprendre

F5NB Robert BERRANGER

Ondes hertziennes, ondes Hz, antennes hertziennes, antennes E-H, antennes Hz.

Les unes nous sont familières depuis un siècle et l'on nous annonce les autres comme la révolution de ce nouveau siècle.

Je vais essayer d'ordonner mes réflexions pour être suivi par la majorité des lecteurs qui ne sont (comme moi) ni physiciens, ni experts en antennes.

N-B : Cet article a été écrit suite à ceux parus dans les Radio-REF de mai 2003 (*L'antenne E-H*), novembre 2003 (*A propos des antennes E-H et CFA*) et janvier 2005 (*Antennes > Evolution > Horizon*). Il est préférable de relire ces articles pour comprendre celui-ci.

Ondes hertziennes.

Au début, il n'y avait rien. Enfin, il y avait quelque chose, mais l'homme ne le savait pas. Donc, il n'y avait rien⁽¹⁾.

Puis est apparue l'électricité, surtout sous sa forme électrostatique.

Puis est apparu le magnétisme, surtout sous la forme d'aimants permanents.

Puis l'homme a inventé les champs pour expliquer et quantifier les propriétés électriques et magnétiques.

Puis un mathématicien génial, J. C. Maxwell, a normalisé l'interaction qui existait entre les champs créés par des signaux électriques périodiques, formant ainsi un champ électromagnétique.

Ensuite un physicien, génial lui aussi, H. Hertz, a démontré la validité des équations de Maxwell qui prévoyaient que sous certaines conditions, une partie du champ électromagnétique se propagerait à distance sans atténuation⁽²⁾. C'est ce que nous appelons le rayonnement, et nous appelons ondes hertziennes le comportement du champ électromagnétique propagé (*que nous pouvons "matérialiser" par un déplacement de photons*).

Cause du rayonnement des ondes hertziennes (très simplifié).

Si un conducteur est parcouru par un courant, celui-ci crée un champ magnétique. Si le courant est variable, le champ magnétique associé, appliqué à un autre conducteur, induit une tension (*dérivée*) aux bornes de celui-ci. Le champ magnétique agit aussi sur le conducteur qui l'a fait naître. Ce phénomène est appelé self-induction. Si, pour un fil court et rectiligne, le phénomène est négligeable, il devient important pour un fil enroulé en bobine. Quand nous appliquons une tension sinusoïdale aux bornes d'une bobine, celle-ci est traversée par un courant qui est en retard de 90° sur la tension qui l'a fait naître. Le rapport en amplitude entre le courant et la tension est fonction de la réactance de la bobine (*assimilable à une résistance*). La réactance est proportionnelle à la self-induction qui dans une bobine très serrée est proportionnelle au carré du nombre de spires. Vis-à-vis d'une source branchée aux bornes de la bobine, du fait du déphasage entre la tension et le courant, celle-ci absorbe de l'énergie pendant un quart de période et la retourne à la source pendant le quart de période suivant. En moyenne, la consommation d'énergie est nulle.

Si, partant des équations de Maxwell, nous regardons l'allure du champ produit par la bobine, nous voyons que celui-ci décroît rapidement avec la distance. On ne peut donc récupérer de l'énergie avec une

(2) Il n'y a pas d'atténuation (énergie constante avec la distance), mais en espace libre, comme le champ se répartit sur une surface sphérique, la valeur mesurée en un point de la sphère décroît proportionnellement au carré du rayon de cette sphère (distance émetteur - récepteur).

(3) Cette figure n'est faite que pour la compréhension du retard des potentiels. Le fil horizontal (a,b) montré ici constitue une mauvaise antenne quelle que soit sa hauteur (à cause de la présence du sol

deuxième bobine qu'en la couplant très fortement avec la première, comme dans un transformateur.

Ce comportement est appelé "réactif", car il est le résultat de la réaction du circuit sur lui-même.

Si nous appliquons une tension aux bornes d'un condensateur, il se crée entre les armatures un champ électrique.

Si la tension est sinusoïdale, la réaction du condensateur sur lui-même provoque le passage d'un courant qui est déphasé de 90° (mais ici, contrairement à la bobine, c'est la tension qui est en retard de 90° sur le courant et non le courant sur la tension). Le condensateur est aussi un circuit réactif.

