

Controleer de frequentie van afgestemde kringen en kristallen

Lyle Russell Williams (USA)

Een afgestemde kring wordt gevormd door de parallelschakeling van een spoel en een condensator, en resoneert bij een bepaalde fundamentele frequentie. Een kwartskristal simuleert een afgestemde kring en heeft een zeer hoge Q. Afgestemde kringen en kristallen zijn onmisbare onderdelen van ontvangers en andere RF-apparaten. In dit artikel beschrijven we de bouw van een oscillator waarin een onbekende afgestemde kring of kristal wordt opgenomen om de oscillatiefrequentie ervan te bepalen.

Hieronder gebruiken we een oscilloscoop om de oscillatiefrequentie te bepalen. Als je oscilloscoop geen ingebouwde frequentieteller heeft, kan een goedkope stand-alone frequentieteller parallel over de oscillator worden aangesloten. Ik gebruik een tweekanaals digitale geheugenoscilloscoop van € 250 met een bandbreedte van 50 MHz. Stand-alone frequentietellers zijn veel goedkoper, sommige kits zijn al verkrijgbaar voor minder dan € 10.

Benodigd: een geschikte oscillator

We hebben een oscillator nodig die over een groot frequentiebereik werkt en vrij is van storende artefacten. Voor dit en andere projecten heb ik een oscillator met een NAND-poort (**figuur 1**) en met een inverter (**figuur 2**) geëvalueerd. Mijn implementaties van deze oscillatoren hadden echter te lijden onder de volgende problemen: verscheidene frequentiepieken vóór de fundamentele frequentie, jitter, ruis, smal frequentiebereik, werken alleen met kristallen en oscilleren bij de verkeerde frequentie. Deze problemen maken de digitale oscillatoren met logische poorten ongeschikt voor ons doel.

De dual-gate oscillator

Enkele jaren geleden heb ik de schakeling van **figuur 3** gebouwd. Deze schakeling blijkt voor onze doeleinden prima geschikt. Hij produ-

ceert zeer weinig ruis. Het frequentiebereik loopt van 839 kHz tot 38 MHz. Eigenlijk zijn nog hogere frequenties mogelijk, maar ik heb hem niet tot in het VHF-bereik uitgeprobeerd. Het is een eenvoudige schakeling die gemakkelijk opgebouwd kan worden (**figuur 4**). Met een potmeter kan de voorspanning voor een optimale oscillatie worden ingesteld. De print wordt via korte draden met kleine krokodillenklampen verbonden met de afgestemde kring of het te testen kristal.

Voor de dual-gate MOSFET T1 kunnen verschillende types worden gebruikt: 40673, NTE222, 3N200, 3N202, 3N211 en andere. Raadpleeg de datasheet van het door jou gebruikte exemplaar voor de aansluitingen. Een print-layout kan samen met een onderdelenlijst worden gedownload van [1].

We zullen deze schakeling vanaf hier de "dual-gate schakeling" noemen.

De JFET-schakeling

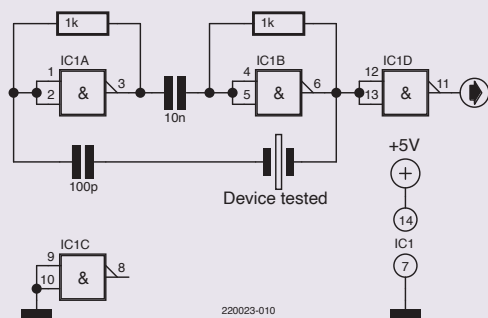
Probleem opgelost dus? Nou nee, niet helemaal. Alle bovengenoemde dual-gate MOSFET's zijn moeilijk te vinden en als ze al te vinden zijn, zijn ze duur. Daarom besloot ik een schakeling te ontwerpen zonder dual-gate MOSFET. Deze schakeling gebruikt twee JFET's in serie in plaats van de MOSFET; het schema is getekend in **figuur 5**. De spoel kan met de hand worden gewikkeld op een

ferriet-ringkern, zie [1]. Net bij de dual-gate schakeling kan de voorspanning worden ingesteld; de onbekende afgestemde kring wordt met korte draden en kleine krokodillenklampen aangesloten. De schakeling heeft dezelfde minimumfrequentie van 839 kHz, maar het uurgangssignaal bij die frequentie is veel groter. De maximum-frequentie is groter dan 38 MHz, net als bij de dual-gate schakeling. **Figuur 6** toont de opgebouwde schakeling, die we voortaan "JFET-schakeling" zullen noemen.

