

Clavier DTMF autonome

Comment ajouter la fonction DTMF à un microphone non équipé

Jean-Paul YONNET

F1LVT

F1LVT@yahoo.fr

www.F1LVT.com

Générer les tonalités DTMF est très simple avec le clavier DTMF présenté sur la Photo 1. Ce générateur DTMF est un module complet avec un clavier à 16 touches [1]. Nous allons voir comment on peut le faire fonctionner en parallèle avec le microphone existant sur un émetteur-récepteur.



Photo 1 : Carte « Générateur de tonalités DTMF »

Origine du montage

La transmission de tonalités DTMF est très utilisée pour les télécommandes à distance, pour le fonctionnement des transpondeurs, ou pour le pilotage de certains dispositifs. A l'origine, c'est un standard utilisé en téléphonie. Avec une seule tonalité DTMF, on peut envoyer une information de 1 à 16.

Pour les émetteurs récepteurs VHF - UHF, les microphones sont généralement connectés avec des prises RJ45, les mêmes prises que pour les réseaux Ethernet. Les émetteurs décamétriques et les TX VHF plus anciens utilisent une prise ronde à 8 broches ; il existe des adaptateurs entre ces prises et le standard RJ45 qui permet d'utiliser les 2 types de connecteur.

Il existe 3 grandes catégories de microphone pour les émetteurs-récepteurs :

- les microphones simples sans DTMF,
- les microphones qui ont un générateur DTMF intégré et un clavier à 16 touches pour piloter ce générateur,
- les microphones plus récents qui ont un clavier à 16 touches, mais qui n'ont pas le générateur DTMF intégré ; la génération des tonalités est effectuée dans le TX.

Nous allons nous intéresser aux 2 premiers types de microphone.

Les microphones à main sont soumis à des chocs, des chutes, etc. Ils ont souvent une durée de vie nettement plus réduite que celle des TX. Des TX anciens fonctionnent encore très bien alors que leur microphone est défaillant, en particulier le clavier DTMF avec ses nombreuses touches. On trouve facilement des micros sans DTMF, mais les microphones avec un générateur DTMF intégrés sont beaucoup plus rares, même d'occasion.

Au départ, nous nous sommes lancés dans le projet de faire fonctionner des vieux TX bi-bandes qui ont besoin d'un micro complet avec le générateur DTMF. Ces TX ont besoin d'un micro avec des touches supplémentaires : « UP » et « DWN » pour piloter les fréquences, et d'autres touches supplémentaires comme « 1750 », « VFO », « MR ». Il faut certaines de ces touches pour programmer les mémoires DTMF par exemple. Nous avons étudié un système où on conserve le micro d'origine sans DTMF et où on lui adjoint en parallèle un générateur DTMF externe avec un clavier à 16 touches.

Le générateur de signaux DTMF

On trouve sur internet une carte complète capable de générer les signaux DTMF (Photo 2). Cette carte comporte un clavier à 16 touches, les circuits pour générer les tonalités DTMF, le connecteur d'alimentation et deux sorties par des prises Jack 3,5 mm stéréo. La taille de cette carte est assez réduite : 63 mm x 40 mm.

La disposition des touches est identique à celle des micros DTMF avec une quatrième colonne « A – B – C – D », ainsi que « * » et « # » de part et d'autre du « 0 » (Photo 2). Ce générateur peut aussi être piloté en hexadécimal, avec dans l'ordre « D, 1, 2, ... 8, 9, 0, *, #, A, B, C » en allant de 0 à F.

Cette carte comporte un régulateur. Elle peut être alimentée entre 7V et 24V. Elle consomme entre 6 et 8 mA. L'alimentation est effectuée par un connecteur coaxial 5.5mm / 2.1mm.

