

Antenneschakelaar met impedantiecompensatie

Un commutateur d'antenne à compensation d'impédance

Door/par ON6EO - Traduit par ON4LPF

Enkele weken terug kreeg ik een Yaesu FT-897 in bruikleen om eens te vergelijken met mijn andere ontvangers. Toen ik het toestel op verschillende antennes wilde testen, zocht ik naar een manier om de antennes snel te wisselen. Ik had reeds een verloopstuk naar BNC op de ingangsplug gemonteerd zodat ik niet steeds de antennes moest losschroeven, maar het overschakelen duurde toch nog te lang om betrouwbare resultaten te verkrijgen.

Daarom zocht ik naar een andere oplossing.

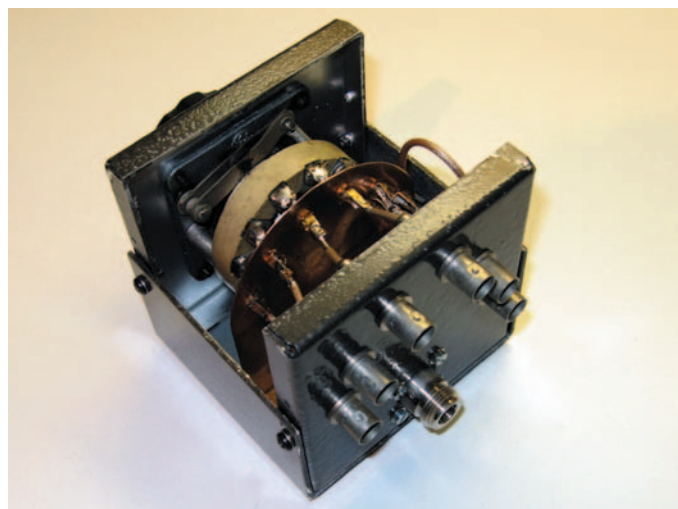
In eerste instantie dacht ik aan een coaxrelais om de antennes te schakelen, maar dan heb je ook nog een aparte voeding en een schakelaar nodig. Daarom ben ik eens op zolder gaan kijken of er daar niets anders lag dat bruikbaar was. Toen ik daar verschillende stukje "Teflon" coax met aangeknepen pluggen vond en een zware keramische schakelaar uit een BC-191 Tuning Unit kon ik aan mijn constructie beginnen.

Bij de constructie van een antenneschakelaar moet men er niet alleen voor zorgen dat de demping minimaal is en de isolatie maximaal, maar ook dat de schakelaar zelf niet voor een misaanpassing zorgt. De gekozen schakelaar voldoet zeker aan de twee eerste voorwaarden gezien zijn zware contacten die voor weinig weerstand zorgen en de relatief grote afstand tussen de contacten, waardoor de capacitieve koppeling klein is. Om nu nog aan de derde voorwaarde te voldoen moest ik proberen om de verbindingen zo kort mogelijk te houden en dus zolang mogelijk coaxiaal te blijven.



Eerst is er uit enkele stukje aluminium een kastje geplooid zodat de schakelaar volledig afgeschermd is. Op de achterzijde zijn de nodige gaten gemaakt voor de 6 BNC ingangen en een N-connector voor de uitgang. Om de buitenmantels van de kabeltjes gemakkelijk te kunnen aarden, heb ik dan op ongeveer 8 mm van de contacten een koperen plaatje gemonteerd waarop de buitenmantels van de coaxkabels gesoldeerd zijn.

Om deze kabeltjes gemakkelijk te kunnen solderen, zijn er voor de dunne kabeltjes eerst gaatjes geboord waarin een soldeerlip is geklonken. De binnenader van deze fijne coax kan dan juist door het gaatje en de buitenader kan dan op de omgeplooid lipjes gesoldeerd worden. Voor de dikkere kabel van de N-connector is er eerst een koperen buisje op de koperen plaat gesoldeerd.

