Boucle de terre, Retours de masse, Prise de terre et Contrepoids

Werner Tobler HB9AKN

Nous avions déjà publié dans l'Oldman no 7/8 de 1981, ainsi que dans l'Oldman no 6 de 1991 des généralités domaines concernant ces importants et néanmoins assez mal connus. C'est pourquoi, nous avons trouvé utile de revenir sur le sujet après tant d'années, les technologies ayant passablement évolué depuis, et surtout les matériaux utilisés aussi bien dans la construction d'appareils électroniques, que dans les réseaux de distribution d'énergie.

Fort heureusement. la théorie fondamentale de l'électrostatique ou dynamique n'a pas changé, et beaucoup d'éléments traités dans les articles mentionnés ci-dessus restent parfaitement valables. On peut supposer que ces Old mans assez anciens ne sont presque plus accessibles, c'est pourquoi, je reprendrai certains éléments qui sont toujours actuels.

De plus, on fera la distinction très importante entre la terre du réseau qui entre dans le local de transmission, l'électrode de terre, et le contrepoids HF, que l'on appelle aussi "terre" mais qui n'est que rarement présent dans le local. Nous expliquerons les différences fondamentales existant entre ces trois notions.

1. Terre du réseau

1.1. Boucles de terre

Les amateurs ont de plus en plus accès à des instruments de mesures performants mais le problème de la boucle de terre subsiste (voir fig. 1). En effet, bien souvent l'amateur a pu récupérer des instruments de mesure anciens, mais encore en parfait état, et ne disposant pas de la double isolation. Nous expliquerons plus loin ce que signifie la double isolation. Rappelons déjà ce que l'on appelle une boucle de terre (voir fig. 1).

L'appareil A est celui sur lequel on effectue des mesures. Cela peut être n'importe quel appareil électronique muni d'une terre de protection.

L'appareil B est l'instrument que l'on utilise pour la mesure lui aussi muni d'une terre de protection. La boucle de terre CDEF apparaît clairement sur la fig. 1.

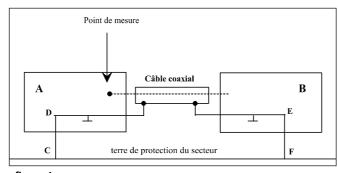


figure 1

Cette boucle de terre est à proscrire. Qu'est ce qu'une terre de protection?

1.2 Terre de protection

La terre de protection n'existe pas sur tous les appareils. Le moyen le plus simple de vérifier sa présence ou non, est d'examiner la fiche du câble

d'alimentation du secteur 220 V et de constater la présence d'une troisième borne médiane entre les deux autres. L'absence de cette borne signifie que l'appareil bénéficie de la double isolation, et que, par conséquent il ne nécessite pas la mise à une terre de protection.

La fiche du secteur peut bien avoir ses trois bornes, mais il est toujours prudent de vérifier si son branchement est convenable en ouvrant la fiche. Il faut se souvenir que. la fiche étant ouverte, se trouvant dans la main, avec le câble contre soi, et les bornes enfichables devant, la borne de droite correspond à la phase du secteur, et celle de figure 3 gauche au neutre. Celle du milieu

correspond comme déjà dit à la terre de protection (couleur du fil, jaune et vert).

Il existe bien sûr des câbles moulés dont la fiche est impossible à ouvrir. Dans ce cas, vérifiez à l'aide d'un simple Ohm-Mètre qu'il n'y a pas de rupture dans les trois fils constituant le câble.

