

14. BCI, TVI EN LFD

14.1 Inleiding

Bijna alle zendamateurs, die regelmatig op de amateurbanden werken, worden vroeg of laat geconfronteerd met het euvel BCI (broadcast interference = storing in omroepontvangst) en/of TVI (TV interferentie = storing in TV-ontvangst) en/of LFD (laagfrequent detectie = storing in audio- of elektronische apparaten). We kunnen dan ook wel stellen, dat deze drie vijand nummer een zijn van de radiozendamateur. Maar al te dikwijls blijkt, dat de doorsnee zendamateur in het geheel niet weet hoe deze problemen moeten worden aangepakt. Toch is het wel degelijk zaak, dat we ons informeren over wat er aan gedaan kan en moet worden. In de eerste plaats dienen we de eigen installatie te controleren. We moeten voorkomen, dat de fout bij ons zelf ligt, zodat we daar later op kunnen worden gewezen.

Storingsgevallen zijn zeer individueel van karakter. Een oplossing voor het ene geval behoeft helemaal niet te helpen in een ander geval. Een universele aanpak is hiervoor niet te geven. De zendamateur die een klacht krijgt, zal in eerste instantie moeten zorgen met enkele van te voren gemaakte hulpmiddelen op pad te gaan. Deze hulpmiddelen voor BCI/TVI-klachten, zijn bijvoorbeeld: een netfilter, een hoog- of laagdoorlaat filter, een paar ferriet ringkernen. Sperkringen en/of zuigkringen voor bepaalde frequentie(s) kan men toepassen als men heeft geconstateerd, dat slechts bij gebruik van bepaalde amateurbanden problemen ontstaan. Aldus komt men beslagen ten ijs, al wil het niet zeggen, dat de storing daarmee meteen valt op te lossen, een beschrijving van bovengenoemde hulpapparaten volgt hierna. Bij LFD moet men anders te werk gaan en hier wordt in dit hoofdstuk ook speciale aandacht aan besteed.

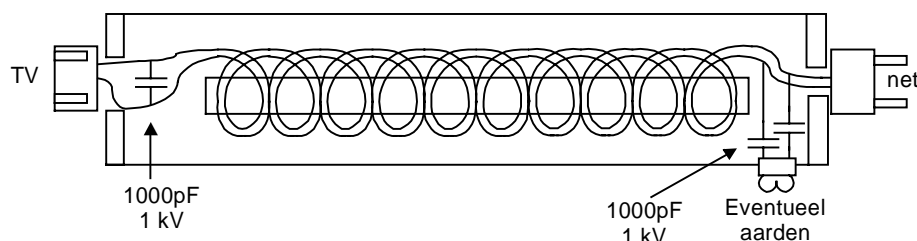
Mocht u onverhoopt een LFD-klacht niet zelf kunnen oplossen, dan kunt u zich wenden tot mede-amateurs, die enige ervaring hebben op dit terrein, al dan niet binnen de vereniging. Ook kunt u contact zoeken met fabrikant of importeur: afhankelijk van hun ervaring op dit gebied kan een en ander worden opgelost. Ga er daarbij van uit dat hun assistentie kosteloos dient te geschieden, daar de oorzaak van LFD in het door hen geleverde apparaat ligt.

Mogelijke oorzaken

In de moderne huizen zijn de lichtnetbuizen van kunststof. Stelt u zich voor dat alle muren enz. er niet zijn: we zien dan een enorme massa bedrading. De uitgestraalde energie van de antenne komt gemakkelijk op deze leidingen terecht. Evenzo op TV- of FM-antenneleidingen. Vaak ook loopt de voedings- of transmissielijn van de zendantenne over grote lengte parallel aan de TV-antenne-invoer. Aan het einde van deze leidingen kunnen dan enorme HF-spanningsbuiken ontstaan, die vaak verantwoordelijk zijn voor de TVI en BCI. Zeer vaak zal blijken, dat in de meeste gevallen het HF via de buitenmantel van de coaxkabel het apparaat binnen komt. Ondanks "storingsvrije" kabel-TV heeft u toch problemen!

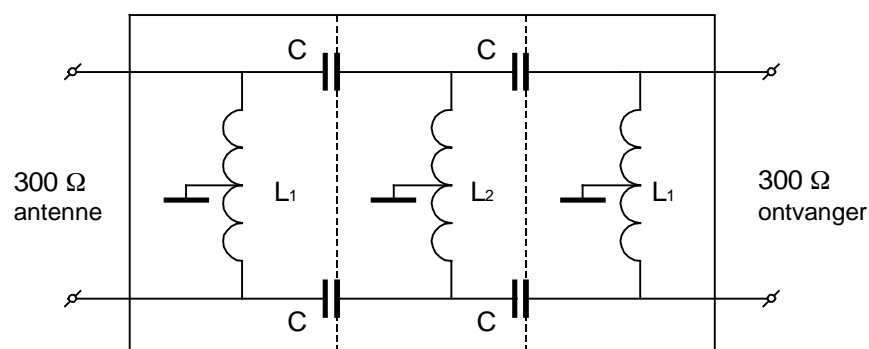
Probeermethoden

Door middel van de probeermethode gaan we trachten dit HF te weren. Neem eerst een lichtnetfilter op, zo dicht mogelijk bij het apparaat (TV, radio, e.d.). Een lichtnetfilter aan de zenderzijde heeft bewezen weinig effectief te zijn. De opbouw van een lichtnet filter wordt in figuur 14.1 getoond.