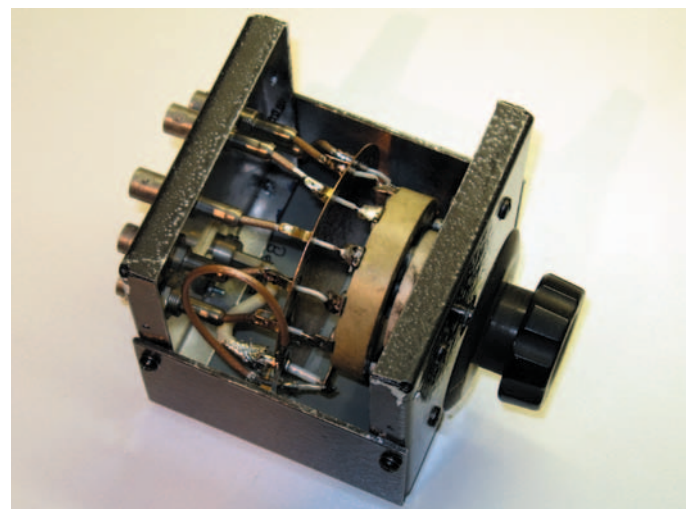


Il y a quelque semaines j'ai reçu un Yaesu FT-897 en prêt pour pouvoir le comparer avec mes autres récepteurs. Comme je voulais tester cet appareil sur plusieurs antennes il me fallait un moyen de changer d'antenne rapidement. J'avais déjà monté un adaptateur BNC sur le connecteur d'entrée pour ne plus devoir chaque fois dévisser les antennes mais même ainsi, la commutation durait encore trop longtemps pour obtenir des résultats fiables. Il me fallait une autre solution. En premier lieu, j'ai pensé commuter les antennes avec un relais coaxial mais cela nécessite une alimentation supplémentaire ainsi qu'un interrupteur. Je suis donc allé au grenier pour voir si je ne pouvais pas trouver quelque chose d'autre d'utilisable. C'est comme cela que j'ai trouvé, plusieurs morceaux de coax "téflon" dotés de connecteurs ainsi qu'un solide interrupteur céramique provenant du tuner d'un BC-191. Je pouvais commencer ma construction.

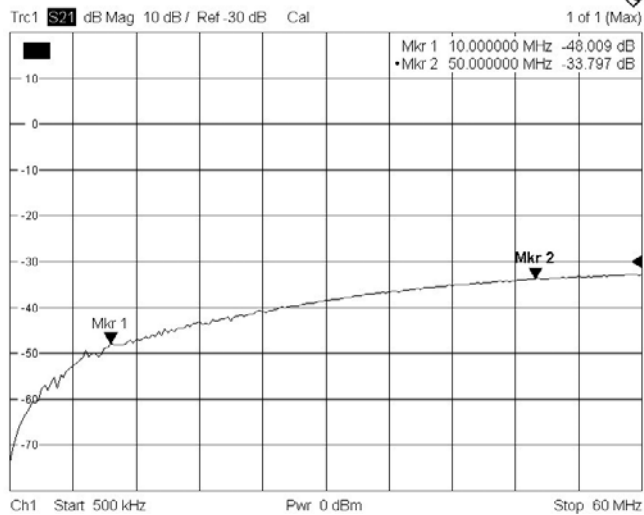
Lors de la construction d'un commutateur d'antenne, il ne suffit pas de veiller à ce que l'atténuation soit minimale et que l'isolation soit maximale. Il faut aussi faire attention à ce que le commutateur ne cause pas de désadaptation d'impédance. L'interrupteur en question satisfait à coup sûr les deux premiers critères grâce à ses solides contacts qui garantissent une faible résistance et la relativement grande distance entre contacts qui assure un faible couplage capacitif. Pour satisfaire la troisième condition, je devais essayer de garder les fils de connexion aussi courts que possible et ainsi rester le plus longtemps possible en coax.

Tout d'abord, il a fallu plier quelques pièces d'aluminium pour blinder complètement le commutateur et faire les trous nécessaires sur la face arrière: 6 entrées BNC et une sortie N. Pour pouvoir plus facilement mettre à la terre le blindage des coax, j'ai monté une plaque de cuivre à 8mm des contacts sur laquelle, j'ai soudé le blindage de chaque câble coax.

Pour pouvoir souder les câbles coax facilement: pour les coax minces, j'ai foré des petits trous dans lesquels j'ai fixé une cosse à souder. Le conducteur central des coax minces passait tout juste par le trou et le conducteur externe pouvait être soudé sur la partie repliée de la cosse. Pour le gros coax provenant du connecteur N, j'ai soudé un petit tube en cuivre sur la plaque de cuivre.

