

Alimentation 3 kV à l'aide d'un transformateur de four à micro-ondes

3 kV-voeding met microgolfoventransformatoren

traduction Eric-ON5LQ

par/door Geert-ON4ADN

TOUTES LES TENSIONS DU PROJET ACTUEL PEUVENT ETRE MORTELLES. PRENEZ VOS PRECAUTIONS !



ALLE SPANNINGEN BIJ DIT PROJECT ZIJN DODELIJK. NEEM UW VOORZORGEN !



Lors de mon dernier projet (amplificateur 2 tubes 813), les difficultés ont commencées lorsque j'avais besoin d'un transformateur haute tension.

Un appel via le site internet UBA restait sans réponse, et des recherches auprès des collègues radioamateurs demeuraient sans résultat.

Je ne savais plus quoi faire. Néanmoins, en tant que fervent de la construction maison assidu, je ne renonce pas si vite.

Jusqu'au jour où l'XYL arrive avec un four à micro-ondes à réparer, et à mon grand étonnement, j'y trouve un transfo 2100 V 750 mA. Exactement ce qu'il me fallait!

Ce genre de truc se retrouve facilement aux parcs de conteneurs, et après en avoir récupérés un ou deux, j'y retrouve à mon étonnement, plusieurs pièces utilisables à nos fins.

- Transfos 1800 à 2300 V, 400 à 850 mA.
- Diodes haute tension.
- Ventilateurs 230 V silencieux
- Circuit imprimé avec entre autres des résistances 15 Ω haute puissance (idéal pour circuit retardement)
- Fusible haute tension (pas toujours présent)
- Microcontacts de sécurité pour sécuriser votre alimentation lors de l'ouverture.

Par après – lors des premiers essais bien entendu- je me suis rendu compte que l'un et l'autre était trop beau pour être vrai, mais voyons cela plus tard.

Toen ik bij mijn laatste project (een versterker met 2 x 813 lampen) nood had aan een hoogspanningstrafo begonnen de problemen.

Een oproep via de UBA site leverde niks op en er was evenmin iets te vinden bij collega-radioamateurs. Ik stond dus met de handen in het haar. Maar als verwoed zelfbouwer geef ik het zomaar niet op.

Toen hier op een dag de XYL een microgolfoven mee had voor herstelling, kon ik mijn ogen niet geloven: binnenin zat een trafo van 2100 V die 750 mA leverde. Net wat ik zocht!

Daar dergelijke spullen zo nu en dan op het containerpark belanden was ik vlug in het bezit van een paar van die toestellen en tot mijn verbazing zaten daar nog meer onderdelen in die voor onze doeleinden bruikbaar zijn:

- trafo's 1800 tot 2300 V, 400 tot 850 mA
- hoogspanningsdiodes
- geluidsarme ventilatoren op 230 V
- print met bruikbare componenten zoals hoogvermogenweerstand 15 Ω (ideaal voor het maken van een opstartvertraging)
- hoogspanningszekering (niet altijd aanwezig)
- veiligheidsdeurcontacten, dit om uw voeding te beveiligen indien je die openmaakt.

Achteraf – tijdens mijn eerste proefnemingen welteverstaan – heb ik moeten vaststellen dat het iets te mooi was om waar te zijn, maar verder meer daarover.

