

# Elektromigratie in keramische filters in zendontvangers van rond 2007

Jacob Reiding PE2CJ

## Inleiding

In vrijwel elke radiozendontvanger zijn keramische filters geplaatst. Klein, goedkoop en zeer doeltreffend. Rond het jaar 2007 zijn in diverse zendontvangers keramische 450 en 455kHz-filters geplaatst van de fabrikant Toko waar problemen in ontstaan. Enkele voorbeelden van apparatuur met de betreffende filters zijn de FT-857 en FT-897D van Yaesu, de TS-2000 en een aantal mobiele sets van Kenwood, en portofoons en mobiele zendontvangers van Alinco. Een 'late 2006' of 'vroeg 2008' kan ook uitgerust zijn met de betreffende filters. Afgelopen juni openbaarde het probleem zich in mijn Yaesu FT-897D uit 2007. Dat was de aanleiding tot het schrijven van dit artikel.

## Symptomen

Het probleem van de slechte keramische filters is zeer eenvoudig te herkennen. Als de zendontvanger (zonder antenne) wordt ingeschakeld, zijn er duidelijk repeterende tikken en kraken te horen in plaats van achtergrondruis. De tikken kunnen zelfs een aanduiding van S6 halen op de meter. Aannemelijk is het dat dit (in meer of mindere mate) voorkomt op alle banden bij alle modi. In mijn geval is het geluid het best hoorbaar bij AM. Bij mij ontstond het gekraak niet direct na het inschakelen, maar zwelde het

geluid van tikken en kraken in ongeveer tien seconden aan.

Als er problemen ontstaan in het FM-filter is dat op het gehoor nauwelijks op te merken. Zichtbaar is het wel aan de S-meter, omdat er bij aangetaste filters nauwelijks tot geen signaalaanduiding is, zelfs niet bij sterke signalen.

## Oorzaak

De oorzaak van het probleem is te herleiden naar de productie van de zendontvanger. Na het loodvrij solderen van de printplaat met de betreffende filters is de print gereinigd. Het reinigingsmiddel is daarbij de filters binnengedrongen. Dit vocht geeft op lange termijn, in mijn geval na acht jaar, problemen.

## Gevolg: elektromigratie

Het lijkt er sterk op dat de problemen ontstaan zijn door zogeheten elektromigratie. Elektromigratie is een elektrochemisch proces waarbij metaal op een isolerend materiaal, in een vochtige omgeving en onder een aangelegd elektrisch veld, zijn oorspronkelijke locatie in ionvorm verlaat en elders neerslaat. Dit proces is verwant aan corrosie. In het geval van de betreffende filters is de geleider met zilver bekleed en de keramische isolator van bariumtitaanaat gemaakt.

Het is bekend dat zilver gevoelig is voor elektromigratie. Positieve metaalionen vormen zich aan de anode en verplaatsen zich in de richting van de kathode. Deze metaalionen verzamelen zich op de isolator en groeien als een dendriet (een kristallijne verschijning die lijkt op een 'boomstructuur') van de anode naar de kathode.

In het geval van de betreffende filters is het reinigingsvocht de filters binnengedrongen, waardoor bij een elektrische spanning metaaldeeltjes op het isolerende keramische deel neerslaan. Het gevolg is dat de weerstand van de keramische isolator drastisch daalt tot deze uiteindelijk een kortsluiting vormt, en de gewenste werking ervan verdwijnt. Normaal gesproken is de gelijkstroomweerstand oneindig hoog, maar bij aangetaste filters kan die dalen tot bijvoorbeeld tien ohm. Elektromigratie is een studie op zich waar veel over te vertellen is, maar de details zijn in het kader van dit artikel wellicht minder interessant. Daarom zal ik dit fenomeen niet verder toelichten.

## Keramische filters FT-897D

In de FT-897 zitten drie soortgelijke middenfrequentfilters van 455 kHz waar de problemen zich in voor kunnen doen. De betreffende filters zijn: CF1002 met opschrift 'TOKO A55EJ' (E op print), CF1003 met opschrift 'TOKO A55GH' (G op print) en CF1005 met opschrift 'TOKO A55HJ' (H op print). Op de print zijn de aanduidingen afgekort, van bijvoorbeeld CF1005 tot CF5. Zoals op afbeelding 1 en 2 te zien is zijn de drie filters direct naast de accessoireaansluiting nabij de HF-antenneaansluiting geplaatst.

## 'Autopsie' van het filter

Op afbeelding 3 en 4 is de binnenkant te zien van een aangetast filter uit mijn Yaesu FT-



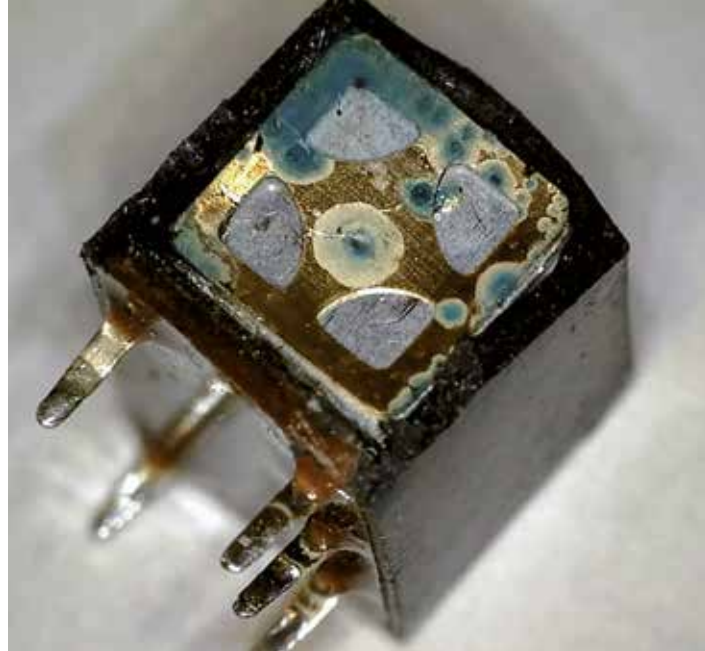
Afb. 1 Bovenaanzicht van de hoofdprintplaat



