



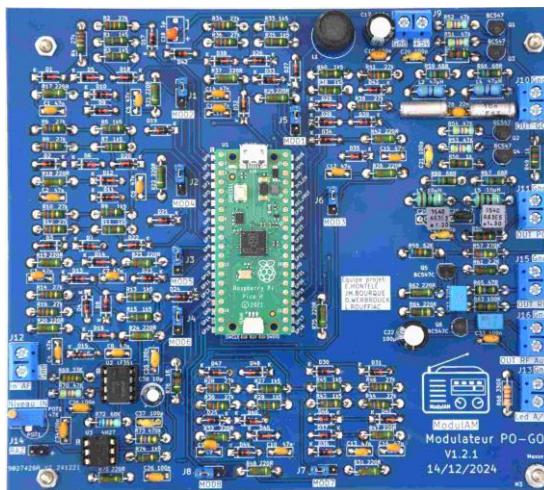
ModulAM

Modulateur AM 8 fréquences

Version diffusion TD-HF
& Telediffusione Italia

Cahier des charges

Document évolutif



v1.1 – 2026-01

Cette étude est un projet [Rétrotechnique](#)



Nota relativ à l'ensemble de ce document :

Ce document est diffusé librement à l'attention des amateurs pour un usage personnel et désintéressé.
Toute reproduction de son contenu, partielle ou totale, au sein d'une publication sous forme papier ou dématérialisée, toute transmission via un réseau social, blog et assimilé, est soumise à une autorisation écrite préalable des auteurs.

Le cas échéant, cette demande doit être effectuée à cette adresse : sigalements@retrotechnique.org.



I – DE QUOI S'AGIT-IL ?

Le projet consiste à étudier la faisabilité puis, en cas de validation, à développer une version du **ModulAM** capable d'alimenter des récepteurs spéciaux (ou standards compatibles), conçus pour recevoir la Télédiffusion HF, pour la Suisse et la Filodiffusionne, pour l'Italie.

Ces modes de transmission ayant été totalement abandonnés depuis quelques décennies, ces récepteurs sont aujourd'hui devenus muets.

Cette ambition constitue un des cœurs de l'activité de l'association Rétrotechnique : créer des services et des équipements destinés à réanimer des équipements techniques anciens.

L'équipe a donc décidé de relever le défi en imaginant une version ou une option du modulateur 8 fréquences **ModulAM** susceptible de répondre aux spécifications des systèmes suisse et italien.

→ Le ModulAM standard

Le modulateur 8 fréquences **ModulAM** standard permet de disposer d'un signal HF AM composé de huit porteuses modulées réparties sur les bandes GO et PO de radiodiffusion, suivant le plan de fréquences suivant :

Grandes Ondes : 153 kHz à 279 kHz (pas de 9 kHz)

Petites Ondes Europe : 531 kHz à 1 602 kHz (pas de 9 kHz)

Petites Ondes étendues Canada et USA : 540 kHz à 1 700 kHz (pas de 10 kHz).

→ Histoire de la télédiffusion TD-HF en Suisse

Pour mieux assimiler l'objectif recherché dans ce projet, il est préférable de connaître l'histoire et les principes développés par les ingénieurs de l'époque, lors de la mise en œuvre de la télédiffusion TD-HF.

Rétrotechnique a rédigé et édité un article sur ce thème, consultable librement ici :

[Télédiffusion TD-HF : histoire et principe](#)



II – CAHIER DES CHARGES POUR LE ModulAM

À partir de l'ensemble de la documentation technique rassemblée sur le sujet, l'équipe Rétrotechnique a réalisé une étude de faisabilité pour savoir si le **ModulAM** pourrait être adapté au mode de transmission et aux fréquences de la TD-HF et de la Fiodiffusionne Italia.

La réponse fut positive !



Et peut-être même très positive, dans la mesure où, en l'état actuel de l'initiation de l'étude, il semblerait qu'aucune modification du matériel ne soit nécessaire, sauf peut-être la valeur de quelques condensateurs équipant le filtre passe bas du modulateur.

Cette bonne nouvelle sera véritablement confirmée – ou pas – lorsque les premières mesures permettront de valider les performances de cette version.

Passons en revue tous les points nécessitant une modification / adaptation du **ModulAM** permettant d'atteindre l'objectif fixé.

→ Les fréquences

Actuellement la bande des fréquences GO est définie pour une plage allant de 153 kHz à 279 kHz.