Figuur 14.1 Opbouw van een lichtnetfilter

Vervolgens trachten we het signaal, dat via de antenne-invoer binnenkomt, te blokkeren en kort te sluiten. Dit gebeurt door middel van een hoog- of laagdoorlaat filter afhankelijk of de zendfrequentie lager of hoger is dan het te ontvangen TV- of omroepstation. Een enkele maal is een sperkring of een zuigkring effectief. Indien dit geen resultaat oplevert, gaan we de voedingslijn van de TV- of FM-antenne onderbreken. Hiervoor zijn diverse methoden.



$$C = 20 \text{ pF}$$

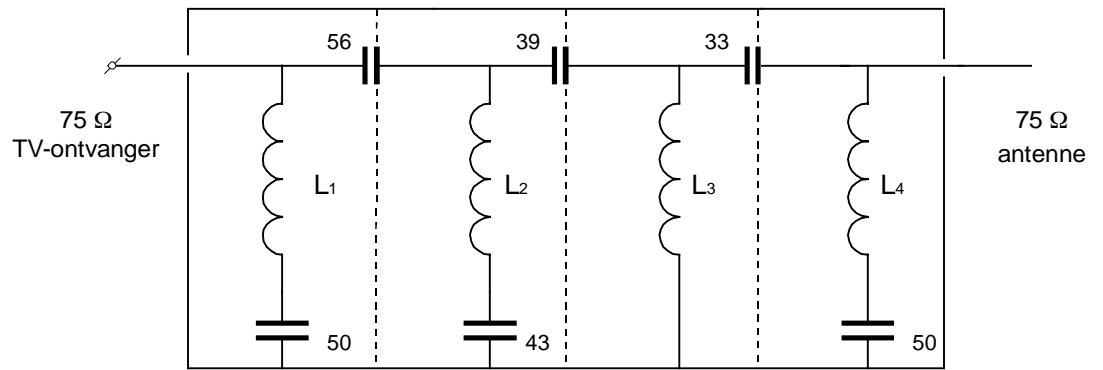
$$L_1 = 40 \text{ wnd}$$

$$L_2 = 22 \text{ wnd}$$

beide spoelen vrijdragend, diameter 3 mm van
0,4 mm emaliedraad, windingen aaneengesloten

Figuur 14.2 Schema van een symmetrisch, hoogdoorlatend netfilter.

Interferentie welke wordt veroorzaakt door overbelasting of kruismodulatie in TV- en/of FM-ontvangers, kan vaak met succes worden opgelost met een hoog- of laagdoorlaat filter. Het filter heeft nauwelijks effect op de gewenste signalen maar verzwakt de signalen van de amateurzender. Figuur 14.2 laat een symmetrisch hoogdoorlaat filter zien voor gebruik in antenneleidingen met een impedantie van 300 Ohm (z.g. twin lead). Dit komt tegenwoordig weinig meer voor. Voor asymmetrische, coaxiale, leidingen met een impedantie van circa 75 Ohm is in figuur 14.3 een schakeling gegeven.

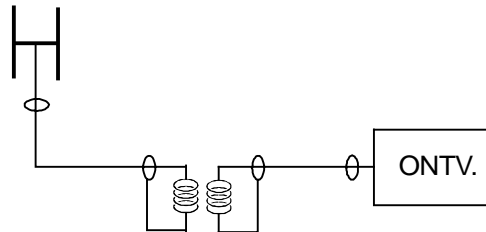


Draaddikte van de spoelen: 0,5 mm
 spoeldiameter: 8 mm.
 Waarden van de condensatoren zijn in pF.

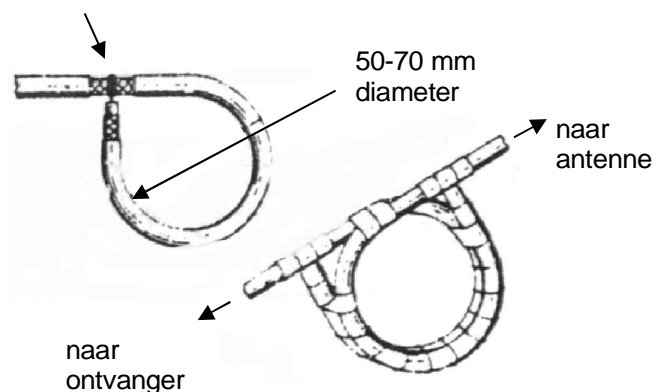
$L_1, L_4 = 12$ wnd, lengte 13,5 mm (0,5 mH)
 $L_2 = 10,5$ wnd, lengte 12,5 mm (0,43 mH)
 $L_3 = 15$ wnd, lengte 7,5 mm (0,15 mH)

Figuur 14.3 Uitvoeringswijze van een asymmetrisch hoogdoorlatend netfilter.

Bouw het filter in een blikken doosje met afschermshotjes of maak een doosje van dubbelzijdig printplaat.



soldeer de binnengeleider aan mantel en isoleer met tape

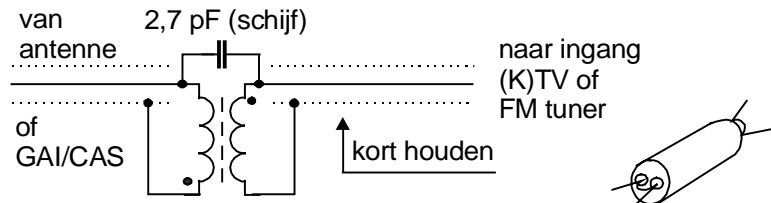


Figuur 14.4 Een dubbele Faradaylus.

Het mantelstroomfilter

Eigenlijk is het geen filter in die zin, dat bepaalde frequenties worden uitgefilterd, maar het effect is ongeveer gelijk aan de vroeger toegepaste

dubbele Faradaylus (zie figuur 14.4). Dit mantelstroomfilter (figuur 14.5) beoogt een coaxkabel te onderbreken voor signalen, die zich langs de mantel voortplanten zonder echter het signaal in de kabel te beïnvloeden. Een goed gemaakt mantelstroom filter geeft, in tegenstelling tot de dubbele Faradaylus, een te verwaarlozen doorgangsdemping.



Trafo: 2*2 windingen op kleine 2-gats ferrietkraal.
Draad ca. 0,3 mm CuEm

Figuur 14.5 Schema van een mantelstroomfilter.

Het mantelstroom filter kan ook bruikbaar zijn bij LFD in TV-apparaten, waarbij duidelijk is gebleken dat HF via de antenneplug in het toestel komt en resulteert in vreemde verschijnselen. Een ervan is bijvoorbeeld verstoring van de varicap-afstemming als gevolg van LFD in de tiptoets IC's. Het filter kan ook bij FM-tuners, videorecorders en andere radioapparatuur worden geprobeerd.

