

LE NOUVEAU GÉNÉRATEUR

GENERAL RADIO 1001-A

par A. G. BOUSQUET

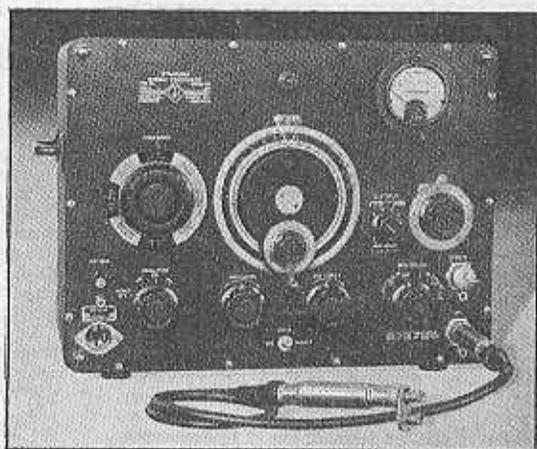


Fig. 1. - Aspect extérieur du nouveau générateur 1001 A.

L'apparition d'un nouveau générateur standard de « General Radio » constitue un événement mondial. La dernière fois, nous lui avons consacré toute la place qu'il méritait dans le numéro 32 (septembre 1936) de TOUTE LA RADIO. Le type 605 qui a été créé à cette époque a poursuivi sa glorieuse carrière jusqu'à nos jours. En effet, un changement de modèle n'intervient, chez le grand constructeur américain, que lorsqu'il est justifié par une accumulation jugée amplement suffisante de perfectionnements réels.

Et lorsque le nouveau modèle est lancé sur le marché, un dossier existe donnant déjà les grandes lignes de celui qui, une douzaine d'années plus tard, viendra le remplacer.

Les caractéristiques du modèle 1001-A ne sont pas révolutionnaires. Elles méritent cependant une étude attentive. Aussi cédon-nous avec plaisir la plume à A.G. Bousquet, qui a décrit le nouvel appareil dans le « General Radio Experimenter ».

Le nouveau générateur standard universel, modulé en amplitude, vient remplacer le modèle 605 dont la fabrication est maintenant arrêtée. Le modèle 1001-A offre, par rapport à son prédécesseur, de nombreux perfectionnements qui assurent des performances plus poussées. Notons, dans cet ordre d'idées, la tension de sortie plus élevée, la gamme de fréquences plus étendue, des fuites plus faibles et un système de sortie amélioré.

Le générateur couvre un intervalle d'on-

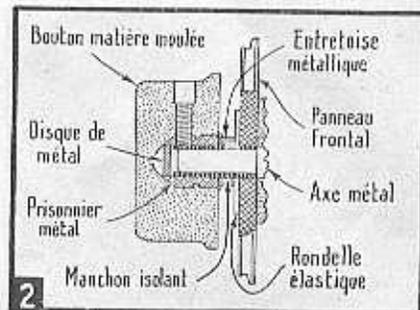


Fig. 2. - Même l'intérieur des boutons est blindé.

des porteuses allant de 5 kHz jusqu'à 50 MHz, subdivisé en 8 gammes pourvues d'échelles logarithmiques à lecture directe. La modulation d'amplitude est à un taux réglable pouvant atteindre 80 %, soit par une source interne à 400 p/s, soit par une source extérieure de fréquence comprise entre 20 et 15.000 p/s. La tension de sortie à circuit ouvert, sur le jack de l'atténuateur peut être réglée à une valeur aussi faible que 0,1 μ V et peut, d'autre part, couvrir tout l'intervalle entre cette valeur et 200 mV. Les divisions les plus petites correspondent à 0,1 μ V. Par ailleurs, sur un deuxième jack, on peut prélever une tension de sortie fixe de 2 V.

Le générateur peut être alimenté par un secteur de 115 ou de 230 V de 40 à 60 p/s. La figure 1 montre le panneau avant alors que la figure 3 représente la vue arrière de l'appareil extrait du coffret.

