



**Safe Energy**



**& MARINE AUTOMATION**

**PRESENTANO**

# **LA COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA**

**...CAUSE**

**...CONSEGUENZE**

**...SOLUZIONI**

# Introduzione

---

***Marine Automation*** da più di 50 anni presente sul territorio come System Integrator specializzato nella progettazione e realizzazione degli impianti elettrici ed elettronici a bordo nave.

E' in grado di affiancare i cantieri nautici in tutte le fasi di sviluppo di un nuovo progetto e nell'attività di ammodernamento dei sistemi tecnologici delle imbarcazioni più datate.

Attenta alle nuove esigenze della propria clientela e nella ricerca di soluzioni allo stato dell'arte.

# Introduzione

---

**Safe Energy** è specializzata nel fornire soluzioni efficaci per tutte le problematiche di Compatibilità Elettromagnetica in ottemperanza alle vigenti normative europee.

Con la sua ampia proposta di servizi e prodotti offre soluzioni con il miglior rapporto prezzo/prestazioni per:

- l'abbattimento delle Interferenze Condotte
- la mitigazione delle Correnti Armoniche
- la protezione dei motori elettrici

Migliorando l'affidabilità, la sicurezza ed il consumo energetico dell'intero sistema elettrico/elettronico.

# Prefazione

---

La collaborazione Tecnica e Commerciale tra Marine Automation e Safe Energy nasce per dare concrete soluzioni alle varie e crescenti problematiche di instabilità dei sistemi elettronici sulle Navi .

Questa iniziativa vuole stimolare e supportare lo sviluppo di una cultura attenta alle problematiche di compatibilità elettromagnetica (EMC) nelle fasi di progettazione e di allestimento degli apparati elettronici a bordo nave al fine della sicurezza delle persone e della navigazione.

---

# CASI REALI DI PROBLEMATICHE EMC

28/03/2014



# Casi reali di problematiche EMC

---

L'incremento esponenziale del numero di apparati elettronici che condividono la stessa rete in spazi limitati, può creare le condizioni di anomalie e interferenze sebbene singolarmente i vari dispositivi siano conformi ai vari standard di riferimento.

[http://www.dailymotion.com/video/xxiy6g\\_arrivata-in-porto-nave-da-crociera-in-avaria-da-5-giorni-a-bordo-bloccati-cucine-e-bagni-per-gli-olt\\_news](http://www.dailymotion.com/video/xxiy6g_arrivata-in-porto-nave-da-crociera-in-avaria-da-5-giorni-a-bordo-bloccati-cucine-e-bagni-per-gli-olt_news)

# Le conseguenze

---

I sistemi sensibili, come le apparecchiature di navigazione, i sistemi di comunicazione, gli impianti di domotica e audio/video, possono degradare il loro funzionamento a causa delle interferenze elettromagnetiche fino a comprometterne l'affidabilità e di conseguenza la sicurezza della navigazione.



# Guardia Costiera: **strumentazione inibita!**



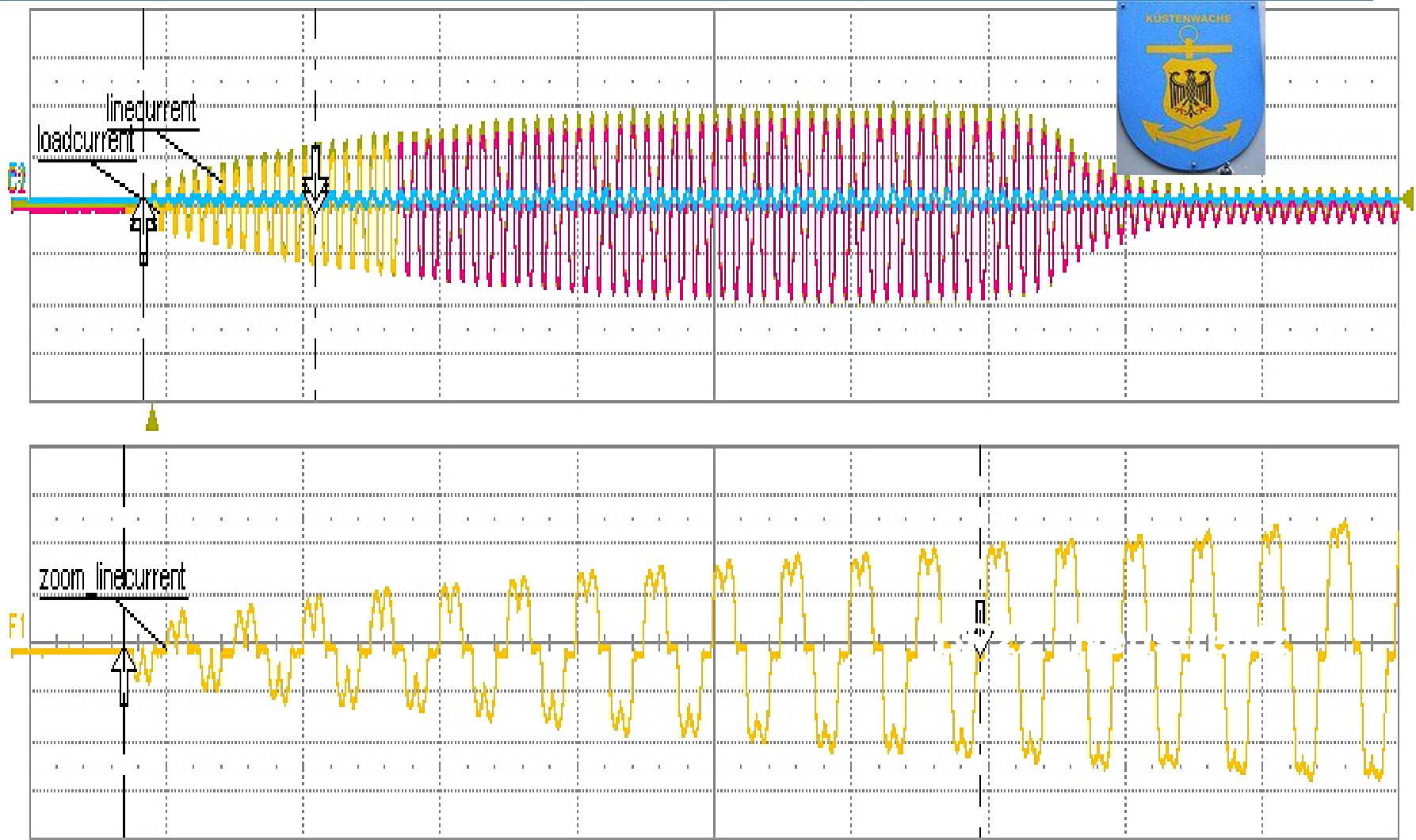
**BP22 „Neustrelitz“**

Pot.Mot.: 2x2700 kW / 3670 PS  
Velocità: 26 sm/h, (50 km/h)  
Consumo: 2000 l/h



Motore a Induzione 500kW  
con “soft starter”  
Consumo: 500 l/h

# Guardia Costiera: strumentazione inibita!



## Malfunctionamenti sui dispositivi a bassa tensione

Niigata Tugboat Japan



28/03/2014

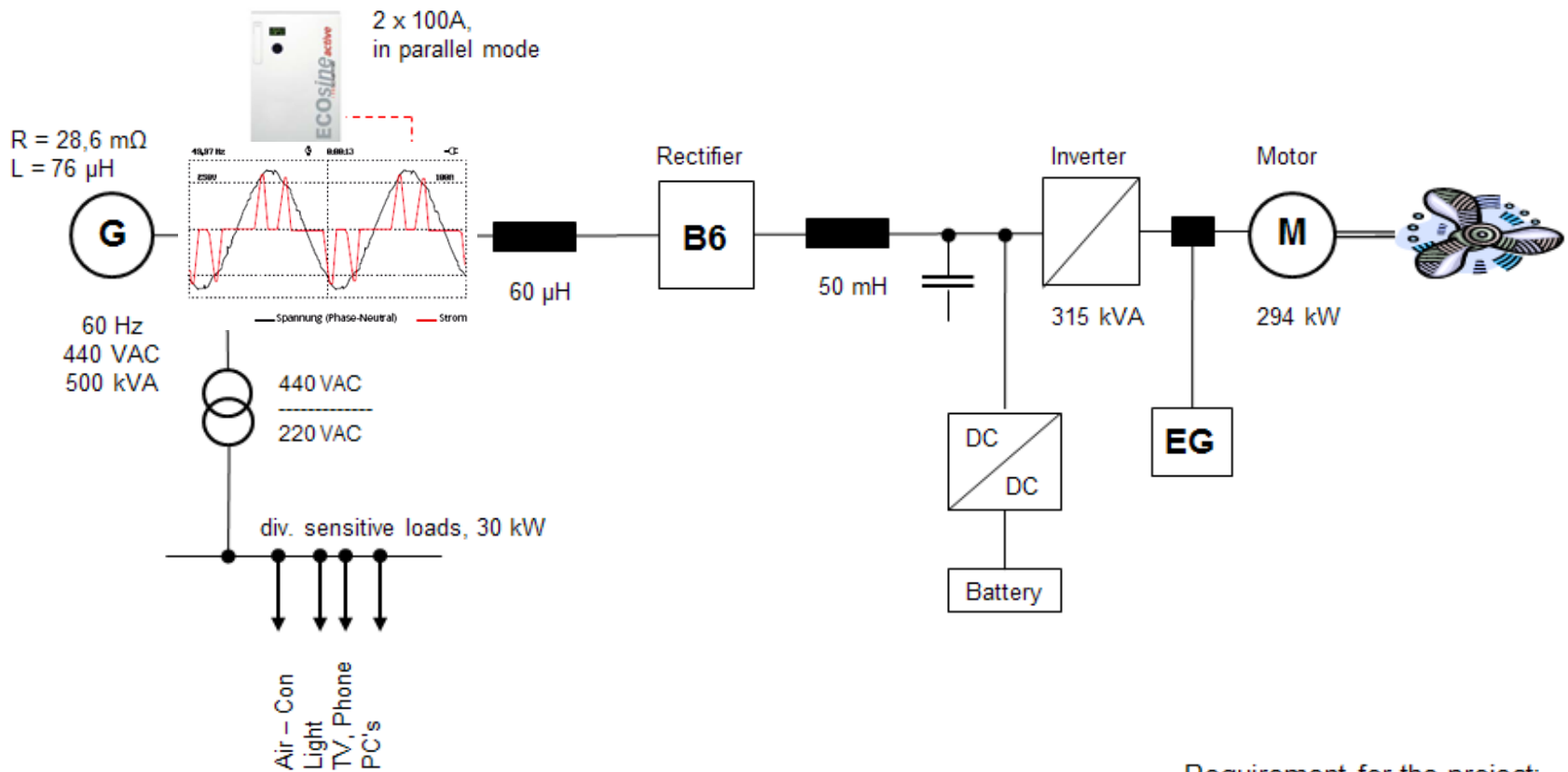
Safe  Energy

&  MARINE AUTOMATION

11

# Malfunzionamenti sui dispositivi a bassa tensione

## Power Configuration; Ship Project in Japan (NIIGATA)



Requirement for the project:  
GL approval for the AHF,

# Inaffidabilità delle rilevazioni strumentali

MEYER Werft  
(Shipyard - Papenburg)



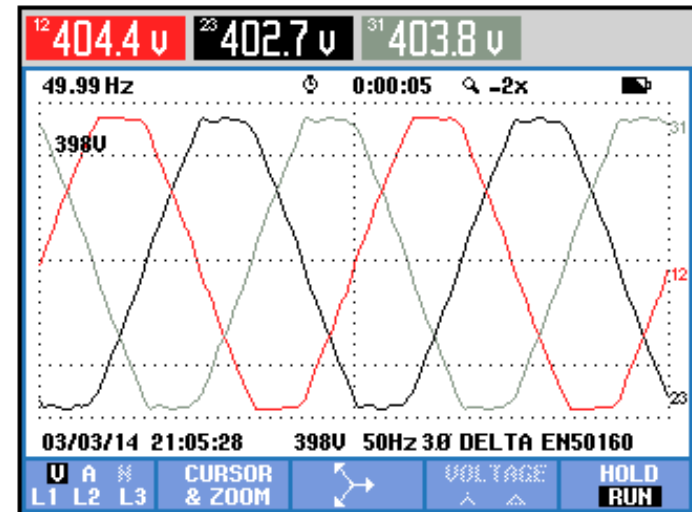
28/03/2014



13

# Casi reali di problematiche EMC

## Generatore a Vuoto



Volt/Amp/Hertz

0:00:08

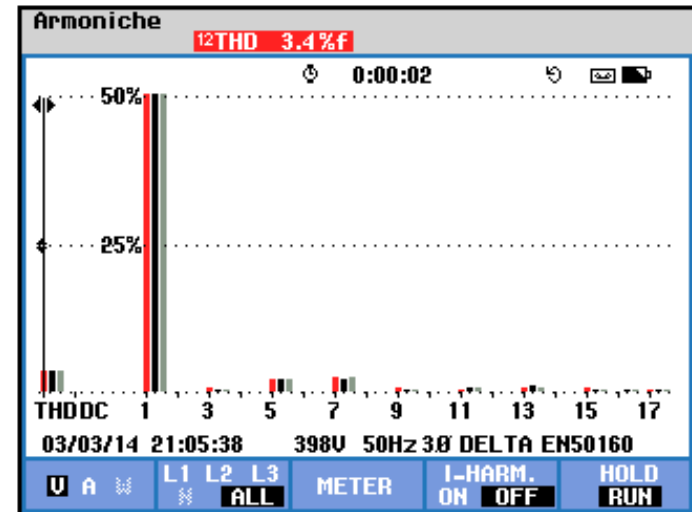
	L12	L23	L31
Urms	404.3	402.7	403.8
Vpk	557.2	556.8	556.3
CF	1.38	1.38	1.38
Hz	50.00		

	L1	L2	L3
Arms	1	0	2
Apk	2	2	4
CF	OL	OL	OL

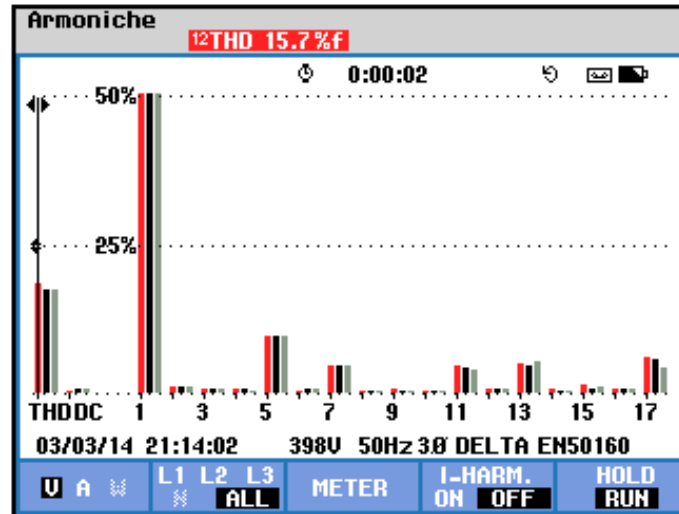
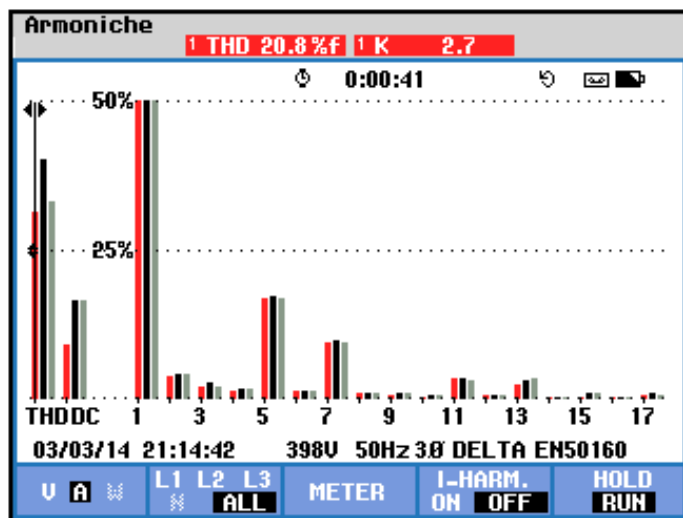
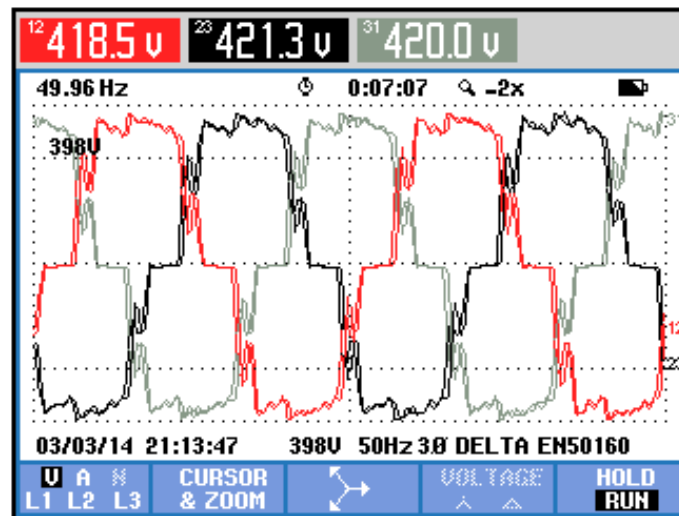
03/03/14 21:05:18 398V 50Hz 3Ø DELTA EN50160

