



MiniTx PO-GO

Emetteur / Transmetteur

**Mini émetteur / transmetteur
PO & GO
pour récepteur radio ancien**

MiniTx PO-GO

Dossier d'étude



V1.1 - 2025-03/06

<https://minitx.retrotechnique.org/>



MiniTx PO-GO

Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens
Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Le MiniTx est un projet Rétrotechnique

I – Objectif

Étudier, prototyper et proposer tous les documents pour la réalisation d'un mini émetteur / transmetteur PO-pour redonner de la voix aux récepteurs anciens, plus particulièrement à l'attention de l'amateur débutant. Il s'agit d'un projet simple à réaliser, économique, mariant anciennes et nouvelles technologies, dans le but de susciter l'intérêt d'un large public.

Aucun logiciel, aucun besoin d'instruments de mesure, aucune mise au point ni réglage ne sont requis, sinon de syntoniser les fréquences d'émission suivant le désir de l'amateur.

Cahier des charges de l'exploitation du mini émetteur / transmetteur MiniTx PO-GO

Un petit circuit autonome (alimentation secteur intégrée suivant niveau de câblage) que l'on pose à proximité d'un poste TSF de salon, que l'on peut intégrer dans un boîtier externe ou dans le récepteur radio ou dans un cadre à poser sur le récepteur, par exemple.

On raccorde les fils Antenne et Terre sur le récepteur,

On prend son Smartphone, on ouvre une appli radio (RTL par exemple), ou un site de streaming, ou un fichier mp3, etc.

On associe le boîtier et le Smartphone (automatique côté boîtier, pas de manipulation, pas de bouton),

On cale son récepteur TSF en réception sur GO, on déplace l'aiguille du cadran sur « Luxembourg »,

Sur le boîtier, on ajuste la fréquence GO à l'aide du potentiomètre multi tour jusqu'à entendre la modulation de RTL sur la fréquence calée sur le récepteur,

On peut doubler simultanément sur une seconde fréquence en PO, si le confort d'écoute est jugé meilleur ou si l'on écoute une station régionale diffusée antérieurement sur cette bande (ex- France Bleu, par exemple).

Définition des fonctionnalités

Génération RF :

- Émission en GO : fréquence ajustable sur toute la bande via un potentiomètre multi tours,
- Émission en PO : fréquence ajustable sur toute la bande via un potentiomètre multi tours.

Cavaliers de validation : GO seulement, PO seulement, GO+PO simultanées.

Sources de modulation :

- Récepteur modem Bluetooth intégré ; à partir d'un Smartphone, diffusion possible de n'importe quelle source audio (programme radio ou fichier audio),
- Entrée audio analogique externe via un bornier dédié.

Un cavalier de commutation sélectionne la source de modulation : Bluetooth ou Audio externe.

Le montage disposera de deux sorties :

- 1 sortie RF totalement isolée sur transformateur pour attaquer n'importe quel récepteur (idem [ModulAM](#)),
- 1 sortie RF capacitive pour attaquer un fil d'antenne de proximité, ou un petit ampli RF.

Le montage pourra se décliner en plusieurs versions (mais avec un PCB unique) suivant la destination :

- À intégrer en boîtier, pour une utilisation universelle,
- À intégrer dans un récepteur TSF,
- À intégrer dans un cadre ancien, posé sur le récepteur.



MiniTx PO-GO

Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens

Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Toujours avec un seul PCB, trois niveaux de câblage seront proposés en fonction du type d'alimentation disponible :

- Niveau 1 : à partir d'une tension stable de 12 VDC,
- Niveau 2 : à partir d'un bloc d'alimentation délivrant une tension redressée de 15 à 30 VDC (récupération d'anciens blocs compacts d'autres équipements devenus obsolètes),
- Niveau 3 : à partir d'une tension secteur 230 VAC.

L'idée est de proposer un montage sous la forme d'un circuit imprimé et d'une nomenclature de composants traversant, suivant le même principe que le [ModulAM](#), avec :

- Une assistance au montage via [adamo](#),
- Les fichiers Gerber de fabrication du PCB,
- Une notice générale de montage et d'instructions.

Tous les composants proposés sont encore d'un usage courant et disponibles chez de nombreux distributeurs.

Objectif du prix de revient : estimé entre 15 et 25 € en fonction du niveau d'équipement.

II – Principe de fonctionnement

On utilise ici quelques astuces en dérivant l'usage originel de certains composants.

La génération des porteuses PO et GO

Le premier circuit CD4049 (IC1) comporte 6 inverseurs logiques.

Le principe consiste à effectuer une boucle avec 3 inverseurs, donc obliger le système à se « mordre la queue » ; comme cette boucle comporte un nombre impair d'inverseurs, le système va osciller à la fréquence maximum que la technologie de ce circuit permet, soit quelques mégahertz.