Fonctionnement de la terre de protection

On suppose que l'instrument de mesure est réalisé sur une base métallique dans un boîtier également métallique comme c'était le cas, la plus part du temps pour les anciens instruments. Si, pour une raison ou une autre (défectuosité de l'appareil) la phase du secteur 220 V est en liaison galvanique directe avec le boîtier, en

l'absence de terre de protection, l'opérateur peut se faire électrocuter en touchant le boîtier. Si l'instrument de mesures est mis à la terre, donc avec une terre de protection, (fil jaune et vert), le fusible fond à l'enclenchement, et la vie de l'opérateur n'est pas en danger. L'opérateur ne devra, sous

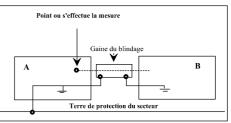
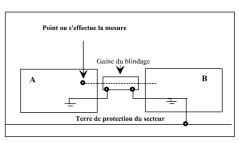


figure 2



aucun prétexte supprimer le fil jaune et vert dans la fiche du secteur 220 Volts des deux appareils concernés. Pour interrompre la boucle de terre, il devra obligatoirement supprimer une seule de ces terres de protection, sur l'appareil à mesurer (voir fig. 3) ou sur l'instrument de mesure (voir fig. 2). Il peut aussi utiliser un transformateur de séparation du secteur soit sur l'appareil à mesurer, soit sur l'instrument de mesures ou bien sur les deux à la fois, mais ce n'est pas obligatoire. Ainsi, dans les deux cas, la boucle de terre est supprimée..

Boucle de terre, Retours de masse, Prise de terre et Contrepoids (s)

Cette boucle de terre, si elle n'est pas supprimée, est la plupart du temps placée dans un champ électromagnétique variable et elle sera le siège d'une tension induite généralement à 50 Hz, cette fréquence étant présente partout. Il en résultera des mesures peu satisfaisantes avec des composantes superposées à 50 Hz.

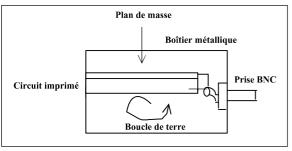


figure 4

1.3 Réalisation de la terre du secteur

Rappelons que le secteur 220 V est fourni par des centrales électriques hydrauliques ou nucléaires. Dans les deux cas, de gros alternateurs font la transformation de respectivement l'énergie hydraulique ou l'énergie

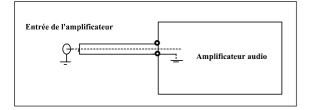
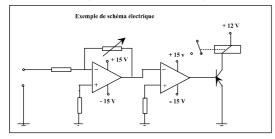


figure 5

nucléaire en énergie électrique. Ces différentes centrales disposent, au lieu même de production, de grosses électrodes de terre, dont la surface dépend des caractéristiques du sol à



l'endroit de la centrale. A cet endroit, c'est le neutre du secteur (voir fig. 11; point

N) qui est connecté cette électrode de terre. La fig. 11 montre trois vecteurs décalés de 120 degrés tournants à la vitesse angulaire Ω = 6,28 x F. F ici valant 50 Hz.. Le neutre N est le centre des trois vecteurs, et est branché à la borne de gauche de la fiche déjà mentionnée. Un vecteur a la valeur de 220 V. La valeur

de 380 V est présente d'une pointe de vecteur à l'autre. La terre de protection (fil jaune et vert) fini donc par rejoindre ce point N. La plupart du temps cela a lieu dans la prise murale ellemême. La constitution de l'écorce terrestre étant très variable d'un endroit à l'autre, on imagine facilement que l'électrode de terre peut prendre bien des aspects différents. D'autre part, entre certaines de ces différentes

électrodes de terre, éparpillées sur l'écorce terrestre, existe une différence de potentiel (tension électrique) qui peut donner naissance à ce que l'on appelle des courants vagabonds qui parcourent le sol entre les prises de terre concernées.. Ceux-ci peuvent provoquer de gros dommages, suivant ce qu'ils rencontrent sur leur parcours.

On le sait, on ne peut pas toujours mettre à la terre tout ce que l'on veut, c'est le cas, par exemple de nos antennes qui, si elles étaient directement mises à la terre en cas d'orage, seraient transformées figure 9 en paratonnerre, elles ne sont pas constituées pour cela!! Le mieux dans

ce cas est de les débrancher. Un limiteur de tension peut éventuellement éviter de devoir débrancher l'antenne.

