

Fare i conti con l'ambiente

Rifiuti acqua energia

>Rave
nna
25/26/27
settembre 2013

6^a EDIZIONE



BC1

Condition monitoring

– *una fonte di guadagno per qualsiasi
impianto industriale.*

[ENERGETICO & AFFIDABILISTICO]

“Ottimizzazione energetica nelle imprese e nelle istituzioni”



Labmeeting



Labmeeting – Ottimizzazione energetica nelle imprese e nelle istituzioni

Diapositiva 1

BC1

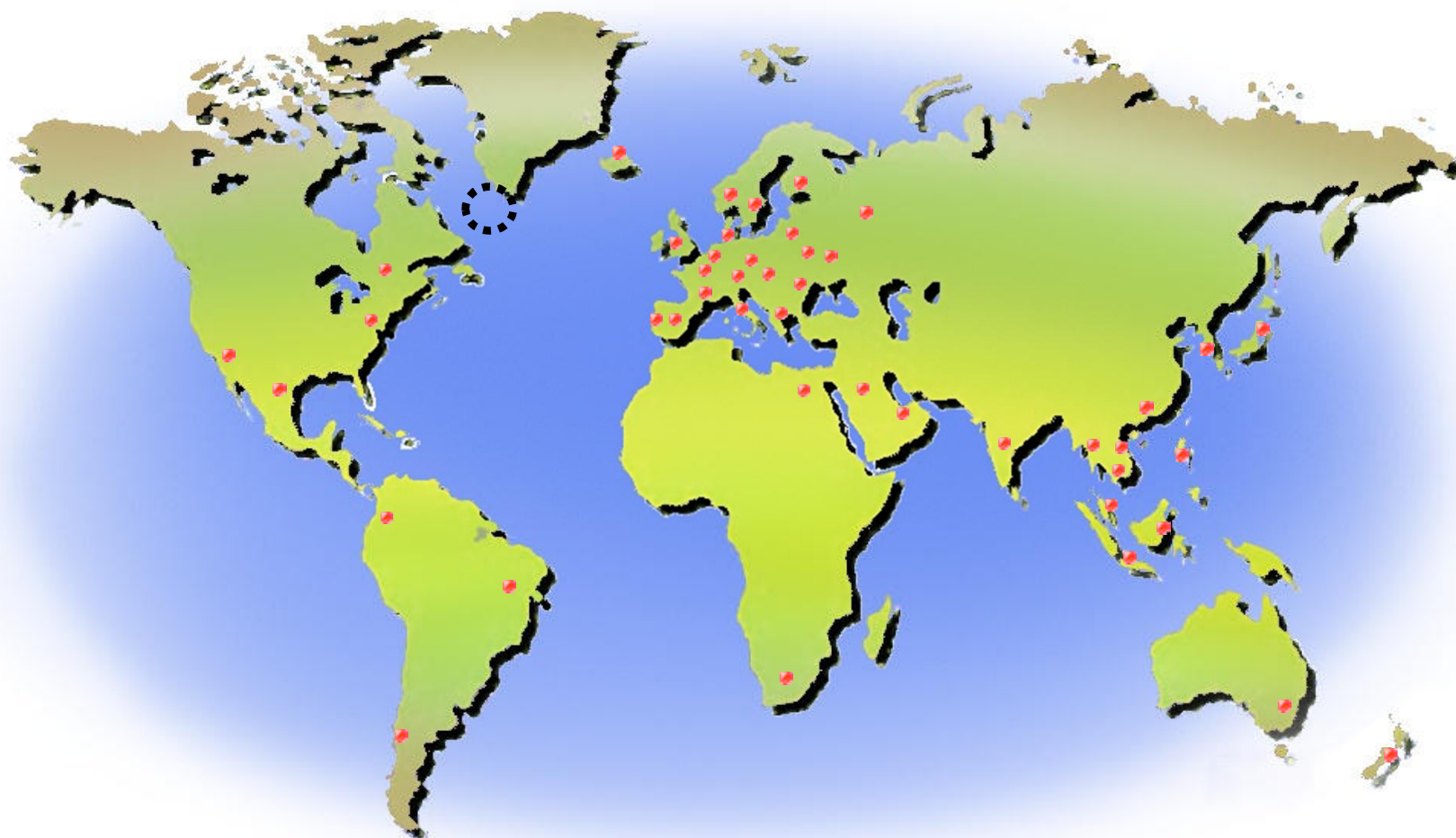
inserire i propri riferimenti

Nome e Cognome relatore

Titolo intervento

Barbara Casadei; 04/09/2013

CHI SIAMO



La nostra Missione:

Abbiamo l'ambizione di diventare un partner reale delle imprese Italiane con l'obiettivo di contribuire, con costante efficacia, al miglioramento dei processi di Manutenzione.

Questo lavoro di squadra ha come scopo l'aumento di produttività e di marginalità, che renderà il nostro cliente sempre più competitivo nel proprio settore.



Le nostre credenziali:

Alla SPM è stato affidato il compito del monitoraggio da parte di aziende d'avanguardia di tutto il mondo. Grazie a...

Trenitalia, Siemens, Hewlett Packard, FMA, SCA, BASF, Bayer, SATA, STORA, Lamborghini, Boeing, Basell, Alenia, Porsche, Werner & Pfleiderer, Marina Militare Italiana, Philip Morris, Assi Domän, BMW, Goodyear, Kimberley Clark, Barilla, Acea, Danieli, Pirelli, Atlas Copco, ABB Service, Coca Cola, Burgo, Maersk, Cementir, British Royal Navy, Royal Norwegian Navy, Nesté, Solvay, Ansaldo Akzo Nobel, Edipower, Heineken, Plastipak, Aventis, Hyundai, Samsung, Fiat, Hydro Aluminium, ABB Motors, Airliquide, Procomac, Glaxo, Alpiq, Costa Crociere, Gruppo Fedrigoni, Saipem, Beltrame, Snam, Bridgestone, Enel, Proctor & Gamble, Xerox, Georgia Pacific, Alcoa, Voest-Alpine, Novartis,
.....e molti altri.



Perché il monitoraggio delle condizioni operative dei macchinari?

[Condition Monitoring]

- Incremento dei ritmi di produzione
- Riduzione continuata dei costi
- **Risparmio energetico**
- Intollerabilità economica degli arresti nella produzione
- Aziende di successo offrono una produzione affidabile (qualità e immagine, certificazione)



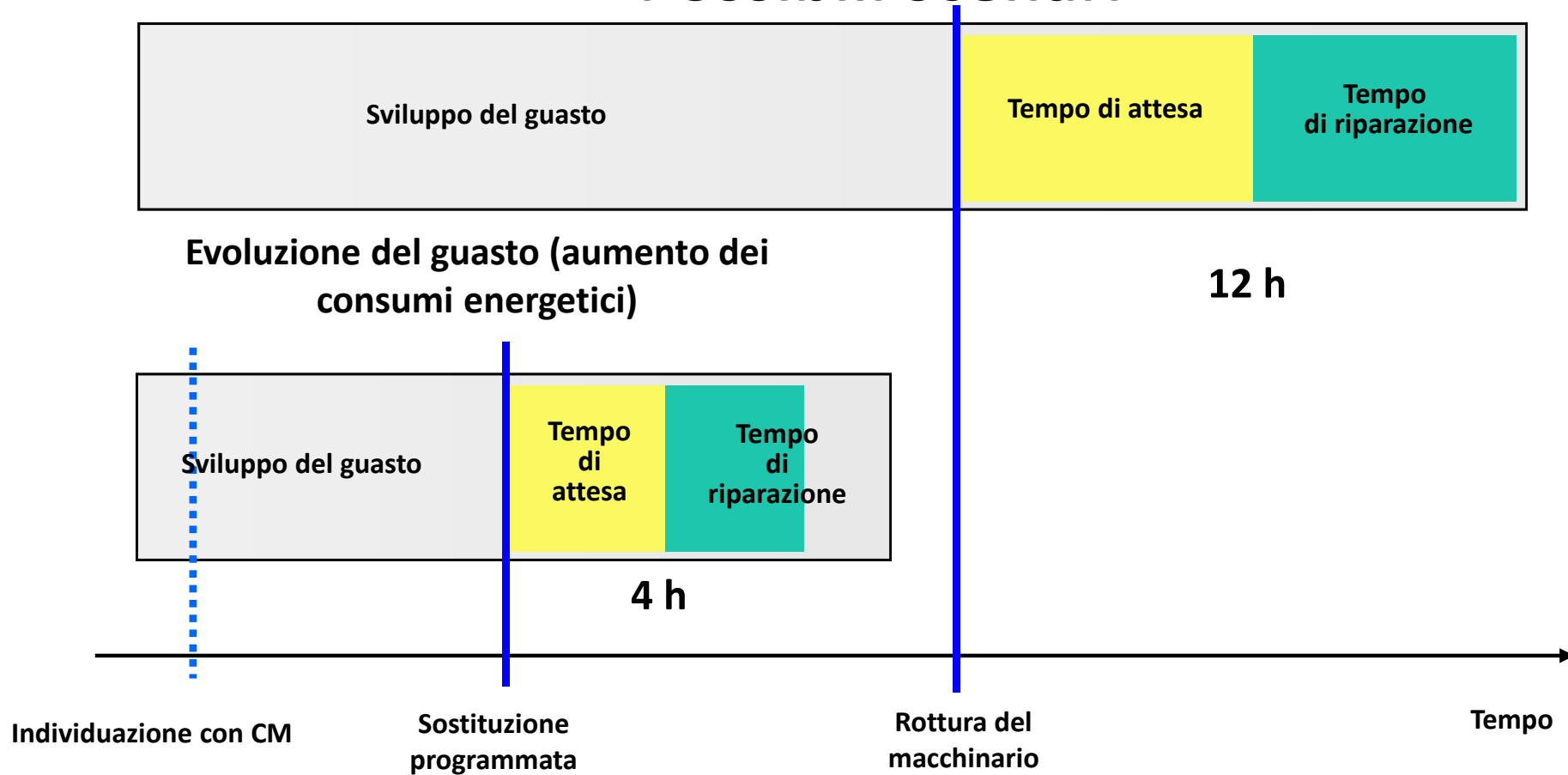
Possibili scenari



Il principale argomento a favore del condition monitoring è la considerevole riduzione dei costi determinata dalla riduzione del tempo impiegato in una riparazione necessaria. Difatti, una riparazione programmata significa minor tempo di attesa e minor tempo per effettuare il lavoro.



Possibili scenari



A questo bisogna aggiungere il costo del danno che deriva da una fermata non programmata dell'impianto..



Possibili scenari



Ma quasi sempre si sottovaluta l'energia dissipata dal guasto sin dalla sua origine



Possibilità nascoste:

[Una corretta strategia manutentiva deve essere condivisa e parte di una visione allargata in tutte le aree di una azienda]



Spesso i costi di manutenzione messi a budget sono solo la punta dell'iceberg. I costi reali, molte volte sotto forma di mancati guadagni, sprechi, o riemergono in qualche altro budget.



TECNICHE DIAGNOSTICHE



Metodo SPM®



Condizioni dei cuscinetti
Lubrificazione dei cuscinetti

Intensità delle vibrazioni



Sbilanciamento
Difetto di allineamento
Parti allentate
Debolezza strutturale

Metodo EVAM®



Danni agli ingranaggi
Analisi FFT

Motortesting



Analisi elettriche
MCA - ESA



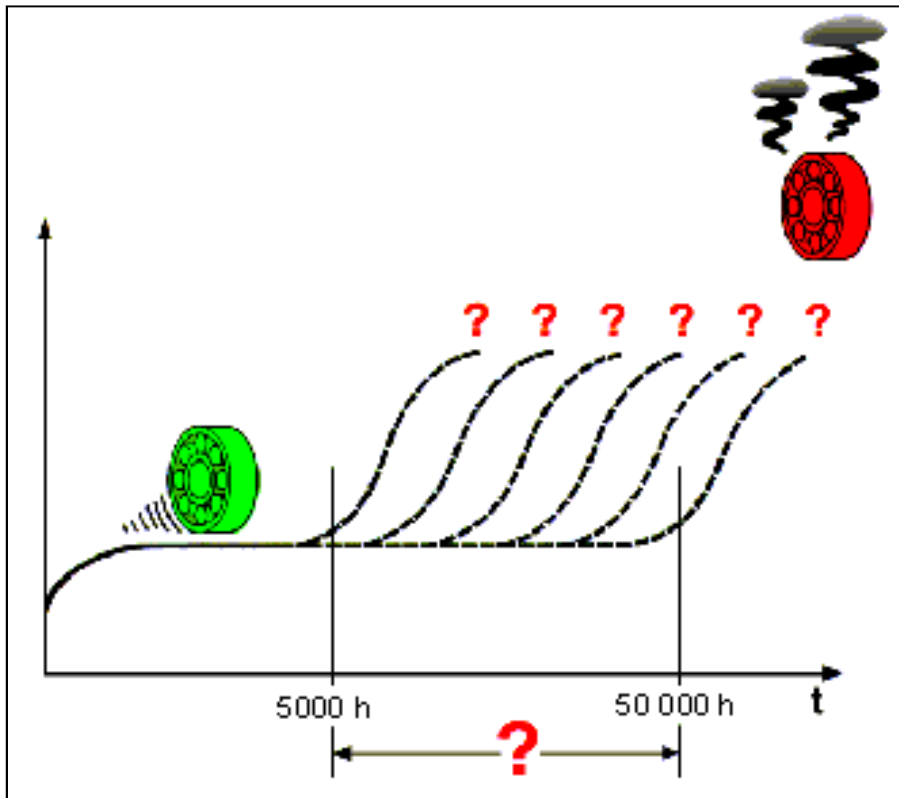
SPM[®]

Il metodo brevettato
degli impulsi d'urto

SPMHD



LA DURATA DI UN CUSCINETTO NON È PREVEDIBILE SENZA UN ADEGUATO MONITORAGGIO



La manutenzione programmata è inefficiente per i cuscinetti, poiché la durata di servizio del singolo cuscinetto non può essere prevista.

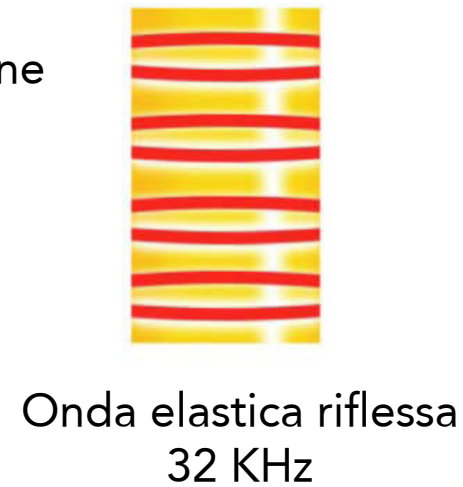
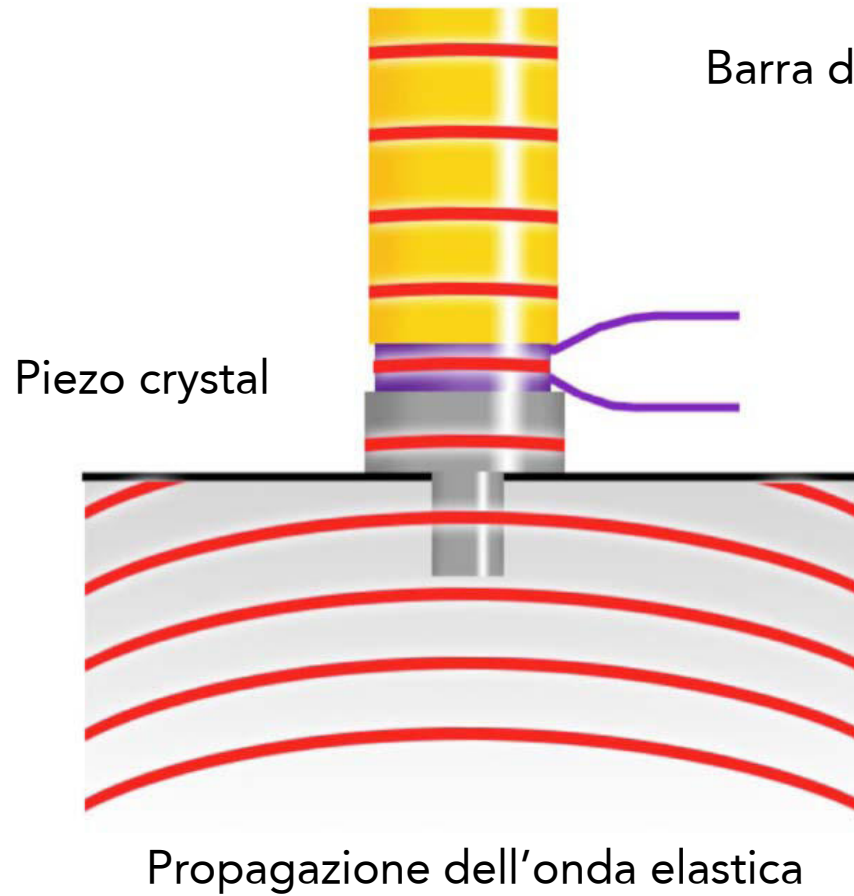
La sostituzione basata sulla vita di catalogo del cuscinetto L10 implica:

- L'accettazione di un tasso statistico di guasti del 10% dei cuscinetti prima della data stabilita per la sostituzione.
- Un grande spreco rispetto alla durata potenziale dei cuscinetti. La maggior parte dei cuscinetti rimossi sarà in perfetta regola per quanto riguarda il funzionamento.
- Trascurare completamente i fattori che riducono la durata dei singoli cuscinetti ed il loro impatto energetico in una data applicazione, come una scarsa lubrificazione, l'eccessiva vibrazione, lo scarso allineamento dell'albero, ecc.

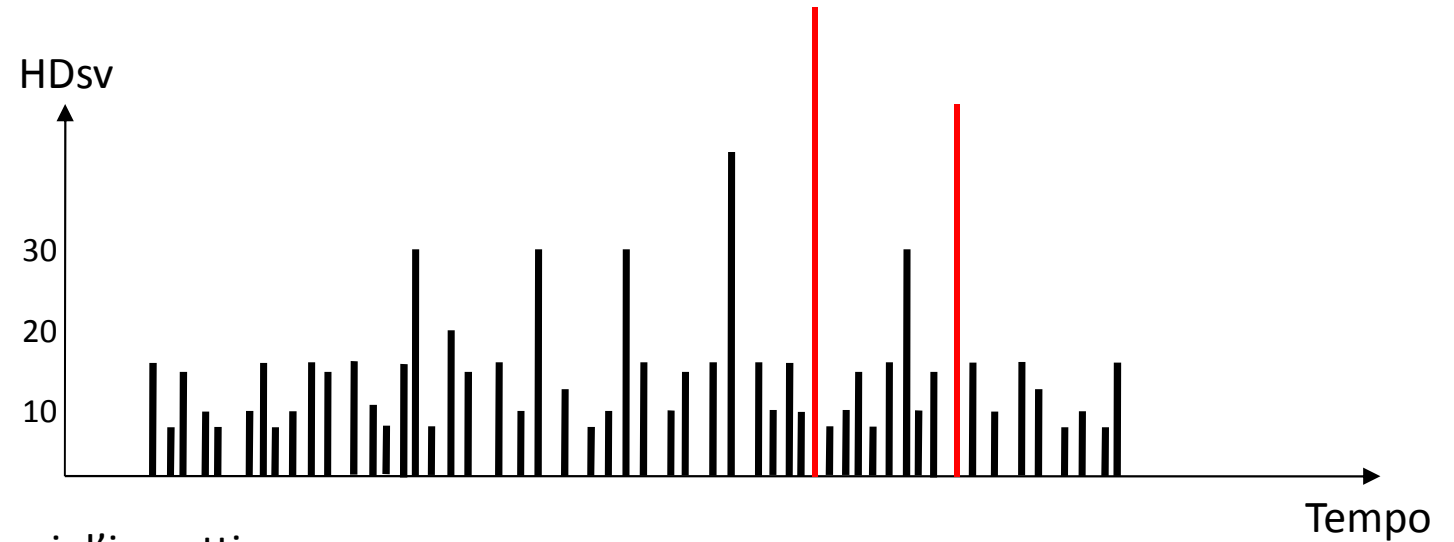
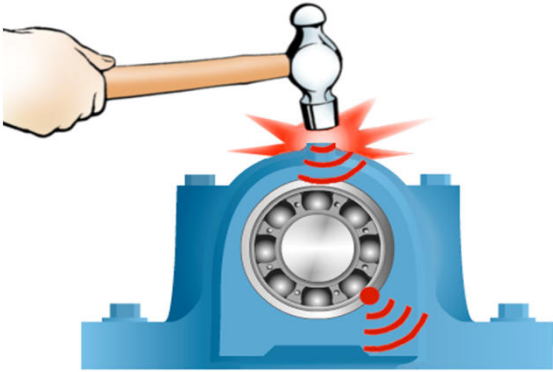
A parte il costo del materiale e del lavoro, c'è il rischio di guasti per l'installazione ogni volta che un cuscinetto viene sostituito.