Mais en ralentissant la vitesse de propagation du bouclage par une cellule RC, on peut, dans une certaine mesure, contrôler la fréquence d'oscillation du système.

C'est ce qui est fait dans la boucle des 3 premiers inverseurs de IC1 : en choisissant judicieusement les valeurs de R et de C et en intégrant un élément variable via un potentiomètre multi tour, on peut donc ajuster l'oscillation sur une plage de fréquence qui couvre au minimum la bande des GO de 150 kHz à environ 300 kHz (bande normalisée en Europe : 153 kHz à 279 kHz).

Avec les 3 autres inverseurs de IC1 on procède de la même façon, mais avec une cellule RC adaptée pour obtenir une plage de fréquences dans les PO, couvrant de 500 kHz à environ 1,7 MHz (bande normalisée en Europe : 531 kHz à 1 602 kHz).

À ce stade on dispose alors de deux signaux de formes logiques sur des plages de fréquences suffisamment larges pour permettre de faire chanter le récepteur sur les PO et/ou les GO.

La source de modulation

Il a été testé et retenu un petit récepteur Bluetooth dont les performances sont excellentes, pour un prix modique (moins de 2 €). Ce module, alimenté en 5 V, intègre l'antenne sous forme imprimée sur le PCB ainsi qu'une sortie audio stéréo analogique.

L'association est automatique avec un Smartphone ou un autre type de terminal équipé, une led indiquant lorsque les équipements sont couplés.



MiniTx PO-GO

Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens

Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Les sorties audio G et D du module Bluetooth sont ensuite additionnées pour obtenir un signal audio monophonique, puis amplifiées via le circuit TL071 (IC3) afin d'obtenir un niveau suffisant pour attaquer le modulateur de l'amplificateur RF.

L'amplificateur RF

C'est le rôle du second circuit CD4049 (IC2) qui va mettre en forme le signal issu de chaque oscillateur, via un premier inverseur, puis ensuite amplifier ce signal pour obtenir une puissance suffisante en sortie, grâce à la mise en parallèle de deux cellules d'inverseurs.

Les 6 inverseurs sont utilisés à cette tâche (3 pour les PO et 3 pour les GO).

Le modulateur

À la sortie de chaque amplificateur on obtient donc une porteuse non modulée à la fréquence souhaitée pour chacune des bandes.

Pour moduler chaque porteuse en AM avec le signal issu de la sortie du TL071 (IC3), on utilise à nouveau une astuce en détournant le fonctionnement de IC2. Sur ce genre de circuit (technologie CMOS) le niveau du signal en sortie d'un inverseur est strictement proportionnel à la valeur de la tension d'alimentation, dans la plage standard de fonctionnement, soit entre 5 V et 15V.

Cela signifie que si la tension d'alimentation varie au rythme de la modulation, le signal en sortie de l'inverseur (porteuse RF) est modulé à ce même rythme. On obtient alors une modulation de l'amplitude du signal RF.

On s'aperçoit aux mesures que la linéarité est excellente !

Le transistor 2N1711 (ou équivalent) s'occupe de gérer cette variation de la tension d'alimentation, piloté par la sortie de IC1.

Au repos (sans modulation) la polarisation du transistor est calculée pour que la tension d'alimentation soit égale à environ 6 V (la moitié de la tension d'alimentation du système). La sortie RF est donc d'environ 6 Vcc.

Avec un signal de modulation, le transistor conduit jusqu'à un état proche de la saturation, alimentant ainsi IC2 avec une tension proche de 12 V, dans les pointes de modulation.

Le filtrage RF

Les deux signaux RF (PO et GO) sont additionnés et le signal résultant attaque un filtre d'ordre 5 dont le point d'inflexion de la fréquence de coupure est fixé aux alentours de 1,5 MHz. La rejection au-delà de 3 MHz est supérieure à 35 dB.

En sortie du filtre le signal est RF est disponible soit via une liaison capacitive destinée à raccorder une antenne (fil de quelques mètres) pour un rayonnement de proximité, soit via un transformateur assurant la symétrie et l'isolement galvanique du signal.

Cette sortie est particulièrement destinée à l'entrée d'un récepteur (A et T) sans risque de désordre électrique. L'impédance de sortie est de l'ordre d'une centaine d'ohms, ce qui permet le raccordement de n'importe quel type de récepteur TSF ou même de plusieurs récepteurs.

Choix des composants

Les composants actifs et passifs sont standards et disponibles auprès de la plupart des distributeurs.



