

Le rôle de la batterie C et la caractérisation d'une radio neutrodyne des années 1920

J'ai acheté il y a deux ans sur eBay une radio des années 1920, le *Freed Eisemann no. 5*, une neutrodyne haute gamme à 5 tubes, fabriquée aux Etats Unis en 1923. Le prix d'achat en dollars de nos jours, incluant les taxes a été le même que 100 ans auparavant, \$ 180 US.

La radio a passée par une restauration complète du boîtier, du panneau frontal, et finalement toutes les composantes ont été nettoyés et vérifiés. Heureusement les transformateurs AF était en bon état, ce qui va permettre de mesurer les paramètres de l'amplificateur AF en état d'origine. Le seul problème a été la résistance de grille du détecteur qui était complètement ouverte. Un remplacement avec un résistor de 2 M Ω caché en arrière, a résolu le problème. Un set de 5 tubes 201 A en bon état a été aussi installé. Les réglages des capacités pour la neutrodyne a mis la dernière touche dans la restauration.



Fig. 1. La radio Freed Eisemann no. 5, couvercle ouvert

Je voudrais soulever d'abord dans cet article le rôle de la petite batterie C, qui parfois était omise par le constructeur lui-même au début des années 1920. Elle assure la bonne polarisation de la grille pour les tubes AF, en limitant autant que possible les distorsions du signal démodulé lors d'amplification AF. J'ai constaté toutefois dans ma radio que la connexion pour la batterie C était manquante est que les secondaires des transformateurs AF était tout simplement connectés à la terre (-C connecté à -A, encerclé en rouge à la Fig. 2).

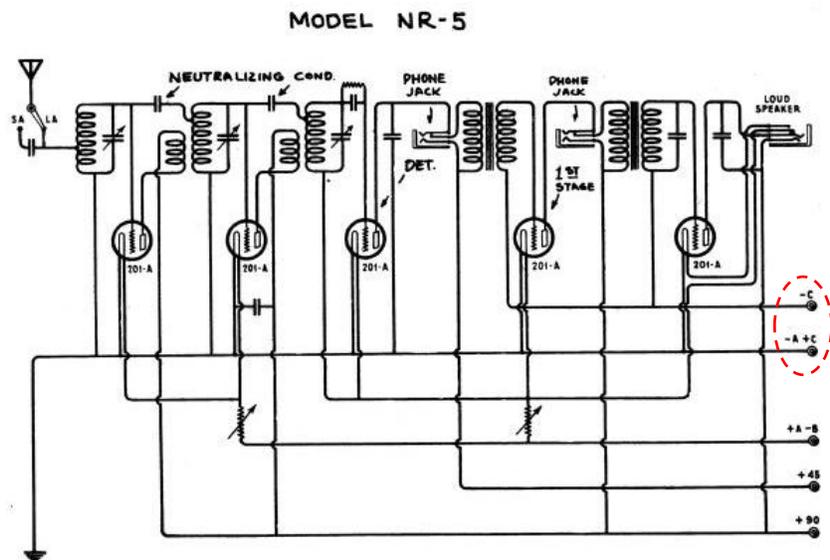


Fig. 2. La radio Freed Eisemann no. 5, schéma de l'époque

Il est toutefois difficile à comprendre pourquoi, car le prix de la radio à l'époque, avec le cornet et batteries, avoisinait celui d'une voiture, la fameuse Fort T qui était détaillée à 250 \$. Étonnamment le schéma publié incluait la batterie C (4.5 V), mais l'appareil lui-même n'avait même pas une borne en arrière, tel que vu dans le diagramme des fils de la Fig. 3. J'ai la restauré à l'aide de deux différents diagrammes en tres mauvais état (numérisés et en utilisant le logiciel Paint 3D, en travaillant jusqu'au niveau de pixel).

Freed Eisemann FE-5 Wiring Diagram



Fig. 3. Le diagramme de fils imprimé en arrière de la radio Freed Eisemann no. 5 (restauration)

Comme d'habitude j'ai commencé mes mesures détaillées après que j'ai constaté que je peux capter les stations radio Montréalaises avec une courte antenne de 10 pieds connecté à la borne d'antenne intérieure (indoor antenna) de l'arrière de la radio. Le tableau suivant montre les indications des capacités d'accord pour chaque fréquence. On constate que la différence maximale est de 1 % entre les réglages au milieu de la bande de fréquence.

