

Passive Entstörkomponenten - EMV-Vorlesung (5b) -



Prof. Dr. Manfred Schmidt
Fachhochschule Jena

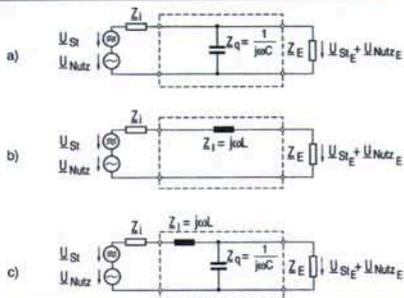
Passive Entstörkomponenten



- Filter
- Überspannungsableiter
- Optokoppler, LWL, Trenntransformatoren
- Elektromagnetische Schirme

EMD

Elementare Filterschaltungen



EMD

Filterdämpfung, abhängig von Quellen- und Lastimpedanz

a) $a_F = 20 \lg \frac{|U_{St}(\omega)|}{|U_{StE}(\omega)|} = 20 \lg \frac{|Z_L + \frac{Z_E \cdot Z_{q1}}{Z_E + Z_{q1}}|}{|\frac{Z_E \cdot Z_{q1}}{Z_E + Z_{q1}}|}$

b) $a_F = 20 \lg \frac{|U_{St}(\omega)|}{|U_{StE}(\omega)|} = 20 \lg \frac{|Z_L + Z_E + Z_{q1}|}{|Z_{q1}|}$

c) $a_F = 20 \lg \frac{|U_{St}(\omega)|}{|U_{StE}(\omega)|} = 20 \lg \frac{|Z_L + Z_L + \frac{Z_E \cdot Z_{q1}}{Z_E + Z_{q1}}|}{|\frac{Z_E \cdot Z_{q1}}{Z_E + Z_{q1}}|}$

EM)

Messung der Einfügedämpfung (Substitutionsmessung)

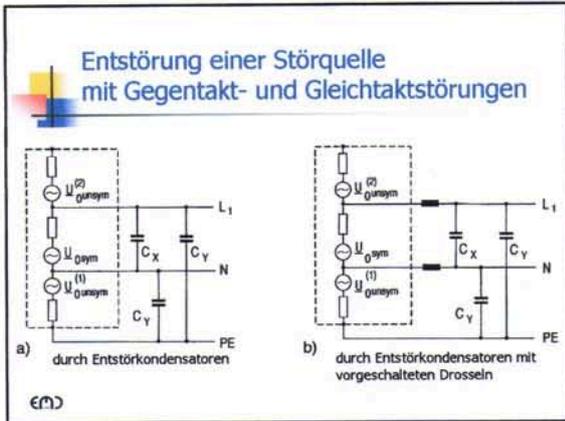
EM)

Störquellenersatzschaltbild mit Spannungsquellen für symmetrische und unsymmetrische Störspannungen

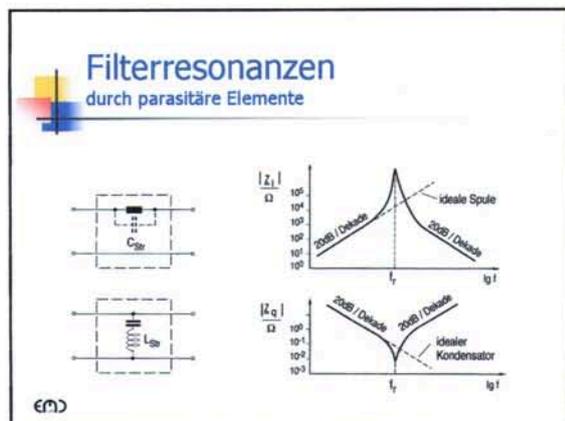
$U_{sym} = U_{L1}^{(2)} - U_{L1}^{(1)}$

$U_{asym} = U_{L1}^{(2)} + U_{L1}^{(1)}$

EM)







