

Ferrieten

Spoelen en kernmateriaal

Een spoel wordt bij filtering gebruikt om impedantie toe te voegen aan dat circuit. Wanneer de impedantie van dat circuit laag is, heeft zo'n spoel het grootste effect wanneer het in serie met dat circuit wordt geschakeld. Daarvoor kunnen spoelen met of zonder kernmateriaal worden gebruikt. Het kernmateriaal is een effectieve manier om de zelfinductie van de spoel te vergroten. Daarbij is het van belang te weten dat een pure spoel de energie nauwelijks verliest. Een verliesvrije spoel slaat energie op.

Verlies toevoegen

Binnen de EMC is het van belang storing te onderdrukken en/of te voorkomen. Het is daarbij wenselijk om de energie van storende elementen kwijt te raken. Met andere woorden: een spoel lijkt soms handig, echter het is van belang te onthouden dat een spoel soms ook resonanties veroorzaakt. Dit geldt speciaal voor de verliesarme spoel. Ferriet is daarbij een materiaal dat gebruikt wordt binnen de EMC om verlies toe te voegen.

Print- of kabelmontage

Er zijn ferrietenkernen beschikbaar voor kabelmontage en printmontage. Soms ziet men kabels met aan twee zijden een aangegoten ferrietkern. Vaak hebben deze kabels aan beide zijden dezelfde connector en daarmee maakt het niet uit hoe de kabel wordt verbonden. Op elke wijze is er een kern bij een apparaat aanwezig.

Eigenschappen van ferrietkernen

Ferrietkernen die in de context van EMC worden gebruikt, hebben als voornaamste eigenschap dat ze verlies toevoegen. Dat verlies is te vergelijken met een weerstand waarin energie wordt omgezet in warmte. In feite heeft het ferriet als materiaal een ohms deel en een inductief deel. Het ohmse component is daarbij het belangrijkste.

Impedantie van een ferrietkern

Ferrietkernen hebben een impedantie die afhangt

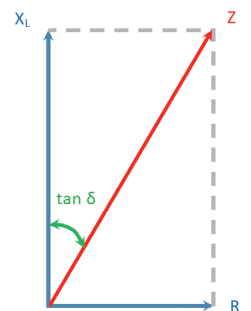
van de frequentie. Om dit te verduidelijken, het volgende vervangingschema van een ferrietkern.



In de figuur is te zien dat er een inductief deel is en een ohms deel. De impedantie van de ferrietkern kan dan in een vectordiagram worden uitgezet zoals in de onderstaande afbeelding te zien is.

De impedantie van de ferrietkern wordt gegeven door: $Z = \sqrt{X_L^2 + R^2}$ [Ω] waarbij alle verliezen worden toegeschreven aan de weerstand. Het inductieve deel is verliesvrij.

Het inductieve deel en het verliesgevende deel worden in specificaties uitgedrukt in de complexe permeabiliteit: $\mu_c(\omega) = \mu'(\omega) - j\mu''(\omega)$ met μ' : het inductieve of reactieve deel en μ'' : het ohmse of verliesgevende deel.



HF Technology is leverancier van een breed gamma ferrietcomponenten van Fair-Rite Products Corp.

Bezoek www.hftechnology.nl of bel 075 - 628 37 17

Over de auteur

Mathieu Melenhorst is werkzaam bij Croon Elektrotechniek als Specialist bliksem en EMC. Samen met Dr. Ir. Mark van Helvoort heeft hij het boek "EMC van Installaties – Op weg naar elektromagnetische compatibiliteit" geschreven dat wordt uitgegeven door BIM Media (ISBN 978-90-125-8552-1).



Wanneer we de algemene betrekking van de impedantie van een ferrietkern nemen:

$$Z_{ferriet} = j\omega L_{ferriet}$$

Dan kunnen we dit uitbreiden met de complexe permeabiliteit naar:

$$Z_{ferriet} = j\omega\mu_c \cdot C \leftrightarrow Z_{ferriet} = j\omega \cdot C \cdot [\mu'(\omega) - j\mu''(\omega)]$$

Hierbij is "C" een constante: de zelfinductie van een luchtspoel met dezelfde afmetingen als de ferrietkern.

Verlieshoek en kwaliteitsfactor

Bij het voorgaande deel is belangrijk te weten dat een zo groot mogelijke verlieshoek gewenst is voor EMC toepassingen. Immers: de energie moet zo veel mogelijk worden omgezet in warmte.