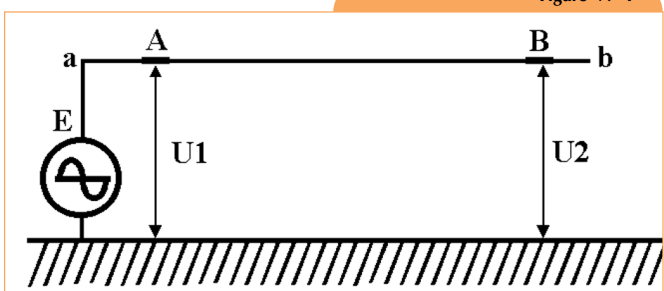
Le comportement purement réactif d'une bobine ou d'un condensateur n'est observé que si ces composants ont des dimensions extrêmement courtes devant la longueur d'onde, ce qui permet de simplifier les équations de Maxwell. Ceci est généralement obtenu avec des circuits à constantes localisées (composants traditionnels). Ces circuits sont également appelés circuits fermés.

Un comportement réactif, assimilable à celui d'une bobine ou d'un condensateur, peut aussi être observé avec un dispositif ayant des dimensions non négligeables devant la longueur d'onde. Nous parlons alors de circuit à constantes réparties (le long du dispositif). Ces circuits sont appelés circuits ouverts (sur l'espace). C'est le cas de toutes les antennes hertziennes, quels que soient leurs types. Elles peuvent électriquement être assimilables soit essentiellement à une self (*petite boucle*), soit à un condensateur (*fouet court*), en fait à une répartition spatiale des deux (*cas particulier : antenne résonante, où les deux réactances sont égales et complémentaires*).

Nous devons maintenant tenir compte des retards de potentiels apparaissant le long du circuit.

Ceci est évident sur la figure 1⁽³⁾. Quand nous appliquons une tension à l'extrémité du fil (a,b), cette tension met un certain temps à parcourir le trajet A vers B (*même à la vitesse de la lumière*). ►

Figure N° 1



(1) Je parle pour la communauté scientifique. Il y a par ailleurs des tas de gens qui croient à des tas de choses invérifiables, mais ceci est une autre histoire. Pour les scientifiques, ils n'admettent l'existence possible d'une nouvelle théorie que si celle-ci ne contredit pas les anciennes qui ont été largement démontrées. Ensuite, ils l'adopteront définitivement lorsqu'elle aura été démontrée elle aussi, même indirectement. Ainsi l'électromagnétisme n'a pas remis en cause le comportement de la boussole, et la relativité générale n'a pas changé la méthode pour mesurer son jardin.

On peut dire alors que le potentiel du segment B est en retard sur le potentiel du segment A, et par suite, le courant qui circule dans le segment B est déphasé par rapport à celui qui circule dans le segment A. Lorsque le retard des potentiels n'est plus négligeable devant la période du signal, les vecteurs champ électrique et induction magnétique ainsi définis satisfont aux équations de Maxwell qui font apparaître une composante qui n'est pas atténuée par la distance (*champ propagé*)⁽⁴⁾. La description comportementale de ce champ (*qui se détache du fil en quelque sorte*), est appelée onde hertzienne. Le comportement électrique du fil n'est plus alors totalement réactif, et le déphasage du courant consommé par rapport à la tension appliquée n'est plus exactement de 90°. On peut décomposer le courant en deux parties, l'une purement réactive et l'autre active (*en phase avec la tension*). Le produit du courant en phase par la tension détermine une puissance qui est égale à celle rayonnée par l'antenne (*si elle n'a pas de pertes par ailleurs*). Le rapport de la tension avec le courant en phase détermine une résistance équivalente appelée par convention résistance de rayonnement quand ce rapport est pris à un ventre de courant, ce qui correspond au point d'alimentation pour des antennes plus courtes ou égales au quart d'onde.

L'onde hertzienne est une onde plane.

Quelle que soit la distance de l'antenne à laquelle on se trouve, le champ électromagnétique en tout point de l'espace est représentable par deux vecteurs, l'un magnétique, H, l'autre électrique, E. Il s'agit de vecteurs en ce sens que sous un seul symbole (*H pour l'un, E pour l'autre*) se "cachent" en fait plusieurs grandeurs scalaires (*c'est-à-dire mesurables par des nombres*) : fréquence, amplitude, direction, phase (*la direction elle-même est définie par trois grandeurs selon les axes X, Y et Z*).

