

‘Koekendoos’ microgolf dummy load

Une charge fictive pour microondes dans une boîte à biscuits

Door/par ON7AMI

Vertaling/traduction: ON5FD

Op zoek naar een oplossing om op een betaalbare én goede manier metingen te kunnen doen aan de eindtrap van mijn 23cm ATV-zender (max. 30 W) werd mijn aandacht gevestigd op de hoge demping van RG58 coaxkabel. Een weerstand van 50 Ω die zuiver resistief is op microgolffrequenties en toch pakweg 100 W kan dissiperen, valt voor de meeste amateurportefeuilles – de mijne inclusis - te duur uit, maar het ding is onmisbaar als je proeven en metingen wilt doen. De enige oplossing is dus het signaal verzwakken tot aanvaardbare proporties. Commerciële verzwakkers voor die frequenties zijn al evenmin betaalbaar. Zo wordt de slechte eigenschap van coax plots een bondgenoot voor microgolffanaten.

Op 23cm bedraagt de demping van RG58 coaxkabel 12 dB per 100 ft, ongeveer 20 dB per 50 m of 40 dB op 100 m. Dikwijls kan je voor een spreekwoordelijke appel en ei rollen (of dozen) RG58-coax kopen op computerbeurzen of liquidaties van IT-zaken. Computernetwerken met coaxverbinding behoren immers definitief tot het verleden en deze mensen zijn gelukkig dat ze de kabel ergens kwijt kunnen. Bovendien werd hiervoor veelal RG58 C/U gebruikt (met harde kernisolatie), die nog meer verzwakt (21 dB per 30 m op 1 GHz).



A la recherche d'une solution payable et correcte pour faire des mesures sur l'étage final de mon émetteur ATV 23 cm (max 30 W), j'ai eu l'attention attirée par l'atténuation importante que présente le câble coaxial RG58. Une résistance qui soit uniquement résistive dans les micro-ondes et qui puisse dissiper 100 W n'est pas accessible à la plupart des portefeuilles de radio-amateur, et certainement pas au mien. Pourtant cet accessoire est indispensable si l'on désire faire des essais et des mesures. La seule solution acceptable est donc d'atténuer le signal jusqu'à ce qu'il soit à un niveau acceptable pour une charge résistive de calibre moindre. Mais les atténuateurs commerciaux pour fréquences élevées sont également impayables! Et d'un coup, on constate que les mauvaises caractéristiques d'un câble coaxial ont un côté favorable pour les amateurs travaillant à des fréquences élevées.

Sur 23 cm, l'atténuation du RG58 atteint 12 dB par 100 pieds, environ 20 dB par 50 m et 40 dB par 100 m. On peut souvent avoir pour une bouchée de pain des rouleaux ou des boîtes de coax RG58 dans des brocantes informatiques ou des liquidations de magasins d'informatique. Faire des liaisons entre ordinateurs avec du coax appartient maintenant au passé et les commerçants sont tout heureux de pouvoir se défaire de ces câbles. Si l'on utilise du coax RG58 C/U, on obtient une atténuation encore plus forte (21 dB par 30 m à 1 GHz).

Frequency (MHz)	Nom. Attenuation (dB/100 ft.)
30	2.0
50	2.5
150	4.0
220	4.9
450	7.1
900	10.3
1500	13.7
1800	15.2
2000	16.1
2500	18.3
3000	20.5
4500	26.5
5800	31.2
6000	32.0

Fig. 1 Verzwakking RG58C (foam-vulling) op verschillende frequenties.

Fig. 1 Atténuation de RG58C (isolant mousse) sur plusieurs fréquences.

