

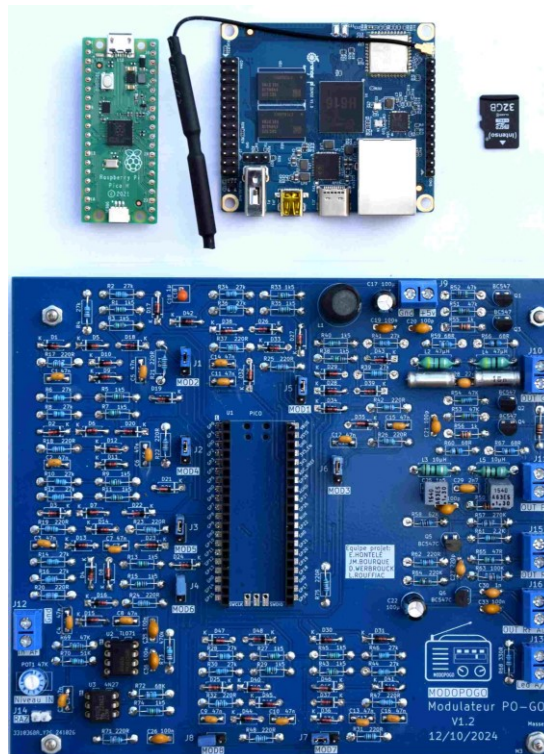


ModulAM

**Modulateur AM
8 fréquences**

**Module prototype
v1.2**

**Synthèse des mesures et tests
de qualification
Session 2024-12**



Réf cliché : 100-ModulAM – kit01.



SOMMAIRE

I – OBJECTIF DE CE DOCUMENT	3
II – ÉQUIPEMENT TESTÉ.....	3
III – MÉTROLOGIE ET MÉTHODOLOGIE	3
III.1 – ÉTALONNAGE DU BANC DE MESURE	4
III.2 – BANC DE TEST POUR LA MESURE DES NIVEAUX RF	4
IV – MESURES RF	5
IV.1 – SORTIE RF PRINCIPALE GO + PO	5
IV.2 – SORTIE RF GO	6
IV.3 – SORTIE RF PO	6
IV.4 – SORTIE RF AUX GO+PO	6
IV.5 – CONTRÔLE DES FILTRES RF DE SORTIE	7
IV.5.1 – <i>FILTRE RF GO</i>	8
IV.5.2 – <i>FILTRE RF PO</i>	8
IV.6 – CONTRÔLE DE LA FRÉQUENCE.....	9
IV.7 – ÉVALUATION DE LA LIGNE DE COUPLAGE.....	9
IV.7.1 – <i>CONDITIONS DU TEST</i>	9
IV.7.2 – <i>MESURES D’AFFAIBLISSEMENT</i>	10
V – MESURES AF	11
V.1 – SENSIBILITÉ D’ENTRÉE.....	12
V.2 – LINÉARITÉ DU TAUX DE MODULATION	12
V.3 – COURBE DE RÉPONSE	13
V.4 – DISTORSION EN FONCTION DU TAUX DE MODULATION.....	13
VI – SESSION D’ÉCOUTE.....	15
VII – CONCLUSION	17



I – OBJECTIF DE CE DOCUMENT

Regrouper et communiquer l'essentiel des résultats des tests et des mesures de performances du ModuAM, à destination des amateurs souhaitant prendre connaissance des caractéristiques précises du système matériel.

Ce document est une synthèse des mesures et tests consignés au sein de différentes fiches établies lors des sessions techniques mises en œuvre entre le 8 et le 13 décembre 2024.

II – ÉQUIPEMENT TESTÉ

Le système testé est composé des éléments suivants :

- ✓ Une platine de génération de signal référence « MODOPOGO Modulateur v1.2 »
- ✓ Un processeur type Raspberry Pi Pico H supportant le logiciel de version : Mod8F01.uf2
- ✓ Un nano-ordinateur Orange Pi Zéro 2 supportant le logiciel de gestion des flux audio digitaux internet et accueillant le serveur de l'IHM. Version logicielle : v1.0.

III – MÉTROLOGIE ET MÉTHODOLOGIE

Le banc de test mis en œuvre pour cette session permet des mesures précises dans les domaines audiofréquences et radiofréquences.

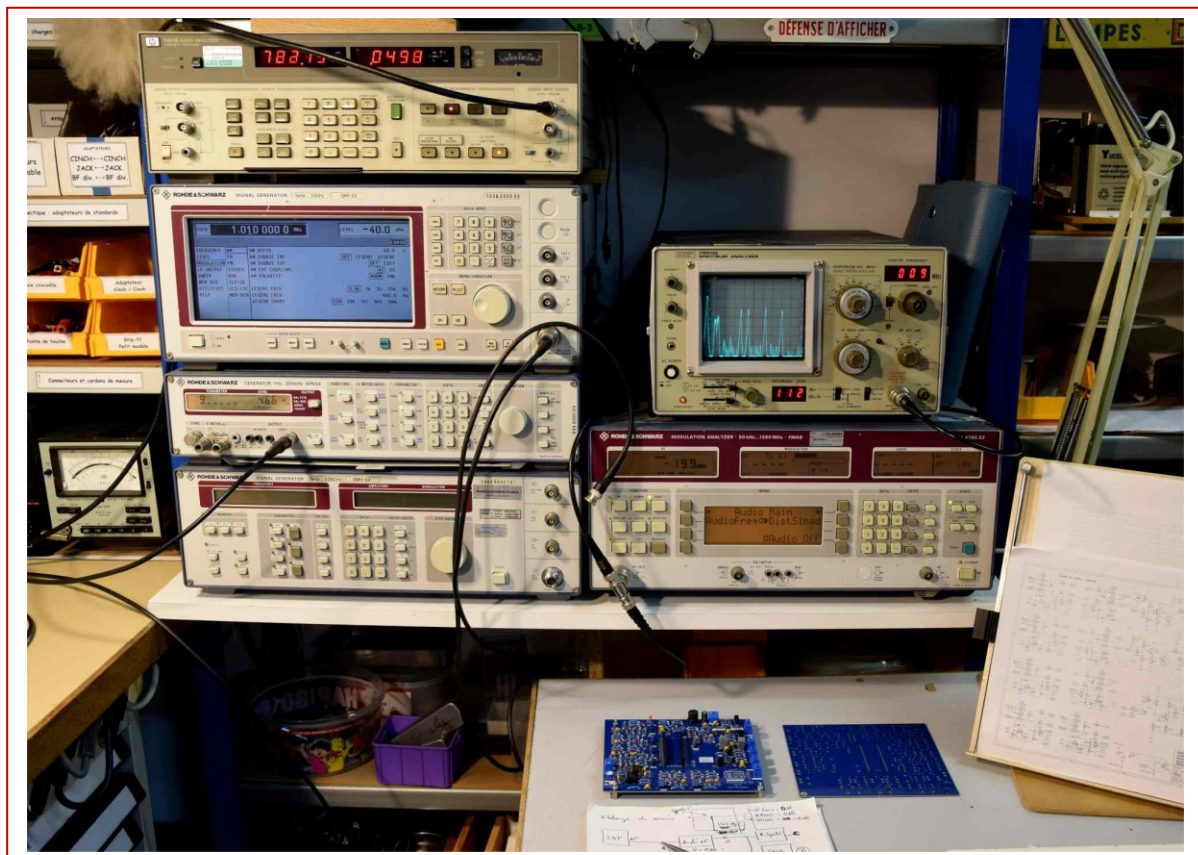


Figure 1 : environnement des tests du ModuAM v1.2.