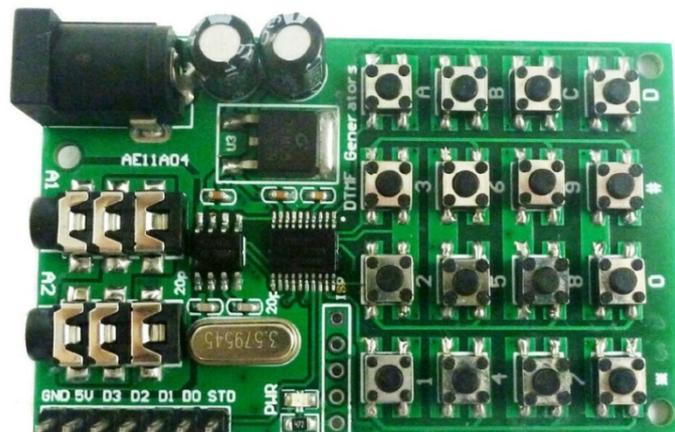


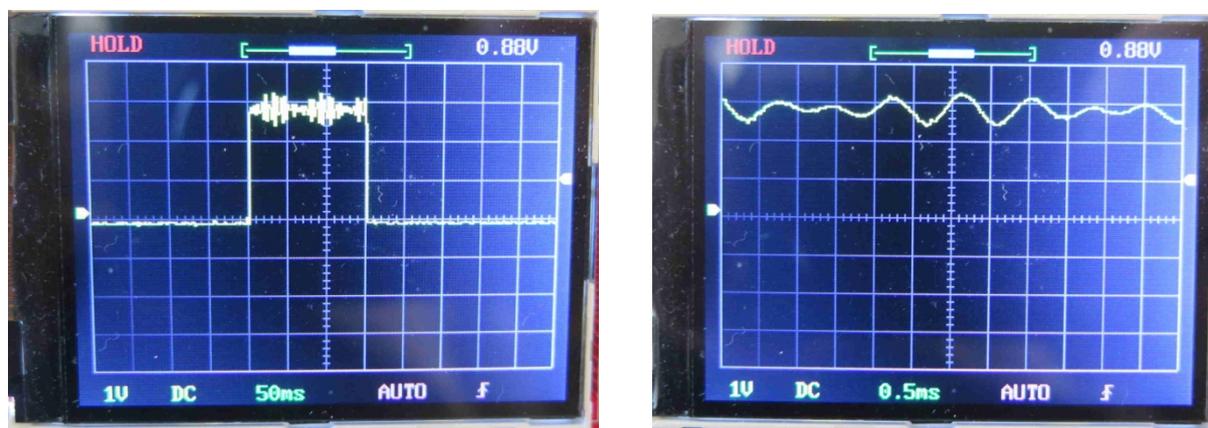
Photo 2 : Générateur DTMF à 16 tonalités, référencée AE11A04 (Doc internet)

Sur la carte, la génération des signaux DTMF est effectuée par un circuit HT9200A à 8 broches, associé à un quartz 3,5795 MHz. Le pilotage du générateur est effectué par un microcontrôleur Nuvoton N76E003AT20.

La sortie « Audio 1 », marquée AUDIO N1 sous la carte, est une sortie dite « universelle ». L'autre sortie (AUDIO N2) est spécifiée pour la connexion à d'autres modules du constructeur de la carte, comme des récepteurs de télécommande DTMF.

A la mise sous tension une LED rouge marquée PWR s'allume. Elle clignote lors de l'émission d'une tonalité DTMF. Les oscillogrammes des Photos 3 montrent que la tonalité est émise pendant 150 ms quand on appuie sur une touche du clavier. Ils montrent surtout que le signal DTMF se superpose à une composante continue de 2,8 V. L'amplitude du signal DTMF est d'environ 0,8 V crête à crête (Photos 3). Si on maintient une touche enfoncée, le signal de 150 ms est émis toutes les 2 secondes.

Le signal sort sur une prise Jack 3,5 stéréo. Le signal est identique sur la pointe et sur l'anneau. Quant à la sortie A2, marquée AUDI NO2 derrière la carte, le signal DTMF est le même mais la tension continue de polarisation est inversée : la tension continue est négative.



