

SHIELDING TECHNICAL NOTES

Electromagnetic compatibility (EMC) is the ability of electronic equipment or systems to operate in their intended operating environments without causing or suffering unacceptable degradation because of electromagnetic radiation.

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

FREQUENCY FRÉQUÉNCIE FREQUENZ	15KHz	1MHz	100MHz	1GHz
CLASS CATÉGORIE KLASSE	POWER			
WAVE LENGTH LONGUEUR D'ONDE WELLENLÄENGE	2 x 10 ⁴ M	300 M	3M	0.3M
ACTIVITY ACTIVITE ANWENDUNG	POWER LINE HARMONICS	DIGITAL CLOCKS AND DATA SWITCHING	COMMUNICATIONS BROADCASTING	RADAR
				MICROWAVES

LE SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE

La compatibilité électromagnétique (EMC) est la capacité qu'a un matériel ou un système à fonctionner dans son environnement sans générer ou être soumis à des interférences électromagnétiques.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist die Fähigkeit einer elektronischen Baugruppe oder eines Systems in der für sie bestimmten Umgebung zu arbeiten, ohne diese durch elektromagnetische Strahlung zu stören, oder von ihr gestört zu werden.

DAS ELEKTROMAGNETISCHE SPEKTRUM

Electromagnetic waves consist of two components: A magnetic field (H) and an electric field (E) which are perpendicular to each other. The ratio of E/H is called the wave impedance Z_w . The relative magnitude of these two fields is important when considering shielding materials and depends on :-

- The distance of the wave from its source.
- The nature of the generating source itself.

A source which contains a large current flow such as generated by power cables or transformers is known as a current, magnetic (H) or low impedance source (E/H). If the source is generating a high voltage with low current such as radio transmitters and high speed switching devices, then the wave will be predominantly electric (E) and termed high impedance.

When the distance from the source has increased to $\lambda/2\pi$ (about one sixth wavelength) or more, the value of H and E become equal. At this point the wave is referred to as a plane wave (P) and its impedance is equal to 377 Ohms.

The effectiveness of a shield is governed by the difference between the impedance of the electromagnetic wave and the impedance of the shielding material. The greater the difference, the more effective the shield will be. ZEMREX shielding materials contained in this catalogue are intrinsically low impedance which means most of the plane wave P and E fields will be deflected. The H field being of similar impedance to ZEMREX materials will be absorbed and are more difficult to shield against.

ZEMREX shielding materials are suitable for use within the red band shown on the above electromagnetic radiation spectrum.

The performance of shielding materials (SE) is measured in decibels (dB), and calculated as follows:

$$SE \text{ dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{Incident Power Density}}{\text{Transmitted Power Density}} \right)$$

SE = Shielding Effectiveness
Incident Power Density = Power density at a measuring point before shield is in place.
Transmitted Power Density = Power density at same measuring point after shields in place.

Les ondes électromagnétiques sont constituées de deux composants: Un champ magnétique (H) et un champ électrique (E), qui sont perpendiculaires l'un à l'autre. Le taux de E/H est appelé l'impédance d'onde Z_w . La magnitude relative de ces deux champs est importante lorsqu'on choisit les matériaux de blindage et dépend de:

- La distance qui sépare l'onde de sa source
- La nature de la source de génération elle-même

Une source qui contient un flux de courant important, tel que celui généré par des câbles électriques ou des transformateurs est appelée source de courant magnétique (H) ou à basse impédance (E/H). Si la source génère une haute tension avec un courant faible, tels que les transmetteurs radio et les dispositifs de commutation à haute vitesse, l'onde sera principalement électrique (E) et considérée à haute impédance.

Lorsque la distance à partir de la source a augmenté à $\lambda/2\pi$ (environ un sixième de la longueur de l'onde) ou plus, la valeur de H et de E devient identique. A ce stade, l'onde est appelée onde plane (P) et son impédance est égale à 377 Ohms.

L'efficacité d'un blindage est commandée par la différence entre l'impédance de l'onde électromagnétique et l'impédance du matériel de blindage. Plus la différence est importante, plus l'efficacité du blindage sera grande.

Les matériaux de blindage ZEMREX contenus dans ce catalogue sont intrinsèquement à basse impédance, ce qui signifie que la majorité de l'onde plane (P) et les champs E seront détournés. Les champs H, qui sont d'une impédance similaire aux matériaux ZEMREX, seront absorbés et sont plus difficiles à blinder.

Les matériaux de blindage ZEMREX sont adaptés à être utilisés dans la bande rouge indiquée sur le spectre de radiation électromagnétique représenté ci-dessus.

Les performances des matériaux de blindage (SE) sont mesurées en décibels (dB), et calculées de la manière suivante:

$$SE \text{ dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{Densité de puissance d'incidence}}{\text{Densité de puissance transmise}} \right)$$

SE = Efficacité de blindage
Densité de puissance d'incidence = Densité de puissance à un point de mesurage, une fois le blindage en place.
Densité de puissance transmise = Densité de puissance au même point de mesurage, une fois le blindage en place.

Elektromagnetische Wellen bestehen aus zwei Komponenten: Einem magnetischen Feld (H) und einem elektrischen Feld (E), wobei deren Phasenlage senkrecht zueinander stehen. Das Verhältnis E/H wird als Wellenimpedanz Z_w bezeichnet. Die relative Größe dieser beiden Komponenten ist ein wesentliches Entscheidungskriterium bei der Auswahl von Abschirmmaterialien. Bestimmt wird diese Größe im wesentlichen durch folgende Parameter:

- Die Entfernung der Welle von ihrem Ursprung.
- Die elektrischen Eigenschaften des Ursprungs.

Eine Störquelle mit hohem Stromanteil, wie beispielsweise Versorgungskabel oder Transformatoren, wirkt als magnetische (H) oder Niedrigimpedanz - (E/H) Quelle bezeichnet. Bei Störquellen mit einem hohen Spannungsanteil und relativ niedrigen Stromen, wie beispielsweise Radiosender oder Hochgetaktete Baugruppen, liegt der dominierende Wellenanteil im elektrischen (E) oder hochimpedanten Bereich.

Wenn die Entfernung der Störquelle auf $\lambda/2\pi$ (etwa ein sechstel der Wellenlänge) oder mehr anwächst wird der Wert von H und E gleich. Ab diesem Punkt wird die Impedanz gleich 377 Ohm und man spricht von einer ebenen Welle (P).

Die Effektivität einer Abschirmmassnahme wird in erster Linie durch den Unterschied der Impedanz der Welle mit der Impedanz der Abschirmung bestimmt. Groesser dieser Unterschied ist, desto besser ist die Abschirmung.

Unsere ZEMREX Abschirmmaterialien, welche in diesem Katalog enthalten sind, haben alle eine niedrige Impedanz. Dies bedeutet, dass ein Grossteil der ebenen Wellen und des E-Feldes abgelenkt wird. Das H-Feld, welches ueber eine aehnliche Impedanz verfuehrt wie unsere ZEMREX Abschirmmaterialien, wird nur absorbiert und ist somit deutlich schwieriger abzuschirmen.

ZEMREX Abschirmmaterialien eignen sich fuer alle Frequenzen, welche sich im roten Bereich des oben gezeigten elektromagnetischen Spektrums befinden.

Die Leistungsfähigkeit eines Abschirmmaterials wird in Decibel (dB) gemessen und wie folgt berechnet:

$$SE \text{ dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{Leistungsdichte der Störquelle}}{\text{Leistungsdichte nach der Abschirmung}} \right)$$

SE = Effektivität der Abschirmung
Leistungsdichte der Störquelle = Leistungsdichte an einem definierten Messpunkt vor Einsetzen der Abschirmmassnahme.
Leistungsdichte nach der Abschirmung = Leistungsdichte am gleichen, vorher definierten Messpunkt nach Einsetzen der Abschirmmassnahme

The following logarithmic table has been prepared to show the relative shielding effectiveness and it can be seen that a performance of only 40dB would provide an effective shield.

Le tableau logarithmique suivant a été préparé pour montrer l'efficacité de blindage relative et il indique également que des performances de seulement 40dB peuvent fournir un blindage de haut niveau.

dB	PERCENTAGE REDUCTION OF INTERFERENCE REDUCTION D'INTERFERENCE EN POURCENTAGE PROZENTUALE REDUZIERUNG DER STORERUNG
0	0
20	90
40	99
60	99.9
80	99.99
100	99.999
120	99.9999

Die folgende logarithmisch aufgebaute Tabelle zeigt die relative Effektivität einer Abschirmung in Abhängigkeit von der Dämpfung. Hieraus ist zu entnehmen, dass eine Dämpfung von nur 40 dB bereits eine effektive Abschirmung ermöglicht.

WIRE PROPERTIES

MONEL (MON): - The most widely used wire in knitted gaskets. Contains 65% nickel. It offers a high tensile strength coupled with good wear characteristics.

TIN PLATED COPPER CLAD STEEL (SCF) :-

Provides the best shielding performance of all knitted wires. The tin plating provides low contact resistance and reasonable resistance to corrosion. It is not suitable for high abrasive applications as worn tin plating could expose the copper which would then oxidise.

STAINLESS STEEL (SSS):- Tough with good corrosion resistance it is suitable for applications where highly abrasive forces are present. The shielding performance is below that of Monel and SCF and nearer that of Aluminium.

ALUMINIUM (ALU):- Commonly used in conjunction with aluminium enclosures to give the best galvanic match. The shielding performance is below that of Monel and SCF but still offers an effective shielding gasket.

ELASTOMER PROPERTIES

ELASTOMER :- A general term for polymers having elastic properties similar to natural rubber, there are two types generally used with shielding gaskets.

SILICONE SPONGE CLOSED CELL :- Offers good compression and is water repellent. Shelf life is unlimited under normal ambient conditions with natural flame retardancy. Service temperature range is -55 to +200°C. More expensive than Neoprene.

