

vérification de la fréquence des quartz et des circuits accordés

astuces, bonnes pratiques et autres informations utiles

Lyle Russell Williams (États-Unis)

Un circuit accordé repose sur la connexion en parallèle d'une inductance et d'un condensateur qui résonnent à une fréquence fondamentale donnée. Un cristal de quartz simule le circuit accordé et possède un facteur de qualité (Q) très élevé. Les circuits accordés et les cristaux font partie intégrante des récepteurs et d'autres équipements fonctionnant en fréquence radio. Cet article aborde la construction d'un oscillateur dans lequel on place le circuit accordé ou le quartz inconnu afin d'en déterminer la fréquence d'oscillation.

Pour la suite de cet article, un oscilloscope sert à lire la fréquence de l'oscillation. Si l'oscilloscope ne dispose pas d'un compteur intégré, il est possible de connecter, en parallèle avec l'oscillateur, un compteur de fréquence autonome, peu coûteux. J'utilise un oscilloscope numérique à double trace à 250 € possédant une largeur de bande de 50 MHz. Les compteurs de fréquence autonomes sont beaucoup moins chers, certains kits sont disponibles pour moins de 10 €.

Nous avons besoin d'un oscillateur approprié

L'oscillateur nécessaire à nos fins doit fonctionner sur une large gamme de fréquences et être exempt de réponses parasites. Pour ce projet, entre autres, j'ai évalué une porte NON ET (figure 1) et un inverseur (figure 2). Cependant, la mise en œuvre de ces oscillateurs a entraîné les problèmes suivants : différents pics de signal avant la forme d'onde principale, instabilité de la fréquence, bruit, gamme de fréquences étroite, oscillation exclusivement avec des cristaux, et oscillation à une fréquence erronée. Ces problèmes rendent les oscillateurs logiques numériques inadaptés à notre objectif.

Oscillateur à double grille

Il y a quelques années, j'ai réalisé le circuit illustré à la figure 3. Il s'avère que ce circuit fonctionne très bien pour nos besoins et qu'il produit très peu de bruit. La plage de fréquences s'étend de 839 kHz à 38 MHz. En fait, elle peut dépasser 38 MHz, mais je n'ai pas essayé de pousser le circuit dans la gamme de fréquences VHF.

Il s'agit d'un circuit simple et facile à construire (figure 4). Un potentiomètre permet de régler la polarisation pour une oscillation optimale. La carte est fournie avec des fils courts, terminés par de petites pinces crocodiles à connecter avec le circuit accordé ou le cristal à tester. Il existe plusieurs références pour le MOSFET T1 à double grille : 40673, NTE222, 3N200, 3N202, 3N211, entre autres. Consultez la fiche technique du dispositif choisi pour connaître ses connexions. Il est en outre possible de télécharger en [1] un projet de circuit imprimé ainsi qu'une liste de composants. Dans la suite de l'article, ce montage sera appelé « circuit à double grille ».

Le circuit JFET

Le problème est-il résolu ? Eh bien, pas tout à fait. Les transistors à double grille énumérés ci-dessus sont difficiles à trouver et quand

ils sont disponibles, ils sont chers. J'ai donc décidé de concevoir un circuit qui n'utilise pas le MOSFET à double grille. Ce circuit utilise deux transistors JFET en série au lieu du MOSFET, et le schéma est donné par la figure 5. Les enroulements de l'inducteur peuvent être réalisés à la main sur un tore de ferrite, voir [1]. Comme pour le circuit à double grille, un réglage de la polarisation est prévu et la connexion au circuit accordé inconnu est réalisée à l'aide de fils courts et de petites pinces crocodiles. Le circuit fonctionne à la même basse fréquence de 839 kHz mais la sortie à cette fréquence va bien au-delà. La haute fréquence est supérieure à 38 MHz comme pour le circuit à double grille. La figure 6 représente la carte réalisée. Ce montage sera appelé « circuit JFET ».

Le fonctionnement de ces deux circuits est simple. Connectez les petites pinces crocodiles au circuit ou au quartz inconnu. Connectez la sonde d'un oscilloscope aux bornes de la carte. Allumez l'interrupteur. Tournez la commande de polarisation jusqu'à ce que l'oscillation soit maximale. Relevez la fréquence sur l'oscilloscope.