*Photos 3 : Oscillogrammes de la sortie DTMF
Courbe 1 : 50 ms par carreau, Courbe 2 : 500 ms par carreau*

Les micros Kenwood avec et sans DTMF

Nous avons travaillé avec des microphones Kenwood, mais le montage n'est pas spécifique à ces micros. L'addition de ce clavier DTMF est adaptable à beaucoup d'autres microphones.

Beaucoup de TX Kenwood, comme les émetteurs-récepteurs TM-731, TM-732, TM-733, TM-V7, fonctionnent avec un micro de type MC-44 ou MC-45 sans DTMF, ou bien avec la version MC-45DM ou MC-45 DM avec DTMF (Figure 1). La série des MC-52, MC-53DME (MC-58DM en version US avec RJ45, et MC-57DM pour la version avec une prise ronde 8 broches) est une version plus récente de ces micros, pour le TM-D700 par exemple. Ces micros ne sont plus commercialisés par Kenwood. En version simple sans DTMF, on arrive encore à les trouver d'occasion, mais en version DTMF ils sont devenus pratiquement introuvables.

Les TX Kenwood plus récents comme les TM-V71 ou TM-D710 utilisent un micro DTMF de type MC-59 qui fonctionne avec un principe totalement différent. Le générateur DTMF n'est plus dans le microphone mais intégré dans le TX. Le micro n'envoie que l'information de la touche enfoncée. Ces microphones ne sont pas compatibles avec les anciens TX.

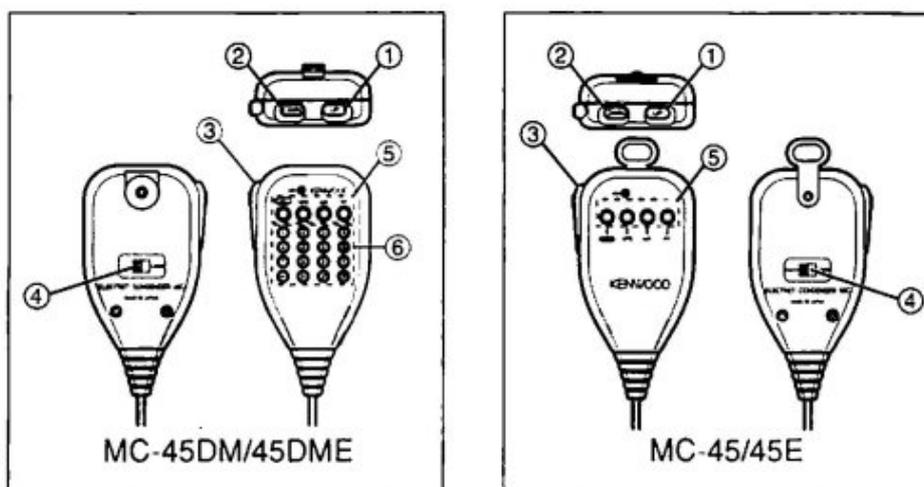


Figure 1 : Micro Kenwood MC-45DM et MC-45. Le « E » qui suit la dénomination signifie qu'il est destiné au marché européen avec la tonalité de 1750 Hz (doc. Kenwood).

Le micro Technofix peut être une solution de remplacement [2]. Mais c'est une solution partielle car toutes les touches nécessaires au fonctionnement complet ne sont pas présentes.

Nous nous sommes lancés dans le projet de faire fonctionner des TX Kenwood anciens avec un micro MC-59, qui a le clavier mais qui n'a pas le générateur de tonalités intégré. Un PIC programmé 16F88 permettrait de lire le clavier du MC-59 et un circuit intégré HT9200B générerait les tonalités DTMF. Un micro de type MC-45 comporte des touches supplémentaires : « 1750 » (ou « Call »), « VFO », « MR » et « PF ». Il faut certaines de ces touches pour programmer dans le TX les mémoires DTMF par exemple. Les ajouter à notre interface complexifie notablement le montage. Comme ces touches sont présentes sur le micro sans DTMF, nous avons étudié une solution alternative : plutôt que de faire une interface complexe avec un micro MC-59, nous pouvons partir d'un micro MC-45 sans DTMF et lui ajouter en parallèle la génération des signaux DTMF.