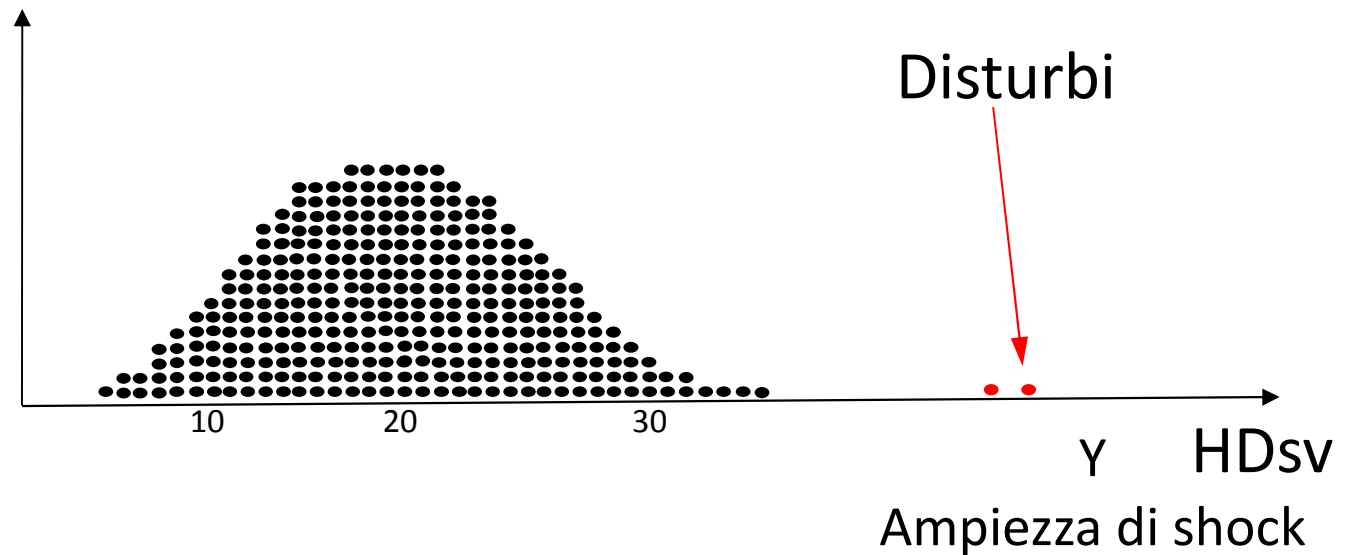
Shock Pulse Method



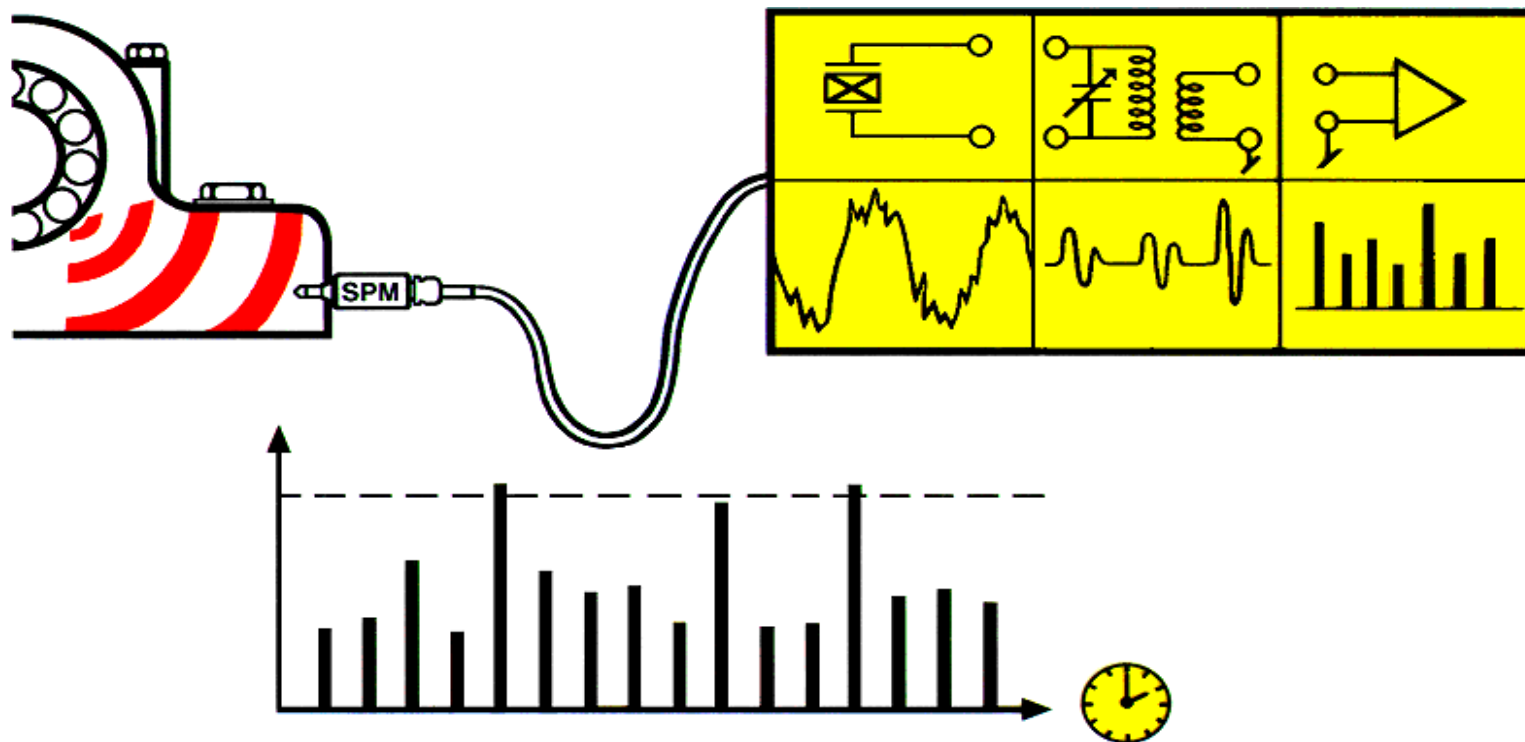
Impatti casuali vengono filtrati



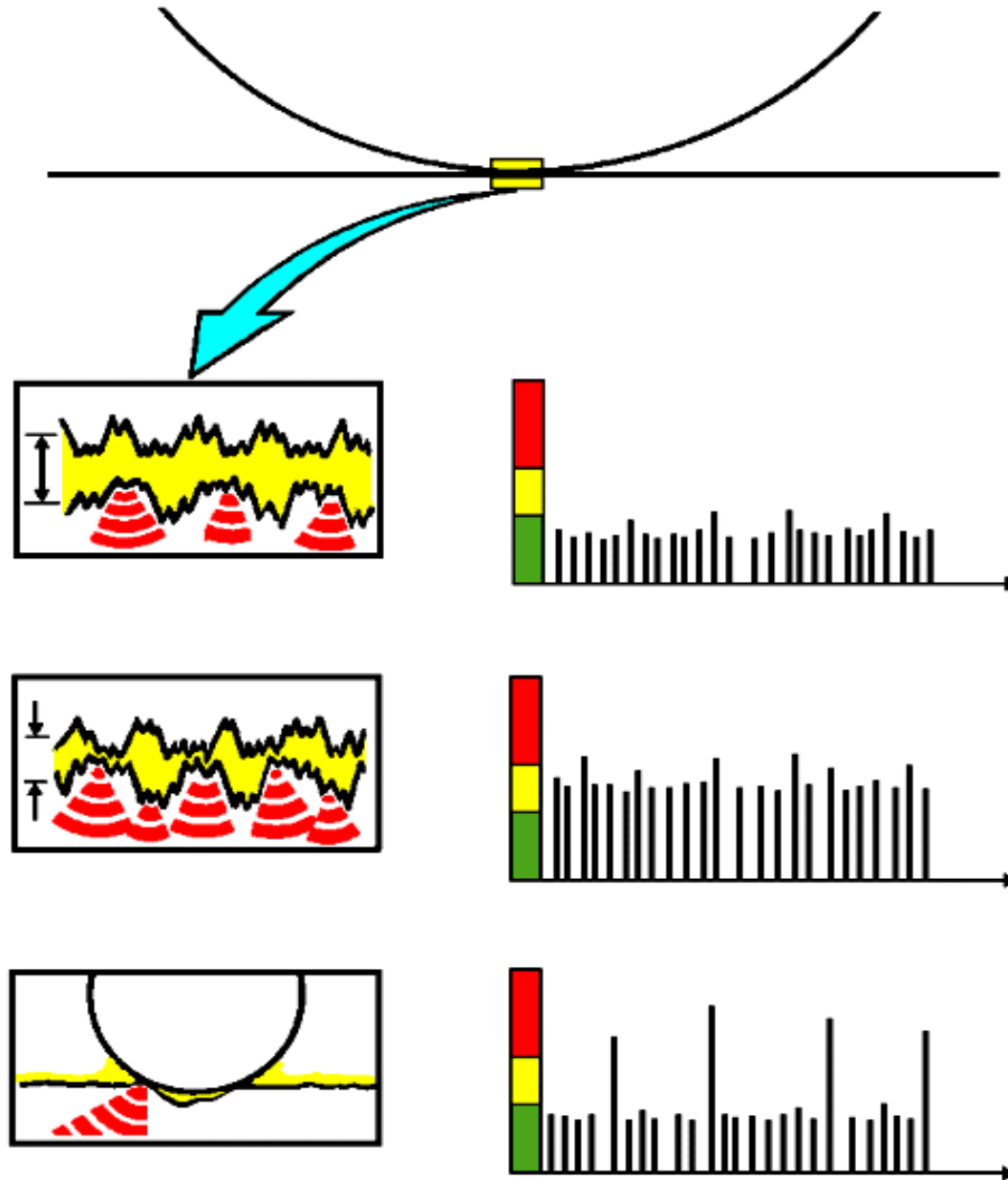
Numeri d'impatti
X



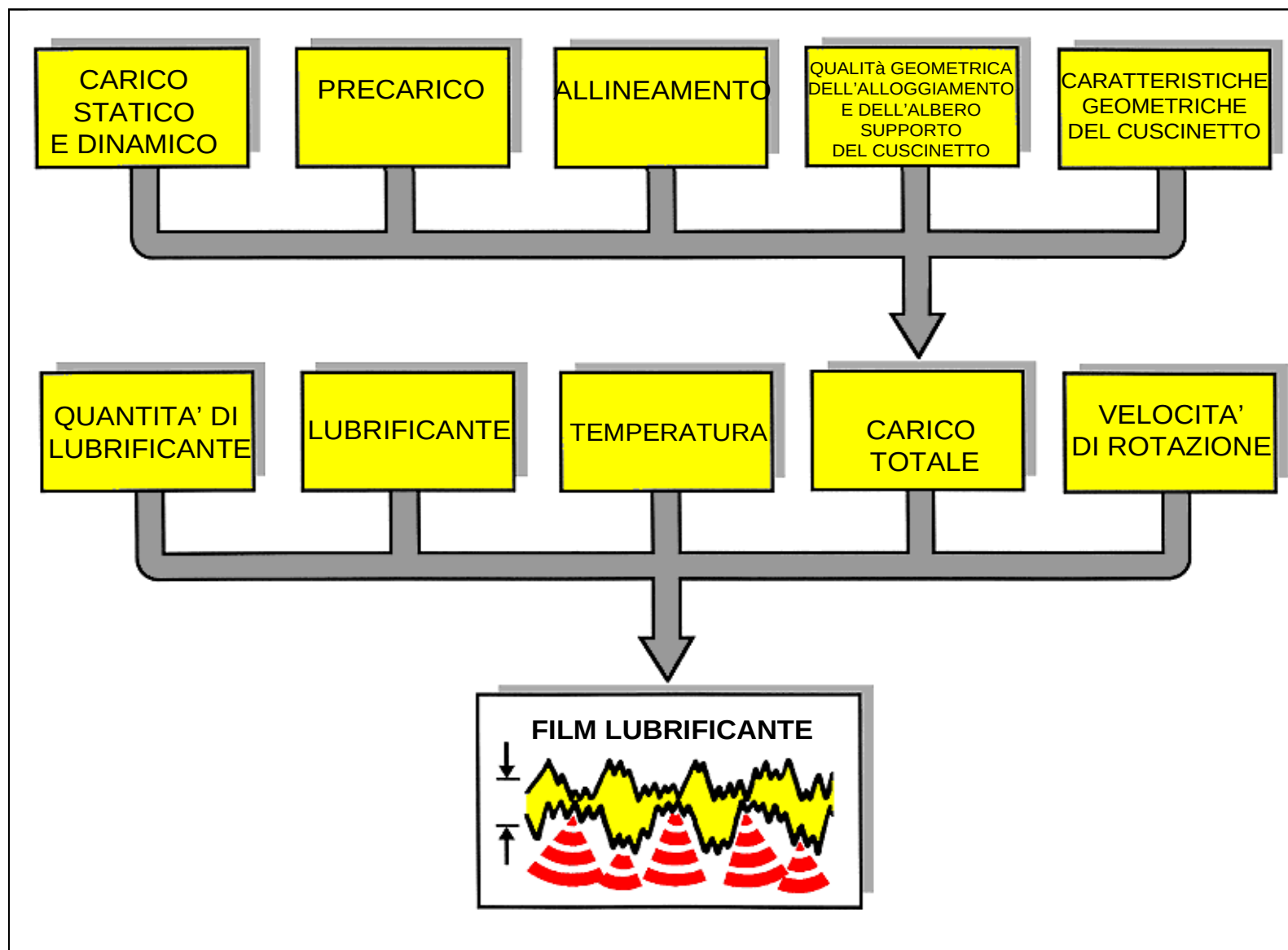
Processing shock pulse signals.



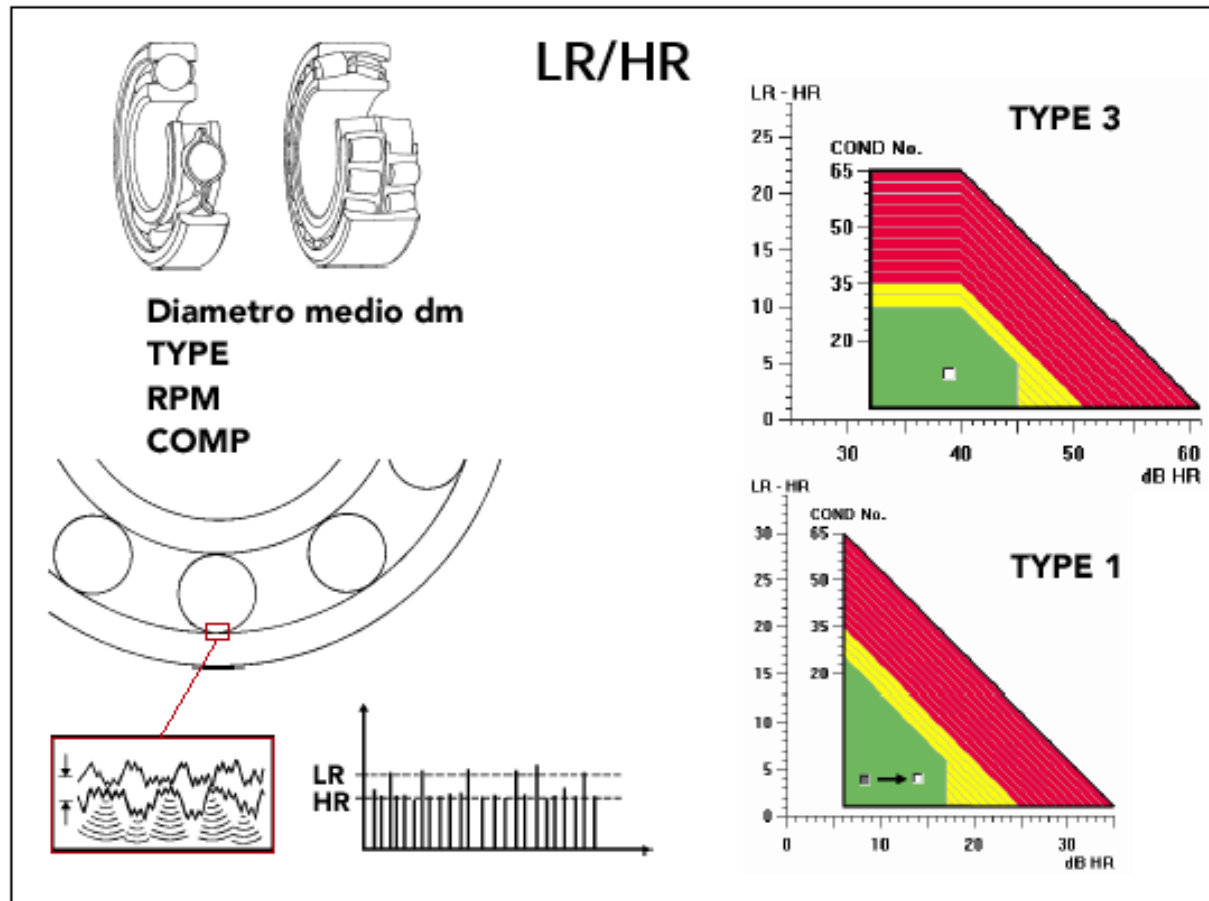
Generazione di shock sotto la zona caricata dei cuscinetti volventi



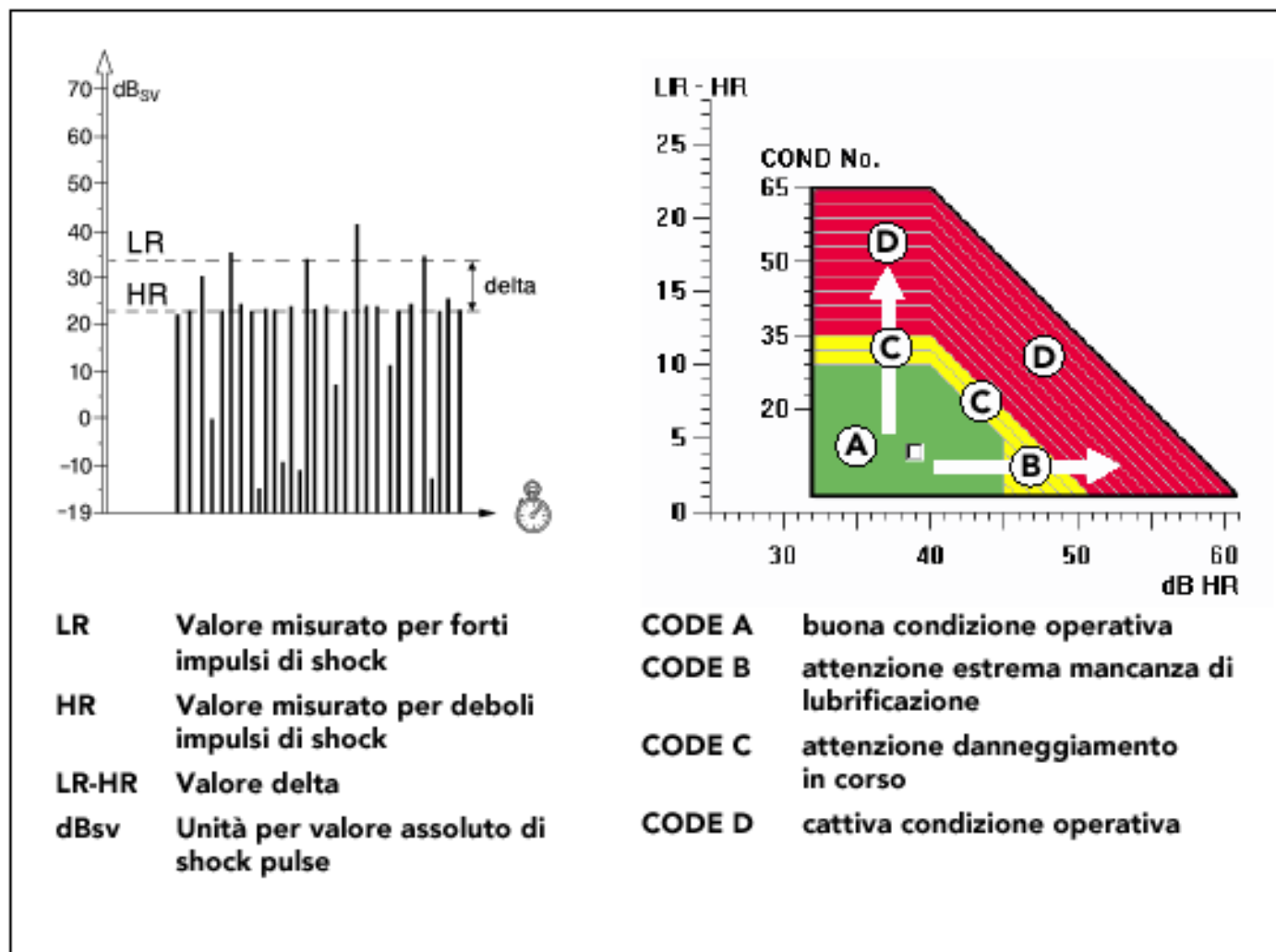
FATTORI CHE INFLUENZANO IL FILM LUBRIFICANTE



Caratterizzazione del cuscinetto (Metodo SPM)



Valutazione della condizione operativa (Metodo SPM)



Impatto energetico della lubrificazione

Esempio di un cuscinetto volvente mal lubrificato

Calcolo perdite per attrito nei cuscinetti:

$\text{Watt} = \text{carico (kg)} * \text{diametro foro (m)} * \text{rpm} * f$

f = coeff. Dipende dal tipo di olio (valore tipico 0.005)

•Carico agente sul cuscinetto	100 kg
•Diametro foro	65 mm (0,065 m)
•Giri motore	3000 rpm
•Perdite calcolate	Watt = 97 watt



Impatto energetico della lubrificazione

Esempio di un cuscinetto volvente mal lubrificato

- Ore lavorate anno 6000 h
- Consumo energetico annuo per effetto di una lubrificazione standard = $0.097 \text{ kW} \times 6000 \text{ h} = 582 \text{ kWh}$

Un cuscinetto mal lubrificato può avere valori di f pari a 3-4 volte il valore normale; si avrà:

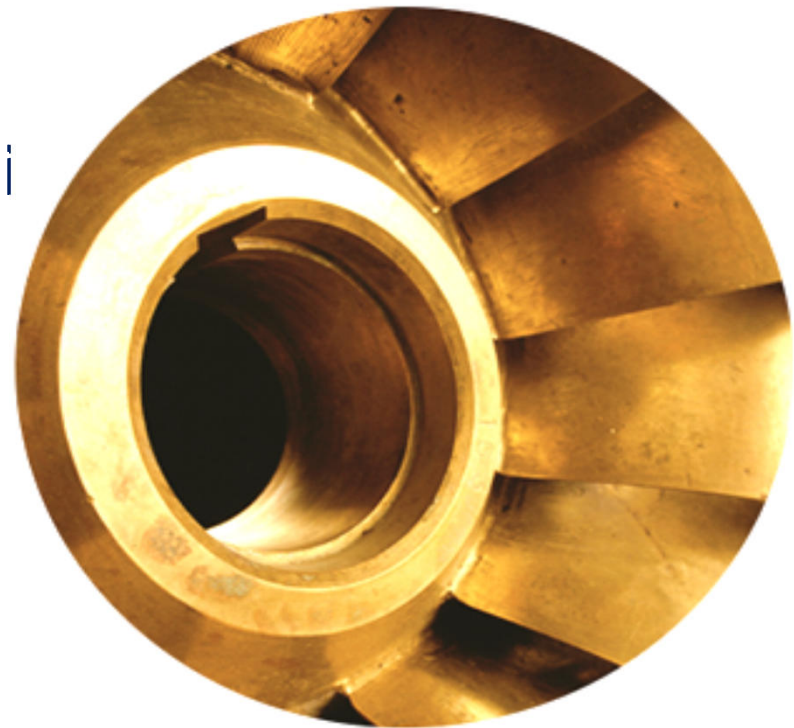
$582 \times 3 = 1746 \text{ kWh /anno in più per effetto di una inadeguata lubrificazione equivalenti a :}$

$1746 \text{ kWh} \times 0,130 \text{ €/kWh} = 226 \text{ €/anno in più per un solo cuscinetto !}$

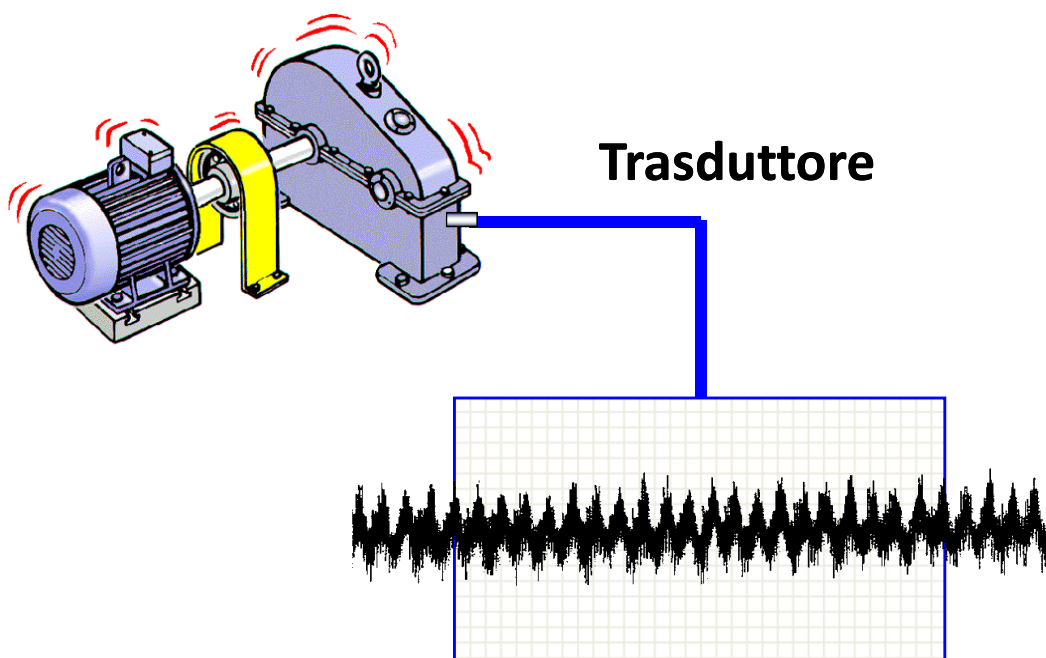


VIB

**Intensità delle vibrazioni
[ISO 10816]**



Definizione di Vibrazione



In ogni macchina ROTANTE, la parte della forza che effettua il lavoro agisce **SULLA SUA MASSA**. Poiché nessuna struttura o macchina è perfettamente rigida, qualsiasi forza che agisce su di essa causerà vibrazione, OVVERO UN MOVIMENTO PERIODICO NELLO SPAZIO DELLA MASSA INTORNO IL SUO PUNTO DI EQUILIBRIO.



Normative ISO 2372 - 10816

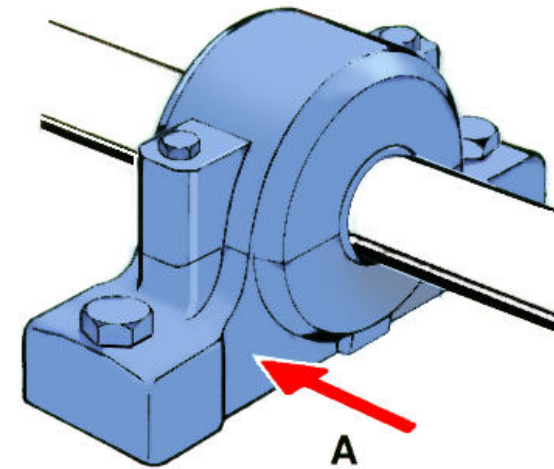
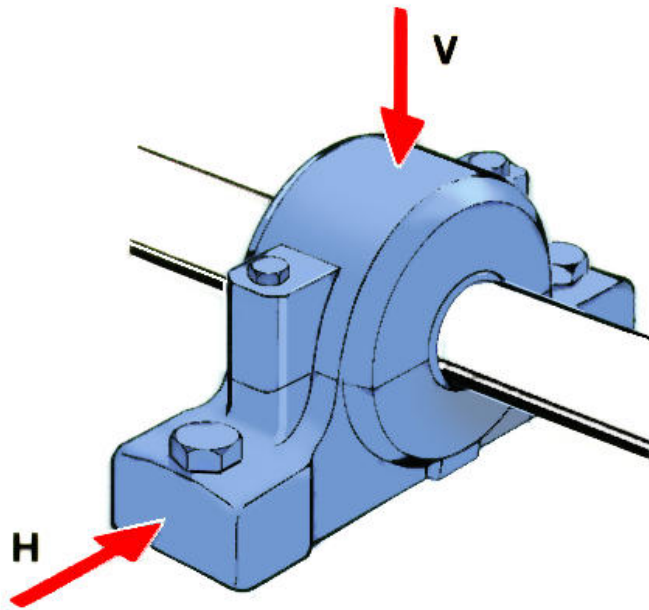
- Le letture della severità di vibrazione sono utili per una valutazione generale delle condizioni della macchina e del suo impatto energetico.
- Le macchine industriali devono essere suddivise in sei classi di vibrazione e vi sono dei valori limite per condizioni buone, accettabili e cattive.

ISO 2372 10-1000 Hz

ISO 10816 2-1000 Hz



Direzione della misurazione: esempio



ISO 2372 - 10816

	I	II	III	IV	V	VI	mm/s RMS
71							100
45							50
28							20
18							10
11							5
7,1							2
4,5							1
2,8							0,5
1,8							
1,1							
0,7							
0,5							
0,3							

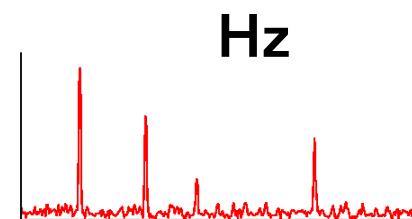
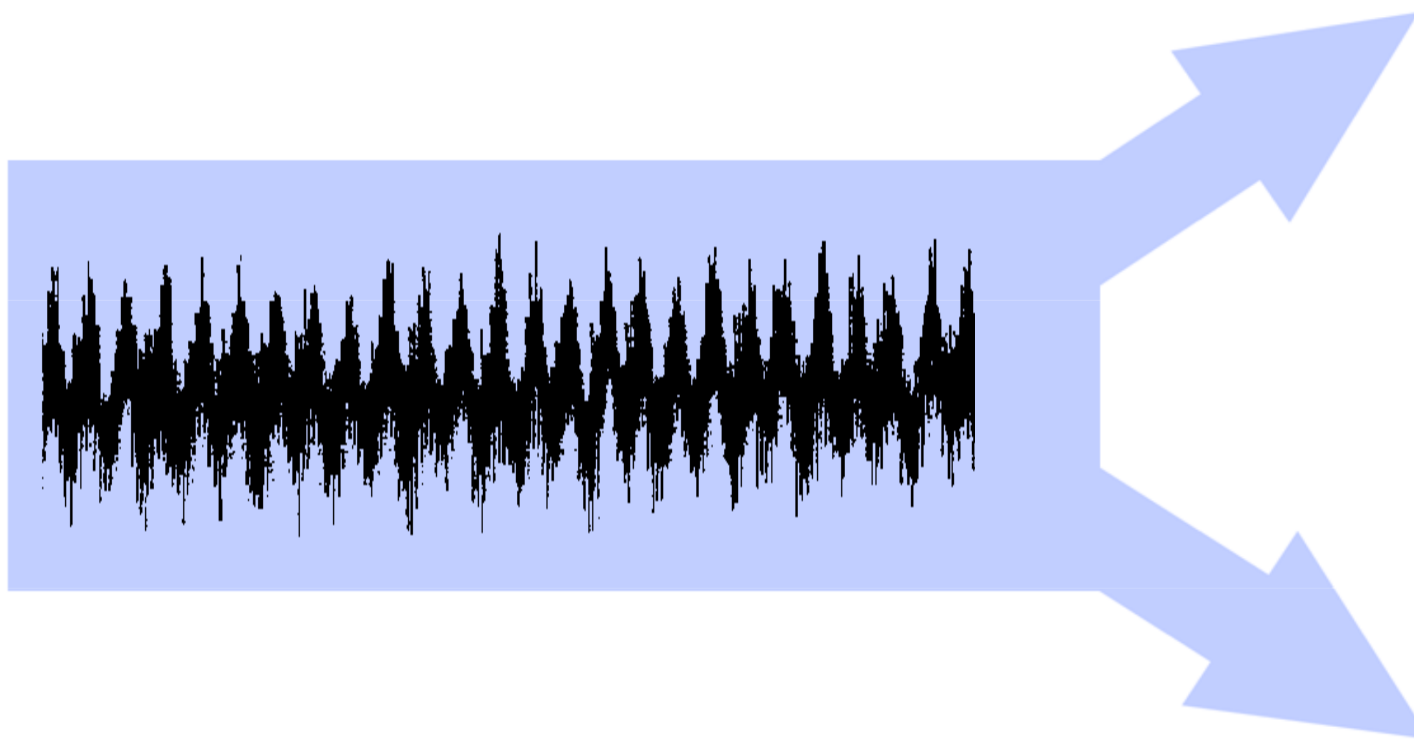


EVAM[®]