VOLTAGE TREND HOLD  
^ ^ RUN



# CASI REALI DI PROBLEMATICHE EMC

## Generatore sotto Carico



---

# **RICHIAMO AI PARAMETRI ELETTRICI E ALLA COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA**

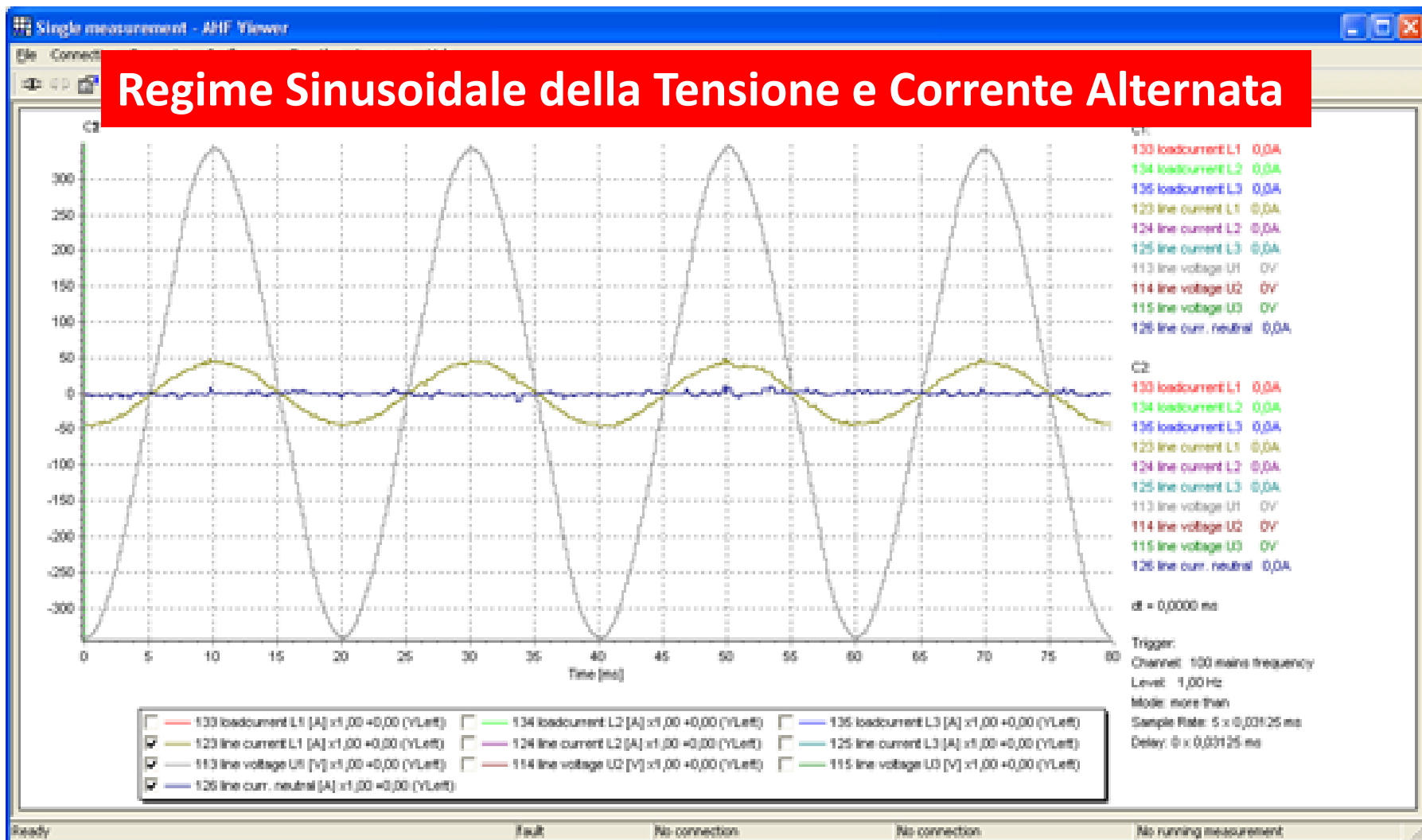
28/03/2014



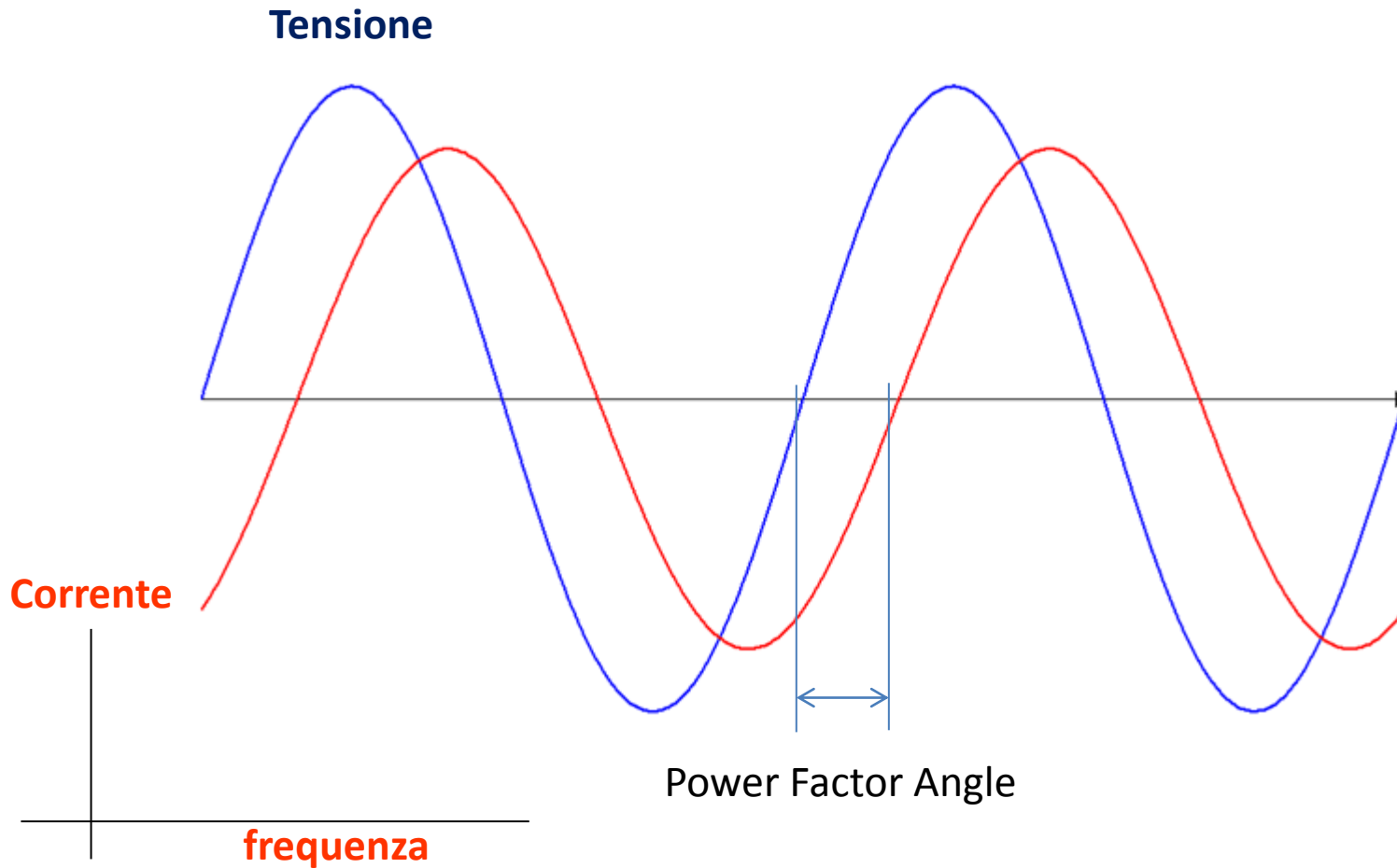
16



# Richiami ai parametri elettrici e alla Compatibilità Elettromagnetica



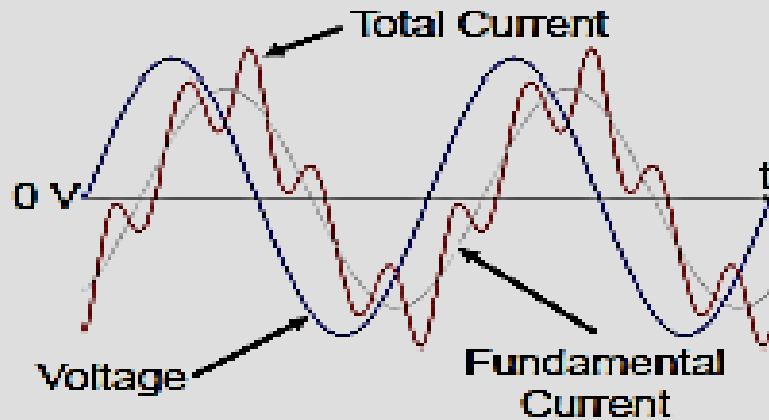
## Definizione dei parametri di Power Quality



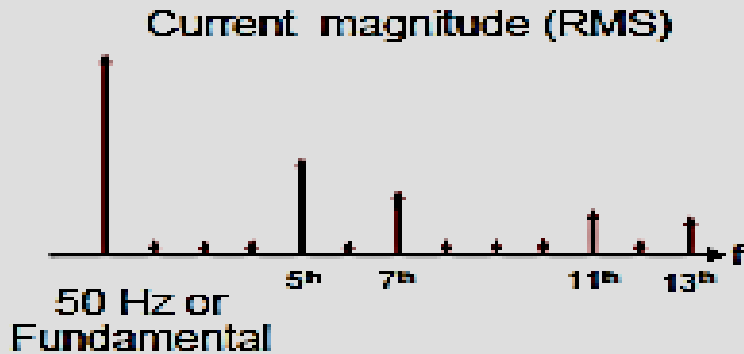
50hz

28/03/2014

# Richiami ai parametri elettrici e alla Compatibilità Elettromagnetica

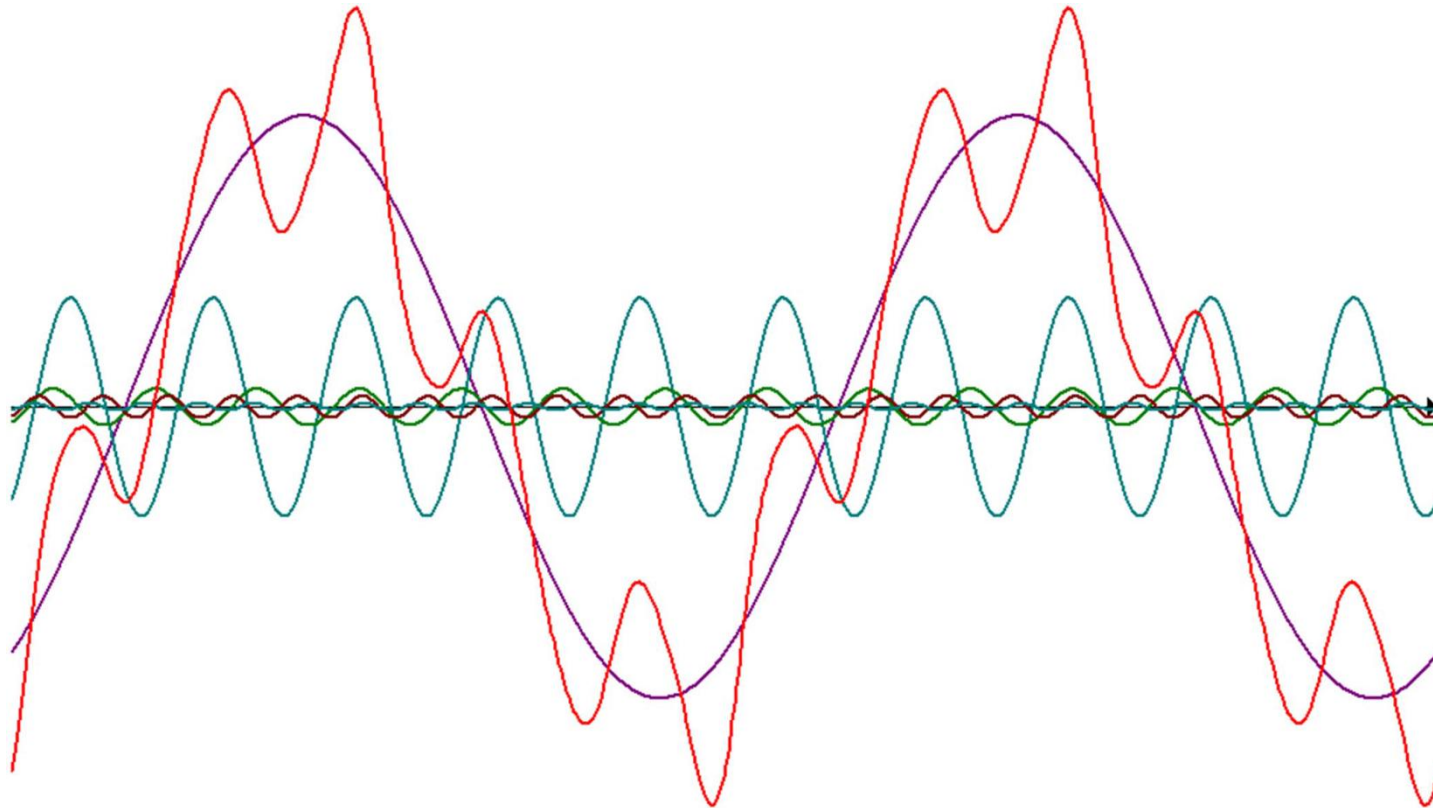


***Carichi non Lineari :***  
Convertitori di Frequenza  
Regolatori di luminosità  
Switch Mode Power Supply



# Richiami ai parametri elettrici e alla Compatibilità Elettromagnetica

---



## *Fondamentale e Armoniche*

**Distorsione armonica totale:** la distorsione armonica totale “ THD ” è il rapporto tra il valore efficace delle armoniche ed il valore efficace della fondamentale.

$$\text{THD}_{(v)} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left( \frac{V_n}{V_1} \right)^2}$$

$$\text{THD}_{(i)} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left( \frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

**Power Factor:** il Fattore di Potenza indica l'efficienza di un sistema alimentato a corrente alternata. E' definito come il rapporto tra la potenza reale e la potenza apparente ed è semplificato nella seguente formula:

$$\text{PF} = \frac{I_{1 \text{ rms}}}{I_{\text{ rms}}} \cdot \cos\varphi$$

---

# Significato di Emissione e Immunità

# Significato di Emissione e Immunità

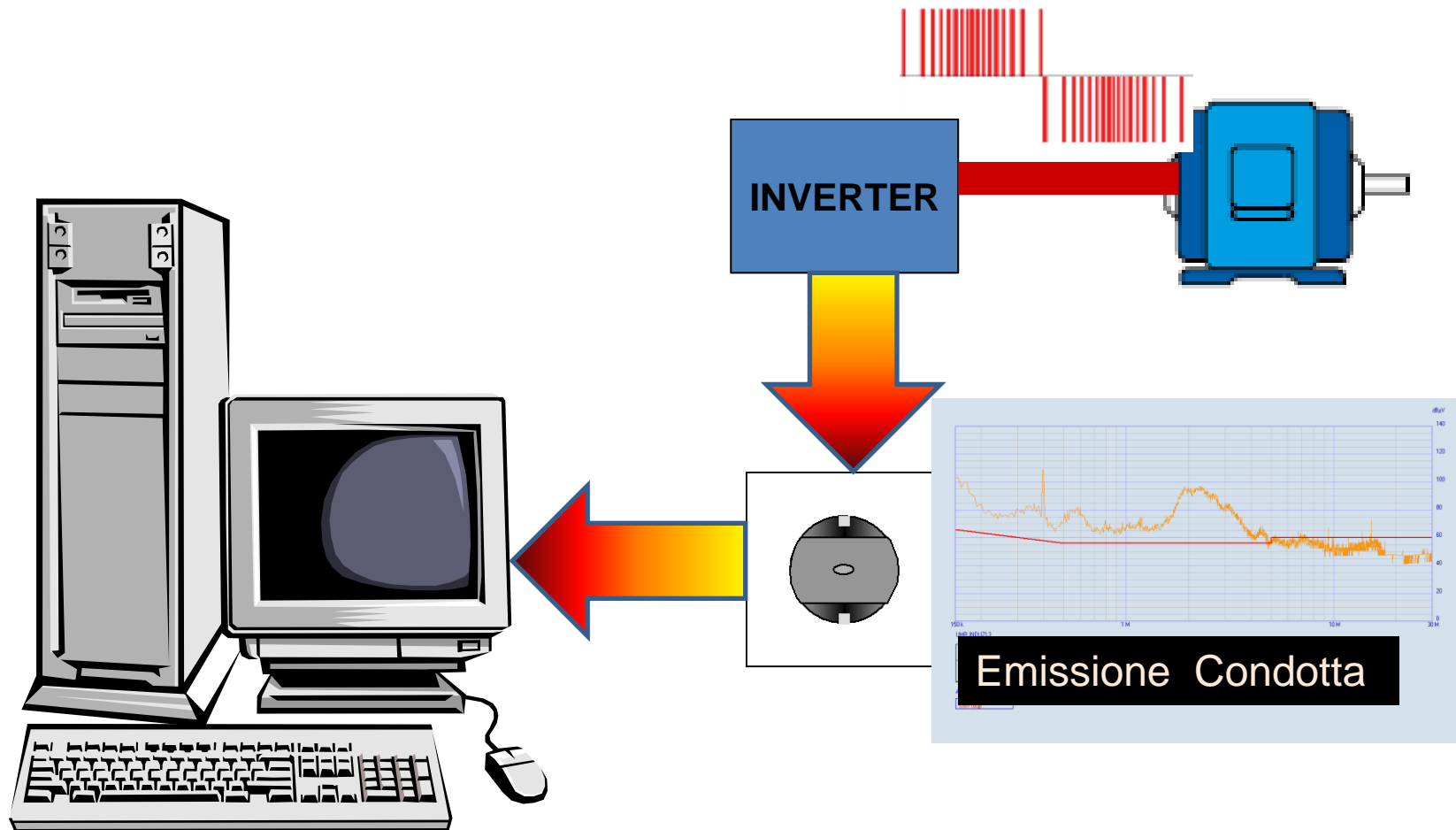
---

Le emissioni elettromagnetiche possono essere generate intenzionalmente per trasmettere delle informazioni o per eseguire particolari processi industriali.