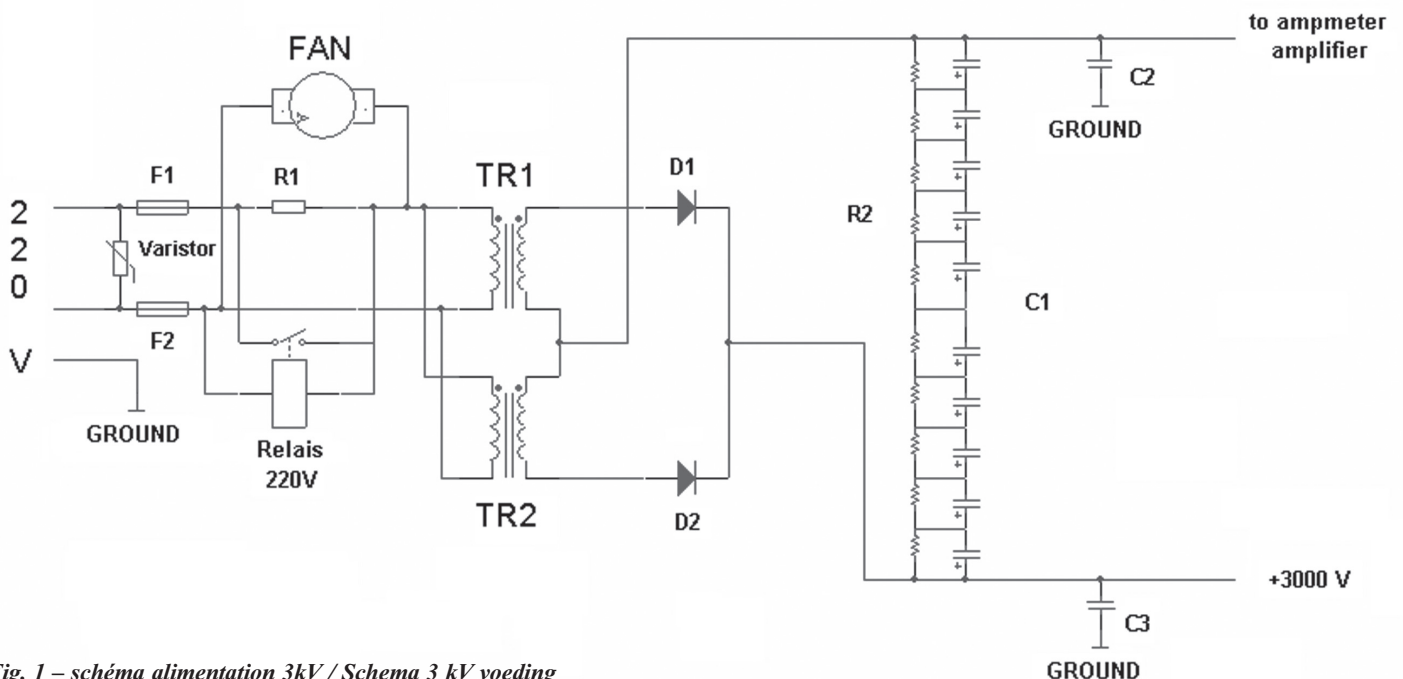


Fig. 1 – schéma alimentation 3kV / Schema 3 kV voeding

Deux mots d'explication ne seront pas déplacés concernant certains composants.

Transformateurs

Lorsque vous avez en mains un transfo pareil (attention aux pieds: très lourd!), la première chose qui frappe, c'est que le côté froid de l'enroulement haute tension est branché à la masse du transfo. En effet, dans le four, le redressement est monophasé, ce système étant moins cher.

Se servir d'un tel transfo avec un redressement en pont produira des problèmes comme court-circuitage vers la masse. Suite à des courants fuyants ou isolation défaillante le 2000 V un court-circuit vers la masse peut se produire, avec la possibilité de suites désastreuses non seulement pour votre ampli mais aussi pour vous-même. Comment résoudre le problème? Par exemple, on en branche deux en anti-parallèle pour en faire un transfo à branchement central.. Aussi dit, aussi fait, mais dès les premiers essais, la tension tombe comme une pierre: des 2800 V il en restait moins de 2000 V dès le moindre courant sollicité.

Où se trouvait la cause? Est-ce que les transfos étaient inutilisables? Cherchons sur internet. Peu d'informations en la matière, sauf chez un VK4, un OM qui expérimentait également dans ce domaine. Ce qui me frappait, c'est qu'il mentionnait des "shunts" dans les transfos. On peut s'imaginer un shunt, comme un enroulement en série avec la primaire, et qui par conséquent fait baisser la tension, un système appliqué couramment dans l'industrie, par exemple dans les transfos de soudures à l'arc. Voyons cela de plus près, et en effet, entre les enroulements 220 V et de 2000 V, (les deux sont séparés) on retrouve de part et d'autre, les deux shunts. J'estime que les shunts sont là par souci de sécurité: si le courant monte, la tension tombe très vite, et en cas de court circuit dans le four, la tension disparaît complètement. C'est ma conclusion, sans pour autant en avoir fait le test.

Il faut donc enlever les shunts, mais comment? Voici quelques tips: prenez un morceau de profil en U, disposez le transfo sur le côté de façon à pouvoir enlever les shunts à l'aide d'un marteau et un boulon M6. Evitez de toucher les enroulements. Si vous avez une presse hydraulique sous la main, le job est fait en un clin d'oeil. Il y a des entreprises qui ont une presse à leur disposition, par exemple pour enlever des roulements à billes. Peut être avez-vous un collègue qui le fera pour vous? Sur la photo fig 2 vous voyez les shunts au dessus du transfo. C'est un paquet de lamelles, rivetées entre elles, qui est cuit dans l'ensemble.