MiniTx PO-GO

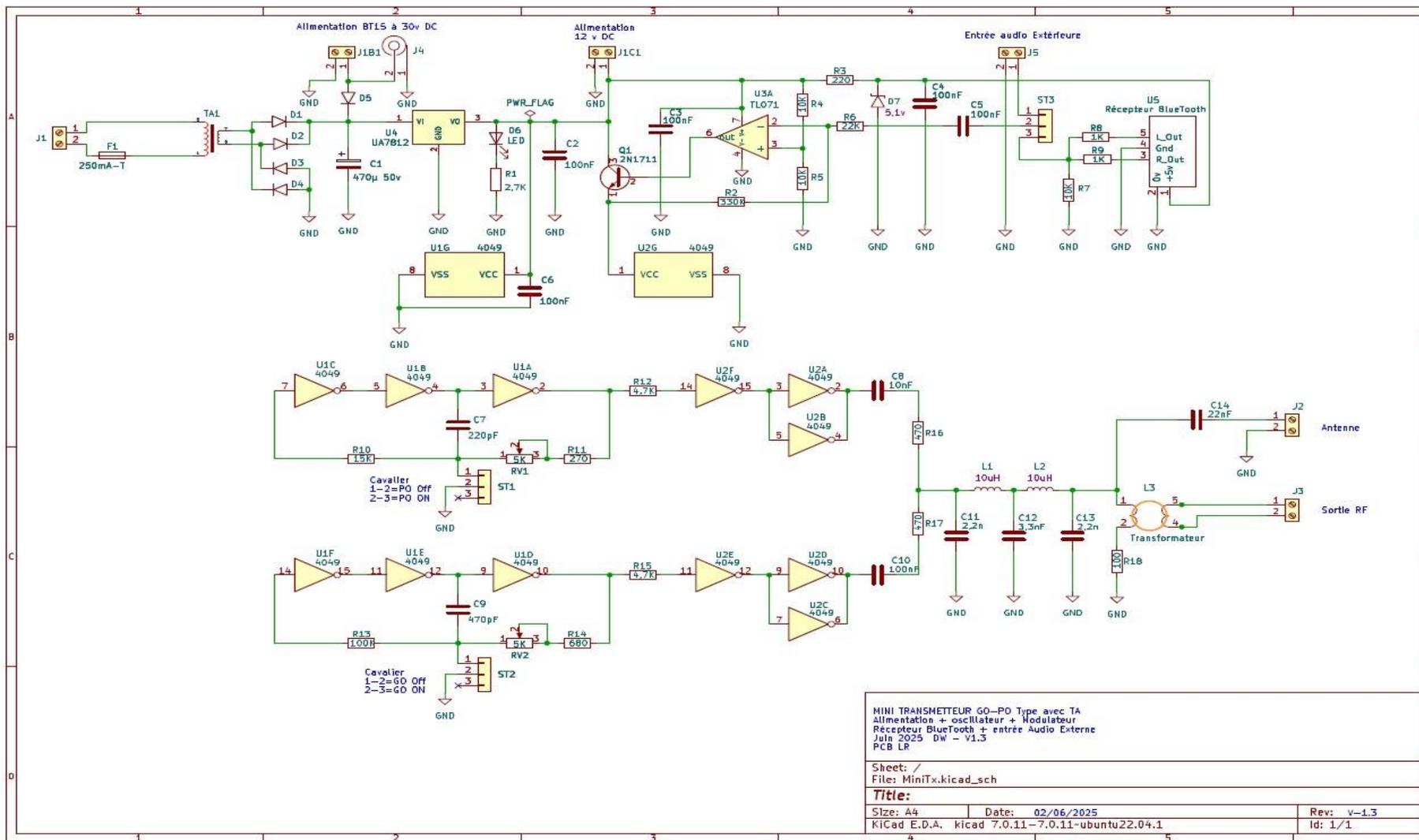
Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens

Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 - v1.1

III - Schéma électronique

Ci-après le schéma définitif retenu (mis à jour avec le prototype v1.3).





MiniTx PO-GO

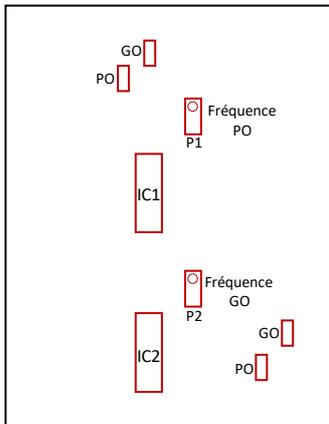
Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens
Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

