

L'art de la mesure en électronique

(Suite, voir Le Haut-Parleur n° 1800)

Le secteur, cela paraît simple et sans mystère : on y branche tout, sans arrière-pensée. Pourtant, quelques manipulations au voltmètre, sans danger, révèlent quelques phénomènes insoupçonnés ou mal expliqués.

La réalisation d'un adaptateur

Nous avons décrit, dans cette revue (HP n° 1725, février 1986, pages 57-62), un « adaptateur », amplificateur de gain unité en tension, d'impédance d'entrée presque infinie. Pour les tensions faibles, l'emploi de cet adaptateur avec un voltmètre quelconque (même un 2 k Ω /V ferait l'affaire) est la solution qui élimine totalement la perturbation par la consommation du voltmètre.

L'inconvénient de cet adaptateur est le suivant : il ne peut convenir que pour des tensions inférieures à 10 V. Dès que l'on envisage la mesure de tensions supérieures, il faut munir l'adaptateur d'un diviseur de tension à l'entrée... et l'on retombe sur la regrettable difficulté d'approvisionnement en résistances de haute résistance.

Signalons qu'il existe d'intéressants voltmètres qui ne consomment à peu près rien : les modèles dits « différentiels », comportant une source de tension étalon interne, que l'on ajuste, avec des roues à décades, jusqu'à ce qu'elle soit égale à la tension à mesurer. Mais ce sont des instruments relativement rares et fort coûteux.

Une autre perturbation

Un voltmètre peut perturber une source autrement qu'en consommant du courant. En effet, il faut connecter ce voltmètre à la source, donc utiliser des fils de liaison (les « cordons » de l'appareil).

Or si la source comporte, en plus de la tension continue que l'on veut mesurer, une composante alternative de tension à fréquence élevée, le cordon que l'on branche sur elle peut alors se transformer en une « antenne d'émission », rayonnant généreusement des ondes parasites sur le montage.

D'autre part, le cordon peut présenter, par rapport à la masse, une capacité notable. En branchant ainsi un tel condensateur, entre un point du montage et la masse, on peut perturber complètement le fonctionnement de l'ensemble. Ce sera le cas, par exemple, si l'on connecte le cordon du voltmètre sur la base d'un transistor amplificateur RF ou FI d'un récepteur. Il y a donc deux aspects du rôle « perturbateur » du cordon.

Ce dernier peut aussi être « perturbable » : il n'est pas toujours sain de connecter en un point « sensible » d'un montage un cordon sur lequel des influences électrostatiques peuvent agir. Ces deux effets du cordon apparaissent très nettement quand, dans un montage impulsif de comptage, par exemple, on veut mesurer la tension d'une sorte de basculeur. On peut alors s'apercevoir avec surprise que le compteur ne fonctionne plus du tout correctement, dès que le cordon du voltmètre touche le point dont on veut mesurer la tension.

Bien des techniciens en sont arrivés à la conclusion que, dans un tel cas, le seul appareil utilisable pour la mesure de la

tension était... l'oscilloscope. On peut, en effet, employer ce dernier pour des mesures de tensions continues, et, du fait de sa sonde (comme nous allons le voir plus loin), il est bien moins perturbateur que les cordons d'un voltmètre. Mais, comme on dit, c'est « la bombe à hydrogène pour tuer la mouche ».

Comment rendre le cordon « inoffensif »

Il y a une solution simple pour empêcher que le cordon soit perturbateur ou perturbable : on connecte, juste à son extrémité, un résistor de 33 k Ω ou plus, et l'on place, en parallèle sur le voltmètre, un condensateur d'une capacité d'au moins 10 nF (fig. 5).

Ainsi, la composante continue de la tension au point (A) est bien transmise, les 33 k Ω étant généralement négligeables par rapport à la résistance du voltmètre, mais la composante alternative éventuelle présente en (A) est arrêtée par le filtre passe-bas R-C.