Le emissioni elettromagnetiche, non generate intenzionalmente, che si propagano attraverso i conduttori delle linee di alimentazione anche attraverso gli avvolgimenti dei trasformatori e su differenti livelli di tensione, sono invece considerate interferenze.

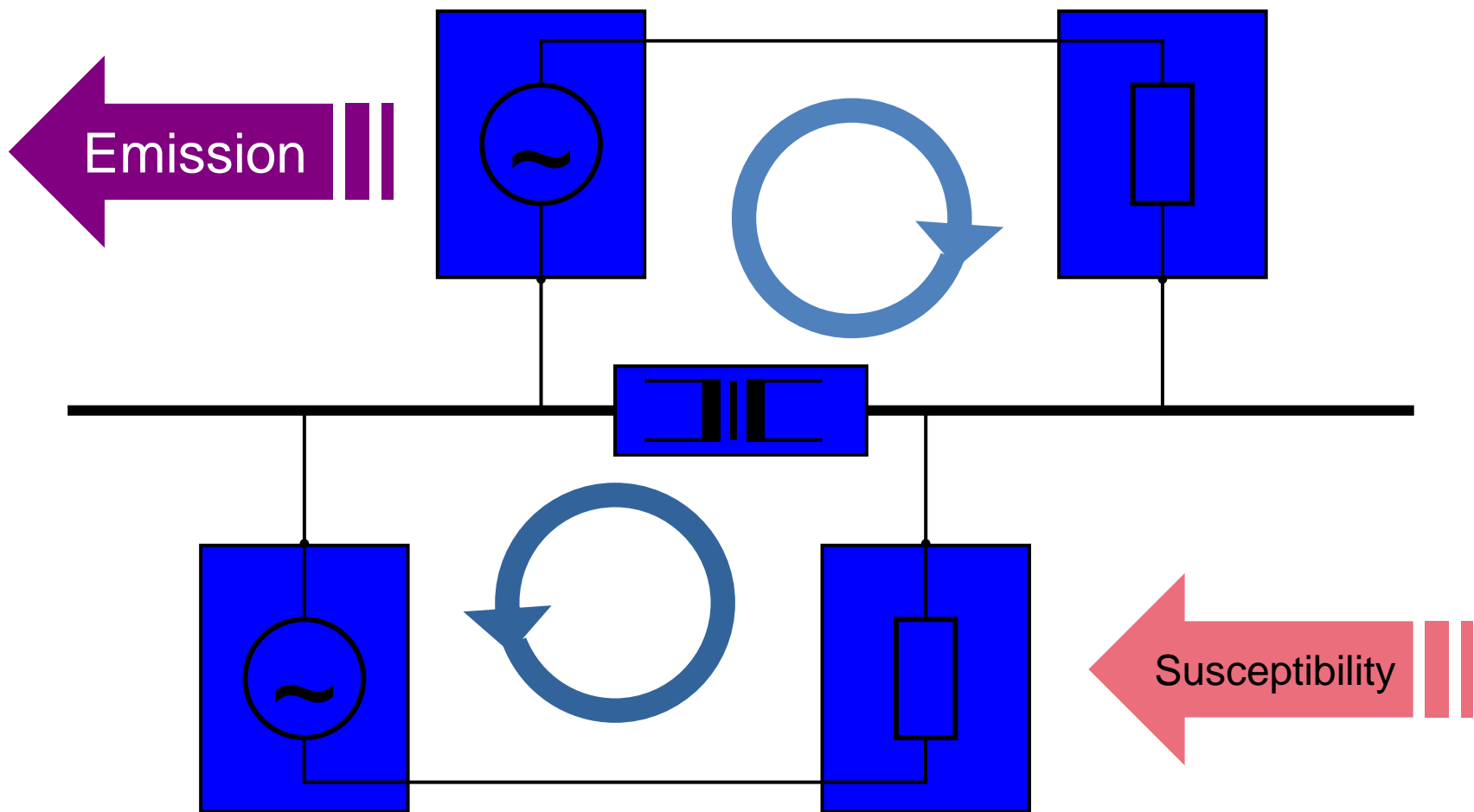
Tali interferenze possono degradare le prestazioni dei dispositivi che compongono un impianto ed essere causa di guasti.

# Significato di Emissione e Immunità



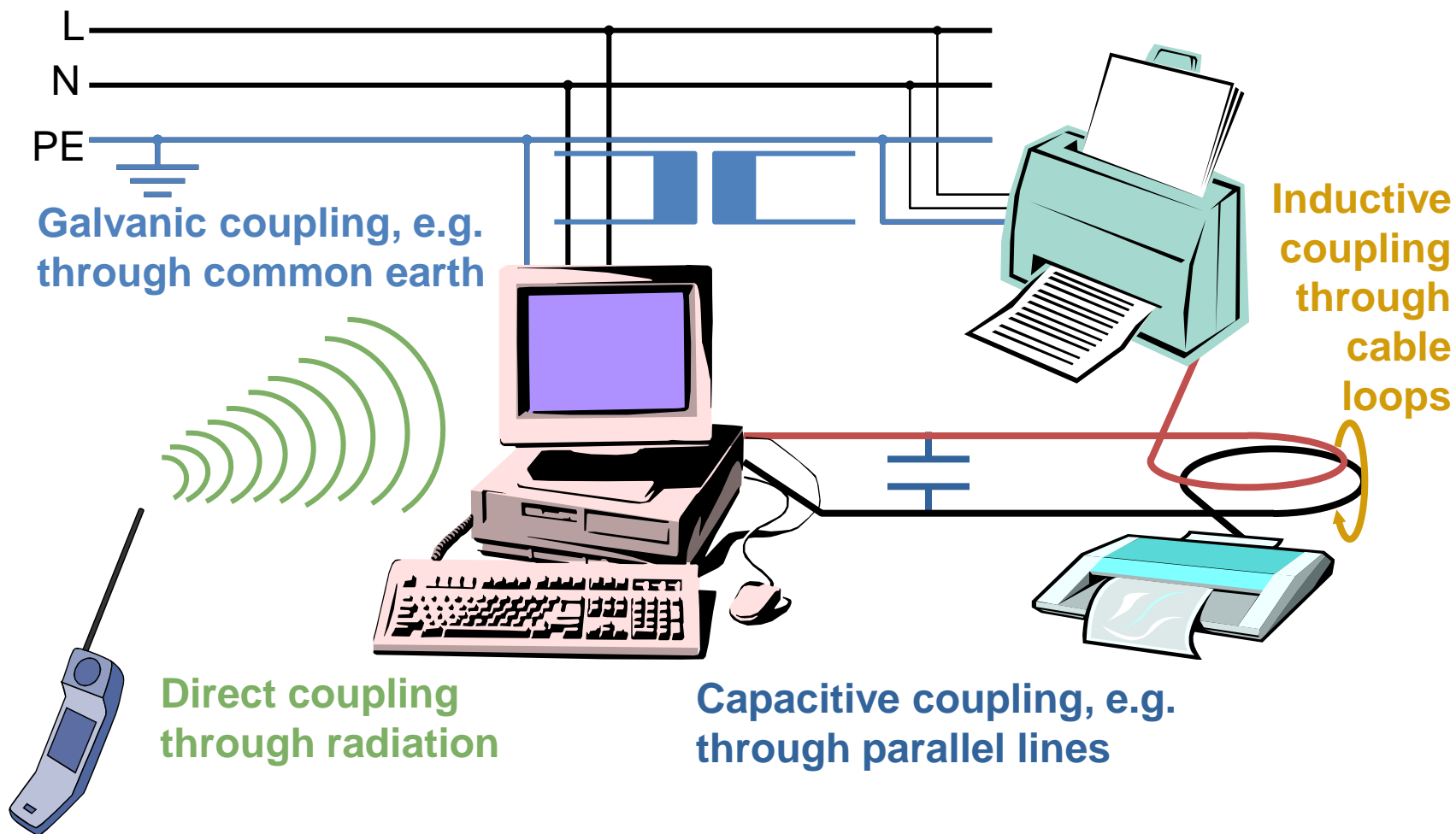


# Significato di Emissione e Immunità

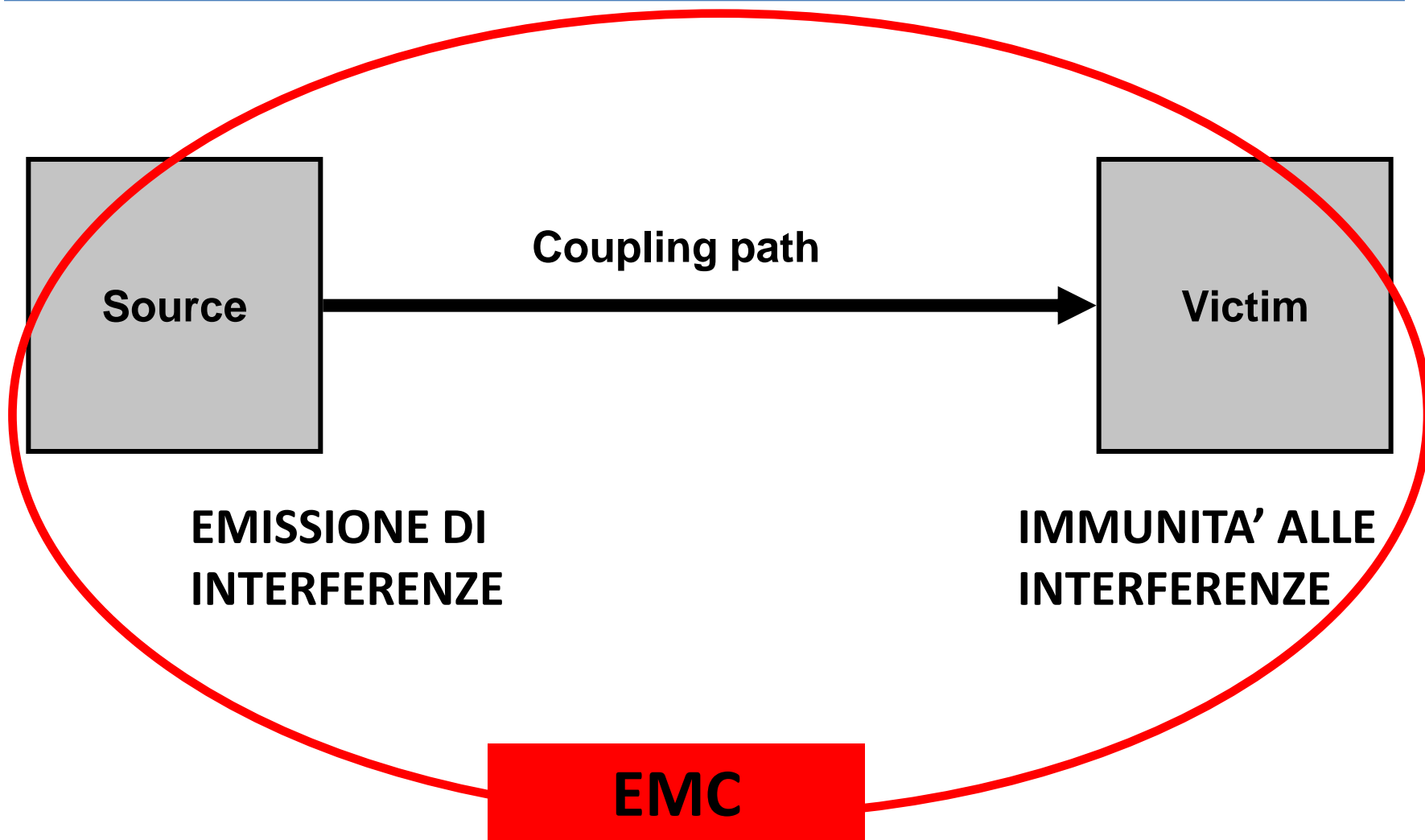


# Significato di Emissione e Immunità

## Accoppiamento delle Interferenze tra gli apparati



# Significato di Emissione e Immunità



# Significato di Emissione e Immunità

---

## Carichi Sensibili (possibili vittime delle Interferenze)

### Radar

### Sistemi Radio

- Automatic Direction Finder (VHF)
- Stazione Radio MF/HF SSB
- Radiotelefoni VHF

### Sistemi di Navigazione

- Sistemi DGPS
- Sistemi di Navigazione Automatica
- Sistemi di Identificazione Automatica (AIS)

### Dispositivi di Emergenza

- Transponder Radar (SART)
- Dispositivi di Localizzazione di Emergenza EPIRB

### Hi-Fi, Sistemi di Intrattenimento

## Possibili sorgenti di interferenze

- Cavi di Alimentazione e di Potenza
- Propulsori Elettrici (incluse le Eliche di Prua e di Poppa)
- Sistemi elettroassistiti (Timone, Argani e Verricelli)
- Gru Montacarichi
- Ascensori
- Condizionamento/Caldaie
- Frigoriferi
- Pompe Acqua
- Macchine Elettriche
- Sistemi di Illuminazione

# Significato di Emissione e Immunità

LF			HF				
			<i>banda A</i>	<i>banda B</i>	<i>banda C</i>	<i>banda D</i>	<i>banda E</i>
50hz (60hz)	2,5Khz (3Khz)	<i>banda non</i>	9Khz	150Khz	30Mhz	300Mhz	1Ghz 18Ghz
<i>Armoniche</i>	<i>regolamentata</i>	<i>Emissione Condotta</i>	<i>Emissione Radiata</i>				
<b><i>Power Quality</i></b>			<b><i>Elettromagnetic Compatibility</i></b>				
Generazione		Loran	Radio AM	Radio FM	UHF	Ponti Radio	
Distribuzione			Forni	VHF	Cellulari	Satellitari	
Impanti Civili			Saldatrici	Cordless	Radar	Radar	
Impianti Industriali			Essiccatori	Radiomobili	Telemetria		
			Sterilizzatori	OM			
				CB			

## Gamme di Freq. regolate dalle normative EMC

---

# Riferimenti Normativi

La Pubblicazione IEC 60092 costituisce una serie di Norme internazionali per le installazioni elettriche a bordo di navi abilitate alla navigazione marittima, e riunisce le regole della buona tecnica coordinando tra loro, per quanto possibile, le prescrizioni esistenti.

Queste Norme costituiscono un codice per l'interpretazione pratica e lo sviluppo delle disposizioni della "Convenzione internazionale sulla sicurezza della vita umana in mare", una guida per le future regolamentazioni e una esposizione della pratica vigente, ad uso dei proprietari e dei costruttori di navi e delle organizzazioni competenti.



- Si devono prendere precauzioni per proteggere il convertitore contro le conseguenze dannose di sovracorrenti o sovratensioni provocate da perturbazioni sull'impianto di alimentazione o sul carico, comprese le conseguenze di ritorno di potenza se il carico può provocarne.
- Si devono prendere precauzioni per proteggere gli impianti di alimentazione e di carico contro le conseguenze dannose di qualsiasi perturbazione dovute ai convertitori

- I convertitori a semiconduttori non devono causare distorsioni nella forma d'onda della tensione dell'alimentazione.
- Se installati, i filtri non devono diminuire la resistenza di isolamento tra le fasi di alimentazione e la terra. Nei casi in cui la corrente di terra superi 30 mA, si devono installare dei trasformatori di isolamento.