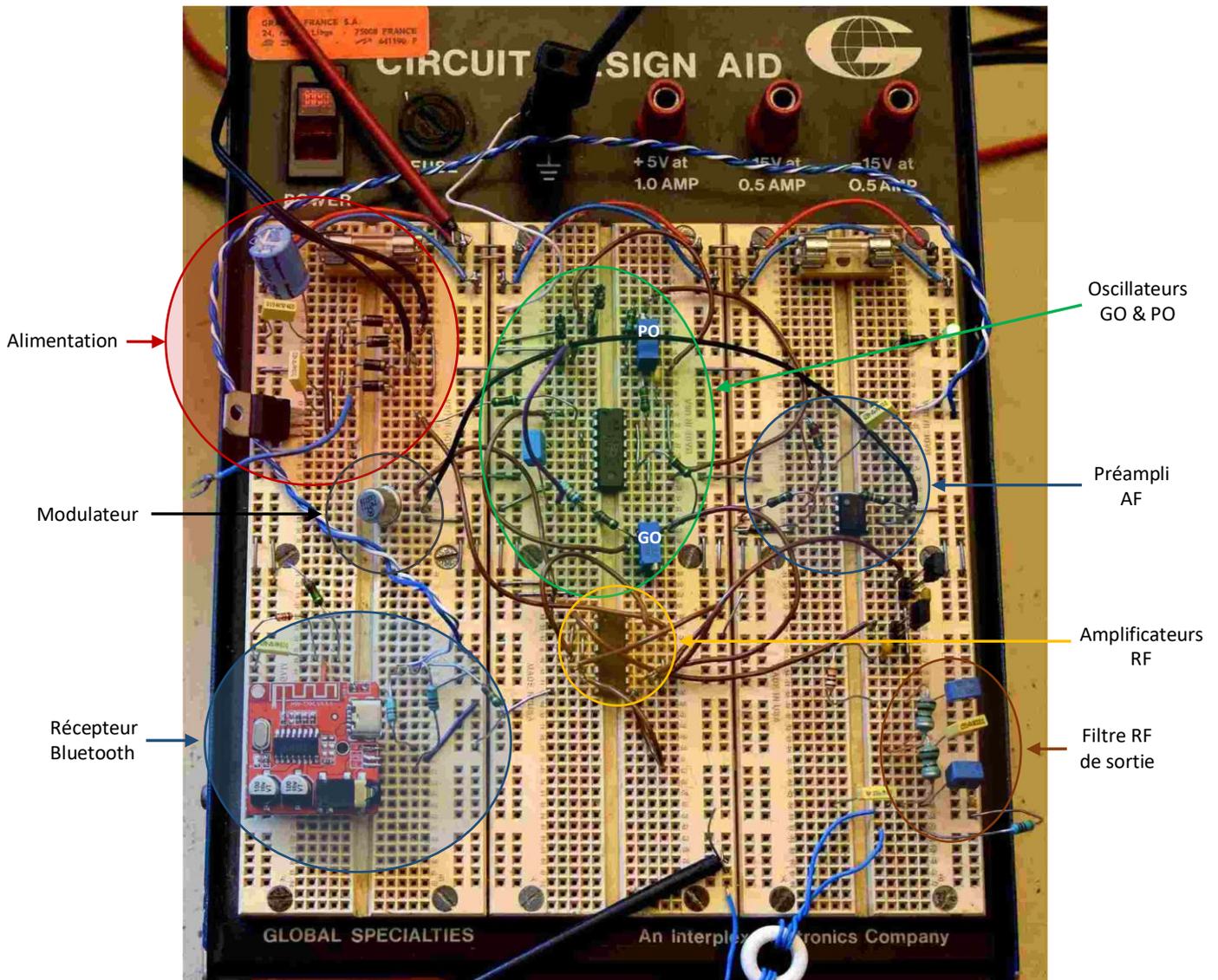
IV – Maquette / Prototype 1

Ce chapitre synthétise le suivi de l'étude, d'un prototypage et des tests de performances.

Un premier prototype a été réalisé sur une platine d'essai, à l'aide de composants disponibles au labo.



Repérage des réglages et cavaliers de mise au point



Maquette / prototype 1 réalisé sur une platine d'essai.



MiniTx PO-GO

Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens

Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Différentes mesures et mises au point ont été effectuées sur cette maquette afin de valider l'objectif recherché en matière de caractéristiques et de performances.

V – Nomenclature

Le tableau ci-après propose la nomenclature des composants, en fonction du niveau d'équipement souhaité.

Nota : cette nomenclature a été mise à jour avec la dernière version du montage (prototype v1.3 à venir, représentatif du montage définitif).