NEOPRENE SPONGE CLOSED CELL :- is a general purpose low cost elastomer which offers good resilience and flame resistance. It is susceptible to various fluids including aircraft fuels and can be attacked by ozone. Service temperature range is -40 to +80°C.

PROPRIETES DU FIL

MONEL(MON): Le fil le plus largement utilisé dans des joints tressés. Contient 65% de nickel. Il offre une robustesse extensible élevée conforme à de bonnes caractéristiques d'usure.

ACIER CUIVRE ETAMÉ (SCF): Offre la meilleure performance de blindage de tous les fils tressés. Cuivre étamé offre une résistance de contact faible et une résistance à la corrosion raisonnable. Il n'est pas adapté aux applications hautement abrasives, car l'étain usé peut exposer le cuivre, qui risquerait alors de s'oxyder.

ACIER INOXYDABLE (SSS): Robuste avec une bonne résistance à la corrosion, il est adapté aux applications dans lesquelles des forces abrasives élevées sont présentes. Les performances de blindage sont en-dessous de celles du Monel et du SCF et s'apparentent plus à celles de l'aluminium.

ALUMINIUM (ALU): Communément utilisé avec les boîtiers en ALUMINIUM pour donner une conformité galvanique optimale. Les performances de blindage sont inférieures à celles du Monel et du SCF mais offrent tout de même un joint d'étanchéité extrêmement bien blindé.

PROPRIETES DE L'ELASTOMERE

ELASTOMERE: Un terme général pour les polymères qui ont des propriétés similaires à celles du caoutchouc naturel, il existe 2 types habituellement utilisés avec les joints de blindage.

EPONGE SILICONE A ALVEOLES FERMEES: Offre une bonne compression et est répulsif à l'eau. La durée de stockage est illimitée dans des conditions ambiantes normales avec une fonction ignifuge naturelle. La gamme de température de fonctionnement est de -55 à +200°C. S'avère plus coûteux que le Néoprène.

EPONGE NEOPRENE A ALVEOLES FERMEES: Est un polymère bon marché à usages multiples qui offre une résilience élevée et une bonne résistance aux flammes. Elle est susceptible à des fluides variés, y compris les carburants d'avions et peut être attaquée par l'ozone. La gamme de température de fonctionnement est de -40 à +80°C.

DRAHTEIGENSCHAFTEN

MONEL (MON): Diese Legierung, welche etwa zu 65% aus Nickel besteht, wird am häufigsten fuer Gestricke verwendet. Dieses Material verfuegt ueber eine hohe Zugfestigkeit, verbunden mit guten Verschleisseigenschaften.

VERZINNTER KUPFERMANTELDRAHT (SCF): Dieses Material bietet die besten Abschirmereigenschaften von allen Gestricken. Die verzinnnte Oberflaeche bietet einen niedrigen Uebergangswiderstand bei ausreichender Korrosionsfestigkeit. Allerdings ist dieses Material nicht geeignet fuer Anwendungen mit stark schleifender Beanspruchung, da die reaktiv duenne Zinnschicht schnell abgeschliffen waere und das darunterliegende Kupfer korrodieren koennte.

EDELSTAHL(SSS): Ein sehr robustes Material mit hervorragender Korrosionsfestigkeit fuer Anwendungen mit hoher Scher- bzw. Zugbelastung. Die Abschirmereigenschaften dieses Materials sind vergleichbar mit denen von Aluminium und somit etwas schlechter als Monel oder SCF.

ALUMINIUM (ALU): Dichtungen aus diesem Material werden ueblicherweise, um galvanische Korrosion zu vermeiden, nur in Verbindung mit Aluminiumgehaeusen eingesetzt. Die Abschirmereigenschaften sind etwas schlechter als die von Monel oder SCF, jedoch in Verbindung mit Aluminiumgehaeusen eine effektive Loesung.

ELASTOMEREIGENSCHAFTEN

ELASTOMER ist eine generelle Umschreibung fuer Polymere mit elastischen Eigenschaften aehnlich wie Gummi. Als Traegermaterial fuer unsere Abschirmdichtungen verwenden wir generell zwei verschiedene Typen.

GESCHAEUMTES SILIKON: Dieses Material ist gut komprimierbar und wasserabweisend. Die Lagerbarkeit ist unter normalen Umgebungsbedingungen nicht eingeskraenkt. Silikon ist flammhemmend und hat einen Betriebstemperaturbereich von -55 bis +200°C. Es ist allerdings etwas teurer als Neopren.

GESCHAEUMTES NEOPREN: Neopren ist ein vielseitig verwendbares, preiswertes Polymer mit hoher Elastizitaet und guter Flammbestaendigkeit. Es ist allerdings nicht bestaendig gegen verschiedene aggressive Fluessigkeiten, wie beispielsweise Kerrosin. Auch Gase wie Ozon koennen dieses Material angreifen. Der Betriebstemperaturbereich dieses Materials reicht von -40 bis +80°C.