	Stations AM de Montreal	Indicative	Frequence (KHz)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)
1	Ma Petite Radio	CFQR	600	69	69	69
2	Montréal Canadiens	TSN	690	50	50	50
3	Radio circulation	CKAC	730	44	44	44
4	Newstalk 800	CJAD	800	35	34	34
5	Super Station CFNV940	CFNV	940	22	21	21
6	AM 980 classique et mélodique*	CHRF	980	18	18	18
7	Le son country du Québec*	CJMS	1040	15	15	15
8	Multilingual Canadian Radio	CFMB	1280	7	7	7
9	French Ethnic Radio	CPAM, CJWI	1410	3	3	3

* Ces stations ne sont plus en ondes à la date de parution de cet article

La Fig. 4 montre mon banc d'essais : la radio Freed Eisemann no. 5, le générateur de signal Rohde and Schwarz model SM300 (9 kHz- 3 GHz) et l'oscilloscope Tektronix TBS 1104 connecté au haut-parleur haute impédance à la 1ere sortie AF (à l'aide d'une probe différentielle à haut voltage Micsig DP10013). J'ai utilisé à la place des batteries A, B, C la source d'alimentation ARBE- III qui est spécialement dédiée à ces radios à batterie. En display, le signal démodulé avec la bonne connexion à la batterie C, tel que sera expliqué dans quelques paragraphes.



Fig. 4. Le banc d'essais de la radio : générateur de signal et oscilloscope

Un signal radio de 1 MHz et -50 dBm puissance (modulation d'amplitude, index de modulation 75% et avec un signal modulateur audio de 1 kHz) a été injecté par la borne d'antenne longue en utilisant un adaptateur d'impédance (la petite boîte noire sur la table d'essais), parce que la sortie du générateur a l'impédance standard de 50 Ω .

J'ai remarqué toute de suite que la forme d'onde après le 1^{er} étage AF était distordu, voir la Fig. 5. En utilisant la fonction FFT (Fast Fourier Transform, transformation de Fourier rapide en français) de l'oscilloscope j'ai affiché le spectre du signal. Tel qu'attendu on remarque les harmoniques du signal sont très fortes. La deuxième harmonique est juste à quelque 10 dB en dessous du signal de 1 KHz, tandis que la troisième et la quatrième harmonique sont à environ 25 dB en dessous.

J'ai décidé de modifier le filage en accord avec le schéma d'époque et la théorie des amplificateurs a tubes, pour connecter la batterie C. Donc j'ai découplé les sorties des secondaires de transformateurs AF de la masse en installant une capacité de 100 nF entre les sorties et la masse pour éviter tout auto-oscillation possible. Finalement j'ai connecté un fil qui sera relié a – C. Le résultat était au-dessus de mes espérances. Le signal démodulé à 1 kHz est très proche d'une sinusoïde pure, tel qu'illustré à la Fig. 6. Les harmoniques du signal sont très faibles. La deuxième harmonique est environ 25 dB en dessous du signal de 1 KHz, la troisième environ 10 dB plus bas, tandis que la quatrième harmonique se situe pratiquement au niveau du bruit.

