

EMV - elektromagnetische Verträglichkeit Teil 19

Grundlagen und Ausführung von Abschirmungen

Abschirmmaßnahmen stellen bei vielen Geräten einen wesentlichen Faktor zur EMV dar. Praxisgerechte Ausführungen von Abschirmungen behandelt der vorliegende Teil dieser Artikelserie.

Allgemeines

Neben der richtigen Wahl des Schirmmaterials gibt es noch eine ganze Reihe von konstruktiven Gesichtspunkten, welche die Wirksamkeit von Abschirmungen entscheidend beeinflussen können. Hierzu gehören in erster Linie die sicherlich immer vorhandenen Naht- und Verbindungsstellen sowie Lüftungslöcher und Signaldurchführungselemente. Bevor wir zu den verschiedenen Schirmausführungen kommen, sollen zunächst diese Aspekte erörtert werden.

Schwachstellen einer Abschirmung

Nähte und Verbindungsstellen sind Bestandteil eines jeden Schirmgehäuses. Selbst wenn, wie im Profi-Bereich üblich, das Gehäuse aus einem Metallblock gefräst wird, muß es grundsätzlich eine Öffnung zur Montage der Elektronik besitzen.

Abbildung 6 zeigt ein sogenanntes HF-Fräsgewehäuse, das bezüglich der Abschirmwirkung höchsten Anforderungen genügt.

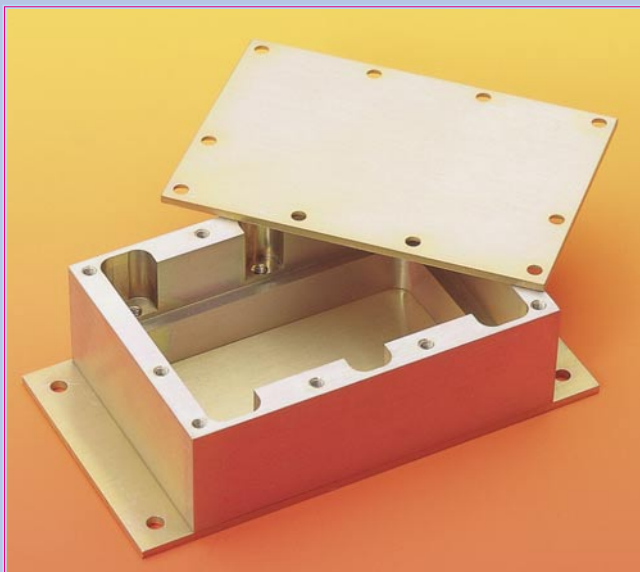


Bild 6: HF-Fräsgewehäuse

Auch bei dem gezeigten Gehäuse stellt der Deckel, selbst wenn er wie hier sehr massiv aufgebaut und mehrfach verschraubt wird, einen gewissen Schwachpunkt bezüglich der Schirmwirkung dar. Entscheidend ist hierbei auch die mechanische Verbindung zwischen Gehäuse und Deckel.

Je ungehinderter der durch die auftretende Hochfrequenz im Schirm erzeugte Schirmstrom fließen kann, d. h. je besser die elektrische Verbindung zwischen den Abschirmkomponenten wie Deckel und Gehäuse ist, umso besser wird auch die Schirmdämpfung sein.

Grundsätzlich können wir sagen, daß überall dort, wo der Schirmstrom in irgendeiner Weise behindert wird, die Schirmdämpfung herabgesetzt ist. Dies ist auch der Grund dafür, weshalb reale Schirme niemals die theoretischen Dämpfungswerte, wie wir sie im vorangegangenen Artikel kennengelernt haben, erreichen können.

Folgende konstruktive Details haben entscheidenden Einfluß auf die Schirmdämpfung:

- Verbindungen zwischen den einzelnen Gehäusekomponenten
- Lüftungslöcher bzw. -schlitze

- Durchführungen für Leitungen
- Öffnungen für den Abgleich interner Schaltungskomponenten

Öffnungen in der Schirmung

Abbildung 7 zeigt die Auswirkung eines Schlitzes auf den Stromfluß innerhalb einer Abschirmung.