L'interface entre les micros et les TX Kenwood

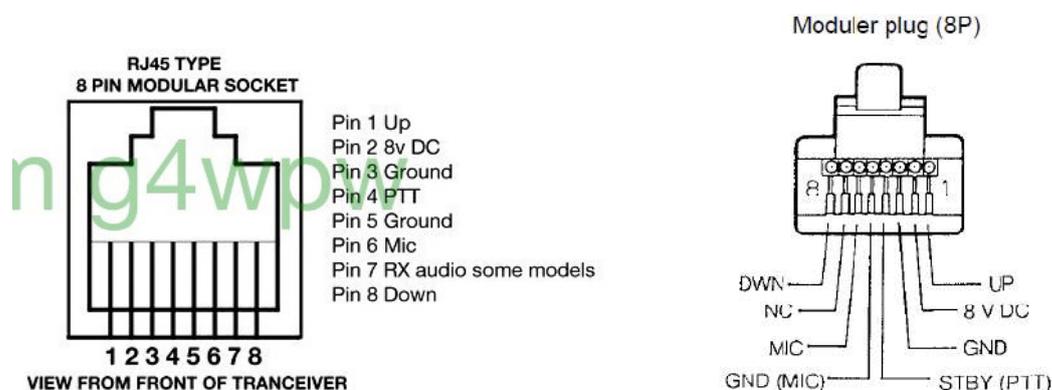
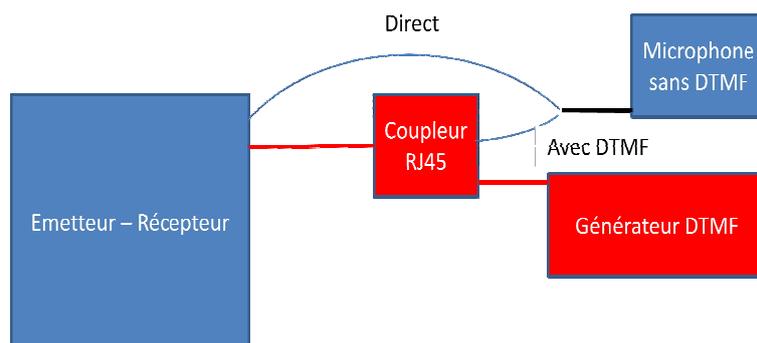


Figure 2 : Connecteur des micros Kenwood vu du côté TX et du côté fiche RJ45 (doc G4WPW et doc Kenwood)

Le brochage de la prise micro vue du côté du TX et vue du côté de la fiche RJ45 est présenté sur la Figure 2. La prise microphone fournit une tension de 8 volts avec un débit maximal de 100 mA (Figure 2). C'est largement suffisant pour alimenter le clavier extérieur.

La Figure 3 montre les connexions entre l'émetteur-récepteur, le microphone et le générateur DTMF pour un fonctionnement en parallèle avec toutes les fonctions. Le coupleur est un connecteur permettant de relier 3 RJ45, appelé « RJ45 splitter » (Photo 4). Attention, nous avons aussi essayé un splitter de couleur noire qui ne fonctionnait pas pour notre montage parce qu'il n'avait pas toutes les 8 broches connectées.



*Figure 3 : Mise en parallèle du Microphone et du Générateur DTMF par un coupleur RJ45
Branchement direct du micro, ou bien branchement par le coupleur pour avoir le DTMF*



Photo 4 : « RJ45 splitter »

Sur la photo 5, on peut voir le module générateur DTMF avec son circuit imprimé vert fixé sur une carte d'adaptation (circuit imprimé jaune). Cette carte d'adaptation est reliée au générateur par 3 fils : un rouge pour l'alimentation + 8 V, un noir pour la masse et un jaune pour le signal DTMF. Ce fil jaune est soudé sur le côté de la prise Jack centrale. Le fil noir est soudé sur le côté de la prise d'alimentation, et le fil rouge est relié à l'entrée du régulateur.