Réf cliché : 101-ModuAM-Banc test_1.



Les matériels de pilotage, de contrôle et de mesure ci-après ont été mis en œuvre :

- ✓ PC portable ACER Aspire V13,
- ✓ Analyseur de spectre TAKEDA TR4132,
- ✓ Oscilloscope FLUKE PM3370B,
- ✓ Générateur RF ROHDE & SCHWARZ SMT03,
- ✓ Générateur AF ROHDE & SCHWARZ APN04,
- ✓ Analyseur de modulation HEWLETT-PACKARD 8903B,
- ✓ Démodulateur analyseur de modulation ROHDE & SCHWARZ FMAB,
- ✓ Fréquencemètre HEWLETT-PACKARD 53131A,
- ✓ Millivoltmètre avec mémoire de crêtes BRUEL & KJAER 2425,
- ✓ Récepteur de trafic 20 kHz – 30 MHz JRC NRD-535,
- ✓ Récepteur TSF PHILIPS BF321A.

III.1 – ÉTALONNAGE DU BANC DE MESURE

Afin de caractériser correctement les différents signaux et niveaux de sortie de ces derniers, il est procédé à un étalonnage du banc de mesure, à l'aide de générateurs AF et RF suffisamment précis pour être considérés, dans le cadre de ce projet, comme des références fiables.

Par ailleurs, le rôle de l'amplificateur large bande inséré dans la chaîne permet de ne pas charger les sorties RF du ModuAM (directes ou via couplage par tore ferrite) par l'impédance d'entrée de l'analyseur de spectre (50 Ω) et d'éviter ainsi de fausser les résultats. Cet amplificateur, disposant d'une haute impédance d'entrée et d'une basse impédance de sortie, est donc parfaitement adapté à cette fonction.

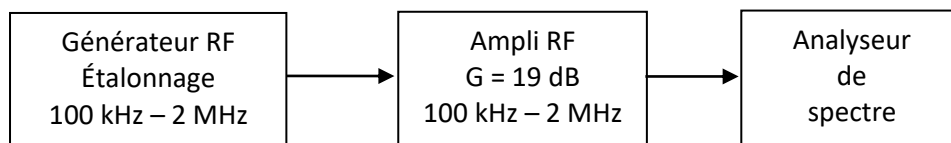


Figure 2 : étalonnage banc de mesure RF.

On étalonne l'analyseur de spectre et le démodulateur / analyseur radiofréquence, à l'aide du générateur RF.

Ajustage du niveau de sortie du générateur RF : -49 dBm (0,8 mV) avec taux de Modulation = 0 %, afin de lire -30 dBm (7,10 mV) sur le démodulateur (soit $G_{AMPLI} = 19$ dB)

Ajustage de l'atténuateur de l'analyseur de spectre pour lire un niveau crête de -30 dBm (7,10 mV) sur la règle horizontale centrale de l'écran, avec l'échelle 10 dB / par division.

On contrôle la linéarité de la courbe de réponse entre 150 kHz et 2 MHz sur l'analyseur et le démodulateur.

Linéarité mesurée de 100 kHz à 2 MHz : +0 / -0,2 dB.

III.2 – BANC DE TEST POUR LA MESURE DES NIVEAUX RF

Après l'étalonnage, on remplace ensuite le générateur RF par la sortie du ModuAM, via le couplage d'un tore, sans retoucher au réglage de gain de l'amplificateur.

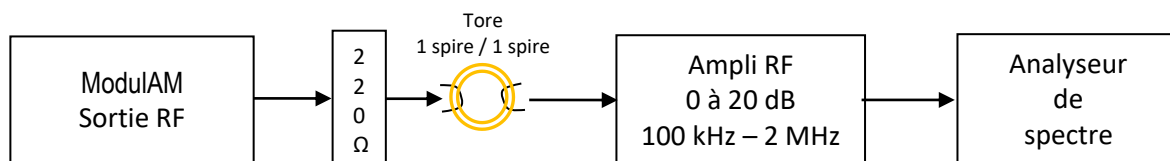


Figure 3 : banc de mesure des niveaux RF de sortie du ModuAM.

La sortie RF mesurée est chargée en bout de ligne de couplage via une résistance de 220 Ω .



ModulAM : modulateur AM 8 fréquences

Synthèse des mesures et tests de qualification

DWK-v1.0

Un tore (référence : TN14/9/5 - 3E25, perméabilité : 6 000 - Point : 125°C / Résistivité : 0,5 Ohm) est inséré dans la ligne.

Type de couplage : une seule spire côté ModulAM et une seule spire côté amplificateur.

Ces conditions de mesures sont représentatives d'un couplage standard avec un récepteur TSF.

Les résultats réels des mesures sont donc à pondérer de la valeur du gain de l'amplificateur de mesure, soit 19 dB.

IV – MESURES RF

Objectif : quantifier le niveau sur chacune des quatre sorties RF du ModulAM.

Le ModulAM est raccordé dans le banc de mesure suivant le schéma de la figure 3.

Le ModulAM est configuré avec 8 stations affectées à 4 fréquences en GO (F_1 à F_4) réparties régulièrement sur la bande, et à 4 fréquences en PO (F_5 à F_8) réparties régulièrement sur la bande, suivant la figure 4 ci-après :

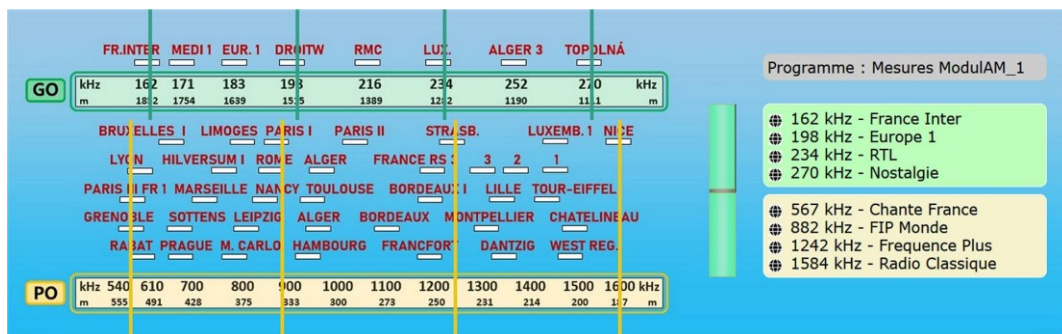


Figure 4 : configuration du ModulAM avec 8 fréquences réparties régulièrement sur les bandes GO et PO

IV.1 – Sortie RF principale GO + PO

Le signal de sortie principal GO + PO est disponible en J15 de la platine.

Niveau moyen relevé des porteuses GO : -28 dBm soit un niveau moyen réel de -47 dBm (1 mV).

Niveau moyen des porteuses PO : -20 dBm, soit un niveau moyen réel de -39 dBm (2,51 mV).