Repère schéma	Désignation	Valeur	Niveau d'équipement		
			1	2	3
	RT-MiniTx GO-PO	v1.0	X	X	X
TA1	Transformateur 3,6 VA - 230 V/18 V	387.18-1			X
PF1	Porte fusible PCB 5x20	CFH02			X
F1	Fusible cartouche 5x20 temporisé	250 mA			X
D1 à D4	Diode redressement	1N4002			X
D5	Diode redressement	1N4002		X	
D6	Diode Zener 5,1 V - 0,5W	BZX55C5V1	X	X	X
J1	Bornier à vis	2 Br			X
J1B	Bornier à vis	2 Br		X	
J1C	Embase alim BT	2 Br		X	
J1D	Bornier à vis	2 Br	X		
J2 à J4	Bornier à vis	2 Br	X	X	X
LED1	Led verte 3 mm	MP008272	X	X	X
MOD-BT-1	Module Bluetooth	RxBT5.0MP3	X	X	X
R1	Résistance - 0,25W - 5%	2,7 kΩ	X	X	X
R2	Résistance - 0,25W - 5%	330 kΩ	X	X	X
R3	Résistance - 0,25W - 5%	220 Ω	X	X	X
R4, R5, R7	Résistance - 0,25W - 5%	10 kΩ	X	X	X
R6	Résistance - 0,25W - 5%	22 kΩ	X	X	X
R8, R9	Résistance - 0,25W - 5%	1 kΩ	X	X	X
R10	Résistance - 0,25W - 5%	15 kΩ	X	X	X
R11	Résistance - 0,25W - 5%	270 Ω	X	X	X
R12, R15	Résistance - 0,25W - 5%	4,7 kΩ	X	X	X
R13	Résistance - 0,25W - 5%	100 kΩ	X	X	X
R14	Résistance - 0,25W - 5%	680 Ω	X	X	X
R16, R17	Résistance - 0,25W - 5%	470 Ω	X	X	X
R18	Résistance - 0,25W - 5%	100 Ω	X	X	X
L1, L2	Inductance	10 μH	X	X	X
L3	Inductance	SP1	X	X	X
C1	Condensateur chimique	470 μF 35 V		X	X
C2 à C6, C10	Condensateur céramique	100 nF	X	X	X
C7	Condensateur mica	220 pF	X	X	X
C8	Condensateur céramique	10 nF	X	X	X
C9	Condensateur mica	470 pF	X	X	X
C11, C13	Condensateur céramique	2,2 nF	X	X	X
C12	Condensateur céramique	3,3 nF	X	X	X
C14	Condensateur céramique	22 nF	X	X	X
P1, P2	Potentiomètre multi tour	5 kΩ	X	X	X
SUP-IC1, IC2	Support CI DIL 16 broches	16 br	X	X	X
SUP-IC3	Support CI DIL 8 broches	8 br	X	X	X
IC1, IC2	Six inverseurs CMOS	CD4049	X	X	X
IC3	Ampli Opérationnel	TL071	X	X	X
IC4	Régulateur positif 12 V	L7812		X	X
T1	Transistor NPN	2N1711	X	X	X
ST1 à ST3	Connecteur	3 br Mâle	X	X	X
CAV1 à CAV3	Cavalier Dupont	2 Br Femelle	X	X	X



MiniTx PO-GO

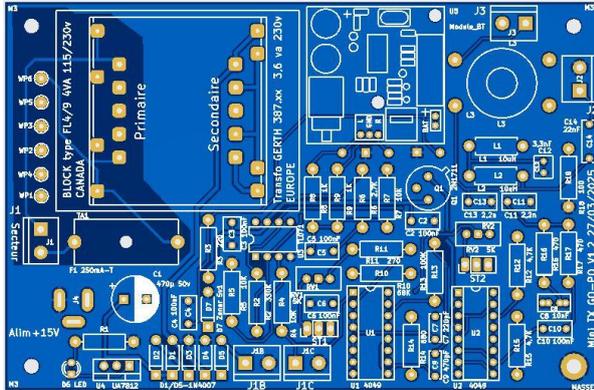
Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens

Dossier de présentation et de suivi de l'étude

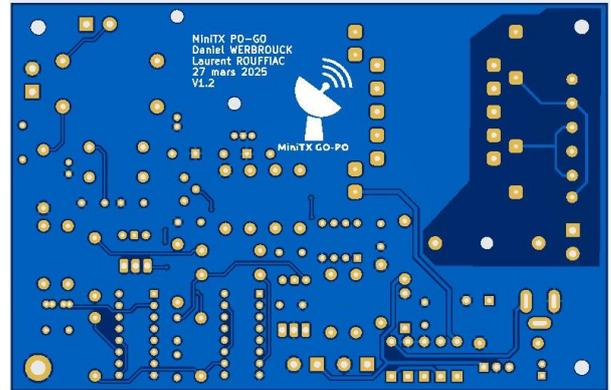
DW-2025-05 – v1.1

VI – Prototype 2

Après validation de la maquette / prototype 1, un circuit imprimé a été dessiné puis un ensemble a été câblé. Dimensions : 185 x 130 mm.

