



innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E BOOK

PROGETTARE LA COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY DESIGN





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

INTRODUZIONE

La Direttiva di "Compatibilità elettromagnetica" riguarda i componenti che emettono onde elettromagnetiche (e.m.)

I nostri prodotti - non essendo sorgente di onde e.m. - non sono soggetti alla suddetta Direttiva EMC, ma possono fungere da barriera per le onde e.m. che si propagano dalla sorgente interna ed esterna. Ciò permette un abbattimento significativo dell'intensità di queste onde e.m. e, di conseguenza, del disturbo che esse provocano alle apparecchiature installate all'interno del quadro.

L'armadio standard in acciaio verniciato è in grado di fornire una media attenuazione delle onde e.m. sfruttando le proprie caratteristiche di conducibilità e, in aggiunta, collegando a terra i differenti componenti (piastra, pannelli, porta, struttura) in modo equipotenziale. In particolare, l'armadio EMC, grazie alle particolari caratteristiche strutturali sotto riportate, è in grado di attenuare in modo SIGNIFICATIVO l'intensità del campo elettromagnetico nella componente elettrica e magnetica (ALTA protezione), e quindi di fornire un adeguato supporto al cliente per conformare il quadro alla Direttiva di Compatibilità elettromagnetica.

ARMADIO ZINCATO EMC

Caratteristiche tecniche specifiche per un'alta protezione dalle onde e.m.

Piastra

Materiale: acciaio zincato a caldo (metodo Sendzimir)

Aspetto superficiale: fiorato minimizzato

Rivestimento: zinco 275 gr/m²

Norme qualità e tolleranza: EN 10142; EN 10327

Struttura Armadi /Involucro Casse

Materiale: acciaio zincato elettro-galvanizzato

Cerniere

Materiale: acciaio ramato

Pannelli, tetto Armadi

Materiale: acciaio, elementi zincati a caldo su entrambi i lati con metodo sendzimir e verniciati solo esternamente con polvere epossipoliestere (come previsto da ciclo standard E.T.A.).

Cfr.: scheda tecnica ciclo di verniciatura standard/scheda tecnica polveri utilizzate

Fondo con tegolini

Materiale: acciaio zincato galvanizzato

Tegolino fondo unico con guarnizione emc

Guarnizioni

Quando è richiesta l'attenuazione del campo elettromagnetico ad alta protezione, viene posta su tutto il perimetro delle aperture una guarnizione EMC conduttiva metallica, che crea continuità tra struttura e pannelli.

I TEST DI ATTENUAZIONE

A supporto di quanto enunciato, presso il laboratorio accreditato NEMKO sono stati condotti specifici test di attenuazione, di cui riportiamo i grafici relativi e alcune indicazioni per l'interpretazione dei risultati.

Rif. Rapporto di prova emesso dal Laboratorio NEMKO (Milano)

Metodo di prova

Involucro campione (Enux; ST..) usato come barriera



Sorgente emittente nella banda 0,01-30 MHz per campo Magnetico (H) e 30MHz-1GHz per campo Elettrico (E) nell'ambiente posta frontalmente all'involucro