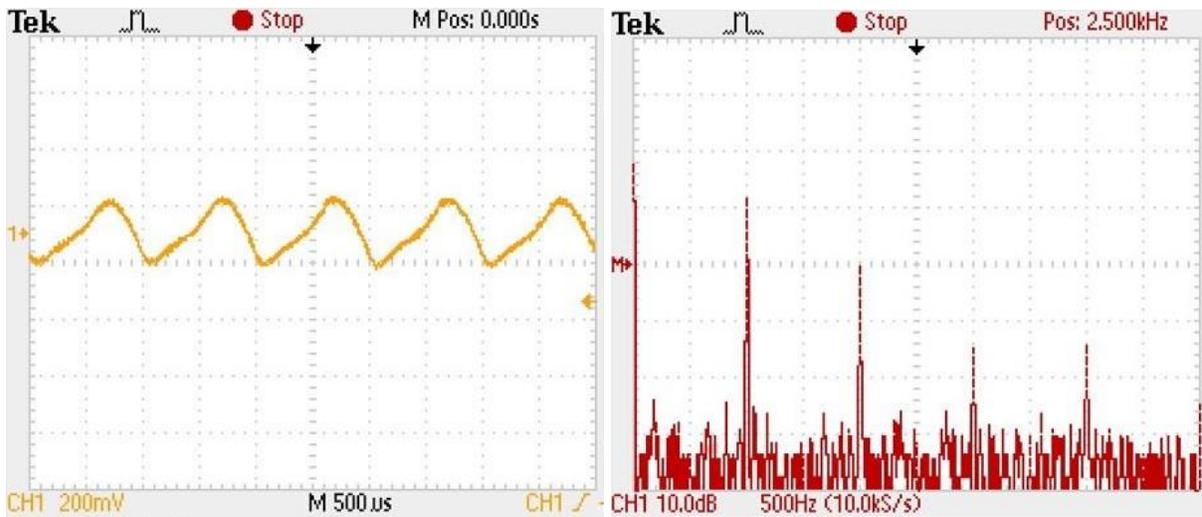


Fig. 5. Le signal démodulé à la première sortie AF, connexion à la terre du transformateur AF

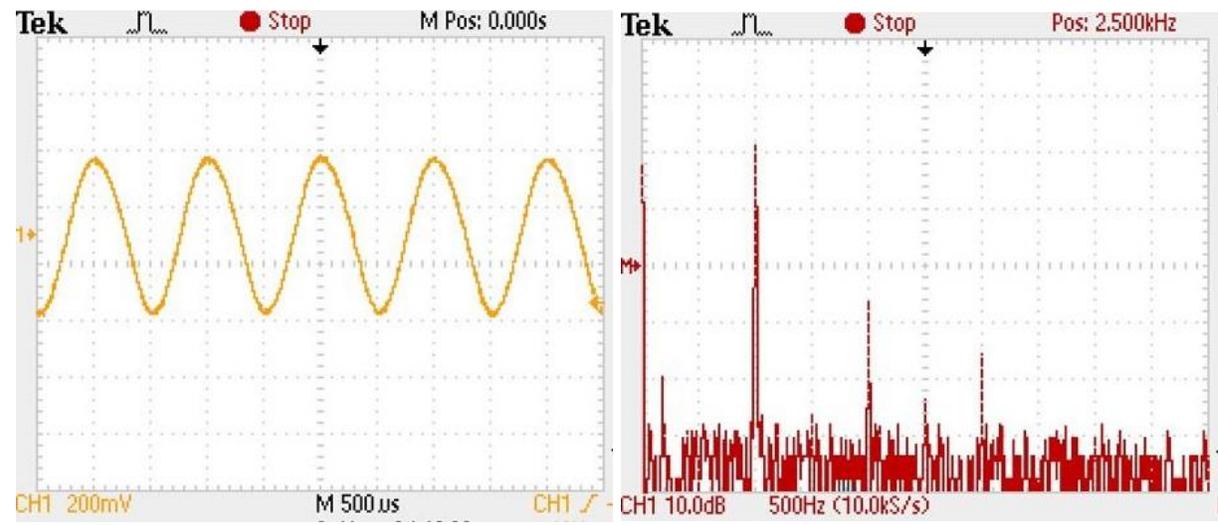


Fig. 6. Le signal démodulé à la première sortie AF, connexion à la batterie C du transformateur AF

La bande de fréquence radio est de 500 kHz à 1400 kHz, modulation d'amplitude. L'accord est fait à l'aide des trois condensateurs, en commençant du dernier. Toutefois les indications de tous sont très semblables, preuve d'une conception et fabrication soignée en utilisant des matériaux de qualité. La Fig. 7 montre l'indication en pourcentage (100 % est la valeur maximale) en fonction de la fréquence d'accord. L'accord est plus facile au début de la bande.

La sensibilité est de -65 dBm à 1 MHz avec un niveau signal bruit (S+N) / N d'environ 20 dB, tel qu'illustré dans la Fig. 8. Le niveau de bruit est à environ -85 dBm. Les signaux de -70 dBm sont encore audibles, avec un niveau (S+N) / N à la limite d'une démodulation AM acceptable.