Bedingt durch die Schirmstromkonzentration an den beiden Schlitzenden, entsteht entlang der Öffnung eine entsprechende Spannung, die wiederum eine ungewollte Feldeinkopplung auf der Schirmaußenseite hervorruft.

Entscheidend für die Verschlechterung der Schirmwirkung ist in erster Linie die größte lineare Abmessung der Öffnung, d. h. ein breiter Schlitz wird nicht wesentlich stärker strahlen als ein schmaler Schlitz gleicher Länge. Auch zeigen viele kleine Öffnungen im Vergleich zu einer großen Öffnung wesentlich günstigere Dämpfungswerte, wobei runde Öffnungen quadratischen oder rechteckigen vorzuziehen sind. Gegenüber einer Einzelöffnung verringert sich die Dämpfung mit zunehmender Anzahl an Öffnungen (bei konstantem Gesamtquerschnitt) - ein Umstand, der insbesondere bei Lüftungsgittern relevant ist.

Eine Bohrung mit einem Durchmesser von $l > \lambda/100$ zeigt bereits meßbare Schirmdämpfungsverluste. Im Bereich der allge-

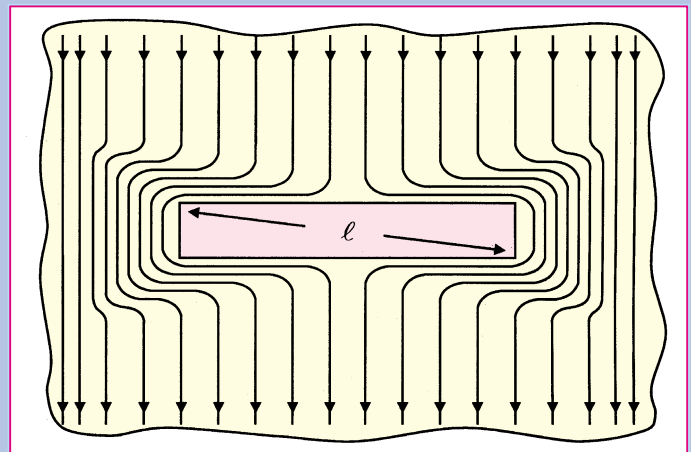


Bild 7: Stromverteilung an einer Gehäuseöffnung

meinen EMV, insbesondere, wenn es sich um den Kontaktabstand zwischen Abschirmkomponenten handelt, ist jedoch gemessen an der Frequenz eine Schlitzlänge von $\leq \lambda/10$ in der Regel völlig ausreichend. Für den vielfach relevanten Frequenzbereich bis zu 1 GHz würde hiermit die Schlitzlänge bei 30 mm liegen können.

Bei Lüftungslöchern, d. h. wo sehr viele Bohrungen nebeneinander liegen, muß selbstverständlich ein sehr viel kleinerer Durchmesser gewählt werden. Mit einem Durchmesser von 3 bis 5 mm liegt man auch hier bei den meisten Anwendungen auf der sicheren Seite.

Interessant gerade auch bei Lüftungslöchern ist die Tatsache, daß mit entsprechender Lochtiefe, d. h. Bohrungen in relativ dickem Material oder durch Stanzungen hervorgerufene, nach innen stehende Lochkragen deutlich bessere Dämpfungswerte erreichbar sind. Diesen Umstand nutzt man auch bei hochwertigen Lüftungseinsätzen, den sogenannten Wabenkamin-aufsätzen in Abschirmkammern aus.

Verbindung der einzelnen Abschirmkomponenten

Neben den Lüftungslöchern gehören Gehäuseverbindungen zu einem weiteren sehr wichtigen, die Schirmdämpfung beeinträchtigenden konstruktiven Detail.