Du même coup, le cordon ne peut plus jouer le rôle d'antenne réceptrice de perturbations : le condensateur le court-circuite à la masse en ce qui concerne les tensions haute fréquence. Si, éventuellement, la valeur de 33 k Ω peut entraîner une modification de la sensibilité du voltmètre (modification généralement très faible avec un numérique), on peut réduire la valeur de la résistance à 10 k Ω . La limite inférieure

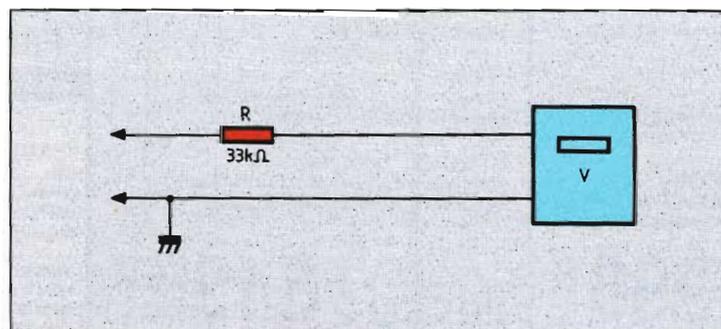


Fig. 5. Si l'on place, tout au bout du cordon du voltmètre non relié à la masse, un résistor de 33 k Ω , on minimise l'effet perturbateur du cordon.

de la résistance de ce résisteur n'est pas tellement liée à la fréquence de coupure du filtre passe-bas qu'il constitue avec le condensateur. On cherche seulement à ne pas trop « charger » la composante alternative de tension.

En effet, pour la composante continue de cette tension, la résistance d'entrée est celle du voltmètre (augmentée de 33 kΩ), mais pour toute composante à fréquence élevée, l'impédance d'entrée se réduit à la résistance du résisteur au bout du cordon (soit 33 kΩ ou moins), ce qui peut être nuisible dans certains cas.

Par exemple, dans le cas évoqué plus haut, où l'on connecte le cordon du voltmètre à la base d'un transistor amplificateur FI, il est bon de ne pas trop amortir le circuit qui commande cette base. Si l'on veut alors être sûr de ne pas perturber du tout, par amortissement, le fonctionnement du montage, il faut augmenter la valeur de R (jusqu'à 100 ou 200 kΩ). Si cela doit fausser la lecture de la composante continue, il est alors relativement facile de faire la correction nécessaire.

Par exemple, avec un numérique dont la résistance d'entrée est de 10 MΩ, si l'on a placé, au bout du cordon, un résisteur R d'une résistance de 220 kΩ, on fausse la lecture d'environ 2,2 %. Donc, si on lit 3,78 V, on lui ajoute 2,2 % de cette valeur, soit 0,08 V, pour avoir la valeur vraie qui est 3,86 V.

Cas des tensions alternatives

Nous ne nous sommes souciés, jusqu'à présent, que des tensions continues. Plus exactement, nous ne voulions connaître que la composante continue d'une tension, et nous avons délibérément éliminé (par la méthode qu'indique la fig. 5) toute composante alternative de cette tension, cette composante ne nous intéressant pas.

Maintenant, c'est, au contraire, la composante alternative seule que nous voulons connaître. Il n'est donc plus question de l'éliminer par un filtre passe-bas, donc elle sera présente sur le cordon.

Nous allons retrouver les deux inconvénients du cordon signalés ci-dessus. Il

est perturbateur, essentiellement par la capacité parasite qu'il présente par rapport à la masse, et il est perturbateur par le rayonnement qu'il peut produire, servant d'antenne à la composante alternative.

Si la source a une faible impédance, que la tension n'a ni une très grande fréquence ni une trop forte amplitude, on peut cependant utiliser le cordon classique. Mais il vaut mieux qu'il soit aussi court que possible.