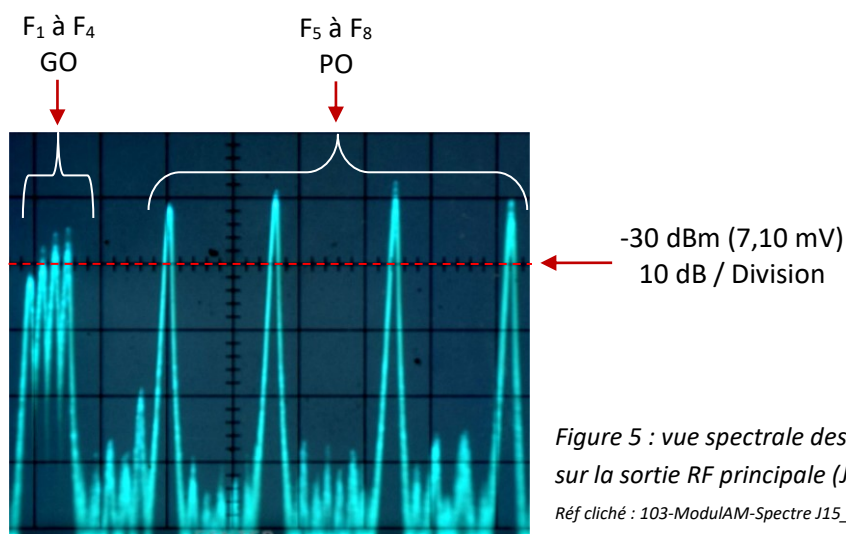


Figure 5 : vue spectrale des 8 porteuses relevées sur la sortie RF principale (J15).

Réf cliché : 103-ModulAM-Spectre J15_1.

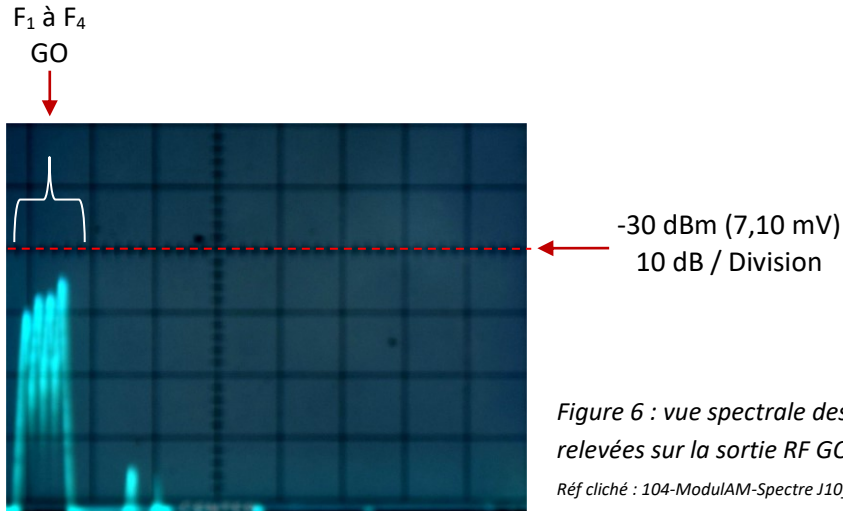
Ces niveaux sont la garantie d'un confort d'écoute excellent sur la plupart des récepteurs, même anciens.



IV.2 – Sortie RF GO

Le signal de sortie RF GO est disponible en J10 de la platine.

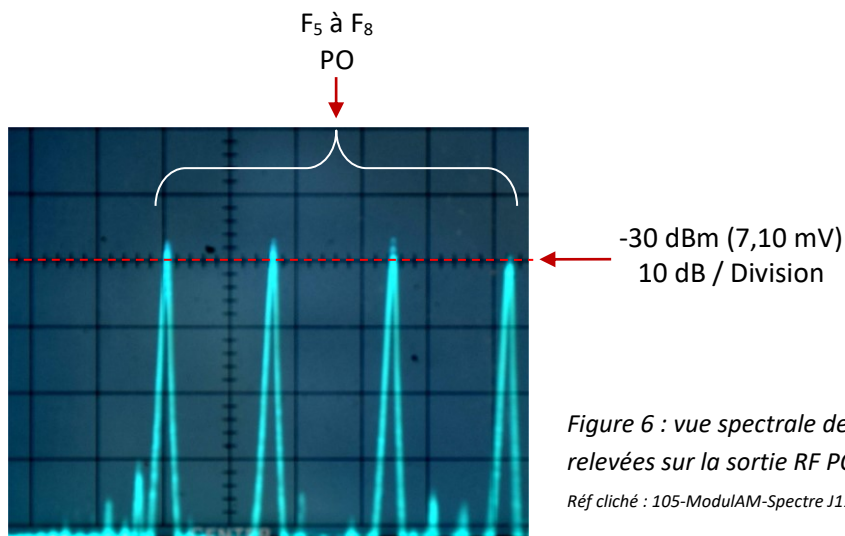
Niveau moyen relevé des porteuses GO : -34 dBm soit un niveau moyen réel de -53 dBm (0,5 mV).



IV.3 – Sortie RF PO

Le signal de sortie RF PO est disponible en J11 de la platine.

Niveau moyen relevé des porteuses PO : -29 dBm soit un niveau moyen réel de -48 dBm (0,9 mV).



IV.4 – Sortie RF AUX GO+PO

Le signal de sortie auxiliaire GO+PO est disponible en J16 de la platine.

Il s'agit d'une sortie directe mise à disposition de l'amateur qui souhaiterait faire suivre le ModulAM d'un amplificateur RF afin d'en augmenter le niveau / puissance de sortie ou de disposer d'une sonde de sortie pour usage annexe.

Cette sortie est exempte de toute tension continue.



La mesure du niveau de sortie est effectuée en liaison directe, sans couplage via le tore (figure 8).

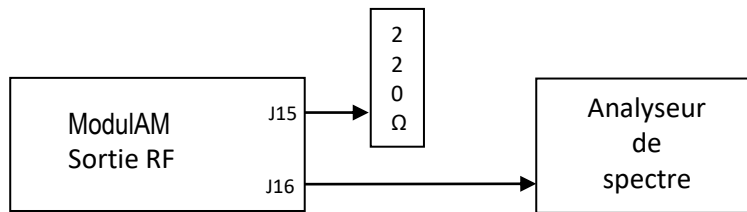


Figure 8 : mesure du niveau de sortie RF de la sortie RF auxiliaire (J16)

Niveau moyen relevé des porteuses GO : -30 dBm (7,10 mV).

Niveau moyen des porteuses PO : -19 dBm (25 mV)

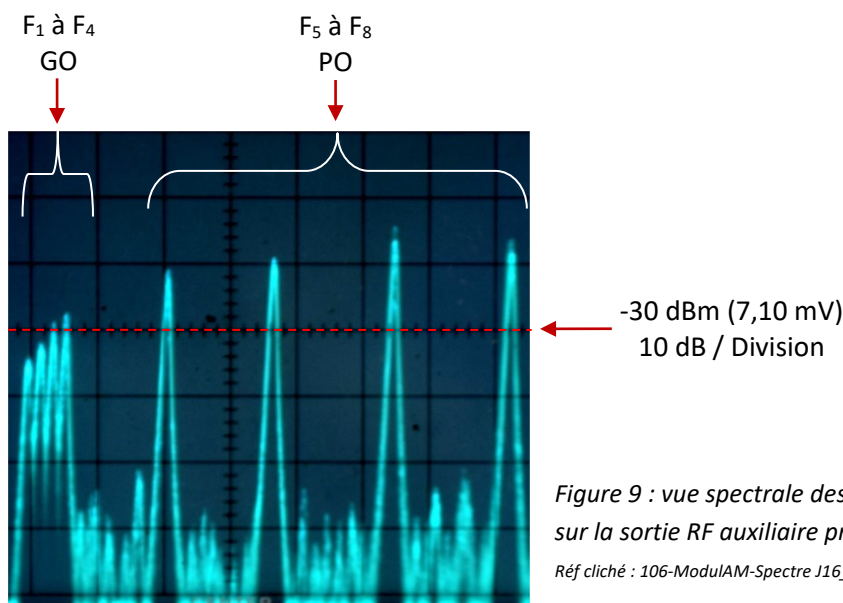


Figure 9 : vue spectrale des 8 porteuses relevées sur la sortie RF auxiliaire principale (J16).