Laagfrequent detectie (LF inpraten)

In de meeste van de ons omringende landen worden apparaten, welke niet aan zekere eisen met betrekking tot immuniteit voor HF-velden voldoen, niet door de overheid beschermd. Met andere woorden indien daarin LFD optreedt, worden aan de zendamateur geen beperkingen of verplichtingen opgelegd, zeker niet in die gevallen, waarbij LFD optreedt in apparaten die niet bedoeld zijn om radiosignalen te ontvangen zoals orgels, cd-spelers, babyfoons, etc. Het is simpelweg een zaak tussen fabrikant of leverancier en koper om de problemen op te lossen. Een versterker die broemt of een koelkast die lekt is in feite een even groot wanprodukt als een orgel dat aan LFD lijdt.

Een HF-signaal kan op verschillende manieren in een apparaat dringen en in laagfrequentdetectie resulteren. Het is erg belangrijk dat u weet langs welke weg het storende signaal in het apparaat dringt, aangezien de te nemen maatregelen hiervan afhangen. Een ding moet u altijd voor ogen houden. In de meeste gevallen komt het HF-signaal een apparaat binnen via draden, snoeren, etc. Het is dus zaak dit te voorkomen door hiertegen, in eerste instantie buiten het apparaat, voorzorgen te nemen en het signaal buiten te houden. Slechts indien genomen maatregelen buiten het apparaat niet baten moeten voorzieningen in het apparaat getroffen worden, omdat daar het signaal ergens wordt gedetecteerd.

Langs welke weg kan het HF binnendringen?

- a) Via het lichtnet.
- b) Bij losse boxen via de luidsprekerleidingen.

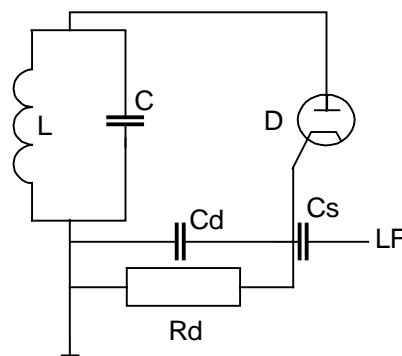
- c) Via de aansluitkabel tussen:
 - versterker en afstemeenheid (tuner);
 - platenspeler en versterker;
 - recorder en versterker en andere combinaties welke tegenwoordig vaak voorkomen.
- d) Door directe instraling.

Tegen dit soort problemen is een aantal remedies op te noemen, waarbij gebruik wordt gemaakt van ontkoppelcondensatoren, ferrietringkernen, ferrietkralen, ferrietpijpjes, serieweerstanden, afgeschermd leidingen naar de luidsprekers, enzovoorts.

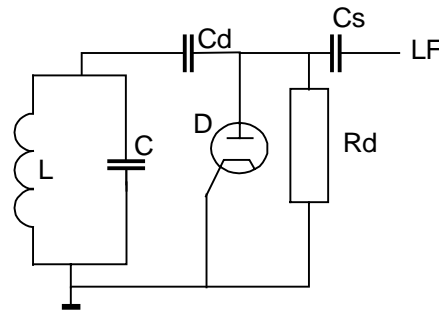
14.2 Maatregelen tegen LF-detectie

Inleiding

Een verschijnsel bij veelal inferieure LF-apparatuur, dat de laatste jaren in sterke mate toeneemt, is de detectie van meer of minder sterke HF-velden, afkomstig van de in de nabijheid van deze LF-apparatuur werkende zenders (omroep, amateurs, vaste en mobiele diensten, enz.). Dit probleem valt onder de 'Electronic compatibility, d.w.z. het samenwerken of het in elkaars nabijheid werken van elektronische apparatuur van allerlei aard, zoals zenders, ontvangers, LF-versterkers, elektronische orgels, computers e.d. De verschijnselen zijn over het algemeen, dat uit de LF-versterker van bijvoorbeeld een radio- of TV-ontvanger, elektronisch orgel of platenspeler met versterker, signalen komen die ongewenst zijn en dus 'storend werken bij het gebruik van deze apparatuur. Vaak zelfs blijven deze signalen hoorbaar als de volumeregelaar geheel wordt dichtgedraaid. Wij noemen dit laagfrequentdetectie. LFD kan zelfs wel eens optreden bij uitgeschakelde versterker. Vaak wordt het gebruik van bepaalde soorten zendantennes afgeschilderd als zijnde oorzaak van meer of minder LFD. Daarbij wordt uit het oog verloren dat de werkelijke oorzaak nooit aan de zenderzijde kan liggen. Het is altijd een kwestie van onvoldoende immuniteit tegen HF velden van het apparaat dat de storing ervaart.



Figuur 14.6a



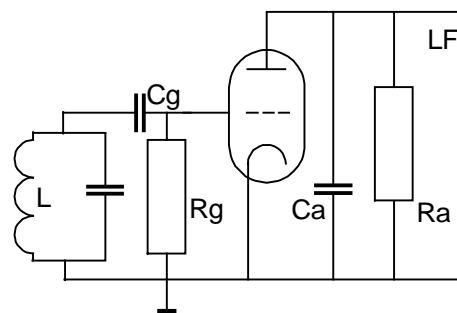
Figuur 14.6b

De diodedetector

LF-detectie is te vergelijken met een diodedetector in een AM-radio ontvanger. (zie figuur 14.6a en b) Wanneer een AM-gemoduleerd signaal wordt geïnduceerd in de trillingskring LC, dan zal gedurende de ogenblikken dat de anode positief is ten opzichte van de kathode een stroom door de diode (buis of halfgeleider) vloeien, waardoor de condensator C_d wordt opgeladen. Als er geen stroom door de diode D vloeit (anode negatief ten opzichte van de kathode), ontlad C_d zich gedeeltelijk over R_d . Bij juiste dimensionering van C_d en R_d zal de spanning over C_d steeds gelijk zijn aan de momentele topwaarde van de kringspanning. Deze varieert bij amplitude modulatie met de modulerende informatie. Zodoende is de spanning over C_d een superpositie van een gelijkspanning en een met de modulatie gelijkvormige wisselspanning. Deze wisselspanning wordt aan een LF-versterkertrap toegevoerd via een scheidingscondensator C_s . De gelijkspanningscomponent fungeert meestal als AVC-regelspanning.