Due antenne riceventi nella banda di frequenza considerata

Descrizione prova

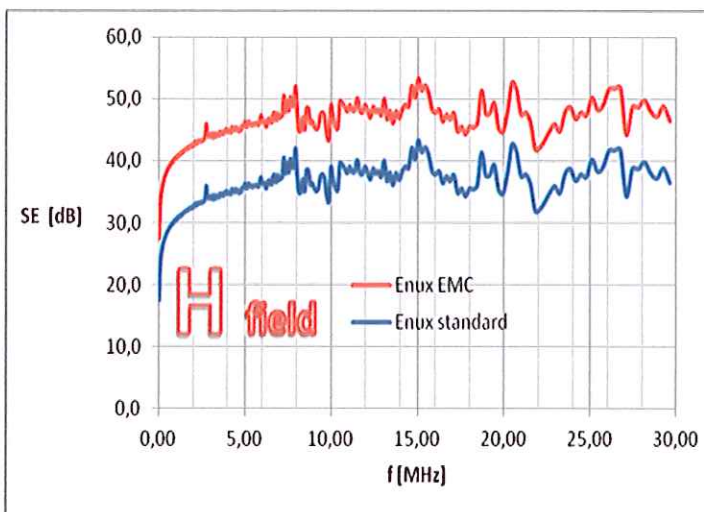
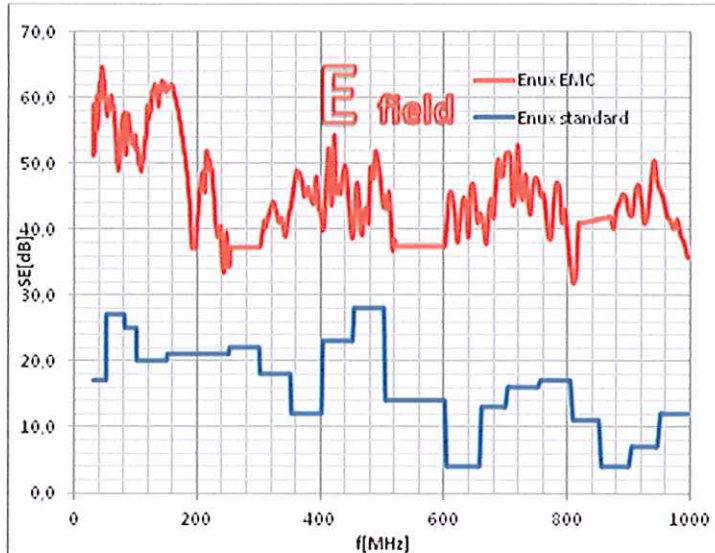
1. La sorgente viene fatta funzionare e i segnali prodotti vengono misurati dall'antenna, collocata frontamente senza ostacoli rispetto alla sorgente secondo le disposizioni incluse nella CEI EN61000-5-7. Viene costruito l'andamento del campo E e H ricevuto dalle antenne nel range di frequenza considerato per la sorgente.
2. La sorgente viene poi collocata all'interno dell'armadio e fatta funzionare nelle stesse condizioni di campo aperto precedentemente descritte. viene costruito l'andamento di E e H.

Il valore in decibel dell'attenuazione viene infine calcolato come differenza logaritmica tra il valori del campo del punto 1) e quelli del punto 2). I valori sono rappresentati nel grafico allegato.

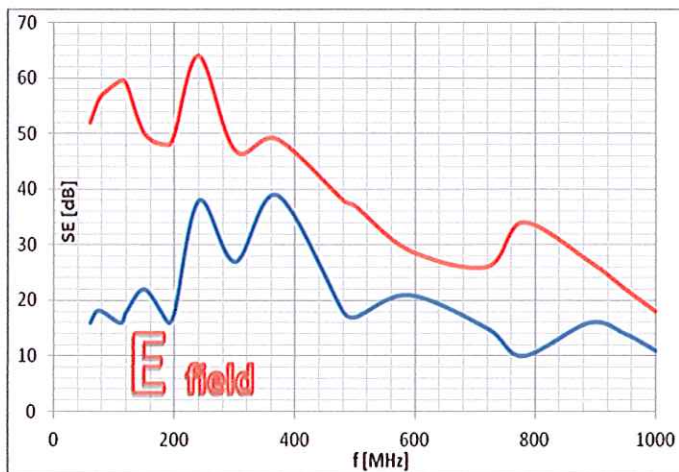
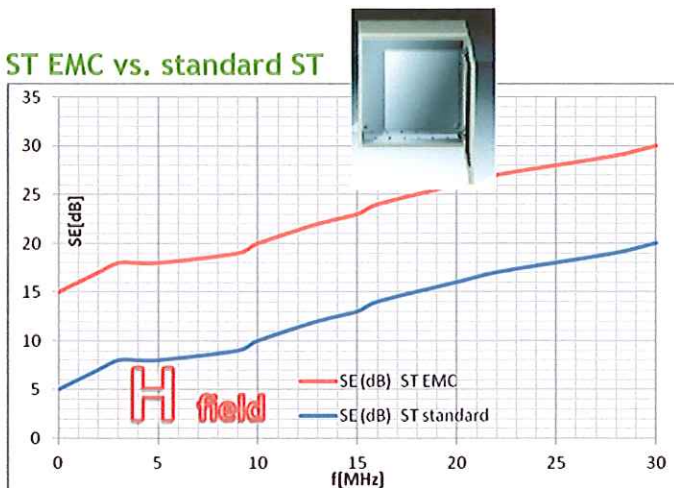
Lettura grafico per il cliente

1. Fare riferimento a un range di frequenze utilizzate (riportate sull'asse orizzontale).
2. Leggere il corrispondente range di attenuazione sull'asse verticale. Questo valore in decibel rappresenta la differenza del valore di campo senza barriera (campo libero) e con barriera (armadio o cassa).