Réf cliché : 106-ModulAM-Spectre J16_1.

Ces mesures ont été effectuées avec une impédance de charge de 50 Ω.

Cette valeur représente la charge minimale raisonnable.

L'impédance de charge conseillée, pour le maintien de la tension nominale de sortie doit être égale ou supérieure à environ 200 Ω.

IV.5 – Contrôle des filtres RF de sortie

Objectif : qualifier la courbe de réponse des filtres RF des sorties PO et GO.

Le ModulAM est raccordé sur le banc de mesure suivant le schéma de la figure 10 ci-après.

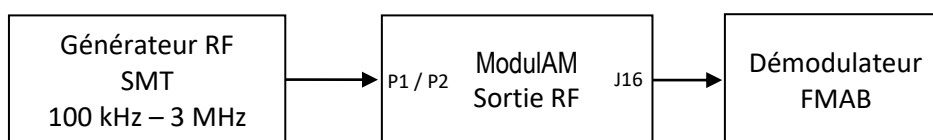
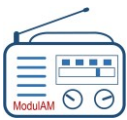


Figure 10 : contrôle de la courbe de réponse des filtres RF.

La sortie du générateur RF est raccordée via une capacité d'isolement de 1 nF sur l'entrée du filtre RF GO (P1 sur la base de Q1), puis sur l'entrée du filtre RF PO (P2 sur la base de Q2).

L'entrée RF du démodulateur FMAB est raccordée sur la sortie RF GO+PO Auxiliaire (sortie capacitive).



IV.5.1 – Filtre RF GO

Le graphe de la figure 11 montre le profil de la courbe de réponse du filtre RF de la section GO du ModulAM.

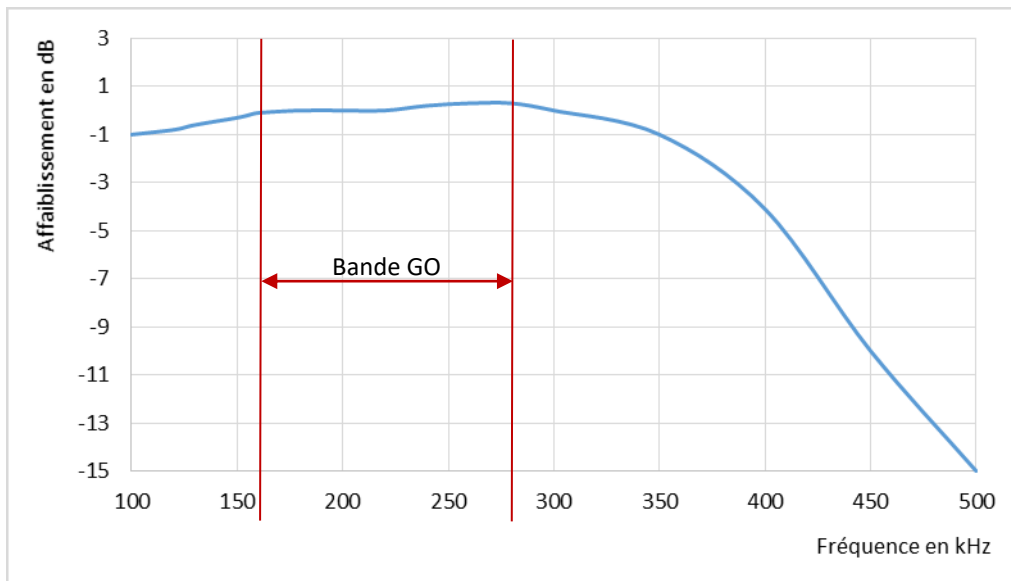


Figure 11 : courbe de réponse du filtre RF GO.

La zone repérée par la flèche concerne la bande utile des GO (153 kHz à 279 kHz).

L'affaiblissement des harmoniques potentielles à l'entrée de la bande des PO (> 530 kHz) est supérieur à 15 dB, ce qui permet d'atténuer suffisamment les risques d'interférences au niveau du récepteur.

IV.5.2 – Filtre RF PO

Le graphe de la figure 12 montre le profil de la courbe de réponse du filtre RF de la section PO du ModulAM.

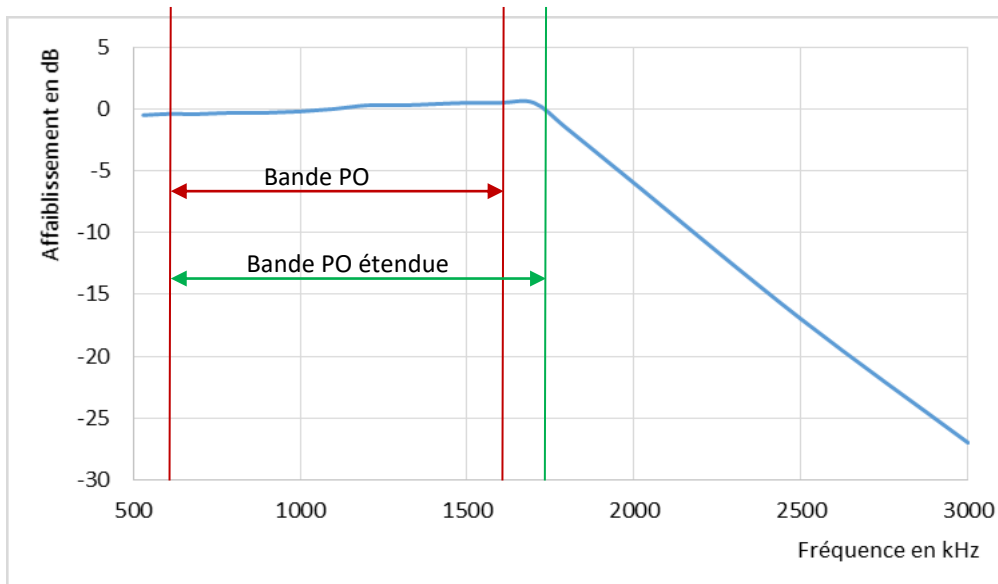
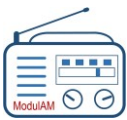


Figure 12 : courbe de réponse du filtre RF PO.

La zone repérée par la flèche marron concerne la bande utile standard des PO (531 kHz à 1 602 kHz).

La zone repérée par la flèche verte concerne la bande utile des PO étendues, pratiquée notamment aux US et au Canada, (535 kHz à 1 705 kHz).



L'affaiblissement des harmoniques potentielles à l'entrée de la bande basse des OC (120 m de 2,3 à 2,5 MHz) est supérieur à 15 dB, ce qui permet d'atténuer suffisamment les risques d'interférences au niveau du récepteur.

IV.6 – Contrôle de la fréquence

Objectif : contrôler que les fréquences générées par le ModulAM sont conformes aux fréquences programmées. L'oscillateur étant unique pour l'ensemble des générations des fréquences, seule la fréquence d'un canal été contrôlée. PO, milieu de bande : 1 026 kHz.