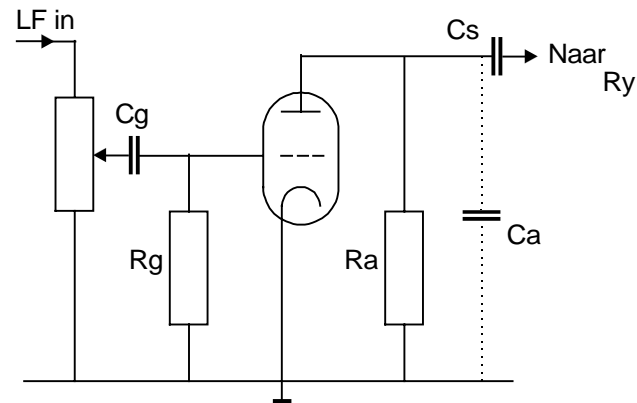
De roosterdetector

De werking hiervan is in principe hetzelfde als de diodedetector (zie figuur 14.7). Ten gevolge van de kringspanning U_i zal de condensator C_g worden opgeladen tot de topwaarde van de kringspanning. Er vloeit roosterstroom zodra het rooster positief is ten opzichte van de kathode. C_g kan zich via R_g ontladen (vergelijk figuur 14.6 A en B). Ook hier varieert dus de spanning op C_g in hetzelfde ritme als de modulatie van de aangelegde kringspanning. Tussen rooster en kathode ontstaat dus een gelijkspanning met daarop gesuperponeerd een LF-wisselspanning. Deze wisselspanning zullen we dan versterkt terugvinden over de anodeweerstand R_a . C_a dient om resten HF weg te werken en de LF-component kan via C_s aan de versterker worden aangeboden.



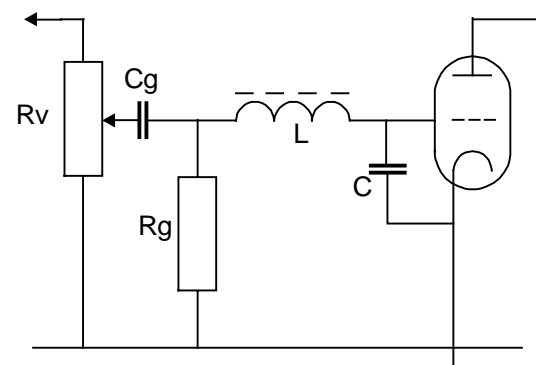
Figuur 14.7 De roosterdetector.

Bij bovengenoemde detectors is de afgestemde trillingskring geen directe noodzaak om te kunnen detecteren. De detector wordt door een of meer kringen voorafgegaan vanwege de selectiviteit. (MF-versterker). Indien een dergelijke kring niet aanwezig is, zal een detector ook nog goed kunnen functioneren. In dat geval zal in principe iedere aangeboden HF-spanning worden gedetecteerd, indien de amplitude groot genoeg is om stroom door de diode te laten vloeien.



Figuur 14.8 De roosterdetector in alternatieve gedaante.

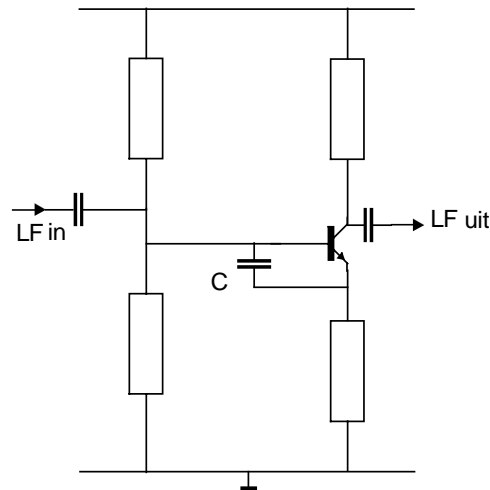
De roosterdetector kan ook de gedaante van figuur 14.8 hebben. Deze schakeling is in feite niets anders dan een LF-versterker trap en deze schakeling werd veel toegepast als eerste LF-trap in radio en TV-toestellen. Hierbij is C_g meestal in de grootte-orde van 5000 pF en R_g is circa 10 M Ω . De condensator C_a wordt gevormd door de parasitaire bedradingscapaciteiten. R_v is de volumeregelaar welke meestal elders in het apparaat is ondergebracht. Veelal is de leiding naar R_v afgeschermd, doch voor HF-velden heeft dit weinig effect. Indien, op welke wijze ook, door dit veld een HF-spanning wordt geïnduceerd in de roosterketen, kan deze HF-spanning gedetecteerd worden door de LF-versterkertrap. Indien nu deze HF-spanning in amplitude is gemoduleerd, dan zal de modulatie hiervan hoorbaar worden als storend signaal, zelfs als staat R_v op minimum!



Figuur 14.9 Aanbrengen van HF filtering ter voorkoming van roosterdetectie.

Meestal is LF-detectie eenvoudig op te heffen door het aanbrengen van een blokkering in het roostercircuit, welke er voor zorgt dat geen HF meer tot het rooster kan doordringen. Deze blokkering kan bestaan uit een HF-smoorspoel tussen R_g en het rooster en/of het aanbrengen van een condensator tussen rooster en kathode (zie figuur 14.9) waarbij er op gelet

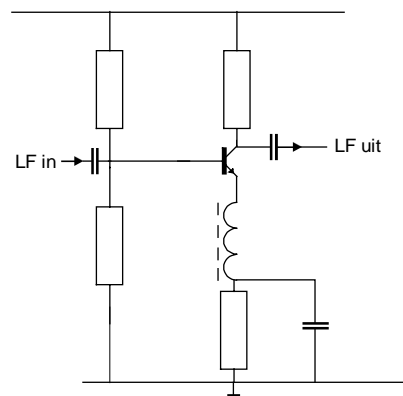
moet worden dat hierdoor de LF-eigenschappen niet verslechteren (verlies aan hoog). Voorts moet men er voor waken dat een combinatie van smoorspoel en capaciteit niet resoneren op de frequenties waarvoor men het apparaat ongevoelig wil maken. $L = 100 \mu\text{H}$ tot 1 mH en $C = 100 \text{ pF}$ tot 1000 pF zijn bruikbare waarden voor een groot frequentiegebied: 3 tot 30 MHz. Voor frequenties boven 30 MHz is vaak een ferriet kraal en een condensator van circa 150 pF reeds voldoende.