Hierbei sind, wie vorstehend schon dargestellt, der Kontaktabstand aber auch die Leitfähigkeit zwischen den sich berührenden Gehäusekomponenten zu beachten.

Die Leitfähigkeit sollte insbesondere auch unter den für das Produkt gültigen Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit, Verschmutzungsgrad...) sichergestellt sein. Liegen keine besonderen klimatischen Anforderungen vor, so wird in der Regel durch eine einfache Verschraubung der Gehäusekomponenten (z. B. Weißblech)

eine ausreichende und beständige Kontaktgabe erreicht.

Abbildung 8 zeigt ein einfaches Abschirmgehäuse. Hier wird ein ausreichender Kontakt zwischen Deckel und Gehäuse durch die am Deckel angeformten Federklammern erreicht. Insbesondere für innenliegende Trennwände kann durch den Einsatz von sogenannten HF-Federdichtungen, wie in Abbildung 9 gezeigt, ein sicherer elektrischer Kontakt zwischen Trennwand und Abschirmdeckel erreicht werden.

feinstem Metallpulver gefüllten Silikone bieten verschiedenste Einsatzmöglichkeiten. Bei hochwertigen HF-Fräsgehäusen (siehe Abbildung 6) sind mit diesen in entsprechende Nuten zwischen Gehäuse und Deckel eingelegten Dichtungen weitere Optimierungen erreichbar.

Herkömmliche Feuchtigkeitsdichtungen in Metall-Halbschalengehäusen sind vielfach durch diese HF-Dichtungen austauschbar, womit dann oft sehr gute Abschirm-eigenschaften erzielt werden. Viele Gehäusehersteller verwenden diese Silikon-Dich-

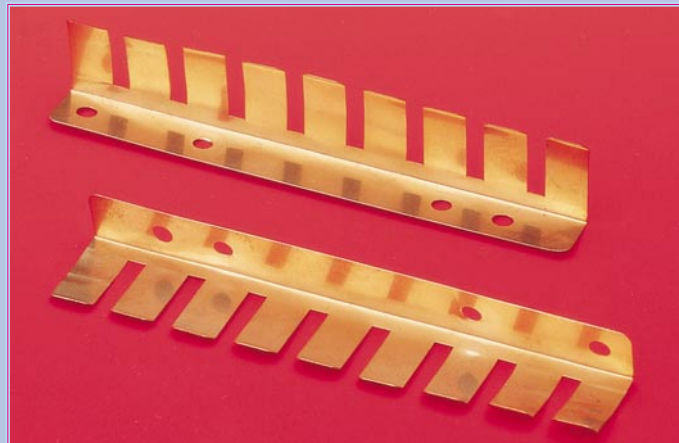


Bild 9: Kontaktstreifen aus Kupfer-Beryllium

Entsprechende Federdichtungen können entweder an die Trennwand angelötet, aufgesteckt oder einfach aufgeklebt werden. Je nach Anwendung sind diese üblicherweise aus Kupfer-Beryllium bestehenden HF-Federdichtungen in den verschieden-

tungen in ihren Gerätegehäusen und erreichen so relativ gute EMV-Eigenschaften.

Abschirmgehäuse auf Leiterplatten

Die Abbildungen 6 und 8 zeigen rundum geschlossene Metall-Abschirmgehäuse.



Bild 10: Elektrisch leitfähige Elastomerdichtungen

sten Ausführungen verfügbar. Durch entsprechend große Federwege sind auch größere Toleranzen am Gehäuse auszugleichen.

Eine andere Ausführung einer HF-Dichtung, die elektrisch leitfähige Elastomerdichtung, zeigt Abbildung 10. Diese mit

Bei diesen Gehäuseausführungen wird die Elektronik, die üblicherweise auf einer Leiterplatte montiert ist, komplett in das Gehäuse eingebaut, d. h. das Abschirmgehäuse umschließt die Elektronik mitsamt der Leiterplatte.



