



récepteur FM numérique avec TEA5767 et Arduino Nano

Restez à l'écoute avec Arduino Nano

Hesam Moshiri (Iran)

Pour construire un récepteur FM, un circuit intégré à haute intégration, par ex. un *TEA5767* de *NXP* est idéal. Notre récepteur FM couvre une bande de 76 à 108 MHz et sa sortie stéréo fait 2×3 W. L'*Arduino Nano* lit les trois boutons-poussoirs d'entrée de la fréquence et affiche les données de la station FM sur un écran LCD.

Les récepteurs FM sont toujours très en vogue chez les électroniciens amateurs. Cet article présente la réalisation d'un récepteur FM numérique complet, avec écran LCD et trois boutons-poussoirs. Il couvre une bande FM de 76 à 108 MHz et l'accord sur les signaux reçus est manuel ou automatique en mode balayage (*scan*). L'intensité du signal s'affiche sous forme de barres sur l'écran LCD. L'audio est confiée à un puissant amplificateur stéréo (2×3 W) de classe D de haute qualité. Pour piloter le récepteur, j'ai retenu la carte Arduino Nano, peu onéreuse et bien connue.

Matériel

La figure 1 montre le schéma de principe de l'appareil. Le circuit comporte trois parties principales : le récepteur FM, l'ampli audio et la commande numérique (Arduino Nano)

qui pilote le tout. Pour compléter ce petit récepteur FM numérique, il nous faut ajouter l'antenne télescopique, l'alimentation et deux haut-parleurs (HP) de 8 Ω .

Réception du signal radio

Le module TEA5767 [1] se charge de la réception FM ; c'est un circuit intégré bien connu à commande I²C. La bande de fréquences FM couverte va de 76 à 108 MHz et la sortie audio stéréo doit être amplifiée. Le signal audio que fournit le TEA5767 est trop faible, même avec un écouteur. Le programme de l'Arduino se charge du réglage de la fréquence, de la mesure de l'intensité du signal, et pilote l'afficheur.

Un filtre RC passe-bas (R4, C7, C8 et C9) atténue le bruit de l'alimentation. Obligatoires, R5 et R6 fournissent le niveau haut du bus I²C,

et CON1 est un connecteur UFL de raccordement à l'antenne. La **figure 2** illustre le module TEA5767.

L'amplificateur audio

Le PAM8403 [2] est un ampli hifi de classe D de 2×3 W qui se contente d'une seule alimentation 5 V. La puissance de sortie max. peut être atteinte avec des HP de 4Ω ; cependant, nous conseillons ici des HP de 8Ω pour limiter la dissipation thermique du régulateur de tension (IC2). Selon la fiche technique, « Le PAM8403 est un ampli audio de classe D de 3 W. Le taux de distorsion harmonique (THD+N) et le bruit sont faibles et donc la reproduction sonore de haute qualité. Son architecture nouvelle lui permet d'attaquer

directement le haut-parleur, sans filtre de sortie passe-bas, ce qui permet de réduire le coût du système et la surface du circuit imprimé. »

Les condensateurs C1, C2 et C3 servent au découplage du bruit sur les broches d'alim ; R2, R3, C4 et C5 envoient le signal audio à l'amplificateur. Le tout forme également des filtres RC passe-haut qui éliminent le bruit à basse fréquence. La **figure 3** illustre le schéma-type de mise en œuvre du CI PAM8403. P1 et P2 sont les connecteurs XH coudés à deux broches utilisés pour connecter les HP à la carte. POT1 contrôle le niveau sonore de sortie.

L'Arduino à la manœuvre

AR1, une carte Arduino Nano (voir **fig. 4**),

sert à commander ce récepteur FM numérique. Le Nano pilote LCD1, un écran LCD standard de 2 lignes de 8 caractères. Il lit les boutons-poussoirs (SW1, SW2 et SW3), y réagit et envoie/reçoit les données du TEA5767 via le bus I²C. R1 règle le contraste du LCD ; C10, C11 et C13 éliminent les rebonds des interrupteurs.

Alimentation

Le régulateur 5 V 7805 en boîtier D2PAK [3] est le principal composant de l'alimentation qui fournit une tension stable de +5 V au montage. C12, C14 et C15 découplent le bruit, et le commutateur intégré à POT1 (potentiomètre de volume stéréo) permet d'allumer et éteindre l'appareil.