Pour les liaisons avec le câble RJ45, le + 8 V est relié à la broche 2 de la RJ45 (8 V DC), la masse à la broche 3 (GND), et le signal DTMF est envoyé par la broche 6 (Mic). Dans le câble que nous avons réalisé, ces fils sont respectivement de couleur orange, noire et jaune (Photo 5).

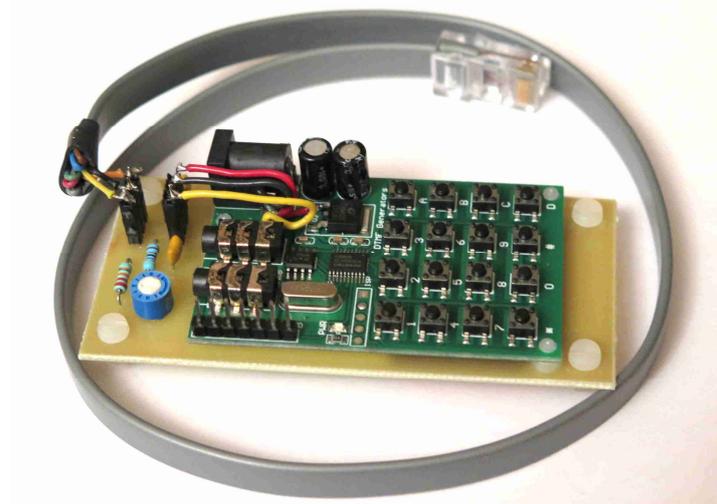


Photo 5 : Le générateur DTMF fixé sur sa carte d'adaptation

Sur cette carte d'adaptation, on ne trouve que très peu de composants : un pont diviseur constitué d'une résistance de 22 k Ω et d'un potentiomètre de 1 k Ω , associé à une résistance de sortie de 4,7 k Ω avec un condensateur série de 4,7 μ F pour supprimer la composante continue (Figure 4). Le potentiomètre permet d'ajuster le niveau de sortie, avec au maximum 35 mV PEP.

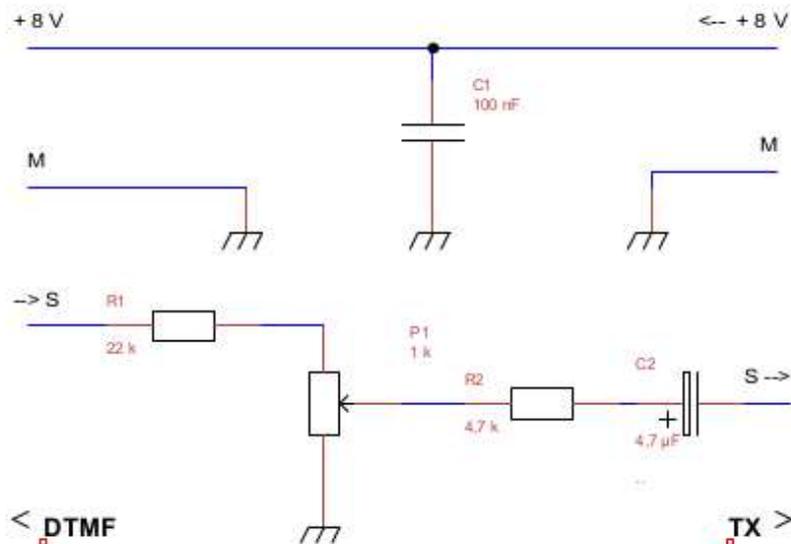


Figure 4 : Carte d'interface entre le générateur DTMF et le TX
 $C1 = 100 \text{ nF}$, $C2 = 4,7 \text{ } \mu\text{F}$ polarisé, $R1 = 22 \text{ k}\Omega$, $R2 = 4,7 \text{ k}\Omega$ et $P1 = 1 \text{ k}\Omega$

Les essais ont montré qu'avec le potentiomètre à mi-course ou très légèrement au-dessus (20 mV PEP, soit 7 mV RMS), le système fonctionne très bien avec nos émetteurs Kenwood. On pourrait éventuellement remplacer le diviseur potentiométrique par une résistance de 22 k Ω en série et une résistance de 680 Ω (ou une valeur voisine) à la masse.