Blindage

L'une des caractéristiques remarquables du générateur est son absence de fuites et de champ rayonné extérieurement. Cette performance a été assurée en enfermant les circuits engendrant l'onde porteuse dans un compartiment intégralement blindé qui

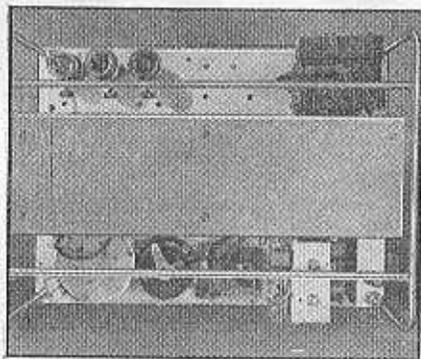


Fig. 3. - Vue intérieure du générateur. Le compartiment oscillateur est bien visible au centre.

élimine les courants induits ainsi que les courants effectuant le retour à la terre par le panneau frontal. Tous les conducteurs entrant dans le compartiment sont parfaitement filtrés par des circuits à résistance-capacité. Le coffret entièrement métallique et le compartiment H.F. placé à l'intérieur

constituent un double blindage réellement efficace.

Les axes qui émergent du panneau en provenance du compartiment H.F., qu'ils soient métalliques ou diélectriques, constituent une source possible de champs de fuites. Les axes métalliques agissent comme des antennes, alors que ceux en diélectrique se comportent comme des guides d'onde. La mise à la masse de ces axes par l'intermédiaire du panneau de face permet de réduire les fuites ; cependant, pour remédier radicalement aux inconvénients signalés, il est nécessaire d'enfermer tout axe émergeant du panneau dans un blindage coaxial mis à la masse. De plus, le blindage autour d'un axe métallique doit en être isolé.

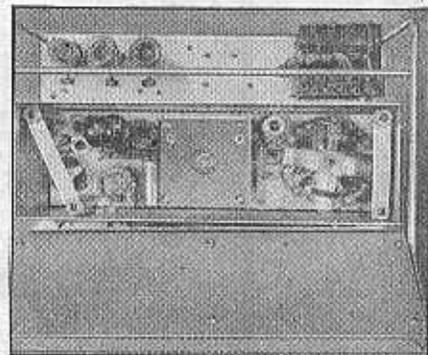


Fig. 4. - Le même compartiment est ouvert pour montrer le double couvercle de super-blindage.

Dans le nouveau générateur, des blindages sont prévus à l'intérieur même des boutons comme l'indique la figure 2. Ils sont isolés des axes métalliques par des manchons en matière plastique et sont mis à la masse au moyen de rondelles élastiques appuyées contre le panneau frontal.

Le compartiment contenant les circuits générateurs de l'onde porteuse est constitué par un boîtier profond recouvert d'un couvercle plat. Pour éviter la nécessité d'employer une multitude de vis pour assurer un bon contact, on a fait appel à une méthode peu orthodoxe, mais très efficace. Le couvercle se compose de deux pièces, la partie intérieure étant isolée de la partie extérieure. Les côtés rabattus de chacun des couvercles sont en contact avec les parois intérieures et extérieures du compartiment, constituant ainsi un blindage

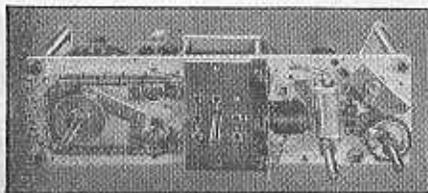


Fig. 5. — Vue de face du montage oscillateur.

à l'intérieur d'un autre blindage. Le double couvercle est plusieurs centaines de fois plus efficace pour protéger du rayonnement qu'un couvercle simple. Il est facile à enlever, comme le montre la figure 4 et il livre ainsi aisément accès à tous les tubes et à la plupart des éléments du compartiment.

Pour faciliter le contrôle et le dépannage, le panneau sur lequel sont montés les éléments du compartiment H.F. peut être assez facilement enlevé. Dès lors, tous les éléments deviennent facilement accessibles comme le montre la figure 5. Un long câble de connexion permet de faire fonctionner l'ensemble ainsi démonté.

L'oscillateur

Le montage utilisé pour l'oscillateur pilote est celui de Hartley. Il est suivi d'un étage modulateur amplificateur, d'un voltmètre de sortie et d'un atténuateur. La figure 7 représente très schématiquement la composition générale de l'appareil.

