

49 EMI-filters voor zelfbouw

eenvoudig maar doeltreffend

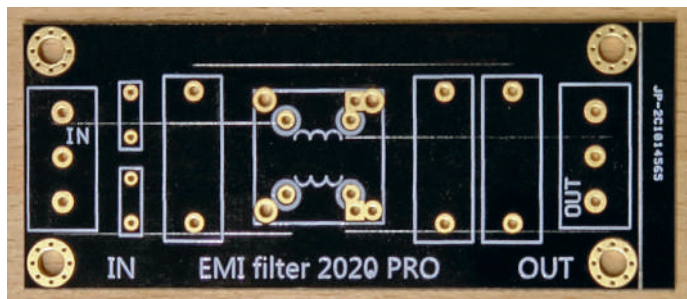
Dr. Thomas Scherer (Elektor)

Heb je een EMI-filter nodig? Zelf maken is goed mogelijk, zoals deze eenvoudige oplossing bewijst.

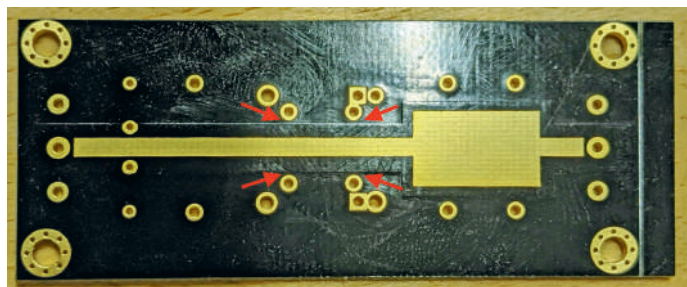
Naar aanleiding van de EMI-problemen die een Elektor-lezer ontdekte bij het gebruik van een schakelende voeding voor LED-verlichting, testte ik die SMPS en ontdekte dat een eenvoudig pi-filter aan de uitgang de RFI met veel meer dan 20 dB kan reduceren (typisch $40 \text{ dB} \geq 200 \text{ kHz}$). Op eBay waren goedkope oplossingen te vinden, maar goedkoop is zelden goed en dus moest ik zelf aan de slag.

Achtergrond

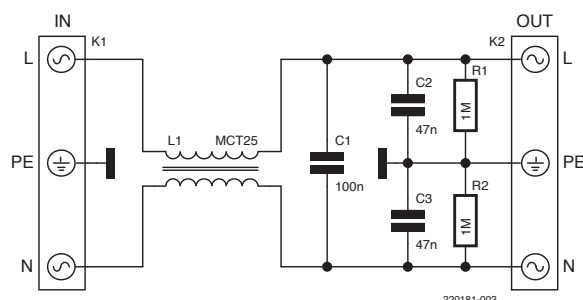
Na wat nagedacht te hebben over EMI-filtering, heb ik een goedkoop EMI-filter besteld op eBay, voor minder dan 5 euro voor de print (figuur 1) en de onderdelen! Om de SMPS met een filter te testen, zou deze 'quick-and-dirty'-oplossing eigenlijk moeten volstaan. Het zou een goed idee zijn om een 'normale' SMPS op te waarderen tot een EMI-vrije (of EMI-arme) versie – als het zou werken.



Figuur 1. Bovenkant van de goedkope EMI-filterprint van eBay.



Figuur 2. Onderkant van de goedkope EMI-filterprint van eBay. De pijlen geven aan waar de afstand tussen het koper slechts 0,5 mm is.



Figuur 3. Het schema van het eenvoudige EMI-uitgangsfiler.

Gevaar!

Zodra het filter arriveerde, kon ik zien dat de printplaat weliswaar mooi was, maar dat de fabrikant zich totaal niet bekommerde om de voorgeschreven afstanden tussen de netspanning voerende printsporen. Zoals je in **figuur 2** kunt zien, is er een afstand van ongeveer 0,5 mm tussen de 'hete' printsporen en massa (PE). Ik durfde het niet aan om de printplaat vol te bouwen en dan te wachten tot hij defect zou raken – of erger. Mijn droom van een snelle, goedkope oplossing was hiermee gestorven.

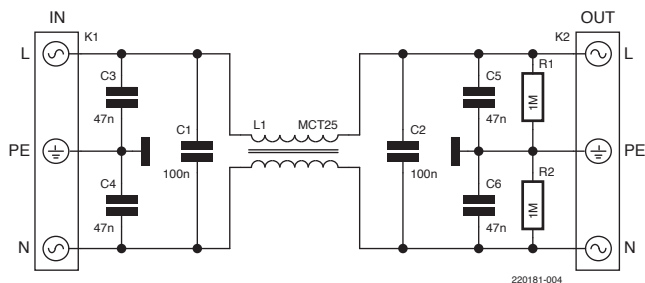
Na deze teleurstelling was mijn eerste gedachte: "als iets goed moet, moet je het zelf doen!" Een EMI-filter ontwerpen is geen heksentoer. Zo'n filter is gebaseerd op een eenvoudige basisschakeling. Ik heb snel een paar printjes gemaakt voor twee verschillende versies van een EMI-filter.