De verlieshoek wordt gegeven door:

$$\tan \delta = \frac{R}{X_L} \leftrightarrow \tan \delta = \frac{\mu''}{\mu'}$$

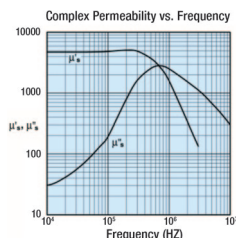
De kwaliteitsfactor is precies het tegengestelde van de verlieshoek. Deze moet groot zijn in bijvoorbeeld resonante circuits. De kwaliteitsfactor wordt gegeven door: $Q = \frac{1}{\tan \delta} \rightarrow Q = \frac{\mu'}{\mu''}$

De verlieshoek en kwaliteitsfactor zijn beiden dimensieloos. Voorname eigenschappen die in de gaten moeten worden gehouden bij het selecteren van het juiste ferrietmateriaal voor de toepassing zijn:

- Wat is het frequentiegebied waarin demping moet worden toegevoegd?
- Waar moet de ferrietkern worden geplaatst?
- Wat is de stroomsterkte (lees: veldsterkte) die de ferrietkern 'ziet'?
- Temperatuurbereik.
- Mechanische belasting.

Frequentiegebied

Het juiste ferrietmateriaal heeft een overwegend overheersend verliesgevend deel in het frequentiegebied waar de gewenste demping nodig is. Dus de μ'' moet groter zijn dan de μ' . In het onderstaande voorbeeld is te zien dat het inductieve deel overheerst tot ongeveer 700 kHz.



Bij hoger frequenties gaat het verliesgevend deel overheersen. Om deze reden kan een verkeerde materiaalkeuze de storing erger maken dan minder. Wees dus op uw hoede!

Plaats van het ferrietmateriaal

In de regel voegt een ferrietkern om een kabel ongeveer 200Ω aan impedantie toe. Bij EMC houdt dit in dat er 200Ω wordt toegevoegd aan het common-mode circuit. Het is daarom van belang dat het ferrietmateriaal wordt geplaatst, daar waar de common-mode impedantie het laagste is. Dat is veelal bij de connector van de stoorbron. Immers: het toevoegen van 200Ω aan een circuitimpedantie

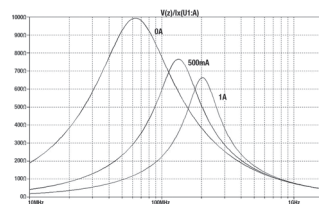
van 20Ω heeft meer effect dan toevoegen aan -bij voorbeeld- 1kΩ.

Aantal windingen versus effectiviteit

Soms kan ervoor worden gekozen om de demping met een ferrietkern te vergroten door de kabel meerdere malen door het kernmateriaal te slaan. In het algemeen werkt dit goed tot ruwweg 5 windingen: dan gaan paracitaire capaciteiten tussen de windingen roet in het eten gooien.

Maximale veld in het materiaal

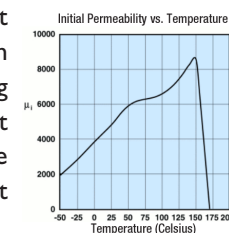
Net als ieder ander magnetisch materiaal kan ook ferrietmateriaal in verzadiging raken. Dit houdt in dat alle weissgebiedjes in het materiaal gepolariseerd zijn. De reden hiervoor is dat elke stroom gepaard gaat met een magnetisch veld. Het ferrietmateriaal 'doet' dan niets meer: $\mu=1$. De reden hiervoor kan zijn dat er een gelijkstroomcomponent in het signaal aanwezig is, iets dat bij DC voedingen per definitie het geval is. De zogenaamde 'varkenssnuitjes' verliezen dan hun werking. Overigens is dit probleem groter bij ferrietenkernen die in een differential-mode worden gebruikt dan in het geval van een common-mode toepassing. Let dus ook op bij sterke magneten en sterke bronnen zoals frequentiedrives. Deze afbeelding geeft een idee hoe de impedantie



van een ferrietkern afhankelijk is van de DC stroom die door de geleider gaat waar de kern omheen is geplaatst.

Temperatuurbereik

Magneten hebben een temperatuurbereik. Oude soldeerbouten maakten gebruik van dit principe: de magnetische punt wordt verhit tot de Curietemperatuur waarbij de magnetische eigenschappen sterk verminderde en weer terugkeerden na afkoelen. Met ferrietmateriaal net zo: een sterke temperatuurverhoging vermindert de werking. Dit is te zien in onderstaande afbeelding: boven 150°C zakt de permeabiliteit drastisch.



Mechanische belasting

Het ferrietmateriaal is erg kwetsbaar. Stoten of vallen leiden niet zelden tot het scheuren of breken van het materiaal. Het is goed om hierbij stil te staan in de uiteindelijke toepassing.

www.hftechnology.nl
075 - 628 37 17

Postbus 343 - 1560 AH Krommenie