- Le armoniche di corrente che interagiscono con l'impedenza dell'alimentazione generano armoniche di tensione. Sia le armoniche di corrente che quelle di tensione possono causare malfunzionamenti e sovrariscaldamenti di altri componenti sulla nave, se la loro eventuale presenza non è stata presa in considerazione nel progetto dei componenti.

(vedi IEC 533:1977).

## Riferimenti Normativi : Prescrizioni

---

L'impianto di produzione d'energia elettrica di una nave comprende una o più centrali:

- di navigazione;
- di porto;
- di emergenza.

Tutte queste devono soddisfare nel migliore dei modi le necessità degli impianti utilizzatori, in ogni condizione di servizio.

## Riferimenti Normativi : Prescrizioni

---

La sorgente principale di energia deve essere sufficiente ad alimentare tutti i servizi necessari a mantenere la nave in condizioni ordinarie di funzionamento e di abitabilità e per la conservazione del carico senza sovraccaricare i generatori o fare ricorso alla centrale di emergenza.

## Riferimenti Normativi : Prescrizioni

---

La potenza dei gruppi elettrogeni deve essere tale da garantire nel caso d'arresto di uno qualsiasi dei gruppi stessi, l'alimentazione dei servizi per assicurare:

- ✓ le condizioni ordinarie di propulsione e sicurezza;
- ✓ il normale benessere delle persone
- ✓ la conservazione del carico.

## Riferimenti Normativi : Gestione del Rischio

---



RINA (*Registro Navale Italiano*)  
Organizzazione per la Certificazione dei prodotti e dei servizi connessi con la sicurezza e l'efficienza del trasporto marittimo e la prevenzione dell'inquinamento



Det Norske Veritas AS è la principale società di classificazione marittima che esegue la certificazione e gestione dei rischi in tutte le fasi di vita della nave

## Riferimenti Normativi : Gestione del Rischio

---

**SOLAS** - Convenzione Internazionale per la Sicurezza della Vita in mare. Descrive le attrezzature di emergenza e le procedure di sicurezza che devono essere rispettate a bordo nave. Aggiornata nel 1988 con le normative radio e i protocolli di comunicazioni del GMDSS (Global Maritime Distress Safety System)



Ente per la Classificazione e la Certificazione della Sicurezza nella Industria Navale



**American Bureau of Shipping**  
promuove la sicurezza della vita in mare  
e il rispetto dell'ambiente



### **ABS RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS UNDER 90 METERS (295 FEET) IN LENGTH. 2011**

#### **7.9 Harmonics (2006)**

The total harmonic distortion (THD) in the voltage waveform in the distribution systems is not to exceed 5% and any single order harmonics not to exceed 3%.

Other higher values may be accepted provided the distribution equipment and consumers are designed to operate at the higher limits.

### RULES AND REGULATIONS FOR THE CLASSIFICATION OF SPECIAL SERVICE CRAFT, *July 2008*

**1.7.3 Harmonics.** Unless specified otherwise, the total harmonic distortion (THD) of the voltage waveform at any a.c. switchboard or section-board is not to exceed 8 per cent of the fundamental for all frequencies up to 50 times the supply frequency and no voltage at a frequency above 25 times supply frequency is to exceed 1,5 per cent of the fundamental of the supply voltage

### LLOYD'S REGISTER

## 3.1 Earthed distribution systems

**3.1.3** Generator neutrals may be connected in common, provided that the third harmonic content of the voltage wave form of each generator does not exceed 5%.

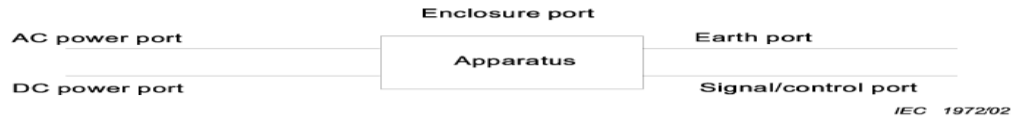
## RINA Rules for Yachts Designed for Commercial Use 2011

---

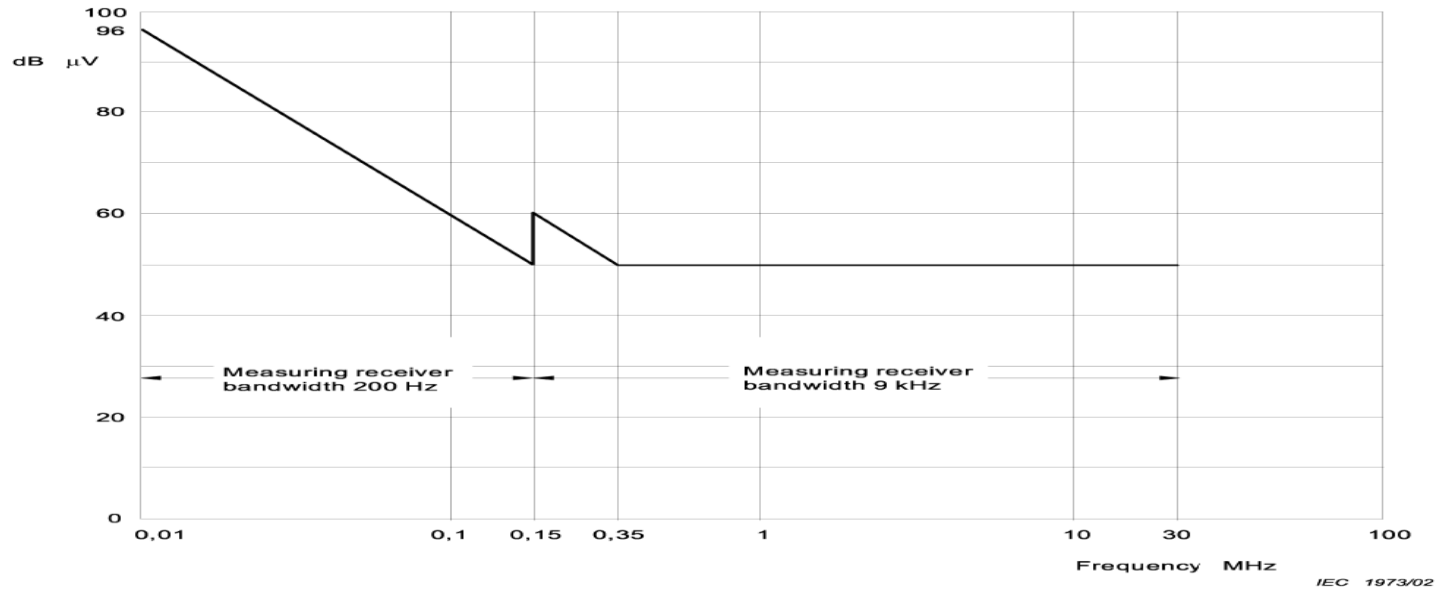
# Riferimenti Normativi : Gestione del Rischio

60945 © IEC:2002

– 117 –



**Figure 1 – Examples of ports referred to in electromagnetic emission and immunity tests**



**Figure 2 – Radio frequency terminal voltage limits for conducted emissions**

---

# I Carichi non Lineari

# I carichi non lineari

---

- SWITCHING POWER SUPPLY
- LIGHT DIMMER
- CONVERTITORI DI FREQUENZA

## Il Convertitore di Frequenza

## Il Convertitore di Frequenza

Controllo  
(anche in rete)

- velocità
- accelerazione
- decelerazione
- coppia
- direzione di rotaz.



## *Il Convertitore di Frequenza*

Converte la c.a della linea in c.c.,

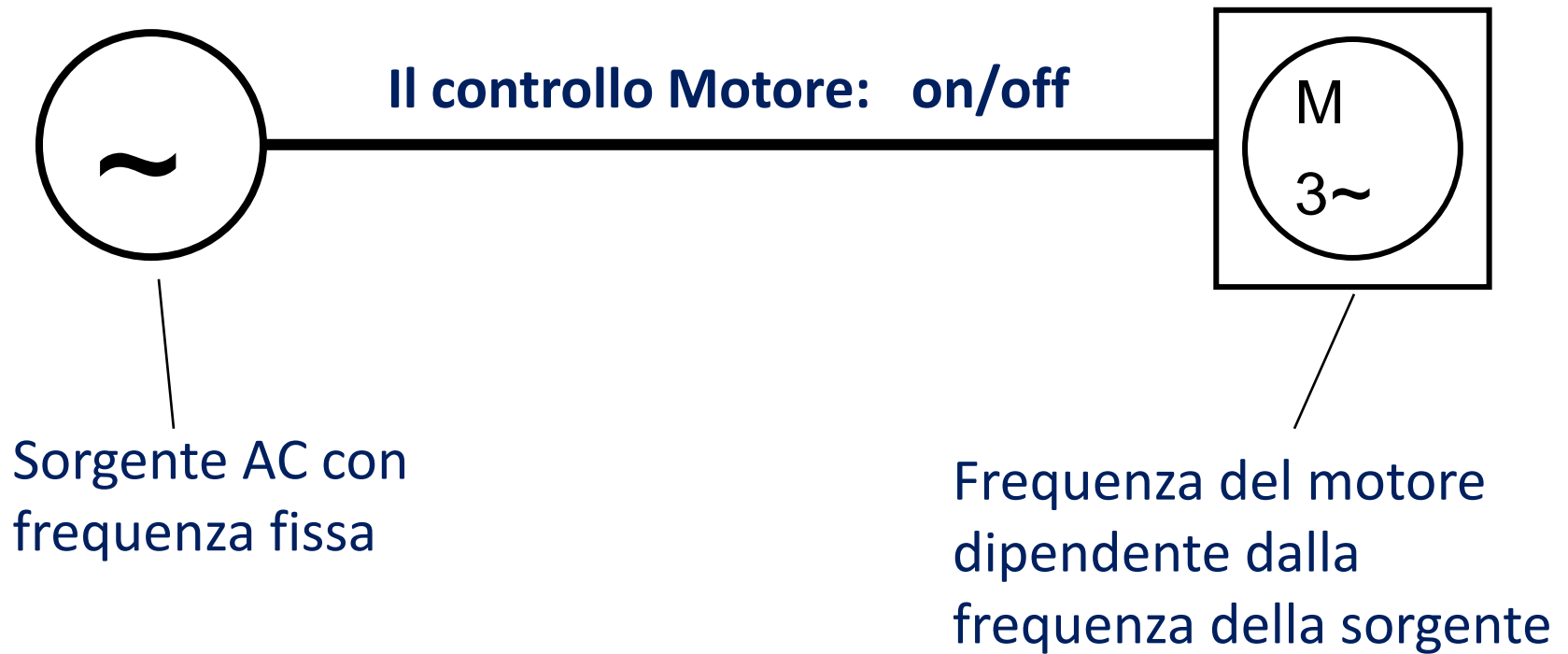
Stabilizza la tensione e la riconverte in una forma d'onda alternata  
3Ph controllata in Frequenza

Out Freq. verso il motore(Hz) = Velocità di rotazione(rpm)

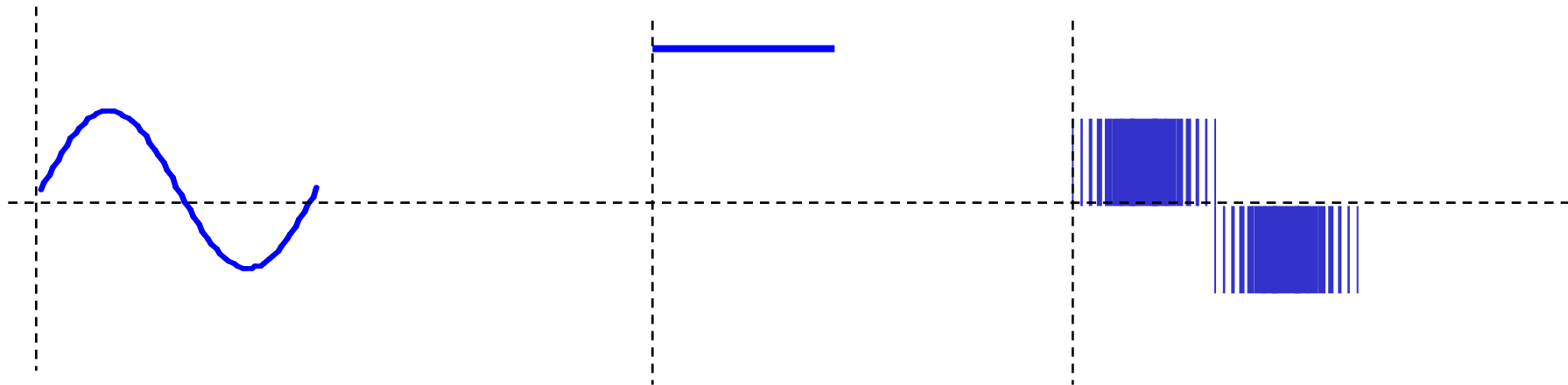
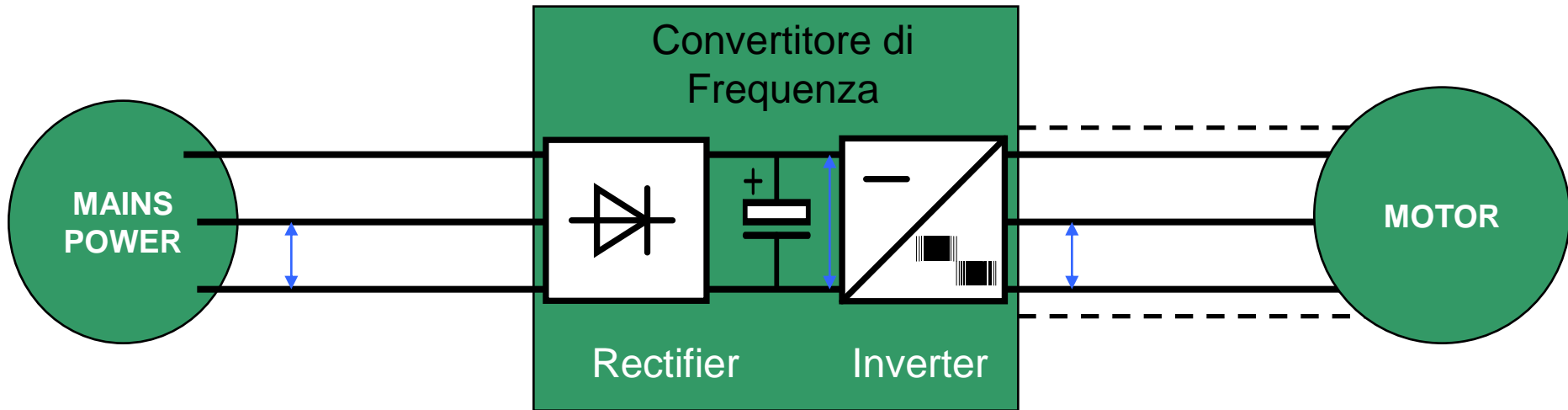
Out V (PWM «Switch Freq») = Coppia motore: Nm.