Il y a aussi eu le cas bien connu de l'avion sinistré du vol Rio- Paris qui a (cela n'a jamais été prouvé) vraisemblablement reçu une décharge due à la présence d'un puissant orage.

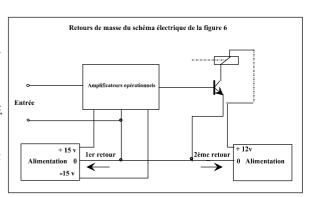


figure 7

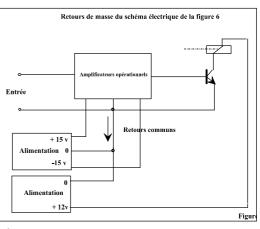
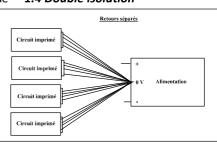


figure 8

Cela est plausible étant donné que l'effet cage de Faraday était inexistant, l'avion étant construit en matériau composite.

1.4 Double isolation



Il s'agit ici d'appareils construit classiquement à l'aide de circuits imprimés, mais bénéficiant d'une totale séparation du secteur, grâce à une ou des alimentations à découpage. De plus, le boîtier est construit en matériau composite donc aucun risque d'électrocution en cas de défectuosité.

1.5. Boucles de terre internes aux circuits

Pour l'amateur constructeur, les boucles de terre peuvent apparaître dans les montages eux-mêmes si le constructeur n'a pas pris toutes les précautions nécessaires. Considérons la fig. 4, on voit immédiatement qu'une boucle de terre est présente par le plan de masse du circuit imprimé, le boîtier, la prise BNC et la gaine du câble coaxial. Cette boucle de terre sera le siège de tensions induites nuisibles. La solution consiste à monter la prise BNC d'une manière isolée du boîtier métallique en utilisant une rondelle isolante. L'utilisation d'un boîtier en matière synthétique supprimerait tout problème, mais on perd alors l'avantage du blindage constitué par le boîtier métallique face au rayonnement HF toujours

De même pour l'entrée d'un simple amplificateur BF (fig. 5). Ici, on monte la prise BNC normalement sur le boitier métallique (sans rondelle isolante), et la gaine du câble d'entrée est reliée à la masse à l'entrée de l'amplificateur seulement. Ainsi, il n'y aura pas de ronflements ou accrochages. La règle à observer est la suivante : La mise au boitier ou à la carcasse des différentes tresses ou gaines de câbles doit se faire en UN SEUL ET UNIQUE POINT du boitier métallique Cette règle est contraire à l'idée fausse que l'on a généralement, en se disant que plus on fait de mises à la terre en différents endroits, mieux cela vaut.

2. Retours de masse

Un autre phénomène gênant peut être également observé lorsque les retours de masse d'un montage ne sont pas faits correctement.il peut en résulter bien des ennuis et accrochages. Examinons le schéma de la *fig. 6*. En réalisant ce schéma simple sur circuit imprimé, la disposition devra être celle de la *fig. 7*. Cela signifie que, sur le circuit imprimé, il faudra prévoir deux retours séparés aboutissant au point commun. Il ne faut pas que les courants respectifs de retour

(amplificateur opérationnel et transistor empruntent un trajet commun comme dans le schéma de la *fig. 8*.

Une fois le schéma établi, avant de dessiner et de construire le circuit imprimé, il convient d'établir le résumé des retours de terre. Ce travail de réflexion préalable est extrêmement utile surtout avec les circuits digitaux. Cela évitera souvent de devoir refaire le circuit, car un circuit mal conçu peut difficilement être corrigé sans l'abimer.