Metodo
dell'analisi
valutata
delle vibrazioni



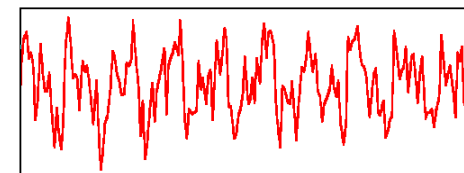
Due modi per descrivere la vibrazione



Hz

**Dominio della
frequenza**

Dominio del tempo

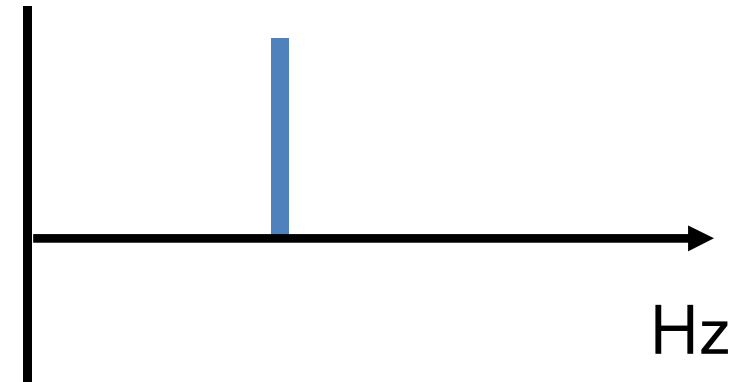
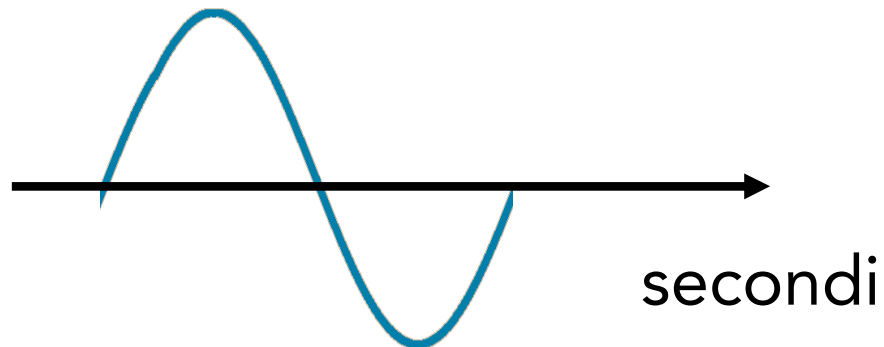


secondi

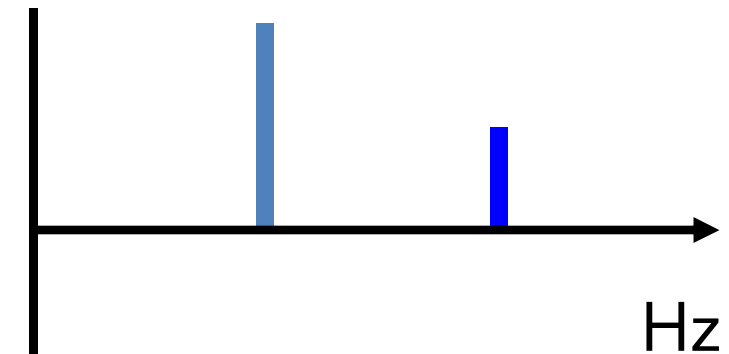
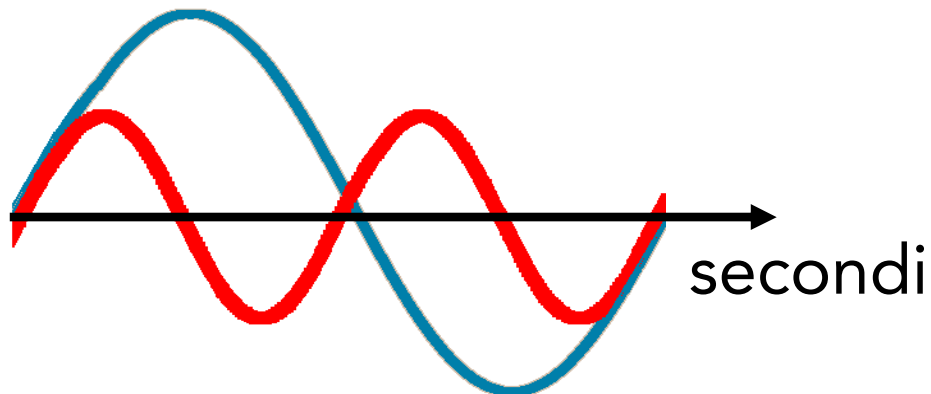


Frequenze di onde sinusoidali

Sinusoide pura



2 sinusoidi

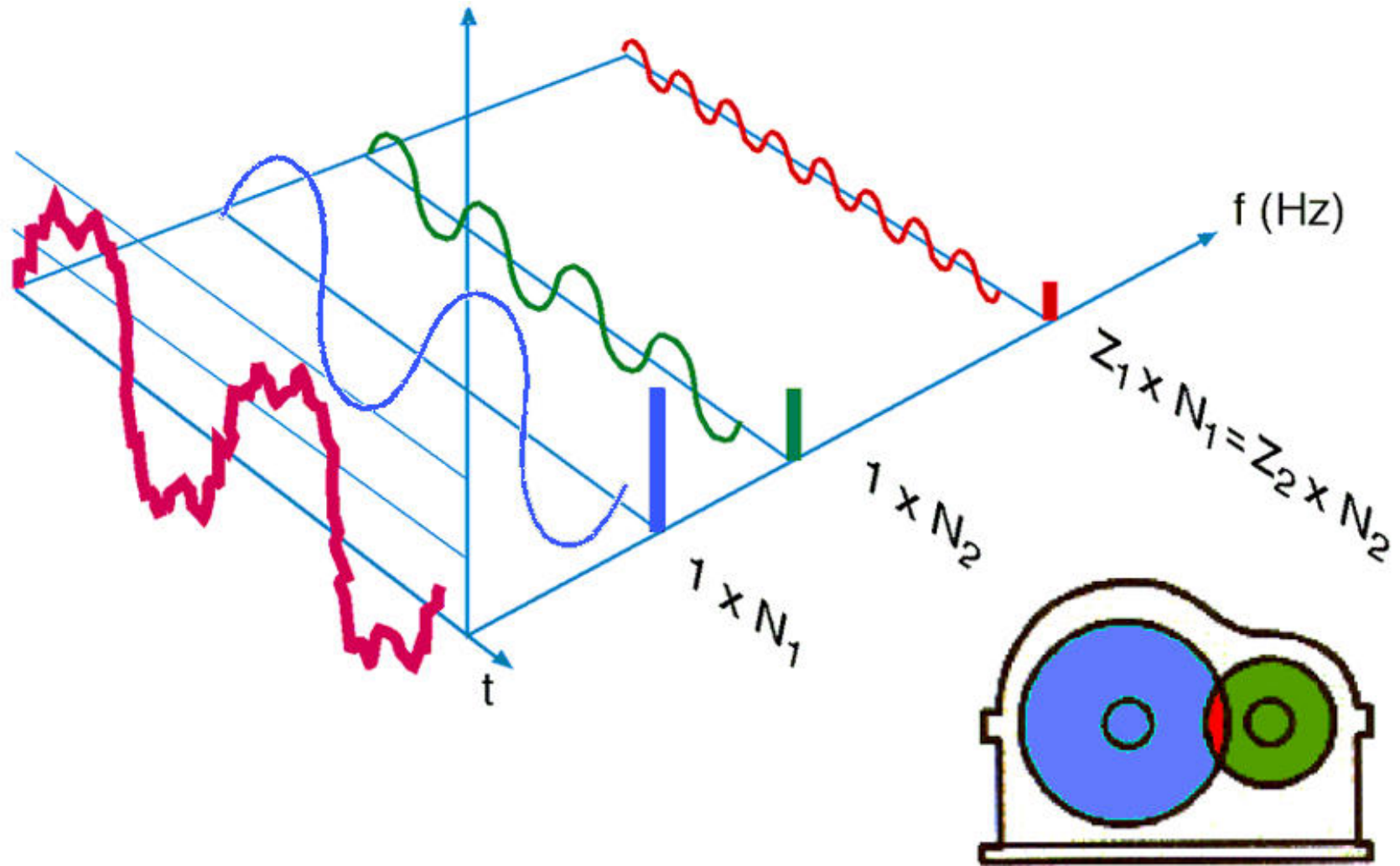


Dominio del
tempo

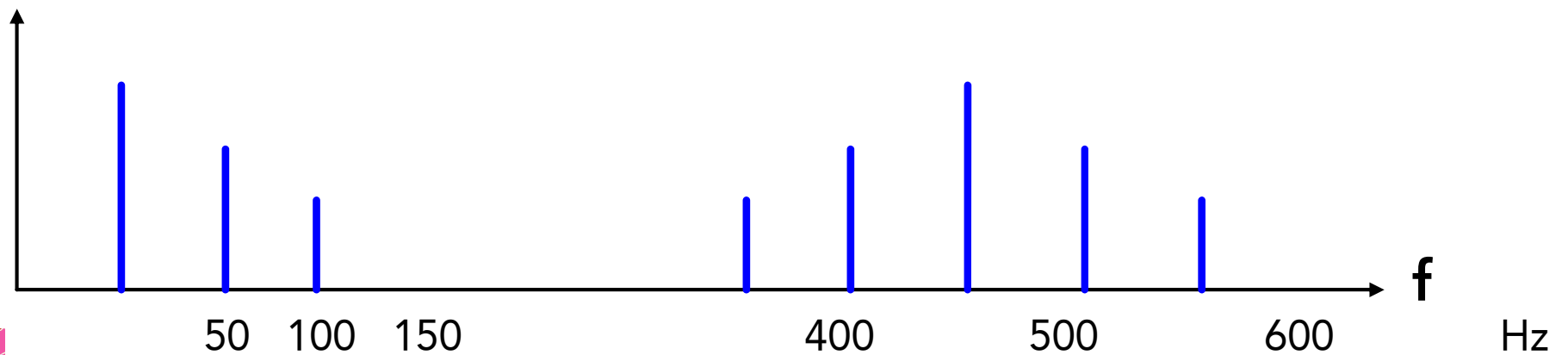
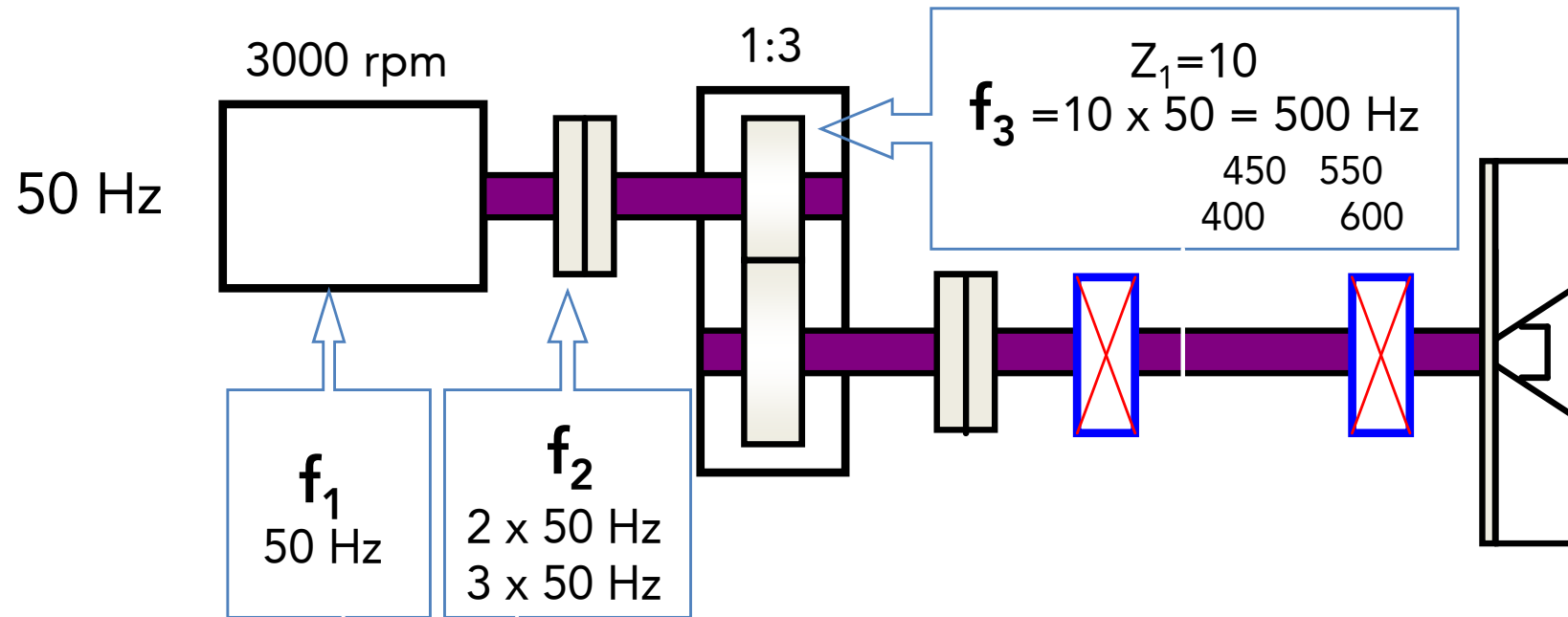
Dominio della
frequenza



Frequenze caratteristiche di parti di macchine



Applicazione pratiche: Metodo EVAM



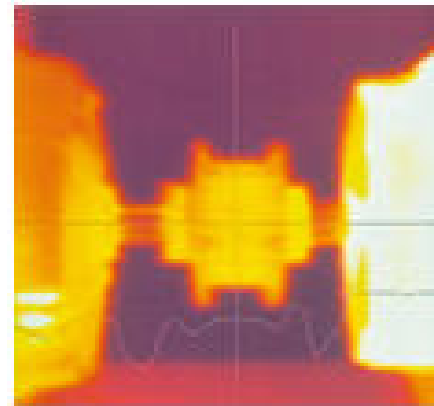
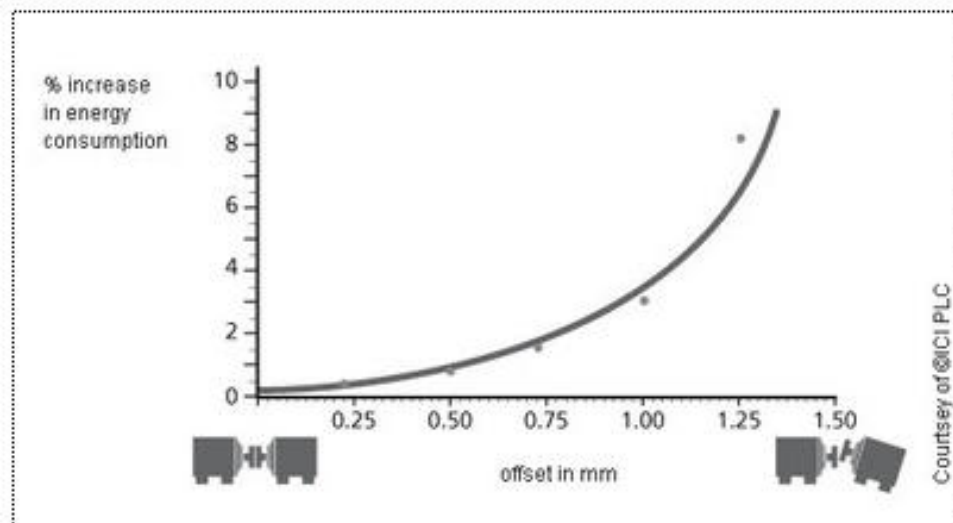


Impatto energetico della vibrazione

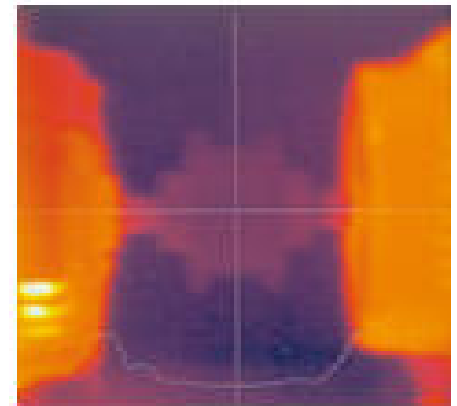
Producono:

- Aumento di vibrazioni
- Riscaldamento dei cuscinetti e dei giunti meccanici

Tutte queste situazioni generano un calo del rendimento



Outside alignment tolerance



Within alignment tolerance





MOTORTESTING

Manutenzione su condizione di
motori elettrici

Opportunità di efficientamento
energetico



Necessità di avere un programma di Motor Testing

- Verificare la condizione di un motore elettrico prevenendo i fermi inattesi
- Stimare la vita residua del motore ai fini della programmazione delle attività di manutenzione
- Individuare opportunità di recupero energetico



Scenari tipici di impiego del Motor Testing

- Motore nuovo che si guasta al primo avviamento
- Motori giacenti a magazzino dei quali non è nota la reale condizione.
- Verificare un motore appena acquistato o revisionato
- Motore appena riparato che non funziona
- Individuare se il guasto è di natura elettrica o meccanica.
- Difficoltà a determinare se il problema risiede nel motore, nelle connessioni, nell'azionamento o nei cavi. Individuare ciò che NON è guasto
- Verificare se i problemi provengono dalla qualità dell'alimentazione elettrica
- Verificare se il motore elettrico ha un consumo energetico corretto



Aumentare l'affidabilità ed efficienza degli impianti

- Off-line testing con Motor Circuit Analysis (MCA)
 - Test a motore de-energizzato
- On-line testing con Electrical Signature Analysis (ESA)
 - Test con motore in marcia



Evolversi del guasto

- Il guasto non è un evento che nasce all'improvviso, ma evolve nel corso del tempo.
- Quando il guasto diventa evidente (fumo che esce dalla carcassa), tutti sono in grado di diagnosticarlo.
- Lo spreco energetico si attiva con la genesi del guasto.



Evolversi del guasto

- Il guasto ad un motore elettrico è inevitabile e solo questione di tempo

Video ripreso
all'avvio di un
motore elettrico.

Molti dei guasti
nascono come
filo-filo e poi
terminano in
guasti terminali.

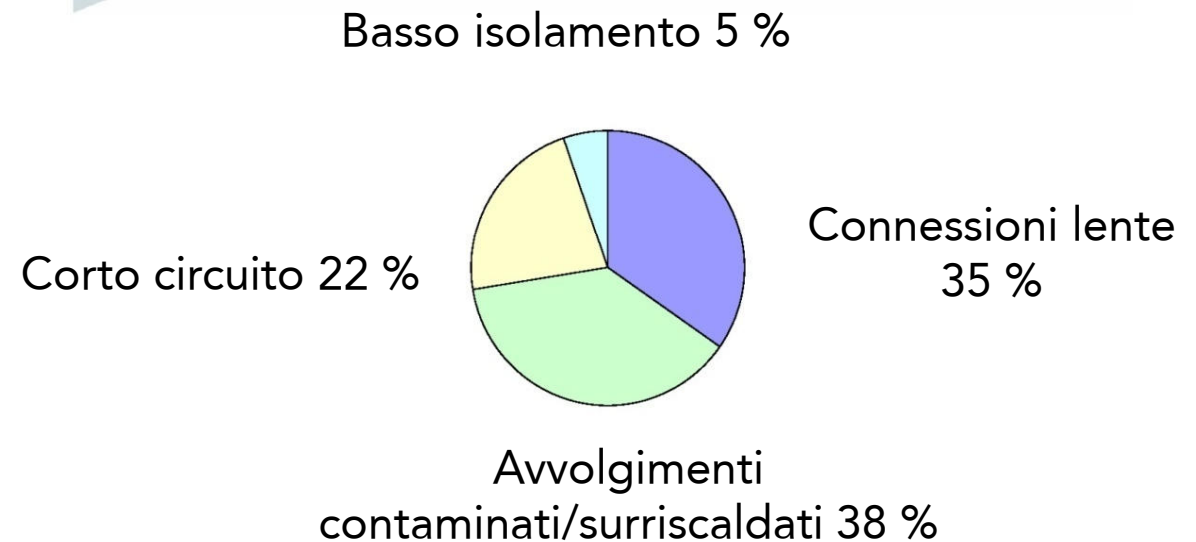
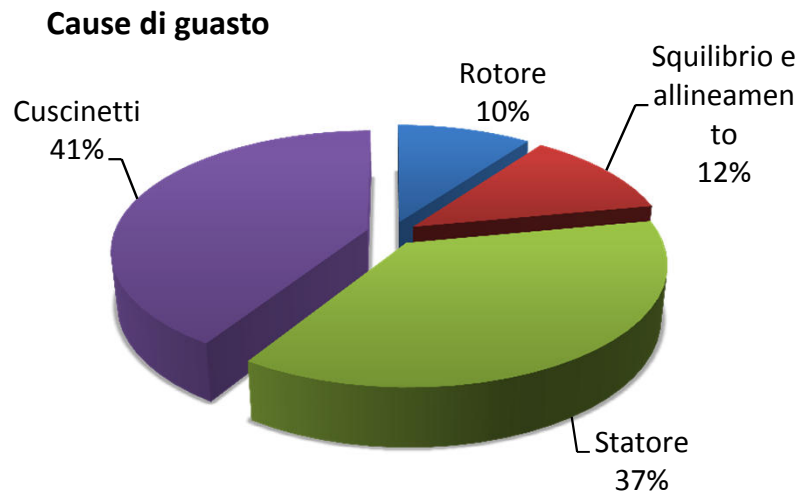


Evolversi del guasto nel motore elettrico

- Nascono come spira-spira nelle zone fuori dalle cave
 - Maggiori sforzi e minore isolamento
- Iniziano piccoli e degradano rapidamente
- Non guariscono (evolvono in guasti terminali)
- Fattori acceleranti:
 - Sovraccarico
 - Frequenti avvimenti
 - Cattiva power quality
 - Vibrazioni
 - Contaminazione
 - Età, Calore, Inverter



Cause di guasto di un motore elettrico



TECNICHE DI MOTOR TESTING DI TIPO STATICO (off-line) MCA



Macchine verificabili con il Motor Testing MCA

Motori AC/DC

Generatori/Alternatori

Macchine utensili

Servo Motori

Motori di trazione AC/DC

Trasformatori di misura

Trasformatori di potenza

(potenzialmente di qualsiasi taglia)



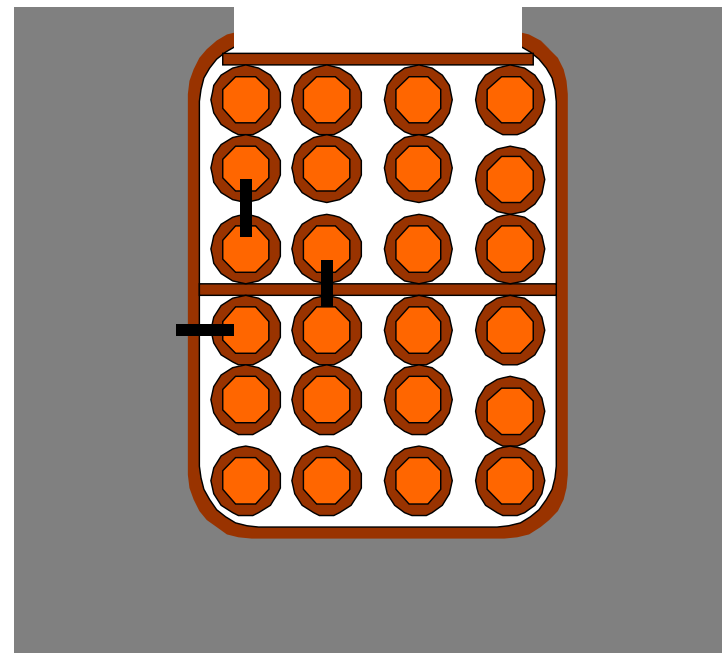
Grandezze impiegate MCA

- **Resistenza**
- **Impedenza**
- **Induttanza**
- **Capacitanza**
- **Angolo di fase**
- **Rapporto Corrente/Frequenza**
- **Forma d'onda rotorica**



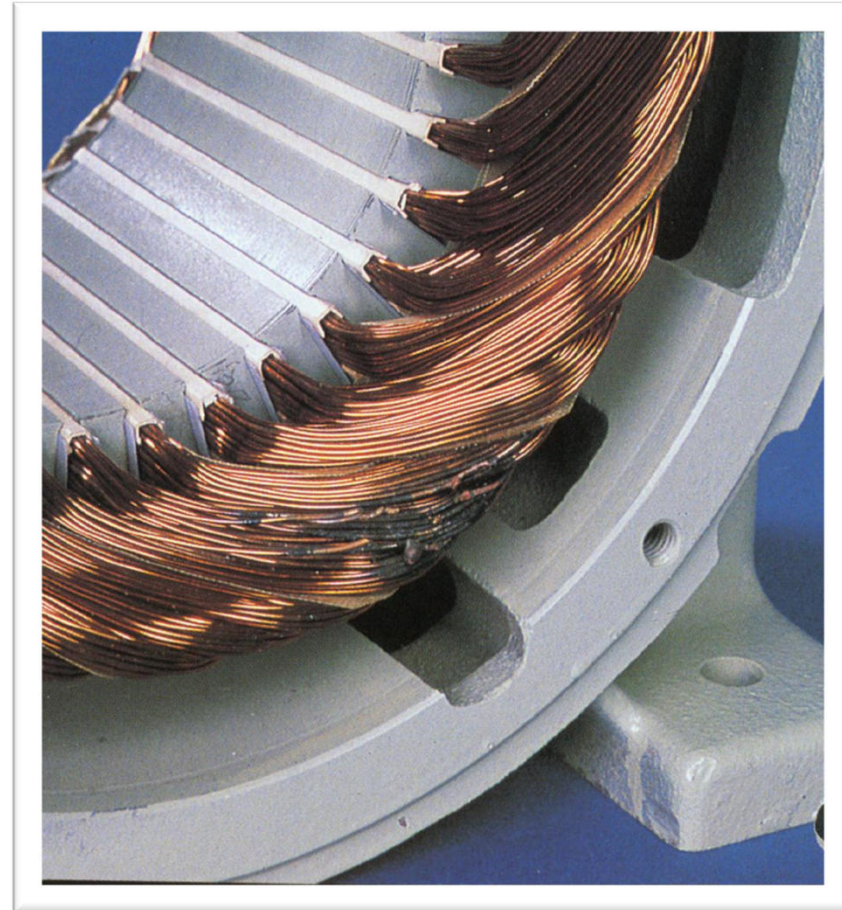
Tipi di guasto agli avvolgimenti

- **Spira-Spira della stessa matassa della stessa fase**
- **Matassa-Matassa della stessa fase**
- **Tra spire di fasi diverse**
- **Verso terra**