Le besoin :

- Élargir la plage jusqu'à 340 kHz pour le mode suisse et 343 kHz pour le mode italien,
 - Les fréquences des canaux étant parfaitement définies, il est donc inutile de proposer la programmation à l'utilisateur. Il suffit de définir un plan fixe des six fréquences pour chacun des deux pays,
 - Le **ModulAM** autorisant la diffusion sur huit fréquences simultanées, les six premières seront affectées à la TD-HF et les deux dernières seront programmables (si l'utilisateur le souhaite) sur la bande PO, suivant le plan de Copenhague, au pas de 9 kHz en suivant la méthodologie de l'équipement standard.

Les actions à mener :

- La modification de la borne supérieure des GO à 340 ou 343 kHz nécessite le changement d'un paramètre au sein du logiciel embarqué dans le processeur du Raspberry pi pico,
 - Sur le plan matériel, le gabarit du filtre LC de la section des GO doit permettre le passage de la fréquence la plus haute (343 kHz) sans affaiblissement notable.

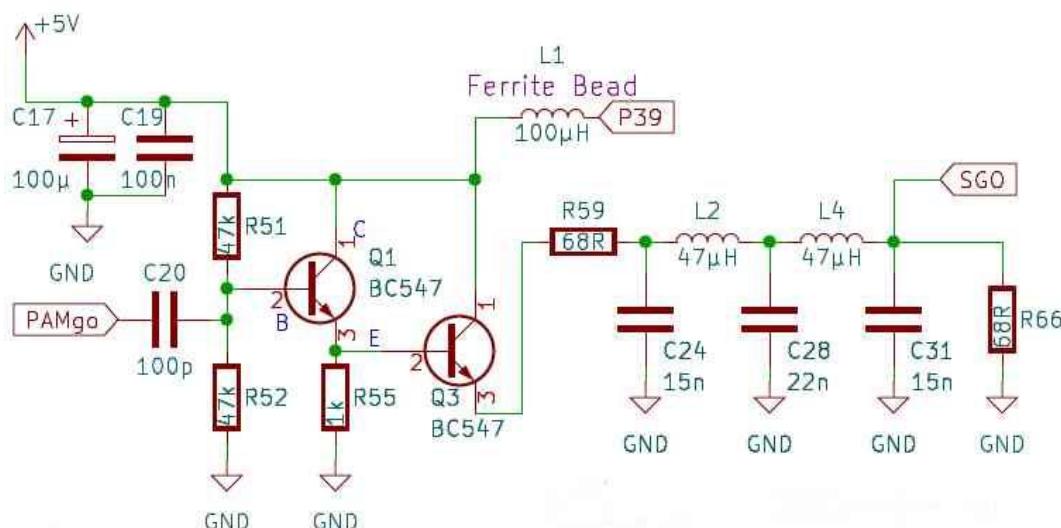


Figure 1 : le schéma de l'amplificateur et du filtre passe bas (C24, L2, C28, L4, C31) de la section des grandes ondes du ModulAM.



En jaune, le gabarit de la bande GO du ModulAM standard

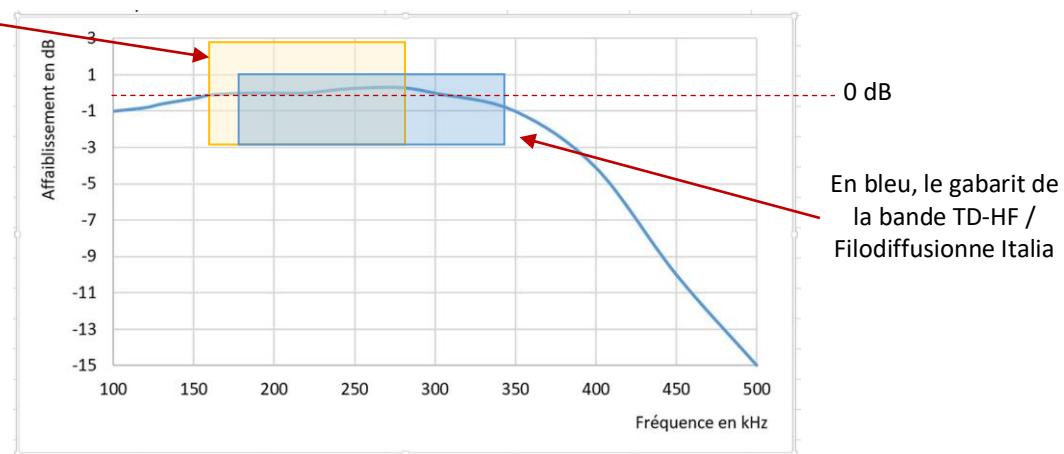


Figure 2 : courbe de réponse du filtre GO du **ModulAM**.