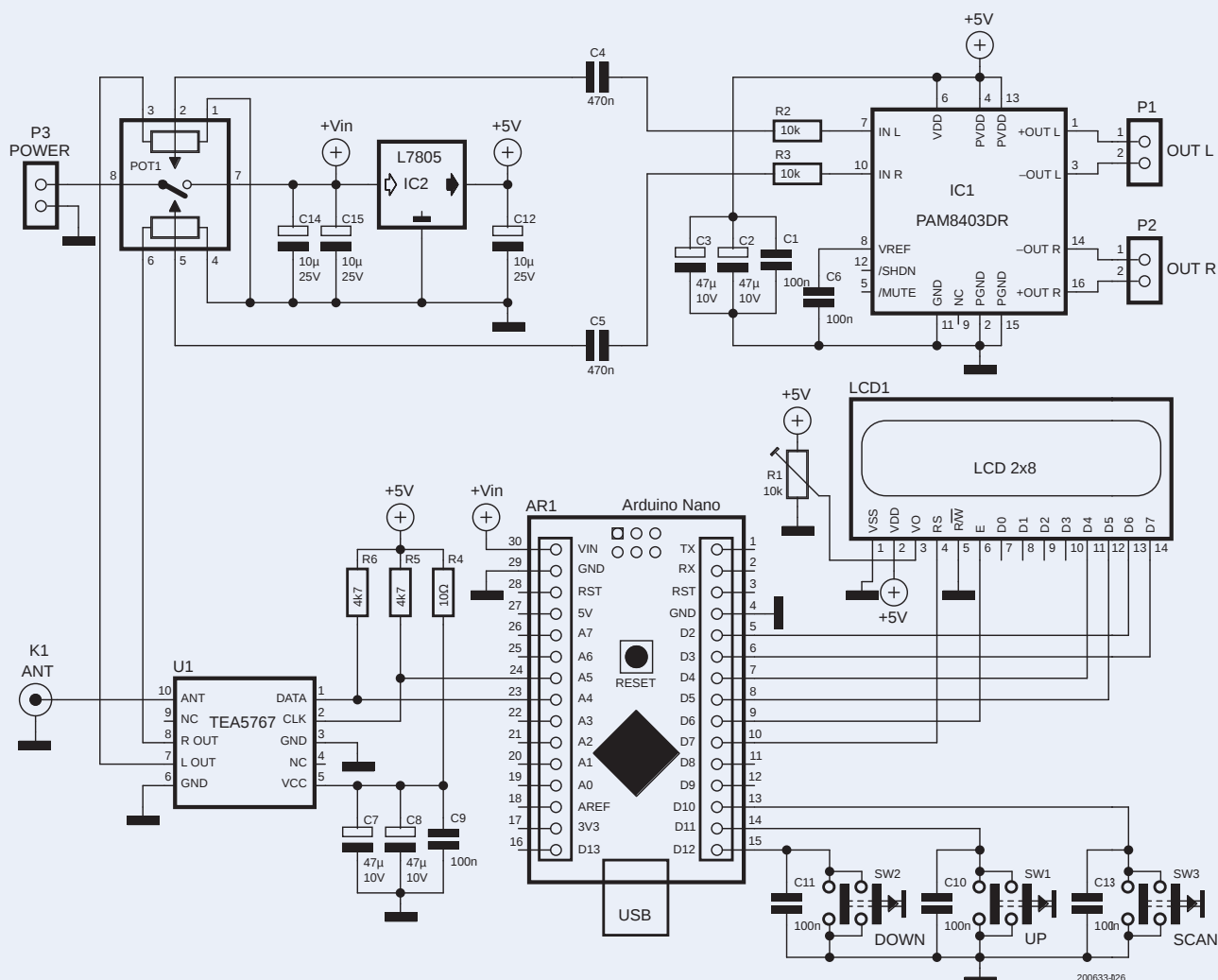


Figure 1. Schéma de principe du récepteur FM.



Figure 2. Module récepteur FM TEA5767.