L'utilisation de l'oscilloscope comme voltmètre, que nous avons trouvée abusive pour les tensions continues, se justifie ici, en raison de la présence de la sonde de l'oscilloscope, sonde qui est très peu perturbatrice et pratiquement pas perturbable.

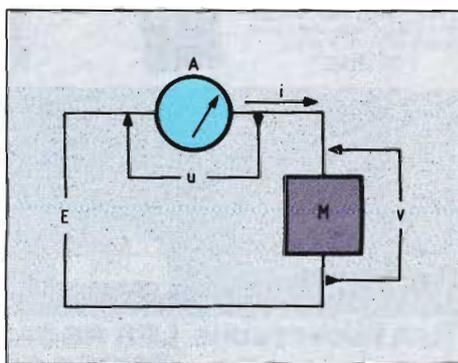


Fig. 6. – Un ampèremètre, étant placé en série avec le montage alimenté M, doit provoquer, à ses bornes, une chute de tension u aussi faible que possible.

D'autre part, l'utilisation d'un voltmètre alternatif seul pour mesurer la valeur d'une tension alternative est dangereuse. L'auteur de ces lignes se rappelle bien l'adage qu'il entendit maintes fois dans la bouche du chef de laboratoire, dans l'industrie où il débutait : « Une mesure de tension alternative par un simple voltmètre alternatif, sans qu'un oscilloscope soit branché en même temps sur la tension à mesurer, n'a pas de sens. » Cet homme avait parfaitement raison.

En effet, dans de nombreux cas (à moins qu'il ne porte la mention « efficace vrai » ou « TRMS »), un voltmètre alternatif utilise un système de redressement, suivi d'une lecture avec un certain « coefficient de correction » (en général le sempiternel $2\sqrt{2}/\pi$ des voltmètres alternatifs). On a donc une

lecture qui donne la valeur efficace, où RMS (Root Mean Square = racine carrée de la valeur moyenne du carré) de la tension **uniquement si cette dernière est sinusoïdale**.

Si la « forme d'onde » de la tension n'est plus une sinusoïde, la lecture peut être alors fort éloignée de la valeur RMS (efficace) de la tension.

Utilisez, par exemple, un voltmètre alternatif classique (numérique ou à aiguille) pour mesurer la tension de sortie d'un variateur de puissance à triac : vous aurez l'impression que le voltmètre est devenu fou ! Il se peut que, quand vous réglez le variateur à mi-puissance, puis à pleine puissance, la lecture ne change à peu près pas. Et pourtant, l'ampoule d'éclairage alimentée par le variateur vous montre nettement que la puissance varie, ce qui implique que la tension RMS a varié.

Donc, l'oscilloscope doit toujours accompagner le voltmètre alternatif. D'abord, il permet une première estimation de la valeur de la composante alternative. Ensuite, s'il vous a permis de savoir que cette composante a l'air d'être sinusoïdale, vous pouvez faire confiance à la lecture faite sur le voltmètre.

Et l'intensité ?

Pour une grande proportion des électroniciens amateurs (et, sans doute, à peu près la même pour les « pros »), la mesure d'intensité est de celles que l'on fait quand il est strictement impossible de l'éviter. Cela se comprend un peu : cette mesure commence par une opération désagréable : un coup de ciseaux (enfin, de pince coupante).

Pour mesurer l'intensité qui passe dans un circuit, il faut, en effet, placer l'ampèremètre dans le circuit, autrement dit il faut ouvrir ce dernier pour y insérer l'appareil. Il est donc bien normal que les techniciens baptisent toujours « voltmètre » (ce qui est restrictif) leur contrôleur universel. Statistiquement parlant, ils auront mesuré dans 98 % des cas des tensions, dans 1,9 % des cas des résistances, et autant dire jamais des intensités.