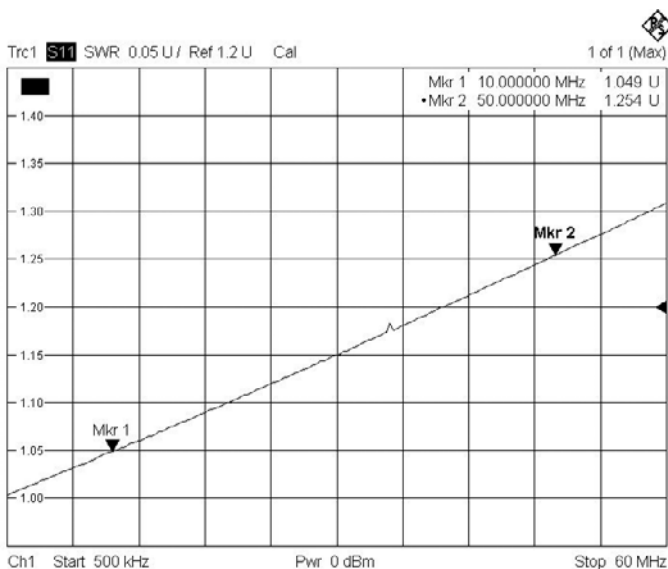


Enmaail alles samengebouwd, kwam het moment van de waarheid: het meten. Zoals de meeste hedendaagse transceivers, heeft de FT-897 geen aparte ingang voor 50 MHz. Daarom heb ik de metingen dan ook uitgevoerd tot 60 MHz. De isolatie zag er goed uit. Op 10 MHz bijna 50 dB en op 50 MHz nog steeds meer dan 30 dB. Waarden die zeker ruim voldoende zijn om verschillende antennes om te schakelen. Moest je echter deze schakelaar gebruiken om 2 tranceivers naar 1 antenne om te schakelen dan mag je toch niet te veel vermogen gebruiken op 50 MHz. Je moet er immers rekening mee houden dat er van iedere Watt vermogen uit de ene tranceiver ongeveer een tweeduizendste deel (33 dB) op de andere tranceiver terecht komt. Nu zijn de meeste ingangstrappen zeker bestand tegen ongeveer 10 mW en zal er meestal zelfs geen blijvende beschadiging zijn bij ingangssignalen van 100 mW. Dus bij gebruik van deze schakelaar om twee tranceivers om te schakelen naar één antenne mag je op 50 MHz zeker nog 20 Watt gebruiken. Wanneer je echter de schakelaar gebruikt om één tranceiver naar verschillende antennes om te schakelen dan kan je er gerust 100 Watt doorsturen wanneer de SWR niet te slecht is. BNC-connectoren mag je immers gebruiken tot 500 V en de fijne kabel heeft een isolatie tot 900 V.



Une fois que tout était assemblé, vint le moment de vérité: les mesures. Comme la plupart des transceiver actuels, le FT897 n'a pas d'entrée séparée pour le 50MHz. Ce qui m'a permis de faire des mesures jusqu'à 60MHz. L'isolation semblait bonne: 50dB à 10MHz et plus de 30dB à 50MHz. Des valeurs qui sont bien suffisantes pour la commutation d'antennes. Par contre, si on veut utiliser ce commutateur pour connecter 2 transceivers à une seule antenne, il sera nécessaire de limiter la puissance d'émission sur 50MHz. En effet, il faut tenir compte du fait que pour chaque Watt sortant d'un des transceiver, un 22ieme (33dB) de cette puissance est ré-injectée dans l'autre transceiver.

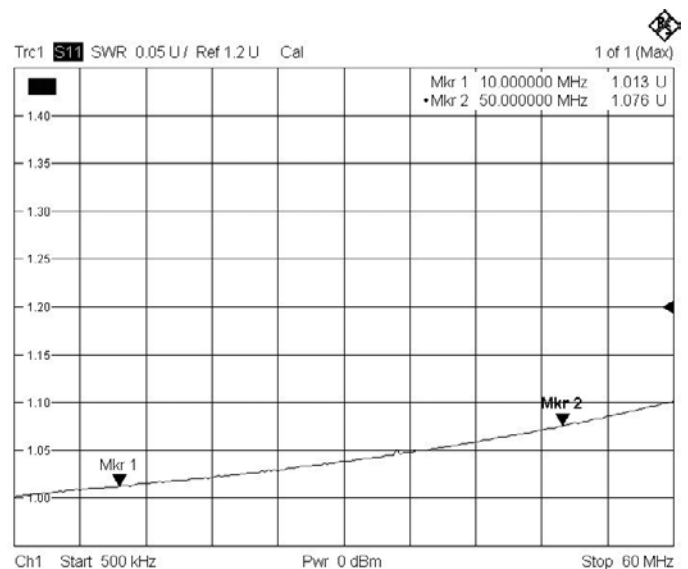
La plupart des étages d'entrée sont conçus pour résister à 10mW et ne sont probablement pas durablement endommagés par un signal d'entrée de 100mW. Il est donc possible, lorsque ce montage sert pour commuter deux transceiver, d'utiliser jusqu'à 20W en 50MHz. Par contre, lorsque le commutateur est utilisé avec un seul transceiver et plusieurs antennes, il est tout à fait permis d'émettre 100 Watts à condition bien sûr que le TOS ne soit pas trop mauvais. Les BNC peuvent en effet être utilisés jusqu'à 500V et le coax fin à une isolation garantie jusqu'à 900V.