Montez les transfos isolés du châssis par un morceau d'ertalon, plexiglas ou autre, parce que les mesures se font du côté négatif de la haute tension, ceci pour des raisons de sécurité.

Encore un tuyau: si vous branchez deux transfos entre eux par le milieu, il est bon d'enlever un peu d'isolation du corps des transfos, Il se pourrait que lors de la cuisson du transfo, une couche d'isolement (résine par exemple) c'est déposée à l'extérieur des plaques. Nettoyez donc là où le branchement se fait.

Le branchement en anti-parallèle se mesure le mieux par l'application d'une tension faible sur la primaire, (p.e. transfo 12 V) Attention à la secondaire: la tension monte au décuple!

Een woordje uitleg bij bepaalde onderdelen is zeker op zijn plaats.

Transformatoren

Als je zo'n trafo in handen hebt (het zijn zware spullen, laat ze niet op uw tenen vallen) is een van de eerste zaken die opvalt het feit dat de "koude" kant van de hoogspanningswikkeling aan de trafokern ligt. Dit omdat men werkt met een enkelfazige gelijkrichting in de oven, maar die zijn ook zo gemaakt omdat het goedkoper uitvalt.

Als je zo'n trafo gaat gebruiken met een bruggelijkrichting zal men later in de problemen komen met doorslag naar massa. Door kruipstromen of onvoldoende isolatie van de wikkeling zal de 2000 V naar massa doorslaan wat desastreuze gevolgen kan hebben, niet alleen voor uw versterker, ook voor uzelf.

Hoe kunnen we dit verhelpen? Wel, we plaatsen twee trafo's anti-parallel naast elkaar en maken er een midden-afgetakte trafo van.

Zo gezegd zo gedaan, maar wat bleek bij de eerste proefnemingen: de trafospanning viel als een pudding in elkaar. Van de 2800 V onbelast bleef er minder dan 2000 V over zodra er maar een beetje stroom werd geleverd.

Wat was er aan de hand? Waren deze trafo's dan echt niet bruikbaar? Dan maar het internet afgespeurd, maar zéér weinig informatie daarover gevonden. Tot ik op een website van een VK4 zag dat die OM ook bezig was met zulke experimenten. Wat mij wel direct opviel was het feit dat hij het had over "shunts" in die trafo's. Een shunt kan je bekijken als een spoel die in serie staat met de primaire wikkeling en dus de spanning doet zakken. Dit wordt veelvuldig toegepast in de industrie, bv. bij lastrafo's. Bij nazicht van een exemplaar stelde ik vast dat tussen de 220 V wikkeling en de 2000 V (beide wikkelingen liggen apart) langs beide zijden twee shunts ingebouwd zijn. Ik denk dat deze erin zitten voor de veiligheid. Bij hoog stroomverbruik daalt de spanning zeer snel. Bij een kortsluiting in de microgolfoven zal de spanning waarschijnlijk volledig wegvallen. Ik heb het niet getest, maar dat is mijn conclusie.

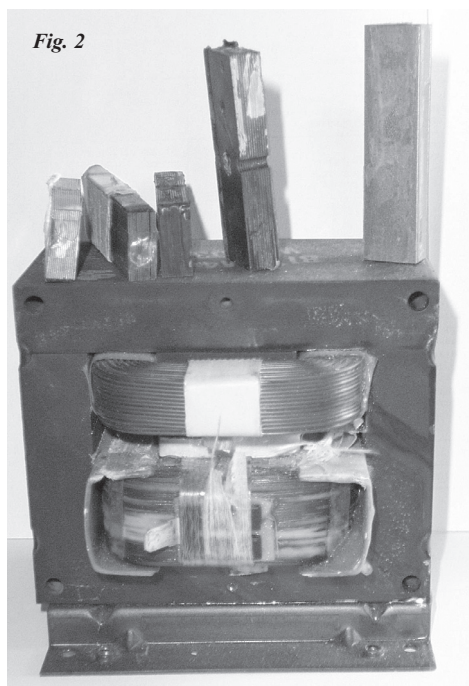
Die shunts moeten er dus uit, maar dat is vlugger gezegd dan gedaan. Hier een paar tips om het toch te kunnen doen. Neem een stukje U-profiel om de trafo op zijn kant te leggen zodanig dat je de shunts eruit kan hameren met een zware hamer en een M6 bout. Wel opletten dat je de wikkelingen niet raakt. Indien je een hydraulische pers bij de hand hebt is de klus in een paar minuten geklaard. Veel bedrijven hebben zo'n pers om bv. assen of rollagers uit te persen. Indien je een collega hebt die het kan doen voor u, zoveel te beter.