Cable No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inner conductor diameter in mm-Type: Solid, stranded, tubular	1.4 S	1.4 S	2.3 S	3.5 S	0.48 St	0.51 St	0.9 St	2.3 St	6.3 Tub.
Dielectric: Solid polyethylene PE Foam polyethylene FPE Teflon PTFE	FPE	FPE	PE	Air	PE	PTFE	PE	PE	Air
Sheath diameter in mm	6.5	7.2	12.6	16	2.54	2.79	5.0	10.3	23
Impedance Ω	60	60	60	60	50	50	50	50	50
Attenuation in dB/100 m	(3.5) -	(3.2) -	2.3 3300	1.3 6000	15 -	15 -	8.5 550	3.4 1900	0.83 9500
Underneath: max. power in watt	145 MHz -	9 -	8 1300	6 2600	3 -	39 -	40 -	20 220	8.7 760
	435 MHz -	18 -	14 710	11 1500	5.5 -	69 -	70 -	34 130	1.9 380
	1.3 GHz -	(36) -	(28) 350	22 850	9 -	(130) -	(140) -	65 70	3.3 210
Price relationship	157	161	705	2050	126	131	208	478	2270

Fig. 2 Karakteristieken van enkele door radioamateurs veelgebruikte coaxkabels.

Fig. 2 Caractéristiques de quelques cables coaxiaux souvent utilisés par les radio amateurs.

1. Kathrein Type 6754
2. Karl Stolle Kabel Type 0514S
3. AEG - Type HFE 2,5/10 B
4. AEG - Type Flexwell HF 3.4/10
5. Amphenol Type: RG174/U (subminiatuur)
6. Amphenol Type: RG188 A/U (subminiatura)
7. Amphenol Type: RG58 C/U
8. Amphenol Type: RG213 /U (eveneens RG8 A/U)
9. AEG - Type Flexwell HF5/8 Zoll

In het diagram van **figuur 3** kan men de invloed nagaan van de kabelverzwakking op de VSWR gemeten aan de belasting (bijvoorbeeld een antenne), ten opzichte van de VSWR gemeten aan de bron (bijvoorbeeld een zender). Stel bijvoorbeeld:

- een VSWR van 10:1 aan de belasting (in ons geval bijvoorbeeld de aan het uiteinde van de coax gemonteerde weerstand die niet perfect $50\ \Omega$ is en niet ideaal is opgesteld)
- een kabelverzwakking van 20 dB

De VSWR aan de aansluitklem is dan 1,015:1 wat voor onze doeleinden verwaarloosbaar klein is.

Hoe hoger de frequentie, hoe sterker de demping, dus hoe beter onze dummy load, maar ... jammer genoeg zijn de isolatie-eigenschappen van de materialen waaruit de kabel is gemaakt niet constant op hogere frequenties, waardoor de kabel zelf voor misaanpassing zal zorgen. Volgens diverse bronnen zou RG58C/U op 5 GHz nog net bruikbaar zijn. Maar op 70cm, 23cm en 13cm is deze vorm van schijnantenne zeker bruikbaar.