On dispose généralement de suffisamment de bornes de sortie sur le connecteur du circuit imprimé pour pouvoir faire toutes les sorties séparées nécessaires (*voir fig. 9*). Dans cette disposition, certains constructeurs ne relient pas le commun 0 à la carcasse du montage. Ils appellent ce point la terre digitale. Le symbole est un simple triangle..Le symbole de la terre boitier est classique.

3. Prises de terre

Les prises de terre dont nous parlons ci-dessous, n'ont aucun rapport avec les terres de protection du secteur, ni avec les électrodes de terre dont nous avons parlé sous 1.3.

Nous l'avons dit, les stations génératrices d'énergie électrique s'efforcent d'établir de bonnes prises de terre. Dans un laboratoire ou une station d'amateur, une prise de terre est une électrode de référence, L'idéal serait de disposer d'une électrode de résistance électrique nulle, complètement indépendante, afin que les diverses charges puissent s'y écouler aisément. On sait que ce n'est là qu'un idéal et, compte tenu du terrain considéré, la résistance de terre pourra prendre des valeurs très variées (voir fig. 10).

Comment parvenir à établir une prise de terre satisfaisante ?

Deux cas de figure se présentent :

- A) L'amateur se trouve dans un immeuble locatif
- B) L'amateur est dans "ses propres murs"

Dans le cas A) pour autant que l'immeuble soit assez ancien, il existe toujours la possibilité de fixer un

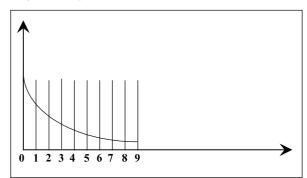


figure 10

collier de serrage au tuyau d'arrivée d'eau du radiateur ou des robinets. Ce collier comporte généralement un connecteur à vis sur lequel sera fixé le fil ide terre isolé multibrins d'un diamètre minimal de 1mm. Nous préférons le fil multibrin souple, car il est plus facile à fixer et à faire passer là ou on le désire qu'un fil dur d'installation.

L'ennui, c'est que souvent les raccords de tuyaux métalliques de radiateurs comportent des jonctions peu conductrices de l'électricité. Sans parler de l'utilisation de plus en plus fréquente de tuyaux en plastique.

L'amateur pourra néanmoins se passer de cette prise de terre s'il ne fait pas de mesures précises à cet endroit. Il faut éviter dans tous les cas, d'utiliser la terre de protection comme prise de terre de référence..

Dans le cas B), on peut réaliser soi même son électrode de terre en mettant une surface métallique de cuivre ou d'aluminium de 1m sur 1m sous la terre de son jardin. Le graphique de la *fig. 10* montre qu'audelà de cette surface, la résistance de la terre diminue peu.

4. Contrepoids

Le contrepoids est une notion fondamentale à ne pas confondre avec ni la terre de protection, ni la prise de terre. Son rôle est tout autre.

Considérons une corde attachée à

Système d'antennes filaires pour HF

Denis Bichsel HB9FDB

un mur, l'autre extrémité étant dans notre main. Donnons une impulsion à la ficelle. Que voyons nous ?

L'onde se propagera le long de la corde jusqu'à son arrivée au point de fixation. A ce point, l'onde va se réfléchir et repartir dans l'autre sens. Le point de fixation peut se comparer à un isolateur. Nous avons en effet le même phénomène lorsque un fil d'antenne est fixé à un isolateur, point auquel on aura toujours un nœud de courant (minimum de courant). Pour avoir au contraire, un ventre de courant, il faudra, non plus un isolateur, mais au contraire une grande conduction. C'est ce que l'on appelle un contrepoids. Un autre exemple: Une lamelle métallique fixée dans un étau peut osciller avec le maximum d'amplitude à l'extrémité de la lamelle, et le minimum au point de fixation de l'étau. C'est la raison pour laquelle un fil ou une tige verticale peut vibrer en quart d'onde avec un contrepoids à la base. Dans le cas de l'étau, le contrepoids se trouve à l'extrémité de la lamelle, puisque l'amplitude est maximale à cet endroit; l'étau jouant le rôle d'isolateur.