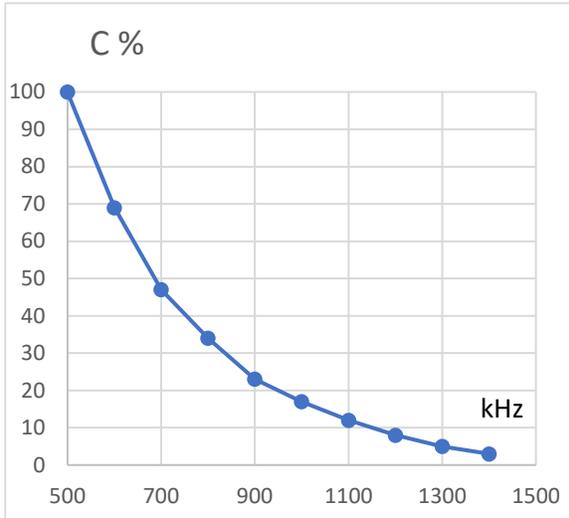


Fig. 7. Indication en % sur le boutons d'accord

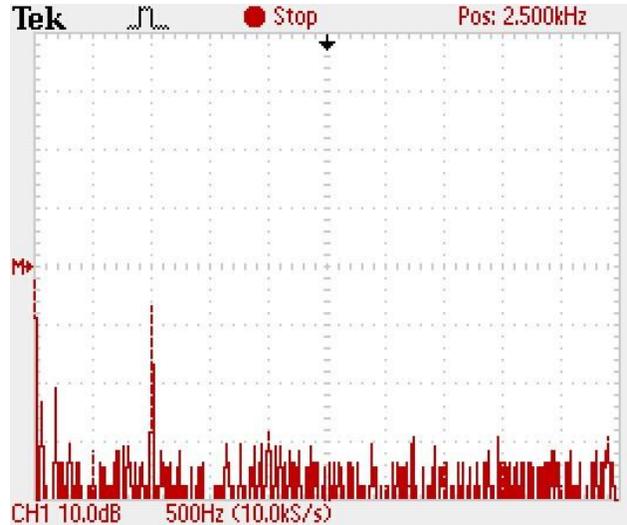


Fig. 8. Le spectre du signal démodulé (-65 dBm)

En ce qui concerne la sélectivité, on constate que l'accord sur la fréquence est aigu. La bande RF à -6 dB est de 8 kHz à une fréquence de 1 MHz, tel qu'illustré à la Fig. 9 partie de gauche. On rappelle que la bande RF d'un signal AM est égale à deux fois la fréquence de modulation.

Dans la même Fig. 9 on remarque aussi que la bande AF, toujours à -6 dB, est de 2200 Hz (400 Hz à 2600 Hz) avec un signal démodulé sinusoïdal sans distorsions à partir de 600 Hz. On connaît que les cornets (corn speaker) de l'époque pourrait à peine reproduire un son de basse fréquence audio et au-delà de 2500 Hz. Donc, la bande audio était suffisante dans ces conditions.

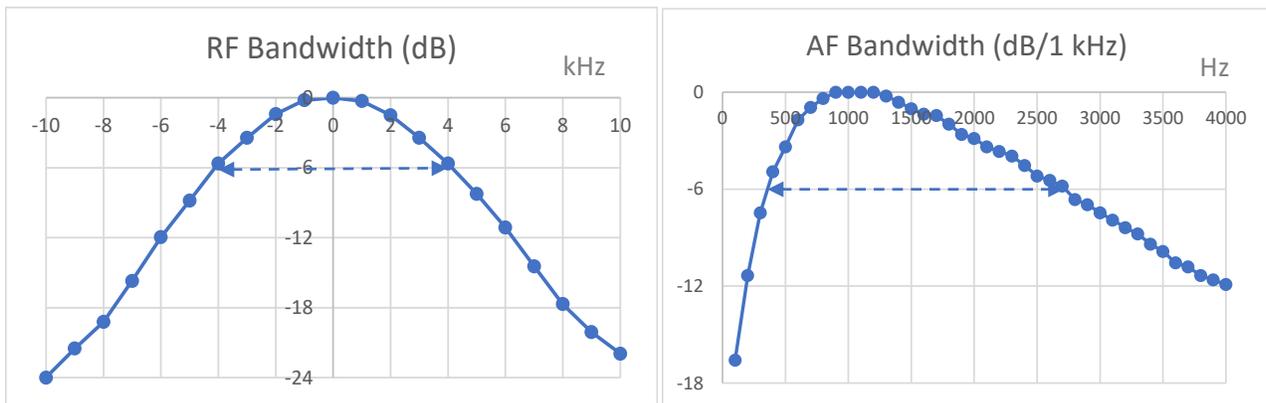


Fig. 9. Les bandes RF et AF de la radio Freed Eisemann no. 5

Pour conclure, après les ajustements, on remarque que les performances de cette radio neutrodyne, en ce que concerne la sélectivité et la reproduction du son, sont exceptionnelles pour l'époque du début de la radiodiffusion.

Prof. *Serioja O. Tatu*, Ph.D.

Montréal, le 5 novembre 2024