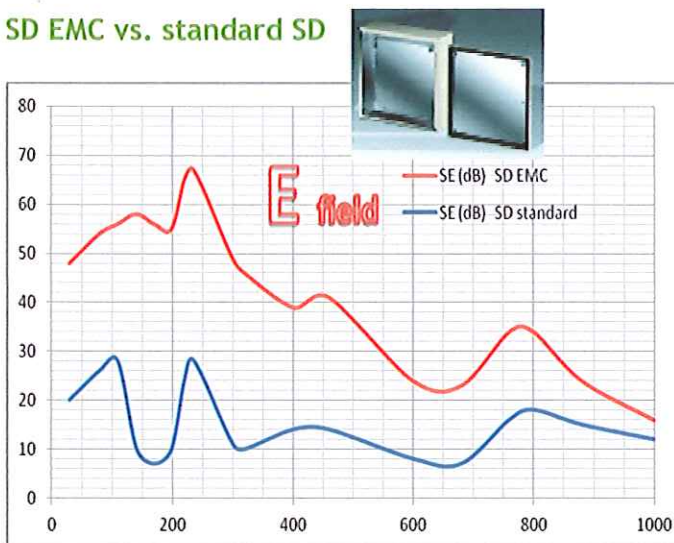
Enux EMC vs Enux Standard



ST EMC vs. standard ST

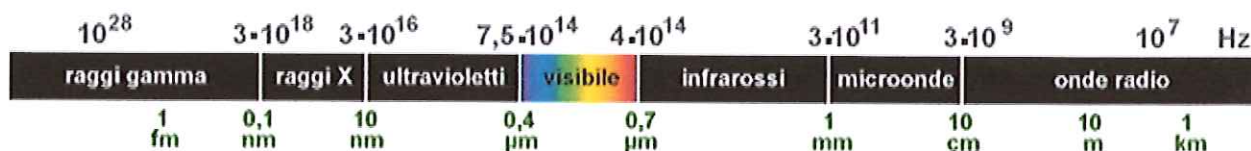


SD EMC vs. standard SD



COSA SONO I CAMPI ELETTROMAGNETICI?

Le onde elettromagnetiche, secondo la teoria di Maxwell, sono fenomeni oscillatori, generalmente di tipo sinusoidale, e sono costituite da due grandezze che variano periodicamente nel tempo: il campo elettrico ed il campo magnetico. In condizioni di campo lontano, i due campi sono in fase, ortogonali tra loro e trasversali rispetto alla direzione di propagazione. La caratteristica fondamentale che distingue i vari campi elettromagnetici e ne determina le proprietà è la **FREQUENZA**, che rappresenta il numero di oscillazioni effettuate dall'onda in un secondo (unità di tempo) e si misura in Hertz (Hz).



lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche

Come è definita l'attenuazione che si legge sui grafici?

L'attenuazione **SE** è il rapporto tra una potenza uscente da un oggetto, **P_u**, e la rispettiva potenza entrante, **P_e**. La differenza è la potenza persa, la quale è somma delle perdite di riflessione ed assorbimento del materiale.

$$SE = P_u / P_e$$

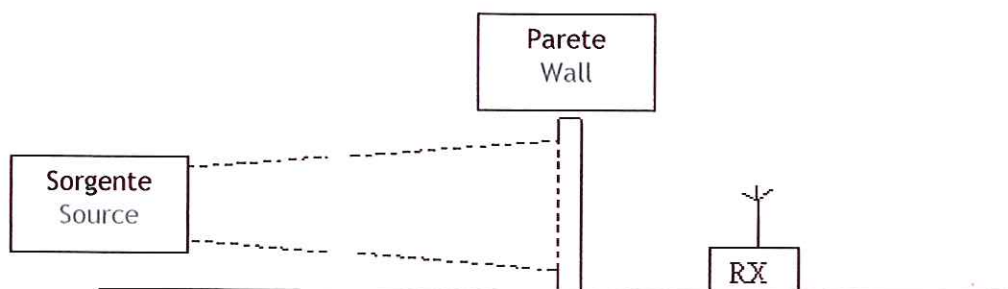
L'attenuazione può essere espressa in unità logaritmiche in base 10, **dB**, decibel:

$$dB = 10 \log (P_{libero} / P_{schermo})$$

oppure, partendo dai valori di campo Elettrico:

$$dB = 20 \log (E_{libero} / E_{schermo})$$

Misurando, tramite un ricevitore **RX**, la potenza ricevuta a valle dell'antenna con e senza parete, il rapporto di queste due potenze fornirà il valore di attenuazione, causato dal tipo di materiale e dal suo spessore, al valore di frequenza di misura.