Mesure effectuée sur la sortie RF principale PO+GO (J15).

L'écart de fréquence est d'environ -3,2 Hz par rapport à la fréquence théorique (0,0003 %), donc totalement négligeable !!!

Figure 13 : contrôle de la précision de la fréquence.

Réf cliché : 107-ModulAM – Contrôle fréquence_1.

IV.7 – Évaluation de la ligne de couplage

Ce chapitre évalue les caractéristiques de la ligne de couplage mise en œuvre entre la sortie RF du ModulAM et la sortie de l'enroulement secondaire du tore raccordée aux entrées Antenne et Terre d'une TSF de test, pour différentes longueurs de la ligne.

IV.7.1 – Conditions du test

Fabrication d'une ligne de couplage réalisée à partir de deux fils de câblage (rouge pour l'un et vert pour l'autre) type KY30-05 / EPDX00 de jauge AWG22 de section 0,34 mm².

Les deux fils ont été torsadés suivant une torsade relativement lâche, et sur longueur totale d'environ 30 mètres.

L'extrémité A est raccordée directement au bornier J15 (sortie RF principale GO+PO) de la platine ModulAM.

L'extrémité B a été équipée d'une charge constituée d'une résistance de 220 Ω ¼ W.

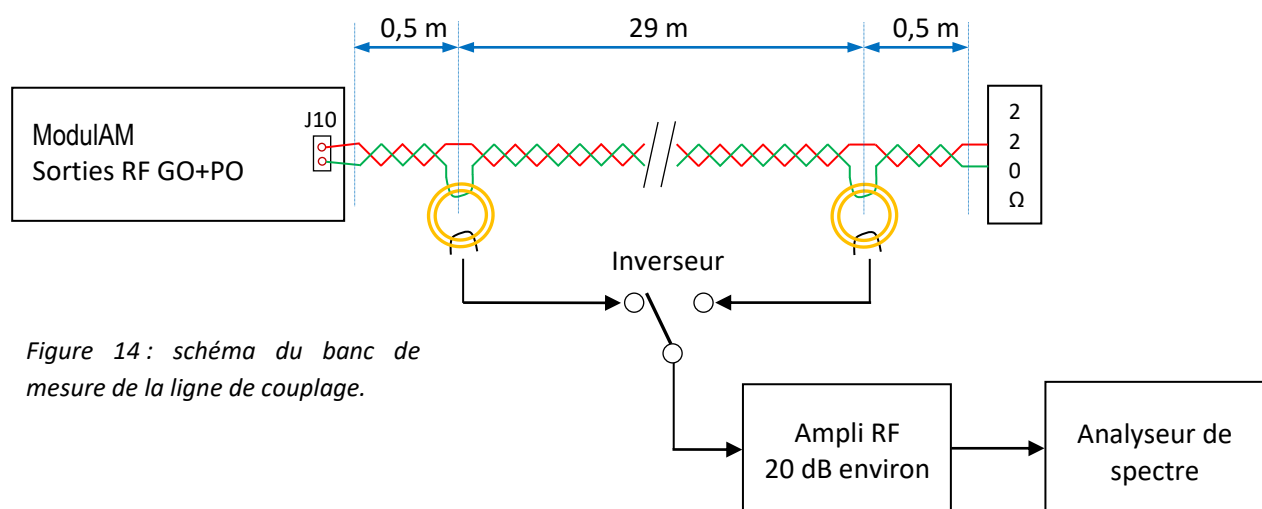


Figure 14 : schéma du banc de mesure de la ligne de couplage.

Les couplages sont assurés par deux tores type : Ferroxcube TN14/9,5-3E25 (Ferrite perméabilité 6 000 / Résistivité 0,5 Ω).

Le premier tore de couplage a été inséré à environ 50 cm de l'extrémité côté ModulAM via une seule spire avec la ligne de couplage (primaire).

Le second tore de couplage a été inséré à environ 50 cm de l'extrémité côté charge résistive de 220 Ω via une seule spire avec la ligne de couplage (primaire), soit à une trentaine de mètres de la platine ModulAM.

Le secondaire de chaque tore est constitué d'une spire d'un fil de jauge identique à celle de de la ligne de couplage, relié à un inverseur dont le commun est raccordé au système de mesure.

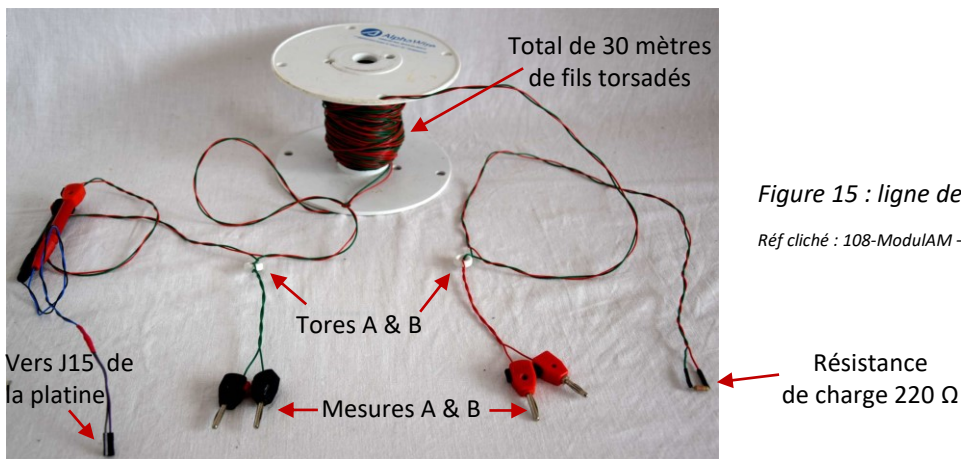


Figure 15 : ligne de couplage de 30 mètres

Réf cliché : 108-ModulAM – Test couplage_1.

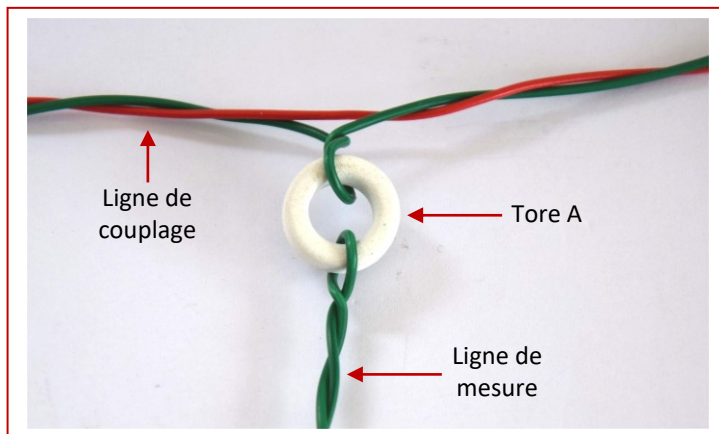


Figure 16 : détail des primaire et secondaire de l'un des deux tores ferrite (second à l'identique).

Réf cliché : 109-ModulAM – Test couplage_2.

La configuration des fréquences et programmes GO et PO est identique à celle détaillée au [chapitre IV](#).

IV.7.2 – Mesures d'affaiblissement

Le tableau de la page suivante indique les niveaux moyens relevés par bande de fréquence, sur chacun des tores et, dans la colonne de droite, le niveau d'affaiblissement calculé pour les 30 mètres de la ligne de couplage.