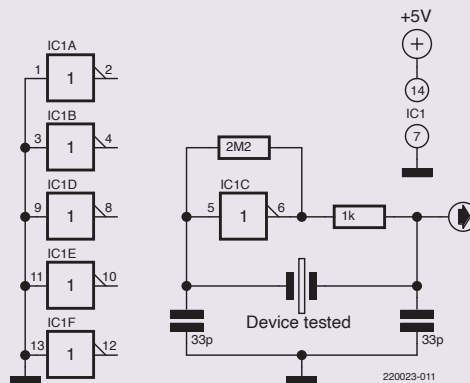
Het gebruik van deze beide schakelingen is eenvoudig. Sluit de kleine krokodillenklampen aan op de onbekende schakeling of het kristal. Sluit de probe van een oscilloscoop aan op de aansluitingen op de print. Schakel in en verdraai de potmeter tot de oscillatie maximaal is. Lees de frequentie af op de oscilloscoop.

Hoe zit het met schakelingen met een kleine Q?

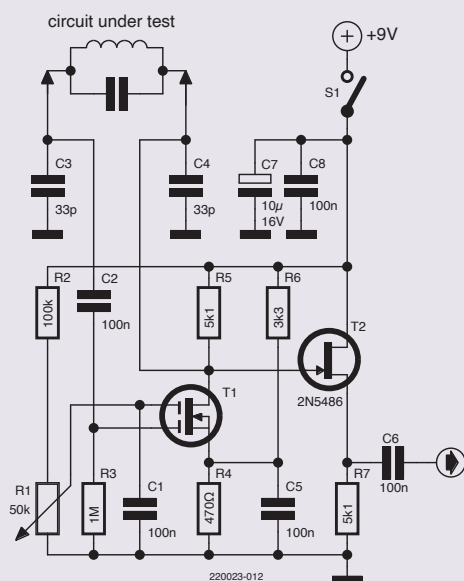
De dual-gate schakeling en de JFET-schakeling werken goed met onbekende kringen/kristallen met een redelijk hoge Q-factor. Maar wat als de Q-factor laag is? **Figuur 7** laat zien hoe onbekende kringen met een lage Q-factor (geen kristallen), zoals raamantennes, gemeten kunnen worden. Deze methode kan ook worden gebruikt om afgestemde kringen te meten met frequenties lager dan 839 kHz. De onbekende schakeling wordt op de versterker aangesloten die we verderop beschrijven. We gebruiken een RF-generator om het ingangssignaal voor de versterker te leveren. De probe van de oscilloscoop wordt op de onbekende schakeling aangesloten. De generator wordt zo ingesteld dat de amplitude van het signaal over de onbekende schakeling maximaal is. De frequentie wordt afgelezen op de oscilloscoop. Met een tweekanaals oscilloscoop kunnen zowel het ingangssignaal als



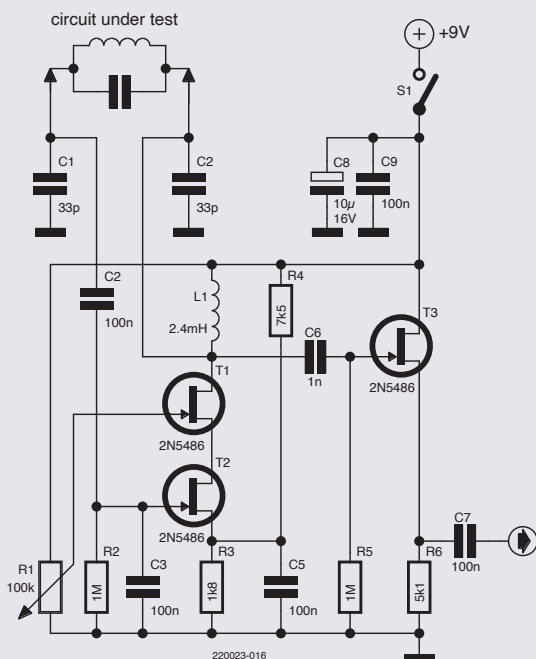
Figuur 1. NAND-gate oscillator met een 74LS00.