Ce fait a d'ailleurs amorcé un cercle vicieux. Comme on se sert fort peu de la

position « intensité » des contrôleurs, il n'y a pas eu beaucoup d'efforts pour en améliorer les performances (enfin, en se limitant au cas des appareils passifs). On voit encore des contrôleurs à aiguille qui, sur les échelles « intensité », ont des chutes de tension à pleine échelle de 0,5 ou même 1 V, ou pire encore.

Plus cette chute est petite, meilleur est l'appareil. Comme il se trouve en série sur le montage alimenté (fig. 6), la chute de tension u aux bornes de l'ampèremètre A se répercute sur la tension disponible sur le montage alimenté M , qui n'a plus que $v = E - u$.

C'est logique : un **voltmètre**, placé en **parallèle** avec le montage alimenté, doit consommer le moins possible, donc avoir une **résistance aussi grande que possible**, alors que l'**ampèremètre**, placé en **série**, doit gêner le moins possible le passage du courant, donc avoir une **résistance aussi petite que possible**.

Les numériques, à cet égard, sont mieux placés que beaucoup d'appareils analogiques : ils ont, presque uniformément, 0,2 V de chute de tension à pleine mesure, ce qui est très satisfaisant. Pour les mesures en continu, l'auteur utilise un appareil servant exclusivement d'ampèremètre continu, de 100 μ A à 3 A, dont la chute de tension à pleine déviation est de 50 mV (le rêve !).

Mesure d'intensité sans coup de pince

On peut, heureusement, dans de nombreux cas, mesurer l'intensité d'un courant sans couper le circuit. Si ce courant passe dans un résistor de résistance connue, la mesure de la chute de tension aux bornes de ce résistor nous permet de connaître, grâce à la loi de M. Ohm, la valeur de l'intensité.

Soit, par exemple, un transistor (fig. 7) dont l'émetteur est relié à la masse par un résistor de 2,2 k Ω , découplé par un condensateur. Une mesure de la tension d'émetteur par rapport à la masse nous a donné 2,75 V, on en déduit alors que le courant émetteur I_E du transistor vaut : $I_E = 2,75 / 2\,200 = 0,001\,25$ A ou 1,25 mA

Si le transistor n'est pas saturé (on a vite fait de savoir s'il l'est, en mesurant sa tension collecteur-émetteur, qui sera

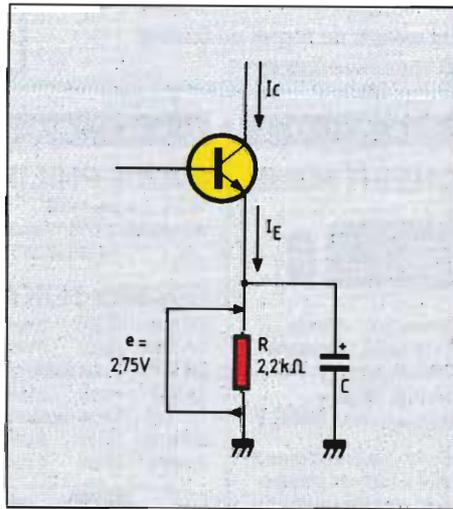


Fig. 7. - La mesure de la chute de tension dans R nous permet de connaître le courant émetteur (donc collecteur) de T .

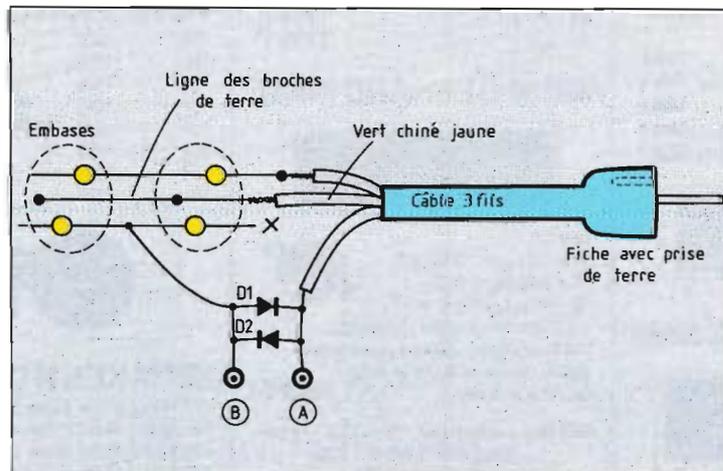


Fig. 8. Comment on modifie une boîte de raccordement (câble plus fiche mâle secteur à trois broches, plus trois embases à trois broches) pour permettre une mesure d'intensité.