On peut sans autre mettre ce contrepoids à une terre avec laquelle il se confond. C'est ce que l'on fait avec les antennes verticales.

5. Conclusions

Nous espérons avoir apporté des éclaircissements dans ce sujet si peu abordé.

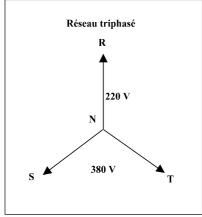


figure 11

Ce système d'antennes filaires est formé de trois dipôles alimentés en parallèle à partir d'un balun et d'un câble coaxial RG213 de 25 m de long. Chacun des trois dipôles comporte une trappe (par brin) ce qui permet d'accorder "aisément" chacun des dipôles sur deux bandes. Il est est un peu moins simple de retoucher les longueurs des différents brins afin de conserver les accords souhaités lors de la mise en parallèle des trois dipôles. Ce travail est probablement sans espoir de réussite sans l'aide d'un analyseur d'antennes.

Le premier dipôle est conçu pour les bandes 80 m et 40 m:

a) longueur du brin 40 m: 10,20 m b) longueur du brin complémentaire pour le 80 m: 5,90 m

SWR et impédance voir fig. 1.

Le deuxième est taillé pour les bandes 20 m et 17 m:

a) longueur du brin 17 m: 4,00 m b) longueur du brin complémentaire pour 20 m: 0,56 m

SWR et impédance voir fig. 2.

Le troisième permet de trafiquer dans les bandes 15 m et 10 m:

 a) longueur du brin 10m: 2,50 m
b) longueur du brin complémentaire pour le 15 m: 0,50 m

SWR et impédance voir fig. 3.

Attention: Au début de la construction, il est prudent de laisser quelques centimètres de plus à chaque brins, car il est plus simple de les raccourcir que de les allonger. Les trappes ont été construites sur du tuyau d'écoulement d'eau en plastique dont le diamètre est de 4.128cm (1.625 inches ou 1+5/8 inches) avec du câble coaxial RG-58 en utilisant le programme "Trap.exe". La puissance maximale utilisable avec de telles trappes est de l'ordre du kilowatt (sans garantie de ma part).

L'adresse où télécharger "trap.exe" est:

www.qsl.net/ve6yp/index.html

Lors de la construction, tous les dipôles ont été construits, testés et accordés séparément en laissant quelques centimètres de trop sur chaque brin de manière à pouvoir peaufiner les accords lors de la mise en parallèle des trois dipôles. Les accords ont été réalisés en plaçant les dipôles dans leurs positions quasi définitives.

Le premier dipôle réalisé est le 80/40 vient ensuite le dipôle 15/10 et pour finir vient le 17/15. Les deux premiers dipôles construits et accordés ont été mis en parallèle. Les accords n'ont guère variés. Il faut simplement être attentif, lors de la mise en place que les dipôles se séparent bien dès le balun et que fils ne se chevauchent en aucune manière.

La mise en parallèle des trois dipôles est un peu plus délicate et demande un peu de soin pour que les résonances et les bandes utilisables restent celles souhaitées. C'est dans cette partie du travail que les quelques centimètres « en trop » sont utiles.

Remarque:

Une partie des difficultés rencontrées lors de la mise en parallèle des dipôles est dues aux résonances inutilisées des dipôles seuls.

Le dipôle 80/40 a quatre résonances bien marquées: à 3.7 MHz, 7.1 MHz, 15 MHz et 22 MHz. La résonance à 22Mhz est très proche de celle souhaitée à 21.250Mhz pour la bande des 15 m.

Aussi lors de la mise en parallèle du troisième brin (17/15), il faut retoucher l'accord du troisième brin pour obtenir le résultat voulu.

L'article "Multiband 'trap' antenna" de monsieur Bob J. van Donselaar que l'on trouve à l'adresse: