




Passive Entstörkomponenten

- EMV-Vorlesung (5b) -


Prof. Dr. Manfred Schmidt
Fachhochschule Jena



Passive Entstörkomponenten

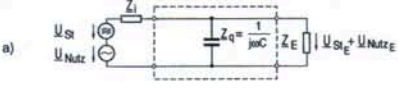
- Filter
- Überspannungsableiter
- Optokoppler, LWL, Trenntransformatoren
- Elektromagnetische Schirme

EMD

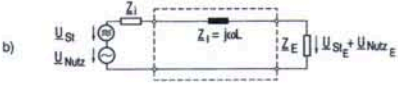


Elementare Filterschaltungen

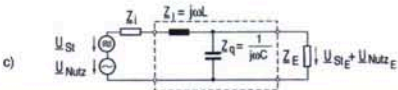
a)



b)



c)



EMD

Filterdämpfung, abhängig von Quellen- und Lastimpedanz

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

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

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

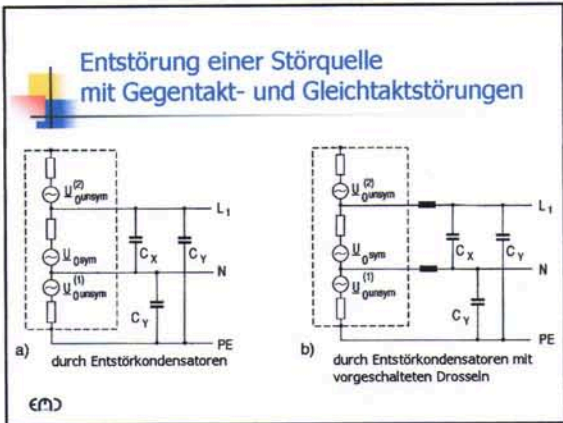
EM)

Messung der Einfügedämpfung (Substitutionsmessung)

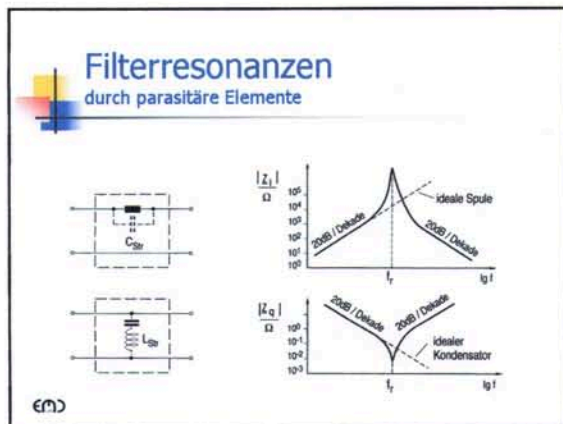
EM)

Störquellenersatzschaltbild mit Spannungsquellen für symmetrische und unsymmetrische Störspannungen

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

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

$I(\omega)$ $U(\omega)$

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

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

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

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)

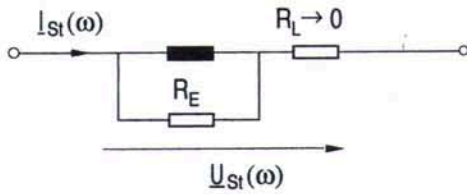
©

Stromkompensierte Drossel

Markierung der Wicklungsrichtung
auch häufig durch Punkte

©

Ferritperlen, Ersatzschaltbild ohne Berücksichtigung der Streukapazität



EM

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 Strombelast- barkeit, bezüglich Er- wärmung geringe Strombelastbarkeit (hohe Windungszahl, geringer Cu-Quer- schnitt)

EM

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 Leit- fähigkeit	Minimale Wirbel- stromverluste ($\sigma \rightarrow 0$)	Minimale Wirbel- stromverluste ($\sigma \rightarrow 0$) wegen isolierter Pul- verpartikel)

EM

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