presque nulle dans ce cas), son courant collecteur I_C est pratiquement égal au courant émetteur, nous avons donc pu mesurer le courant collecteur du transistor sans couper aucun fil.

Cas du secteur 220 V

Un des cas où il est vraiment important de connaître l'intensité consommée est celui des instruments branchés sur le secteur EDF. Là, il peut être franchement très dangereux de « bricoler » des systèmes de mesure. La solution la plus simple et qui élimine tout danger est celle que nous décrivons ci-après.

On commence par acheter un « prolongateur » pour fiche-secteur à trois broches (les deux fils habituels et la terre). On prendra un modèle qui comporte, à un bout, une fiche mâle à deux broches

et un trou, modèle standard, et, l'autre bout, une boîte en plastique comportant trois (ou plus) prises de courant à trois broches. On trouve cela dans toutes les grandes surfaces, chez tous les marchands d'articles électriques.

On ouvre alors la boîte en plastique (généralement faite de deux parties assemblées par deux vis, ne choisissez donc pas un modèle où les deux parties de la boîte sont collées) et l'on y voit l'arrivée des trois fils venant du câble. Il y a le « vert chiné jaune », qui est le fil de terre, relié au « trou » de la fiche mâle et aux trois broches saillantes des embases de prises de la boîte. Celui-là, il ne faut surtout pas y toucher.

Il y a aussi deux autres fils, en général un marron et un bleu, qui sont les fils

du secteur. Ils sont souvent soudés à des lames en laiton, dont des parties élastiques constituent les « douilles » femelles des embases. On en dessoude un, et on le fait arriver là où il allait avant par l'intermédiaire de la « prise d'intensité » représentée sur la figure 8.

Cette « prise » est, en fait, un ensemble de deux diodes tête-bêche et de deux douilles femelles, de 4 mm, espacées, si possible, de 19 mm, que l'on loge dans deux trous pratiqués sur le côté de la boîte en plastique, en ayant simplement vérifié que l'on aura la place de loger les douilles en question dans ces trous, sans qu'elles arrivent en contact, dans la boîte, avec d'autres connexions.

Les diodes sont assez quelconques, elles n'auront, ni l'une ni l'autre, à supporter une tension inverse supérieure à 1 V. Elles doivent être capables de laisser

passer sans chauffer l'intensité maximale qui passera dans les appareils alimentés par les embases de la boîte.

Une fois tout cela monté, on referme la boîte, et le tout est prêt à l'emploi. Ce dernier est fort simple : on connecte un ampèremètre aux douilles (A) et (B) on met, dans une des embases de la boîte, la fiche allant vers l'appareil dont on veut mesurer la consommation, et l'on met la fiche du « prolongateur » dans une prise de courant, comme l'indique la figure 9. On peut alors lire l'intensité.

On aurait évidemment pu se dispenser de mettre les deux diodes. Il aurait alors fallu, pour employer le « prolongateur » autrement que pour une mesure d'intensité, court-circuiter les bornes (A) et (B). Avec les diodes, cela n'est plus nécessaire : il y a une petite chute de tension, généralement tout à fait négligeable par rapport aux 220 V du secteur.

Si, entre (A) et (B), on a monté un bon ampèremètre, dont la chute de tension à pleine échelle ne dépasse pas 0,4 V (tous les numériques répondent à cette condition), la chute de tension dans l'ampèremètre est si basse que les diodes ne laissent passer aucun courant : la totalité de l'intensité consommée passe par l'ampèremètre, et tout se passe comme si les diodes n'étaient pas là.