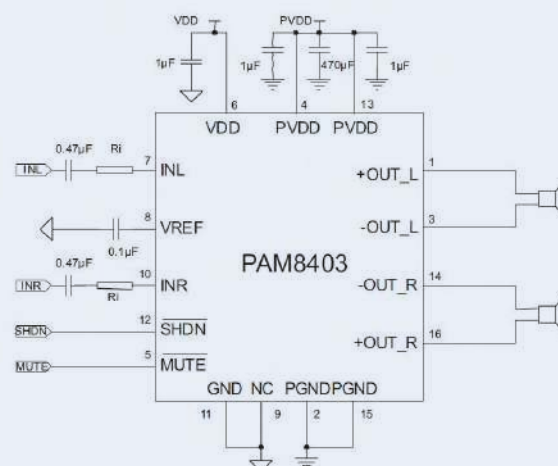


Figure 3. Schéma de référence pour l'ampli stéréo PAM8403.
(Source : Diodes Incorporated)

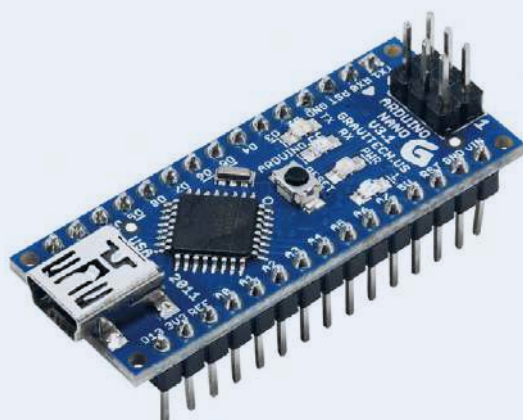


Figure 4. Module Arduino Nano.

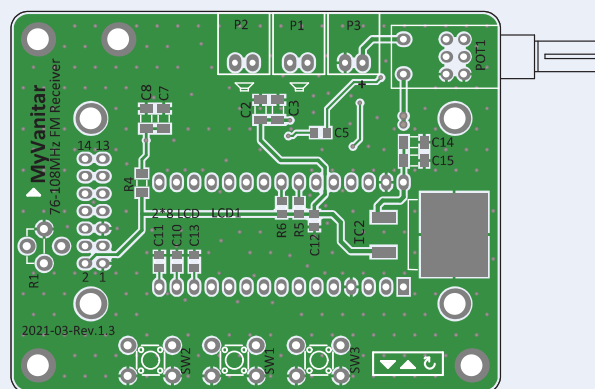


Figure 5. Aspect du circuit imprimé du récepteur.

Agencement et montage des composants du circuit imprimé

La **figure 5** montre la carte du récepteur FM numérique. Le Gerber du circuit imprimé et les fichiers de perçage de l'auteur sont téléchargeables depuis la page Elektor Labs du projet [4]. Votre fournisseur préféré pourra ainsi reproduire la carte.

Bien que les composants soient des CMS en majorité, la soudure n'est pas trop difficile avec un petit fer à souder et un fil à souder fin. Commencez par les composants CMS, prenez votre temps et vérifiez les soudures de chaque composant avant de passer au suivant. Terminez par les composants traversants en respectant bien le côté de montage sur la carte. Montez la carte Arduino Nano sur le dessous de la carte et l'écran LCD sur le dessus, de préférence sur barrettes-supports. Un petit rectangle sérigraphié symbolise le quartz du TEA5767 et donne l'orientation correcte du module sur la carte.

Les vues 3D de la carte (**fig. 6**) montrent

comment ce projet est construit. Les circuits imprimés du récepteur FM numérique sont de haute qualité (**fig. 7**).

Pour référence, la **figure 8** montre la vue de dessus de la carte assemblée, et la **figure 9** la vue de dessous. Il vous faudra aussi quatre entretoises de 5 mm pour fixer le LCD sur la carte. La **figure 10** illustre ce type de connecteur. La **figure 11** montre une antenne télescopique convenable.

Notez que les figures 6 à 9 montrent une 1^{ère} version du circuit imprimé, mais les différences avec la carte définitive sont minimes !

Programme Arduino

Le croquis Arduino pour ce récepteur FM (*FM_receiver.ino*) est disponible en téléchargement sur la page Elektor Labs du projet [4]. La bibliothèque pour le LCD (*LiquidCrystal*) et la bibliothèque du bus I²C (*Wire*) font partie de l'EDI Arduino. Cependant, il faut téléchar-

ger la bibliothèque TEA5767 (GitHub [5]) et l'installer manuellement. Il suffit de copier *TEA5767.CPP* et *TEA5767.H* dans le dossier où le croquis est enregistré. Il n'y a alors plus qu'à connecter votre Arduino Nano à l'ordinateur, et à compiler et télécharger le code.