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

Che cosa schermare?

La questione della schermatura si presenta in maniera differente in base all'emissione della sorgente, sia essa intenzionale o accidentale.

Nel primo caso, che si presenta con sorgenti concepite espressamente per diffondere campi elettromagnetici (es. impianti di tele-radiodiffusione, stazioni radio-base, apparati radar), in generale non è possibile schermare la sorgente - ovvero impedire che le sue emissioni si diffondano nell'ambiente circostante - poiché questo ne impedirebbe il regolare funzionamento. Occorre allora schermare la regione di spazio all'interno della quale non si vuole che il campo EM possa penetrare.

Rientrano nel secondo caso, invece, tanto le sorgenti la cui emissione è del tutto "accidentale" (es. elettrodomesti, elettrodomestici, computer e altre macchine da ufficio), quanto gli apparati industriali il cui funzionamento richiede di solito la generazione di un intenso campo in una regione limitata di spazio dove si trova il "pezzo" in lavorazione. In questi casi, è possibile pensare di schermare la sorgente stessa (es. con un armadio metallico).

Come schermare?

Nella maggior parte dei casi, le schermature si realizzano con l'impiego di pannelli/contenitori di metallo o di altro materiale con una buona conducibilità elettrica.

Quanto è valida una schermatura?

La qualità di una schermatura si valuta attraverso l'efficacia schermante - o *shielding effectiveness* - SE, data dal rapporto (espresso solitamente in dB) tra l'intensità del campo presente in un determinato punto prima e dopo la posa in opera dello schermo. Se, per esempio, si parte da una situazione in cui è presente un campo elettrico di 100 V/m, e, dopo l'intervento di schermatura, questo si riduce a 6 V/m, allora è stata realizzata una schermatura con una SE di circa 24,4 dB.

L'efficacia schermante di un materiale dipende dalle sue caratteristiche fisiche (in particolare dalla sua conducibilità elettrica e dalla sua permeabilità magnetica), dalla frequenza e dallo spessore utilizzato. Inoltre, essa dipende dalla posizione dello schermo rispetto alla sorgente, a causa del diverso meccanismo di interazione che entra in gioco a seconda della distanza schermo-sorgente rapportata alla lunghezza d'onda.

Quando la distanza tra la sorgente e lo schermo è molto maggiore della lunghezza d'onda (cosa che avviene più facilmente alle frequenze più alte, cioè alle lunghezze d'onda minori), l'interazione è descrivibile in termini di un'onda elettromagnetica che incide sullo schermo, ne viene in parte riflessa e in parte assorbita e in parte penetra oltre lo schermo stesso. L'efficacia schermante complessiva dipende dalla combinazione delle "perdite per riflessione" e le "perdite per assorbimento". In queste condizioni, anche una sottile lamina metallica è in grado di offrire un buon potere schermante.

In caso contrario, se lo schermo è posto vicino alla sorgente, dove l'onda elettromagnetica non si è ancora formata, allora l'accoppiamento tra sorgente e schermo coinvolge separatamente il campo elettrico ed il campo magnetico, dando luogo ad una efficacia schermante diversa per i due agenti fisici. Il risultato è che, mentre il campo elettrico statico o di bassa frequenza (in particolare, ai 50 Hz degli elettrodomesti) può essere



innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

Title: EMC
Doc history: 20/11/12

Issued by: Tessari Barbara
Approved by: Turati A.

schermato con grande facilità (per esempio realizzando quelle strutture note come "gabbie di Faraday"), il campo magnetico alle stesse frequenze risulta invece estremamente difficile da attenuare.

CONCLUSIONI

Per schermare un campo elettromagnetico occorrono in generale materiali metallici o materiali che presentino una buona conducibilità elettrica. Per il campo magnetico a bassa frequenza, giova anche una elevata permeabilità magnetica.

1. Il campo elettrico statico o di bassa frequenza (come i 50 Hz degli elettrodotti) è molto facile da schermare (es. rete metallica).
2. Il campo magnetico statico o di bassa frequenza (50 Hz) è invece molto difficile da schermare: per una schermatura efficace occorrono lastre di acciaio o altro materiale ferromagnetico con uno spessore di diversi millimetri.
3. Il campo elettromagnetico a radiofrequenza (per esempio MHz, come nel caso della telefonia cellulare) può essere facilmente schermato da contenitori metallici che siano efficacemente collegati tra di loro e a terra in modo equipotenziale.

Leggi, direttive e norme di riferimento

Italia:

Compatibilità elettromagnetica: Decreto Legislativo nr. 194 di attuazione della nuova Direttiva Compatibilità Elettromagnetica (EMC) 2004/108/CE.

Europa:

Direttiva nr. 2004/108/CE e norme armonizzate pubblicate dalla gazzetta ufficiale dell'Europa GUGE.



innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA - ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Title: EMC
Doc history: 20/11/12

Issued by: Tessari Barbara
Approved by: Turati A.

INTRODUCTION

The electromagnetic compatibility Directive concerns those components which release electromagnetic waves (EM).

As our products are not EM wave sources they are not subject to the EMC directive, however they can provide a barrier to EM waves propagating from the internal or external source, and significantly reduce the intensity of such EM waves and the related disturbance caused to the equipments.

Cabinets manufactured in painted mild steel are able to provide a medium attenuation of electromagnetic intensity thanks to their intrinsic conductivity characteristics. This attenuation is increased by connecting the various parts (mounting plate, panels, doors, frame) among them to earth in an equipotent way.

In particular, the EMC cabinet (whose structural characteristics are specified here below) is able to significantly reduce the electromagnetic field intensity in the electric and magnetic component (high protection), therefore providing a precious support to the customer who uses it to comply with the electromagnetic compatibility Directive.

EMC CABINET

Specific technical features for high protection from e.m. waves

Mounting plate

Material: hot-galvanized steel (sendzimir method)

Surface appearance: flowered minimized

Coating: 275 gr/m² zinc

Quality and tolerance standard: EN 10142 ; EN 10327

Frame of Cabinet/Body of Boxes

Material: electro-galvanized

Hinges

Material: copper clad steel

Panels, roof of Cabinets

Material: hot-galvanized steel on both the sides with sendzimir method, painted only externally with epoxy-polyester powder (as per standard E.T.A. cycle)

Please refer to the technical dossier for the painting cycle/powder coating.

Gasket

An EMC conductive metallic gasket is assembled on the whole perimeter of the opening, granting continuity between frame and panels.

Bottom

Material: electro-galvanized steel

One part cable entry with emc gasket



innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

Title: EMC
Doc history: 20/11/12

Issued by: Tessari Barbara
Approved by: Turati A.

THE ATTENUATION TESTS

Attenuation tests have been carried out at the accredited NEMKO laboratory, whose graphics we report here below, together with the instructions needed to read these results correctly

Ref. Test report was performed by NEMKO laboratory (Milan)

Test method

Enclosures used as barriers

EMC Source in the range of 0,01-30 MHz and 30MHz-1GHz band for E field and H field