On observe sur le graphe de la figure 2 que l'affaiblissement du filtrage à la fréquence la plus haute à transmettre (343 kHz) est d'environ 0,5 dB, ce qui est négligeable et tout à fait conforme aux tolérances des caractéristiques de fonctionnement du **ModulAM**.

Conclusion : aucune modification de la valeur des composants du filtre HF n'est à prévoir.

→ La courbe de réponse audio

Le circuit de modulation de la porteuse du **ModulAM** standard dispose d'un filtre en amont, pour chacun des huit canaux (figure 3 ci-après).

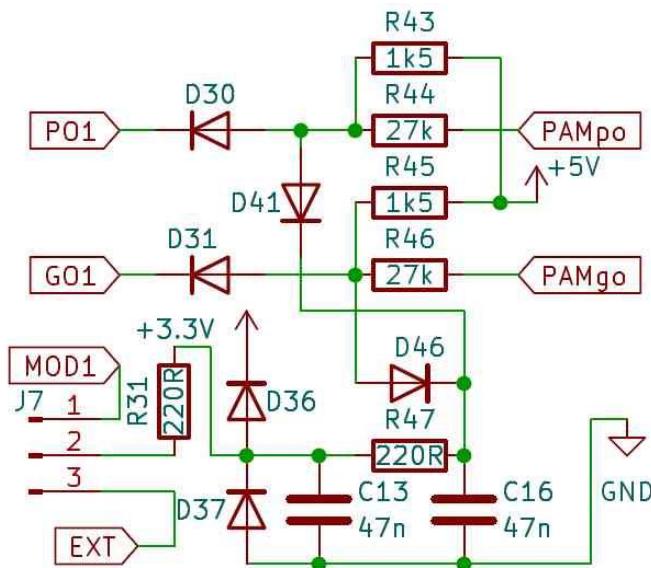


Figure 3 : schéma d'un des huit modulateurs du **ModulAM**.

Le signal de modulation entrant (MOD1 ou EXT) est filtré par la cellule C13 / R47 / C16 afin de limiter la bande passante à la valeur théorique de 5,8 kHz (pour un affaiblissement de 3 dB) et ainsi protéger les canaux adjacents.



Une simulation (calcul) montre que pour obtenir une bande passante d'environ 10 kHz, les valeurs de C13 et C16 devraient être fixées à 27 nF, au lieu de 47 nF.

Les essais et mesures à venir montreront si ces modifications ne risquent pas de créer des interférences sur les canaux adjacents, dans la version standard.

Dans le cas contraire, il faudra définir un compromis satisfaisant afin de ne pénaliser ni la qualité HF en fonctionnement standard (GO et PO au pas de 9 kHz), ni la qualité BF dans le mode TD-HF.

→ La stéréophonie

Pour les récepteurs bénéficiant de cette option (mode Filodiffusionne Italia), un développement logiciel particulier sera à effectuer au sein du logiciel de l'OPZ, afin de traiter le flux de la modulation du programme qui sera affectée à cette diffusion stéréo (canaux IV et VI) :

- Traitement indépendant des voies G et D du flux digital issu du web,
- Génération d'un signal G+D et affectation au modulateur du canal IV,
- Génération d'un signal G-D et affectation au modulateur du canal VI.

→ L'ergonomie de l'IHM

- De nouveaux cadrants de l'IHM devront être dessinés avec la section GO totalement revue, afin de représenter les six canaux numérotés de I à VI, les fréquences correspondantes ainsi que les longueurs d'onde attenantes.

Prévoir un cadran en version de fréquences croissantes et un cadran en version de fréquences décroissantes. Pour chacun d'entre eux, déclinaison des trois états d'exploitation : Arrêt, Diffusion Stop, Diffusion en cours.

Exemple du cadran, en cours de validation, pour la version TD-HF suisse.