Bild 8: Abschirmgehäuse mit Klemmdeckel

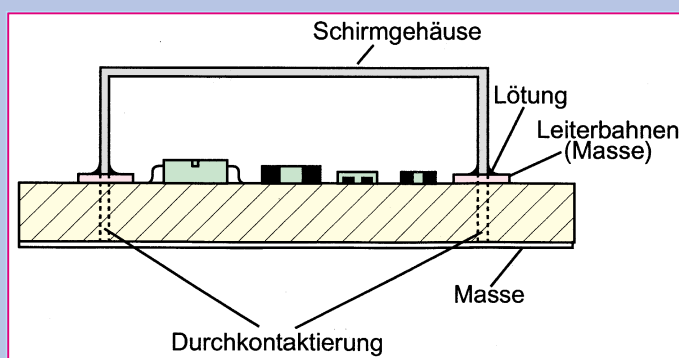


Bild 11: Einseitige Leiterplattenabschirmung

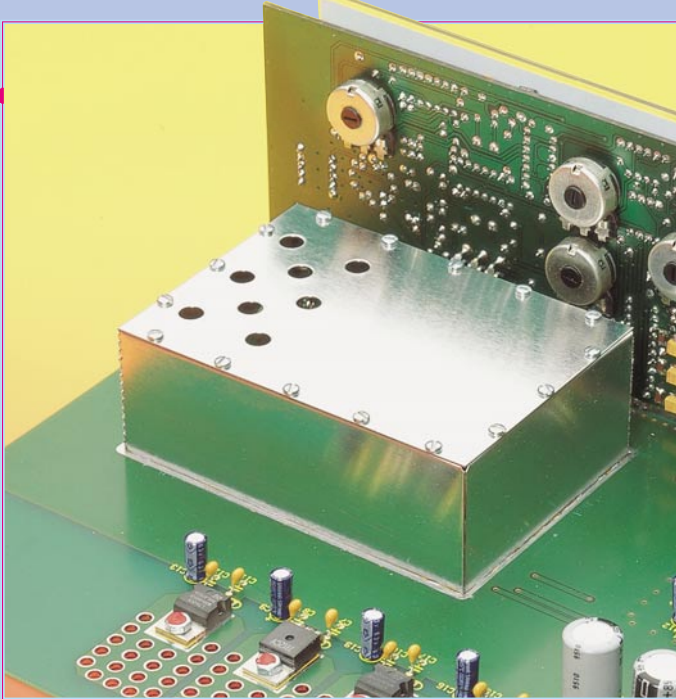


Bild 12:
Abschirmgehäuse
im ELV-Multi-
Funktions-Genera-
tor MFG 9000

Bei doppelseitigen oder auch mehrlagigen Leiterplatten besteht die Möglichkeit, die Leiterplatte selbst mit als eine Art Abschirmkomponente zu nutzen. Abbildung 11 zeigt ein einseitiges Abschirmgehäuse auf einer Leiterplatte. Befinden sich hierbei die Leiterbahnen innerhalb der Abschirmung, d. h. auf der den Bauelementen zugewandten Seite, wie dieses z. B. bei der Oberflächenmontage in der SMD-Technik üblich ist, so kann die gegenüberliegende Leiterplattenseite eine durchgängige Massefläche besitzen. Es brauchen jetzt nur noch entsprechende Durchkontaktierungen zwischen den auf der Oberseite befindlichen Leiterbahnen für das Abschirmgehäuse und der darunter befindlichen Massefläche eingebracht zu werden, und wir erhalten ein rundum geschlossenes Abschirmgehäuse.

Abbildung 12 zeigt am Beispiel des ELV-Multi-Funktions-Generators MFG 9000 die Ausführung der beschriebenen Abschirmvariante. Durch das aufgelötete Abschirmgehäuse wird hier die Lokal-, durch die Leistungsendstufe erzeugte Störspannung (20 MHz, Rechteck, 10 V_{ss}) geschirmt, um den Anforderungen des EMVG genügen zu können.