En entourant l'antenne par une

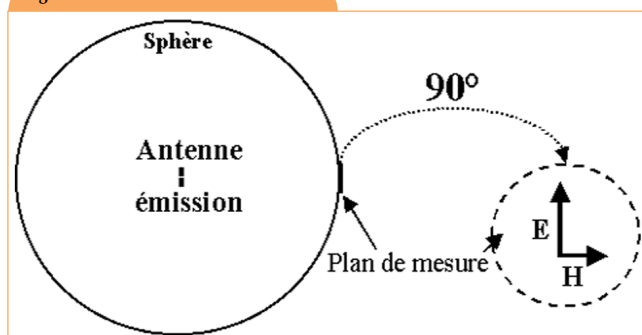
sphère S de dimensions quelconques, on constate que les vecteurs E et H changent au fur et à mesure qu'on prend une sphère de plus en plus grande :

■ Près de l'antenne, les relations entre E et H sont compliquées tant en amplitude qu'en direction et en phase (*en particulier, ils ne sont pas nécessairement tangents à la sphère ni perpendiculaires entre eux*). A proximité de l'antenne, le champ est fortement et essentiellement réactif. Mais ce champ ne peut servir qu'à coupler plusieurs antennes entre elles (*comme dans une YAGI*), et ce qui nous intéresse, c'est la partie du champ qui se propage loin de l'antenne ou du système antennaire.

■ Quand la sphère devient grande par rapport à la longueur d'onde, une petite surface plane tangente à celle-ci (*de l'ordre de grandeur d'une antenne de réception*) peut être confondue avec la surface sphérique correspondante (*de la même manière qu'on peut dessiner une ville sur un plan alors qu'elle est en fait à la surface d'une sphère, la Terre*). Alors les vecteurs se simplifient pour devenir tangents à la sphère (*donc dans son plan tangent*), perpendiculaires entre eux, et en phase. De plus, leurs amplitudes deviennent proportionnelles l'une à l'autre. On dit alors que l'onde est plane et on constate que le champ n'a plus aucune composante réactive. Voir une illustration de ceci sur la figure 2.

Une propriété importante de l'onde plane est que le rapport entre les deux champs est une constante qui ne dépend que du milieu de propagation.

Figure N° 2



(4) On montre par ailleurs que le rayonnement électromagnétique se produit à partir du champ électromagnétique généré par le courant dans une antenne, et pas du tout à partir du champ électrostatique qui reste "statique".

(5) Bien que répondant à ces critères, une ligne ne rayonne pas, car les champs créés par les deux fils sont opposés et s'annulent à l'extérieur de la ligne.

On peut définir une résistance équivalente (*rapport U/I équivalent au rapport E/H*) qui est de 377 ohms dans le vide.

Donc, les caractéristiques d'une onde plane sont indépendantes du système antennaire les ayant produits. Seul le champ proche est différent.

Il en résulte qu'il n'est pas besoin d'avoir les mêmes systèmes antennaires à l'émission et à la réception (*on peut avoir une boucle à l'émission et un doublet à la réception et inversement*).

Antennes hertziennes.

Comme nous l'avons vu, le rayonnement hertzien se produit grâce au retard des potentiels.

Il faut alors que le circuit ait des dimensions suffisantes devant la longueur d'onde pour que ce retard des potentiels soit significatif⁽⁵⁾.

On conçoit qu'il sera de plus en plus difficile de faire rayonner un circuit antennaire hertzien au fur et à mesure de la réduction de ses dimensions. Nous serons confrontés à deux phénomènes :

■ La résistance de rayonnement diminue proportionnellement au carré de la réduction de la longueur du circuit. Son rapport avec les résistances de pertes diminuant, il entraîne une baisse du rendement électrique.

■ Pour une puissance rayonnée constante, la puissance réactive augmente dans de fortes proportions avec pour conséquences une augmentation importante des tensions présentes dans le

circuit et une réduction de la bande passante.

Par ailleurs, l'adaptation à l'émetteur de l'antenne fortement réactive nécessite l'emploi de composants dont les pertes s'ajoutent à celles de l'antenne. Pour des antennes très raccourcies, les pertes d'adaptation deviennent vite prépondérantes.

Autre onde de propagation radio-électrique ?

Vous l'avez deviné, il s'agit de l'onde Hz "découverte" par le physicien russe Vladimir Korobejnikov.