Receiving antennas in the considered ranges

Test description

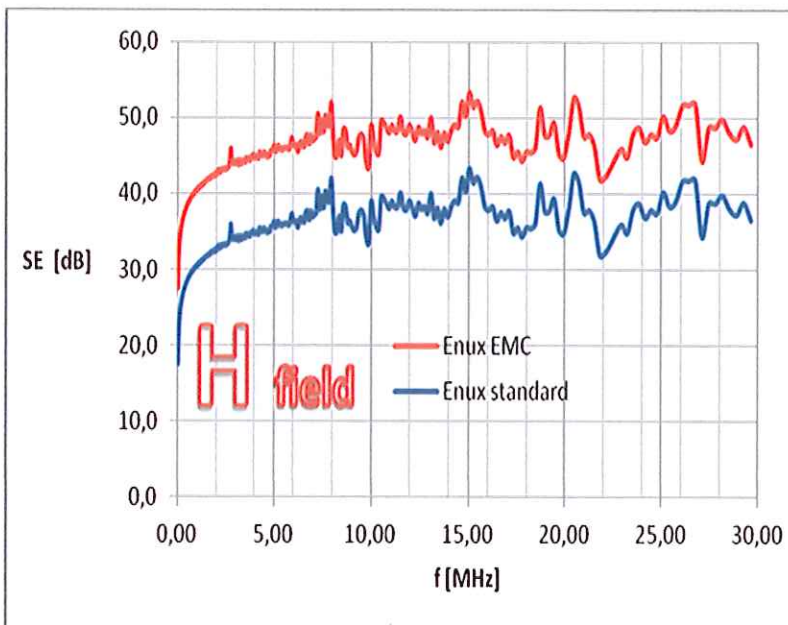
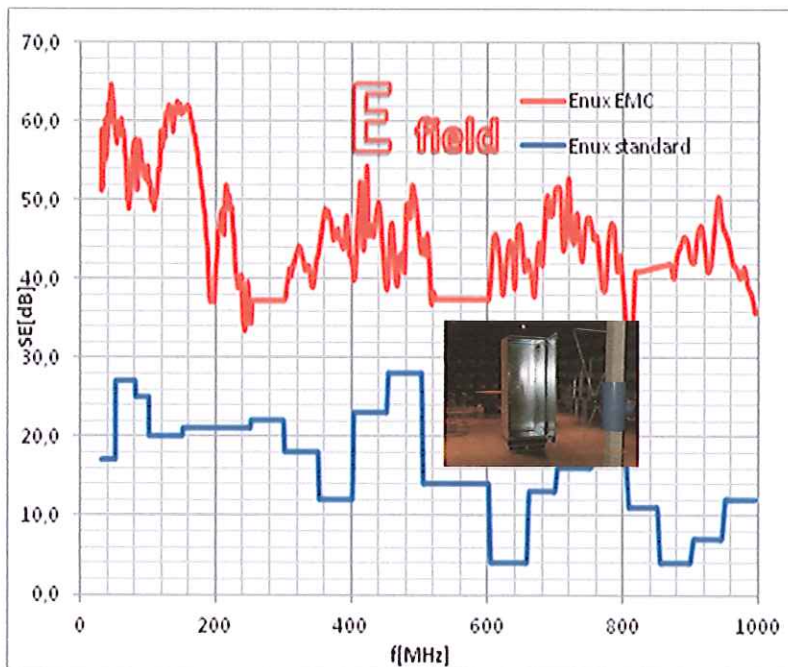
1. The source is switch on and the produced signals are measured by the antenna placed in the front of the source without barriers, according to the methods described in CEI EN61000-5-7. It is measured the SE attenuation trend (dB), received by antennas in the frequency range considered for the source.
2. The source is placed inside the cabinet and switch on in the same conditions of open-field described previously. As per point 1), it is built the SE trend (dB).

At the end the decibel value of the attenuation is calculated being the difference between the values of the field in point 1) and those recorded in point 2). Values are represented in the graphic attached.

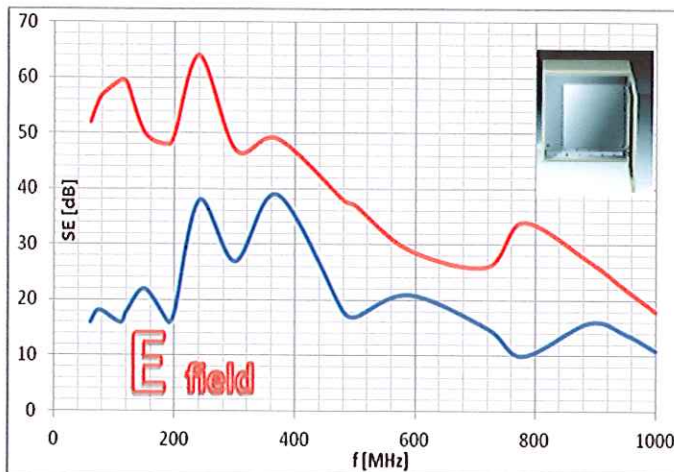
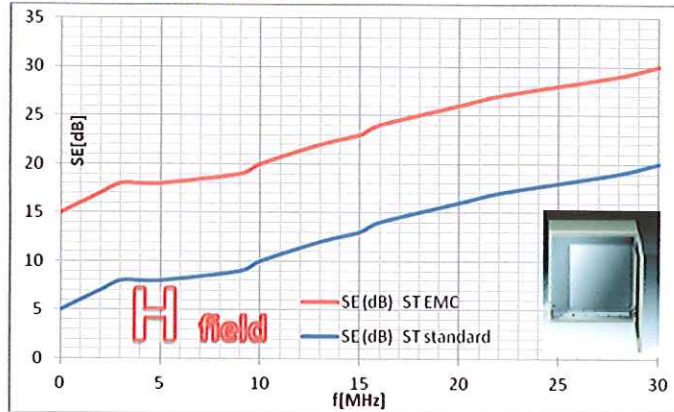
How to read the graphic

1. Consider the range of frequencies used (reported on the horizontal axis)
2. Read the correspondent attenuation range on the vertical axis. This value, expressed in dB, represents the difference of the field value without barriers (free field) and with barrier (cabinet or box).