Figuur 14.10 Detectie op de basis-emitterovergang.

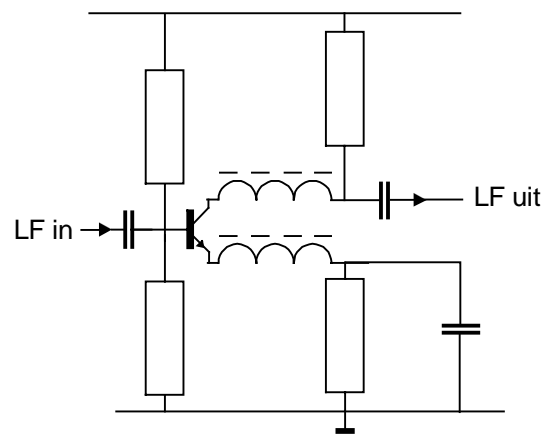
Transistoren en IC's

Niet alleen buizen vertonen deze detecterende eigenschappen, maar ook transistors en IC's, geïntegreerde schakelingen (in feite veel transistoren bij elkaar). Detectie, vaak in nog sterkere mate dan bij buizen, treedt hier meestal op tussen de emitter-basis- of de collector-basisovergang (diode). De eenvoudigste oplossing bestaat uit een condensator C van 100 tot 1000 pF tussen een emitter en basis (zie figuur 14.10). Indien dit geen effect sorteert (afhankelijk van de schakeling van de transistor) kan een spoeltje van 100 tot 100 mH in serie met de emitter betere resultaten geven (zie figuur 14.11). In hardnekkige gevallen geeft het opnemen van een dergelijke smoorspoel, zowel in de emitter als in de collectorleiding, de beste resultaten (zie figuur 14.12).



Figuur 14.11 Onderdrukking van detectie op de basis-emitterovergang.

Bij een apparaat met meerdere LF-trappen is het mogelijk, dat meerdere trappen deze ongewenste detectie vertonen. Het is dan nuttig te onderzoeken welke trap de meeste bijdrage levert aan het gedetecteerde signaal. Indien de volumeregelaar van een apparaat wordt dichtgedraaid en het storende LF-signaal blijft even sterk of wordt zelfs sterker, dan is het vrijwel zeker dat de transistor of het IC, direct na deze volumeregelaar, detecteert. Deze dient dan als eerste te worden behandeld tegen detectie. Hierna kan men bepalen of nog andere trappen hoogfrequentgevoeligheid vertonen door hiervan ingang of basis, emitter of collector aan te raken met een kleine schroevendraaier. Indien het gedetecteerde signaal flink in sterkte toeneemt, is een dergelijke trap gevoelig voor HF.



Figuur 14.12 Smoorspoelen in collector- en emitterleidingen voor hardnekkige gevallen.

De ingang van een IC kan men aanpakken door bijv. een condensator van 100 tot 560 pF aan de ingang te plaatsen of een LC-combinatie zoals in figuur 14.9 in het buiscircuit is aangegeven. Vergeet vooral bij eindversterker IC's de tegenkoppelingang niet. Deze is voor HF vaak betrekkelijk direct met de uitgang (luidspreker) verbonden.

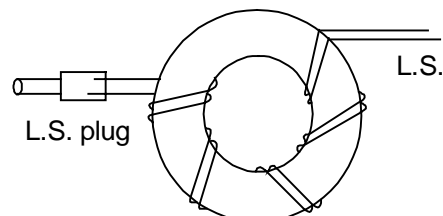
Let er echter altijd op, dat de versterker niet gaat oscilleren t.g.v. uw anti-LFD maatregelen. Bij vorenstaande beschouwing is er steeds vanuit gegaan, dat het apparaat ter plaatse (van het storende HF-veld) wordt behandeld, dit om later teleurstelling te voorkomen en zeker te zijn, dat de ontstoring ook inderdaad succes heeft opgeleverd. De diverse gebruiksmogelijkheden dienen, na het aanbrengen van de componenten ter voorkoming van LF-detectie, te worden getest. Bij bandopname- en afspeelapparatuur is het bijvoorbeeld mogelijk, dat bij weergave LF-detectie optrad en de opnameversterker is vergeten, zodat men later weer een klacht ontvangt, dat er vreemde geluiden of stemmen op de band zijn opgenomen.

Samenvattend kan dus worden gesteld: Een LF-versterker heeft tot doel alleen LF-signalen zo goed mogelijk te versterken en geen HF-signalen te detecteren. Immers, een radio-ontvanger hoort ook ongevoelig te zijn voor MF-signalen. Deze zijn bij een superheterodyne ontvanger vaak aanleiding tot het ontstaan van fluitjes. Hiertegen kunnen en worden vaak filters aangebracht. Bij instraling van hoogfrequent, direct of via bedrading (intern of extern), op de LF-trappen van een apparaat, ligt de zaak technisch iets

lastiger voor wat betreft de oplossing van het probleem. Een oplossing is echter altijd mogelijk door er voor te zorgen, die elementen, die de detectieverschijnselen vertonen, zo in de schakeling te plaatsen (in combinatie met een HF-smoorspoeltje en/of condensator) dat de gevoeligheid voor hoogfrequent nihil wordt of sterk genoeg wordt verminderd. HF-smoorspoeltjes, welke zeer geschikt zijn ter voorkoming van LF-detectie, worden o.a. door Philips op de markt gebracht onder de volgende bestelnummers:

- 100 mH2422 535 00101
- 330 mH2422 535 00331
- 470 mH2422 535 00472

De afmetingen zijn niet veel groter dan 1/4 Watt weerstand en kunnen zonder bezwaar worden toegepast in de meeste schakelingen. De aansluitdraden van genoemde smoorspoeltjes dienen zo kort mogelijk te worden gehouden. Voor een eenvoudig middel om te controleren of het HF via de luidsprekersnoeren binnendringt zijn toroïderingkernen zeer geschikt. Ook voor een netfilter als in figuur 14.1 kan men een dergelijke kern toepassen, bijvoorbeeld de Philips 3E2 met codenummer 4322 020 36690. Het (luidspreker)snoer dient circa 10 maal door een dergelijke kern te worden gewikkeld en moet zo dicht mogelijk bij het gestoorde apparaat worden aangebracht (zie figuur 14.13). Wees voorzichtig bij het werken in een toestel! De sporen op de printplaten zijn zeer dun en het is niet onmogelijk dat er een aan de soldeerbout blijft plakken. Gebruik daarom een lichte bout. Een parallelcondensator (bij HF enkele honderden pF's; bij VHF 50 tot 100 pF) kan direct op de achterkant van de printplaat, dus aan de sporenkant, worden gesoldeerd. De smoorspoeltjes moeten echter in serie worden opgenomen: In de meeste gevallen zullen we moeten kiezen uit twee mogelijkheden. Of het aan een zijde losnemen van een onderdeel, waarna we de spoel tussen het vrijkomende gat en de vrijkomende draad van het onderdeel solderen; of we onderbreken het printspoor en solderen daarover de smoorspoel. Hiertoe maken we met een scherp mesje een insnijding door het spoor op twee plaatsen, ongeveer 2 tot 5 mm van elkaar. Op het geïsoleerde stukje spoor houden we de soldeerbout en het is verdwenen voor u er erg in heeft. Is het ontstoren van een laagfrequent trap niet voldoende, dan dienen ook andere trappen onderhanden te worden genomen.



Figuur 14.13 Onstoring in de luidsprekerleidingen.

Overzicht van mogelijkheden en technische tips

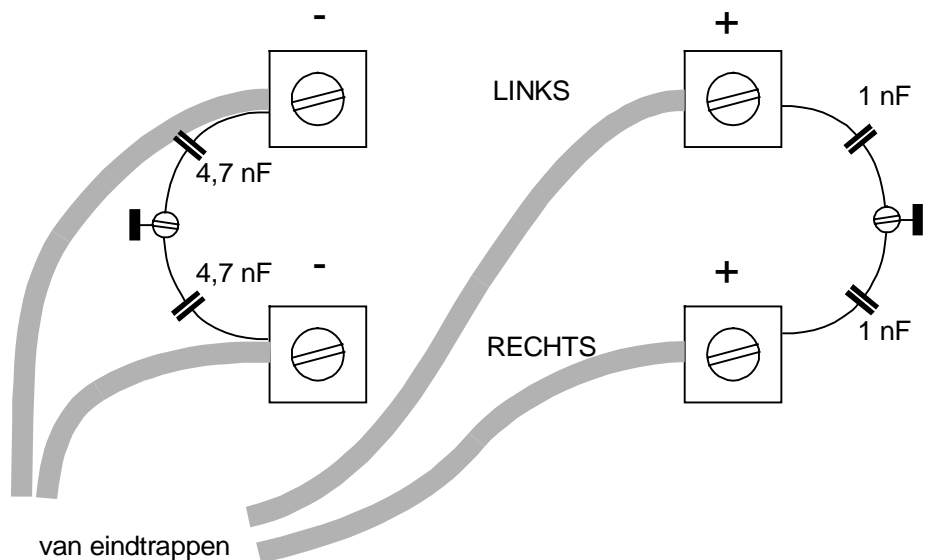
Bedenk dat elk geval van LFD terug te leiden is tot tekortkomingen aan het apparaat, dat LFD vertoont. Tracht allereerst vast te stellen in welke

trap(pen) LFD optreedt, dan wel langs welke (weg)en het HF-signaal het apparaat binnendringt. Uitgaande van het principeschema kan bijv. de volumeregelaar en/of functieschakelaars al belangrijke informatie geven, bijvoorbeeld:

- Volumeregelaar dicht LFD weg.
- Aanwijzing: LFD treedt op voor de volumeregelaar.
- Volumeregelaar dicht LFD blijft.
- Aanwijzing: LFD treedt op na de volumeregelaar.
- Zonodig en waar mogelijk de diverse trappen loskoppelen.

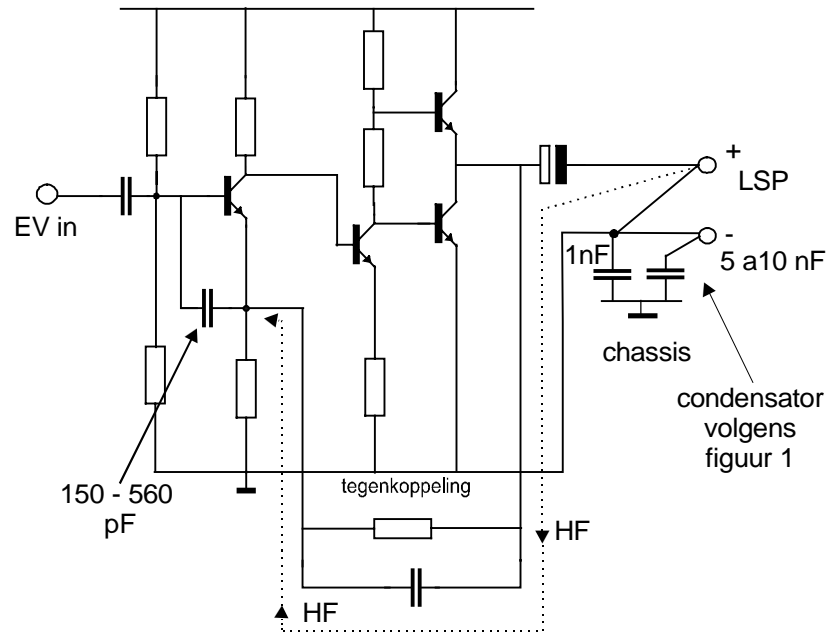
LFD in en om de eindtrap(pen)

Een veel voorkomende oorzaak van binnendringen van HF is via de luidsprekerleidingen. In enkele gevallen helpt hier toepassing van ferroxcube ringkernen. Het luidsprekersnoer wordt ca. 10 maal hierdoor gewikkeld. Echter: ten gevolge van de vaak toegepaste eenpuntsaarding is een lange lus in het apparaat aanwezig. Hierdoor kan vaak HF in het apparaat worden geïnduceerd. De remedie hiertegen is zowel de koude (-) als de hete (+) zijde van de luidsprekeruitgangen(en) capacitief te aarden (zie figuur 14.14) en wel direct tegen het chassis. Bij de '+' zijde is enige voorzichtigheid geboden, omdat veel versterkers niet bestand zijn tegen een capacatieve belasting. Hierdoor kan oscilleren optreden met eventueel vervelende gevolgen (1 nF is een redelijke waarde).