Lors d'une mesure d'intensité, il vaut mieux brancher l'ampèremètre (en ayant choisi une échelle de faible sensibilité) avant que la fiche soit connectée au secteur, et le débrancher après avoir retiré la fiche de la prise de courant.

Sur la phase ou sur le neutre ?

Probablement, des lecteurs auront tendance à dire : « Attention, sur les deux fils du secteur, l'un est la phase, l'autre le neutre : c'est sur ce dernier qu'il faut mesurer ; il est à peu près au potentiel de la terre, donc on ne risque rien en manipulant l'ampèremètre, par exemple en changeant sa sensibilité. »

C'est vrai dans de nombreux cas. Nous signalons, à ce propos, aux lecteurs qu'il serait intéressant, pour eux, de savoir comment le secteur 220 V est distribué chez eux. Généralement, il y a un fil porté à 220 V RMS par rapport à la terre (la phase) et un autre presque au

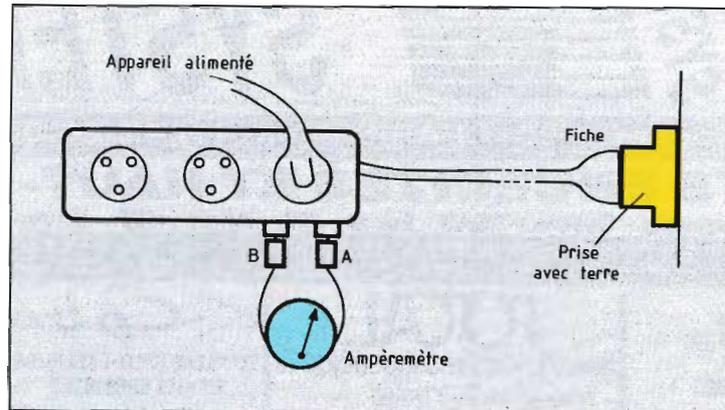


Fig. 9. Utilisation de la boîte de raccordement de la figure 8 pour une mesure d'intensité consommée.

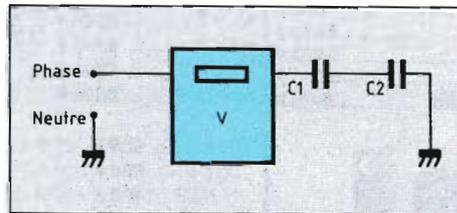


Fig. 10. — En tenant à la main l'isolant d'un fil d'un voltmètre V, on réalise un condensateur de capacité C_1 , en étant soi-même relié à la terre par C_2 . Donc, avec l'autre fil du voltmètre dans le trou « phase » de la prise de courant, on lit une tension sur le voltmètre, quoique son circuit puisse paraître « ouvert ».

potentiel de la terre (le neutre). Mais ce n'est pas toujours vrai, car cela dépend du type de distribution EDF.

Il se peut que l'on trouve, sur chaque fil, une tension de l'ordre de 130 V RMS par rapport à la terre, autrement dit, il s'agit de deux phases d'une tension triphasée du type « 127-220 ». On a un neutre et un autre fil à 220 V RMS par rapport à la terre si la distribution est faite en « 220-380 » (plus courant).

Comment savoir si c'est votre cas, et où se trouve le neutre, s'il est distribué ? L'auteur **déconseille formellement** la méthode préconisée quelquefois, qui consiste à mesurer, avec un voltmètre, la tension entre un robinet d'eau et chaque fil du secteur. C'est dangereux !

Il y a bien une méthode plus simple et totalement inoffensive. On met deux cordons bien isolés dans le voltmètre (de préférence numérique, mais ce n'est pas indispensable), on en tient un par l'isolant dans une main, après avoir branché l'autre dans un des trous de la prise. Il est recommandé, pour le cordon que l'on tiendra par l'isolant, d'enrober, momentanément pour cet essai, sa fiche mâle, normalement apparente

et dénudée, d'un ruban adhésif plastique qui la recouvre entièrement.