Afb. 2 Detailopname van de drie keramische filters



Afb. 3 Binnenzijde van een aangetast keramisch filter



Afb. 4 Corrosie op metalen delen in het filter

897D. Naar verluidt is dit een voorbeeld van een vergevorderd stadium van elektromigratie. De keramische schijfjes op afbeelding 3 horen egaal grijs te zijn. De witte vlekken zijn afzettingen van ongewenste geleidende dendriten van zilverionen. (NB Er zijn zes keramische plaatjes in het filter geplaatst, drie relatief dikke en drie dunne. Het meest linkse plaatje is reeds verwijderd op de foto.) Ook de metalen delen zijn door corrosie aangetast, zoals op afbeelding 4 te zien is als groen-blauwe vlekken. Het is mogelijk alles goed te reinigen en weer te monteren. Gezien de lage prijs van de filters en de hoeveelheid en complexiteit van het werk wordt dit afgeraden, en vervanging van de drie filters aangeraden.

### Effect

Als de filterproblemen zich voordoen is dat naar verluidt niet schadelijk voor de zendontvanger. De ontvangst is wel erg slecht door het tikken en kraken, en de kans op uitzenden in beide zijbanden bij enkelzijband is ook een effect van de aangetaste filters. Regulier gebruik van de zendontvanger met aangetaste filters is dus slecht tot niet mogelijk.

### Oplossing

Uiteindelijk is de oplossing voor het probleem waarschijnlijk het interessantst voor de lezer. Deze is (op papier) eenvoudig: vervang alle betreffende keramische filters door nieuwe. (In het geval van de Yaesu FT-8x7 drie stuks.)

Als je ervaring hebt met klein soldeerwerk is het werk zelf uit te voeren, mits je goed desoldeergereedschap hebt! Een 'losse' desoldeerpomp is niet toereikend. Ik heb ervoor gekozen het te laten uitvoeren, omdat de kans op nevenschade aanwezig is, en herstellen van de nevenschade aan kleine SMD-componenten lastiger is dan de operatie in een keer goed uitvoeren. Leo PA0LMD heeft veel ervaring met dergelijke reparaties en heeft de onderdelen zelfs op voorraad. De kans op een goed resultaat is dan groter dan bij zelf 'aan de pruts' gaan.

Op het internet circuleren wilde verhalen waarin de keramische filters vervangen worden door andere schakelingen. Het advies is echter, gelijkwaardige filters terug te plaatsen in plaats van alternatieve schakelingen toe te passen. De oorzaak ligt tenslotte in een productiefout van het filter, niet in een ontwerpfout van de schakeling. Ervan uitgaande dat het productieprobleem van de filters opgelost is, is er geen aanleiding om een andere oplossing te kiezen dan vervanging door keramische filters van hetzelfde type. Daarbij wordt na vervanging van de filters de print niet ondergedompeld in een reinigingsmiddel, dus de kans op binnendringen van reinigingsvloeistof is uitgesloten.

### Indianenverhalen

Door boze tongen wordt dit probleem aangegrepen om te verkondigen dat de Yaesu

FT-8x7 een slecht product zou zijn. Ik ben van mening dat de Yaesu FT-8x7-reeks daarmee onrecht wordt aangedaan. En omdat dezelfde filters ook in onder andere Kenwood en Alinco-apparatuur zijn toegepast (en daar dus hetzelfde probleem geven), gaat de bewering al helemaal niet op. (Voor de volledigheid: Icom heeft deze filters niet toegepast.)

Er wordt soms beweerd dat het probleem mede wordt veroorzaakt door gelijkspanning op de filters doordat deze niet door middel van condensatoren zijn ontkoppeld. Deze bewering klopt niet. Volgens opgave van filterfabrikant Toko mag er wel een gelijkspanning worden toegepast. In de praktijk wordt dit bevestigd doordat filters zonder productieproblemen in dezelfde schakeling probleemloos blijven werken.

### Tot slot

Bij een zendontvanger van rond 2007 die behoort tot de 'risicomodellen', is de kans zéér groot dat het probleem vroeg of laat op zal treden. Het is natuurlijk gewoonweg pech hebben als je een zendontvanger uit de risicogroep hebt. Na reparatie is de zendontvanger echter in betere conditie dan ooit, dus vervangen van de filters is aan te raden. Preventief vervangen is te overwegen om teleurstellingen te voorkomen als de zendontvanger op een ongewenst moment faalt, aangezien de kans op problemen zeer groot is.

## PA7OVERON

Op 19, 20 en 21 oktober gaat de tweede activatie van start. Onze vereniging bestaat 70 jaar. Dat laten we niet ongemerkt voorbijgaan. Met de call PA7OVERON hopen we weer vele amateurs te ontmoeten. De afdeling Apeldoorn is drie dagen actief vanuit Vaassen (Gelderland). We zijn actief op 10m, 15m, 20m, 40m en 80m, in SSB en Digi (PSK63). Kijk voor meer details op qrz.com.

**Hans Jansen PA7HPH**

## PA2015BEACH

Ondanks vele malen doorlezen is er helaas toch nog een foutje geslopen in het artikel 'Radiozendamateurs in ban WK Beachvolleybal' op pagina 402 van het septemnummer van *Electron*.

Bij de operators staat PC3Y vermeld, dit moet PC4Y zijn.

**Joop Smit PG3E**