Figuur 14.14 Ontstoring van de luidspreker uitgangen.

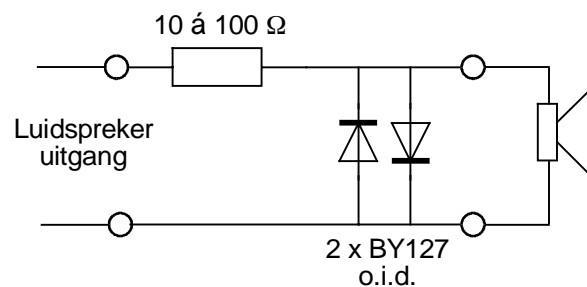
Ontkoppeling van '-' zijde uitvoeren met schijf- of pin-up condensatoren (5 tot 10 nF) direct tegen chassis (eventueel aardlip -A- aanbrengen); bedrading zo kort mogelijk. In een aantal gevallen is deze maatregel niet afdoende en komt er toch HF via het vrijwel altijd aanwezige tegenkoppelnetwerk op een stuurtransistor (zie figuur 14.15). In deze gevallen zal een knoop- of schijfcondensator over de emitter-basisaansluiting (150 tot 560 pF) uitkomst bieden.



Figuur 14.15 Sterk vereenvoudigd schema van een LF eindtrap.

Om te controleren of een transistor LFD veroorzaakt, kan men gebruik maken van een condensator, gestoken in een stukje plastic isolatiekous: Deze condensator kan dan even op bijv. de emitter-basisaansluiting worden geprikt. Door de plastic kous voorkomt men handeffect en vooral brom, want dit laatste is tijdens uitproberen niet alleen hinderlijk, maar kan zelfs een luidspreker kosten als de versterker wat krachtig is uitgevallen. Een tijdelijke protectie tegen dit laatste kan bestaan uit een eenvoudige begrenzer op de luidsprekeruitgang (zie figuur 14.16).

Voor de meeste LFD-gevoelige transistoren is een enkele condensator over de emitter-basisaansluiting vaak voldoende. Uitbreiding met HF-smoorspoeltjes (HF) of ferrietkralen (VHF) kan soms nodig zijn (zie figuur 14.17a, b, c en d); soms moet nog een condensator tussen basis en collector worden geplaatst.

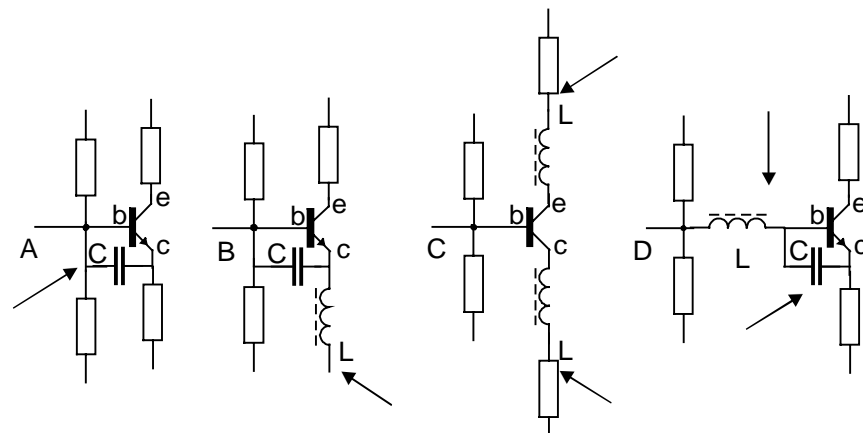


Figuur 14.16 Bescherming van de luidspreker tijdens LFD tests.

In een aantal gevallen is geconstateerd, dat bij het dichtdraaien van de volumeregelaar het LFD-effect toeneemt. Dit treedt meestal op bij lange leidingen naar de volumeregelaar. LFD wordt dan vrijwel altijd veroorzaakt door de trap direct volgend op de volumeregelaar en kan worden verholpen door een weerstand van 1 tot 5 k Ω op te nemen direct in serie met de basis van deze transistor (eventueel te combineren met een condensator over de emitter-basisaansluiting).

C: 150-560 pF
korte draden

L: microchoke 10-470 μ H (HF)
of ferrietkraal (VHF)



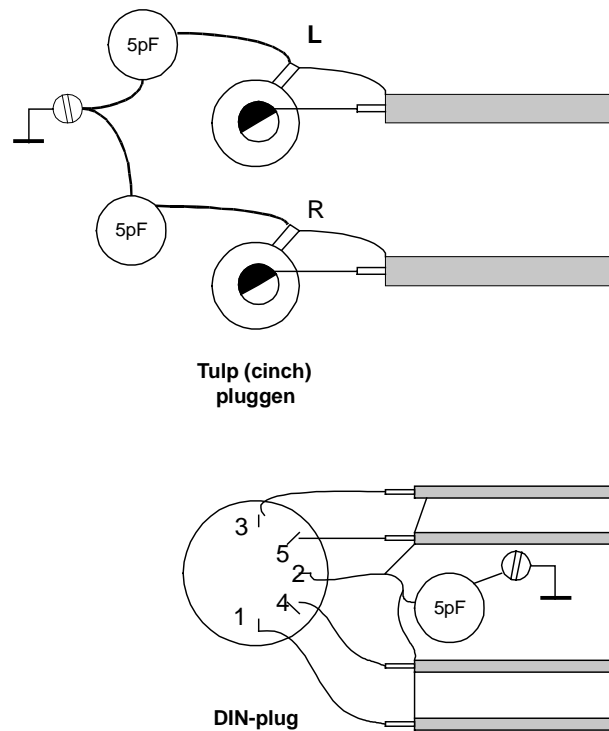
Figuur 14.17 Positionering van onstoringsspoelen en -condensatoren in versterkertrappen.