Op de foto in **figuur 2** zie je de shunts bovenop de trafo staan. Dit is een pak opeengeperste lamellen (of met een rivet samengehouden) die geïsoleerd zijn meegebakken.

Wat betreft de opstelling van de trafo's: plaats ze geïsoleerd op een stuk isolatiemateriaal zoals ertalon, plexiglas of iets dergelijks. De reden hiervoor is dat de meting om veiligheidsredenen in de minleiding van de hoogspanning gebeurt.

Een andere tip die ik kan meegeven is de volgende: als je de twee trafo's in het midden met elkaar verbindt, schuur dan een beetje isolatie af van het ijzer van de trafo. Het zou kunnen dat bij het bakproces van de trafo het spul (hars of een andere materie) ook op de buitenkant van het lichaam aanwezig is en zo geïsoleerd is. Dus op de plaats waar de verbinding wordt gemaakt een stukje afschuren.

Het anti-parallel schakelen van die trafo's kan je best meten door op de primaire een lage spanning te zetten, bv. afkomstig van een 12 V verlichtingstrafo. Opgelet: de secundaire spanning loopt op tot het tienvoud! Nog een tip: kijk waar de wikkeling van de 220 V ligt en maak de verbinding zoals ze gewikkeld zijn, begin van de wikkeling aan het begin van de andere trafo. Maar toch even uitmeten is de boodschap.



Autre tuyau: regardez où se trouve l'enroulement 220 V, et branchez le début de l'enroulement au début du deuxième transfo. Mesurez pour être tout à fait certain.

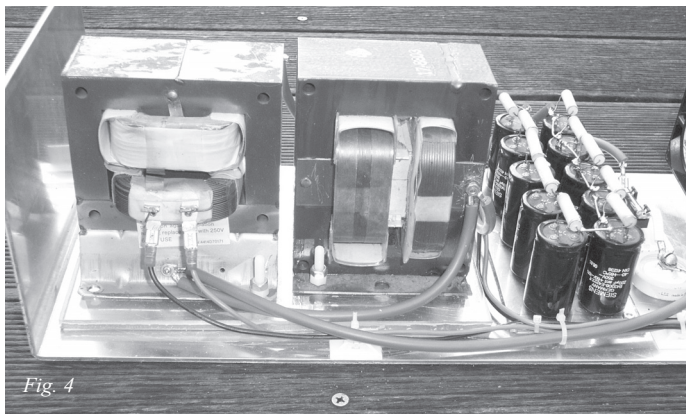
Entre les enroulements 220 V et 2000 V se trouvent quelques spires (fil plus lourd et environ 3 V) pour le filament du klystron du four. Peuvent être enlevées sous condition de ne pas abîmer les autres enroulements.. Remarque: en enlevant la secondaire, il est possible d'utiliser le transfo à d'autres fins, par exemple pour en faire un transfo pour les filaments.

Diodes

On y trouve des diodes de modèle et de type différents. Sur la photo fig 3 on voit deux types: le type conventionnel et le type tubulaire forme fusible en verre. Elles ont une inscription dans le genre HVR 1X, HVM 12, MF 15/1b, SRK 12ZB etc. Après recherches sur internet on constate qu'elles supportent des tensions dans l'ordre de 9 à 12 kV et même au delà.

Le courant admis varie entre 400 et 750 mA. L'Idéal donc, avec l'avantage complémentaire qu'une diode par transfo suffit. Si possible choisir un type de 750 mA selon les besoins de l'alimentation. Le fait qu'avec ce montage le transfo et les diodes peuvent être calculés en fonction de la moitié du courant est un autre avantage. Attention: les diodes en question ne se laissent pas contrôler avec un multimètre commun, puisque la tension de coupure est en général de l'ordre de 10 V.

Pour le reste, le concept est analogue aux montages d'alimentation typiques. Je me suis servi de 10 Elco's de 350 WVDC et de résistances 40 kΩ 7 W. Conçu assez largement donc. Pour finir, mentionnons encore qu'à la longue durée, les transfos chauffent, et que par conséquent une ventilation n'est pas superflue.



Composants

- F1 et F2: fusibles 10 A
- D1 et D2: HVR-1X
- R1: 15 Ω 10 W
- C1 et C2: 500 pF 5 kV

Résultats des tests

- Tension à vide: 2800 V
- Tension sous charge de 2 tubes 813: 2500 V (800 W)

Résultat pas mal du tout avec des pièces à coût zéro.