Préférence a été donnée au circuit Hartley, en raison des meilleurs résultats qu'il permet d'obtenir en comparaison avec le montage à circuit accordé dans la plaque tel qu'il a été utilisé dans le modèle 605 ; de plus, la composition des bobinages est plus simple. Le condensateur variable est d'un modèle nouveau à rotor isolé, monté sur roulement à billes évitant le jeu, et avec des armatures soudées dont le profil assure une variation logarithmique de la fréquence.

Les huit bobinages correspondant aux huit gammes sont montés sur un rotateur qui place le bobinage actif tout près des bornes du condensateur d'accord et du tube oscillateur 6C4 (triode miniature). Du fait que les bobinages sont montés des deux côtés du disque rotateur, son diamètre n'est que de 10 cm.

Un soin tout particulier a été voué à la conception des commutateurs des bobinages, afin de réduire au minimum la résistance de contact, ce qui est tout à fait essentiel. Ces contacts sont réalisés par une lame très bien étamée venant s'appuyer sur une surface cylindrique. Grâce à cette construction, le contact se produit dans trois points au minimum. Les ressorts de contact ont 19 mm de long et sont suffi-

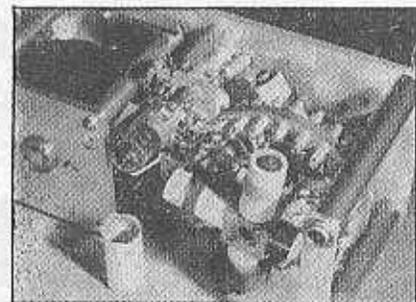


Fig. 6. — Détail agrandi de l'ensemble rotateur.

samment tendus pour assurer une pression qui ne dépend pas des petites variations de position. La figure 6 montre l'aspect du rotateur et des commutateurs.

L'amplificateur

À la suite de l'étage oscillateur nous trouvons un étage aperiodique servant à la fois d'amplificateur et de modulateur et équipé d'une tétrode de puissance à faisceaux dirigés type 6L6. On aurait pu, bien entendu, obtenir une tension de sortie plus élevée en utilisant un amplificateur accordé, mais cela conduirait à un accroissement considérable du prix de revient.

De même on a adopté la modulation par la grille, qui permet d'obtenir de bons ré-

Un diviseur de tension étalonné permet de varier continûment le signal de sortie entre les décades de l'atténuateur. On a préféré utiliser un diviseur de tension à la place du système habituel de voltmètre étalonné, parce qu'il est assez difficile d'obtenir sur ce dernier des indications assez sûres pour des tensions faibles variant dans le rapport de 1 à 10.

Le diviseur de tension est composé de deux rhéostats montés sur un seul axe. Ils forment un filtre en T modifié et maintiennent constante la valeur de la charge efficace dans le circuit anodique de l'amplificateur. L'un des rhéostats est linéaire, l'autre est à prise. Les deux sont bobinés d'après la méthode non inductive de Ayrton-Perry. Pour maintenir la précision

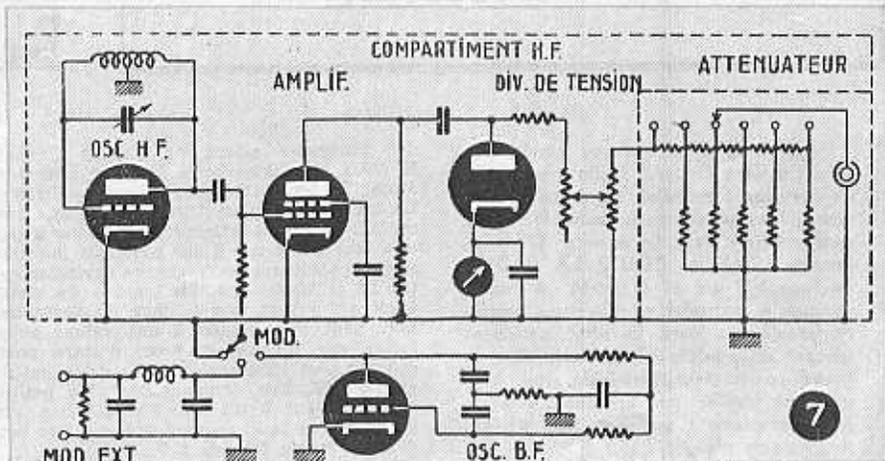


Fig. 7. — Schéma de principe simplifié du générateur montrant ses grandes lignes constitutives.