LFD in voortrappen

Aan de ingangen van versterkers treft men vaak een situatie aan die analoog is aan die van figuur 14.14 (zie figuur 14.18). Ook hier is de koude zijde (afscherming) niet direct bij de tulp of DIN-plug (punt 2) geaard maar elders in het apparaat. Op deze wijze ontstaat weer een aardlus. Remedie is ook hier: ontkoppelen met 5 tot 10 nF direct tegen chassis. Indien dit geen of onvoldoende resultaat geeft: de ingangstransistor en eventueel andere trappen op gevoeligheid voor HF controleren en ontkoppelen (zie figuur 14.17 a, b, c en d).

HF, dat via het netsnoer binnenkomt, kan het beste met ringkernen worden geblokkeerd, daar capaciteef ontkoppelen wel tot de mogelijkheden behoort, maar niet zonder gevaren is. Het aanbrengen van spoeltjes of ferrietkralen met een paar windingen erdoor gaat het eenvoudigst door met een Stanley mes een stukje printspoor (ca. 1 mm) weg te snijden en daarna het spoeltje er op te solderen (zie figuur 14.19a). Let er wel op de draden van de microchokes niet al te dicht bij het lichaam te buigen. Dit kan inwendige onderbreking tot gevolg hebben. De situatie kan zich voordoen, dat aan een transistor aansluitpunt meerdere printsporen uitkomen. Beide sporen moeten dan worden doorgesneden en de onderlinge verbinding moet worden hersteld; daarna spoel aanbrengen (zie figuur 14.19b).

Blijken tiptoets IC's hardnekkig LFD te vertonen, dan kan men in vrijwel alle gevallen zonder bezwaar de in- en uitgangen daarvan ontkoppelen (waarden tot wel 100 nF zijn toegestaan daar er uitsluitend gelijkspanningen door deze IC's worden geschakeld).



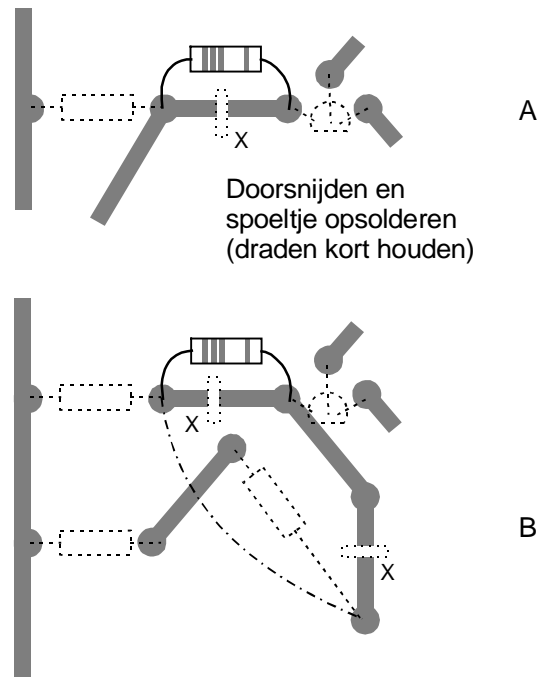
Figuur 14.18 HF-ontkoppeling van audioingangen.

Geschakelde two-tone generator

Om tijdens LFD-bestrijding m.b.v. een SSB-zender voldoende amplitude variaties te krijgen kan met twee LF-signalen worden gemoduleerd (bijv. 600 en 1400 Hz). Het gedetecteerde resultaat is dan als 800 Hz hoorbaar (een enkele toon geeft alleen maar een carrier met misschien wat brom en schijnbaar weinig LFD). Daar de dissipatie in de eindtrap bij zo'n two-tone signaal hoog is, kan men het beste met een simpele schakeling dit signaal bijvoorbeeld 1 seconde in- en bijvoorbeeld 2 seconde uitschakelen.

14.3 Slotopmerkingen

Indien bovenstaande hulpmiddelen geen resultaat opleveren, zullen meer filters moeten worden toegepast. Dergelijke filters zijn o.a. te vinden in het jaarlijks door de A.R.R.L. uitgegeven "The Radio Amateur's Handbook". Ook in het door de RSGB uitgegeven boekwerkje "Interference Manual" van de Engelse auteur B. Priestley, G3JGO staan zeer veel nuttige aanwijzingen.



doorsnijden bij de X
verbinding R1 - R2 herstellen -----

Figuur 14.19 Aanbrengen van een spoel op een printplaat.

14.4 Vragen

Vraag 1

Een amateurzender werkend in de 21 MHz band veroorzaakt storingen in de TV-ontvangst van kanaal 4 (61 – 68 MHz).

De storingen kunnen worden opgeheven door:

- A. in de modulatortrap een laagdoorlatend filter toe te passen
- B. de eindtrap in klasse C in te stellen
- C. een laagdoorlatend filter in de antennekabel van de zender toe te passen
- D. een hoogdoorlatend filter in de antennekabel van de zender toe te passen

Vraag 2

Een 10-meter zender veroorzaakt laagfrequentdetectie in een geluidsinstallatie. Om de storingen op te heffen worden de laagohmige luidsprekeruitgangen ontkoppeld door middel van condensatoren, parallel aan de uitgangen.

De meest geschikte capaciteitswaarde is:

- A. 10 pF
- B. 10 nF
- C. 10 μ F
- D. 10 mF

Vraag 3

De modulatievorm welke de minste storing door laagfrequentdetectie veroorzaakt is:

- A. amplitudemodulatie
- B. frequentiemodulatie
- C. enkelzijbandmodulatie
- D. morsetelegrafie