Contrairement à une onde hertzienne, elle n'est la description que d'un seul vecteur. Utilise-t-elle un champ électrique ou un champ magnétique ? Sans doute ni l'un, ni l'autre, c'est un autre principe physique. Alors, quelles sont les composantes matérialisées par ce vecteur ? La seule chose qu'on sait, c'est que sa production est compatible avec l'électromagnétisme.

Si j'ai bien compris, le vecteur de cette onde serait la propagation d'un vecteur Z présent dans le champ réactif d'une antenne et qui est absent d'une onde hertzienne (*voir plus haut la raison*). Personnellement, j'y vois un problème d'homogénéité, mais je ne suis ni mathématicien, ni physicien.

Nous partirons du principe qu'une nouvelle théorie ne peut pas remplacer une ancienne qui est constamment vérifiée depuis un siècle, qu'elle peut simplement la compléter, ou en combler des lacunes, dans des domaines inexplorés. Ainsi, pour produire des ondes Hz, il nous faudrait deux systèmes électromagnétiques⁽⁶⁾ couplés et alimentés de telle manière que l'ensemble ne produise pas d'ondes hertziennes, mais uniquement des ondes Hz (*à la rigueur un peu de l'autre*). Personnellement, je ne sais pas faire, mais cela ne signifie pas que personne ne sache le faire, en particulier le découvreur de ces ondes, ne serait-ce que pour étayer sa thèse.

(6) Comme dans une ligne. On ne voit pas comment une antenne simple dipôle comme celle décrite sur la fig. 2 de l'article de janvier 2005, pourrait fonctionner différemment d'une antenne standard. Ou alors, il faudrait admettre que l'on peut coupler deux circuits à constantes localisées de natures différentes (bobine et condensateur). Depuis le temps que l'on fait de la radio, ça se saurait. Comme je le disais, il ne faut pas qu'une nouvelle théorie remette en cause une plus ancienne largement démontrée

Antennes E-H (ou CFA)

L'antenne E-H est une antenne schizophrène. Jusqu'à présent, elle était censée produire des ondes hertziennes, et je viens d'apprendre qu'elle produit aussi des ondes Hz. Et tout ceci avec un rendement excellent qui défie les lois du rayonnement classique dû au retard des potentiels.

Comme je n'ai pas eu l'occasion d'expérimenter sur les antennes E-H ou CFA, je prendrai ces affirmations comme argent comptant. Mais je veux comprendre.

Certains utilisent le concept de "vecteur de Poynting" pour en expliquer le fonctionnement. En fait, ce concept ne sert qu'à déterminer la puissance rayonnée. On calcule le champ traversant une surface loin de l'antenne. Un seul champ suffit puisque le rapport avec l'autre champ est une constante. On peut aussi calculer la résistance de rayonnement en étudiant directement la réaction du circuit sur lui-même. Donc, le vecteur de Poynting n'a rien de physique. Il ne faut pas confondre l'instrument de mesure avec l'objet mesuré⁽⁷⁾.

Alors, comment s'y prend l'antenne E-H ?

Tout d'abord, comme dit plus haut, il faut au moins deux circuits standard (deux dipôles ou deux monopôles), et les disposer, les alimenter et les coupler de telle manière que l'effet recherché soit obtenu.

Concernant les ondes hertziennes, nous voulons augmenter le rapport puissance rayonnée sur puissance réactive (antenne très petite).

En d'autres termes, augmenter très fortement la résistance de rayonnement de l'ensemble. Ainsi, les résistances de pertes deviendront négligeables (y compris celles du système d'adaptation) et le rendement électrique deviendra comparable à celui d'une antenne classique de grande envergure (il suffisait d'y penser).

Je ne sais pas si certains y ont réussi, mais il devrait y avoir une méthode pour le contrôler.

En effet, qui dit augmentation de la résistance de rayonnement dit augmentation de la bande passante électrique.

Pour ne pas fausser la mesure avec la bande passante du déphaseur 90° dans l'alimentation de l'un des monopôles, en prendre un à large bande (non accordé). Je peux fournir le schéma d'un tel déphaseur ayant une bande passante de 3 à 30 MHz.

Donc, au lieu de trouver un Q en charge de 200 à 300 pour une antenne classique de cette dimension (qui est en fait le Q de la bobine d'accord, le Q de l'antenne étant beaucoup plus élevé, d'où le mauvais rendement), vous devriez trouver un Q de quelques dizaines. Sinon, cela veut dire que votre antenne rayonne d'une façon standard, et non selon le principe E-H.