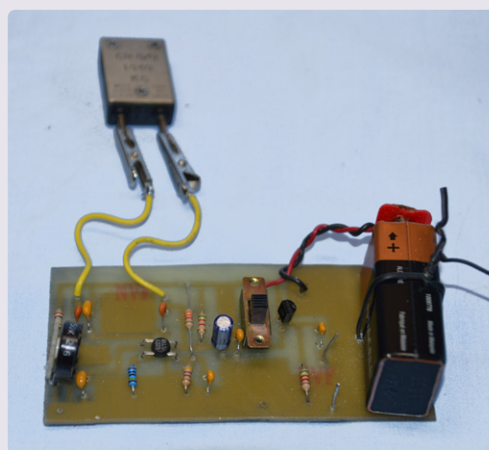
Figuur 2. Een oscillator met 74HC04-inverters.



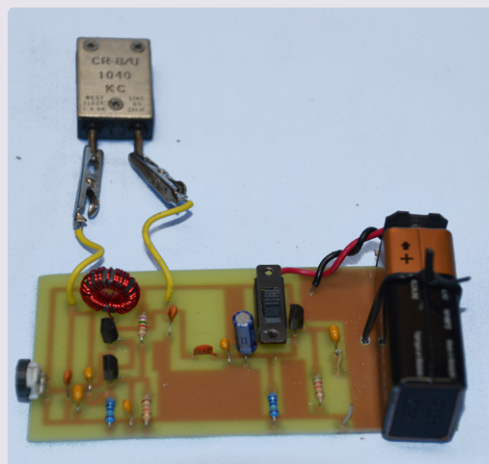
Figuur 3. Deze oscillator met een dual-gate MOSFET heeft een frequentiebereik van 839 kHz tot 38 MHz.



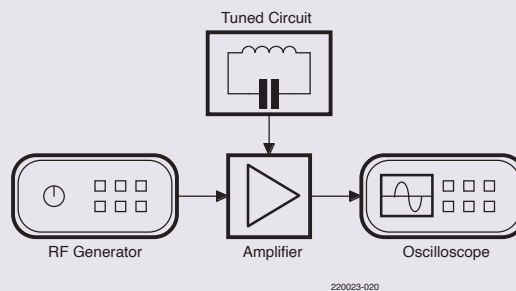
Figuur 5. Voor de JFET-oscillator zijn geen moeilijk te vinden dual-gate MOSFET's nodig.



Figuur 4. De opgebouwde dual-gate oscillator [1].



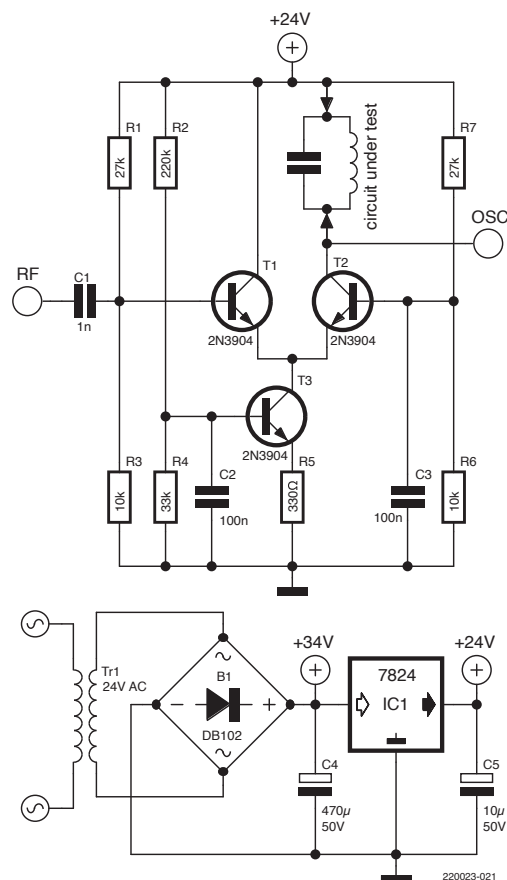
Figuur 6- De JFET-oscillator is hier aangesloten op een onbekende afgestemde kring.