On constate :

- Dans la bande GO : aucune différence de niveaux entre le secondaire du tore A et le secondaire du tore B, placé une trentaine de mètres plus loin.
- Dans la bande PO : sur la partie inférieure de la bande, entre 0,5 et 1 dB d'affaiblissement et sur la partie supérieure, un maximum de 2 dB d'affaiblissement en limite de la bande, imputable aux capacités parasites de la ligne.



ModulAM : modulateur AM 8 fréquences Synthèse des mesures et tests de qualification

DWK-v1.0

Bande de fréquence	Fréquence porteuse	Niveau RF Sortie tore A	Niveau RF Sortie tore B	Affaiblissement
GO	162 kHz	-51 dBm (0,63 mV)	-51dBm (0,63 mV)	0 dB
	198 kHz	-49 dBm (0,8 mV)	-49 dBm (0,8 mV)	0 dB
	234 kHz	-47 dBm (1 mV)	-47dBm (1 mV)	0 dB
	270 kHz	-47 dBm (1 mV)	-47dBm (1 mV)	0 dB
PO	567 kHz	-40 dBm (2,24 mV)	-40,5 dBm (2,11 mV)	0,5 dB
	882 kHz	-39 dBm (2,51 mV)	-40 dBm (2,24 mV)	1 dB
	1 242 kHz	-39 dBm (2,51 mV)	-40,3 dBm (2,16 mV)	1,3 dB
	1 584 kHz	-40 dBm (2,24 mV)	-42 dBm (1,78 mV)	2 dB

Les conclusions de ce test démontrent une excellente tenue des niveaux RF distribués sur la ligne de couplage, peu dépendants de la longueur de cette ligne.

V – MESURES AF

Objectif : qualifier les performances de l'entrée audiofréquence externe.

L'IHM du ModulAM permet de programmer un canal sur une entre AF analogique externe, ce qui autorise le raccordement de différents équipements tels un lecteur de CD, un magnétophone, un tuner FM ou encore la sortie d'une table de mixage.

Bien que les caractéristiques des récepteurs AM ne soient pas généralement classées dans la catégorie Hifi, il nous est apparu important de concevoir une entrée dotée de caractéristiques de bon niveau. En effet, certains récepteurs de salon sont dotés de circuits de démodulation et d'amplification basse fréquence autorisant un résultat acoustique des plus satisfaisants, notamment sur la bande des PO si, toutefois, la source d'émission est elle aussi de qualité !

Le ModulAM est raccordé sur le banc de mesure suivant le schéma de la figure 17.

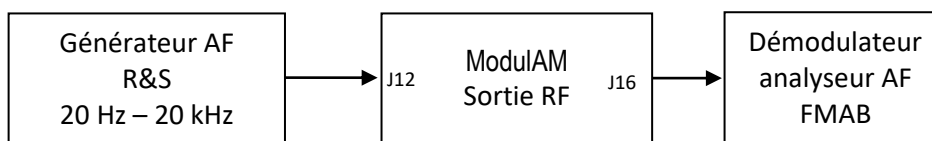


Figure 17 : mesure des caractéristiques audiofréquences de l'entrée AF EXT (J12).

Une seule fréquence est programmée sur le canal 1 (MOD1), en milieu de la bande PO, sur 1 008 kHz.

Les mesures sont effectuées sur la sortie RF PO+GO AUX du ModulAM (J16), avec la section « Analyseur AF » de l'équipement FMAB.

Les mesures AF sont exprimées :

Pour la génération du signal : en dBu et/ou en mV avec pour référence 0 dBu = 775 mV @ 600 Ω.

Pour le signal démodulé :

- ✓ Niveau en % de modulation QP (Quasi crête),
- ✓ Courbe de réponse en dBr avec la référence 0 dBr établie à F = 800 Hz,



- ✓ Taux de distorsion en %.

V.1 – Sensibilité d’entrée

Le ModulAM est équipé d’un potentiomètre ajustable permettant à l’utilisateur de parfaitement calibrer le couple source/entrée AF.

Pour cette mesure, le potentiomètre est placé au maximum de la sensibilité de l’entrée.

Le tableau suivant indique la sensibilité de l’entrée pour deux taux de modulation.

Taux de modulation QP	Niveau AF d’entrée RMS sur J12
30 %	38,7 mV (-26,1 dBu)
50 %	65,2 mV (-21,5 dBu)

Cette sensibilité ajustable via le potentiomètre intégré sur la platine, permet d’accepter n’importe quel type de source audio au niveau « Ligne ».

V.2 – Linéarité du taux de modulation

Mesure de la linéarité du taux de modulation en fonction du niveau d’entrée AF sur le connecteur J12.

Configuration :

- Générateur AF : fréquence de référence = 800 Hz / Niveau : variable.
- Analyseur R&S FMAB : démodulateur AM / Détecteur Quasi-Crête / Filtre 10 Hz et 23 kHz.

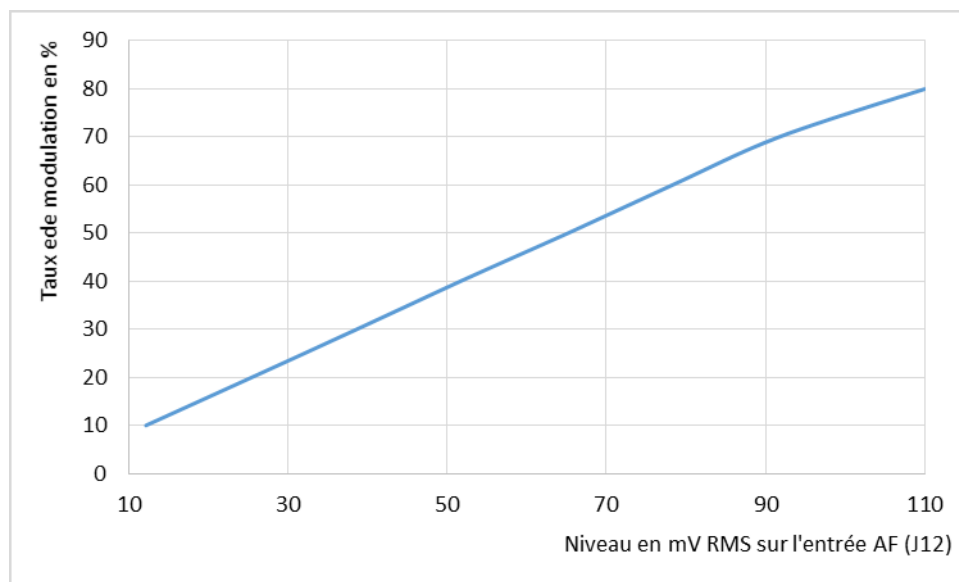


Figure 18 : linéarité du taux de modulation en fonction du niveau d’entrée AF.

Le taux de modulation est exprimé en % pour des valeurs quasi-crêtes.

Le niveau d’entrée AF est exprimée en mV RMS.

La linéarité est excellente jusqu’au taux de modulation d’environ 78 %.



V.3 – Courbe de réponse

Mesure de la courbe de réponse AF du ModulAM pour un taux de modulation Quasi-Crête de référence = 50 %.

Configuration :

- Générateur AF : Niveau de référence = 65,2 mV RMS (0 dBr) pour un taux de modulation Quasi-Crête = 50 % / Fréquence variable.
- Analyseur R&S FMAB : démodulateur AM / Détecteur Quasi-Crête / Filtre 10 Hz et 23 kHz.