Voir en annexe 1 une autre méthode détaillée pour le contrôle du bon fonctionnement d'une antenne E-H hertzienne.

Concernant les ondes Hz, il y a un problème avec l'antenne E-H car, si j'ai encore bien compris, il faut de forts champs réactifs pour créer cette onde. Or, il paraîtrait que l'antenne E-H produirait aussi beaucoup d'ondes Hz.

Il y a là une contradiction.

On peut la contourner en disant que certaines antennes E-H produisent beaucoup d'ondes hertziennes et peu d'ondes Hz, et d'autres, beaucoup d'ondes Hz et peu d'ondes hertziennes.

Cela résulterait de leur conformation. Il ne faut donc pas se tromper d'antenne !

Pour les antennes produisant beaucoup d'ondes hertziennes, on peut prendre sans doute modèle sur celles utilisées au sol pour la radiodiffusion (antennes CFA, disque - cylindre). Pour les antennes produisant beaucoup d'ondes Hz, on peut prendre une antenne de type perche comme décrite dans l'article de mai 2003 sur R-REF. Mais attention, celle-ci aura un mauvais rendement pour des liaisons radioamateurs, qui se font, si je ne me trompe pas, toujours avec des ondes hertziennes.

Antennes Hz

Là, je n'ai rien à dire car je n'en ai pas encore vu une description. Il s'agit sans doute d'une antenne dérivée de l'antenne E-H, mais qui produit uniquement des ondes Hz. Je ne vois pas l'intérêt pour les radioamateurs, comme expliqué plus haut.

Intérêt et utilisation des ondes Hz

Vous m'avez trouvé très sceptique jusque là ? Rassurez vous, je vais devenir beaucoup plus optimiste⁽⁸⁾.

En effet, la découverte des ondes Hz apporte une nouvelle dimension à notre Univers, si je puis dire.

Ainsi, nous aurions deux mondes radioélectriques qui cohabiteraient, l'un ayant été découvert il y a 100 ans, et l'autre maintenant. Cela ne veut pas dire qu'il n'existait pas avant. On peut penser que la production d'ondes Hz doit être très importante dans l'univers. Alors pourquoi ne pas imaginer que l'énergie contenue dans ces ondes est celle qui manque à nos astrophysiciens ? (l'univers est plus chaud qu'il ne devrait).

On peut aussi imaginer que ces ondes Hz puissent avoir une influence sur les cerveaux des êtres terrestres.

De là à dire que les ondes produites par les constellations en se combinant différemment selon leur position dans le temps peu-

vent avoir une influence sur notre vie, il n'y a qu'un pas. Alors, c'est l'astrologie qui est réhabilitée. Donc, utiliser les ondes Hz pour communiquer, c'est bien, mais décoder celles que nous fournit l'Univers, c'est encore mieux (et il n'y a pas besoin d'antennes gigantesques comme pour les ondes hertziennes).

Il y a quand même quelques petites choses qui me tracassent. D'après son découvreur, l'onde Hz est très pénétrante, y compris dans les métaux (feuille d'aluminium). Alors, elles devraient traverser l'antenne de réception en y laissant une trace infime⁽⁹⁾. Peut-être faudra-t-il utiliser des antennes de réception "biologiques" ?

De même, les ondes Hz doivent aussi traverser l'ionosphère sans réflexion, et donc il faudrait passer par l'intérieur de la planète pour une liaison DX ?

Si ces ondes Hz semblent extraordinaires, elles ne semblent pas avantageuses pour l'OM.

Une dernière chose me tracasse encore. Pourquoi les autorités russes n'ont-elles pas intercepté notre physicien ? En effet, on imagine l'immense intérêt pour une nation de pouvoir communiquer à l'aide d'un support indétectable par les autres... L'obscurantisme de la bureaucratie ? L'incurie des militaires ou du successeur du KGB ?

Pour nous, radioamateurs, cela pose un problème d'éthique. En effet, en principe nos émissions doivent être décodables par tous les autres radioamateurs et surtout par notre administration de tutelle. Donc, ceux qui s'aviseraient de communiquer avec des antennes Hz "vraies" seraient dans l'illégalité. Pour ma part, ayant dans mes relations un "honorabile correspondant" également radioamateur, je peux lui jurer sur mon honneur que je n'ai nullement l'intention de construire une antenne E-H ou pure, une antenne Hz. ►

(7) F6FQX dirait qu'il ne faut pas confondre le N° de téléphone avec l'abonné (c'est pourtant ce que font tous les adeptes de la numérologie).