# Esempio di carico lineare

---

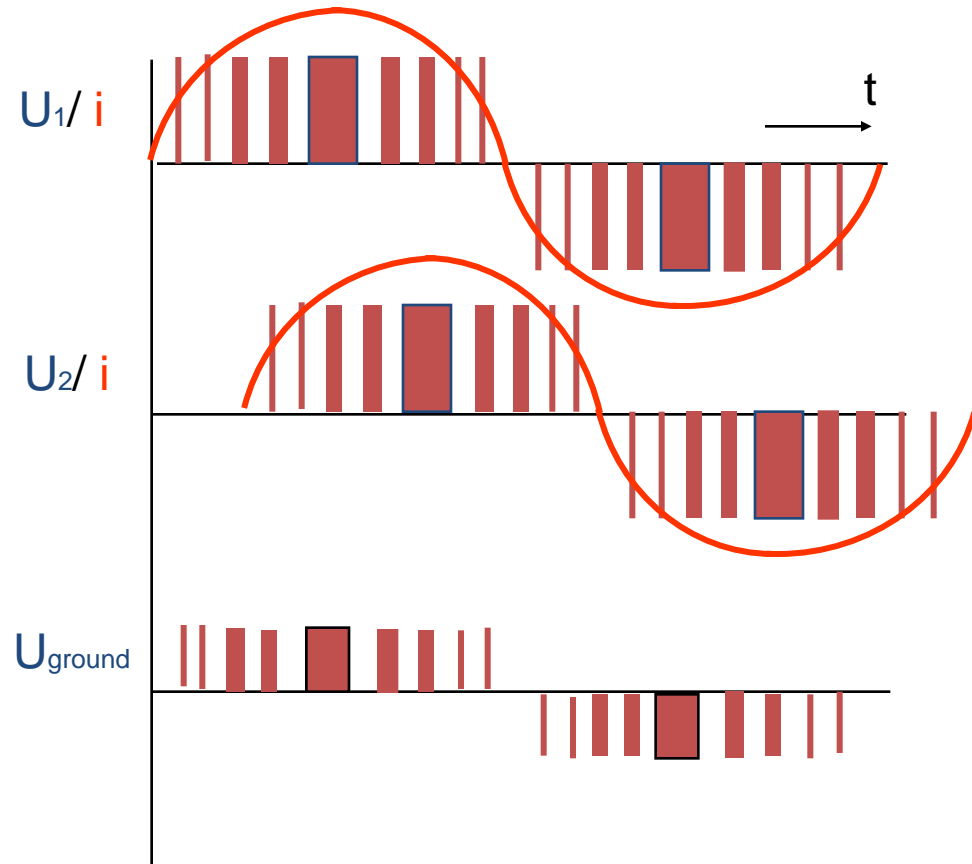
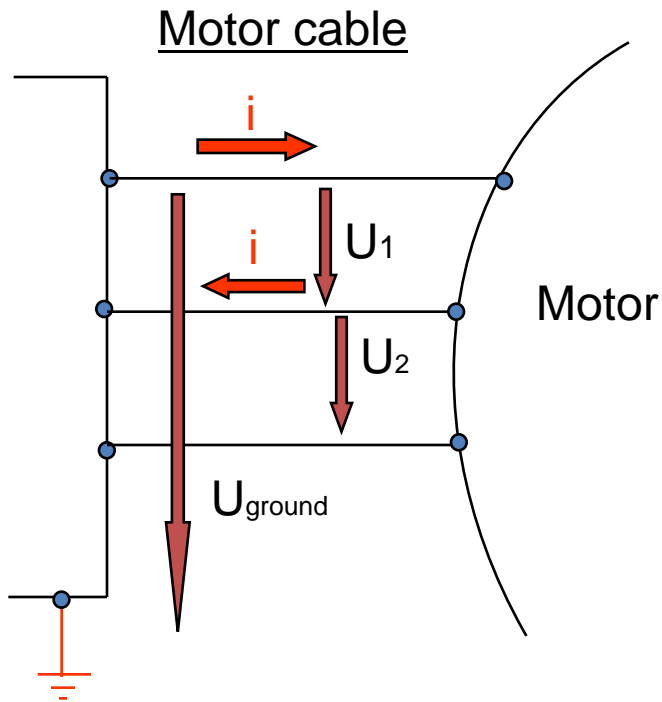


# I carichi non lineari



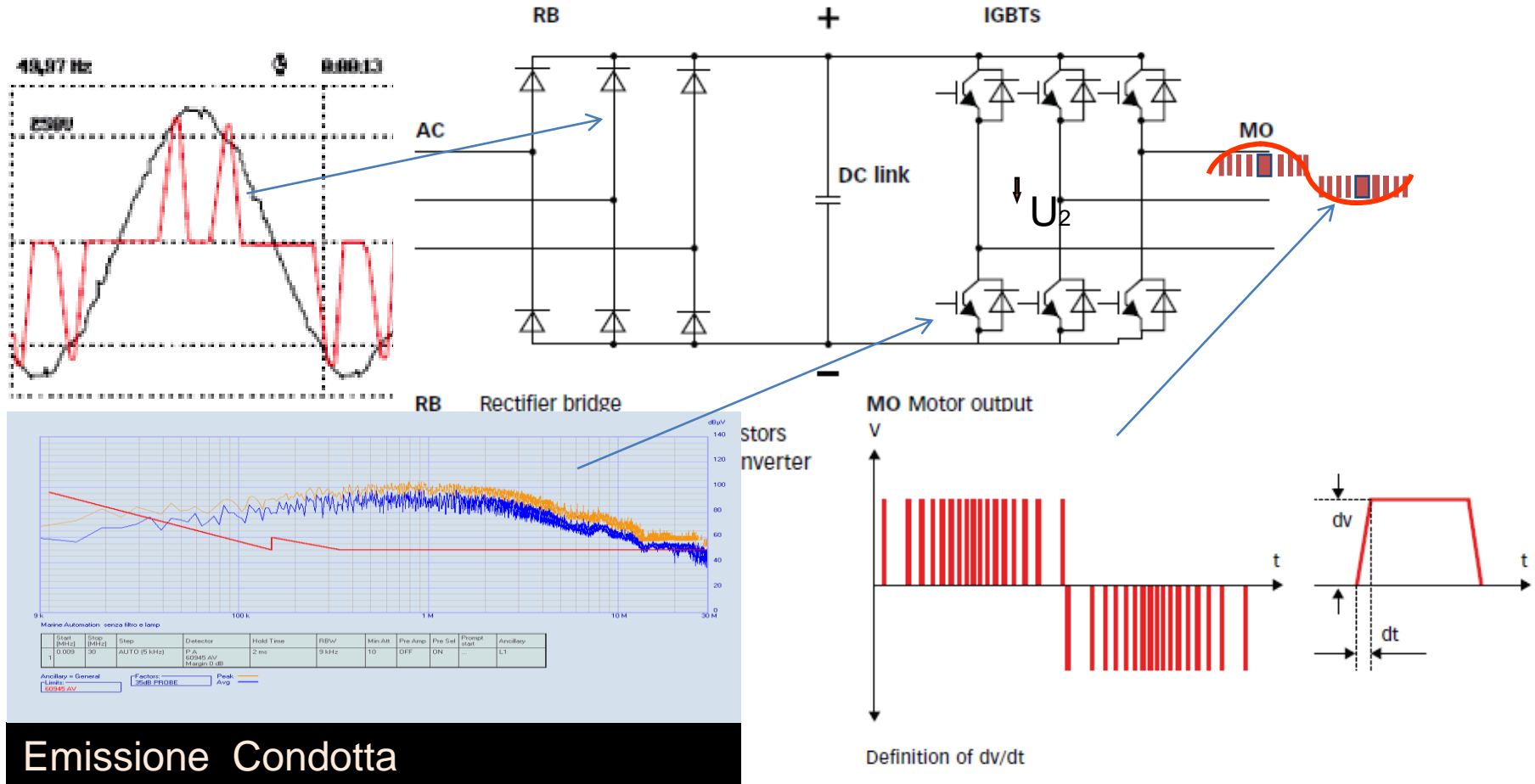
**Il Convertitore di Frequenza: Schema di Principio**

# I carichi non lineari



# I carichi non lineari

## distorsione armonica di corrente



Emissione Condotta

## Il Convertitore di Frequenza

L'alta velocità di commutazione dei semiconduttori di potenza utilizzati nei circuiti di uscita degli inverter permettono di contenere le perdite di potenza del Convertitore aumentandone il rendimento a patto di tenere in giusta considerazione le inevitabili **problematiche di compatibilità elettromagnetica.**

---

# Il Cablaggio

28/03/2014



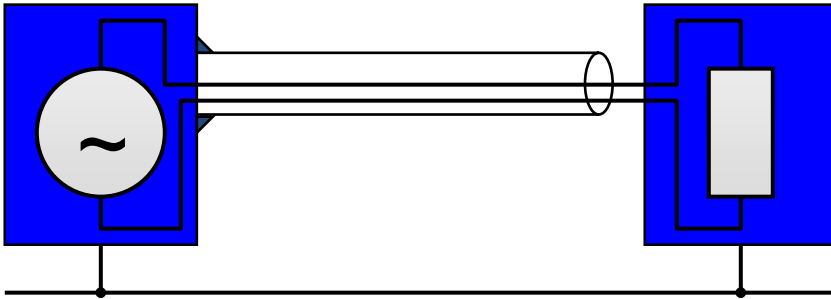
55

# Il cablaggio

## GROUNDING



Un cavo schermato senza un opportuno collegamento della calza metallica è completamente inefficace



«Single Point Grounding»  
Efficace alle Basse Frequenze



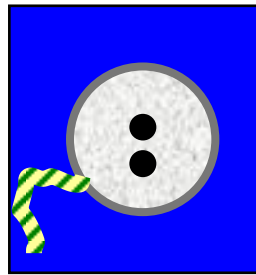
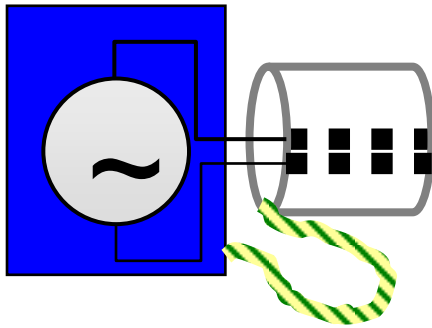
Multipoint Grounding  
Efficace alle Alte e alle Basse Frequenze



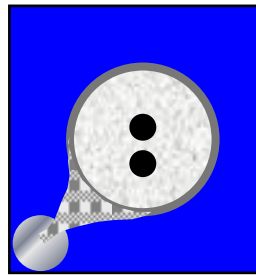
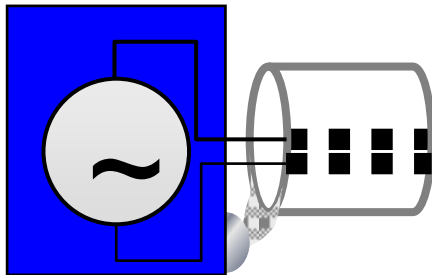


# Il cablaggio

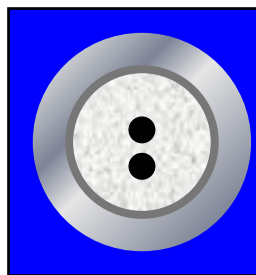
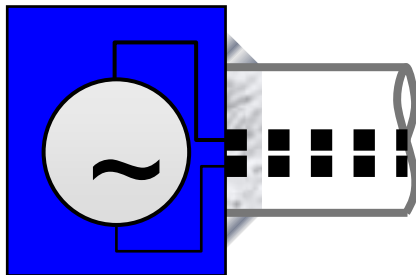
## GROUNDING



Long pigtail :Insufficiente

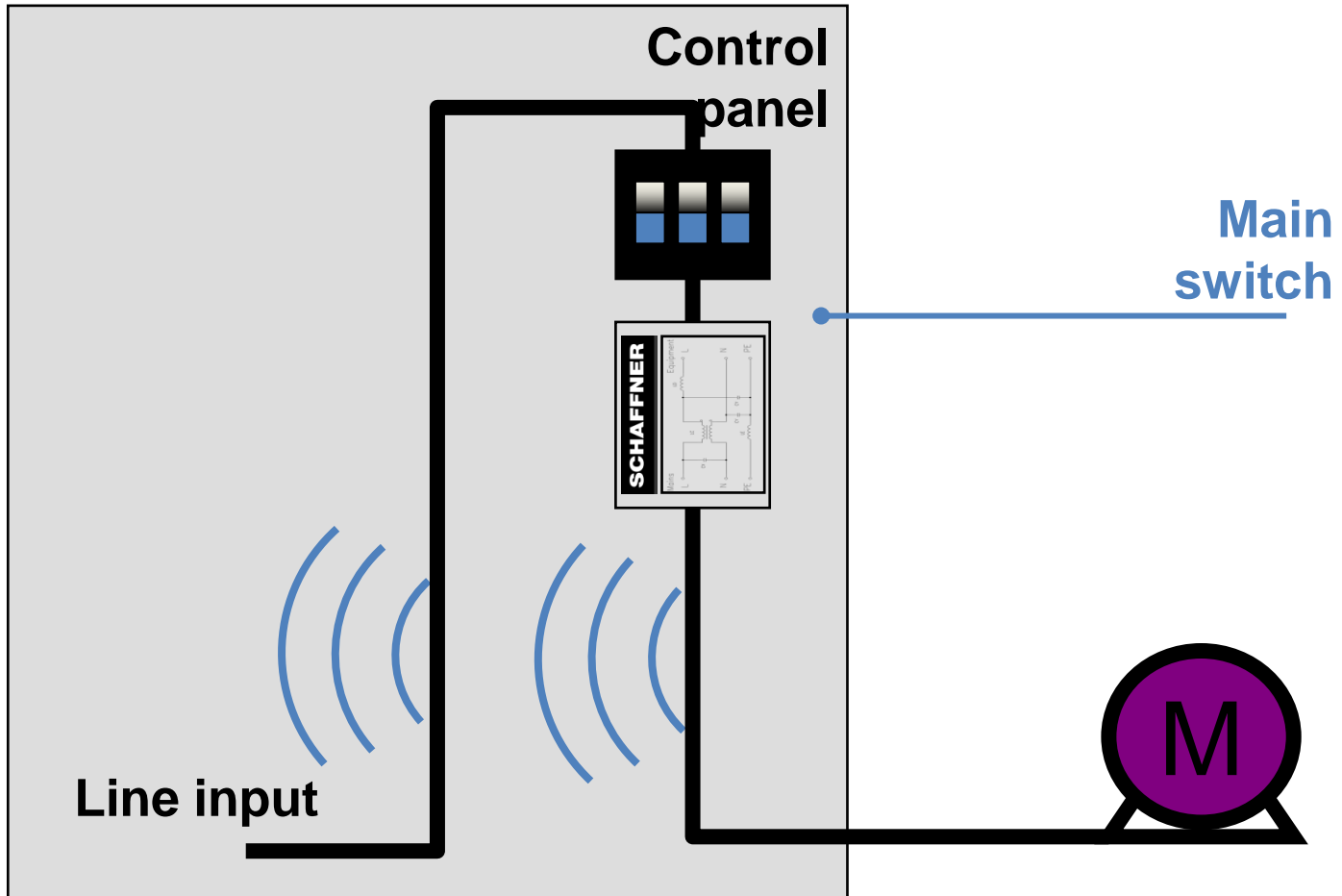


Short pigtail : scarso



360° connection: ottimo!

## *Il fenomeno del cross-talking*



# Il cablaggio

---

## CONFINAMENTO DELLE INTERFERENZE PRESENTI SUI CAVI MOTORE

### Tipologia di cavo:

Oltre al corretto dimensionamento della sezione dei conduttori in funzione della corrente massima assorbita dal motore (stessa sezione per Fasi e PE), della Temperatura massima ammissibile per uso continuo adeguata e almeno maggiore o uguale a 70°C e dell'isolamento adeguato alle tensioni di esercizio è indispensabile l'uso di cavi schermati di tipo simmetrico. La schermatura deve essere in rame o alluminio con trama la più stretta possibile.

### Allacciamento del Cavo Motore:

mettere a terra la schermatura del cavo a 360° sia lato Motore che lato Convertitore di Frequenza in corrispondenza delle piastre passacavi delle relative morsettiere. Tutti i cavi di terra devono essere collegati sui morsetti di terra lato Motore e lato Convertitore.

Il cavo motore schermato deve partire dal convertitore ed arrivare al motore senza interruzioni (non utilizzare morsettiere intermedie).

## CONFINAMENTO DELLE INTERFERENZE PRESENTI SUI CAVI MOTORE

### Posa del Cavo Motore:

Il cavo motore deve essere tenuto a distanza da qualsiasi altro cavo (vedi CEI 18-67:2013-07) .

Il cavo motore può essere posato fino ad una distanza minima di 30cm dal cavo di alimentazione nel caso anche quest'ultimo sia schermato.

Qualora sia inevitabile , intersecare il cavo motore con altri cavi a 90°.

Possibilmente limitare il numero di cavi motore che passano nella stessa canalina se provenienti da differenti Convertitori di Frequenza.

## PROTEZIONE DEI SEGNALI ANALOGICI E DI COMUNICAZIONE

### Tipologia di cavo:

Utilizzare sempre cavi schermati. In particolare :

per i ***segnali analogici*** utilizzare cavi con doppiini intrecciati e doppia schermatura. Ogni segnale sarà quindi trasportato da una coppia di conduttori intrecciati tra loro e la coppia di conduttori sarà schermata singolarmente all'interno del cavo schermato. E' possibile far transitare molti segnali all'interno dello stesso cavo.

# Il cablaggio

---

## CONDUTTORE DI TERRA

L'allacciamento del Conduttore di Terra garantisce per prima cosa la sicurezza elettrica, è obbligatorio per tutti i dispositivi di un quadro elettrico e deve essere dimensionato con la stessa sezione dei conduttori di fase di ogni singolo apparato.

E' importante ricordare che le Interferenze Elettromagnetiche possono utilizzare anche il conduttore di terra per propagarsi all'interno di un quadro elettrico ed è pertanto sconsigliabile fare passare il conduttore di terra all'interno delle canaline dove passano i cavi motore.

Raccomandiamo di realizzare quadri elettrici con fondo conduttivo (es. acciaio zincato) e di portare su questo fondo il punto di GND comune con un conduttore di sezione adeguata.

Quindi raccomandiamo di collegare il morsetto di terra di ciascun apparato presente all'interno del quadro elettrico al punto più vicino di GND ( cioè al fondo acciaio-zincato del quadro).

I conduttori terra di ciascun apparato risulteranno così estremamente corti e non genereranno inutili loop di corrente ad HF nei quadri.

# Il cablaggio

---

## RACCOMANDAZIONI:

- A) TENERE I CAVI DI ALIMENTAZIONE, MOTORE E SEGNALI SEPARATI TRA DI LORO
- B) LIMITARE IL PIU' POSSIBILE LA LUNGHEZZA DEI CONDUTTORI DI TERRA
- C) NON MISCHIARE NELLA STESSA MORSETTIERA TIPOLOGIE DI CAVI DIFFERENTI
- D) UTILIZZARE CAVI MOTORE SCHERMATI FIN DAI MORSETTI DEL CONVERTITORE
- E) VERIFICARE IL CORRETTO COLLEGAMENTO DEI BUS DI SEGNALE (GND,SCHERMO)

## CEI 18-67:2013-07



## DISTANZA FRA I CAVI

Scopo di questo capitolo è determinare la minima distanza fra cavi di segnale e cavi di potenza per evitare il fenomeno di “crosstalk” di transienti veloci (fast transients -bursts).

---

**IEC 60092-352**, *Electrical install. in ships – Part 352: Choice and install. of electrical cables*

**IEC 60092-353**, *Electrical installations in ships – Part 353: Single and multicore non-radial field power cables with extruded solid insulation for rated voltages 1kV and 3 kV*

**IEC 60092-374**, *Electrical installations in ships – Part 374: Shipboard telecommunication cables and radio-frequency cables – Telephone cables for non-essential communication services*

**IEC 60092-375**, *Electrical installations in ships – Part 375: Shipboard telecommunication cables and radio-frequency cables – General instrumentation, control and communication cables*

**IEC 60092-376**, *Electrical installations in ships – Part 376: Cables for control and instrumentation circuits 150/250 V (300 V)*

**IEC 60092-504**, *Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation*

**IEC 60533:1999**, *Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility*

**IEC 61000-4-4**, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

**IEC 61196-1**, *Coaxial communication cables – Part 1: Generic specification and requirem.*

---

# Il cablaggio

<b>NORMA ITALIANA</b>	<b>CLASSIFICAZIONE CEI</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>CEI 18-16</b>	<b>18-16</b>	<i>Impianti elettrici a bordo di navi - Parte 351: Materiali isolanti per cavi di potenza, controllo, strumentazione e telecomunicazioni per installazione a bordo di navi e unità offshore</i>
<b>CEI 18-49</b>	<b>18-49</b>	<i>Impianti elettrici a bordo di navi - Parte 350: Costruzione generale e metodi di prova dei cavi di potenza, controllo e strumentazione per applicazioni a bordo di navi e offshore</i>
<b>CEI 18-52</b>	<b>18-52</b>	<i>Impianti elettrici a bordo di navi - Parte 354: Cavi di potenza unipolari e tripolari con isolamento estruso compatto per tensioni nominali da 6 kV (<math>U_m = 7,2</math> kV) fino a 30 kV (<math>U_m = 36</math> kV)</i>
<b>CEI 18-61</b>	<b>18-61</b>	<i>Unità fisse e mobili di perforazione in mare - Impianti elettrici - Parte 1: Requisiti e condizioni generali</i>
<b>CEI 18-67</b>	<b>18-67</b>	<i>Impianti elettrici a bordo di navi - Compatibilità elettromagnetica - Ottimizzazione dell'installazione dei cavi a bordo di navi - Metodo di prova della distanza di routine</i>

## categoria dei cavi

## Definizioni (IEC 60533)

Cavi di potenza e cavi per la trasmissione dei segnali ( IEC 60533:1999, Table C.1 (categories 2 and 4) or in VG 5375-3:2006, Table 2, categories 2 and 5 [4])

## routing distance

Spazio libero tra cavi di differenti categorie :“ interfering” e “susceptible ”

## routing height

Distanza tra il cavo e ground di riferimento

## signal detector (SD)

Strumento elettronico utilizzato per indicare il livello di interferenza ricevuto

Cable for transmission of	Voltage level V	Emission/ Immunity rating	Cable Cat (1)	Cable Type (2)	Applicable STD
Analogue signals (Low frequency): telephone, loudspeaker and similar	0,1-115	Not disturbing / susceptible	2	Twisted; single screened; screened twisted pairs	IEC 60092-374, IEC 60092-375, IEC 60092-376
Digital signals: control, automation, alarm					
High-power signals, pulsed high-power signals (3)	10-1 000	Extremely disturbing / nonsusceptible	4	Coaxial; screened power	- (Special cable)
High powered semiconductor converter output				1 kV power cable	IEC 60092-353

- 1) In accordance with IEC 60533.
- 2) The transfer impedance should be specified and should not exceed 30 mΩ/m at 10 MHz as determined by IEC 61196-1.
- 3) Cables for radar, sonar equipment and echo sounders should be double screen cables or coaxial cables inside protective piping.

## NOTE :

### ➤ **Ground di Riferimento**

Ground di Riferimento con proprietà simili a quelle della struttura metallica della nave è simulato attraverso l'uso di una area metallica di almeno 10m x 10 m.

### ➤ **Signal detector (SD)**

Lo strumento di signal detector simula uno strumento elettronico digitale per controllare gli automatismi della nave. (vedi IEC 60092-504).

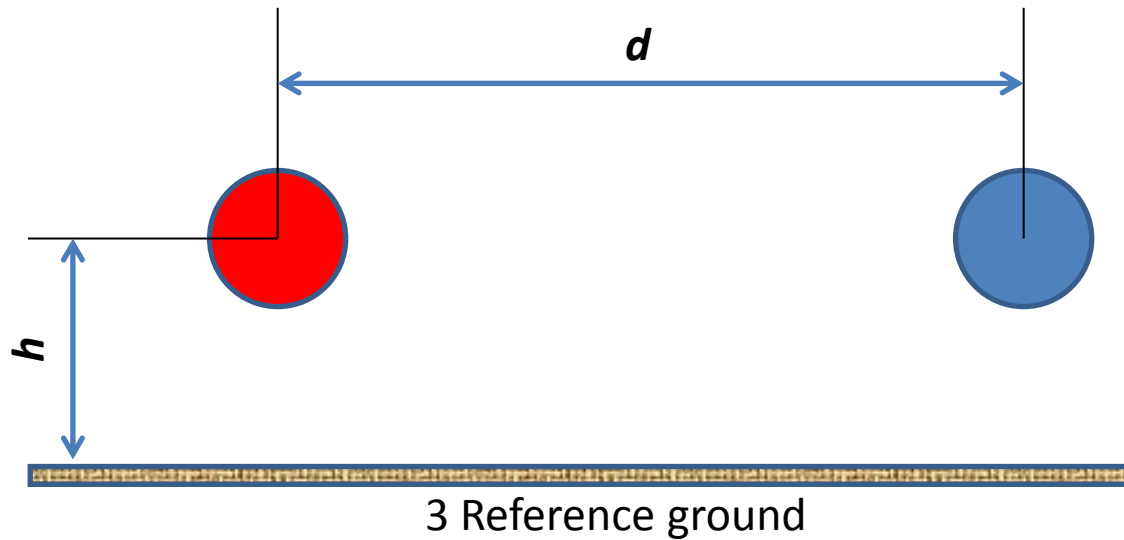


Figure 1 – Routing distance and routing height

Key

**1 Interfering cable**

**2 Susceptible cable**

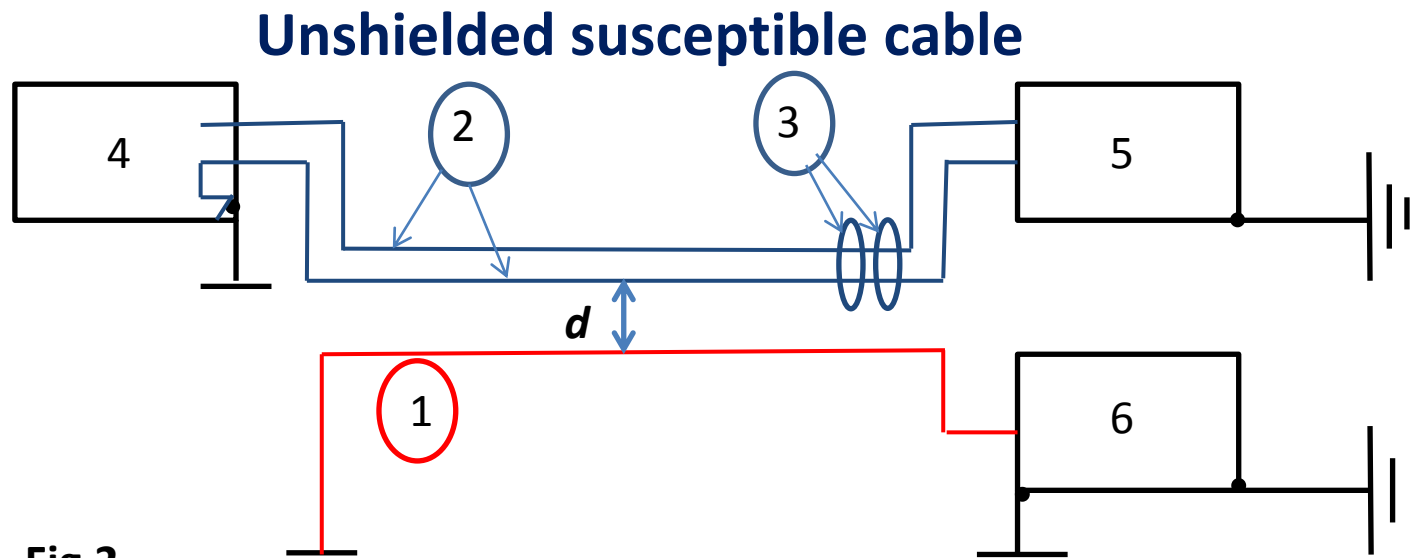
***d*** Routing distance

***h*** Routing height



## 6.1 General

The tests are performed with the cables stated in 4.3 and 4.4. The two different test-set ups are shown in the Figures 2 and 3.



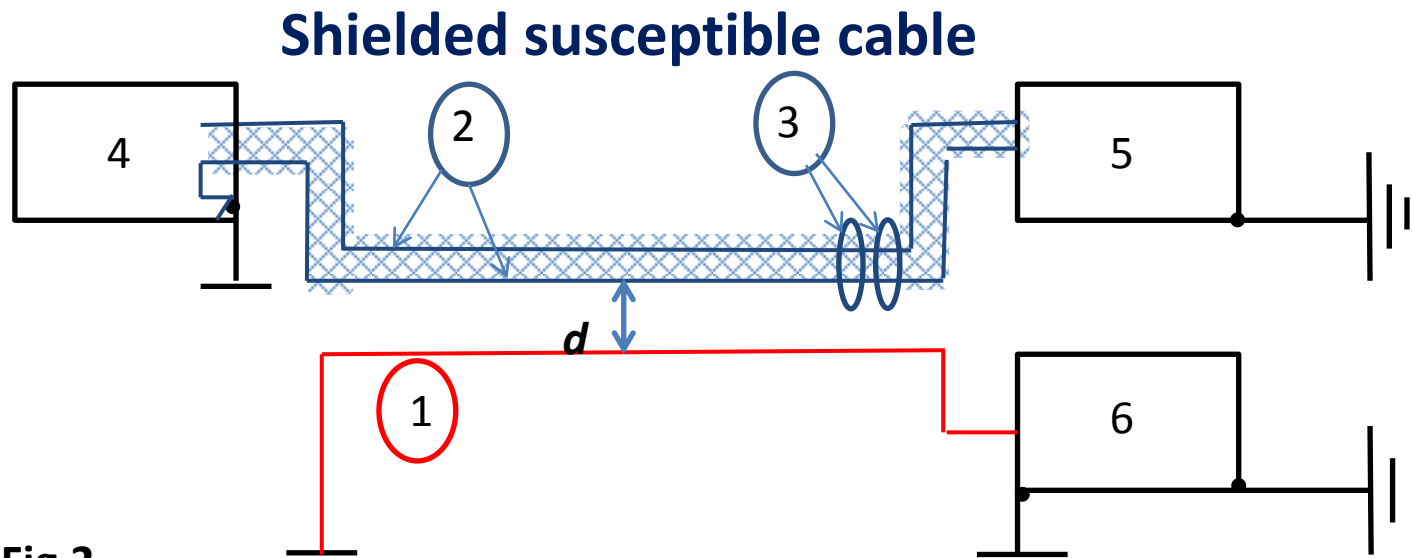
### Key – Fig.2

- 1 Interfering cable: one wire to ground
- 2 Susceptible cable
- 3 Ferrite rings
- 4 Signal detector (SD)
- 5 Power supply for SD
- d* Routing distance

- 6 Burst generator

## 6.1 General

The tests are performed with the cables stated in 4.3 and 4.4. The two different test-set ups are shown in the Figures 2 and 3.



### Key Fig.2

- 1 Interfering cable: one wire to ground
- 2 Susceptible cable
- 3 Ferrite rings
- 4 Signal detector (SD)
- 5 Power supply for SD
- d* Routing distance

- 6 Burst generator

Routing distance <i>d</i> mm	Routing height <i>h</i> interfering    susceptible mm		Interference threshold voltage	Type of susceptible cable
100	0	0	1720	unshielded
200	0	0	2040	unshielded
200	0	50	1820	unshielded
600	50	0	2600	unshielded
50	0	0	4000	shielded
100	0	0	4000	shielded
100	50	50	2100	shielded
200	50	50	2100	shielded
200	100	100	1200	shielded
400	50	50	4000	shielded

---

# Le Interferenze Condotte

28/03/2014



76

dBμV	μVolt	dBm (Z=50 Ω)	pWatt (Z=50 Ω)
-20	0,1	-127	0,0000002
-10	0,3	-117	0,000002
0	1	-107	0,00002
6	2	-101	0,00008
10	3	-97	0,00020
12	4	-95	0,00032
20	10	-87	0,002
24	16	-83	0,005
30	32	-77	0,020
32	40	-75	0,03
40	100	-67	0,20
45	178	-62	0,6
50	316	-57	2,0
55	562	-52	6,3
60	1000	-47	20
65	1778	-42	63
70	3162	-37	200
75	5623	-32	631
80	10000	-27	1995
85	17783	-22	6310
90	31623	-17	19953
95	56234	-12	63096
100	100000	-7	199526
107	223872	0	1000000

# Le Interferenze Condotte

Freq. Band	Equipment Type	Receiver sensitivity	Transmitter Power
90khz - 110khz	LORAN navigation	20uV/m	Receiver only
283,5khz - 315 khz	Navigation differential correction	5uV/m	Receiver only
315khz - 325khz (US)	Navigation differential correction	5uV/m	Receiver only
415khz - 535khz	MF radiotelegraphy	50uV/m	150W
490khz, 518khz	NAVTEX	2uV e.m.f.	Receiver only
1605khz - 3800khz	MF radiotelephony	25uV/m	400W p.e.p
4Mhz - 27,5Mhz	HF radio-telegraphy/telephony	25uV/m	1500W p.e.p
121,5Mhz - 243Mhz	EPIRB/ELT	Transmitter only	0,5W
156Mhz - 165Mhz	VHF radiotelephony	2uV e.m.f.	25W
406,025Mhz	COSPAS-SARSAT EPIRB	Transmitter only	5W
1525Mhz - 1544Mhz	Inmarsat	0,03uV(-167dBW)	Receiver only
1575,42Mhz +/- 1,023Mhz	GPS navigation	0,07uV(-160dBW)	Receiver only
1602Mhz - 1615Mhz	GLONASS navigation	0,07uV(-160dBW)	Receiver only
1626,5Mhz - 1646,5Mhz	Inmarsat	Transmitter only	25W
2,9Ghz - 3,1Ghz	S band radar	1,4uV(-134dBW)	25kW peak
9,3Ghz - 9,5Ghz	X band radar	1,4uV(-134dBW)	25kW peak
9,3Ghz - 9,5Ghz	SART	.-80dBW	400mW

# Le Interferenze Condotte



CMC 1 L1

	Start [MHz]	Stop [MHz]	Step	Detector	Hold Time	RBW	Min Att	Pre Amp	Pre Sel	Prompt start	Ancillary
1	0.009	30	AUTO (5 kHz)	P.A 60945 AV Margin 0 dB	1 ms	9 kHz	10	OFF	ON	...	L1

Ancillary = General  
 Limits: 60945 AV  
 Factors: 35dB PROBE  
 Peak ————  
 Avg ————

**Esempio di Emiss. Condotta da Convertitore di Frequenza**

**I principali effetti delle interferenze condotte sono:**

- Malfunzionamento e guasti nei sistemi di controllo e di elaborazione dati**
- Inaffidabilità dei sistemi analogici e di misura**
- Dispersione verso terra di correnti anomale**



---

# La distorsione armonica

# La distorsione armonica

---

I principali effetti delle armoniche sono:

- Riduzione dell'efficienza dell'intero sistema elettrico
- Dissipazione di preziosa energia
- Sovraccarichi o riscaldamenti delle installazioni
- Intempestiva attuazione dei relè
- Malfunzionamento dei sequenziatori
- Sovrarisaldamento e rottura dei condensatori
- Perdita di isolamento nei conduttori
- Riduzione del MTBF del sistema