Dissipative Dielektrika: Ersatzschaltbild eines verlustbehafteten Kondensators

$G = G_0 \epsilon'' = \frac{\omega C_0}{\epsilon_0} \epsilon''$

$C = C_0 \epsilon' = C_0 \frac{\epsilon'}{\epsilon_0}$

$I(\omega)$

$U(\omega)$

$\underline{\epsilon} = \epsilon' - j\epsilon''$

Komplexe Permittivität

EMD

Dissipative Dielektrika: Ersatzschaltbild eines verlustbehafteten Kondensators

$G = G_0 \epsilon'' = \frac{\omega C_0}{\epsilon_0} \epsilon''$

$C = C_0 \epsilon' = C_0 \frac{\epsilon'}{\epsilon_0}$

$I(\omega)$

$U(\omega)$

$\underline{\epsilon} = \epsilon' - j\epsilon''$

Verlustfaktor

$\tan \delta_C = \frac{\epsilon''}{\epsilon'}$

$P = U^2 \omega C \tan \delta_C$

Wärmeverluste im Dielektrikum

EMD

Dissipative Magnetika: Ersatzschaltbild einer Verlustbehafteten Induktivität

L_P

I_L

R_{Fe}

I_V

$I(\omega)$

$U(\omega)$

$\underline{\mu} = \mu' - j\mu''$

Komplexe Permeabilität

EMD

Dissipative Magnetika: Ersatzschaltbild einer Verlustbehafteten Induktivität

$$\underline{\mu} = \mu' - j\mu''$$

$\tan \delta_p = \frac{j\omega L_p}{R_{Fe}} = \frac{\mu''}{\mu'}$ Verlustfaktor

$P = I^2 \omega L \tan \delta_p$ Wärmeverluste im Kernmaterial

©

Mehrfachentstörkondensatoren

a) Dreifachkondensator (XYX-Kondensator)
 b) Zweifachkondensator (XY-Kondensator)

©

Stromkompensierte Drossel

Markierung der Wicklungsrichtung
 auch häufig durch Punkte

©

Ferritperlen, Ersatzschaltbild ohne Berücksichtigung der Streukapazität

$I_{St}(\omega)$

$R_L \rightarrow 0$

R_E

$U_{St}(\omega)$

€M

Eisenkreise

Flußpfad:

Geschlossener Eisenkreis (Ringkern)	Offener Eisenkreis (Stabkern)	Eisenloser Kern
Hohe Permeabilität	Mittlere Permeabilität	Niedrige Permeabilität
Hohe Induktivität	Mittlere Induktivität	Geringe Induktivität
Stark nichtlinear	Schwach nichtlinear	linear
Geringes Streufeld	Starkes Streufeld	Mittleres Streufeld
Bezüglich Linearität geringe Strombelastbarkeit, bezüglich Erwärmung hohe Strombelastbarkeit (geringe Windungszahl) hoher Cu-Querschnitt	Bezüglich Linearität hohe Strombelastbarkeit bezüglich Erwärmung mittlere Strombelastbarkeit (mittlere Windungszahl, mittlerer Cu-Querschnitt)	Bezüglich Linearität beliebige Strombelastbarkeit, bezüglich Erwärmung geringe Strombelastbarkeit (hohe Windungszahl, geringer Cu-Querschnitt)

€M

Kernmaterialien

Kernmaterial:

Dynamoblech (Ferromagnetika)	Ferrit (Metalloxid-Keramik sog. Ferrimagnetika)	Carbonyleisen (Eisenpulver, gewonnen durch Verdampfen von Eisenpentacarbonyl $Fe(CO)_5$)
Mittlere Permeabilität	Hohe Permeabilität	Geringe Permeabilität
Späte Sättigung	Frühe Sättigung	Späte Sättigung
Mittlere Baugröße	Geringe Baugröße	Großes Bauvolumen
Wirbelstromverluste wegen ohmscher Leitfähigkeit	Minimale Wirbelstromverluste ($\sigma \rightarrow 0$)	Minimale Wirbelstromverluste ($\sigma \rightarrow 0$) wegen isolierter Pulverpartikel

€M

Netzfilter

(symmetrische und unsymmetrische Störungen)

EMD

Elektromagnetische Schirme

- Höhere Frequenzen, eingeschwungener Zustand
- Überlagerung der einfallenden Welle mit reflektierter Sekundärwelle im Außenraum
- In Schirmwand ergänzen sich die einfallende und die reflektierte Feldstärke zu Null

EMD

Schirmungsmaß

$$S = 20 \log \frac{\text{Feldstärke außen (auf Quellenseite)}}{\text{Feldstärke innen}}$$

EMD



Elektromagnetische Schirme

- Schirmmaterialien
 - Bleche, Metallisierung von Plastegehäusen
 - Gewebe
- Schirmzubehör
 - Dichtungen für Schirmfugen
 - Kamindurchführungen

EMD



Literatur

- SCHWAB
- GOEDBLOED
- Firmenschriften

EMD