SWR voor compensatie.

TOS avant compensation.

Nu nog even de aanpassing bekijken. De schakelaar werd afgesloten met een calibratiweerstand van 50 Ω en dan werd de SWR gemeten aan de ingang. De waarde op 10 MHz was perfect, maar op 50 MHz nogal hoog (1,25). De schakelaar kan zonder aanpassing zeker gebruikt worden tot 30 MHz. Toen ik echter de hoge waarde op 50 MHz zag, heb ik maar eens een echte impedantiemeting gedaan en toen zag ik dat de impedantie steeds inductief is. Dit is logisch, want de signaalweg in de schakelaar is relatief lang en de strooicapaciteit is door de coaxiale opbouw zeer laag. Toen ik dat zag, was mijn eerste idee om deze inductantie met een kleine C te compenseren. Eerst dacht ik aan vaste capaciteiten of een folietrimmer. Maar beide zijn moeilijk te vinden voor hoge spanning. Plots herinnerde ik me dat RG316U coax een capaciteit van ongeveer 100pF/m heeft. Gezien de doorslagspanning 900 V is en de isolatie zeer lage verliezen heeft kan je deze coax zeker als compensatie-C gebruiken. Ik had intussen gezien dat ik minder dan 20 pF zou nodig hebben en ben dus begonnen met een stukje van 20 cm parallel te zetten met de ingang. Je zou nu natuurlijk steeds stukjes kunnen afknippen van de coax, maar het is beter om de binnenader enkele centimeter te laten doorlopen en



SWR na compensatie.

TOS après compensation.

Il est maintenant temps de vérifier l'adaptation d'impédance. J'ai connecté le commutateur à une résistance de calibration de 50Ω et j'ai mesuré le TOS à l'entrée. La mesure était parfaite à 10MHz mais un peu trop haute (1,25) à 50MHz. Le montage peut être employé sans problèmes tant que l'on reste en dessous de 30MHz. Comme je constatais une valeur trop élevée à 50MHz, j'ai fait une vraie mesure d'impédance qui m'a montré que l'impédance était inductive. C'est logique, en effet, le chemin du signal dans le commutateur est relativement long et la capacité parasite est maintenue très basse grâce à la construction coaxiale. Lorsque j'ai vu cela, ma première idée fut de compenser cette inductance par une petite capa. Je pensais à un condensateur fixe ou ajustable mais l'un comme l'autre sont difficiles à trouver pour les hautes tensions. C'est alors que je me suis souvenu que du RG316U à une capa de 100pF/m. Comme il a une tension de claquage de 900V et de très faibles pertes d'isolation, il est parfaitement possible d'utiliser ce coax comme capa de compensation. Je savais que j'aurais besoin de moins de 20pF. J'ai donc commencé par mettre un petit morceau de 20cm in parallèle sur l'entrée. Ensuite, on pourrait bien sûr, couper

enkel de buitenmantel te verwijderen. Dit kan je het best doen door de buitenmantel eerst te vertinnen en dan de coax rondom in te kerven met een breekmes. Nu kan je gewoon het stukje afbreken en van de binnenisolatie afschuiven. De binnenisolatie is immers hittebestendig en wordt dus niet beschadigd door het vertinnen. Op deze manier heb ik steeds stukjes verwijderd tot ik optimale aanpassing had. Het stukje coax is bij mij nu nog ongeveer 14 cm lang. Dit compensatiekabeltje heb ik dan op het einde nogmaals vastgesoldeerd op de koperen massaplaat. Dit verandert niets aan de compensatie maar dient enkel om te vermijden dat het stukje coax in de behuizing zou rondslingeren.