Twee filters

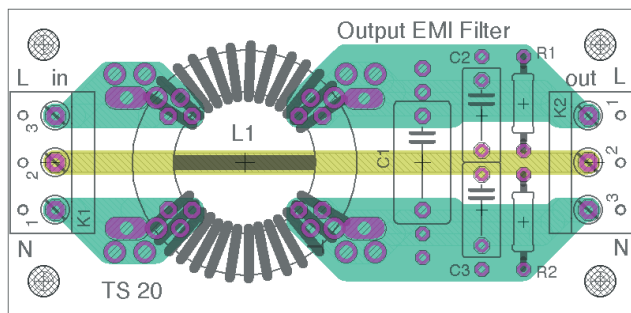
Het eerste filter is een eenvoudig uitgangsfiler dat bruikbaar is voor de genoemde verlichtingsvoeding (en vergelijkbaar). Het tweede filter is ook eenvoudig, maar is bidirectioneel, zoals normaliter wordt toegepast aan de netingang van een elektronisch apparaat. Ruis van het lichtnet naar het apparaat wordt tegengehouden, maar ook in omgekeerde richting (dus van het apparaat naar het lichtnet).

Figuur 3 bewijst dat het uitgangsfiler werkelijk eenvoudig is. Een common mode-smoorspoel (L1), gevolgd door een condensator (C1) tussen L en N, gevolgd door twee condensatoren tussen L en PE (C2) en tussen PE en N (C3) – dat is alles wat je in eenvoudige situaties nodig hebt. R1 en R2 ontladen de condensatoren en voorkomen 'schokkende' ervaringen. Een filter als dit voorkomt dat hogere frequenties de kabels bereiken die op een uitgang zijn aangesloten, zoals bij een SMPS of een digitale versterker.

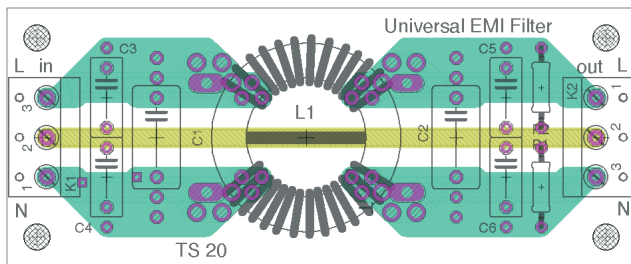
Figuur 4 toont het 'ingewikkelder' universele ontwerp. Vergelijken met **figuur 3** zijn er nu ook condensatoren aan de ingang. Daardoor wordt voorkomen dat hogere frequenties in elke richting de andere aansluiting bereiken. Aangesloten op de ingang (zelfs de netingang) van een elektronisch apparaat, voorkomt dit universele EMI-filter dat het apparaat wordt gestoord of dat het zelf externe storingen veroorzaakt.



Figuur 4. Het schema van het universele EMI-filter.



Figuur 5. Print-layout van het eenvoudige EMI-uitgangfilter.



Figuur 6. Print-layout van het universele EMI-filter.

Print en spoel

De zelfinductie die in dit soort schakelingen wordt gebruikt is een common mode-smoorspoel. De filters in dit artikel vormen daarop geen uitzondering. De gekozen smoorspoel wordt geleverd door Multicomp [1] en is bestand tegen continue wisselstromen tot 6 A. Dit maakt de filters geschikt voor de meeste toepassingen. Maar het staat je natuurlijk vrij om een andere smoorspoel van een ander merk te nemen. De twee printen (figuur 5 en figuur 6) hebben verschillende footprints waarop veel verschillende common mode-smoorspoelen passen. Voor het uitgangfilter is een eigen printje ontworpen, hoewel daar slechts drie condensatoren minder gemonteerd worden: Het printje kan zo kleiner blijven. De layout-bestanden in Eagle-formaat kunnen worden gedownload van de projectpagina bij dit artikel [2].

Bij gebruik van deze filters met netspanning moet de isolatiespanning van de smoorspoel beter zijn dan 1 kV en moeten de condensatoren ook voor netspanning geschikte filmcondensatoren zijn (250 VAC in Europa). Deze eisen gelden natuurlijk niet als het uitgangfilter bijvoorbeeld wordt aangesloten achter een versterkeruitgang of achter een van die zogenaamde 'elektronische transformatoren' voor 12 V. ◀

220181-03



Onderdelenlijst uitgangfilter

Weerstanden:

$R1, R2 = 1 \text{ M}$

Condensatoren:

$C1 = 100 \text{ n/250 VAC} *$

$C2, C3 = 47 \text{ n/250 VAC} *$

Spoel:

$L1 = 5 \text{ mH/6 A, MCT25, Multicomp} *$

Diversen:

$K1, K2 = 3\text{-polige printkroonsteen, raster 2,54 mm}$

* zie tekst



Onderdelenlijst universeel filter

Weerstanden:

$R1, R2 = 1 \text{ M}$

Condensatoren:

$C1, C2 = 100 \text{ n/250 VAC} *$

$C3...C6 = 47 \text{ n/250 VAC} *$

Spoel:

$L1 = 5 \text{ mH/6 A, MCT25, Multicomp} *$

Diversen:

$K1, K2 = 3\text{-polige printkroonsteen, raster 2,54 mm}$

* zie tekst



Gerelateerde producten

- **OWON HDS272S 2-ch Oscilloscope (70 Mhz) + Multimeter (20000 Counts) + Signal Generator (25 Mhz) (SKU 19718)**
www.elektor.nl/19718
- **PeakTech 3445 True RMS Digital Multimeter with Bluetooth (6000 Counts) (SKU 18774)**
www.elektor.nl/18774

↓ Project-download

www.elektormagazine.nl/summer-circuits-22



WEBLINKS

[1] Multicomp Pro, "Common Mode Choke," MCT25, 22/09/20: <https://www.farnell.com/datasheets/3153527.pdf>

[2] Layout-bestanden: <https://www.elektormagazine.com/summer-circuits-22>