(8) C'est en général le cas quand on passe du domaine rationnel au domaine irrationnel.

(9) Une antenne hertzienne de réception bien adaptée ne réémet que la moitié de la puissance qu'elle reçoit.

Post-scriptum

En relisant mon article avant de l'expédier, il m'est venu une réflexion sur un point qui n'a pas été abordé dans l'article du mois de janvier. Le résultat de cette réflexion pourrait expliquer certaines propriétés des ondes Hz.

Si, dans une onde plane, le vecteur Z a disparu, c'est parce qu'il appartient au champ réactif. Mais, si nous trouvions un moyen pour rendre ce vecteur "actif", cela changerait tout.

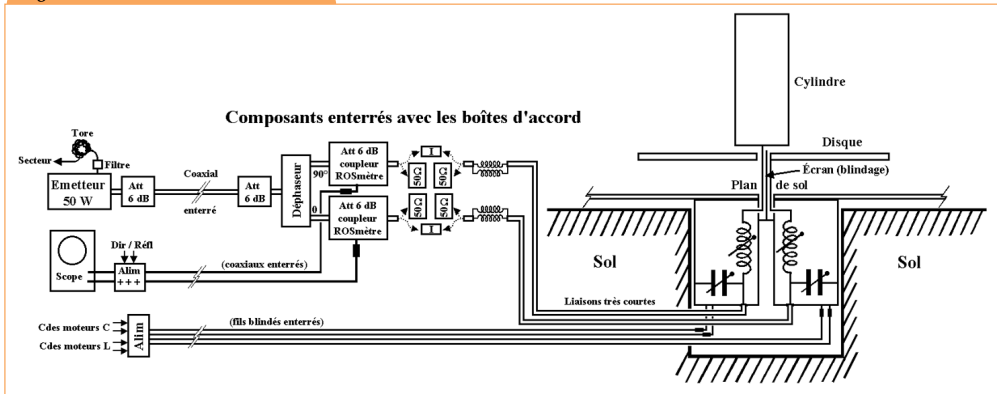
Admettons, par ailleurs que le vecteur Z suffise pour caractériser une onde Hz.

Alors, l'onde Hz ne se propagerait plus dans un volume, mais dans un plan. Ainsi nous aurions une atténuation en $1/D$ par rapport à la distance, et non plus en $1/D^2$ pour l'onde hertzienne. Nous aurions aussi une très grande directivité transversale, avec peut-être quelques effets de diffusion.

Maintenant, il nous faudrait prendre en compte le rendement du système d'émission. Il faudrait qu'il puisse produire suffisamment d'onde Hz par rapport aux ondes hertziennes pour pouvoir bénéficier de leurs propriétés. Puisque c'est un système électromagnétique, il obéit à ses lois. Comme il faudrait qu'il soit le siège de forts champs réactifs, la nature même de l'émetteur obligerait à intercaler un système d'adaptation qui aurait beaucoup de pertes, exactement comme avec les ondes hertziennes. Le principe se mord la queue : si nous avons un bon rendement, le champ réactif serait faible, donc la production d'ondes Hz faible, alors, le système serait moins amorti et le champ réactif augmenterait, la production d'ondes Hz augmenterait aussi, entraînant une diminution du rendement, etc...

Au point d'équilibre, on ne pourrait espérer mieux que doubler le rendement d'une antenne hertzienne (il faudrait plus que le découpler). Ceci en vertu de la conservation d'énergie. Si nous ne l'admettions pas, la découverte des ondes Hz s'apparenterait à celle du mouvement perpétuel.

Figure N° 3



Mais, même si le système d'émission avait un mauvais rendement, le fait que l'atténuation soit en $1/D$ autoriserait des distances de propagation beaucoup plus grandes que maintenant.

Malheureusement, nous ne pourrions pas en bénéficier pour des liaisons terrestres à cause de la grande directivité, sauf à vouloir traverser le sol sans pertes notables, ce qui n'est pas prouvé, même si elles sembleraient moins élevées qu'avec les ondes hertziennes (pénétrer de 100 m au lieu d'une dizaine de mètres n'améliore pas beaucoup la portée). Il faudrait donc se résoudre à des portées d'une trentaine de km au sol, voire un peu plus avec de la diffraction (comme avec les hypers actuellement).