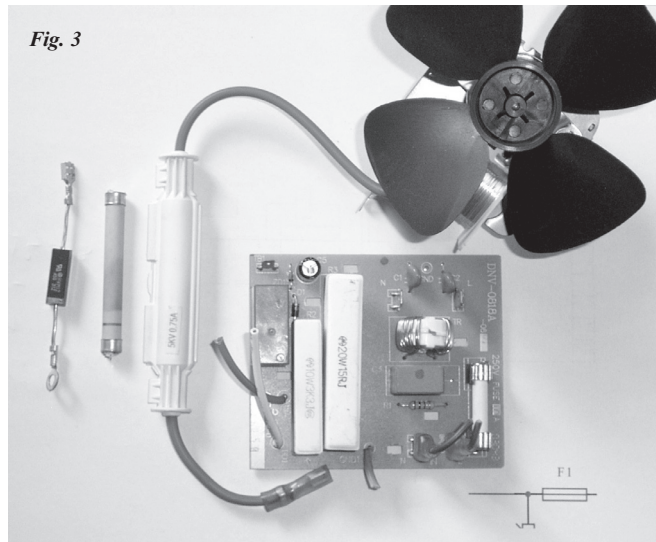
73 – Geert-ON4ADN
Geert.Decru@pandora.be
<http://users.pandora.be/ON4ADN/>

Tussen de 220 V en de 2000 V wikkeling liggen een paar wikkelingen (een dikkere draad en 3 V ongeveer) van de gloeistroomdraad van het klystron van de microgolfoven. Deze mag men ook verwijderen, mits men de andere wikkelingen niet beschadigt.

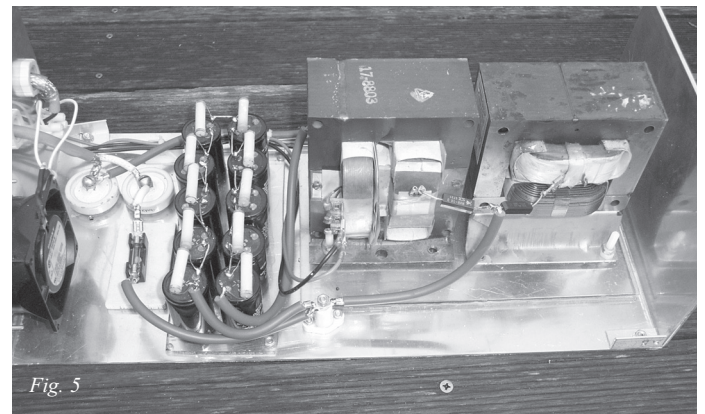
Terzijde: men kan, wanneer men de secundaire wikkeling verwijdert, deze trafo's ook voor andere doeleinden gebruiken, bijvoorbeeld voor het wikkelen van een gloeispanningsbron.

Dioden

De diodes die erin zitten zijn van verschillende typen en formaten. Op de foto in **figuur 3** zijn er twee types afgebeeld: het gewone type en het buistype zoals een glaszekering. Deze hebben als opschrift HVR 1X, HVM 12, MF 15/1b, SRK 12ZB, enz.. Na het opzoeken via internet leer je dat ze bestand zijn tegen spanningen van 9 tot 12 kV (soms hoger). De toegelaten stroom varieert van een 400 tot 750 mA. Ideaal dus om die te gebruiken met als bijkomend voordeel dat je aan één enkele diode per trafo genoeg hebt. Wel best deze van 750 mA gebruiken indien je bv. 800 mA nodig. Een ander voordeel van deze schakeling is dat trafo en diodes maar moeten berekend zijn voor de halve stroom. N.B. Deze diodes kan men niet testen met een gewone diodetester op de multimeter omdat ze doorgaans een kniespanning hebben van 10 V of hoger.



Voor het overige is het ontwerp analoog met de typische voedingsschakelingen. Hier heb ik gebruik gemaakt van 10 elco's van 350 WVDC en 7 W 40 kΩ weerstanden, ruim bemeten dus. Ten slotte wil ik nog vermelden dat de trafo's bij langdurig gebruik warm worden en dat ventilatie zeker geen overbodige luxe is.



Onderdelen

- F1 en F2: 10 A zekeringen
- D1 en D2: HVR – 1X
- R 1: 15 Ω 10 W
- C1 en C2 = 500 pF 5 kV

Testresultaten

- Spanning zonder belasting: 2800 V
- Spanning onder belasting met 2 x 813 buizen: 2500 V (800 W)

Het resultaat mag er dus wezen en de onderdelen zijn zo goed als gratis!

73 – Geert-ON4ADN
Geert.Decru@pandora.be
<http://users.pandora.be/ON4ADN/>