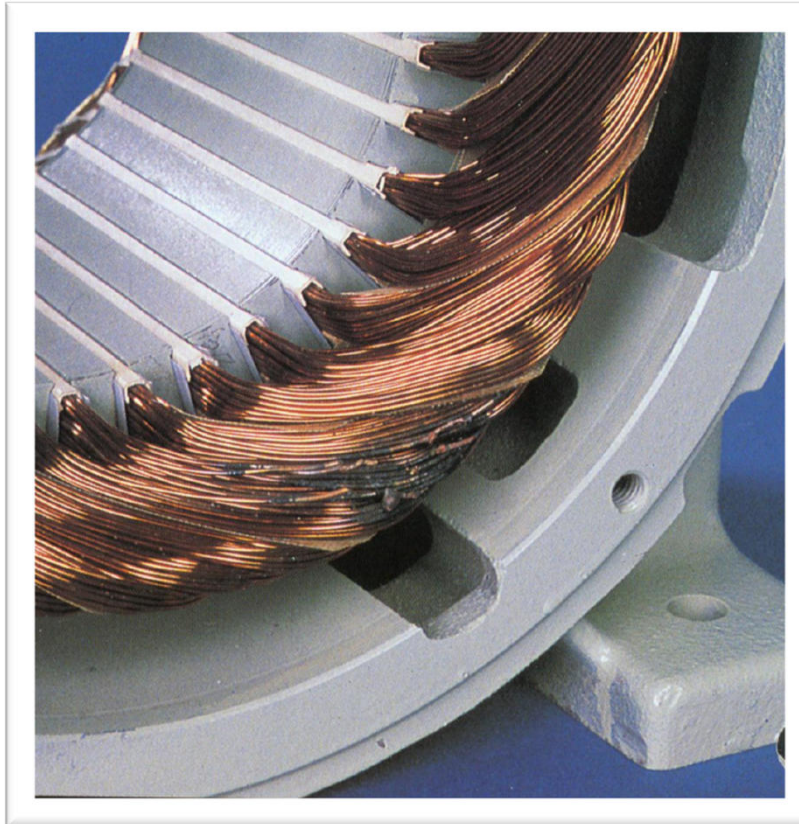
Guasti spira spira

- Stress meccanico elevato
- Isolante più debole
- Maggiore esposizione alla contaminazione



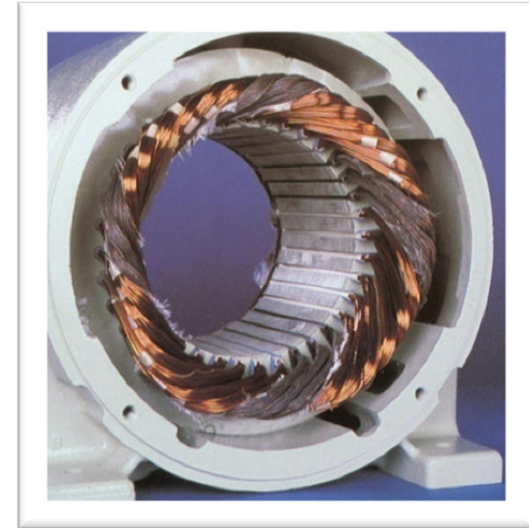
Cosa misura l'isolamento verso terra

- L'isolamento tra la carta isolante delle cave e la carcassa motore



Altri tipi di guasti individuabili

- Fasi interrotte
- Barre rotoriche rotte
- Air gap (eccentricità)
- Connessioni difettose
- Guasti ai cavi
- Guasto a terra



Motor Circuit Analysis

Principio di base

- Un motore trifase in buono stato presenta un perfetto equilibrio tra le misure relative ai 3 avvolgimenti
 - Fasi equilibrate = OK
 - Fasi squilibrate = Guasto
- Analizza vari parametri per stabilire la ragione dello squilibrio



Come MCA individua i guasti

TEST	Soglie	Descrizione
<i>Impedenza</i>	<i>3%</i>	
<i>Fi</i>	<i>+ - 1 punto</i>	
<i>I/F</i>	<i>+ - 2 punti</i>	
<i>Isolamento</i>	<i>>5 MΩ</i>	<i>Per motori fino a 600 V</i>
<i>Isolamento</i>	<i>>100 MΩ</i>	<i>Per motori maggiori di 600 V e motori DC</i>

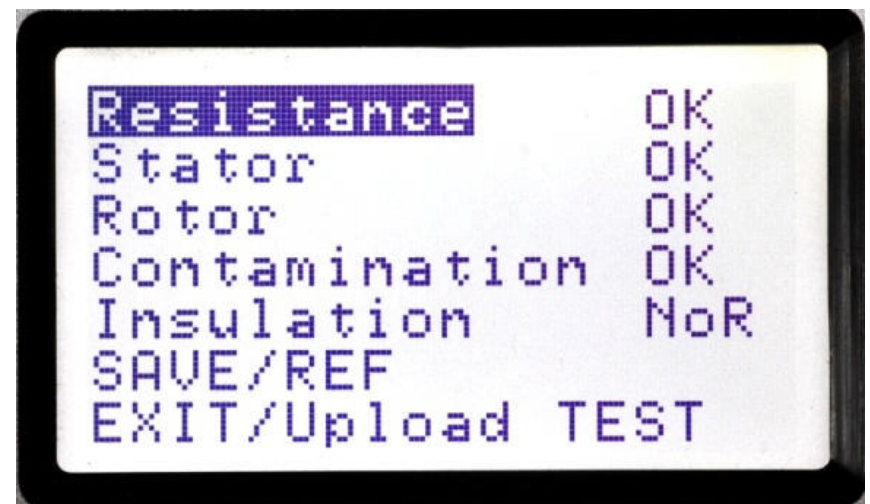
- IEEE STANDARD 43-2000 (Reccomended practice for testing insulation Resistance of Rotating Machinery)
- IEEE STANDARD 56-1977 (Guide for insulation maintenance of Rotating Machinery)
- IEEE STANDARD 118-1978 (Standard test code for Resistance Measurements)
- IEEE STANDARD 120-1989 (Test guide for Electrical Instruments)
- IEEE STANDARD 388-1992 (Standard for Transformers and Inductors)
- IEEE STANDARD 389-1996 (Reccomended practice for testing electronics Transformers and Inductors)
- IEEE STANDARD 388-1992 (Standardfor Transformers and Inductors)
- ANSI/EASA Standard AR100-1998
- IEC/EN 60034-30



Cosa individua MCA

	Guasti a terra	Corti interni alle spire	Connessioni aperte	Guasti al rotore	Contaminazione
MCA	Si	Si	Si	Si	Si

OK, Warn, Bad

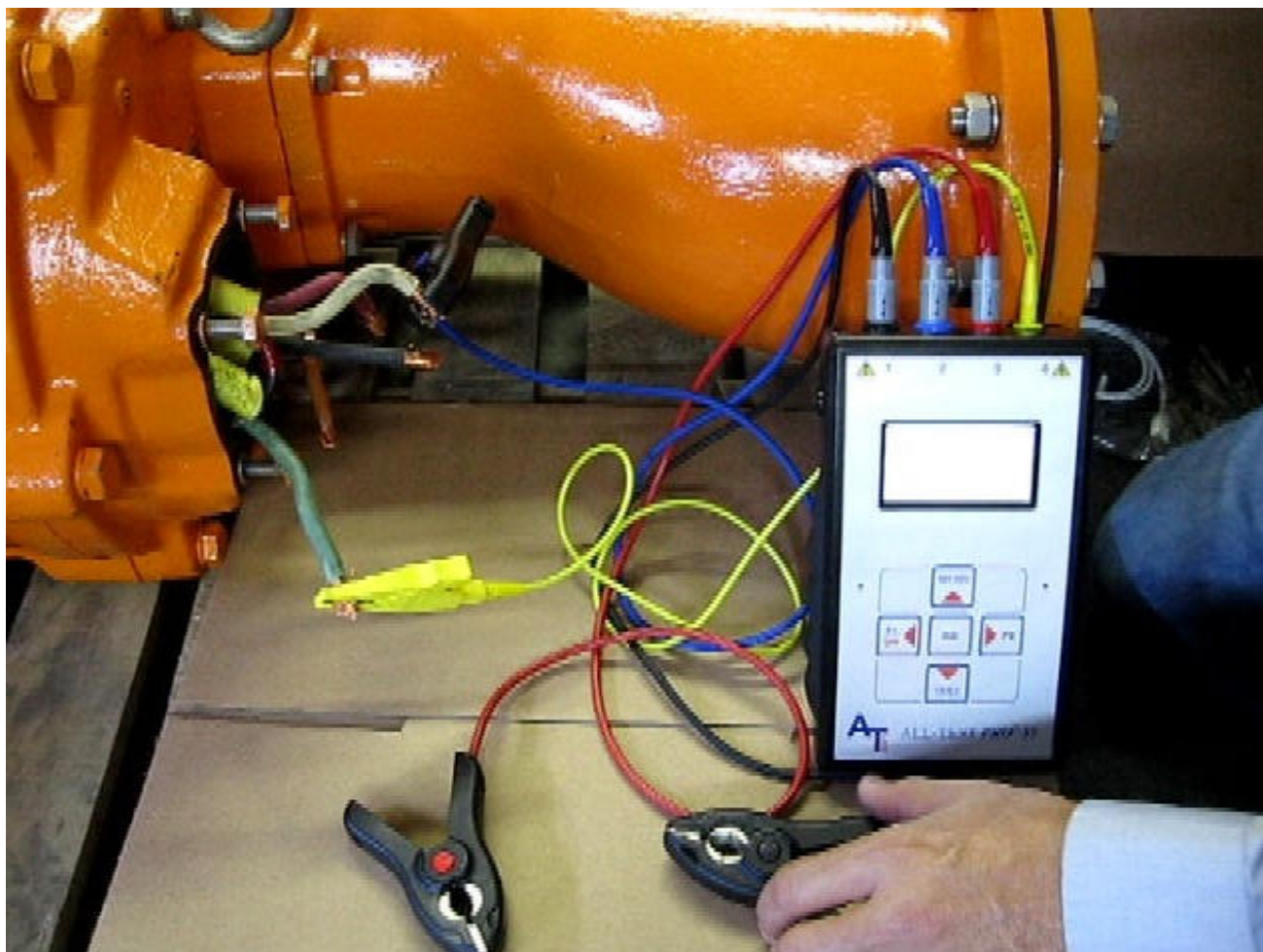


Dove effettuare il test

- Dal quadro
 - Individua tutti i guasti localizzati tra il punto di misura ed il motore
 - Una volta trovato un guasto, spostarsi sul motore
- Sulla morsettiera motore
- Individua anche ciò che NON è guasto



Collegamento dello strumento



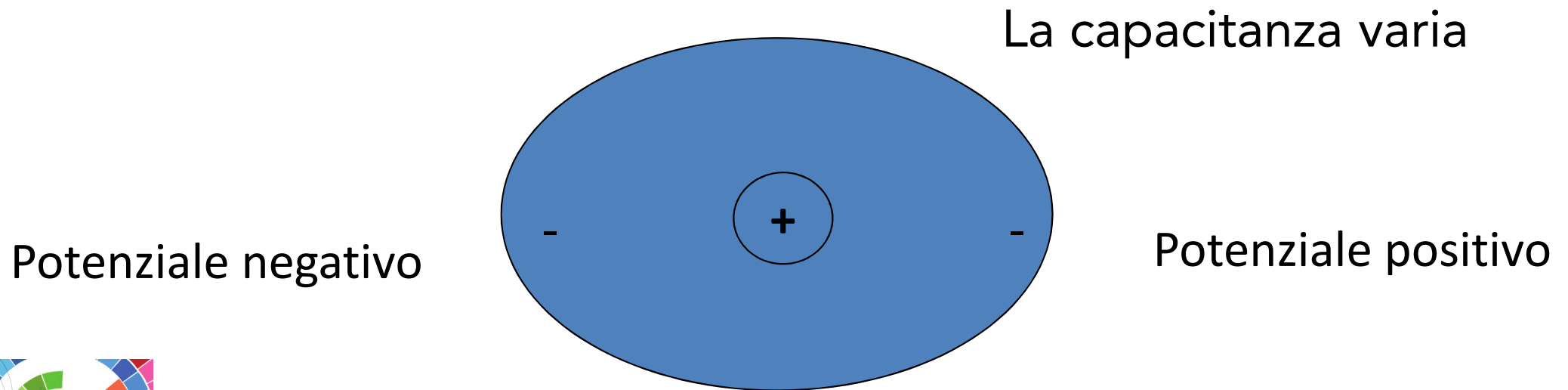
Frequenza dei test

Motore	Ambiente pulito asciutto	Ambiente moderato	Ambiente umido e sporco
Trifase non critico	12 Mo	9 Mo	6 Mo
Trifase di produzione	6 Mo	6 Mo	3 Mo
Trifase critico	3 Mo	2 Mo	1 Mo
DC	6 Mo	6 Mo	3 Mo
Trasformatore	12 Mo	9 Mo	6 Mo

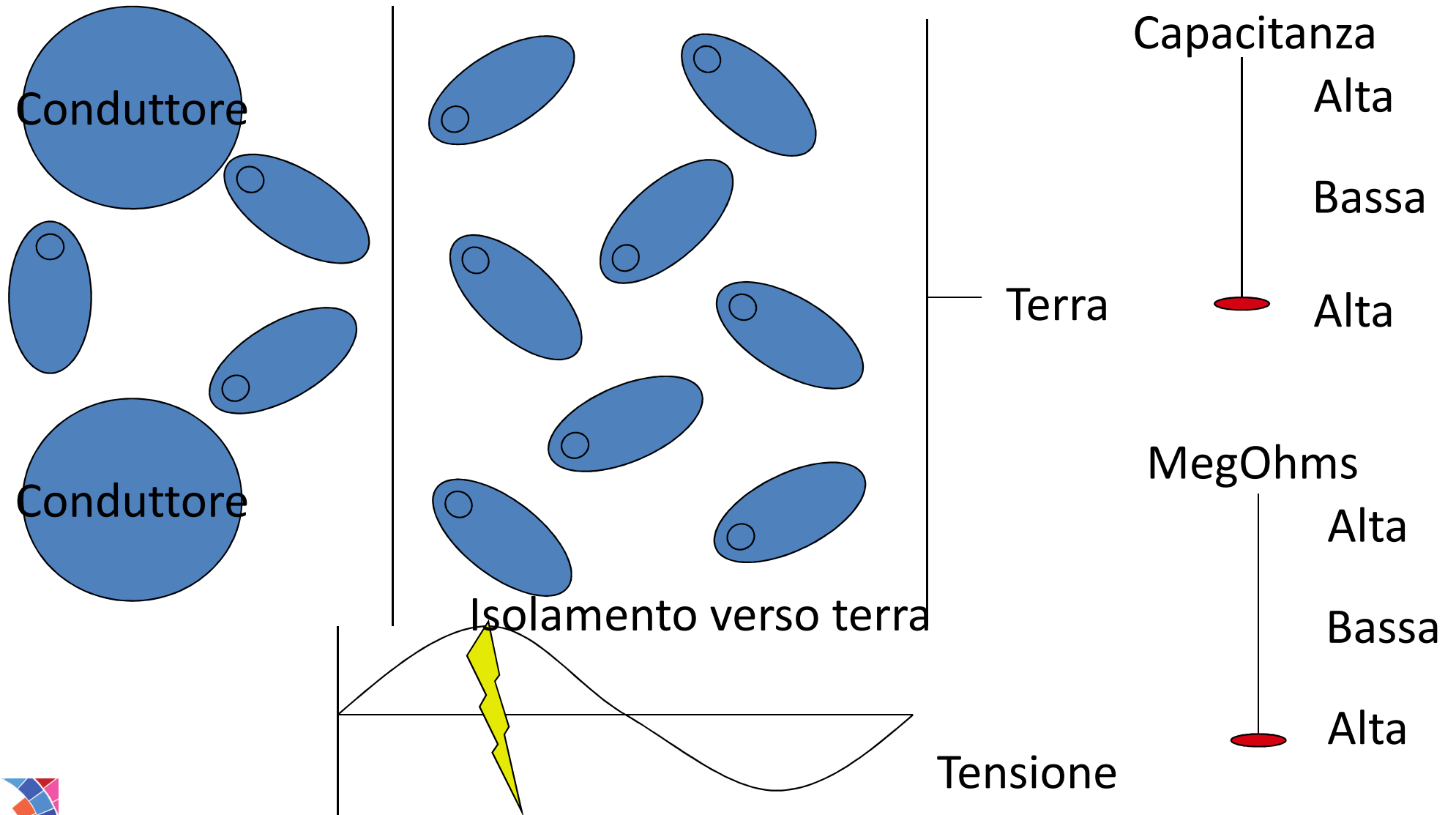


Il dipolo elettrico

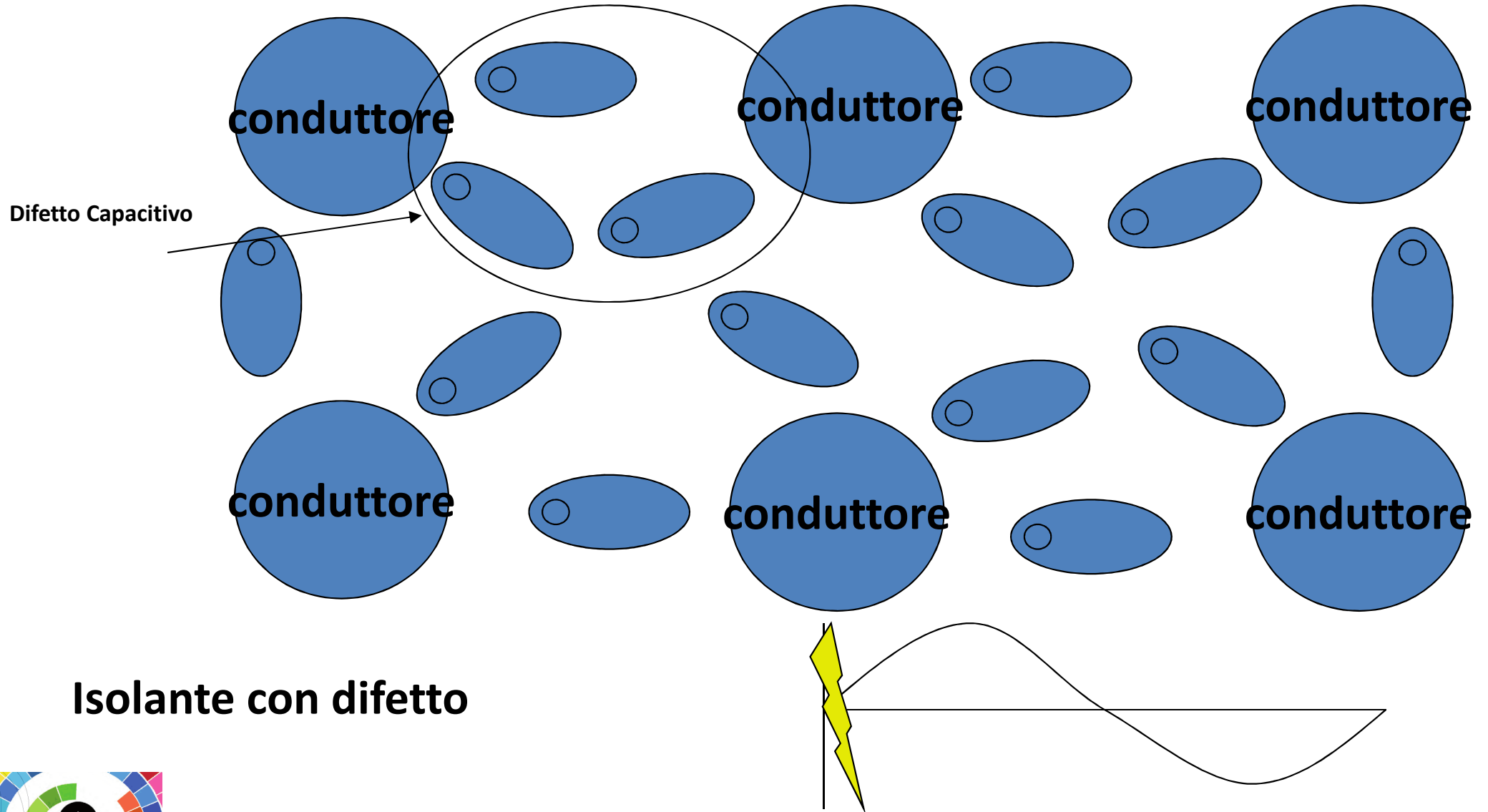
- Un campo elettrico polarizza l'atomo.
- Interrompendo il campo elettrico, gli atomi ritornano alla loro posizione originaria rilasciando l'energia accumulata (es. la scarica che si percepisce a seguito di una prova di isolamento col Megaohmetro).
- L'atomo diventa più resistivo al passaggio di corrente elettrica fino al valore massimo di resistività dielettrica.



Orientamento dei dipoli



Movimento dei dipoli



Isolante con difetto



Identificazione del tipo di guasto agli avvolgimenti

- **Valori di angolo di fase e I/F**
 - Sia F_i che $I/F > +/- 2$ – Corto tra filo e filo della stessa fase
 - $F_i > +/- 1$, I/F Bilanciato – Corto tra matasse della stessa fase
 - F_i Bilanciato, $I/F > +/- 2$ – Corto tra due fasi
- **La soglie sono indipendenti dalla grandezza del motore**
- **La diagnosi non è influenzata dalle variazioni di temperatura e umidità**

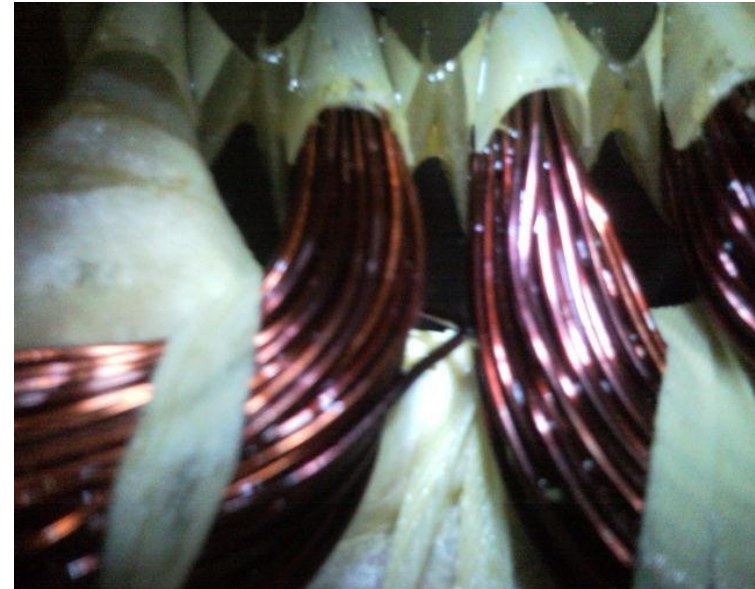


Esempio di guasto spira-spira

- Permette una individuazione precoce
- Evita un guasto inatteso

	P1-2	P1-3	P2-3	Dev
Resistance	0.717	0.701	0.703	2.2%
Impedance	86	156	159	81.0%
Inductance	34	31	31	9.7%
Phase Angle	73	73	71	2
I/F	-40	-39	-39	1
Ins	>99 Megohms			

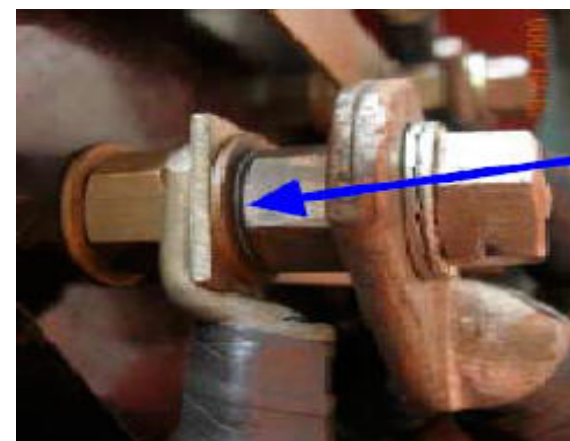
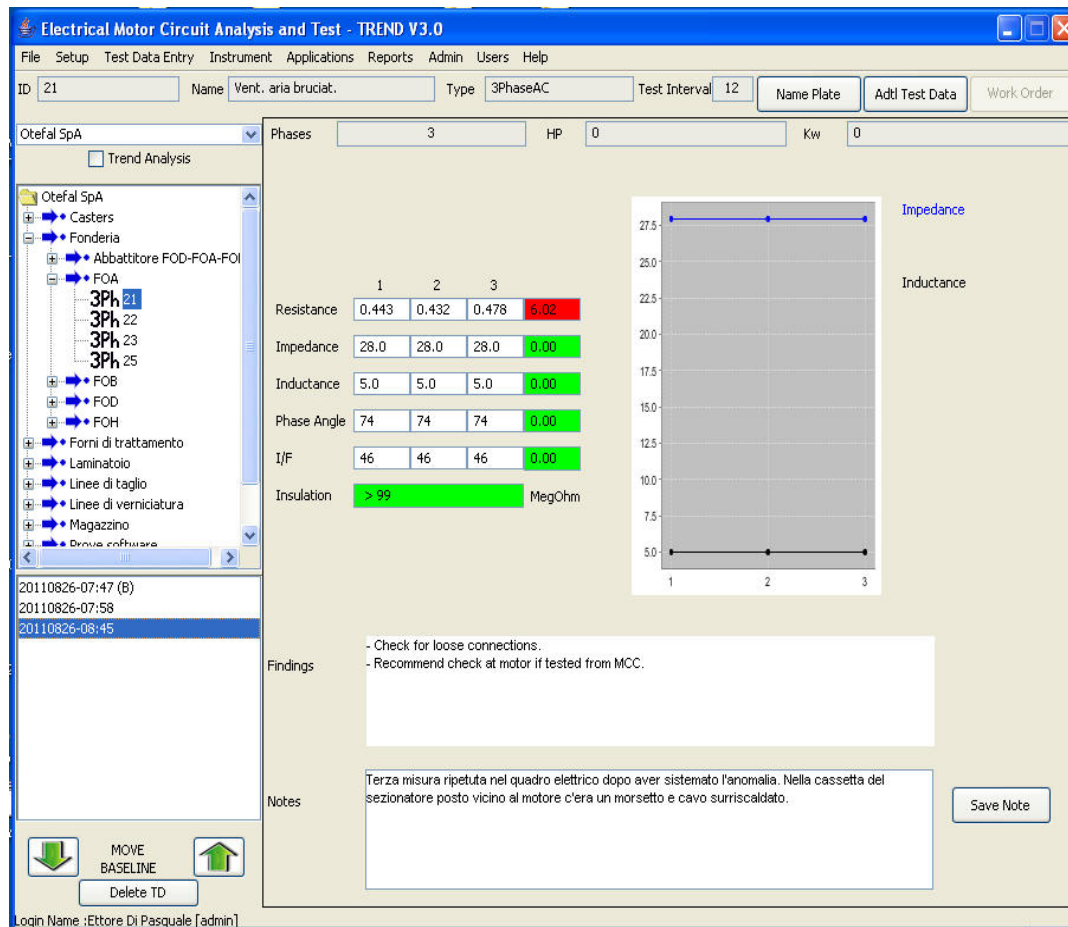
	P1-2	P1-3	P2-3	Dev
Resistance	0.717	0.701	0.703	2.2%
Impedance	?	?	?	?
Inductance	?	?	?	?
Phase Angle	?	?	?	?
I/F	?	?	?	?
Ins.	>99 Megohms			