Par contre, pour des liaisons spatiales, l'amélioration devrait être spectaculaire, selon la qualité de pointage des antennes. Donc, ce ne sont finalement pas les services secrets qui doivent être intéressés, mais les centres d'études spatiales.

Pour finir, je rappelle que tout ceci n'est qu'une hypothèse (le cimetière des inventeurs en est peuplé), et à mon avis, le découvreur des ondes Hz a encore beaucoup à faire pour expliquer et démontrer la réalité de ses ondes avant d'intéresser le jury du prix Nobel de physique...

Annexe 1

Méthode pour contrôler le fonctionnement d'une antenne CFA (E-H mode hertzien).

N-B : N'entreprenez ce contrôle que si vous maîtrisez les mesures

sur antennes HF, ce qui est donné à peu de gens, même chez les professionnels.

Travailler avec un modèle conforme à celui de l'inventeur (antenne radiodiffusion 1 MHz), sans rien oublier (pas le sol). On peut travailler au $1/3$, les conditions générales de propagation par onde de sol changeant peu entre 1 et 3,5 MHz. Nous supposons que cette antenne ne produit pas d'ondes Hz d'une manière significative. Cela devrait être le but recherché par le constructeur, puisque les antennes de réception sont hertziennes. Voir sur la figure 3 le montage général.

Travailler avec le minimum de puissance nécessaire pour une mesure significative (rapport S/B de 20 à 30 dB).

Le déphaseur large bande est composé de condensateurs, de bobines et de transfos.

L'ensemble atténuateur-coupleur-ROSmètre est basé sur le principe du ROSmètre à ampli-OP⁽¹⁰⁾ (pas de bobines ni de transfos).

Les atténuateurs sont là pour masquer les ROS pendant les réglages.

L'alimentation des ROSmètres s'effectue par le coax de lecture. Celui-ci est isolé en HF par des tubes de ferrite.

La commutation direct / réfléchi sera faite par un relais commandé par le même coax.

Les balun 1/1 sont constitués d'un coax enroulé sur un tore de ferrite.

La commutation A/M des voies est faite, d'une part en reliant les deux coax avec un I, d'autre part en enlevant le I et en terminant chaque coax par une charge 50 ohms.

Tout le système d'alimentation est situé sous le plan de sol artificiel dans une cavité creusée dans le sol naturel. Les liaisons entre les adaptateurs et les monopôles sont les plus courtes possible. Les deux adaptateurs sont dans des boîtiers blindés pour éviter un couplage parasite. Les condensateurs variables et les bobines (ruban argenté déroulable) sont ajustés par des moteurs électriques.

La liaison coaxiale entre l'émetteur et le système est enterrée, de même que les liaisons ROSmètres et les commandes moteurs L et C, mais dans une tranchée séparée. Toutes ces liaisons sont munies de chocs HF (tubes ferrite).

Procédure :

- Ouvrir une voie (charges aux bouts) et fermer l'autre par un I
- Ajuster l'adaptateur pour avoir un ROS 1/1 (en profiter pour contrôler l'étalonnage de l'autre ROSmètre)
- Intervertir les ouvertures des voies et ajuster l'autre adaptateur

(7) F6FQX dirait qu'il ne faut pas confondre le N° de téléphone avec l'abonné (c'est pourtant ce que font tous les adeptes de la numérologie).

(8) C'est en général le cas quand on passe du domaine rationnel au domaine irrationnel.

(9) Une antenne hertzienne de réception bien adaptée ne réémet que la moitié de la puissance qu'elle reçoit.

(10) Voir l'article " ROSmètre, thème et variations " dans R-REF de décembre 2003.

- Recommencer l'opération jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien à retoucher en changeant de voie.
- Connecter les deux voies.

Maintenant, deux possibilités :
1- Soit on a très peu à retoucher les adaptateurs pour retrouver un ROS 1/1 de chaque côté
2- Soit il faut complètement revoir les adaptations et cela peut être très long pour obtenir à nouveau un ROS 1/1 de chaque côté.

Dans le cas 1, c'est le signe que le système fonctionne d'une manière standard. Alors, la bande passante doit être très étroite et due presque entièrement aux pertes dans les adaptations.

Dans le cas 2, si la bande passante est beaucoup plus large que celle d'une seule voie, alors on peut présumer un fonctionnement particulier du système, peut-être en mode E-H.

Dans ce cas, la confirmation que le rendement est supérieur sera faite en mesurant le champ lointain.

