

Kontrolle

Der Fitzgerald-Strahler eignet sich auch sehr gut für die Kontrolle, ob in der ganzen Eichprozedur kein grundsätzlicher Fehler gemacht wurde (Kommfehler!). Die magnetische Feldstärke H des Strahlers errechnet sich in der Spulenachse nach der Formel

$$H = \frac{r_s^2 \cdot U_s \cdot n_s}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s \cdot d^2}$$

Daraus wird der Abstand d zwischen dem Strahler und der Rahmenantenne mit der Beziehung $E = H \cdot R$

$$d = \sqrt[3]{\frac{r_s^2 \cdot U_s \cdot n_s \cdot R_s}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s \cdot \sqrt{2} \cdot E_{\text{eff}}}}$$

d (m) ist der Abstand Strahler - Rahmenantenne, r_s (m) der Radius der Sendespule, U_s (V) deren Spannung, n_s deren Windungszahl, $R_s = 120 \cdot \pi$ (Ω), L_s (H) deren Induktivität und E_{eff} (V/m) der Effektivwert der zu messenden Feldstärke (Bild 6). U_s wird mit dem KO gemessen. Für die Rahmenantenne ist es gleichgültig, ob die induzierte Spannung durch ein (paralleles) Strahlungsfeld oder durch ein Nahfeld induziert wird. Wenn der Öffnungswinkel f zwischen Strahler und Rahmen kleiner als 20° ist, so ist der Fehler kleiner als 1%. Als Beispiel: $U_s = 40$ mV, $r_s = 2$ cm (WC-Papierrolle), $n_s = 20$ (0,3 mm CuI eng gewickelt), $L_s = 25,7$ μ H (Eigenfrequenz mit 1 m abgeschirmtem Speisekabel 2 MHz), $f = 75$

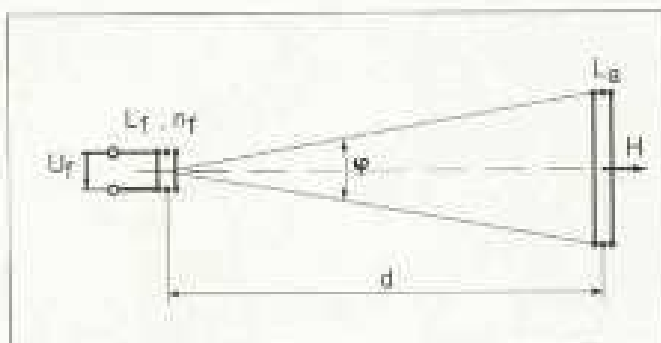


Bild 6: Kontrollmessung

kHz, $E_{\text{eff}} = 10$ mV/m; $d = 70,8$ cm. Dieser Abstand wurde tatsächlich mit dem oben beschriebenen Feldstärkemessgerät gemessen.

Bei den Messungen der Feldstärke von HBG mit diesem Messgerät im Waadtland, in Genf und in Savoyen zeigte sich, dass bei 25 kW Sendeleistung nur ca. 2 kW abgestrahlt wird, der Antennenwirkungsgrad also kleiner als 10% ist. Die Abstrahlung der Sendeantenne könnte mit einfachen Mitteln (Alexanderson-Prinzip) mindestens um das 4-fache verbessert werden, so dass der dafür benötigte Aufwand in wenigen Jahren durch die Einsparung an Stromkosten bezahlt wäre. Der Bund, der diese Anlage via das Metas (Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung) und die Ruag betreibt, hat jedoch dafür bei den heute üblichen Sparprogrammen kein Geld, so dass diese Verbesserung leider unterbleibt.

Allô, le monde, ici HE3RSI: Les radioamateurs tutoient les anges

Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud 4, 1800 Vevey

3.3 Principes fondamentaux de fonctionnement de l'émetteur. Voir la figure 3 (old man 12/05)

La chaîne complète de traitement des signaux HF d'un émetteur à modulation d'amplitude, est constituée d'un étage pilote qui génère le signal porteur, suivi d'étages intermédiaires destinés à amener le niveau du signal, ainsi que sa fréquence, aux valeurs requises pour l'étage final de puissance (PA). La modulation est la plupart du temps appliquée à ce dernier étage. La modulation plaque ou à commande d'anode, est celle qui fait varier la tension anodique de l'étage final au rythme du signal audio modulateur. Ce procédé est simple à mettre au point, mais requiert une puissance audio modulatrice égale à la moitié de la puissance continue appliquée à l'étage final. Ainsi, dans un émetteur classique

d'amateur de l'ancienne époque avec un PA 807 fonctionnant en classe C, on avait 600 volts de tension anodique avec un courant anodique de 80 mA soit 48 Watts de puissance d'alimentation. On pouvait obtenir un taux de modulation de 100 %, en appliquant une puissance audio, de 24 Watts. L'organe de liaison entre le modulateur, (amplificateur audio) et l'étage final était un transformateur audio capable de transférer cette puissance de 24 Watts.