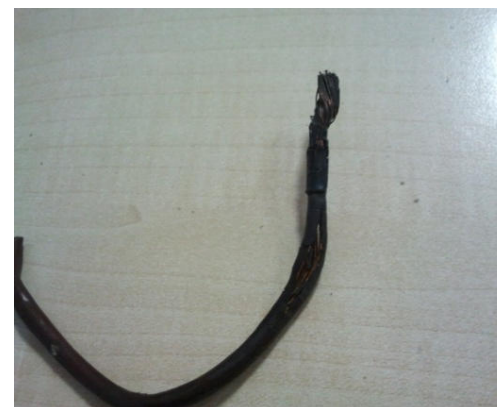
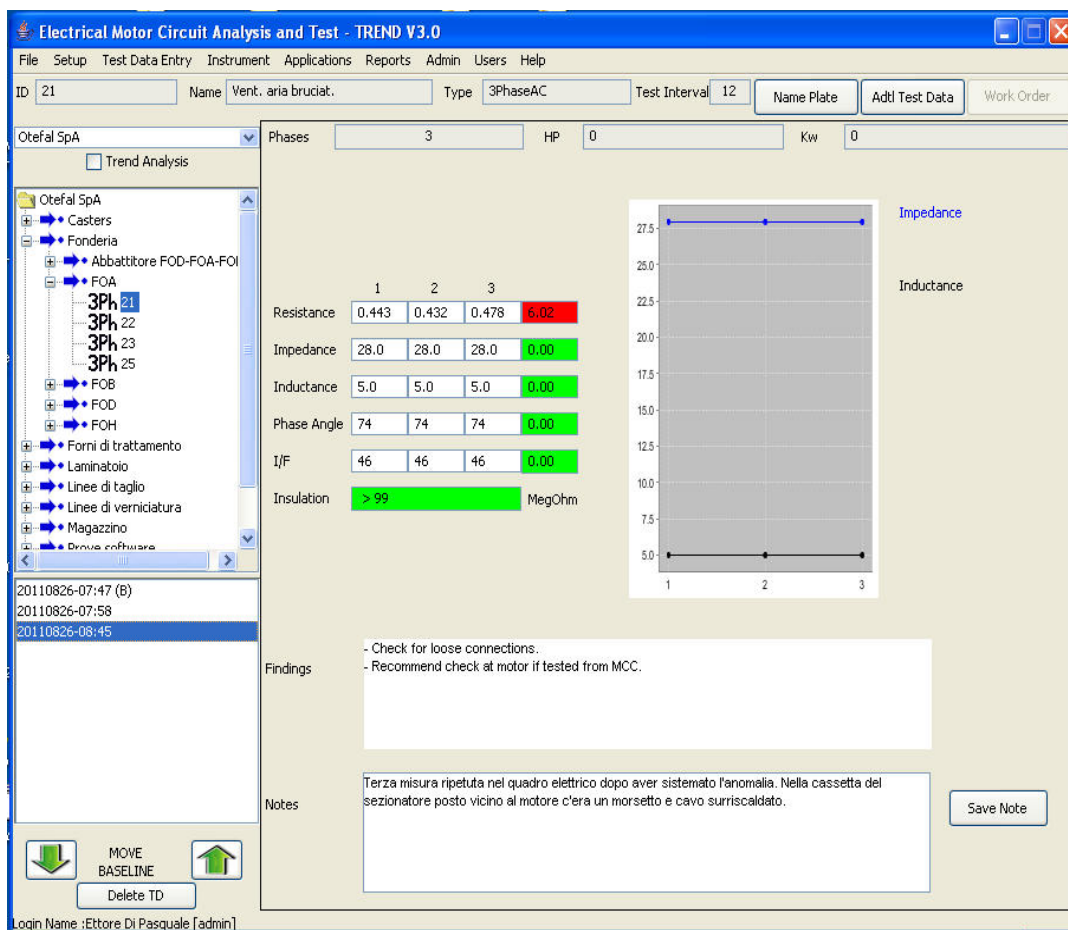
- Analoga misura eseguita con multimetro



Connessioni elettriche



Esempio di connessione difettosa



Contaminazione degli avvolgimenti

- Se trascurato può, col tempo, danneggiare gli avvolgimenti
- Diagnostico per tempo può essere risolto ed è possibile salvare il motore
- Procura perdite di rendimento del motore e conseguente spreco energetico

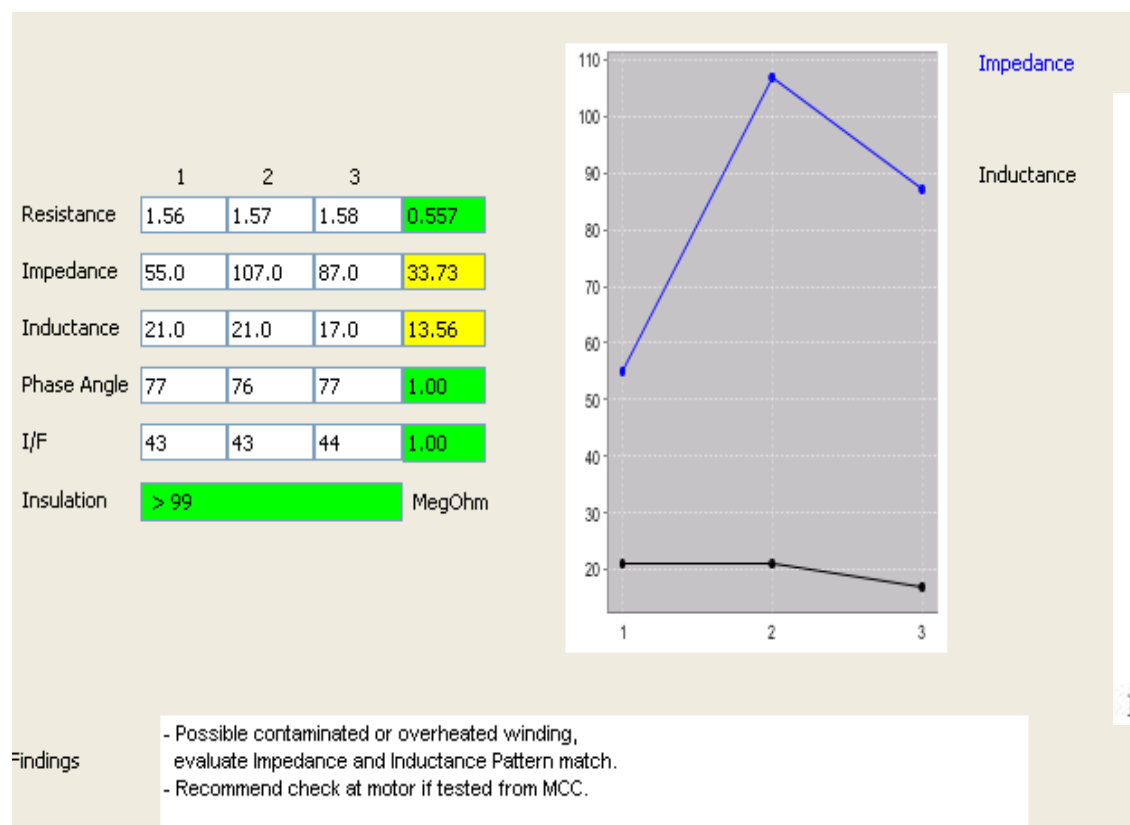
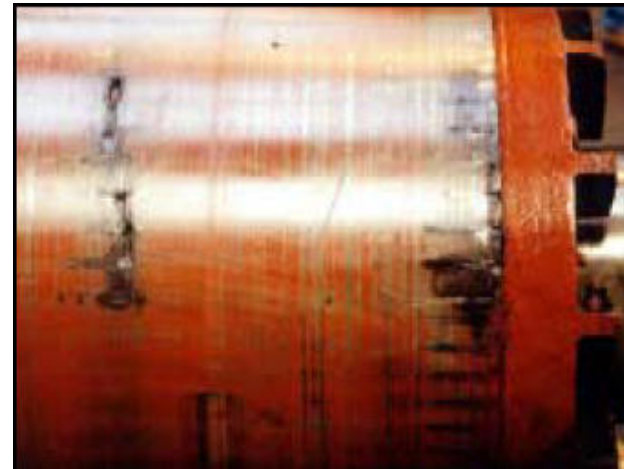
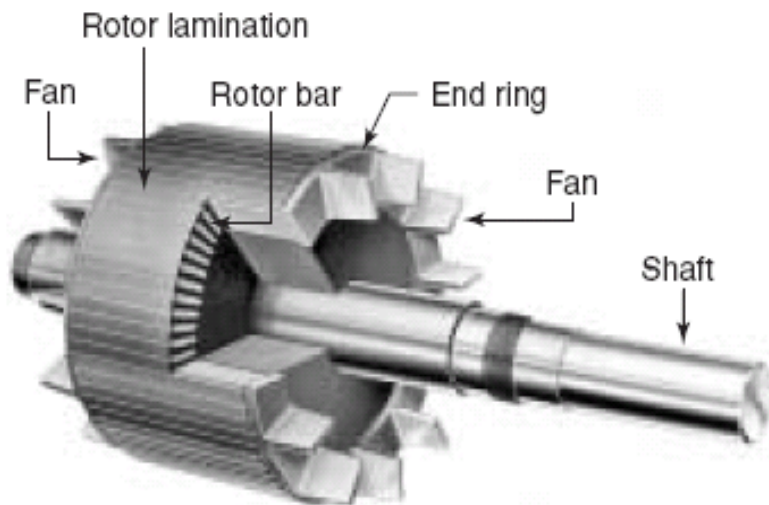


Figure 9. Over-greasing caused inside of motor to fill with grease.

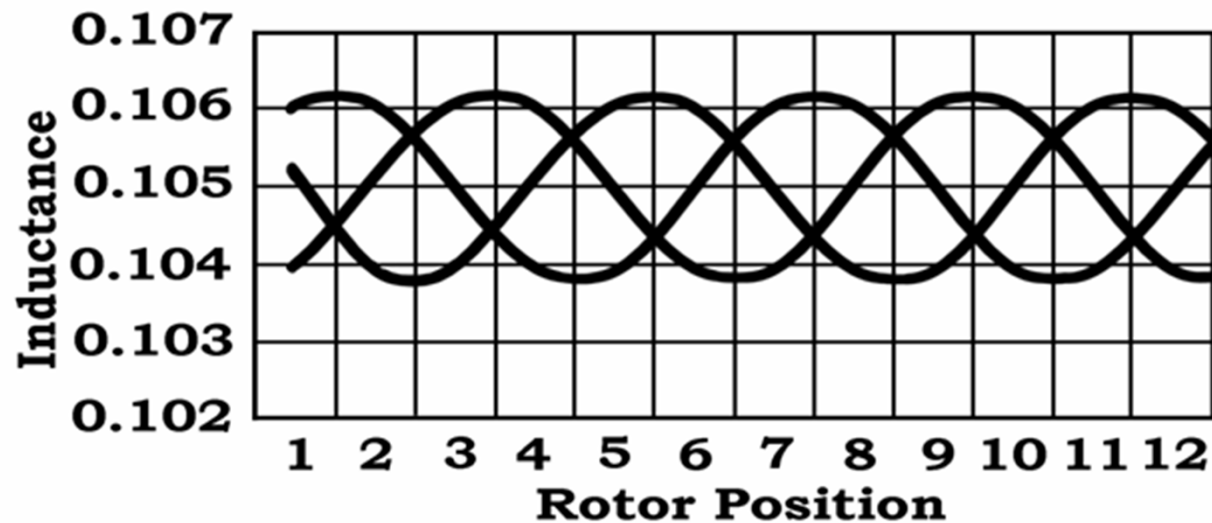
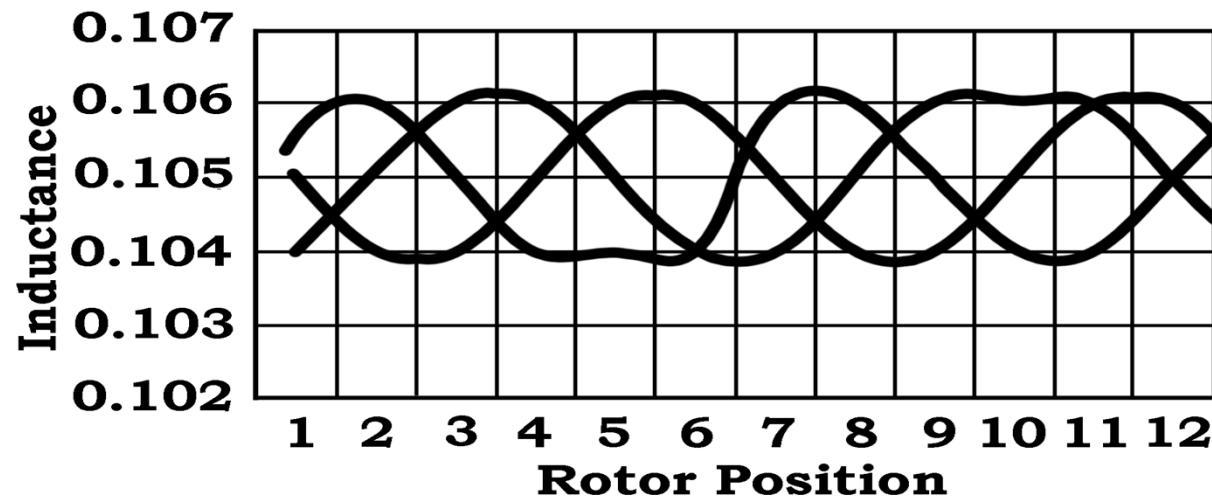


Guasti al rotore

- Un rotore guasto comporta :
 - Riscaldamento
 - Perdita di coppia
 - Variazione di velocità
 - Vibrazione



Guasti al rotore

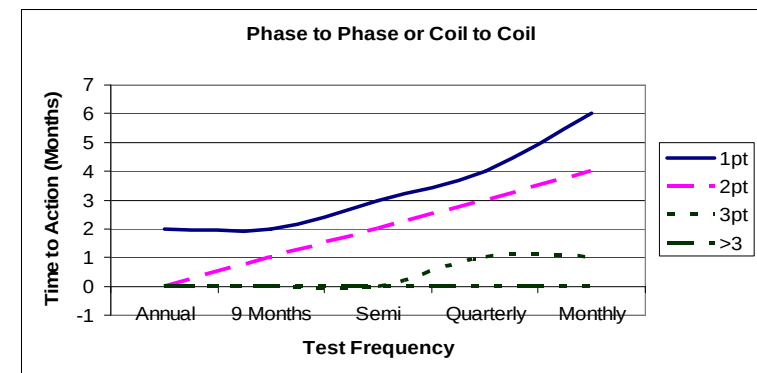
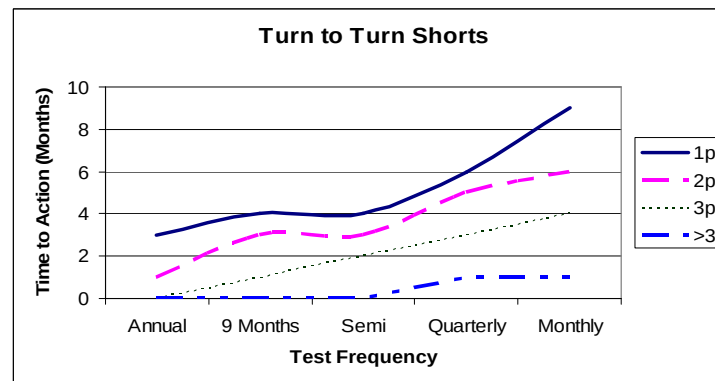
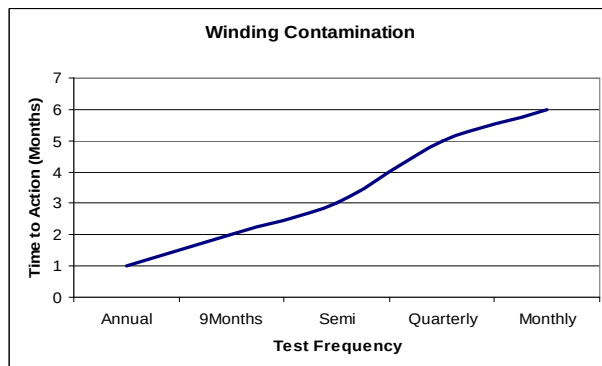


Stima della vita residua

- Permette di stimare la vita residua basandosi sulla condizione del motore in quel momento.

La vita residua dipende da vari fattori :

- Presenza di contaminazione
- Ambiente di lavoro (umidità, fonti di calore esterne, polvere)
- Numeri di avviamenti/ora
- Presenza di armoniche e squilibri di tensione
- Condizione meccanica (cuscinetti, squilibri, etc.)



Stima della vita residua

Time to Failure Estimate

Time to Failure Estimation

Trending Frequency: Quarterly ☒ Motor Is Still Operating? ☐ Motor is Tripping?

☒ Winding Contamination: No sign of winding shorts

Cond 4: Harsh Factory. Variable ambient and humidity. Enclosed motors in exterior environments.

☐ Shorted Winding Evaluation (Answer all questions)

☒ Turn to Turn Short ☐ Coil to Coil or Phase to Phase

Change in Phase Angle (Fi) or I/F: 2 Pt Motor Loading: 75 %

Number of Starts and Stops per hour: 0.25

Power Quality: Harmonic Content >5% THD Mechanical Condition: Misalignment/Imbalance

Time to failure estimations are designed to provide guidance in decision making once a fault has been detected when trending using ALL-TEST Pro equipment. Winding condition is determined using the ALL-TEST IV PRO 2000 and power quality, load and mechanical condition is determined using the ALL-TEST PRO DL. These estimations are based upon research as published in IEEE Dielectric and Electrical Insulation Society (DEIS) conference papers. Use of these estimations is at your own risk. By using this EMCAT feature, you agree to hold BJM Corp, ALL-TEST Pro, employees and agents harmless from the results of these calculations.

Estimate

Reliability (%)

Hours of Operation

0 Hours 614 Hours

Reset

Print

Exit

This graphic represents the estimated time to failure and probability that the electric machine will survive the estimated time period (increments of 5% once fault detected). This estimation is designed to work with machines rated 600 Vac or less.



Recupero energetico con prove statiche [MCA]

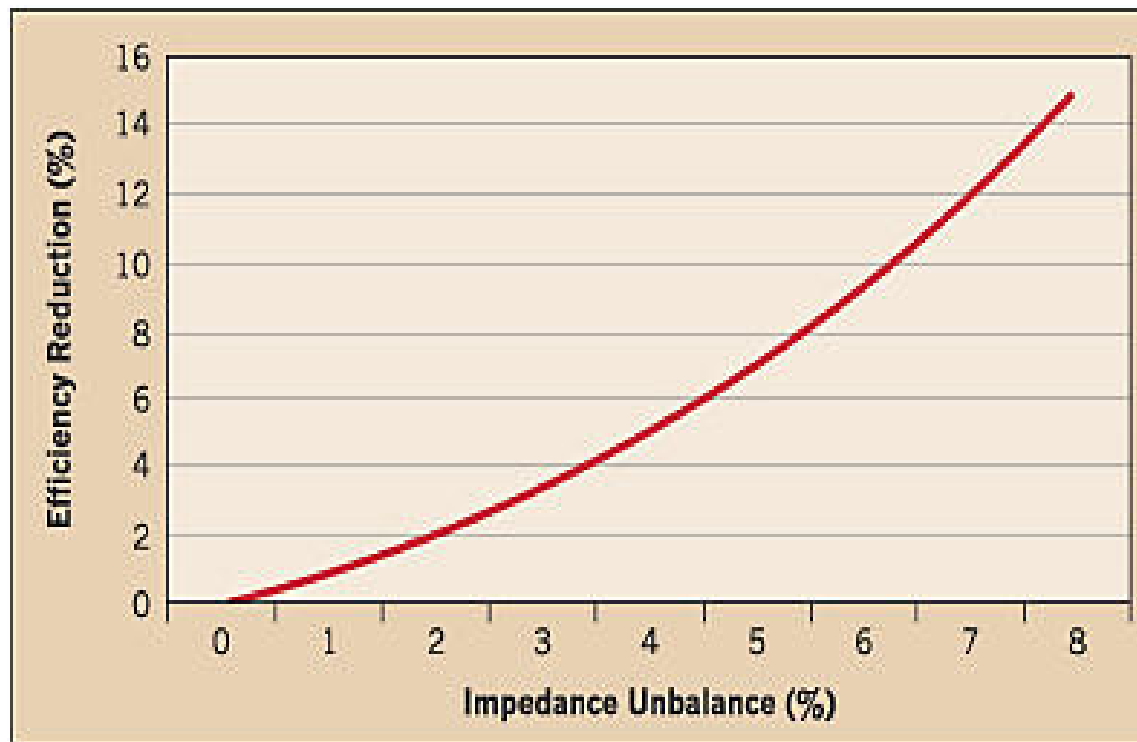
Recuperi energetici conseguibili in 3 maniere

- Individuazione degli squilibri di Impedenza Z
- Individuazione di anomalie alle connessioni elettriche
- Individuazione di problemi al rotore

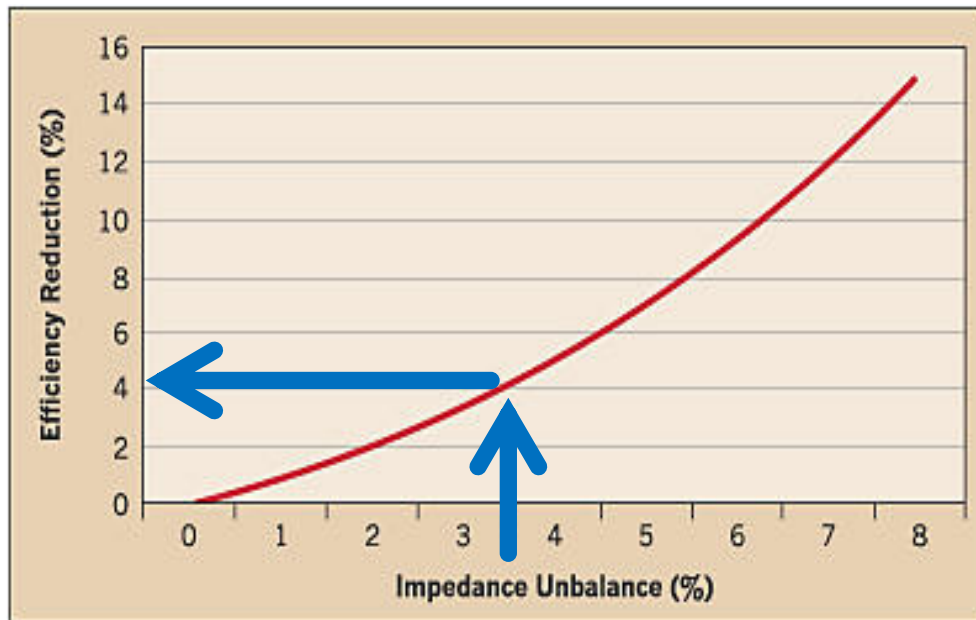


Squilibrio di impedenza

- Un motore con un significativo squilibrio di impedenza lavora con un'efficienza più bassa rispetto a quella di targa.
- Uno squilibrio di impedenza crea uno squilibrio di corrente nelle tre fasi che infine si traduce in una generazione di calore con effetti negativi sulla durata degli avvolgimenti e dei cuscinetti.
- In particolare la riduzione dell'efficienza del motore può essere desunta dal seguente grafico:



Esempio di recupero conseguibile da uno squilibrio di impedenza



Motore da 100 kW con carico al 85% ed efficienza del 95% che lavora 6000 h/anno (250 giorni)

Squilibrio di Z 3.5%
(corrisponde ad una riduzione di 4 punti di efficienza)

- $100 \text{ kW} * 0.85 * [(100/91) - (100/95)] = 3.93 \text{ kW}$
- $6.000\text{h/anno} * 3.93\text{kW} = 23597 \text{ kWh}$
- Costo kWh 0.150 €/kWh
- **Incremento Annuo dei Costi Energetici = € 3.539**

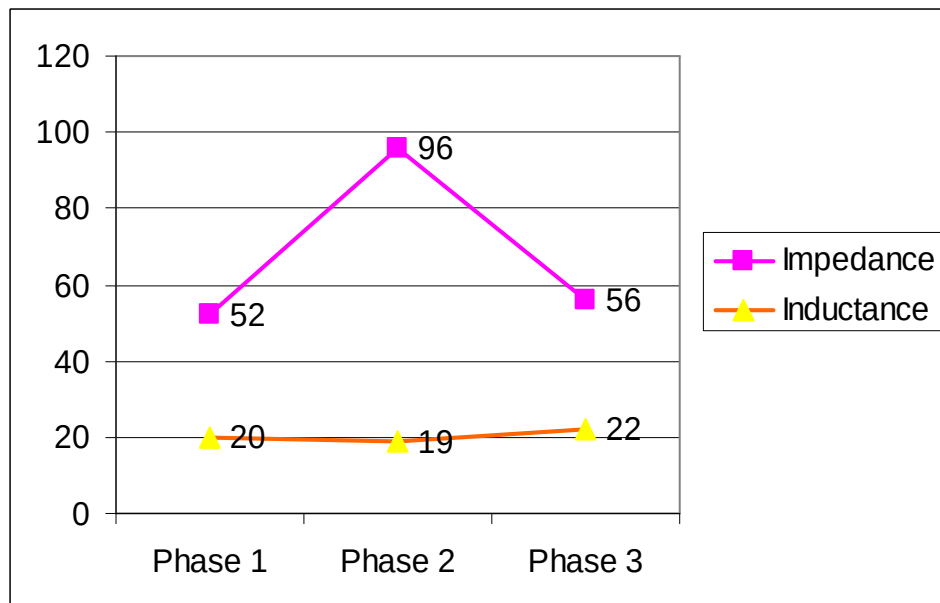


Importanza di individuare i corti spira-spira

Varia l'impedenza in maniera significativa

Generano sprechi energetici

Sono indice di guasti in corso di evoluzione



	T1-T2	T1-T3	T2-T3
R	0.954	1.054	0.9
Z	52	96	56
L	20	19	22
Fi	80	83	85
I/F	-44	-39	-39
Meg Ohm	>99M		



Esempio di recupero conseguibile da un difetto di connessioni

- Si prenda, un motore elettrico avente le seguenti caratteristiche:

1. Motore da 50 kW
2. Fattore di potenza 0.90
3. Efficienza di targa 95%
4. Ore lavoro/anno 6000 (in moto circa 250 giorni)
5. Squilibrio di R di 0.2 Ω
6. Costo energia elettrica 0.150 € /kWh
7. Corrente assorbita 85 A

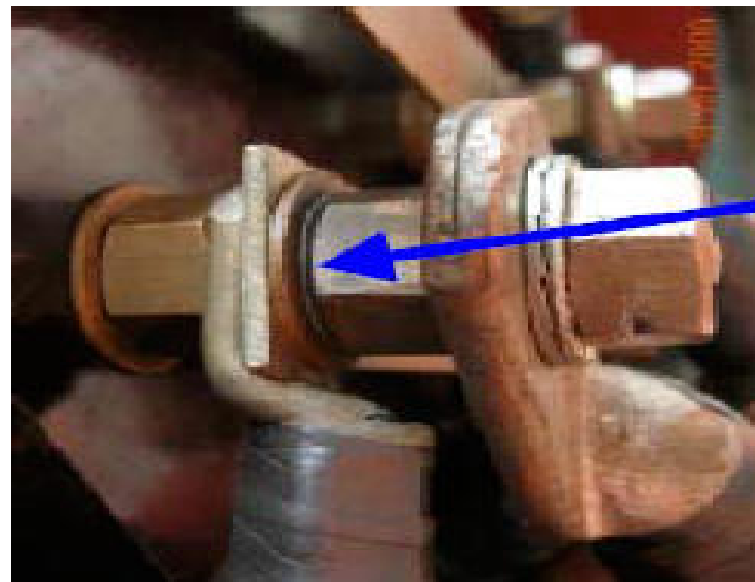
Extra potenza assorbita per effetto dello squilibrio = $I^2 R / 1000 = (85^2 * 0.2) / 1000 = 1.44 \text{ kW}$