sultats jusqu'à un taux de 80 %, plutôt que le système de modulation par la plaque qui lui est supérieur, mais qui nécessite la présence d'un amplificateur de puissance B.F. avec une alimentation plus puissante. Le petit oscillateur intérieur à 400 p/s procure aisément la tension requise pour la modulation à 80 % ; quant à la source extérieure B.F., la puissance nécessaire n'est que de 36 mW.

Montage de sortie

Le montage de sortie est constitué par la résistance de charge de l'amplificateur aperiodique modulé ; il se compose d'un voltmètre à lampe, d'un diviseur de tension progressif et d'un atténuateur à résistances à 4 étages.

La composante continue du tube de sortie est de l'ordre de 40 mA ; la composante H.F. est limitée à environ 4 mA pour réduire au minimum la distorsion du courant modulé. L'impédance d'entrée du système d'atténuation est de 50 ohms et la tension maximum de sortie est de 0,2 V. Du fait qu'une tension aussi faible n'est pas facile à mesurer, on préfère appliquer au voltmètre à lampe une tension plus élevée qui est développée sur l'ensemble de l'atténuateur et d'une résistance mise en série avec lui. Lorsque la tension sur cet ensemble est de 1,6 V, on dispose d'un signal de 2 V sur le jack prévu à cet effet.

La tension de sortie est ajustée en agissant sur la tension anodique du tube oscillateur. La valeur correcte est indiquée par un trait de référence sur le galvanomètre monté sur le panneau avant.

du système jusqu'aux fréquences les plus élevées, l'angle résiduel de phase du diviseur de tension est doublé dans la résistance en série.

L'atténuateur à décades contient une résistance en série et une résistance en dérivation dans chaque étage. Les deux résistances sont bobinées sur la même feuille de mica de 0,25 mm. Pour assurer l'atténuation correcte à toute les fréquences, l'angle de phase des deux résistances d'une paire série-parallèle doit être toujours le même ; il a fallu donc choisir différents diamètres de fil et des méthodes de bobinage appropriées pour équilibrer convenablement les angles de phase.

Les résistances sur mica sont montées dans des alvéoles blindées de l'atténuateur (fig. 8) qui contient le commutateur. Un blindage étanche est nécessaire, puisqu'on a besoin de réduire la tension de l'entrée à

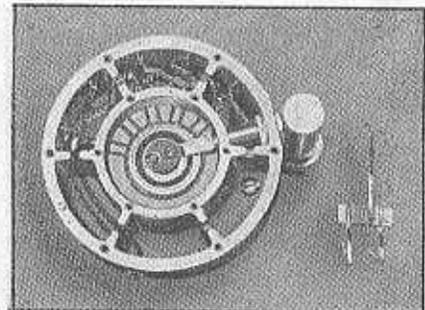


Fig. 8. — Atténuateur et résistance sur mica.

un signal de sortie mesurant $0,1 \mu\text{V}$ avec précision. L'atténuation totale qui est ainsi assurée atteint le rapport de $100.000 : 1$; et dans le système complet d'atténuation, elle est de $60.000.000 : 1$.

La tension qui s'établit sur le jack de l'atténuateur est indiquée par la position du diviseur de tension et par le « multiplicateur » de l'atténuateur. L'impédance de sortie est de 10 ohms, sauf pour la position 100 mV du multiplicateur où elle monte à 50 ohms.

Pour que l'appareil réponde à tous les desiderata, le câble de sortie est fourni séparément pour pouvoir être utilisé dans des applications particulières. En plus de ce câble à double blindage et d'une impédance de 50 ohms, on peut disposer d'un bloc terminal de 50 ohms et de blocs de 40 ohms en série permettant d'obtenir, lorsque c'est nécessaire, une impédance de sortie de 50 ohms dans toutes les positions du « multiplicateur ».