Dans notre grosse station de radiodiffusion, les grands principes énoncés restent les mêmes. Seules diffèrent les puissances mises en jeu. C'est ainsi que le modulateur devrait, par ce même procédé, être capable de fournir une puissance audio de 250 kW! Cela s'est fait pendant de nombreuses années, mais, fort heureu-

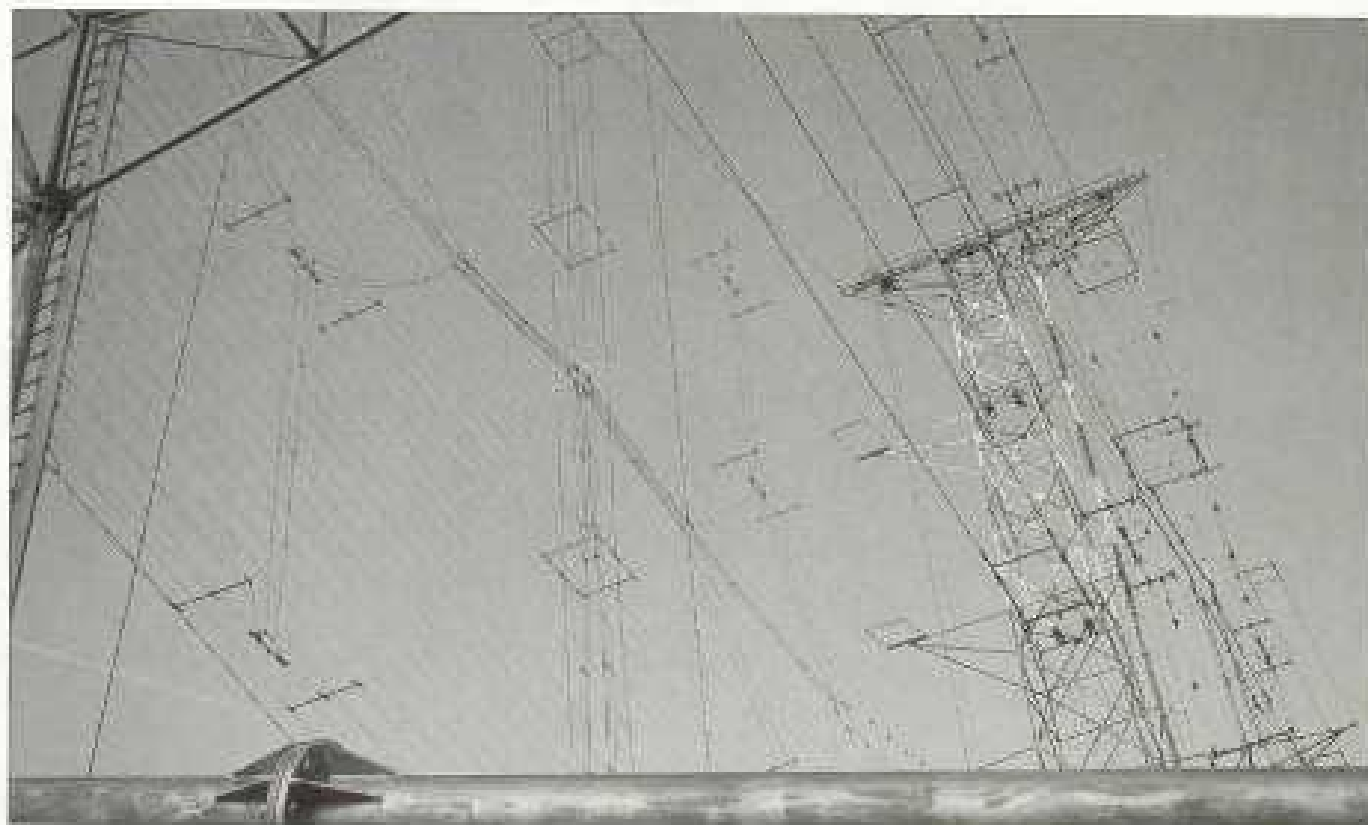


Photo 2: On voit ici la complexité pour comprendre le fonctionnement de l'ensemble.

sement, les ingénieurs de BBC, avec à sa tête, le Docteur Wolfram Schminke ont développé le système PSM qui est d'un principe complètement différent. Nous expliquerons plus loin ce procédé, somme toute très simple.

Sur le schéma de la figure 3, on voit que l'on retrouve une configuration en pi dans la plaque qui adapte l'impédance de la plaque du tube tétrode, avec les 150 Ohms d'entrée du balun qui fait suite. La polarisation en classe C de l'étage, c'est à dire le point de fonctionnement de la grille de commande G1, est proprement ahurissante avec une valeur négative de -1280 volts! Voilà de quoi impressionner! L'étage final fonctionne sans courant grille, ce qui veut dire que l'amplitude du signal d'excitation HF, en provenance de l'étage précédent, ne doit en aucun cas dépasser ces 1280 Volts, en valeur instantanée de pointe, ce qui provoquerait un courant de grille.

A la page 15 de l'article mentionné au début, on peut voir l'allure de l'étage final tétrode CQK 650-1. Nous sommes à même d'apporter les précisions suivantes concernant cet étage final.