Maggior consumo energetico annuo per effetto dello squilibrio = $1.44 \text{ kW} * 6000 \text{ h} = 8670 \text{ kWh}$

- **Incremento Annuo dei Costi Energetici = € 1.300**

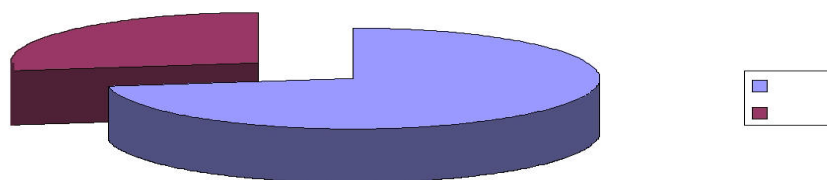


Connessioni elettriche



Tipico risultato di prima indagine

28 % in allarme



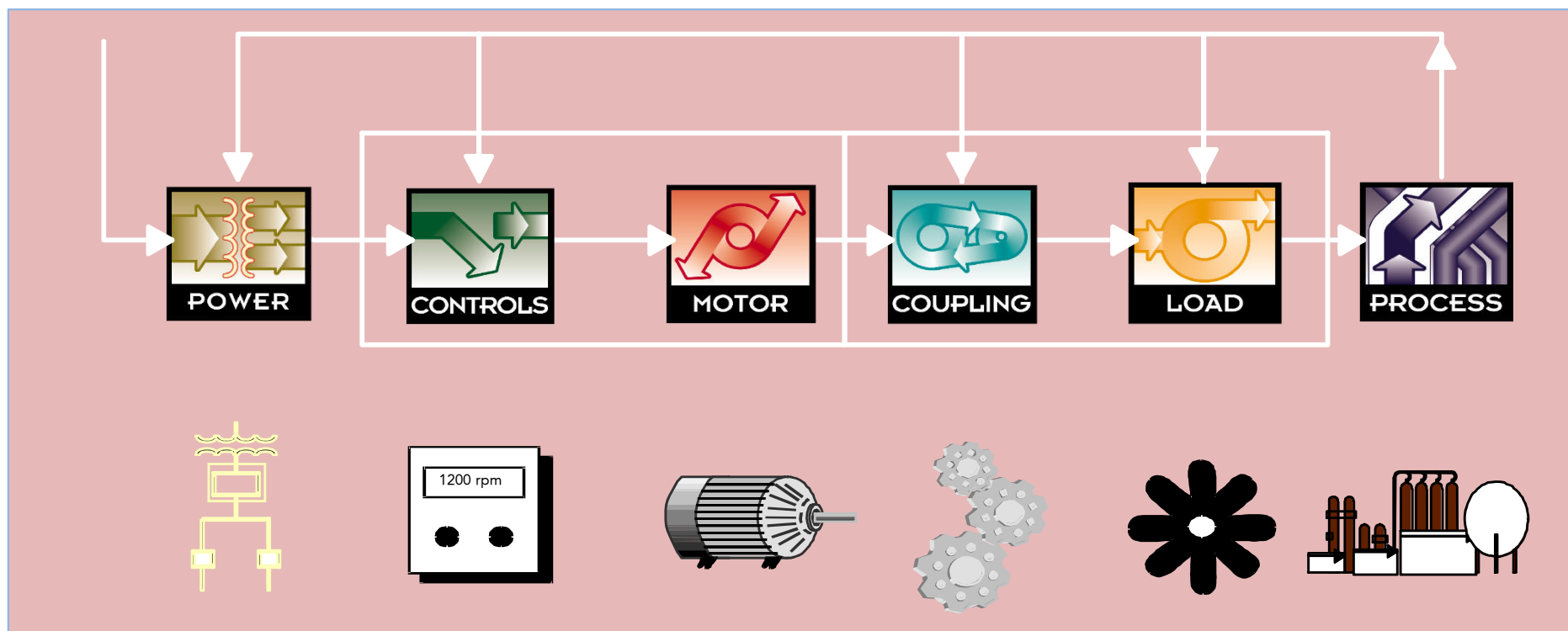
72 % OK



TECNICHE DI MOTOR TESTING DINAMICO ESA (on-line)



Il sistema elettrico



Misure on line

- On-line Electrical Signature Analysis (ESA)
 - Stato di salute dell'intero sistema
 - Power Quality ed azionamenti (drive)
 - Stato motore (statore e rotore)
 - Condizione meccanica del carico

ALL-TEST PRO OL II



Applicazioni ESA

Motori AC/DC

VFD

Generatori/Alternatori

Motori di trazione

Motori macchine utensili

Riduttori

Pompe e ventilatori

Messa in servizio

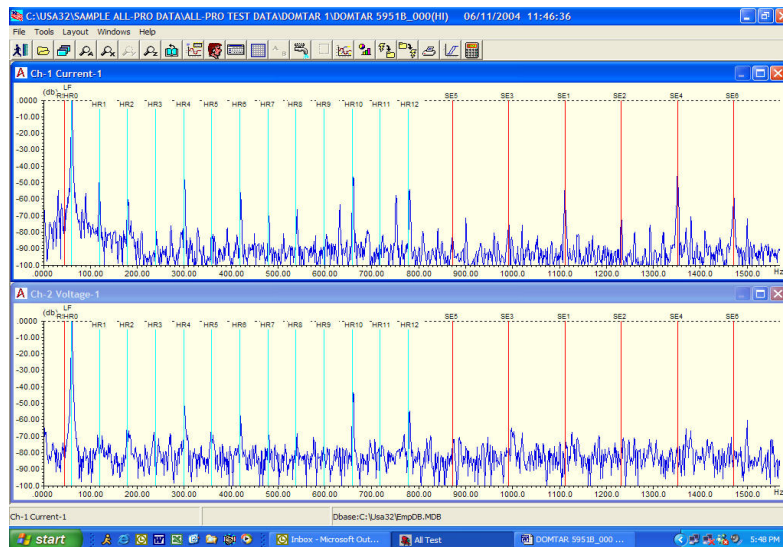
Diagnosi guasto



Misure on line



- Direttamente sulla morsettiera del quadro
- Rileva corrente e tensione
- Non occorre scollegare alcuna apparecchiatura



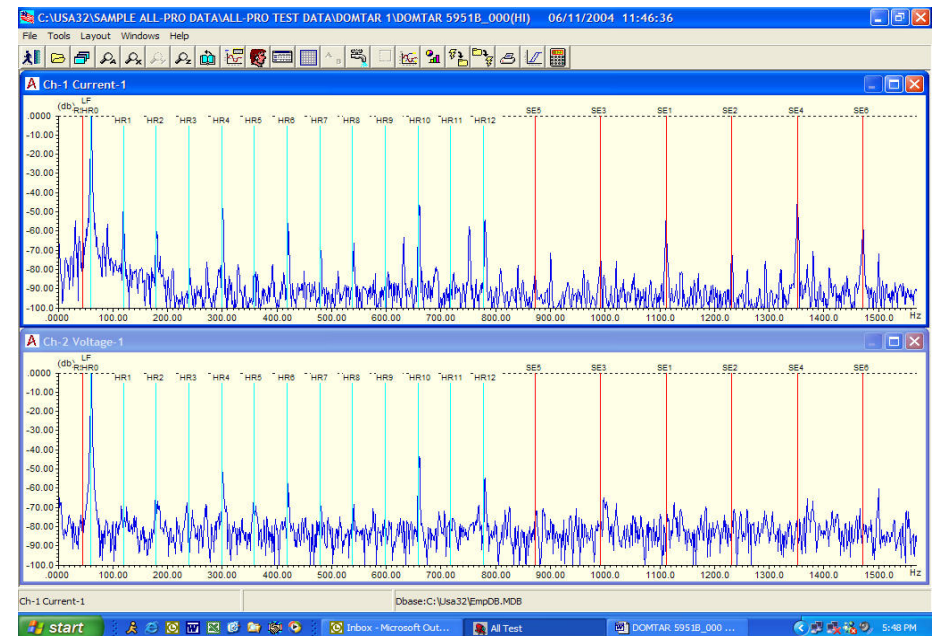
ESA in breve

- Rilevazione della forma d'onda di corrente e tensione
- Analisi FFT
- Individua molti guasti elettrici e meccanici
 - Power quality incluso armoniche
 - Motore Elettrico & Meccanico (statore, rotore, air gap, allineamento etc)
 - Giunti/Riduttori/Cinghie
- Il motore agisce come trasduttore



Ogni guasto si manifesta ad una certa frequenza

Type of Fault	Pattern (CF)
Stator Mechanical	CF = RS x Stator Slots LF Sidebands
Rotor Indicator	CF = RS x Rotor Bars LF Sidebands
Static Eccentricity	CF = RS x Rotor Bars LF and 2LF Sidebands
Mechanical Unbalance	Proprietary algorithm is used
Dynamic Eccentricity	CF = RS x Rotor Bars LF and 2LF Sidebands with Running Speed Sidebands
Stator Electrical (Shorts)	CF = RS x Stator Slots LF Sidebands with Running Speed Sidebands



Misure on line

— Power Quality & Corrente

- Power Factor ($\cos\phi$)
- Squilibrio corrente/tensione
- Valori di tensione RMS
- Picchi di V ed I e Crest Factor
- Impedenza di fase
- Potenza (Apparente, Attiva e Reattiva)
- Distorsione Armonica Totale (Tensione e Corrente)

— Macchina

- Carico
- THDF (Transformer Harmonic De-rating Factor)
- VDF (Voltage De-rating Factor)



Misure on line

– Macchina

- Potenza impiegata
- Efficienza per motori AC & DC
- Air Gap (Eccentricità Statica & Dinamica)
- Disallineamento/Squilibri o trasmissioni difettose

– Macchina

- Spettro ad alta frequenza (FFT) di Tensione e Corrente
- Spettro Demodulato
- Guasti elettrici agli avvolgimenti
- Guasti meccanici agli avvolgimenti
- Armoniche (V & I)



AC Motor Analysis Report

Allarmi già predefiniti

- Power Quality & Corrente
 - Power Factor ($\cos\phi$)
 - Squilibrio corrente/tensione
 - Valori di tensione RMS
 - Picchi di V ed I e Crest Factor
 - Impedenza di fase
 - Potenza (Apparente, Attiva e Reattiva)
 - Distorsione Armonica Totale (Tensione e Corrente)
- Macchina
 - Carico
 - THDF (Transformer Harmonic De-rating Factor)
 - VDF (Voltage De-rating Factor)



AC Motor Analysis Report

– Macchina

- Potenza impiegata
- Efficienza per motori AC & DC
- Air Gap (Eccentricità Statica & Dinamica)
- Disallineamento/Squilibrio

– Macchina

- Spettro ad alta frequenza (FFT) di Tensione e Corrente
- Spettro Demodulato
- Guasti elettrici agli avvolgimenti
- Guasti meccanici agli avvolgimenti
- Armoniche (V & I)



Dati da inserire

- Tipo macchina
- Numero fasi acquisite
- I+V o solo I
- Dati targa
 - HP or kW
 - RPM
 - V
 - I
- Tipo carico

Header: MTR_001(LO)

Test Info | Plant Info | Calc Info | Bearing Info | Comment

Tested Equipment
Induction

Driven Equipment
Gear box-2

Number of gears
☐ 0 ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

No. of teeth
Teeth-0 10
Teeth-1 10

Analyze
☒ C + V ☐ C Only

Motor name tag information

Power:	500.00	HP
Continuous RPM:	1785	Rpm
Voltage	4160.0	Volt
Full Ld.Curr.	63.00	Amp
Torque.	1470.6	Ft.Lb
Rotor bars	60	
Stator slots	-1	
Poles	4	
CT Ratio	20.000	
PT Ratio	35.000	
Efficiency	-1.000	
Power Factor	-1.000	

Motor Enclosure
ODP

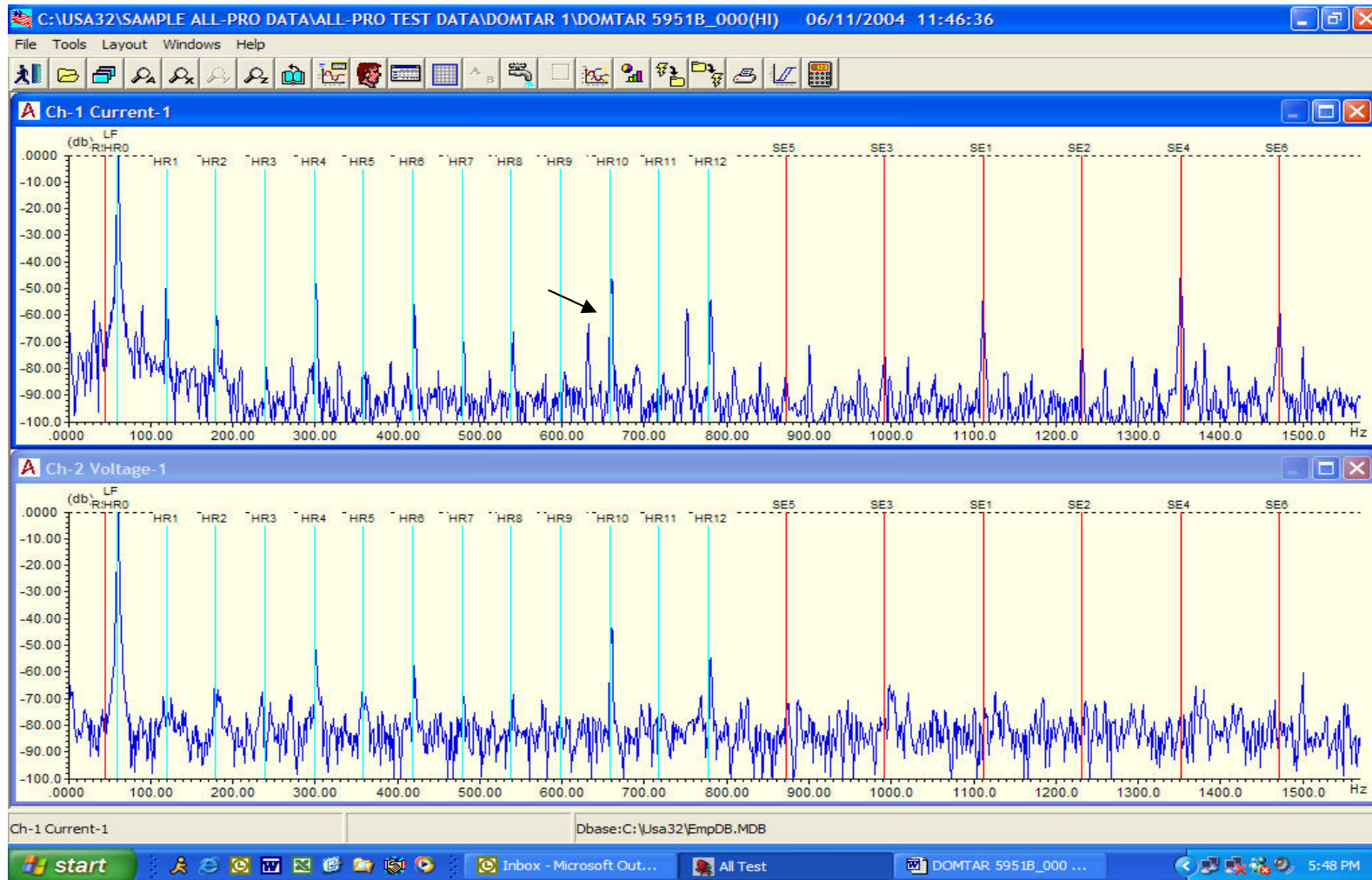
Motor Eff.Level
Energy Eff.

Motor dBase

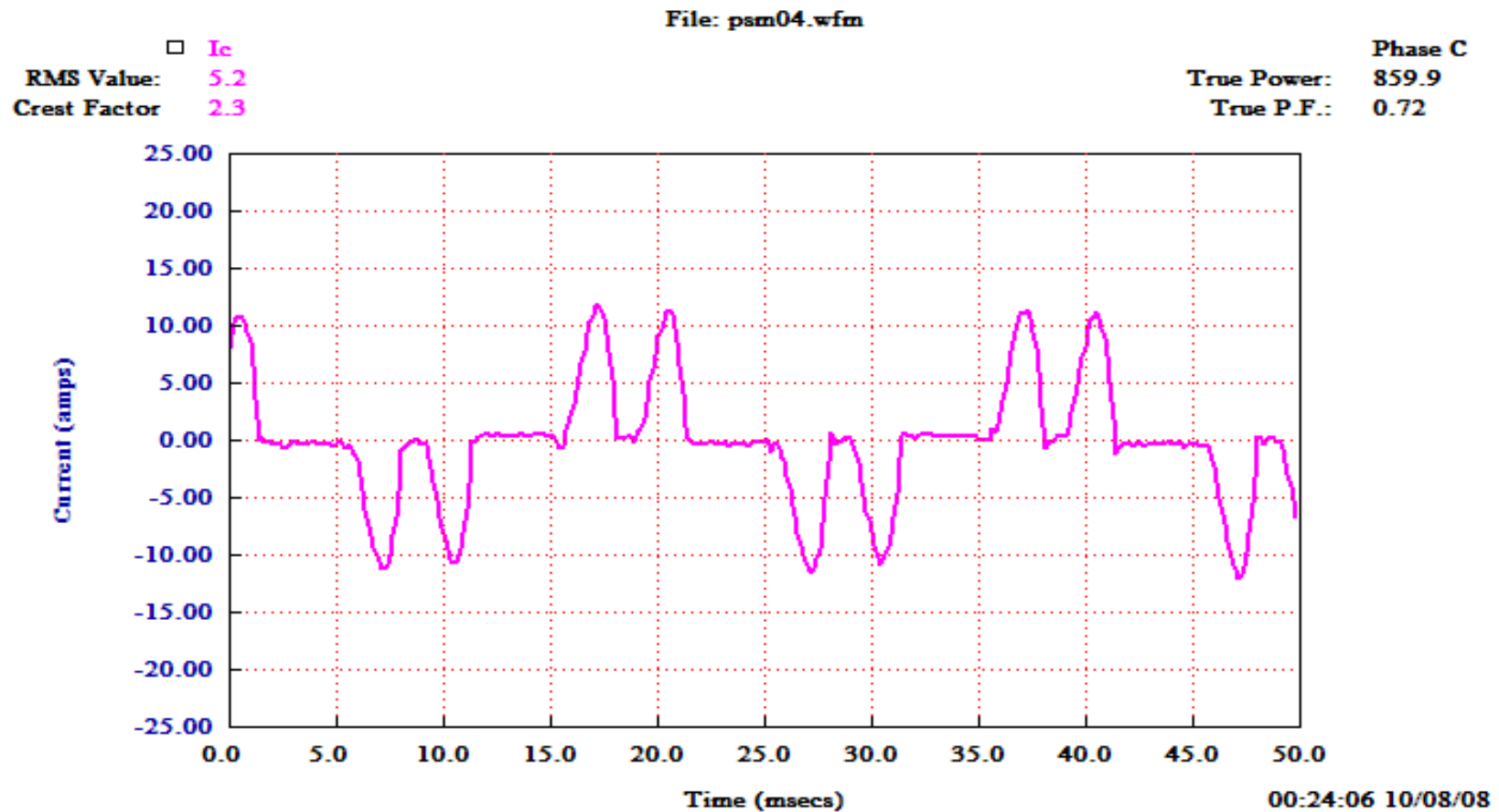
Save as default OK Cancel



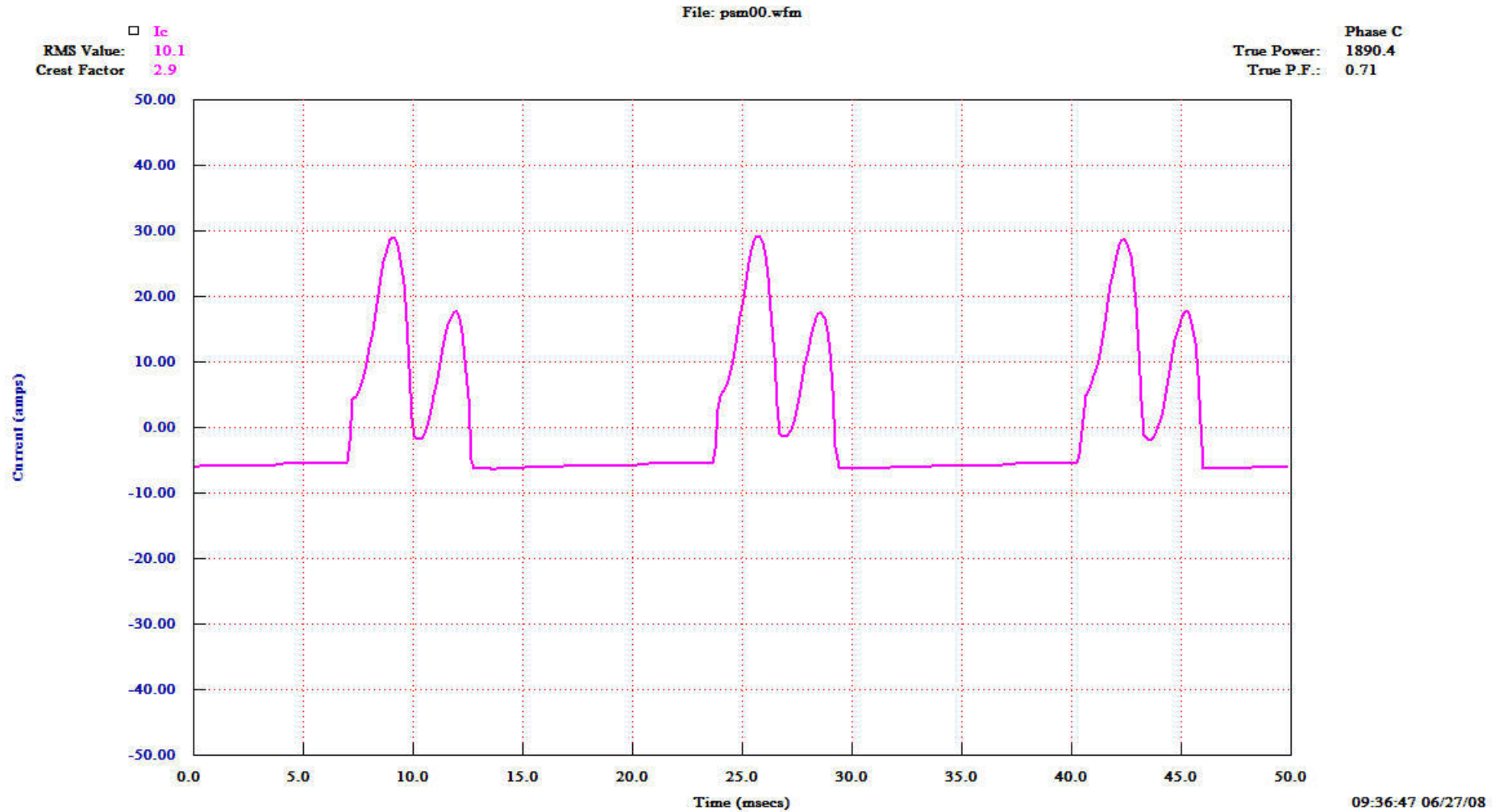
Guasti elettrici e meccanici



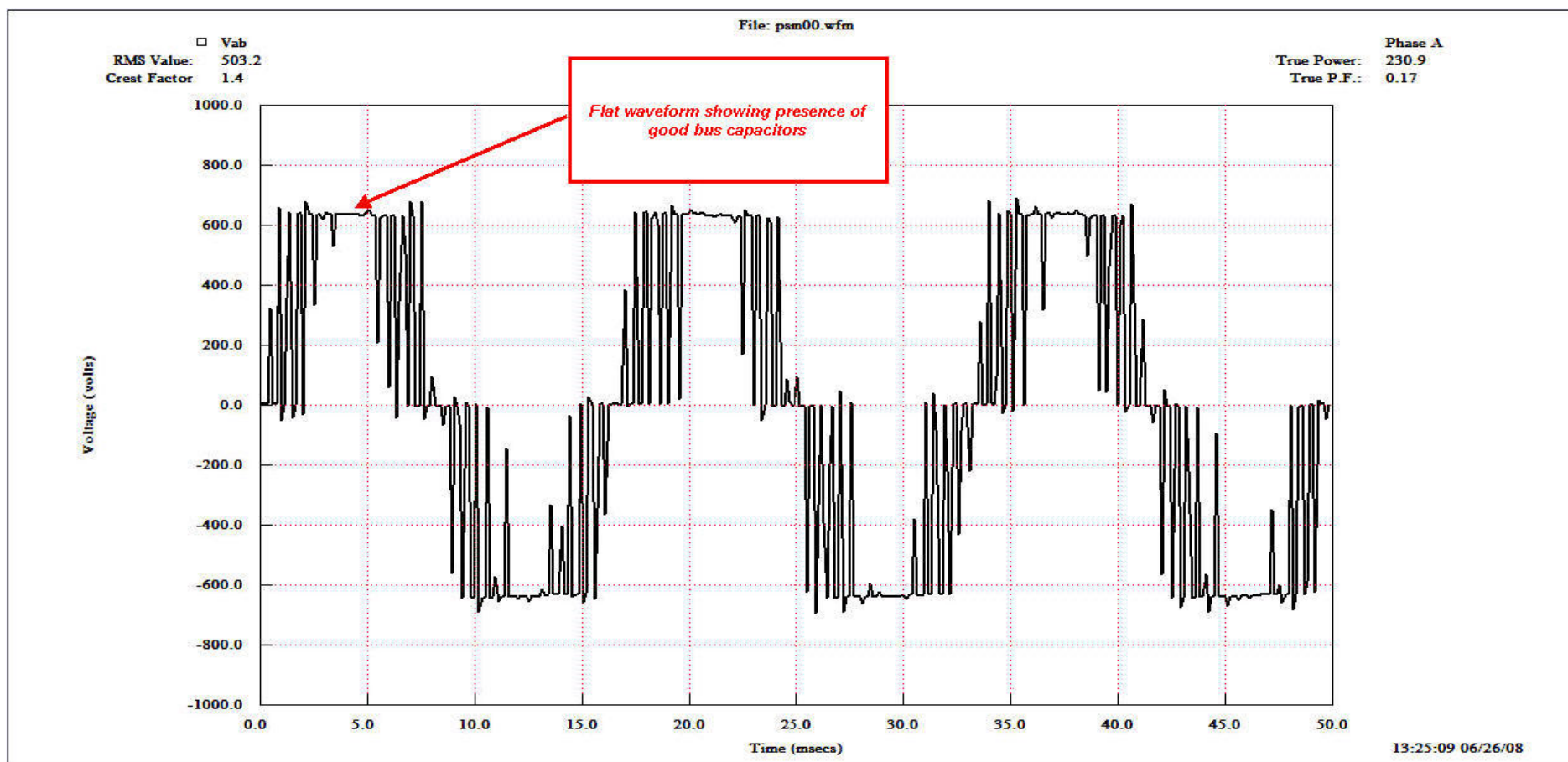
Inverter (Ponte a Diodi OK)