Le fonctionnement en parallèle

Quand on a besoin de transmettre les tonalités DTMF, on fonctionne avec l'ensemble « Générateur DTMF + splitter + cordon RJ45 » (Photo 6). C'est la partie dessinée en rouge sur la Figure 3. Mais en utilisation courante, quand on n'a pas besoin des tonalités DTMF, on met simplement le microphone classique directement sur la prise micro du TX.

Avec ce clavier DTMF, on peut **transmettre les tonalités** une par une, pour piloter un relais par exemple. C'est le fonctionnement de base.

Mais on peut aussi faire beaucoup plus de choses. Par exemple avec un TM-732 ou un TM-V7 et ce clavier DTMF, on peut **entrer en mémoire des chaînes de tonalités DTMF**, et on peut **émettre ces chaînes de tonalités en mémoire**. C'est bien adapté pour piloter à distance un transpondeur par exemple, comme les transpondeurs utilisés par les ADRASEC [3].



Photo 6 : Le montage complet avec le micro et le générateur DTMF en parallèle

Avec un Kenwood TM-732 par exemple, on peut même aller beaucoup plus loin encore car ce TX est pilotable par tonalités DTMF (Photo 7). On peut télécommander les mémoires et le VFO par « UP » et « DWN », activer les fonctions « Rev », « Monitor », « Mute », changement de bande, passer de « VxU » en « UxU » ou en « VxV », etc ... On même changer la luminosité de l'affichage ou le réglage du volume. Par exemple cette dernière fonction s'obtient par les tonalités DTMF [7] puis [*] pour augmenter le volume ou [7] puis [#] pour le réduire. Ce type de fonctionnement existe aussi avec le Kenwood TM-V7. Il est décrit très brièvement dans le mode d'emploi.

Synthèse

Globalement c'est un montage très simple grâce à la carte DTMF déjà montée. Le montage est auto-alimenté par le TX. C'est une réalisation assez simple qui fonctionne immédiatement. Le résultat est remarquable ; on a bien toutes les fonctions du micro sans DTMF et celles du clavier DTMF. C'est en 2 morceaux, mais c'est équivalent au véritable micro DTMF.



Photo 7 : Pilotage direct d'un Kenwood TM-732 par le clavier DTMF

On peut trouver la carte DTMF utilisée pour un coût de moins d'une dizaine d'euros au moment où nous rédigeons cet article. Le niveau de sortie élevé (de l'ordre de 0,8 V PEP) permet d'adapter très simplement le niveau de sortie par division potentiométrique, et un filtrage de la composante continue.

La carte d'adaptation décrite a été testée avec des émetteurs-récepteurs Kenwood. Mais il est évident que ce montage peut aussi s'adapter à beaucoup d'autres microphones et de type de TX, ainsi qu'à d'autres utilisations du DTMF. Il faudra juste adapter l'étage d'interface et les connexions.

Références

Les liens internet ont été consultés en décembre 2020

[1] Carte DTMF. Rechercher sur internet par exemple « DTMF generator » ou « AE11A04 » sur eBay ou Aliexpress. Par exemple :

<https://fr.aliexpress.com/item/33057337585.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.44306c37X34Y6>

[2] Microphone Technofix

<https://shop.technofix.uk/microphones-and-accessories/microphones/dtmf-microphone-for-kenwood-tm-d700-tm-d710-tm-q707-tm-733-etc>

[3] Site internet www.F1LVT.com