Figuur 7. Zo worden kringen met een lage Q gemeten.

Developer's zone

tips & trucs, vakkunstigheden en andere nuttige informatie



Figuur 8. De schakeling van de lage-Q versterker lijkt op een modulator.

het uitgangssignaal van de versterker worden weergegeven. Wanneer beide signalen in fase zijn, is de amplitude van de uitgang maximaal. Net als bij de eerdergenoemde schakelingen kan een stand-alone frequentieteller parallel aan de oscilloscoop-probe worden aangesloten als je 'scoop geen teller heeft. We noemen dit de "lage-Q schakeling".

De lage-Q versterker

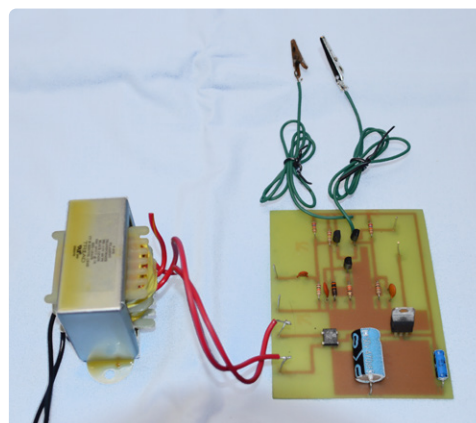
Het schema van de versterker voor de lage-Q meting is getekend in **figuur 8**. Je ziet dat deze schakeling aan een modulator doet denken. Hij is oorspronkelijk voor dat doel ontwikkeld, maar het blijkt dat hij ook goed werkt voor de hier beschreven toepassing. Alle onderdelen zijn gemakkelijk te verkrijgen. Hij wordt uit het lichtnet gevoed, zodat er zijn geen batterijen nodig zijn.

De uitgangstransistor krijgt zijn DC-voeding via de onbekende schakeling, zodat deze een vrij lage DC-weerstand moet hebben. Dit is de weerstand van de spoel in de afgestemde kring. Dit sluit kristallen uit, aangezien die

geen gelijkstroom doorlaten. Aansluiting van een kristal op deze versterker zal het kristal waarschijnlijk beschadigen.

Net als bij de dual-gate en de JFET-schakeling worden geïsoleerde draden met kleine krokodillenklampen gebruikt voor de aansluiting van de te meten schakeling. Ik heb gemerkt dat het handig is de aansluitdraden ongeveer een meter lang te maken (**figuur 9**).

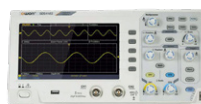
Figuur 10 toont de opstelling om de frequentie te meten van de raamantenne voor een antieke radio. De lusantenne bestaat uit twee draadwindingen die aan de achterkant van de houten kast zijn vastgeniet. Met een parallel geschakelde condensator kan de antenne worden afgestemd op resonantie bij



Figuur 9. De meetsnoeren van de lage-Q versterker zijn ongeveer een meter lang.



Figuur 10. Hier wordt de lage-Q versterker gebruikt om de resonantiefrequentie te meten van een raamantenne voor een antieke radio.



GERELATEERDE PRODUCTEN

- > OWON SDS1102 2-ch Oscilloscope (100 MHz) (SKU 18782)
www.elektor.nl/18782
- > Joy-IT LCR-T7 Multi-function Component Tester (SKU 19709)
www.elektor.nl/19709

een frequentie binnen de AM-omroepband. Ik heb de lus afgestemd op de frequentie van een low-power zender die passende ('vintage') muziek uitzendt. De print-layouts en onderdelenlijsten voor de dual-gate en JFET-schakelingen en de lage-Q versterker kunnen worden gedownload van [1].

220023-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de auteur via lyle0009@gmail.com of naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.

WEBLINK

[1] Downloads voor dit artikel: www.elektormagazine.nl/220023-03