

## Selbststudium Kapitel 1.4 Gehäuseschirmung

Liebe Studierende!

Mit diesem Informationsblatt stelle ich Ihnen einen kurzen begleitenden Text zu den Folien von Kapitel 1.4 zur Verfügung, damit die Lerninhalte im Selbststudium leichter erarbeitet werden können und klar ersichtlich ist, welche Folien besonders wichtig und prüfungsrelevant sind.

### Absorptions- und Reflexionsdämpfung, Schirmwirkung

Warum ist Schirmung in der EMV so wichtig? Weil durch Schirmung Störstrahlung abgeschwächt wird (quellseitig und/oder empfängerseitig und/oder am Übertragungsweg dazwischen) und damit eine Störbeeinflussung (Electromagnetic Interference = **EMI**) vermieden werden kann.

Wichtig: Nur elektrisch leitfähige Materialien weisen eine Schirmdämpfung auf! (damit auch Plastikgehäuse eine gewisse Schirmwirkung haben, wird auf der Innenseite eine elektrisch leitfähige Schicht aufgebracht)

Eine sehr gute Schirmdämpfung von 100 dB und mehr erreicht man nur mit einem Faraday'schen Käfig (EMV Prüfräume, sog. Absorberhallen, sind als Faraday Käfig ausgeführt).

Schirmdämpfung setzt sich aus Absorptions- und Reflexionsdämpfung zusammen (Formeln nicht auswendig, nur Einflussparameter kennen ist wichtig).

### Mögliche Prüfungsfragen:

- Welche physikalischen Effekte bestimmen die Schirmdämpfung von Materialien?
- Warum fällt die Reflexionsdämpfung mit zunehmender Frequenz ab?
- In welchen Einsatzfällen ist eine große Wandstärke der Schirmwand erforderlich, um eine hohe Schirmdämpfung erzielen zu können?
- Wieso ist im Nahfeld einer Loopantenne mit einer geringen Reflexionsdämpfung zu rechnen?

Eine Zahlenwertfrage könnte lauten: Ein Faraday'scher Käfig weist eine Schirmdämpfung von 100 dB auf. Wie groß wird die Feldstärke im Inneren sein, wenn die elektrische Feldstärke außerhalb der Schirmung 10 V/m beträgt?

Hintergrundinfo zum Thema Schirmung inkl. Herleitung der Gleichungen siehe Kapitel „Shielding“, Clayton Paul, Seite 713ff (nur zur Info, nicht Prüfungsstoff)

### Öffnungen im Schirm, Hohlleiter, Sichtfenster, Stoßstellen und Spalte

Durch die Öffnungen im Schirm erzielt man in der Praxis kaum mehr als 60 dB Schirmdämpfung mit einem Gerätegehäuse und das nur dann, wenn man folgendes beachtet: Öffnungen im Schirm wirken als Schlitzantennen (komplementäre Antennen). Dabei kommt es viel mehr auf die Längsausdehnung als auf die Querschnittsfläche an. Besonders ungünstig sind lange Schlitze!

### Mögliche Prüfungsfragen:

- Überlegen Sie die max. Schlitzlänge die für eine Schirmdämpfung von 20/40/60 dB bis zu einer bestimmten Frequenz erlaubt ist anhand der Näherungsformel auf Folie 19. (Die Kurven auf Folie 18 sind mit dieser Formel gerechnet.)
- Wie wirkt sich eine Halbierung der Schlitzlänge aus?

- Was passiert mit der Schirmdämpfung wenn die Schlitzlänge gleich der halben Wellenlänge ist?

Große Öffnungen oder Lüftungsquerschnitte (Wabenkammine) sind in einem Schirmgehäuse nur erlaubt, wenn man das **Hohlleiterprinzip** ausnützt.

#### Mögliche Prüfungsfragen:

- Handelt es sich bei einem Hohlleiter um einen Hoch- oder Tiefpass?
- Wie muss ein Hohlleiter dimensioniert/konstruiert sein, damit er die Schirmdämpfung des Gerätegehäuses nicht degradiert?
- Was passiert, wenn man durch einen Hohlleiter einen elektrischen Leiter durchführt?

#### EMI Schutzkonzepte

Leider hat die Verwendung elektromagnetischer Quellen für kriminelle Zwecke in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Der Fachbegriff dafür lautet Intended Electromagnetic Interference (**IEMI**). Angriffe im zivilen Bereich erfolgen meist auf Sicherheits- oder IT-Systeme. Betreibern von kritischen Infrastrukturen wird daher dringend geraten, ihre Systeme und Anlagen im Hinblick auf elektromagnetische Bedrohungen zu untersuchen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Die Einkopplung kann auch hier wieder gestrahlt (feldgebunden) oder leitungsgeführt stattfinden. Wesentlichste Aussage in diesem Kapitel ist, dass sich hohe Störampplituden immer nur durch **KASKADIERUNG von Schutzmaßnahmen** beherrschen lassen. Man spricht auch von gestaffeltem Schutz oder Zonenkonzept.

#### Maßnahmen gegen gestrahlte Einkopplung von Störungen:

- Kaskadierung d.h. aufeinanderfolgende Schirme
- Öffnungen wie Fenster sind auch hier der Faktor, der die Schirmwirkung wesentlich reduzieren kann, wenn nicht Maßnahmen gesetzt werden (z.B. Gitter)
- Gesamtschirmdämpfung ergibt sich durch Addition der Einzelschirmdämpfungen – warum eigentlich?

#### Maßnahmen gegen leitungsgeführte Einkopplung von Störungen:

- Filter- und Überspannungsschutzkaskade
- Überspannungsbegrenzung erfolgt durch Grobschutz (im Hauptverteiler), Mittelschutz (im Unterverteiler) , Feinschutz (im Gerät)

Ist der Störpegel dann trotzdem noch so hoch, dass eine Systembeeinflussung stattfindet, muss konstruktionsbedingt sichergestellt sein, dass das System keinen unsicheren Betriebszustand einnimmt (**Fail-Safe-Prinzip** = if the system fails, it has to fail safe).

Eine Beeinflussung findet immer nur dann statt, wenn kein **Störsicherheitsabstand** (Definition wichtig) eingehalten wird. Ein Störsicherheitsabstand von 6 dB (Faktor 2) ist grundsätzlich immer zu empfehlen. Für kritische Infrastrukturen und im militärischen Bereich werden oft 10 dB oder 20 dB gefordert.

#### Literaturempfehlung:

Paul, C. R. (2006): „Introduction to Electromagnetic Compatibility“, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN-13: 978-0-471-75500-5

Für Fragen stehe ich gerne unter [kurt.lamedschwandner@seibersdorf-laboratories.at](mailto:kurt.lamedschwandner@seibersdorf-laboratories.at) zur Verfügung.

Viel Erfolg und alles Gute!

Beste Grüße,  
Kurt Lamedschwandner