Normalement, dans le cas d'une distribution en phase et neutre, vous devez, pour un des branchements, lire sur le voltmètre (sur son échelle 200 V alternatifs) une tension presque nulle, sur l'autre de 10 à 50 V selon les cas.

Comment peut-on lire quelque chose alors que le circuit du voltmètre est ouvert ? En réalité, il ne l'est pas tout à fait : la figure 10 montre comment il se referme.

Le condensateur C_1 est la capacité réalisée entre le fil du voltmètre et votre main, le diélectrique du condensateur étant l'isolant du fil. Le condensateur C_2 est la matérialisation de la capacité qu'il y a entre votre corps et la terre. Le « connecteur » en trait gras, entre les deux condensateurs... c'est vous.

Rassurez-vous, l'intensité qui passe est tellement faible qu'il vous est impossible de la sentir, si sensible que vous soyez. L'auteur, qui est exceptionnellement allergique à l'égard des « châtaignes », fait des mesures de ce type très souvent.

La tension lue est faible : on peut trouver, par exemple, une dizaine de volts lorsque le cordon du voltmètre est branché dans le trou « phase », ce qui indique que l'impédance de C_1 en série avec C_2 doit être vingt fois plus grande que la résistance du voltmètre. Si ce dernier fait 22 M Ω , cette impédance doit donc atteindre plus de 400 M Ω . L'intensité qui vous traverse est de l'ordre de 0,5 μ A : non seulement vos jours ne sont pas en danger, mais vous pouvez mettre qui que ce soit au défi de **déceler** une telle intensité.

Donc, pour nous résumer, vous bran-

chez un des cordons du voltmètre dans un des trous du secteur, l'autre (dont la fiche mâle est enrobée de ruban adhésif plastique) étant tenu dans votre main par l'isolant. Si, pour un des trous, on ne lit qu'une tension presque nulle, pour l'autre de 5 à 50 V, cela signifie que vous êtes alimenté en phase et neutre. Marquez donc d'un point rouge sur l'isolant de la prise le trou relié à la phase.

Il faut recommencer l'opération sur toutes les prises de courant (elle n'est pas longue), car il n'y a aucune normalisation de branchement.

Si vous avez trouvé, lors de l'essai, la même tension (faible, mais au moins 2 ou 3 V), quel que soit le trou de la prise où votre cordon de voltmètre est branché, cela signifie que vous êtes alimenté en 127-220, donc que vous n'avez pas de neutre sur vos prises. Pour être franc, l'auteur n'est pas sûr qu'un tel type d'alimentation existe encore (de toute façon, le 220-380 est bien plus répandu).

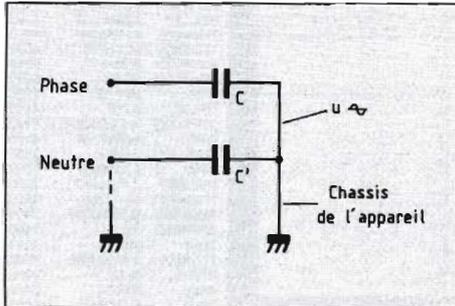


Fig. 11. - Les deux valeurs différentes de capacité parasite entre les fils du secteur et le châssis d'un appareil peuvent porter ce dernier à un potentiel alternatif u par rapport à la terre.

Pourquoi repérer le neutre ?

Quel est l'intérêt d'un tel « pointage » du neutre ? Dans bien des cas, il vous permettra de comprendre pourquoi, dans certaines prises, votre magnétophone, par exemple, a moins de bruit de fond que dans d'autres.