Bouw

Fig. 4a

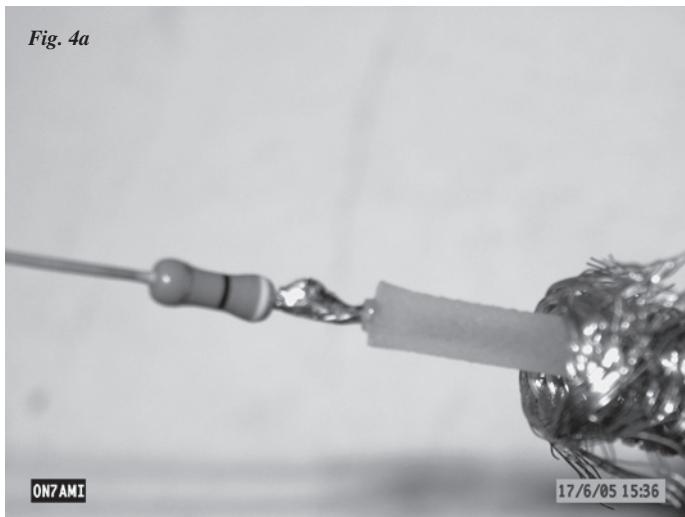


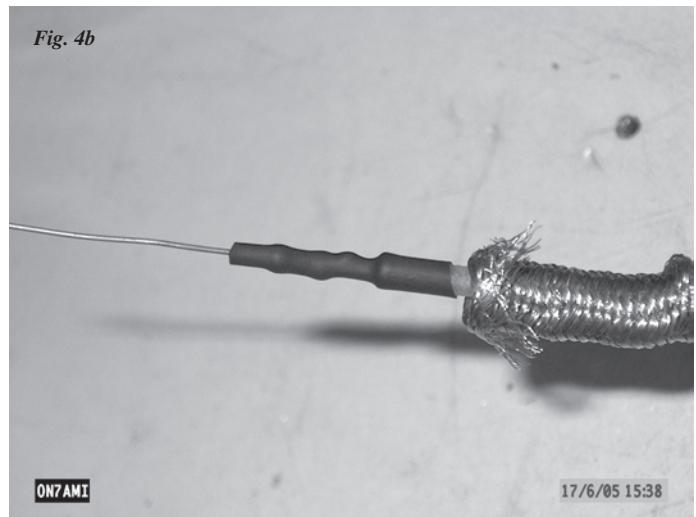
Fig. 4c



ON7AMI

17/6/05 15:41

Fig. 4b



ON7AMI

17/6/05 15:38

Fig. 4d



ON7AMI

17/6/05 15:44

Fig. 3 Invloed van de kabeldemping op de VSWR.

Fig. 3 Influence de l'atténuation du câble sur le taux d'ondes stationnaires.

Dans le diagramme de la **figure 3**, on peut constater l'influence de l'atténuation du câble sur le taux d'ondes stationnaires mesuré à la charge (par exemple une antenne) comparé au taux mesuré à la source (par exemple l'émetteur). Par exemple:

- un taux de 10:1 à la charge (dans notre cas une résistance qui n'est pas parfaitement $50\ \Omega$ et qui n'est pas montée idéalement)
- une atténuation dans le câble de 20 dB.

Le taux d'ondes stationnaires à la source sera de 1,015:1, ce qui est, pour le but proposé, vraiment négligeable.

Plus haute est la fréquence et plus haute est l'atténuation, donc combien meilleure notre charge fictive, mais... malheureusement les propriétés isolantes des matériaux dont le câble est fait ne sont pas constantes à très hautes fréquences, ce qui donnera une mauvaise adaptation causée par

le câble lui-même. Selon diverses sources, le coaxial RG58C/U serait encore tout juste utilisable sur 5 GHz. Mais sur 70cm, 23cm et 13cm cette forme de charge fictive est certainement utilisable.

Construction

In de **figuur 4a** zie je hoe een gewone $47 \Omega / \frac{1}{2} W$ weerstand aan de binnengeleider van de coax wordt gesoldeerd. Vervolgens wordt een stuk krimpkoos over de weerstand gesmolten en blijft enkel de tweede aansluitdraad hier nog uitsteken (**fig. 4b**). De afscherming wordt over het geheel getrokken, aan het uitstekende draadje van de weerstand gesoldeerd en vervolgens afgeknipt (**fig. 4c**). Als afwerking wordt nogmaals een krimpkoos over het geheel gesmolten (**fig. 4d**). De VSWR aan de afsluitweerstand zelf is niet ideaal doch deze wordt mee verzwakt door de coax zodat het geheel resulteert in een reflectiecoëfficiënt van 1,1:1 of beter.

Wat hebben we verder nodig?

- vanzelfsprekend: circa 50 m coaxkabel
- een koekendoos van vertind blik
- een goede N- of SMA-connector
- een houten latje als steun tijdens het boren

Eerst en vooral doen we het deksel op de doos en gaan door de rand van het deksel en de rand van de doos heen gaatjes boren van 2 mm (**fig. 5**). We doen dit aan elke zijde om de ± 3 cm. Vervolgens markeren we goed hoe we het deksel op de doos gezet hebben (zoniet kan het gebeuren dat de gaatjes plots niet meer passen...). Dan nemen we het deksel van de doos af en vergroten de gaatjes in het deksel tot 3 mm. Achteraf, als het hele project af is, zullen we het deksel aan de doos vastvijzen met kleine parkervijsjes om een maximale HF-dichting te maken.