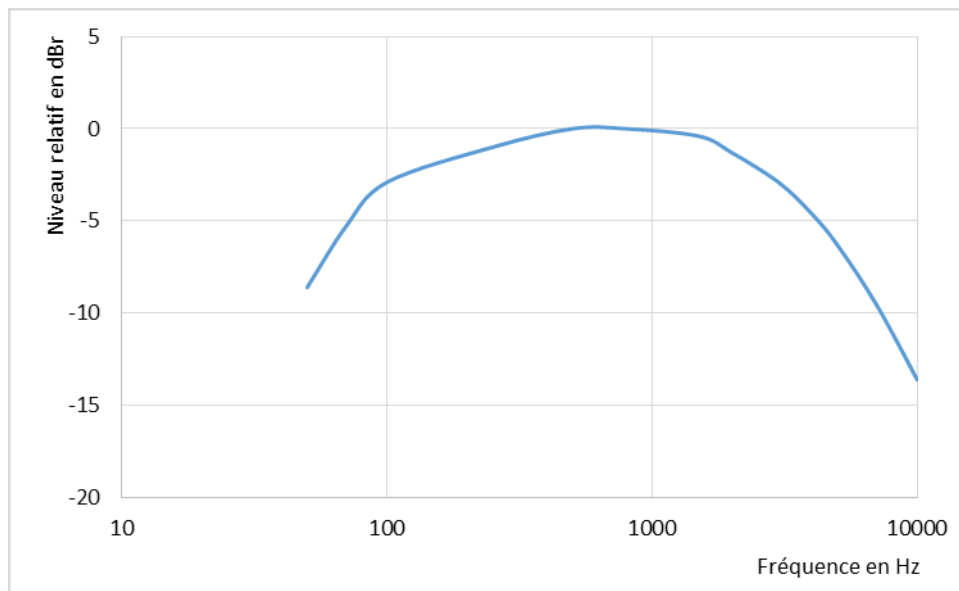


Figure 19 : courbe de réponse du signal démodulé pour un taux de modulation de 50 %.

Courbe de réponse à -3 dB : 80 Hz à 3 500 Hz.

Courbe de réponse à -6 dB : 50 Hz à 5 000 Hz.

Cette courbe de réponse s'inscrit totalement dans les performances d'une modulation destinée à la bande de radiodiffusion AM d'un récepteur TSF.

La pente accentuée de l'affaiblissement des fréquences supérieures à environ 4 500 Hz protège l'ensemble du risque d'interférences, notamment lors de la diffusion de programmes sur des canaux adjacents.

V.4 – Distorsion en fonction du taux de modulation

Mesure de la distorsion harmonique totale (THD) du signal AF démodulé, en fonction du taux de modulation, pour la fréquence AF de référence de 800 Hz.

Configuration :

- Générateur AF : fréquence de référence = 800 Hz / Niveau variable.
- Analyseur R&S FMAB : démodulateur AM / Détecteur Quasi-Crête / Filtre 10 Hz et 23 kHz.

Graphique, figure 20, en page suivante.



ModulAM : modulateur AM 8 fréquences

Synthèse des mesures et tests de qualification

DWK-v1.0

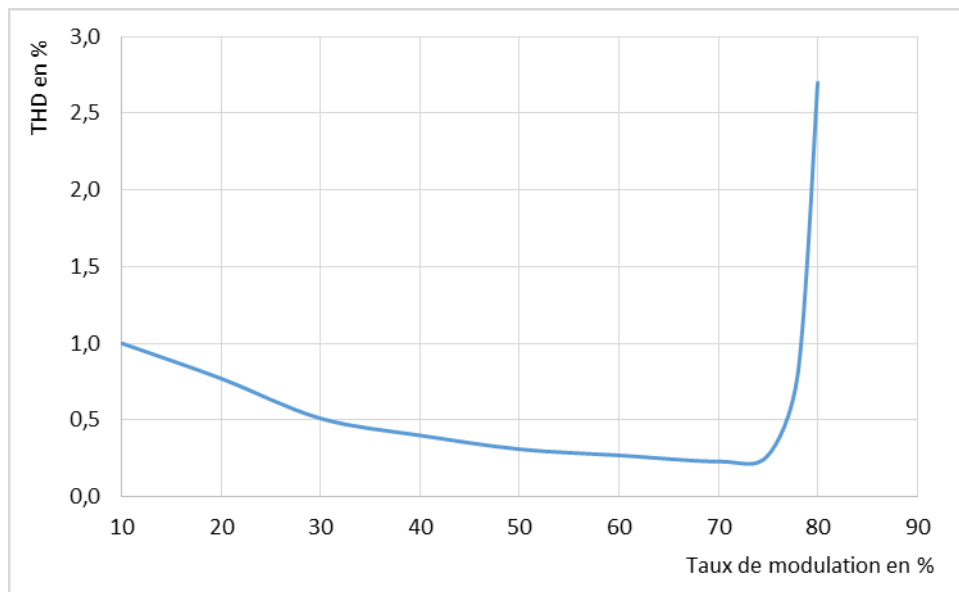


Figure 20 : distorsion par harmoniques en fonction du taux de modulation.



Figure 21 : THD pour un taux de modulation de 50 % : 0,33 %.

Réf cliché : 108-ModulAM – THD_1.



Figure 22 : THD pour un taux de modulation de 77 % : 0,63%.

Réf cliché : 109-ModulAM – THD_2.

Écran de gauche : fréquence RF de réception pour la démodulation.

Écran central : taux de modulation.

Écran de droite : mesure de la distorsion (THD).

Remarques :

- Le taux de THD est excellent sur l'ensemble de la plage utile (< 0,5 %). La légère remontée de la THD en dessous du taux de modulation de 20 % est imputable à la prise en compte du bruit dans la mesure des harmoniques.
- L'augmentation subite de la THD à partir d'un taux de modulation d'environ 78 % est imputable au type de la technologie mise en œuvre pour assurer la modulation de la porteuse digitale. Cela n'a aucune incidence sur la qualité de restitution sonore des signaux modulés, sachant que le taux de modulation moyen réglé au sein du ModulAM est d'environ 50 %.



ModulAM : modulateur AM 8 fréquences

Synthèse des mesures et tests de qualification

III.5.5 – Évaluation du rapport signal à bruit (SINAD)

Mesure du bruit, toutes composantes confondues, suivant la procédure SINAD (Rapport Signal sur Bruit et Distorsion).

Configuration :

- Générateur AF : niveau de référence = 50 % de taux de modulation / Fréquence AF = 800 Hz.
- Analyseur R&S FMAB : démodulateur AM / Détecteur Quasi-Crête / Filtre 10 Hz et 23 kHz.



Figure 23 : rapport signal à bruit suivant SINAD pour un taux de modulation de 70 % : 52,3 dB.

Réf cliché : 110-ModulAM – SINAD_1.



Figure 24 : rapport signal à bruit suivant SINAD pour un taux de modulation de 50 % : 50,2 dB.

Réf cliché : 111-ModulAM – SINAD_2.

Écran de gauche : fréquence RF de réception pour la démodulation.

Écran central : taux de modulation.

Écran de droite : mesure du bruit suivant SINAD.

La valeur de 50 dB (ou d'avantage) est largement suffisante pour une exploitation du ModulAM avec des récepteurs AM, sachant que ces derniers atteignent très rarement ces valeurs, même lorsque le niveau du signal RF est élevé.