Pour l'essai des récepteurs fonctionnant sur cadre, le générateur peut être pourvu d'un cadre de contrôle modèle 1 000-P10 et

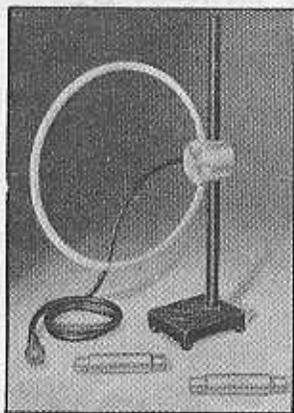


Fig. 9. — Le cadre de contrôle.

d'un diviseur de tension 1 000-P3, alors que pour les récepteurs ordinaires, on emploie l'antenne fictive type 1 000-P4. La figure 10 représente schématiquement ces divers accessoires.

Autres circuits

Les autres circuits du générateur n'offrent pas de particularités remarquables. Notons que le filament du tube utilisé dans le voltmètre à lampe n'a pas besoin d'être alimenté en courant stabilisé puisqu'on utilise un circuit à diode équilibrée.

L'oscillateur B.F. à 400 p/s est du modèle à résistances et condensateurs.

Le voltmètre mesurant le taux de la modulation utilise deux cristaux de germanium du modèle IN34, montés en pont pour redressement des deux alternances.

Cadran d'accord

Le cadran principal comporte trois échelles de fréquences à lecture directe, correspondant aux gammes couvertes par l'appareil. C'est ainsi que l'une des échelles est affectée aux gammes 5 à 15 kHz, 50 à 150 kHz, 0,5 à 1,5 MHz et 5 à 15 MHz. Sur cette échelle, de même que sur les secteurs correspondants du sélecteur de gammes, les chiffres sont de couleur foncée sur fond clair. Par contre, des chiffres clairs sur fond foncé sont employés tant sur le sélecteur que sur l'échelle du cadran pour les

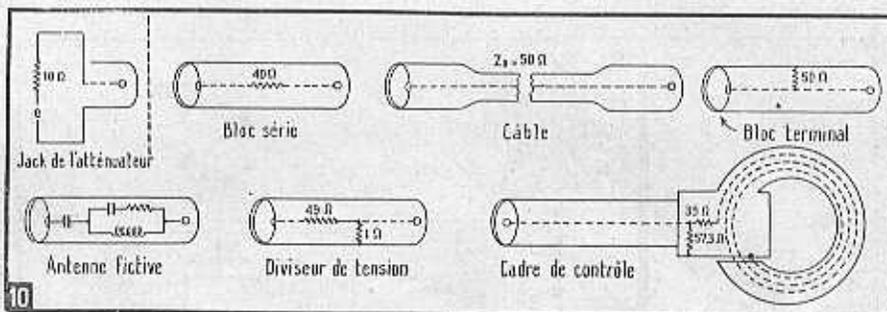


Fig. 10. — Schéma avec valeurs de différents accessoires complétant le générateur type 1001-A.

gammes 15 à 50 kHz, 150 à 500 kHz et 1,5 à 5 MHz. Quant à la gamme des fréquences les plus élevées (15 à 50 MHz), elle ne couvre pas entièrement les 180° du cadran; elle est identifiée sur le cadran ainsi que sur le sélecteur, par une paire de lignes parallèles gravées entre les nombres.

Le cadran vernier, doit accomplir environ $7 \frac{1}{2}$ rotations pour que la cadran principal parcoure la totalité de sa course. Du fait que, pour toutes les gammes sauf celle couvrant de 15 à 50 MHz, les échelles sont logarithmiques, le cadran du vernier indique directement en pourcentage de fréquence les faibles variations qu'entraîne sa rotation. Pour toutes les fréquences au-des-

sous de 15 MHz, chacune des divisions du vernier correspond à une variation de fréquence de 0,1 %.

Coffret

L'appareil est logé dans un coffret en aluminium fondu, ce qui diminue son poids et son prix, assure un excellent blindage et lui confère une apparence agréable. Un compartiment y est aménagé pour placer les accessoires tels que le câble de sortie.

A.-G. BOUSQUET.