Qu'en est-il des circuits à faible facteur Q ?

Le circuit à double grille et le circuit JFET fonctionnent bien avec des circuits inconnus au facteur Q raisonnable. Mais que faire si ce facteur Q est faible ? La figure 7 montre comment mesurer des circuits accordés inconnus à faible facteur Q (hormis les quartz), par exemple une antenne cadre. Cette méthode peut également servir à mesurer des circuits accordés à des fréquences inférieures à 839 kHz.

L'élément inconnu est placé dans un amplificateur qui sera décrit succinctement. Un générateur en fréquences radio sert à alimenter l'amplificateur. Une sonde d'oscilloscope est connectée à l'élément inconnu. Le générateur est réglé jusqu'à ce que l'amplitude du



The diagram shows a circuit under test (CUT) for a 2N5486 JFET. The circuit is powered by a +9V supply connected through a switch S1. The circuit includes a network of capacitors (C1-C8), resistors (R1-R7), and two JFETs (T1 and T2). The components are connected as follows:

- Power Supply:** +9V supply connected through switch S1.
- Capacitors:**
 - C1: 100nF, connected between the gate of T1 and ground.
 - C2: 100nF, connected between the drain of T1 and the gate of T2.
 - C3: 33pF, connected between the gate of T1 and the +9V supply.
 - C4: 33pF, connected between the gate of T2 and the +9V supply.
 - C5: 100nF, connected between the drain of T2 and ground.
 - C6: 100nF, connected between the output of T2 and ground.
 - C7: 10μF 16V, connected between the drain of T2 and the +9V supply.
 - C8: 100nF, connected between the drain of T2 and the +9V supply.
- Resistors:**
 - R1: 50kΩ, connected between the gate of T1 and ground.
 - R2: 100kΩ, connected between the gate of T1 and the +9V supply.
 - R3: 1MΩ, connected between the gate of T1 and the +9V supply.
 - R4: 470Ω, connected between the gate of T1 and the +9V supply.
 - R5: 5kΩ, connected between the gate of T2 and the +9V supply.
 - R6: 3kΩ, connected between the gate of T2 and the +9V supply.
 - R7: 5kΩ, connected between the drain of T2 and the +9V supply.
- JFETs:**
 - T1: 2N5486 JFET, with its source connected to ground and its gate connected to the network of R1, R2, R3, R4, and C1.
 - T2: 2N5486 JFET, with its source connected to ground and its gate connected to the network of R5, R6, C2, and C4.

The circuit is labeled "circuit under test" and "220023-012".

A photograph of a custom-built electronic circuit on a green PCB. The circuit includes a 9V battery, a 555 timer, a relay, and various resistors and capacitors. Two yellow wires connect the relay to a breadboard circuit.

22 novembre/décembre 2022 www.elektormagazine.fr

zone D

Astuces, bonnes pratiques et autres informations pertinentes

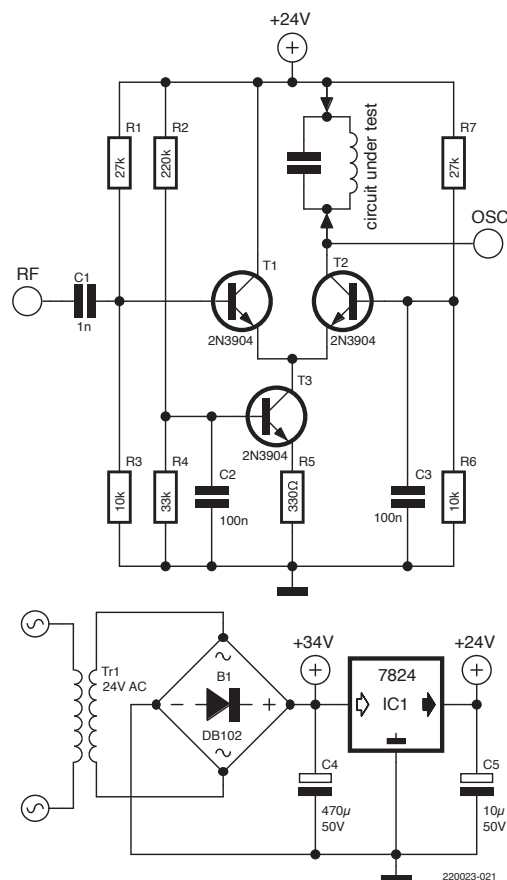


Figure 8. Le circuit de l'amplificateur à faible facteur Q ressemble à un modulateur.