Utilisation du récepteur

La bande de fréquence couvre de 76,0 MHz à 108,0 MHz. Les boutons Up (SW1) et Down (SW2) servent à incrémenter, respectivement décrémenter, la fréquence par pas de 0,1 MHz. Une pression longue sur lesdits boutons incrémente ou décrément la fréquence de façon continue. Le réglage du récepteur sur la fréquence souhaitée (station FM) est donc assez aisé. De plus, le bouton Scan (SW3) lance un balayage automatique des stations FM. Dès qu'un signal est assez puissant, le récepteur se verrouille dessus. Pour rechercher la station suivante, appuyez à nouveau sur le bouton Scan.

Un graphique à barres indique l'intensité

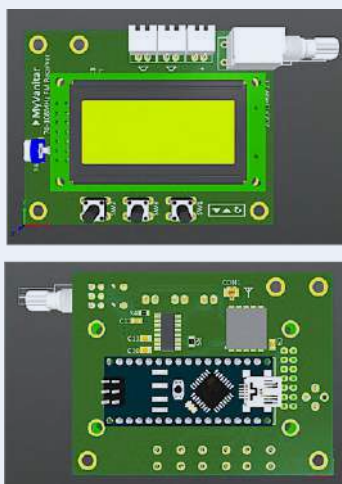


Figure 6. Vues 3D de la carte.

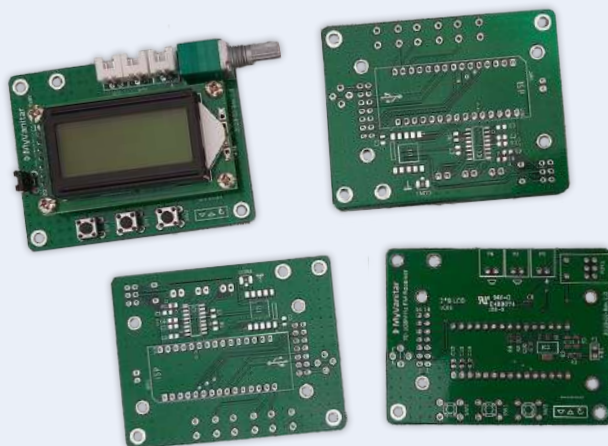


Figure 7. Carte assemblée (vue de dessus) et nue (3 vues).

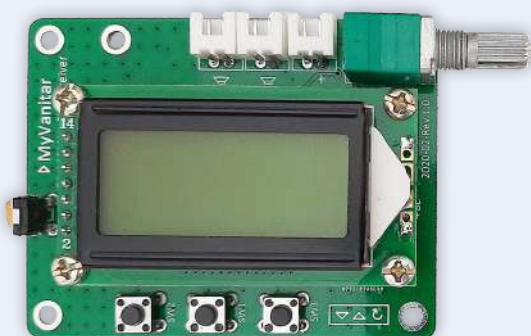


Figure 8. Récepteur assemblé vu de dessus.

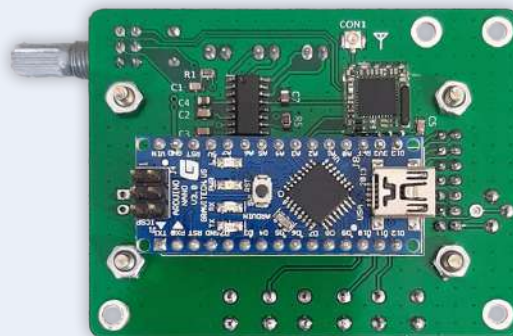


Figure 9. Récepteur assemblé vu de dessous.



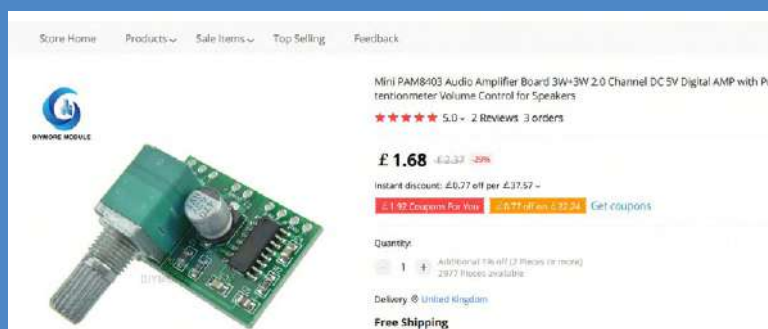
Figure 10. Câbles de liaison d'antenne avec connecteurs UFL (petits) et SMA (grands).



Figure 11. Antenne télescopique.