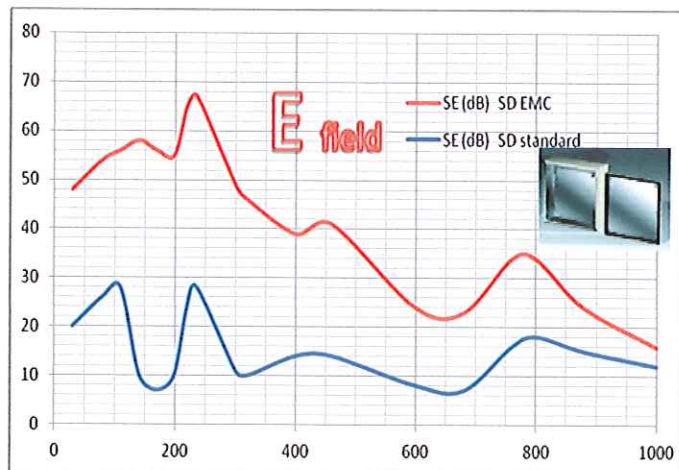
Enux EMC vs Enux Standard



ST EMC vs. standard ST

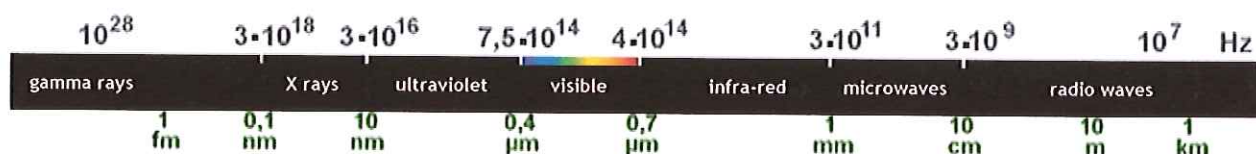


SD EMC vs. standard SD



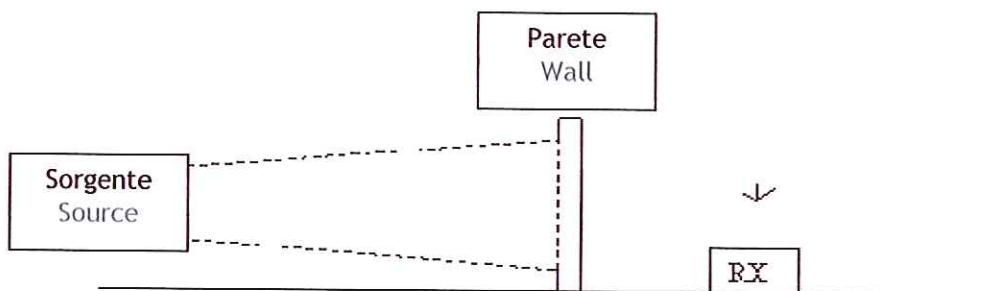
WHAT ARE ELECTROMAGNETIC FIELDS?

Electromagnetic waves, according to Maxwell's theory, are oscillator phenomena, usually sinusoidal, and are made up by two sizes that vary: the electric and the magnetic field. Under far-field, the two fields are in phase, orthogonal between them and transversal with respect to the direction of propagation. The main characteristic which distinguishes the different electromagnetic fields and determines their property is **frequency**, which represents the number of oscillations made by the wave in one second (unit of time) and is measured in Hertz (Hz).



electromagnetic spectrum

What is the attenuation that appears in the graphics?



Attenuation SE is the proportion between an outgoing power P_u and the relative coming power P_e . The difference is the lost power, which is the result of the loss of reflection and absorption made by the material.

$$SE = P_u / P_e$$

Attenuation can be expressed with log units in base 10 decibel:

$$dB = 10 \log (P_u / P_e)$$

or starting from the electric field values :

$$dB = 20 \log (E_{free} / E_{cabinet})$$

Thanks to a receiver RX, it is possible to measure the power received by the antenna with and without barrier; the difference between these two values will provide the attenuation



innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA - ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Title: EMC
Doc history: 20/11/12

Issued by: Tessari Barbara
Approved by: Turati A.

value, caused by the type of material and its thickness and expressed by the value of frequency of measure.

When shielding is necessary?

It is important to define if the emission coming from the source is intentional or accidental. In the first case, related to those sources clearly designed to spread electromagnetic fields (i.e. remote broadcast equipment, radio base stations, radar equipments), it is not possible shielding the source because avoiding their emissions will mean to inhibit their normal operations. It is then necessary granting a shield to the area where EM waves have not to penetrate.

The second example includes either sources with cause accidental emissions (power lines, domestic appliances, computer and other office machines) or the industrial equipments listed above and whose operations usually generate the propagation of a large field only in a limited area, where the "piece" under works is placed. In these cases, it is possible to foresee to shield the source itself (i.e. with a metallic cabinet).