signal aux bornes de l'élément inconnu soit maximale. La fréquence est lue sur l'oscilloscope. Avec un oscilloscope à double trace, il est possible d'afficher simultanément l'entrée et la sortie de l'amplificateur. Lorsque les deux signaux sont en phase, l'amplitude de la sortie est maximale. Comme pour les circuits ci-dessus, si l'oscilloscope ne dispose pas d'une fonction de compteur, il est possible de connecter un compteur autonome en parallèle avec la sonde de l'oscilloscope. Ce montage sera appelé « circuit à faible facteur Q ».

Amplificateur à faible facteur Q

Le schéma de l'amplificateur pour le montage à faible facteur Q est présenté sur la **figure 8**. À noter la ressemblance de ce circuit avec un modulateur. Il a été développé à l'origine dans ce but mais il s'avère qu'il fonctionne bien pour cette application aussi. Tous les composants sont faciles à obtenir. Il est alimenté par le réseau électrique et ne nécessite donc ni piles ni batteries. Le transistor de sortie est alimenté en courant

continu par le composant, qui doit donc avoir une résistance assez faible en continu. Il s'agit de la résistance de l'inductance du circuit accordé. Et cela exclut les quartz, qui n'admettent pas un courant continu. Si vous en connectez un à cet amplificateur, il est probable qu'il soit endommagé. À l'instar des circuits à double grille et JFET, des fils isolés terminés par de petites pinces crocodiles servent à raccorder l'élément inconnu. J'ai constaté que la longueur des fils est d'environ un mètre (**figure 9**).

La **figure 10** montre un montage destiné à mesurer la fréquence de l'antenne cadre ajoutée à une vieille radio. La boucle est créée en agrafant deux tours de fil à l'arrière de la console en bois. En ajoutant un condensateur en parallèle, il est possible d'accorder la boucle

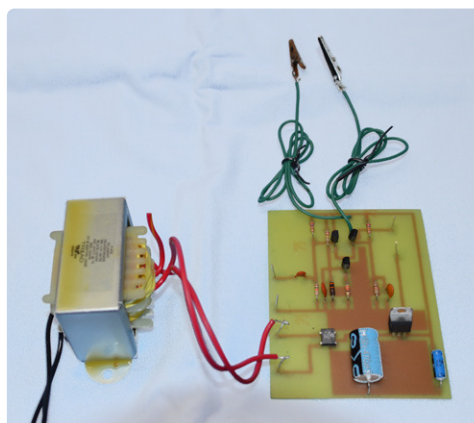
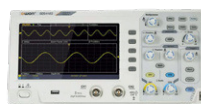


Figure 9. Les fils de test de l'amplificateur à faible facteur Q font environ un mètre de long.



Figure 10. L'amplificateur à faible facteur Q utilisé pour mesurer la fréquence d'une antenne cadre sur une vieille radio.



PRODUITS

- Oscillo à 2 voies OWON SDS1102 (100 MHz) (SKU 18782)
www.elektor.fr/18782
- Testeur multifonctions Joy-IT LCR-T7 (SKU 19709)
www.elektor.fr/19709

en résonance avec une fréquence appartenant à la bande de diffusion en modulation d'amplitude. J'ai accordé la boucle sur la fréquence d'un émetteur de faible puissance utilisé pour appliquer de la musique *vintage* à la vieille radio. Il est possible de télécharger les circuits imprimés et les listes de composants des oscillateurs à double grille et JFET et l'amplificateur à faible facteur Q à l'adresse [1].

(220023-04) — VF : Pascal Godart

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courrier électronique à l'auteur (lyle0009@gmail.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

LIEN

[1] Téléchargements pour cet article : www.elektormagazine.fr/220023-04