Abbildung 13 zeigt die weitere Variante einer Leiterplattenabschirmung. Vor allem bei konventioneller Bestückung mit

hohen Packungsdichten wo eine Leiterbahnführung auf beiden Leiterplattenseiten unumgänglich ist, bietet sich diese Version an. Außerhalb der eigentlichen Schaltung befinden sich hierbei sowohl auf der Ober- wie auch auf der Unterseite entsprechende durchkontaktierte Lötbahnen für die Abschirmgehäuse-Halbschalen.

Da bei den heutigen Leiterplattenfertigungsmethoden die Anzahl der Durchkontaktierungen kaum mehr einen Kostenfaktor darstellt, sollte zwischen den Lötbahnen der Abschirmung ein möglichst enger Durchkontaktierungsabstand gewählt werden.

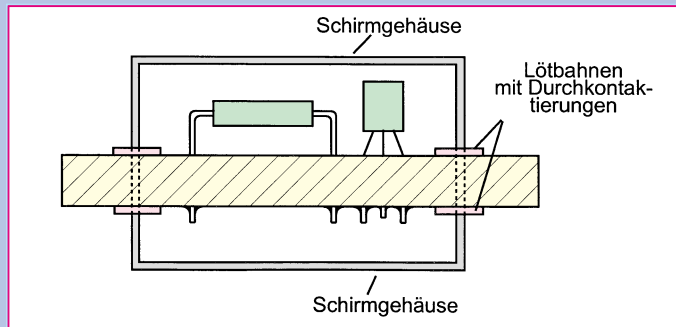


Bild 13:
Doppel-
seitige Leiter-
plattenab-
schirmung

Durchführungen in Abschirmgehäusen

Ein weiteres wichtiges Detail bei der Konstruktion von Abschirmungen sind die

innerhalb der Abschirmaussparung (siehe Abbildung 14 c) realisiert werden.

Der folgende Beitrag dieser Artikelserie befaßt sich mit der Störfestigkeitsoptimierung in bezug auf Überspannungen. **ELV**

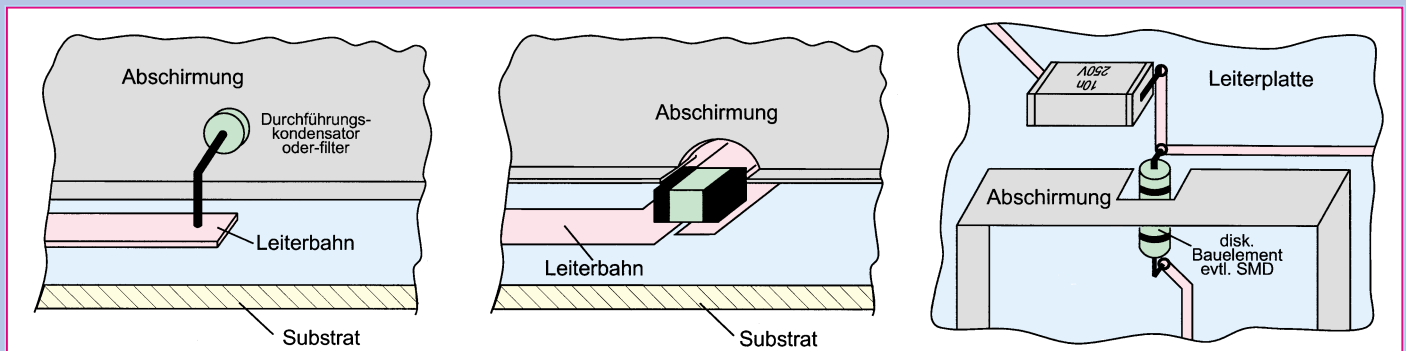


Bild 14: Signal- und Betriebsspannungsdurchführungen