Constructeur: BBC

Prix: 200.000 Frs

Durée de vie: 4000 heures

Puissance de sortie: 500 kW

Tension continue de chauffage: 11,5 Volts

Courant de chauffage: 1700 Ampères

Hauteur du tube: 1 mètre

Diamètre du tube: 50 cm

3.4 Modulation par système PSM

Que veut dire PSM? C'est tiré de l'anglais «Pulse Step Modulator» que l'on peut traduire par «modulation par gradins de commutation». Voir la figure 4. On dispose de 32 dispositifs semblables à ceux de la figure 4 sur laquelle 6 dispositifs seulement sont représentés, pour simplifier. Chaque dispositif est alimenté par un enroulement secondaire d'un transformateur, et permet d'ajouter, s'il est enclenché une tension

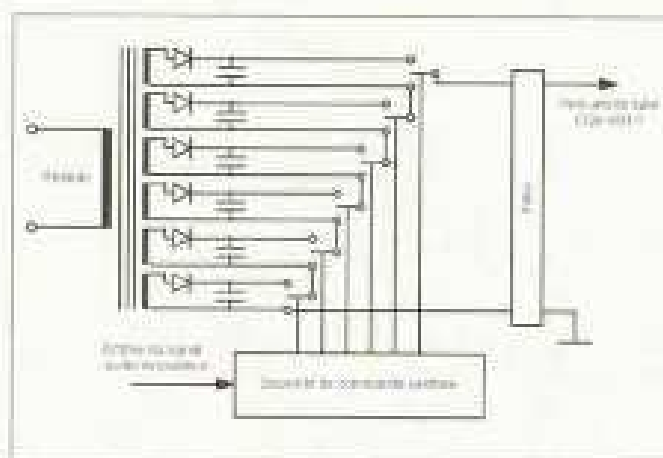


Figure 4: Schéma de principe du modulateur PSM de Brown Boveri.

Remarque: On a représenté 6 éléments seulement, alors qu'il y en a 32 en réalité.

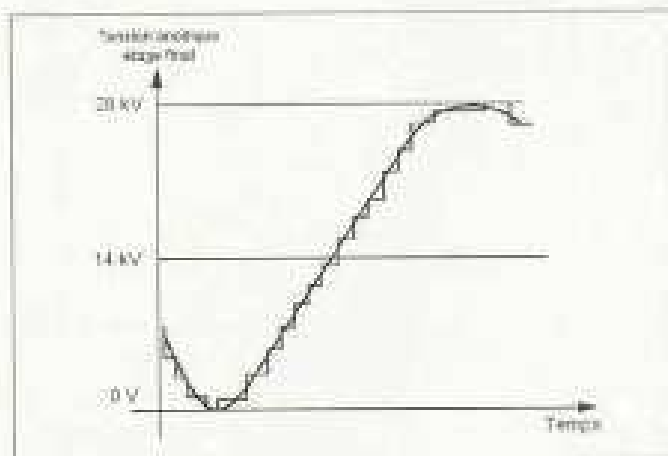


Figure 5: Tension de sortie du modulateur PSM après addition des tensions partielles.
14 kV: Tension anodique moyenne en l'absence de modulation

de 875 Volts à la tension anodique du PA. Ainsi, celle-ci peut passer de 0 Volts à 28 kV, et peut ainsi restituer les valeurs instantanées du signal audio modulateur appliqué au système. La figure 5 indique cette reconstitution par paliers de 875 Volts. La valeur de la tension anodique au repos, c'est à dire en l'absence de modulation est de 14 kV. La modulation par gradins ajoute, ou retranche une part de tension à ces 14 kV.

Le système PSM a été développé afin de pouvoir se passer de la réalisation d'un gros modulateur audio et surtout du transformateur de liaison à l'émetteur qui lui est associé, qui était une pièce coûteuse, car l'isolation devait pouvoir supporter 28 kV!

Le système PSM est plus limitatif quant à la bande passante du signal audio puisque celle-ci va de 50 Hz à 7,5 kHz, contre 50 Hz à 10 kHz avec le système classique à modulateur push pull classe B.

On le voit, ce système PSM est une grande simplification dans la conception de la modulation des étages de grande puissance des stations de radiodiffusion.

4. Conclusions

C'est une page qui se tourne avec la disparition de l'un de ces gros dinosaures qui a secoué l'éther pendant tant d'années. Espérons qu'il en reste encore quelques uns car c'est bien sympathique de pouvoir suivre un programme sur son autoradio, sans devoir retoucher constamment la fréquence, comme c'est le cas sur ondes ultra courtes. Même si la modulation d'amplitude n'est plus guère utilisée chez les radio amateurs, nous espérons avoir néanmoins intéressé le lecteur, sur ce mode de transmission qui, nous l'espérons restera encore longtemps parmi nous.

Référence bibliographique:

- [1] W. Tobler (HB9AKN), Construisez le coupleur Z match modernisé, old man 09/2003, page 30
- [2] Théorie et pratique des circuits de l'électronique et des amplificateurs tome 3 c'est à dire la théorie des lignes et antennes de J.Quinet Editeur DUNOD



Photo 3:
Un des deux chariots supportant 60 tonnes.
On voit que ce n'est pas du bricolage