# La distorsione armonica

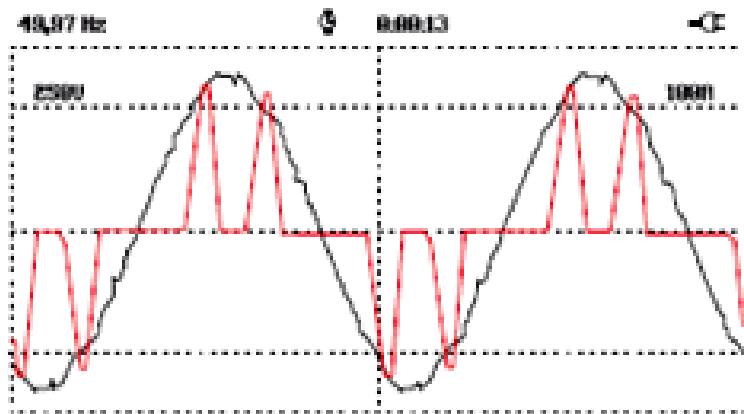
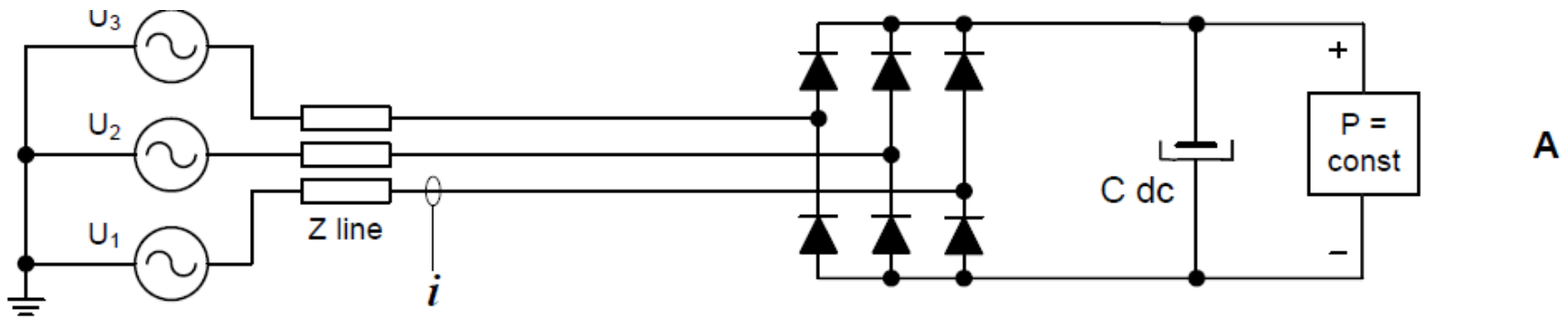
---

## STANDARD

EN 61000-3-2 Limits delle armoniche prodotti da apparecchi con corrente fino a 16Amp

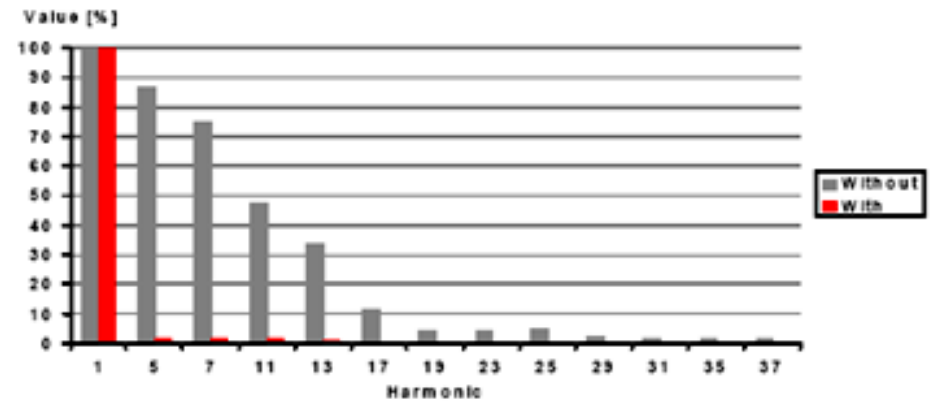
EN 61000-3-12 Limits delle armoniche prodotti da apparecchi con corrente  $>16A$  and  $\leq 75A$  per Fase.

# La distorsione armonica

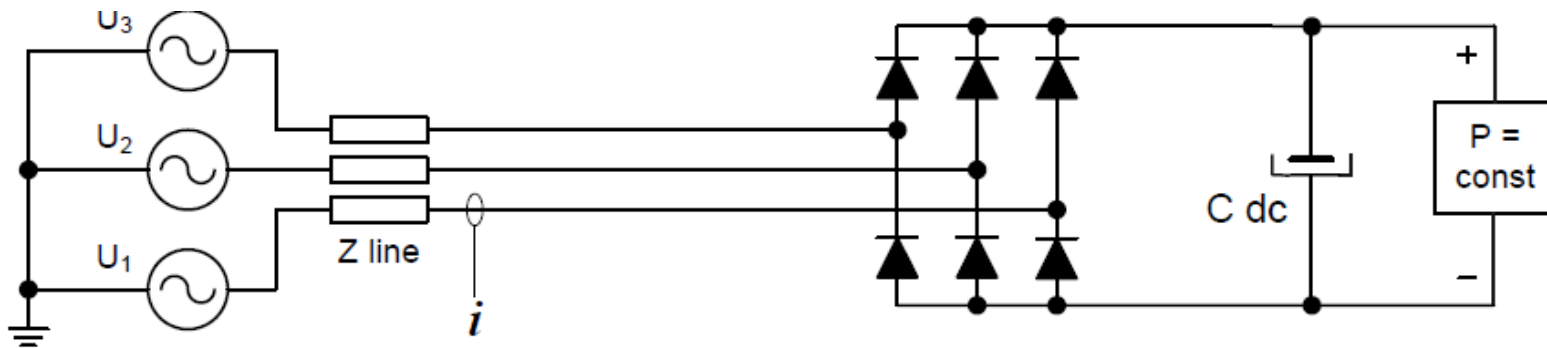


distorsione armonica di corrente

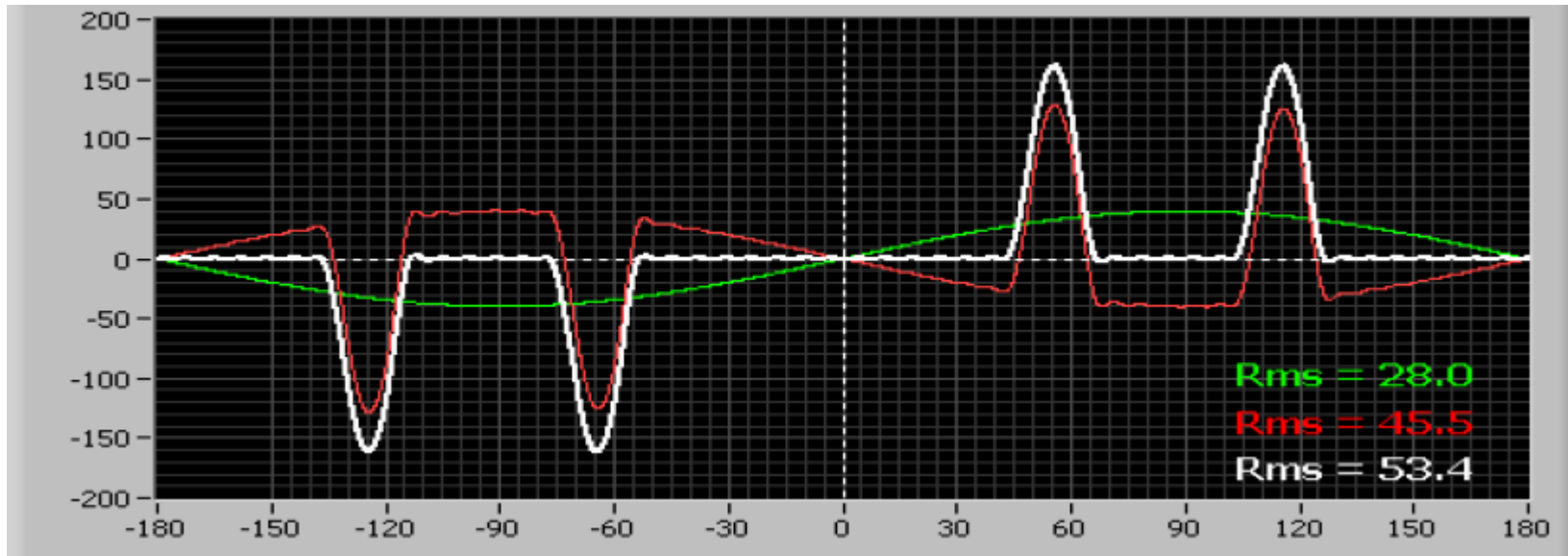
Individual harmonics with/without filter



# La distorsione armonica

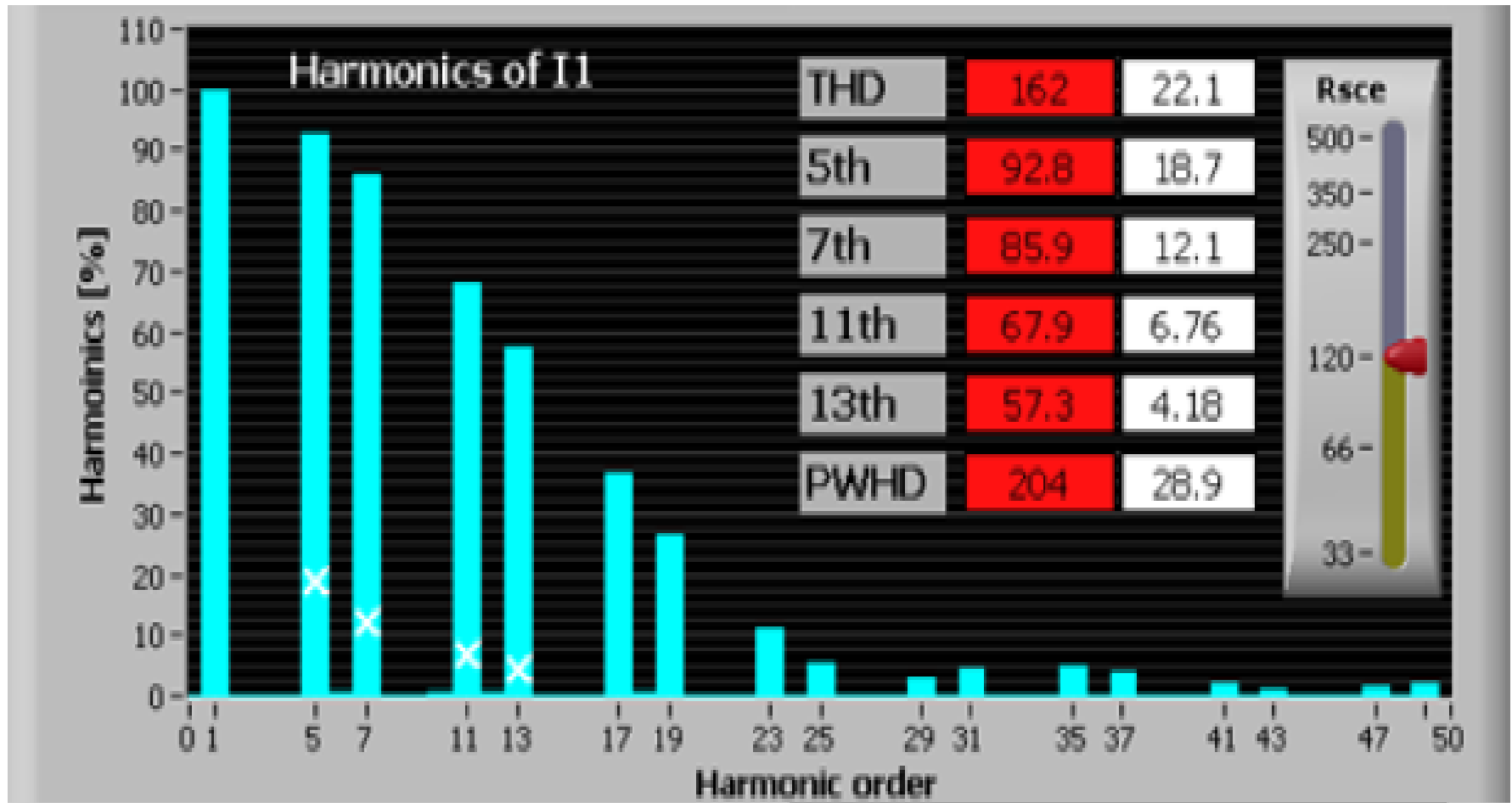


A



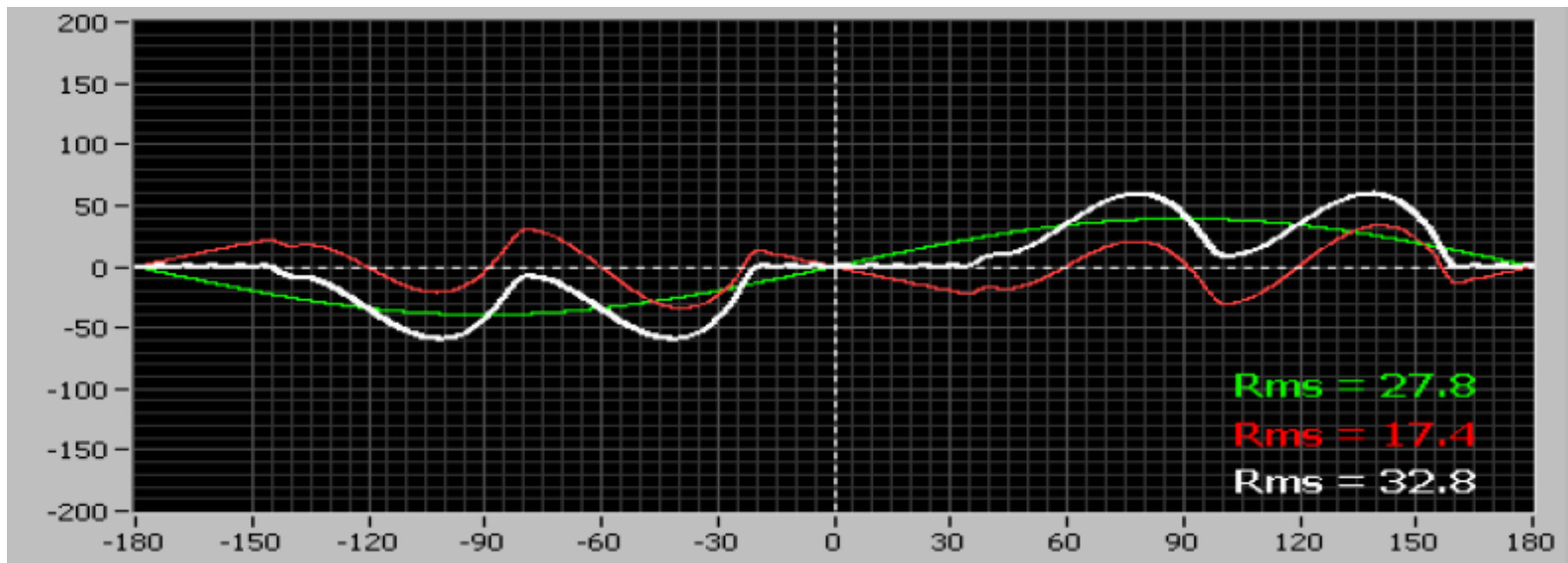
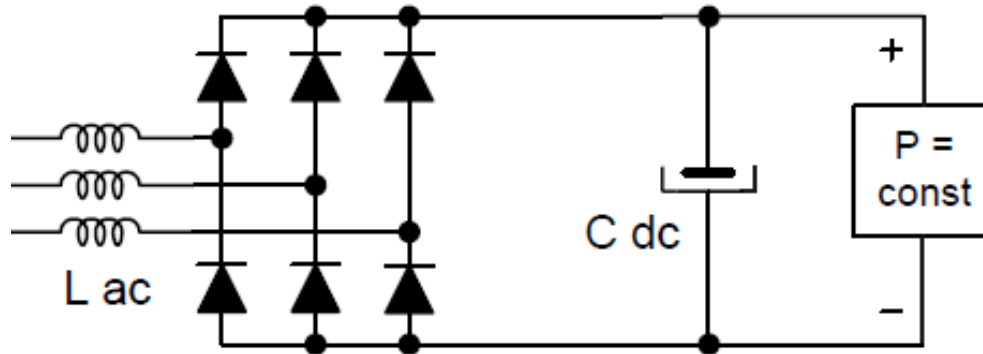
# La distorsione armonica