VI – SESSION D'ÉCOUTE

Les mesures sont essentielles pour qualifier ce type d'équipement. Mais le juge de paix reste l'oreille de celui qui veut profiter de des récepteurs TSF avec le meilleur confort et le son le plus respectueux possible de la source.

Afin d'évaluer le confort et la qualité, le ModulAM a été programmé avec différentes sources aux genres très différents et la session d'écoute a été effectuée sur un récepteur milieu de gamme.

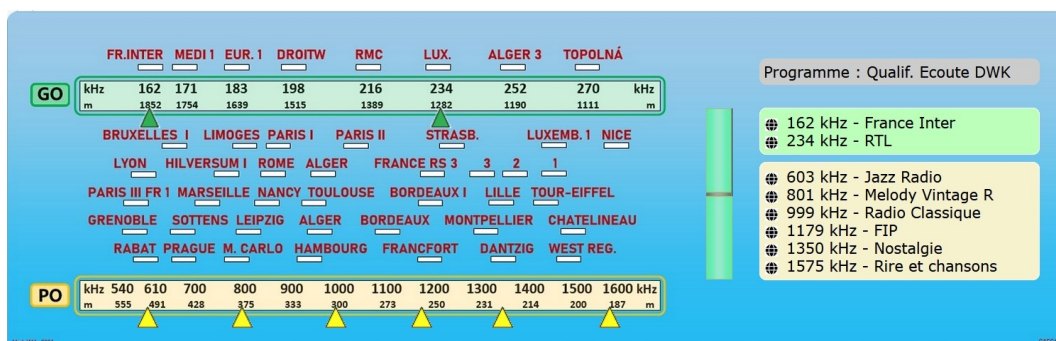


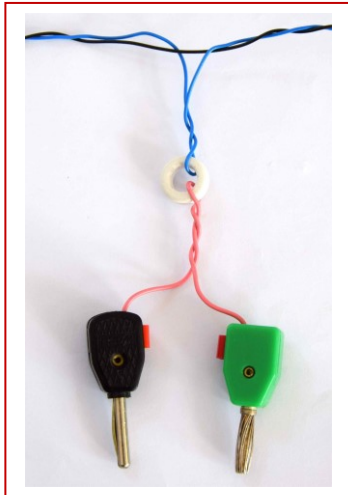
Figure 25 : configuration du ModulAM avec 8 fréquences aux programmes et genres très différents.



ModulAM : modulateur AM 8 fréquences Synthèse des mesures et tests de qualification

DWK-v1.0

La sortie du modulateur OUT RF PO+GO (J15) est raccordée à un fil torsadé d'une longueur de 10 mètres et terminé par une charge résistive de 220 Ω .



Un tore ferrite est inséré dans l'un des fils de la torsade, à environ 50 cm de l'extrémité situé côté charge de 220 Ω . Le fil forme une seule spire autour de ce tore.

Un autre fil d'une dizaine de centimètre et formant une autre et seule spire autour de ce tore, est relié via deux fiches bananes aux entrées Antenne et Terre du récepteur de test Philips BF321A.

Figure 26 : couplage du récepteur via le tore ferrite retenu pour la série.

Réf cliché : 112-ModulAM – Couplage via tore_1.



Figure 27 : récepteur utilisé pour les tests d'écoute : Philips BF321A.

Réf cliché : 113-ModulAM – Récepteur BF321A_1.

Le balayage des bandes GO et PO n'a pas montré de fréquences indésirables gênantes.

L'écoute est très confortable et le niveau de bruit non audible, pour un niveau sonore standard.

La comparaison niveau et qualité a été ensuite effectuée avec des « vraies » stations de radiodiffusion captées via une antenne filaire extérieure.

Dans la région de Bordeaux où ont été effectués ces tests, on capte aisément, en soirée, de très nombreuses stations espagnoles en PO, avec un très bon confort d'écoute.

À l'aide d'un coupleur RF, le récepteur Philips BF321A a été alimenté à la fois par une antenne filaire extérieure et par la sortie du ModulAM couplée via le tore ferrite. Le résultat montre évidemment un confort parfait sur les huit stations diffusées par le ModulAM, mais ne nuit pas à la réception des stations hertziennes.



ModulAM : modulateur AM 8 fréquences

Synthèse des mesures et tests de qualification

DWK-v1.0

On constate que le taux de modulation est quasiment identique, que l'on écoute une station hertzienne ou une station diffusée par le modulateur.

La qualité et la clarté de la modulation sont nettement en faveur du ModulAM, les stations hertziennes captées étant affectées d'une modulation ultra compressée favorisant des distorsions importantes, donc très audibles » car les circuits de détection des récepteurs anciens sont peu adaptés à un tel taux constant de « surmodulation ».

Pour le néophyte comme pour le passionné, la démonstration sonore du ModulAM sur un récepteur TSF est vraiment surprenante. Retrouver France Inter, Europe1, RMC, RTL, sur le cadran des GO aux endroits où ces stations étaient reçues il y a encore quelques années, est assez magique et plus encore lorsqu'on mixe les huit stations modulées par le système avec des programmes reçus directement par voie hertzienne, si on a la chance de pouvoir encore en capter !

VII – CONCLUSION

Le prototype du ModulAM soumis à cette session de tests (v1.2) a permis d'atteindre voire de dépasser les objectifs fixés par l'équipe en charge du développement matériel.

Cette version, avant publication libre du schéma et du design du circuit imprimé sur le site internet du ModulAM, va d'abord bénéficier de quelques améliorations au niveau de la sérigraphie et de modifications mineures de l'étage d'entrée AF.

Le design qui sera mis à disposition des amateurs portera le numéro de version matérielle v1.2.1.

Fin de la session des mesures et tests.

Résumé des caractéristiques techniques essentielles mesurées sur le ModulAM v1.2.

Niveau moyen des sorties RF, après couplage sur tore type TN14/9/5 - 3E25

J15 : sortie RF GO+PO / Porteuses GO.....	-47 dBm (1 mV)
Porteuses PO.....	-39 dBm (2,51 mV)
J10 : sortie RF GO.....	-53 dBm (0,5 mV)
J11 : sortie RF PO.....	-48 dBm (0,9 mV)

Niveau moyen de la sortie RF GO+PO auxiliaire, couplage capacitif

J16 : sortie RF AUX GO+PO.....	-30 dBm (2,24 mV)
--------------------------------	-------------------

Linéarité du filtre RF de la sortie GO dans la bande 153 kHz à 280 kHz..... +0,5 / -0,5 dB

Linéarité du filtre RF de la sortie PO dans la bande 540 kHz à 1 700 kHz..... +0,5 / -1 dB

Entrée AF EXT (J12)

Sensibilité d'entrée (F=800 Hz @ Taux de modulation 50 %)..... -21,5 dBu (65 mV)

Linéarité du taux de modulation (plage 10 % à 70%)..... +0,2 / - 0,5 dB

Courbe de réponse à -3 dB..... 80 Hz à 3 500 Hz

Courbe de réponse à -6 dB..... 50 Hz à 5 000 Hz

Distorsion par harmoniques (THD) F=800 Hz @ Taux de modulation 50 %)..... 0,33 %

Distorsion par harmoniques (THD) F=800 Hz @ Taux de modulation 77 %)..... 0,63 %

Rapport signal à bruit suivant procédure SINAD F=800 Hz Taux de modulation 50 %)..... 50 dB

Rapport signal à bruit suivant procédure SINAD F=800 Hz Taux de modulation 70 %)..... 52,3 dB

Fin du document – 2024-12 – Rédaction : DWK