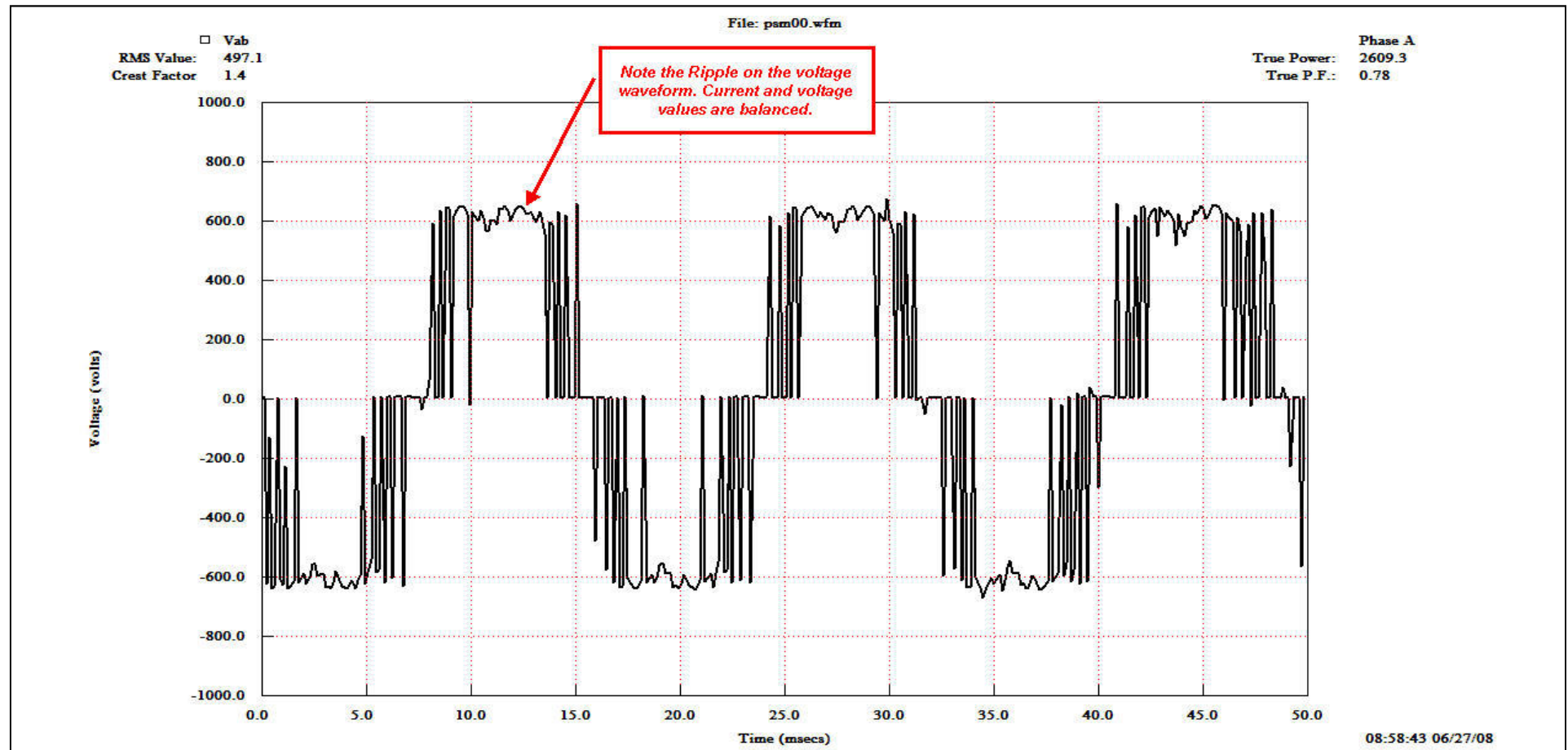
Inverter (Ponte a Diodi guasto)



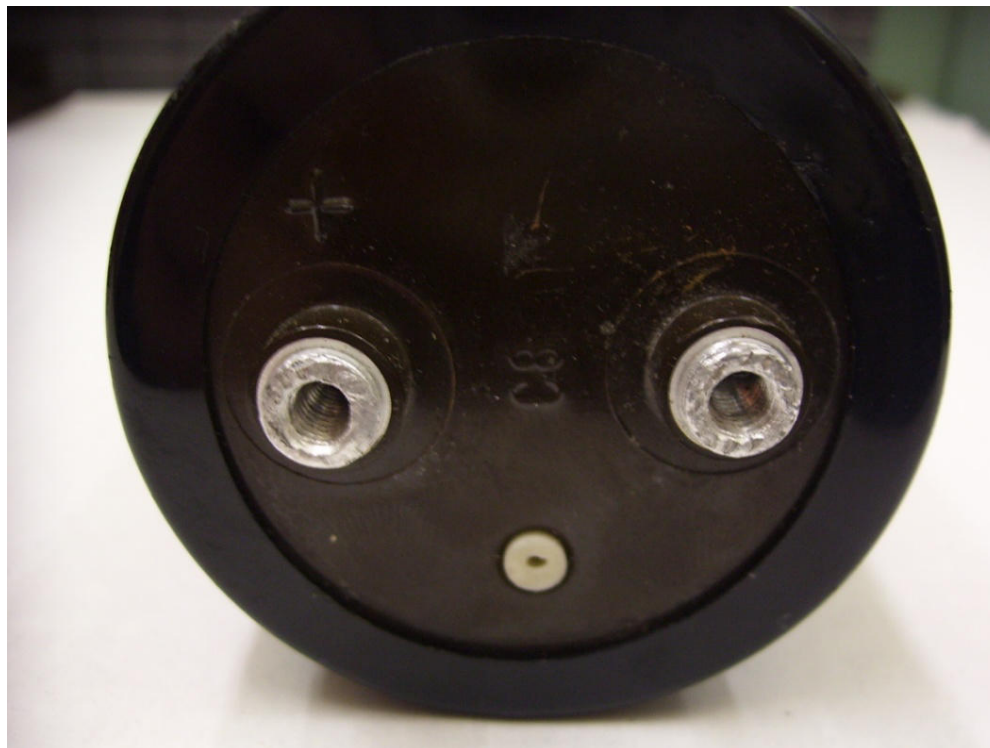
Inverter (condensatori)



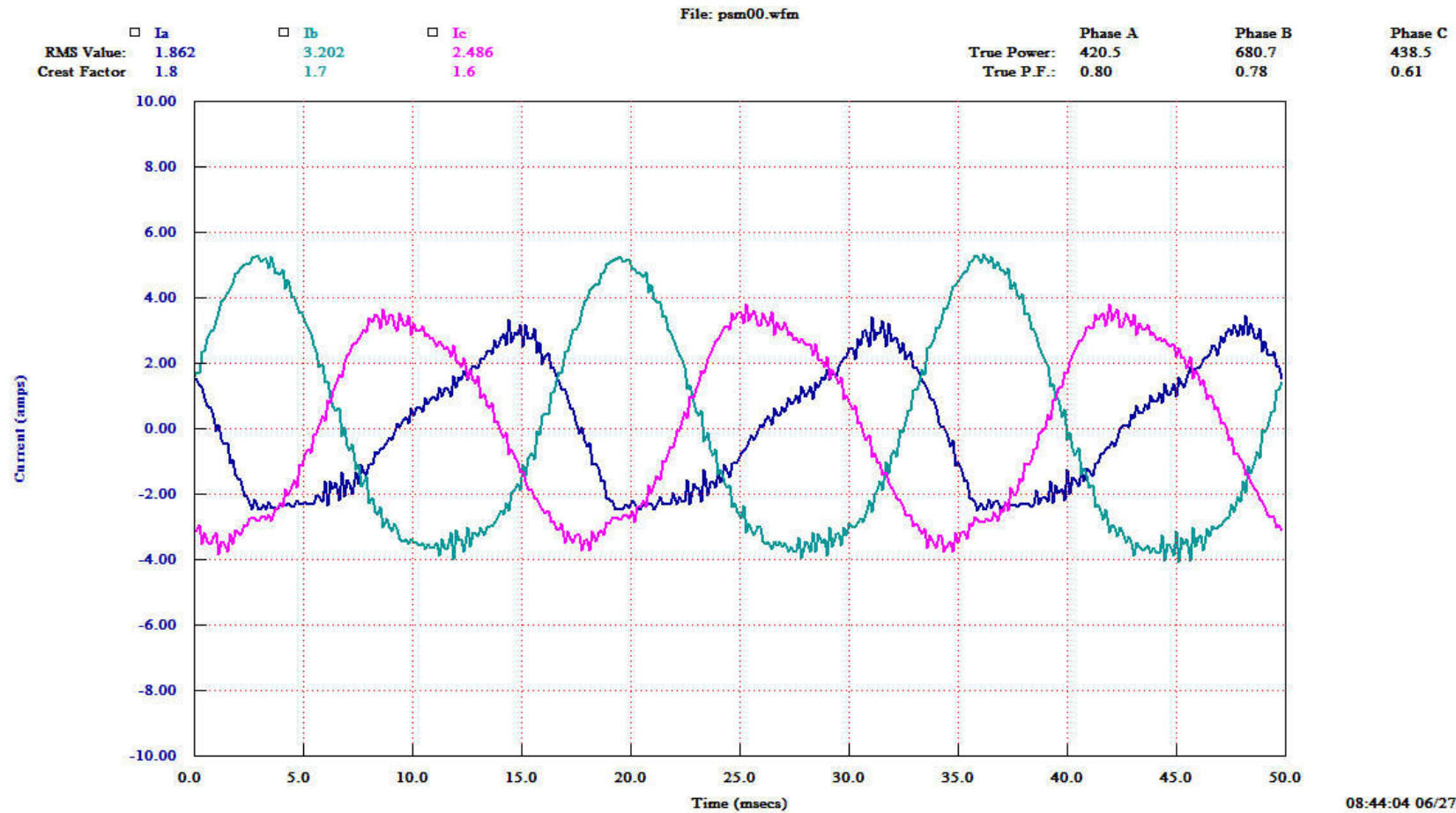
Inverter (condensatori guasti)



Inverter (condensatori guasti)



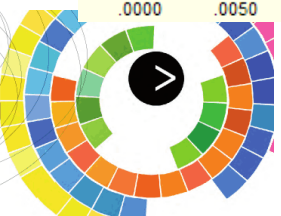
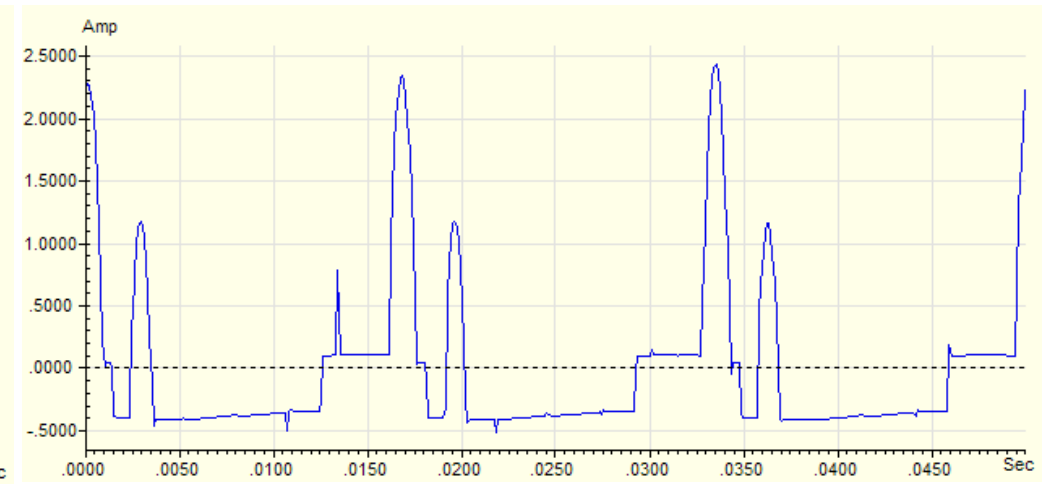
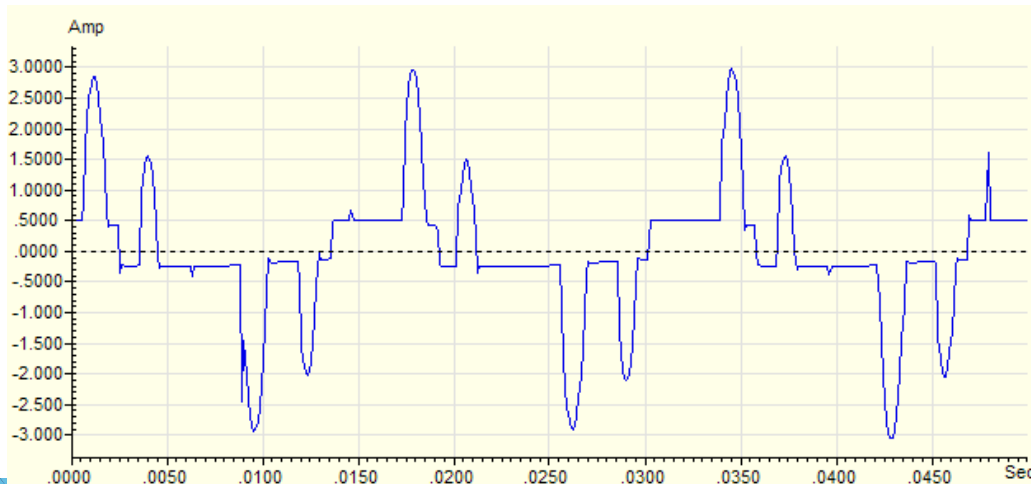
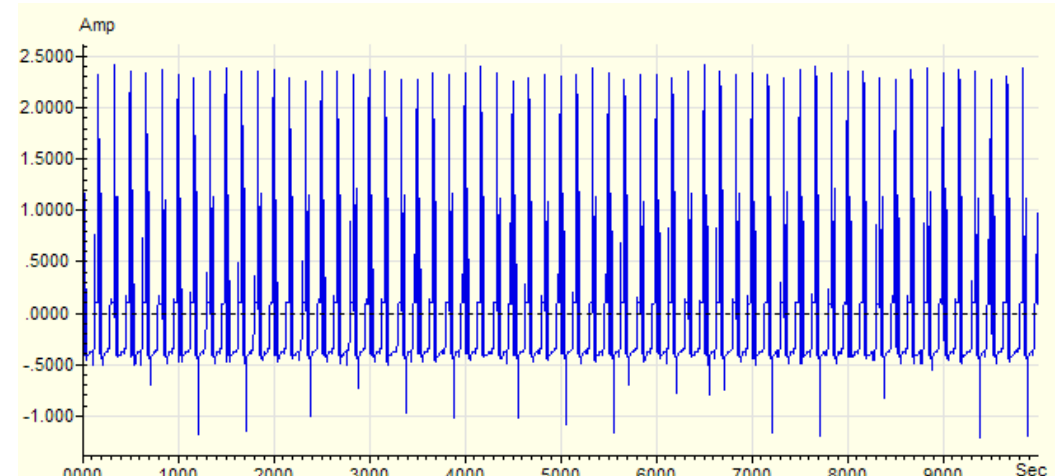
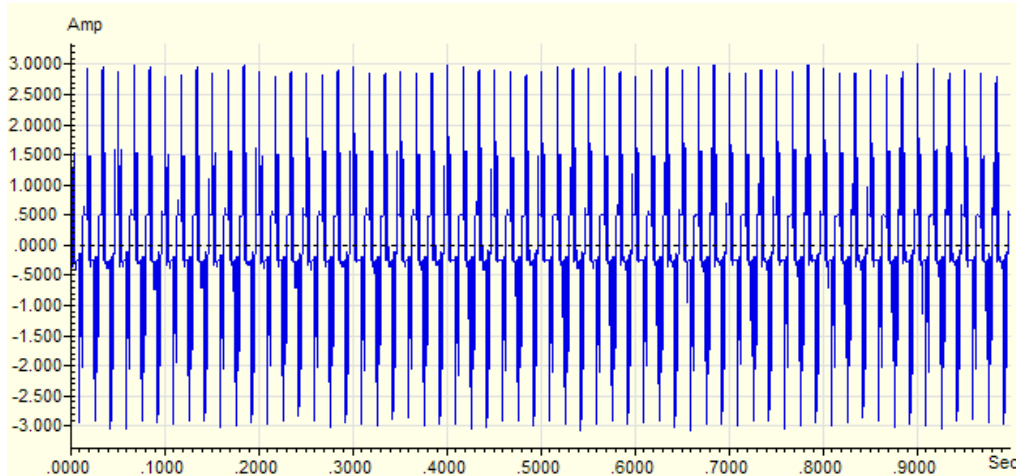
Inverter (IGBT guasti)



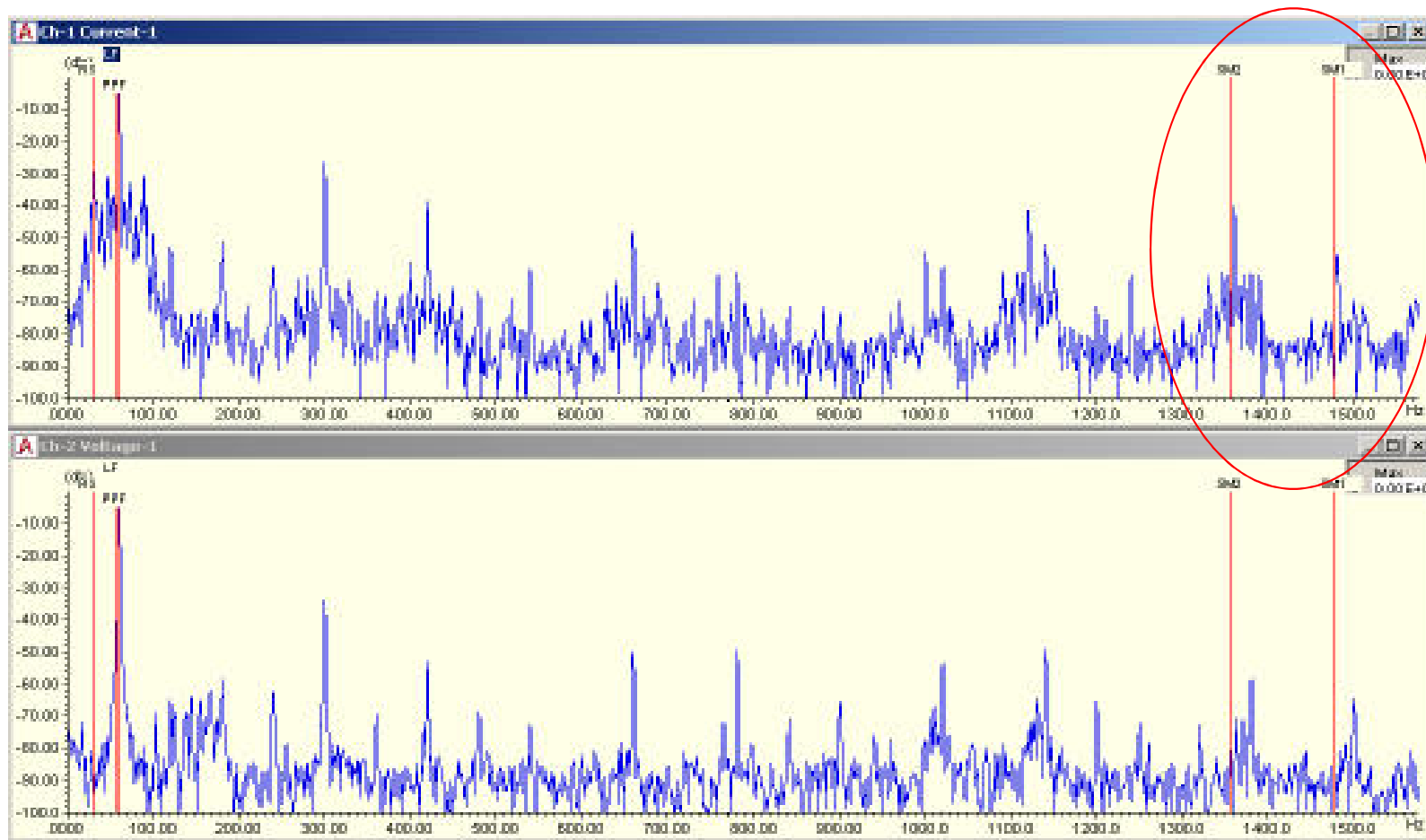
08:44:04 06/27/08



Azionamenti DC (SCR guasti)



Guasto avvolgimenti



Verifica visiva



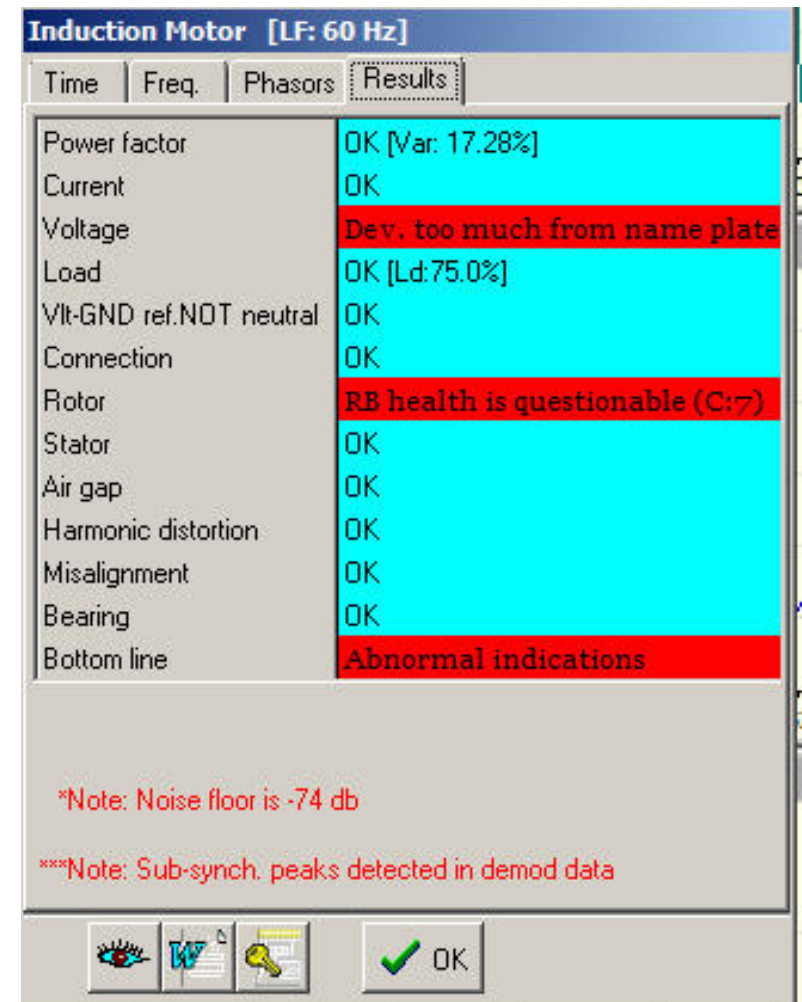
- Allentamento del nucleo statorico rispetto alla carcassa.
- Presenza di pesi equilibranti segno di difetti di fusione (mancanza di metallo)



Recupero energetico con prove dinamiche

Recuperi energetici conseguibili in 6 maniere

- Verifica del rifasamento ($\cos\phi$)
- Squilibrio di corrente/tensione
- Distorsione armonica totale
- Efficienza di lavoro del motore
- Problemi al rotore (e conseguenti vibrazioni e calore)
- Disallineamento e squilibrio meccanico



Rifasamento

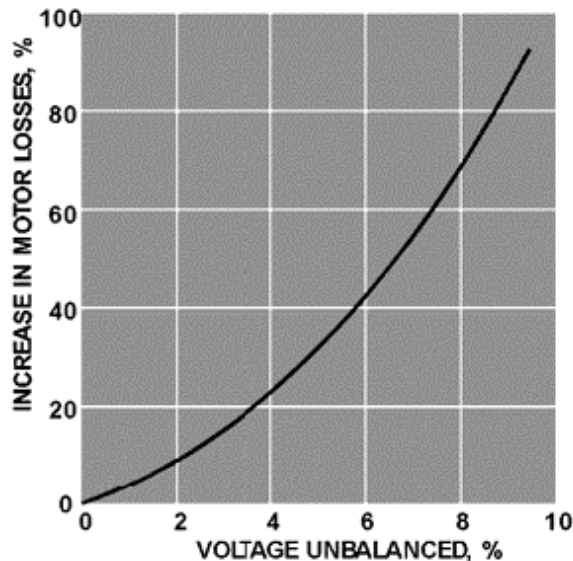
Time	Freq	Phasors	Results			
		Phs-1	Phs-2	Phs-3	Total	Units
Power factor		0.876	0.868	0.891	0.879	
Real Pwr.		120.1	115.3	119.9	355.3	HP
Reactive Pwr.		66.1	65.9	61.0	193.0	HP
Apparent Pwr.		137.1	132.8	134.6	404.4	HP
Running Cnt.		417.60	403.90	406.90	409.47	Amp
Line Voltage		424	427	426	426	Volt

- Misura i valori di $(\cos\phi)$, della potenza attiva, reattiva ed apparente fase - fase e totale
- Evita di incorrere in penalità per potenza reattiva
- La misura è singola per ogni macchina e permette di individuare quale macchina sfasa