Si la bande passante est encore très étroite, alors il faudra sans doute revoir les conditions de mesures ou leur interprétation. Dans ce cas, les mesures du champ lointain devraient lever le doute.

N-B : Inverser le branchement sur le déphaseur et recommencer les opérations. En profiter pour voir si les réglages ont beaucoup changé. Sinon, c'est aussi un signe que l'antenne fonctionne d'une manière conventionnelle.

Mesure du champ lointain (à 500 m pour 3,5 MHz).

Celle-ci sera faite à l'aide de deux antennes actives large bande, l'une de type fouet (ou doublet V) et l'autre de type boucle (pour ne rien laisser au hasard).

On fera trois mesures :

- 1) voie cylindre seule
- 2) voie disque seule
- 3) les deux voies (*antenne complète*). Penser ici à retrancher 3 dB aux résultats.

Important : Ouvrir les deux voies (*ne pas oublier de les charger*) et contrôler que le niveau de réception baisse de plus de 20 dB.

Avec la comparaison des mesures, on verra facilement si l'antenne complète est plus performante qu'un simple monopôle raccourci.

Maintenant, on peut m'opposer le fait que pour obtenir l'effet E-H, les deux voies ne doivent pas travailler à ROS 1, mais qu'elles sont toutes les deux réactives conjuguées (*les réactances s'annulent, et les résistances s'ajoutent*).

Dans ce cas, mon système ne fonctionne pas.

Mais alors, comme il y a une infinité de possibilités, l'inventeur doit dire dans son brevet celle qui est nécessaire. Sinon le premier venu qui la trouve peut prendre un nouveau brevet qui pratiquement annule le précédent (*je ne connais pas ce brevet, mais si cela vous intéresse et que vous ayez du temps, vous pourriez sans doute arriver à en avoir une copie*). Par ailleurs, si c'était le cas, cela expliquerait que personne, en dehors des licenciés par son inventeur, ne puisse construire une (*véritable*) antenne E-H, notamment les radioamateurs (*ou alors ce serait une chance extraordinaire, comme de gagner au loto*).



205, rue de l'Industrie - Zone Industrielle
B.P. 46 - 77542 SAVIGNY-LE-TEMPLE Cedex
Tél. : 01.64.41.78.88 - Télécopie : 01.60.63.24.85
<http://www.ges.fr> - e-mail: info@ges.fr

ET AUSSI DANS
LE RESEAU
G.E.S.

MIT-3201
ANALYSEUR DE SPECTRE, MESUREUR DE CHAMPS, RECEPTEUR LARGE BANDE de 100 kHz à 2 GHz

- FM bande étroite, FM bande large, AM et BLU
- Précision de fréquence assurée par PLL
- Sensibilité environ 0-6 dB μ V EMF
- Impédance 50 ohms
- Toutes les fonctions sélectionnables par menu
- HP intégré
- Interfaçable RS-232 pour connexion PC...

Documentation sur demande



MRT-0702-2-C

WATTMETRE BIRD PROFESSIONNEL



Boîtier BIRD 43
450 kHz à 2300 MHz
100 mW à 10 kW
selon bouchons de mesure tables 1 / 2 / 3 / 6



Autres modèles et bouchons sur demande

FREQUENCEMETRES OPTOELECTRONICS de 10 Hz à 3 GHz
Documentation sur demande

PORTABLES	
CD-100	10 MHz à 1 GHz
CUB	1 MHz à 2,8 GHz
MicroCounter	10 MHz à 1,2 GHz
MINI SCOUT M1	10 MHz à 1,4 GHz
SCOUT (40)	10 MHz à 2 GHz
3000Aplus	20 Hz à 3 GHz
3300	1 MHz à 2,8 GHz

DE TABLE
8040 10 Hz à 3 GHz

DS-1000 - Fréquencemètre digital et analogique 10 MHz à 2,6 GHz. Permet la capture des fréquences selon les protocoles APCO 25, Tetrapol, TDMA, GSM, On/Off Keying et fréquences pulsées (500 μ s mini). Fonction mesureur de champ (-45 à -5 dBm). Sortie C15 permettant d'accorder automatiquement un récepteur compatible sur la fréquence capturée (uniquement analogique). 1000 mémoires pouvant être chargées dans un PC via la sortie RS-232.



TUBES EIMAC



Charges de 5 W à 50 kW
Wattmètres spéciaux pour grandes puissances
Wattmètre PEP