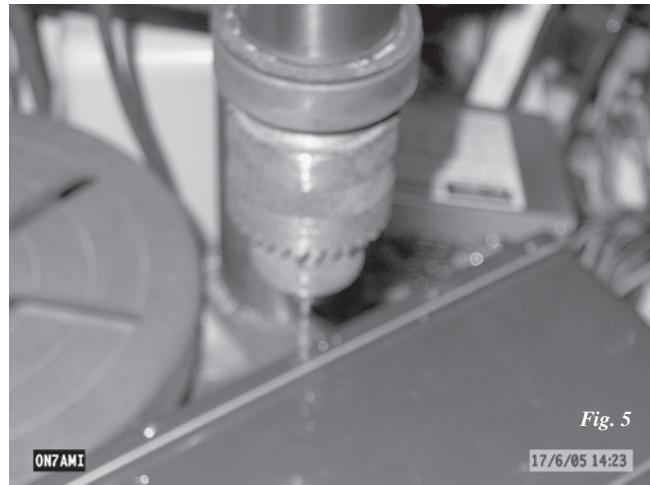


Fig. 5

Vervolgens boren we de nodige gaten voor de plaatsing van de connector. Het boren van het grote gat kan het best gebeuren met een houtboor met platte kop (**fig. 6**). Dit soort van boor is trouwens heel geschikt voor alle boorwerk in platen (op voorwaarde dat ze niet uit te hard materiaal zijn gemaakt). Eerst voorboren met een boortje van 2 mm en vervolgens naboren met de gewenste diameter.



Vergeet niet om het materiaal te ondersteunen met een houten latje (**fig. 7**), anders kan het knap moeilijk worden en riskeer je het materiaal stuk te trekken als de boor erdoor gaat. Beschik je niet over een boor met platte kop, span dan onder en boven de plaat twee blokjes hout en boor door het hout en het blik.

De volgende stap is het verbinden van de coaxkabel met de connector (**fig. 8**), waarbij de verbindingen zo kort mogelijk moeten gehouden worden. Aan de rechter onderste bout is een soldeerlipje bevestigd dat aan

Dans la **figure 4a**, on voit comment une résistance de 47 ohms $\frac{1}{2}$ W est soudée à l'âme du coax. Ensuite, on met sur cette résistance un morceau de gaine thermo-rétractable ne laissant dépasser de cette gaine que le deuxième fil de la résistance (**fig 4b**). La gaine conductrice du coax est ramenée sur ce fil et y est soudée, la longueur inutilisée étant coupée (**fig 4c**). Finalement, on couvre l'ensemble d'une gaine thermo-rétractable qui assure l'étanchéité (**fig 4d**). Bien que le taux d'ondes stationnaires sur cette résistance de charge ne soit pas idéal, l'atténuation du coax permet d'arriver à un taux d'ondes stationnaires satisfaisant de 1,1:1 ou mieux à l'entrée de l'ensemble.

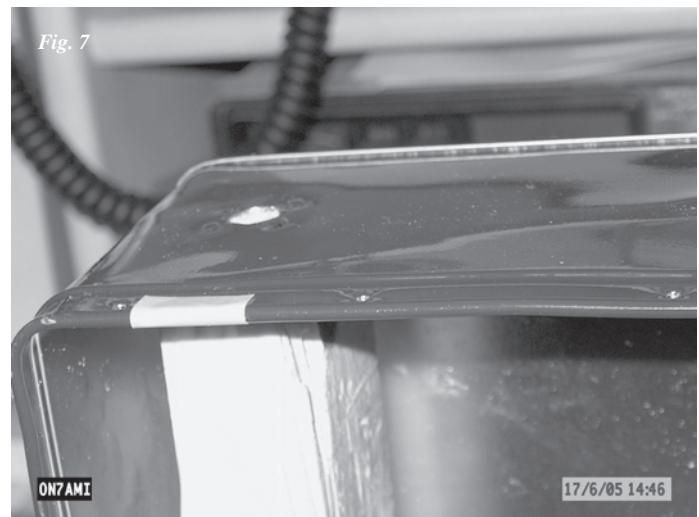
Que nous faut-il encore?

- évidemment environ 50 m de coax
- une boîte à biscuits en fer blanc
- un bon connecteur N ou SMA
- un morceau de bois comme support pendant le forage.