## Prima della cura

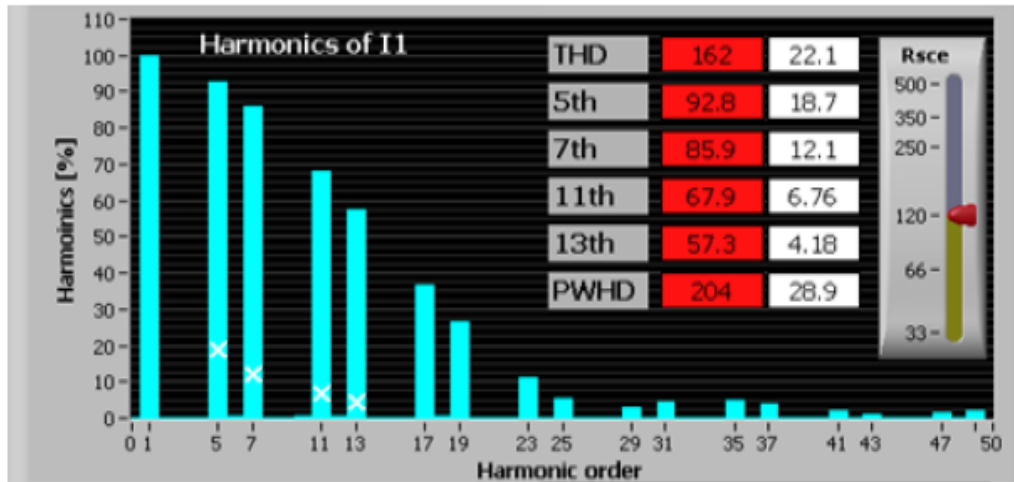


# La distorsione armonica

Soluzione con reattore L su linea AC

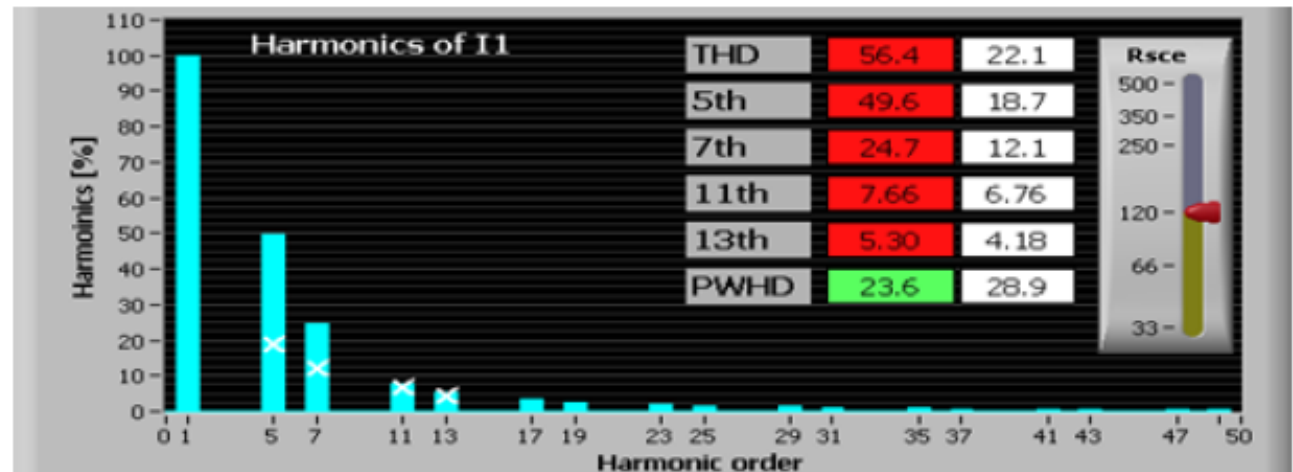


# La distorsione armonica



Prima della cura

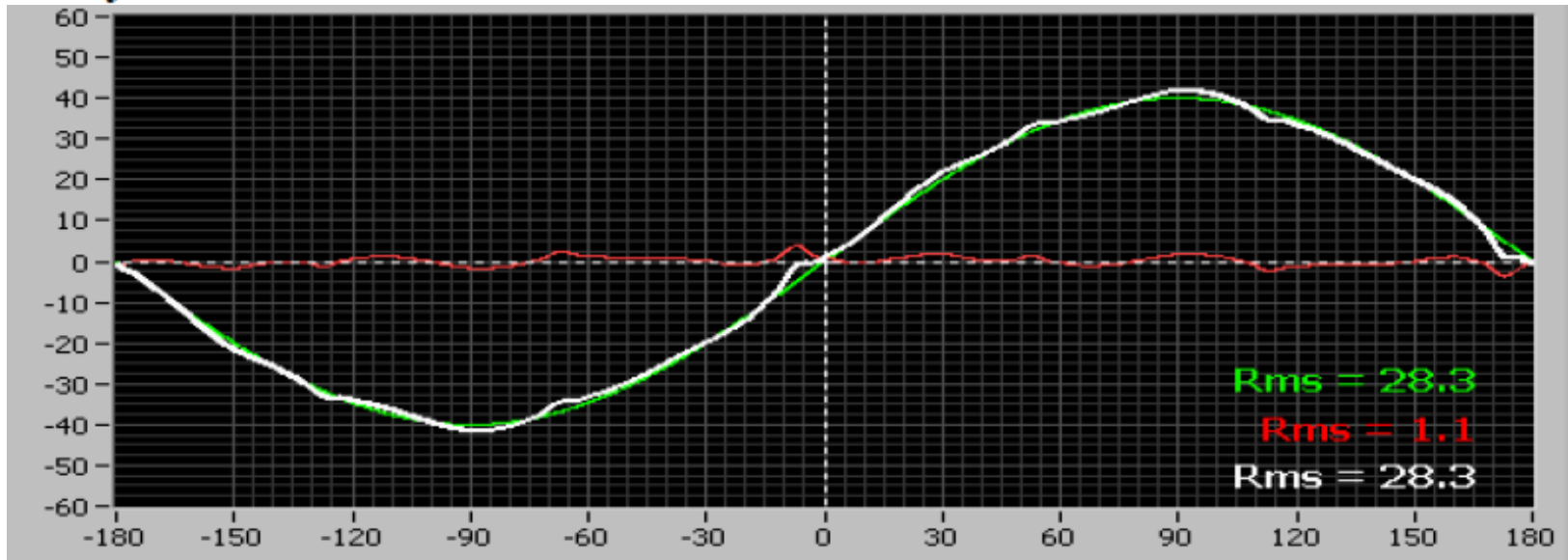
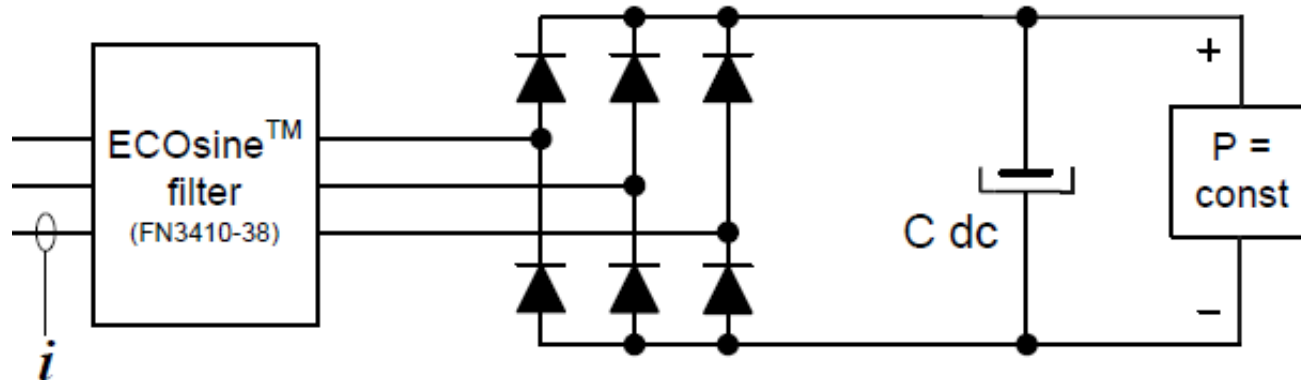
e dopo la cura





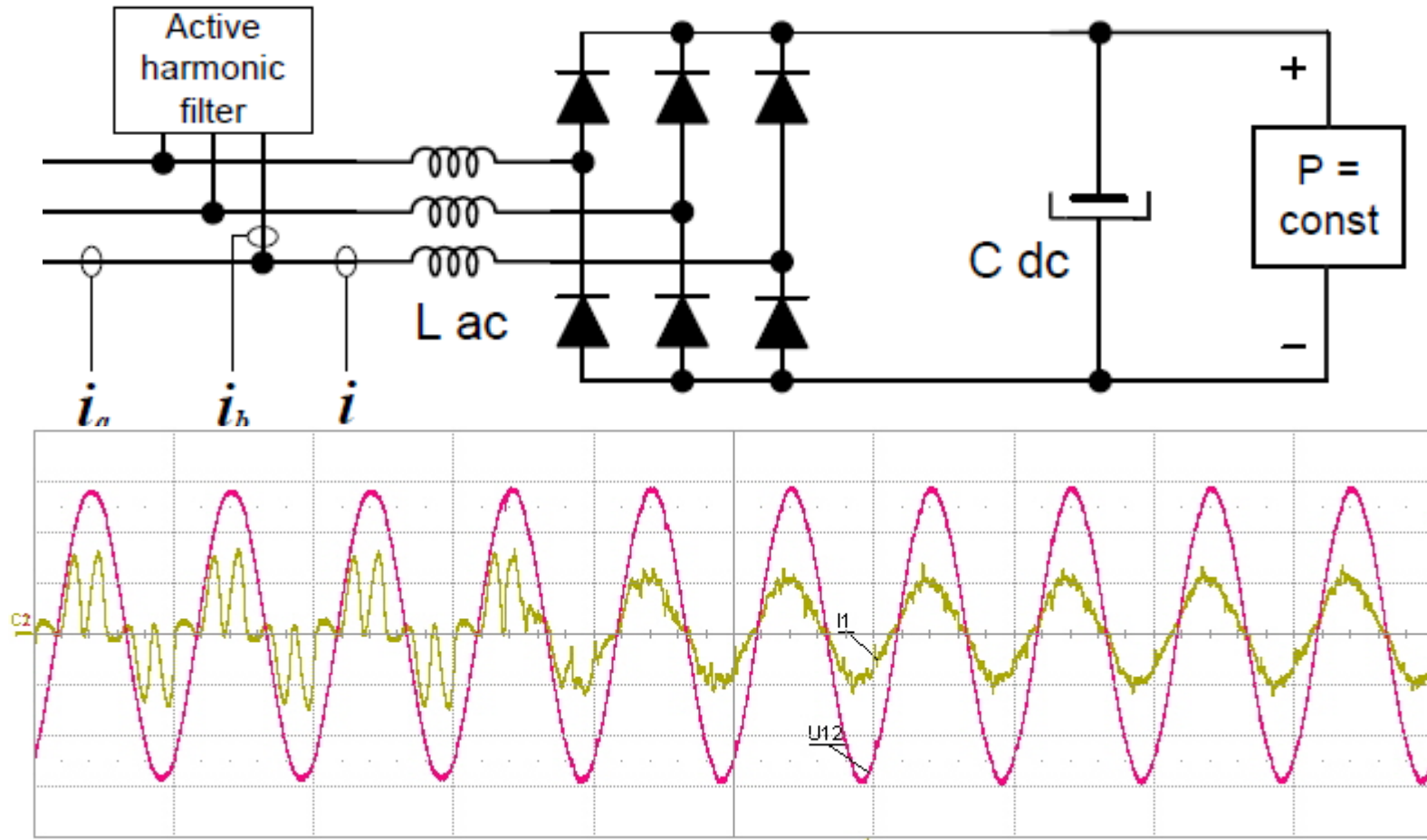
# La distorsione armonica

## Soluzione con filtro passivo



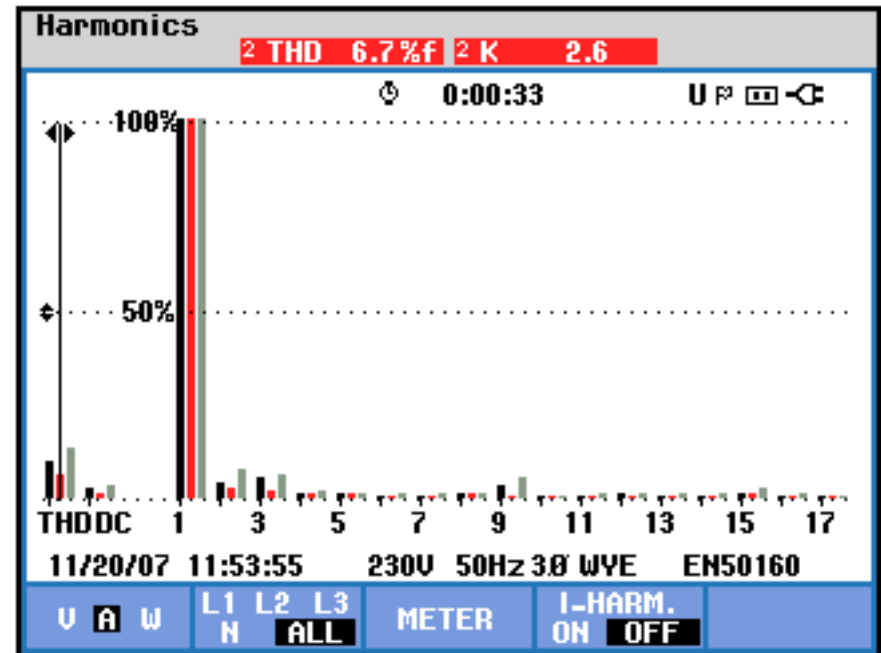
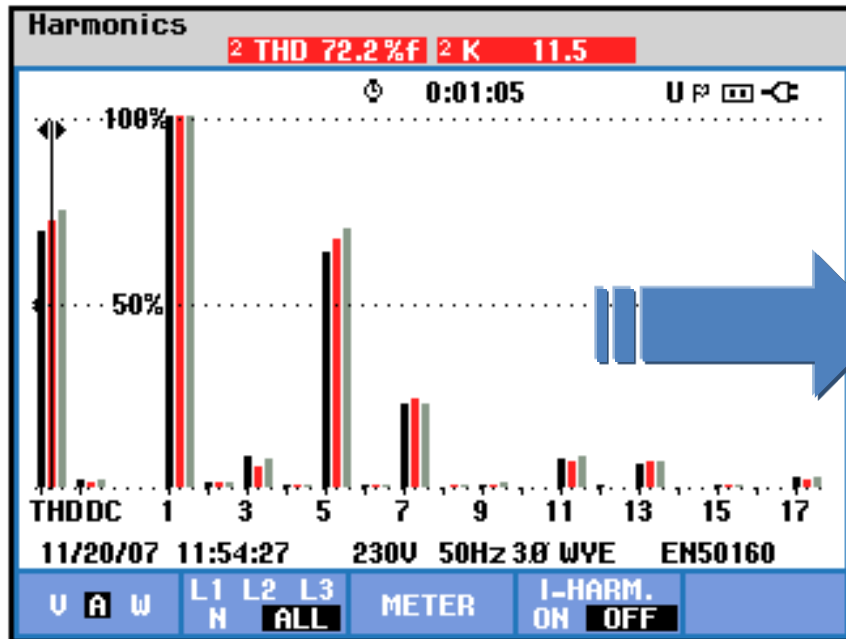
# La distorsione armonica

Soluzione con filtro attivo + L su lato AC linea



# La distorsione armonica

Soluzione con filtro attivo + L su lato AC linea



---

# L' offerta

## Marine Automation & Safe Energy

# L'offerta Marina Automation & Safe Energy

---

- Analisi preventiva di Compatibilità Elettromagnetica dell'Impianto e/o del progetto:
  - Verifica dei dispositivi che compongono il sistema
  - Studio delle soluzioni preventive
- Rilevazione strumentale
  - Verifica delle Emissioni Condotte HF
  - Verifica della Qualità dell'Energia
  - Identificazione delle Sorgenti di Interferenza
- Progettazione delle Soluzioni
  - Dimensionamento del sistema di filtraggio
  - Studio Meccanico degli ingombri
  - Studio della Installazione

# L'offerta Marina Automation & Safe Energy

---

- Installazione a Bordo:
  - Allacciamenti
  - Set-up iniziali
  - Messa in Servizio
  
- Test Finali
  - Verifica delle Emissioni Condotte HF
  - Verifica della Qualità dell'Energia
  - Stesura del Rapporto di Test

## PROPOSTA AI CANTIERI:

- Stipula di Convenzioni a Commessa
- Interventi a chiamata
- Formazione Tecniche
- Assistenza on-line

# L'offerta Marina Automation & Safe Energy

---

Speriamo con questo lavoro di aver sensibilizzato i Cantieri Navali e gli operatori del settore alle problematiche di Compatibilità Elettromagnetica che nell'ambito Navale risultano molto complesse

Safe Energy e Marine Automation si rendono disponibili per gli eventuali approfondimenti.



---

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**