En effet, on ne peut empêcher qu'il y ait, dans tout appareil, des capacités C

et C' entre les deux fils du secteur et le châssis de l'appareil (fig. 11). Si l'appareil est du type « deux fils » (sans prise de terre), ce châssis se trouvera donc porté, par rapport à la terre, à un potentiel alternatif qui dépend du rapport C/C' . Si $C = C'$, le branchement de l'appareil dans la prise n'aura pas d'influence sur la valeur du potentiel alternatif du châssis. Mais, s'il se trouve, par exemple, que C soit trois fois plus grand que C' , le branchement indiqué sur la figure 11 donnera un potentiel alternatif de châssis bien plus fort que si on retirait la fiche de la prise de courant, pour l'y rebrancher, après l'avoir retournée.

On a l'impression qu'il s'agit d'une farce : comme on sait, « l'alternatif, ça n'a pas de sens » (comme un béret), mais on constate tout de même qu'il n'est pas indifférent de mettre la fiche dans un sens ou dans l'autre avant de la brancher dans une prise.

(A suivre)

J.-P. Ehmichen

QUOI DE NEUF ?

Les JO de Barcelone : difficile d'y échapper

Barcelone accueillera, à partir du 25 juillet, 150 radios et télévisions du monde entier, dont plus de la moitié sont membres de l'UER (*) et de l'OIRT, l'union des radiodiffuseurs d'Europe de l'Est. La retransmission des 28 disciplines sportives, réparties sur plus de 40 sites, représentera 2 500 heures d'émission TV sur 17 jours.

L'UER a acquis les droits de diffusion auprès du CIO pour 75 millions de dollars, y inclus 9 millions sous forme de moyens de production et de personnel fournis par ses radiodiffuseurs membres. De son côté, la radio-télévision espagnole RTVE contribue en

facilités et personnel à hauteur de 15 millions de dollars. La RTVE et la Radio-Télévision catalane assureront le reportage télévisé de 14 disciplines, l'autre moitié revenant aux membres européens de l'UER.

L'ensemble de la couverture des jeux sera placé sous la responsabilité de la Radio-Télévision olympique (RTO'92). Emanation du Comité d'organisation olympique, elle emploiera 3 000 personnes, dont la moitié fournie par les radiodiffuseurs espagnols et 700 par les membres de l'UER et de l'OIRT. A l'aube de la télévision à haute définition, les innovations seront multiples, depuis les caméras et équipements d'enregistrement numérique jusqu'à un générateur de graphiques et système d'information spécialement mis au point pour les Jeux, en

passant par des caméras télécommandées pour réaliser les images subaquatiques.

A un kilomètre du Stade olympique, le Centre international de radiodiffusion sera la plaque tournante des communications. L'UER et l'OIRT y disposeront de 10 000 m² pour accueillir, entre autres, les 200 personnes du groupe opérationnel de l'UER, qui assurera avec RTO'92, la fourniture de l'ensemble des services demandés par les radios et télévisions membres de l'Union. Pour téléviser les jeux, l'UER utilisera cinq canaux sur le satellite Eutelsat 1-F5 et trois sorties terrestres, et elle disposera de trois stations temporaires pour la réception satellite à Prague, Bruxelles et Lisbonne.

(*) L'Union européenne de radiodiffusion, dont les activi-

tés comprennent l'Eurovision et l'Euroradio, est une association professionnelle de radiodiffuseurs nationaux qui a son siège à Genève.

La RDS se détache

Autoradio RDS, le Philips DC 711D n'en possède pas moins une façade détachable, qui assure sa protection antiviol (et un code de sécurité).

Le RDS/EON utilise un tuner autostore à 36 présélections. Il affiche le nom de la station en clair, suit le même programme tout au long d'un itinéraire, en préservant la qualité de réception, et procure des informations routières, même lorsqu'elles sont diffusées par une autre station que celle écoutée (2 300 F).

Distributeur : Philips Car Stéréo, 51, rue Carnot, BP 311, 92156 Suresnes Cedex. Tél. : (1) 47.28.51.00.