Tout d'abord, mettre le couvercle sur la boîte et forer à travers les bords du couvercle et de la boîte de petits trous de 2 mm (**fig 5**). Le faire de chaque côté tous les 3 cm environ. Ne pas oublier de marquer comment le couvercle était mis sur la boîte, sinon il se pourrait que les trous couvercle/boîte ne correspondent plus. Après avoir élevé le couvercle, aléser les trous dans celui-ci à 3mm. Ces trous de fixation permettront de fixer le couvercle sur la boîte avec des vis parker afin d'obtenir l'étanchéité HF.

Restent les trous pour le connecteur: le grand trou se fera le plus facilement avec une mèche à bois à tête plate (**fig 6**).

Soit dit en passant, ces mèches sont parfaitement adéquates pour tout travail de perçage sur de fines plaques, pour autant que le matériau ne soit pas trop dur. Commencer par forer un trou de 2 mm et ensuite agrandir au diamètre souhaité.



Ne pas oublier de soutenir la surface forée avec un morceau de bois (**fig 7**) pour éviter une déchirure de la tôle au moment où la mèche la perce. Si vous n'avez pas de mèche à tête plate, mettez au-dessus et au-dessous de la plaque deux petits blocs de bois et forez à travers le bois et la tôle.

Le pas suivant est de connecter le coax au connecteur (**fig 8**) en ayant les connexions les plus courtes possible. La gaine de blindage du coax est coupée exactement à la longueur de l'isolant et soudée pour qu'elle ne

de afscherming van de coax bevestigd is. De gestripte afscherming is voorzichtig gesoldeerd om uitrafelen te voorkomen en is gelijk met de binnenisolatie recht afgesneden. De binnengeleider wordt aan de centrale pin van de connector gesoldeerd.

In de finale fase leggen we netjes de rest van de kabel met de afsluitweerstand in de doos, erop toezien dat de doos niet tot de bovenste rand mag gevuld zijn (**fig. 9**). Vervolgens leggen we een passend plaatje isolatiemateriaal (isomo of schuimrubber) op de kabel, zodat bij het dichtschroeven van de doos (en ook achteraf) de vijsjes nooit in de kabel kunnen prikken en hem zo beschadigen (**fig. 10**).

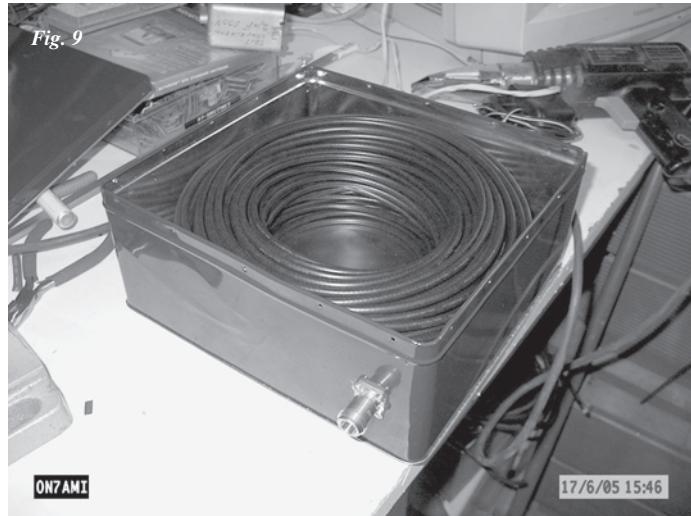
Fig. 8



puisse pas s'effilocher. Ce blindage est alors soudé à un petit morceau de métal coincé sous l'écrou inférieur droit, le petit bout de fil de l'âme du coax étant soudé sur le connecteur.

Pour terminer, mettre soigneusement le rouleau de câble dans la boîte en faisant attention que celle-ci ne peut pas être remplie à ras bord (**fig 9**). Ensuite mettre une plaque isolante en isomo ou mousse de caoutchouc sur le rouleau de câble de telle façon que les pointes des vis de fixation ne puissent pas endommager le câble (**fig 10**).

Fig. 9



Dan rest ons enkel nog het dichtschroeven van de doos en klaar is kees.

*73's, Jean Paul ON7AMI
on7ami@on7ami.be
www.on7ami.be*

Fig. 10



Et il ne reste plus qu'à mettre ces petites vis pour terminer le travail.

*73's, Jean Paul ON7AMI
on7ami@on7ami.be
www.on7ami.be*