Tot slot nog enkele woorden in verband met het maken van de behuizing. Ik maak steeds eerst een tekening van het voor- en het achterpaneel. Hierop teken ik niet alleen de buitenomtrek van de plaat maar ook alle buiglijnen en alle centers van de te boren gaten. Dit print ik dan af en kleef ik met een lijmstift (type Pritt) op de plaat die ik wil gebruiken. Nu kan je de plaat op maat knippen en de hoekjes wegnemen. Nadien worden de puntslagen gezet en de gaten geboord. Nu nog enkel de platen omzetten op de buiglijnen. De opgekleefde tekening ligt nu aan de binnenzijde en hierdoor heb je soms moeilijkheden om ze in de hoekjes te verwijderen. Leg de plaat dan gewoon in het water en na een uurtje kan je alles met een borstel en wat zeep verwijderen. Heb je geen plooi bank ter beschikking, dan kan je maar twee zijden omzetten tussen de bankschroef. Je kan dan wel voor de andere zijden een stukje aluminium hoekprofiel nemen dat je vastzet met schroefjes. De bovenste en de onderste 'schelp' kan je ook plooien tussen een bankschroef. Zet steeds de eerste zijde om en gebruik nu de voor- en de achterplaat om de tweede buiglijn af te tekenen. Na het buigen heb ik het kastje opgeschuurd en gespoten met hamerslaglak. Dit doe ik in drie lagen. Wanneer de eerste laag gespoten is, spuit ik er na twee minuten een tweede laag op. Dit laat ik drogen en pas na 24 uur spuit ik er de derde laag over.

Ik wens iedereen verder nog veel bouw- en meetplezier. Zeker nu een antenne-analyser en een (mini)VNA in ieders bereik gekomen zijn.

73 ON6EO

des morceaux de coax mais il vaut mieux ne retirer que le blindage et laisser dépasser la partie centrale de quelques centimètres. Pour ce faire, il vaut mieux d'abord étamer le blindage et ensuite couper le pourtour du coax avec un cutter. Ensuite il ne reste plus qu'à casser le morceau et à le faire glisser. L'isolant interne du coax résiste bien à la chaleur. Il n'a donc pas été endommagé par l'étamage. De cette manière, j'ai pu retirer des morceaux jusqu'à obtenir l'adaptation d'impédance optimale. Le morceau de coax qui convenait faisait environ 14 cm de long. J'ai soudé l'extrémité de ce câble sur le plan de masse en cuivre. Cela ne change rien à la compensation mais cela empêche que le morceau de coax aille se balader dans la boîte.

Pour terminer, encore quelque mots au sujet de la fabrication de la boîte. Je fais d'abord, un dessin de la face avant et de la face arrière sur lesquelles je dessine non seulement les contours extérieurs de la plaque mais aussi lignes de pliage et le centre de tous les trous à forer. J'imprime ce dessin et je le colle avec un bâton de colle (type Pritt) sur la plaque que je vais utiliser. Il est alors possible de découper la plaque sur mesure. Ensuite, les centres des trous sont marqués au pointeau et les trous sont forés. Puis on plie suivant les lignes. Le dessin collé se trouve maintenant à l'intérieur et de ce fait peut être difficile à enlever. Il suffit de laisser la plaque dans l'eau pendant une petite heure et de frotter ensuite avec une brosse et un peu de savon. Si vous n'avez pas de plieuse à votre disposition, vous pouvez plier les deux faces avec un étai. Pour les autres faces vous pouvez utiliser un morceau de profilé aluminium en coin et le fixer avec des vis. Les "coques" supérieures et inférieures peuvent elles aussi être pliées avec un étai en commençant par plier le premier côté et en utilisant ensuite les faces avant et arrière pour tracer la deuxième ligne de pliage. Après le pliage, j'ai poncé la boîte et je l'ai recouverte de laque martelée. J'en ai mis trois couches. J'ai ajouté la seconde couche deux minutes après avoir mis la première couche puis j'ai tout laissé sécher pendant 24 heures avant de passer la troisième couche.

Je vous souhaite à tous beaucoup de plaisir à construire et à mesurer. Surtout qu'aujourd'hui un analyseur d'antenne et un (mini) VNA sont à la portée de chacun.

73 ON6EO