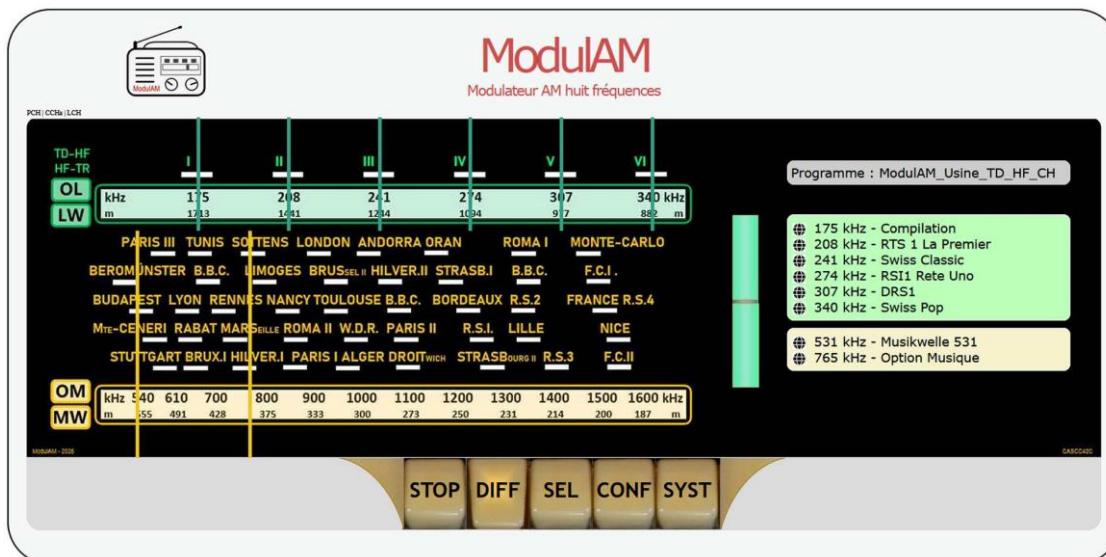


Figure 4 : cadran TD-HF suisse, fréquences croissantes.
Les six canaux TD-HF notés de I à VI + deux canaux en PO programmables au gré de l'utilisateur.



- Trouver une méthodologie de commande et d'affichage pour la validation ou non de la stéréo des canaux IV et VI dans la version du mode Filodiffusionne Italia,
 - Tous les textes de paramétrage et d'exploitation doivent être traduits en allemand et en italien, dans la mesure où ces versions peuvent intéresser cette population d'amateurs.
- Le logiciel du **ModulAM** dispose de l'architecture nécessaire (fichiers dédiés), puisqu'il intègre déjà quatre langues dans la version standard (français, anglais, néerlandais et espagnol).
- Il est simplement nécessaire de traduire et de faire valider par une personne dont c'est la langue maternelle.

➔ **Aspect livraison**

Définir sous quelle forme sera proposée cette version du **ModulAM**, sachant que même si l'étude démontre qu'aucune modification matérielle n'est nécessaire, la mise à jour vers la version TD-HF / Filodiffusionne Italia ne pourra pas s'effectuer en un seul clic, comme les mises à jour antérieures.

En effet, en plus de la mise à jour du logiciel de l'OPZ (en un clic), il sera nécessaire aussi de mettre à jour le logiciel du processeur RPI, qui nécessite une intervention physique sur ce composant.

Cette manipulation reste toutefois très simple (similaire au téléchargement d'un fichier dans une clé USB).

Ce qui signifie que :

- Soit il faut vraiment dissocier le **ModulAM** standard du **ModulAM** version TD-HF / Filodiffusionne dans la gestion des équipements,
- Soit, si l'on souhaite au final ne considérer qu'une seule version d'équipement et de logiciels, il faut « obliger » les possesseurs d'un **ModulAM** standard à effectuer aussi une mise à jour du processeur RPI.

➔ **Aspect documentaire**

Un complément à la documentation actuelle du **ModulAM** standard devra être publié si l'on considère deux versions d'équipements.

Sinon, c'est la documentation actuelle qui sera mise à jour avec une édition révisée et intégrant la version TD-HF / Filodiffusionne.

Retrouvez et suivez toute l'actualité et les derniers
développements du **ModulAM** sur le [site internet](#) du
projet : <https://modulam.retrotechnique.org/>

V1.0 : draft pour relecture et validation
V1.1 : version définitive publiée le 30/01/2026

Crédit photos et illustrations
Figures 1 et 3 : LR
Figures 2 et 4 : DWK

Fin du document