How shielding must be conceived?

Shielding is made by using panels or containers manufactured by metal or any other good electric conductor material.



innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

How much valid is the shielding?

The quality of a shielding depends on the SE shielding effectiveness, given by the proportion (almost expressed in dB) between the intensity of the field present in a specific place before and after the installation of the shielding. For example, if we start from a situation in which it is present an electric field of 100 V/m and after the presence of the shielding this one decreases to 6V/m, it means that we have realized a shielding with about a 24,4 dB SE.

The shielding effectiveness of a material depends on its physical characteristics (in particular on its electric conductivity and on its magnetic permeability), on its frequency and on the thickness of the material used. Moreover, it depends on the position of the screen with respect to the source, due to the different mechanism of interaction that is generated by the distance screen-source with regard to the wavelength.

When the distance between the source and the screen is much larger than the wavelength (that happens easily with the highest frequencies, that is to say with the shortest wavelength), the interaction is described in terms of an electromagnetic wave that affects the screen, it is partly reflected, partly absorbed and partly penetrates beyond the screen itself.

The overall shielding effectiveness depends on the combination of the "loss by reflection" and the "loss absorption". In these conditions, also a thin metallic sheet would be able to offer a good shielding.

On the contrary, if the screen is placed near the source where the electromagnetic wave has not formed yet, then the coupling between source and screen involves the electric field and the magnetic field separately, giving rise to a shielding effectiveness different for the two physical agents. The result is that, while in the electric static or low-frequency field (in particular to the 50 Hz power lines) can be shielded easily (for example, realizing those frames known as "Faraday cages"), the magnetic field at the same frequencies it is extremely difficult to be attenuated.

CONCLUSIONS

To shield an electromagnetic field it is generally needed metallic materials or, in any case, materials that grant a good electric conductivity. For a low-frequency magnetic field, it is useful also a high magnetic permeability.

1. The static or low-frequency electric field (50 Hz as the power lines) it is very easy to shield, for example with wire mesh.
2. On the contrary, the static or low-frequency magnetic field (50 Hz) is very difficult to shield: for an effective shielding it is needed steel plates or other ferromagnetic material with higher thickness.
3. The radio-frequency electromagnetic field (for example MHz, as in the case of the mobile telephony) can be shielded easily by metallic enclosures which are effectively connected together and grounded in equipotent way.

Laws, directives and standards of reference

Italy:

Electromagnetic compatibility: Legislative decree no. 194 of new Directive on Electromagnetic compatibility (EMC) 2004/108/CE.

Europe:

EMC Directive no. 2004/108/CE and Harmonised standards published by the GUCE Europe Official Journal.



Report No. 212131TRFEMC

TEST REPORT	
EN 61000-5-7	
Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-7: Installation and mitigation guidelines	
Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code)	
Report Reference No.....	212131TRFEMC
Tested by (name + signature).....	P. Barbieri
Approved by (name + signature).....	G. Curioni
Date of issue.....	2012-07-05
Testing Laboratory.....	Nemko Spa
Address.....	Via del Carroccio, 4 – 20853 Bissone (MB) – Italy
Testing location.....	Nemko Spa
Address.....	Via del Carroccio, 4 – 20853 Bissone (MB) – Italy
Applicant's name.....	Eta Spa
Address.....	Via Monte Barzaghino, 6 – 22035 Canzo (CO) – Italy
Test specification:	
Standard.....	EN 61000-5-7 (2001)
	Full application of the standards ☐
	Partial application of the standards ☒
Test procedure.....	Nemko WM L0077, WM L0177 and WM L1002
Test Report Form No.....	61000-5-7TRFEMC
TRF Originator.....	Nemko Spa
Master TRF.....	2008-12
Nemko Spa, 20853 Bissone (MB), Italy. All rights reserved.	
This publication may be reproduced in whole or in part for non-commercial purposes as long as Nemko Spa is acknowledged as copyright owner and source of the material. Nemko Spa takes no responsibility for and will not assume liability for damages resulting from the reader's interpretation of the reproduced material due to its placement and context.	
Test item description.....	Metallic cabinet
Trade Mark.....	
Manufacturer.....	Eta Spa
Address of manufacturer.....	Via Monte Barzaghino, 6 - 22035 Canzo (CO) - Italy
Model.....	ENUX
Dimensions.....	80 cm x 80 cm x 210 cm

*This test report may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Nemko Spa
The test report merely corresponds to the tested sample.*