Photographies obligeamment communiquées par General Radio, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

Fréquence des ondes porteuses. — 5 kHz à 50 MHz, couvertes en huit gammes à lecture directe : 5 à 15 kHz, 15 à 50 kHz, 50 à 150 kHz, 150 à 500 kHz, 0,5 à 1,5 MHz, 1,5 à 5 MHz, 5 à 15 MHz et 15 à 50 MHz.

Echelles des fréquences. — Logarithmiques jusqu'à 15 MHz; s'écartant légèrement de la répartition logarithmique aux fréquences plus élevées. Précision $\pm 1\%$.

Cadran vernier. — Variations de fréquence de 0,1 % par division du cadran aux fréquences inférieures à 15 MHz.

Stabilité en fréquence. — Le glissement dû à l'échauffement en service continu est de l'ordre de 0,25 % en 24 heures. La moitié de la variation est atteinte en 90 minutes; 95 % du maximum en 4 heures. Le glissement dû à la modulation au taux de 80 % demeure inférieur à 0,00002.

Tensions de sortie. — En circuit ouvert, la tension sur le jack de l'atténuateur est continuellement réglable entre $0,1 \mu\text{V}$ et 200 mV. Avec le câble de sortie pourvu des blocs terminaux aux deux extrémités, la tension de sortie est ajustable entre $0,05 \mu\text{V}$ et 100 mV. De plus, une tension de 2 V est obtenue sur le jack correspondant lorsque l'aiguille du galvanomètre est placée sur le trait de référence.

Impédance de sortie. — Sur le jack de l'atténuateur, l'impédance de sortie est égale à 10 ohms, sauf pour la position de l'atténuateur donnant la tension la plus élevée, où elle est de 50 ohms. Avec le bloc série de 40 ohms, l'impédance est toujours de 50 ohms.

A la sortie du câble avec son bloc terminal, l'impédance est de 25 ohms. Sur le jack de 2 V elle est d'environ 300 ohms.

Précision des tensions de sortie. — Pour les fréquences inférieures à 10 MHz, lorsque le cadran du diviseur de tension se trouve dans la position du maximum ou au dixième de cette position, la tension de sortie est indiquée avec une précision de

$\pm (6\% + 0,1 \mu\text{V})$. Pour la position médiane du cadran, l'erreur peut être de l'ordre de 4 %. Aux fréquences supérieures à 10 MHz, pour la position maximum du cadran, la précision de la tension de sortie est de $\pm (10\% + 0,3 \mu\text{V})$; l'erreur peut être de 10 % pour les autres positions du cadran.

A circuit ouvert, la tension sur le jack de 2 V est précise à $\pm 3\%$ au-dessous de 15 MHz.

Modulation d'amplitude. — Réglable de 0 à 80 %. Le taux est indiqué par le galvanomètre avec une précision de $\pm 10\%$.

La caractéristique pour la modulation extérieure est horizontale à $\pm 1 \text{ db}$ près entre 20 Hz et 15 kHz. Pour obtenir une modulation à 80 %, la source B.F. extérieure doit appliquer 12 V sur la charge de 4.000 ohms, soit 36 mW.

Modulation de fréquence accidentelle. — Pour un taux de modulation en amplitude de 80 %, il se produit une modulation de fréquence de l'ordre de 10 à 100 millionièmes de la fréquence porteuse, lorsque celle-ci est inférieure à 15 MHz; au-dessus de 15 MHz, elle peut être trois fois plus grande. Pour des taux de modulation inférieurs, la déviation de fréquences diminue proportionnellement au taux.

Distorsion de la porteuse. — De l'ordre de 5 %, sauf pour la gamme des fréquences plus basses où elle augmente rapidement, atteignant 12 % pour 5 kHz.

Distorsion d'enveloppe. — 6 % environ pour un taux de modulation de 80 %.

Bruit de fond. — Son niveau correspond à environ 0,1 % de la modulation.

Fuites. — Le champ de dispersion est bien inférieur à $1 \mu\text{V/m}$ à 60 cm du générateur.

Dimensions. — Hauteur : 37 cm; largeur : 50,6 cm; profondeur : 26,5 cm (dimensions hors tout).

Poids. — 24 kg.