Trouver POT1

En général, un potentiomètre stéréo avec interrupteur est difficile à trouver, surtout avec la bonne empreinte pour le circuit imprimé (celle de POT1). Celui-ci semble vendu sous le nom de RV0971GS, nous ne sommes pas sûrs de la marque. Cependant, l'auteur du projet a trouvé en Asie un module ampli très bon marché, comme illustré ci-dessous, qui fournit le PAM8403 dont nous avons besoin pour IC1 et le potentiomètre. La recherche de « PAM8403 volume control » vous mènera chez différents vendeurs proposant un module comme celui illustré ci-dessous. Il comporte, entre autres, le CI amplificateur et, si ce n'est lui, un contrôle de volume qui ressemble au RV0971GS. Il devrait s'adapter à la carte conçue par l'auteur. Nous insistons sur « devrait », car avec de tels modules, on ne peut jamais être sûr à 100 % de ce que l'on obtiendra en passant la commande. Il va sans dire qu'il faudra d'abord dessolder les deux composants du module, une station de soudage à air chaud et/ou des outils de dessoudage vous seront utiles en cela.



du signal FM sur l'écran LCD. Plus à droite, l'écran indique si le signal est reçu en mono (« MN ») ou en stéréo (« ST »). Sur la **figure 12**, le récepteur est réglé sur une station FM mono puissante émettant sur 100,0 MHz.

Le site *Elektor Labs* [4] propose aussi ce projet, avec le logiciel, la conception du circuit imprimé et les fichiers Gerber associés à ce récepteur FM en téléchargement. Une vidéo sur YouTube montre le fonctionnement de ce récepteur FM [6].

200633-04

Contributeurs

Idée, conception, texte : Hesam Moshiri

Illustrations : Hesam Moshiri,

Patrick Wielders

Rédaction : Luc Lemmens

Mise en page : Harmen Heida

Traduction : Yves Georges

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur

(hesam.moshiri@gmail.com) ou

contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Figure 12. Le récepteur réglé sur 100 MHz avec fort signal mono.



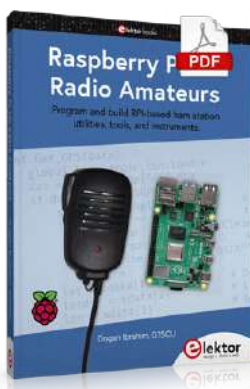
PRODUITS

> Joy-IT Nano V3

www.elektor.fr/18615

> Livre en anglais (version numérique), « Raspberry Pi for Radio Amateurs », D. Ibrahim

www.elektor.fr/19487



LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R1 = pot. ajustable 10 kΩ, vertical

R2, R3 = 10 kΩ, taille 0805

R4 = 10 Ω, taille 1206

R5, R6 = 4,7 kΩ, taille 0805

POT1 = potentiomètre stéréo 50 kΩ + inter. (RV0971GS, voir texte)

Condensateurs

C1, C6, C9, C10, C11, C13 = 100 nF, taille 0805

C2, C3, C7, C8 = 47 μF, taille 1206

C4, C5 = 470 nF, taille 0805

C12 = 10 μF, taille 0805

C14, C15 = 10 μF, taille 1206

Semi-conducteurs

IC1 = amplificateur audio 2 × 3 W PAM8403DR (SOIC-16)

IC2 = régulateur de tension 5 V MC7805CD2TG (D2PAK-style)

U1 = module récepteur FM TEA5767

Divers

AR1 = carte Arduino Nano

LCD1 = afficheur LCD de 2 lignes de 8 caractères

P1, P2, P3 = connecteur XH à 2 voies, pas de 2,54 mm

SW1, SW2, SW3 = bouton-poussoir tactile 6 mm × 6 mm

CON1 = connecteur UFL SMD + antenne télescopique (voir texte)

LIENS (pages en anglais)

[1] Fiche technique du TEA5767 : www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/General/TEA5767.pdf

[2] Fiche technique du PAM8403 : www.mouser.com/datasheet/2/115/PAM8403-247318.pdf

[3] Fiche technique du 7805 D2-PAK : www.st.com/resource/en/datasheet/l78.pdf

[4] Ce projet sur Elektor Labs : www.elektormagazine.fr/labs/digital-fm-receiver-with-arduino-and-tea5767

[5] Pour télécharger la bibliothèque Arduino TEA5767 : <https://github.com/andykarpov/TEA5767>

[6] Vidéo YouTube : https://youtu.be/qgci6huZ_-l