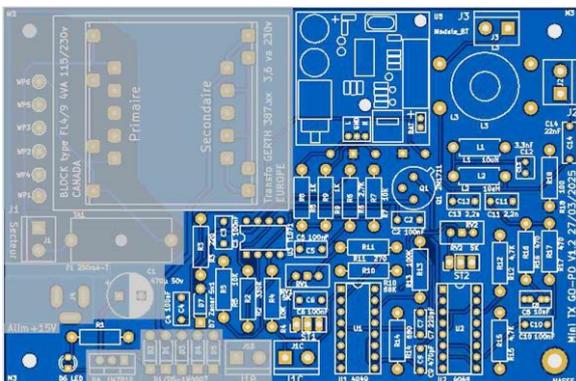


PCB côté composants

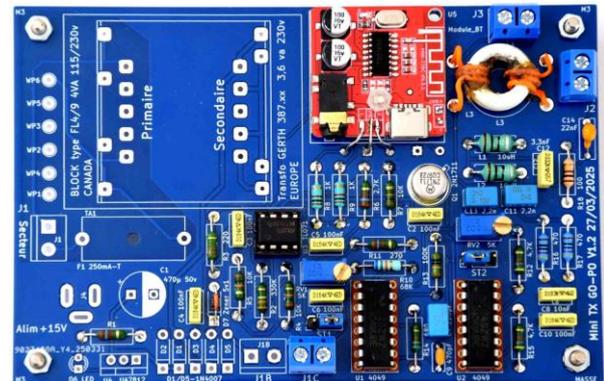


PCB côté cuivre

Le câblage a été réalisé suivant les trois niveaux prévus dans l'étude préliminaire.



Niveau 1 : alimentation par une source externe de tension stabilisée de 12 VDC



Niveau 2 : alimentation par une source externe de tension redressée de 15 à 30 VDC.

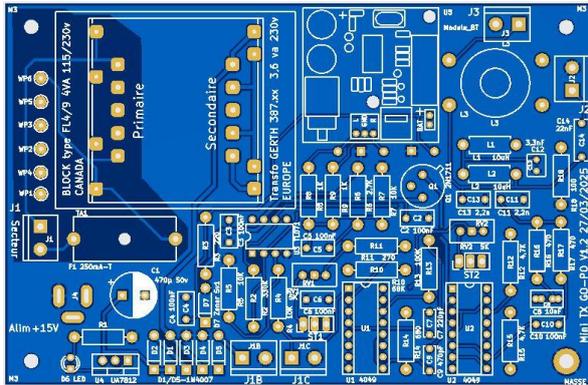


MiniTx PO-GO

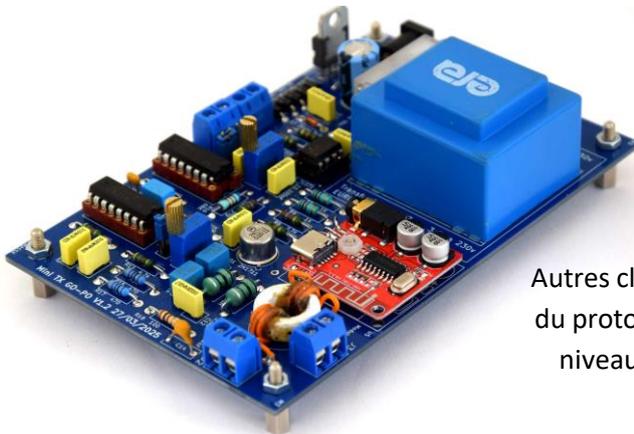
Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens

Dossier de présentation et de suivi de l'étude

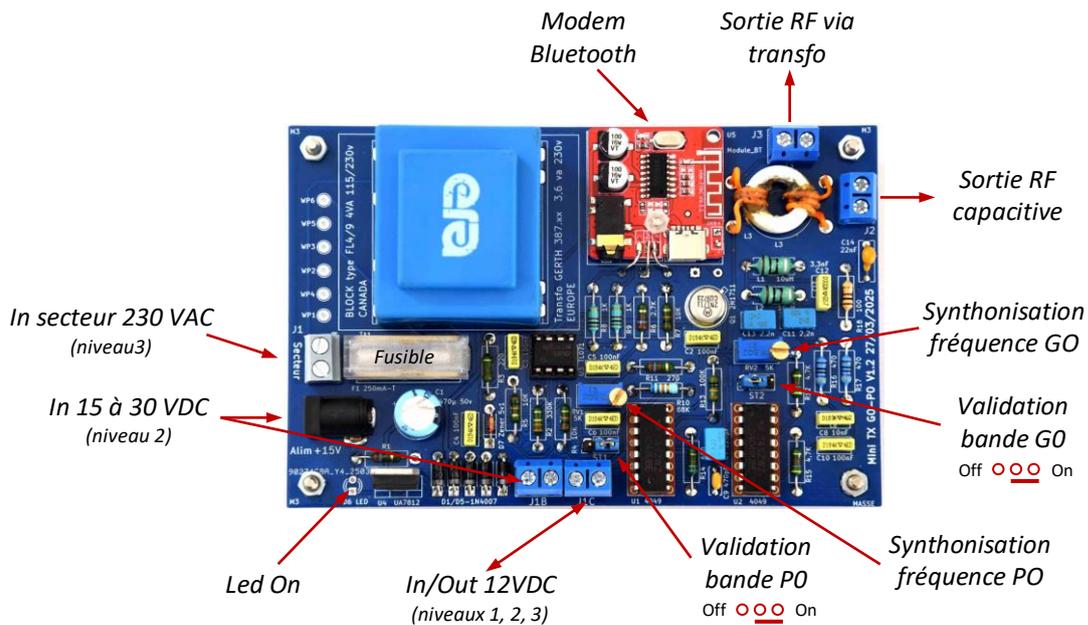
DW-2025-05 – v1.1



Niveau 3 : alimentation par le réseau secteur 230 VAC.



Autres clichés
du prototype
niveau 3.



Repérage des entrées, sorties, commandes et signalisations.



MiniTx PO-GO

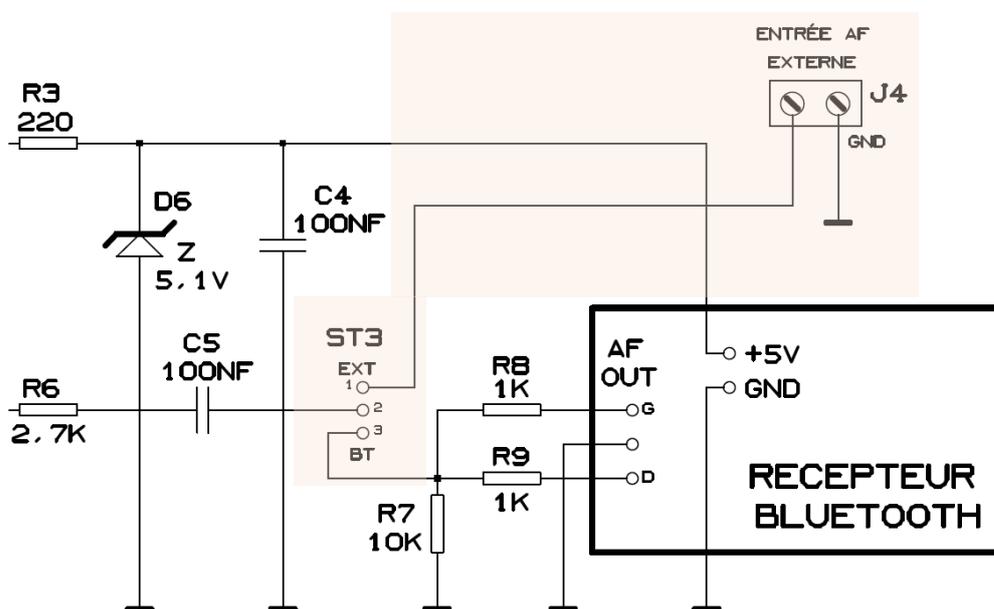
Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Une nouvelle session de mesure a été effectuée sur le prototype 2 et les performances audio de l'ensemble ont été légèrement améliorées après l'optimisation de certaines valeurs de composants.

Par ailleurs, les différentes manipulations ont démontré qu'il était dommage de ne pas bénéficier d'une entrée audio externe pour l'amateur qui souhaiterait raccorder un lecteur CD ou une source quelconque AF analogique.

Le prochain prototype (v1.3) qui sera représentatif de la version définitive bénéficiera de cette entrée audio externe, suivant le schéma ci-après.



Cette nouvelle version verra aussi une sérigraphie améliorée pour le repérage de certains composants, une implantation simplifiée du transformateur d'alimentation, maintenant que le modèle définitif a été choisi, et une double implantation pour certains condensateurs (pas de 2,54 et 5,02 mm) pour faciliter l'approvisionnement en fonction des fournisseurs.

VII – Session de mesures effectuées sur le prototype 2

Mesures du filtre RF de sortie

Point d'insertion du signal de test (fréquence porteuse non modulée) : en amont de la résistance de 470 Ω d'entrée du filtre.

Point de mesure : en aval de l'inductance de sortie de 10 μ H.

Conditions : sortie chargée par $R = 100 \Omega$.

Perte d'insertion : 1 dB @ F = 100 kHz.

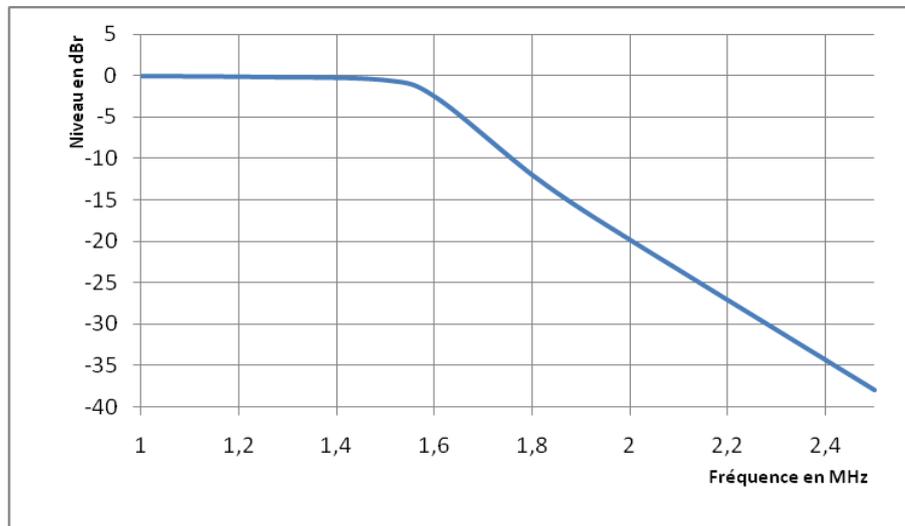


MiniTx PO-GO

Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Courbe de réponse du filtre : graphique ci-après.



Mesure des performances du MiniTx

Mesures RF et démodulées réalisées avec l'analyseur Rohde & Schwarz FMAB

Mesures AF réalisées avec l'analyseur HP 8903B

Mesures effectuées sur la sortie RF capacitive.

Section GO

Plage de syntonisation constatée de la fréquence (RV2) : 98 kHz à 400 kHz (bande officielle : 153 à 279 kHz)

Niveau RF de sortie :

Sortie chargée sur 50 Ω : 0 dBm

Sortie non chargée : 6 Vcc

Variation du niveau de sortie sur la totalité de la bande : < 0,5 dB

Modulation ($F_{RF} = 200$ kHz et $F_{AF} = 800$ Hz)

Taux 30 % : THD = 0,23 %

Taux 50 % : THD = 0,47 %

Taux de modulation pour THD de 3% : 80 %

SINAD : 45 dB pour taux de modulation de 30 %

Section PO

Plage de syntonisation constatée de la fréquence (RV1) : 280 kHz à 1 650 kHz (bande officielle : 531 à 1 602 kHz)

Niveau RF de sortie :

Sortie chargée sur 50 Ω : 0 dBm

Sortie non chargée : 6 Vcc

Variation du niveau de sortie sur la totalité de la bande : < 0,5 dB

Modulation ($F_{RF} = 1$ MHz et $F_{AF} = 800$ Hz)

Taux 30 % : THD = 0,66 %

Taux 50 % : THD = 0,47 %



MiniTx PO-GO

Mini émetteur / transmetteur PO & GO pour récepteurs anciens Dossier de présentation et de suivi de l'étude

DW-2025-05 – v1.1

Taux de modulation pour THD de 3% : 72 %
SINAD : 42 dB pour taux de modulation de 30 %

Mesure de la sensibilité AF

Injection d'un signal sinus @ 800Hz à l'entrée EXT
Sensibilité : 150 mV pour un taux de modulation de 30 %

Mesure de la consommation

Module Bluetooth seul :

Courant stabilisé (module non associé) : 9,8 mA @ 5VDC

Courant stabilisé (module associé, avec modulation) : 15 mA @5VDC

Consommation du **MiniTx** complet avec le module Bluetooth associé via un Smartphone et avec diffusion de modulation, la led témoin de marche allumée :

Tension : 11,5 VDC : 90 mA

Tension : 12 VDC : 97 mA

Tension : 12,5 VDC : 103 mA.

VIII – Conclusion provisoire

L'étude fonctionnelle est désormais clôturée.

Les fonctionnalités définies au cahier des charges ainsi que les performances mesurées sont conformes aux objectifs recherchés.

Les dernières phases de ce projet vont consister à :

- Optimiser la fabrication et en valider le principe, au travers la réalisation d'un troisième et dernier prototype (v1.3) totalement représentatif du montage proposé aux amateurs,
- Étudier le fichier d'assistance au montage / câblage pour l'outil [adamo](#),
- Rédiger la notice générale de montage et d'instructions.

L'amateur intéressé par ce projet peut en suivre l'évolution sur la page du site internet qui lui est consacrée, à cette adresse : <https://minitx.retrotechnique.org/>

Chacun peut réagir et commenter ce projet sur l'espace de discussion du forum dédié au MiniTx : <https://forum.retrotechnique.org/c/minitx/>

Rappel : toute reproduction ou citation, même partielle, de ce document est assujettie à une demande préalable d'autorisation écrite des auteurs.

Fin du document