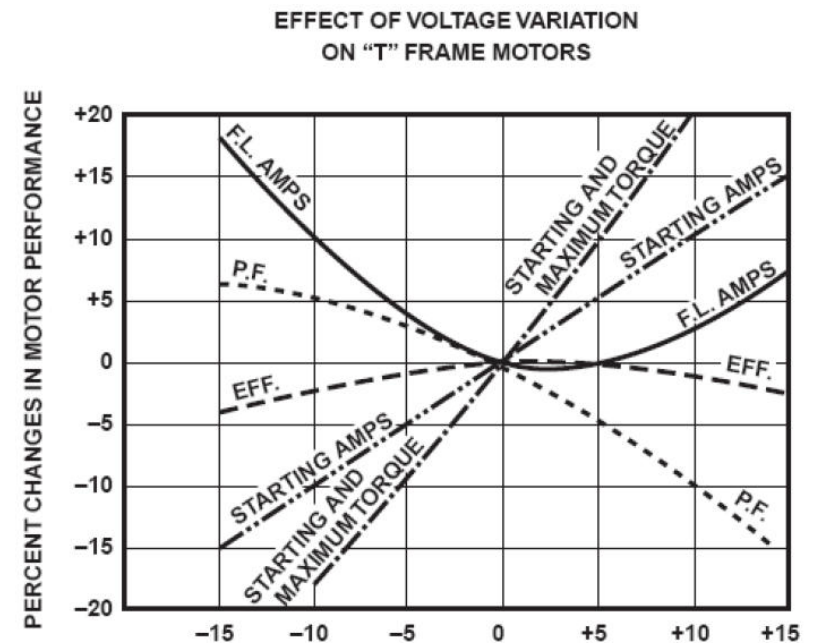


Squilibrio di tensione

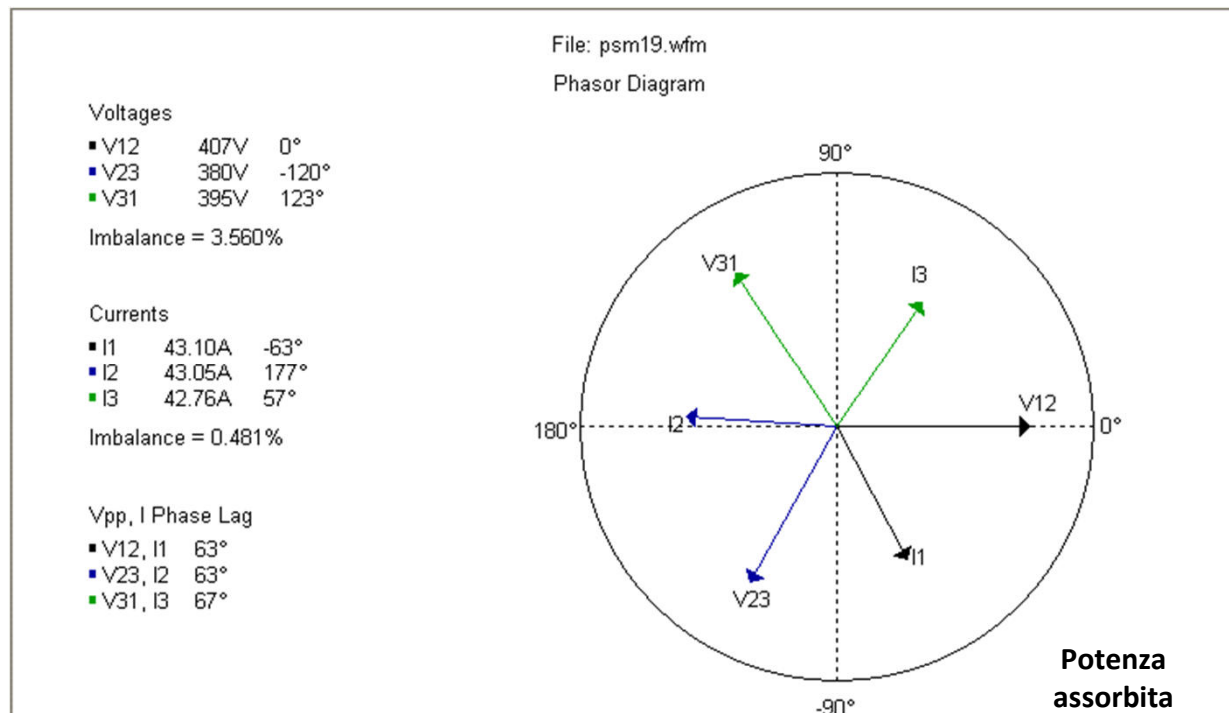
- Spesso impatta gran parte dello stabilimento
- Riduce le prestazioni del motore ed il rendimento
- Le perdite aumentano considerevolmente



FLA=FULL LOAD CURRENT (CORRENTE A PIENO CARICO)
PF= POWER FACTOR (FATTORE DI POTENZA COSFI, RAPPORTO TRA CORRENTE REATTIVA E ATTIVA)
EFF= EFFICIENZA
START AMPS= CORRENTE ALL'AVVIAMENTO
ST TORQUE= COPPIA



Squilibrio di tensione



•Il rendimento diminuisce del 2%

Potenza
assorbita
kW

25 kW

Perdita per
minor
rendimento

0.5 kW

Maggiore
energia ogni
5000 ore di
lavoro

2500 kWh

Costo
energia

0.160 €/kWh

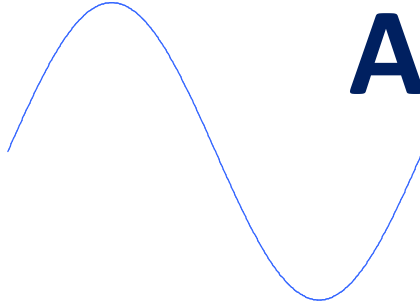
Maggiori
costi per
5000 h di
lavoro

400 euro

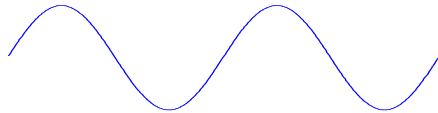


Armoniche

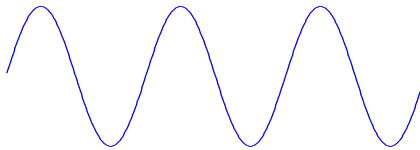
50 Hz



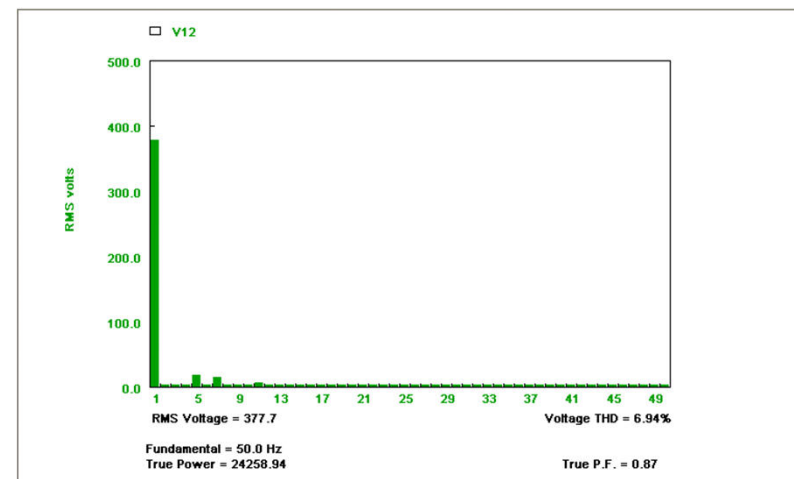
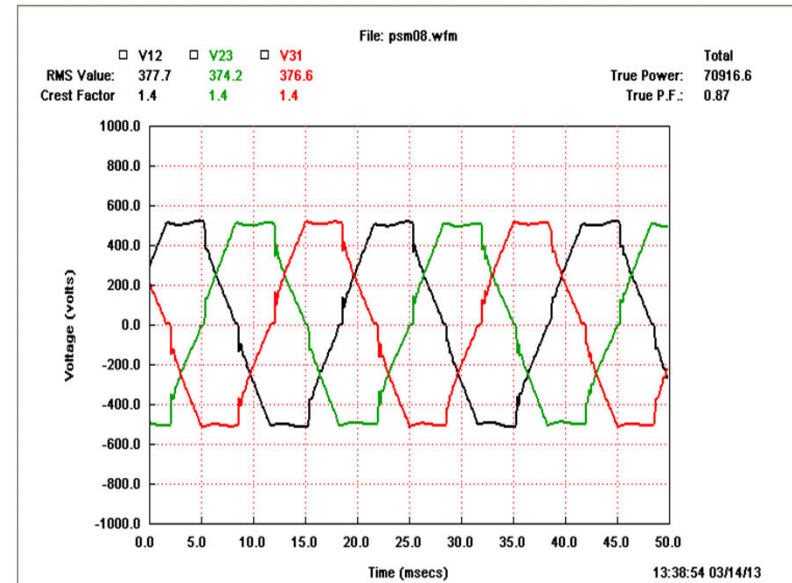
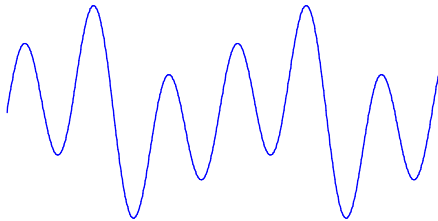
100 Hz



150 Hz



50 + 100 +
150 Hz



Distorsione armonica totale

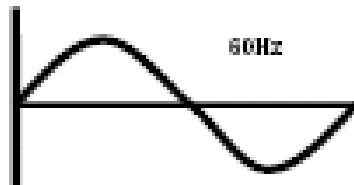
Presenza di onde sovrapposte a quella fondamentale.

Generata da carichi monofase (illuminazione, PC) oppure da inverter e UPS

Provoca surriscaldamento del motore (perdita efficienza e affidabilità) per correnti parassite

Provoca riscaldamento del conduttore neutro

Massimo valore ammissibile 3% THD



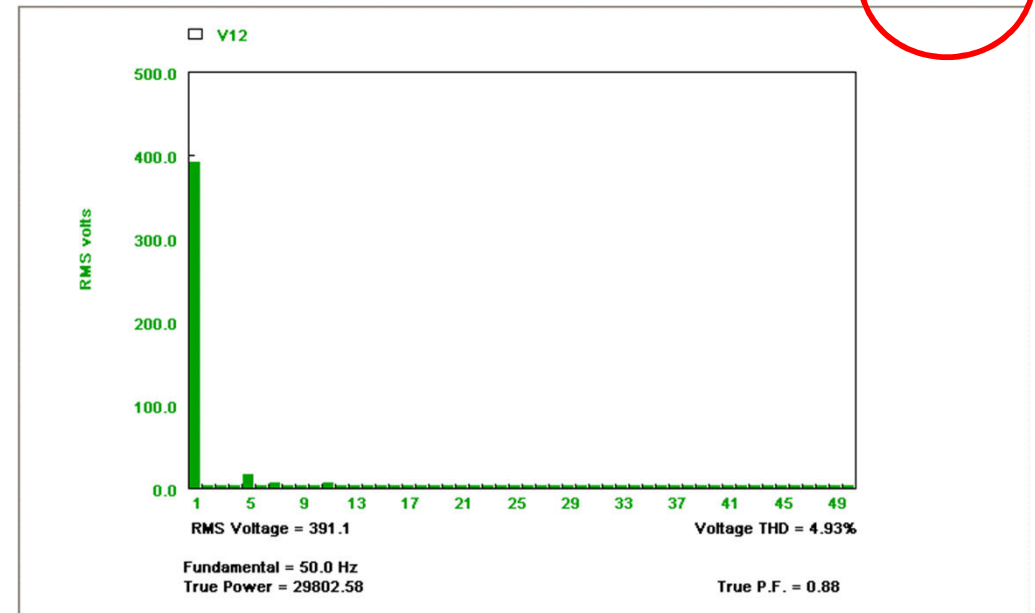
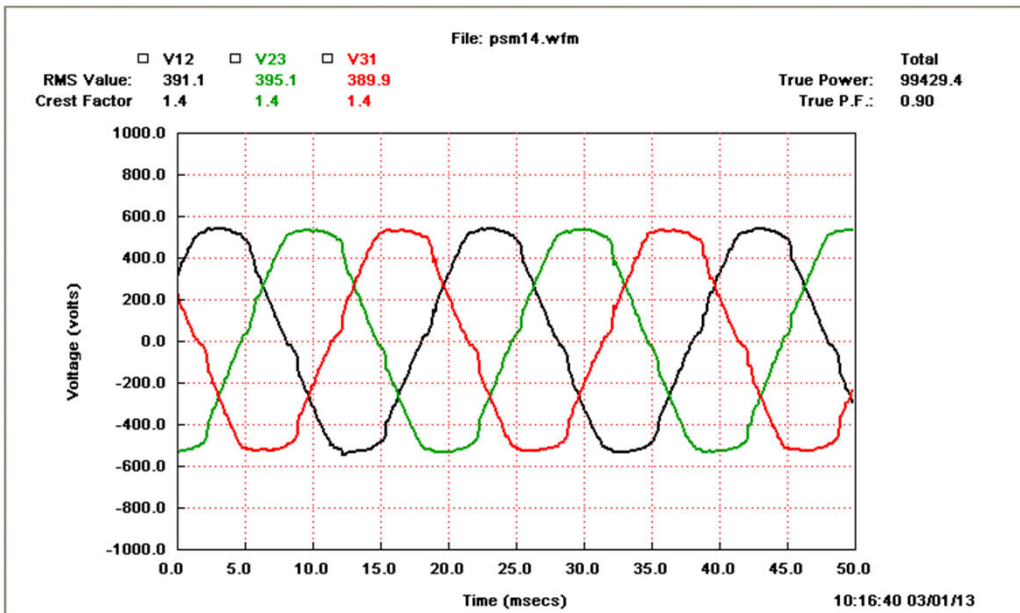
$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{50} P_h^2}}{P_f} \times 100\%$$



Esempio di calo di rendimento per effetto di armoniche

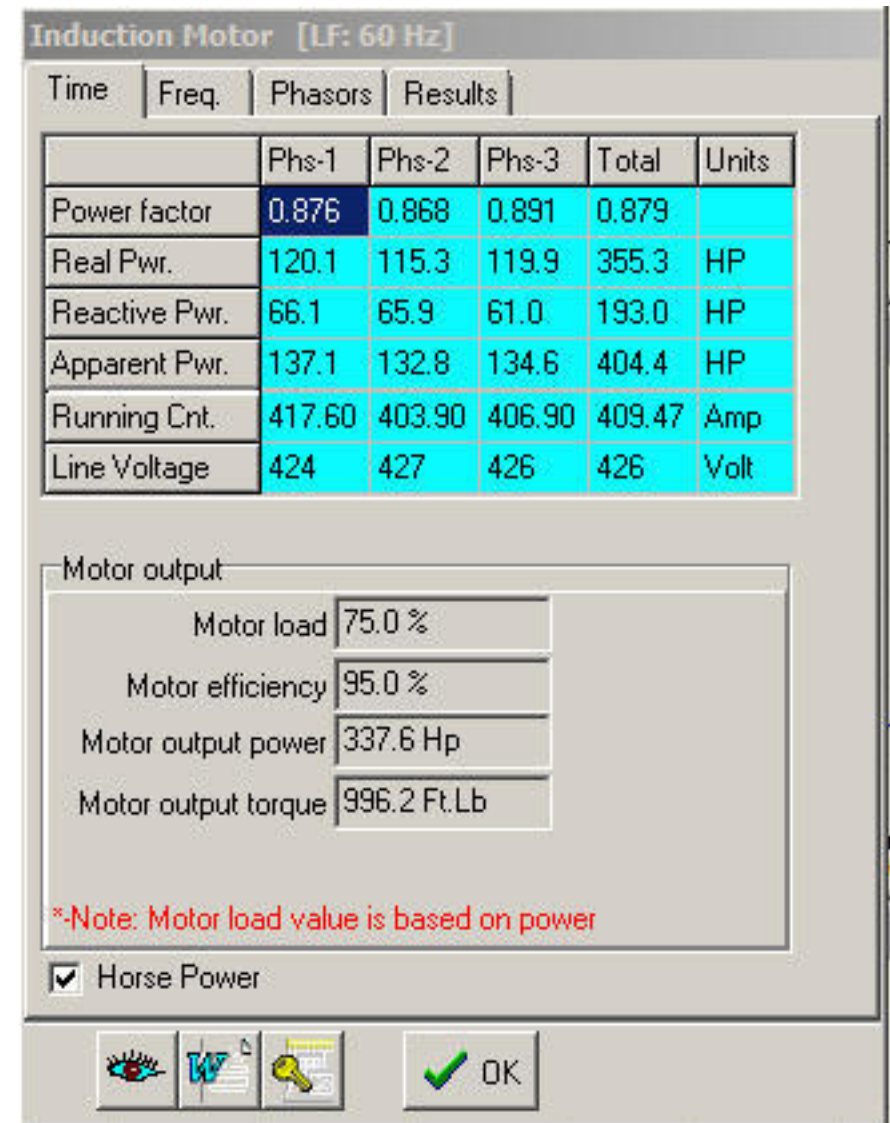
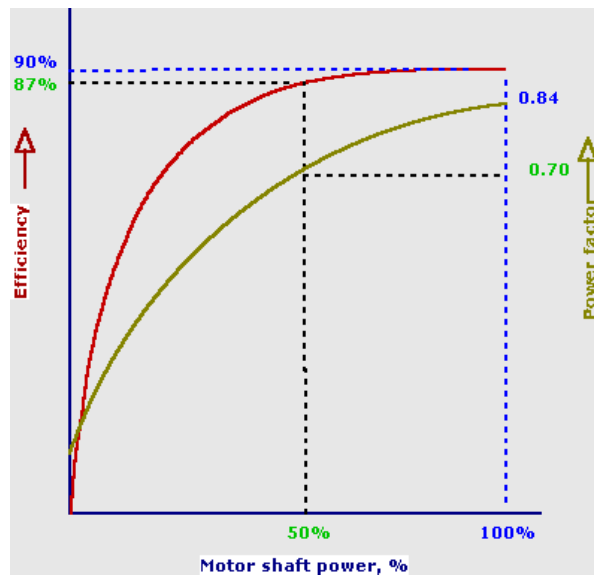
Rendimento di targa = 0.94
Rendimento ridotto = 0.93

Potenza assorbita kW	Rendimento	Perdita di rendimento	Maggiori perdite	Maggiore energia ogni 5000 ore di lavoro	Costo energia	Maggiori costi per 5000 h di lavoro
94 kW	94%	1%	0.94 kW	4700 kWh	0.160 €/kWh	752 euro



Efficienza di lavoro del motore

- Calcolo dell'Efficienza (utilizza norma NMEA MG-1)
- Individua condizioni di lavoro non ottimali

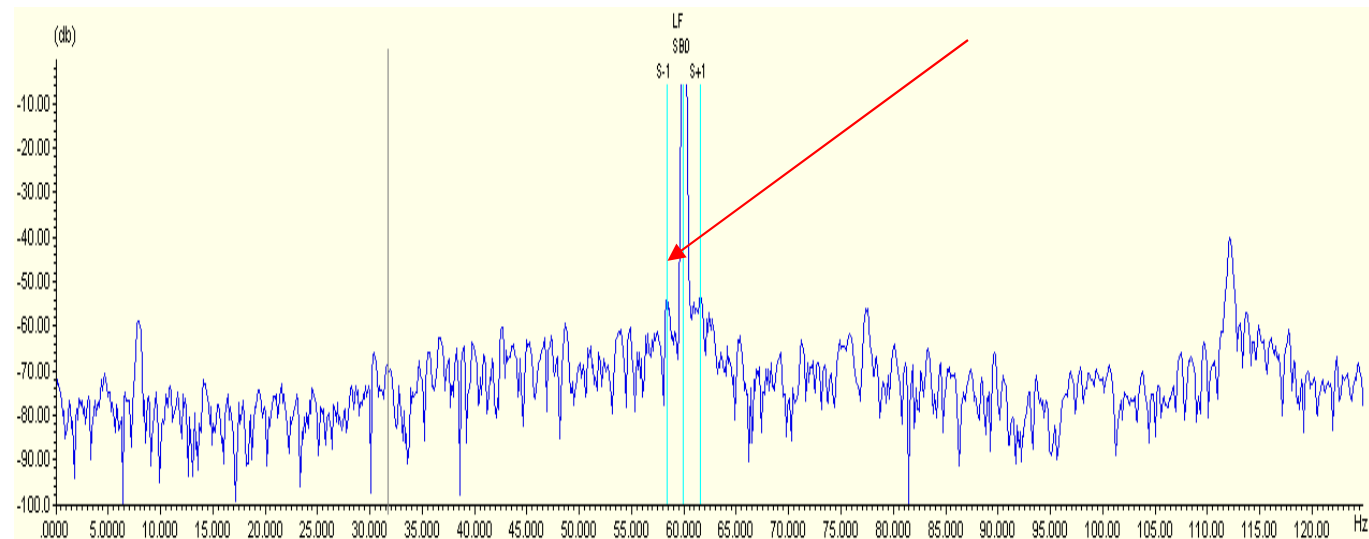


Difetti al rotore

Guasti diagnosticabili :

- Rottura barre rotoriche
- Difetti di fusione
- Eccentricità statica
- Eccentricità dinamica

Bande laterali della Frequenza di passaggio poli attorno alla frequenza di rete indica barre rotoriche rotte.



STUDIO CONDOTTO PRESSO CLIENTE SPM



Consumi elettrici totali

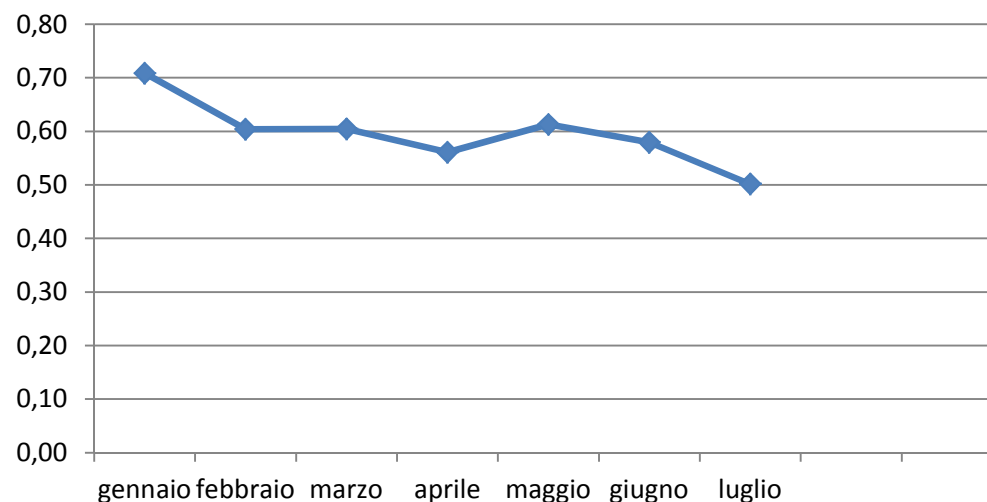
78% dovuto ai motori elettrici



SURVEY IN AZIENDA

MESE	PRODUZIONE STIRATURA	ENERGIA ELETTRICA				
		Energia elettrica (Kwh)	Costo EU	Costo unitario EU/Kwh	CONSUMO SPECIFICO KWH/Kg	COSTO SPECIFICO €/Kg
Gennaio	1,249,190	884,724	112,360	0.127	0.708	0.090
Febbraio	1,445,115	872,592	108,201	0.124	0.604	0.075
Marzo	1,383,430	836,184	100,342	0.120	0.604	0.073
Aprile	1,553,025	870,654	102,737	0.118	0.561	0.066
Maggio	1,488,788	912,068	108,536	0.119	0.613	0.073
Giugno	1,462,770	847,400	100,841	0.119	0.579	0.069
Luglio	1,504,589	754,346	92,785	0.123	0.501	0.062
Agosto	309,195	422,378	54,487	0.129	1.366	0.176
Settembre	2,012,801	946,336	113,560	0.120	0.470	0.056
Ottobre				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Novembre				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Dicembre				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Totali	11,148,903	6,961,958	845,640	0.121	0.624	0.076

kWh/kg



Risparmio da gennaio a luglio = $0.708 - 0.501 = 0.207$ kWh/kg

0.207 kWh/kg * $1.200.000$ kg medi mensili * 0.120 €/kWh

Risparmio mensile energia elettrica di 29.000 euro



Software di Analisi



Software di Analisi

Motor Comparison

File Savings Help

☐ New ☐ Rewind ☒ Replace Existing

Savings ? Exit

Utility
Portland General Elect

Rate Schedule
Standard Residential

Facility
Concentrated Juice, Inc

Energy price (\$/kWh) 0.059333
Demand charge (\$/kW) 3.67

Utility rebate program in effect

Motor Description and Features

	Existing <Avg Std Efficiency>	Premium Efficiency <Avg Premium Efficiency>
Size/Speed	25 hp 1200 RPM	25 hp 1200 RPM
Enclosure/Voltage	TEFC 460 Volts	TEFC 460 Volts
Hours use/yr	8760	8760
Load (%)	80.0	80.0
Efficiency (%)	89.4	93.4
Full load RPM		
Old Motor Effic Loss		
Dealer discount (%)		
Purchase Price (\$)		2882
Installation Cost (\$)		130
Motor Rebate (\$)		188
Peak Months	12	12

Inventory Catalog Cgpy Values

Compare two new motors

Life Cycle Economics

File Calculate Escalation Help

☐ Project ☒ Corporate Depreciation Method Straight line

Calc ? Exit

Costs

Capital costs (\$) 2,882
Installation costs (\$) 130
Interest during construction (\$) 0
Annual O&M cost (\$) 0
Annual fuel cost (\$) 0
Fuel cost escalation rate table *Use Default Value

Default Escalation Rates
50.0 %
50.0 %
50.0 %

Electricity Use and Cost

Project annual energy savings (kWh) 25,958
Average energy cost (\$/kWh) 0.061200
Electric cost escalation rate table *Use Default Value
Project demand reduction (kW) 3.0
Average demand cost (\$/kW) 0.00
Demand escalation rate table *Use Default Value
Peak demand months 12

Default Escalation Rates
50.0 %
50.0 %

Financing

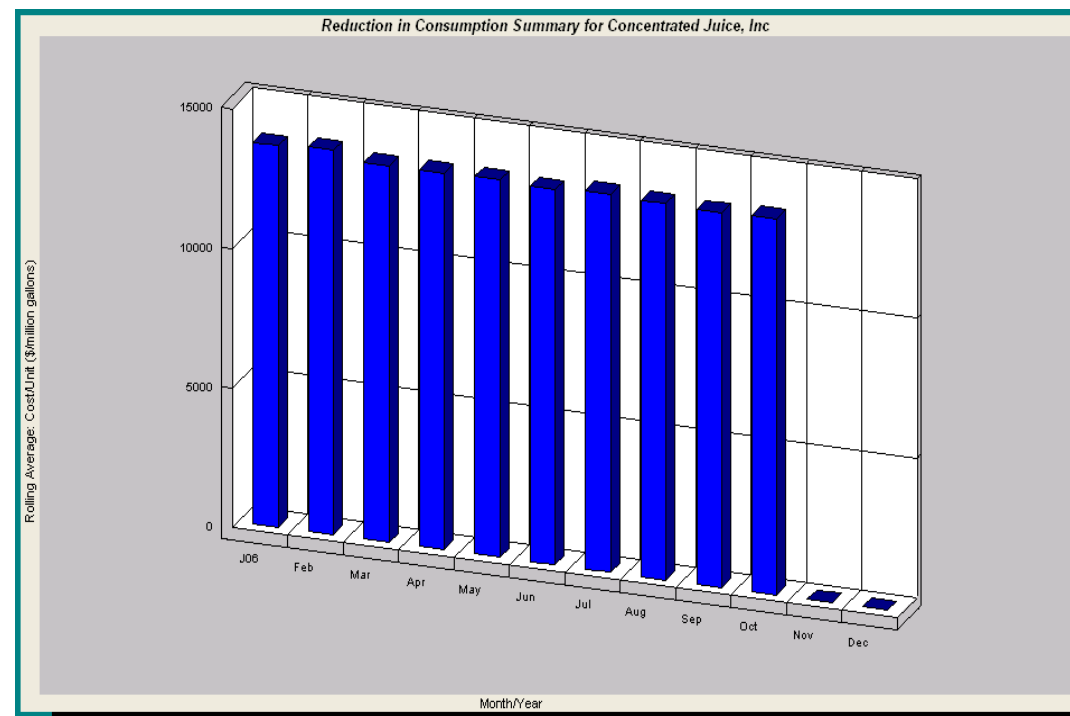
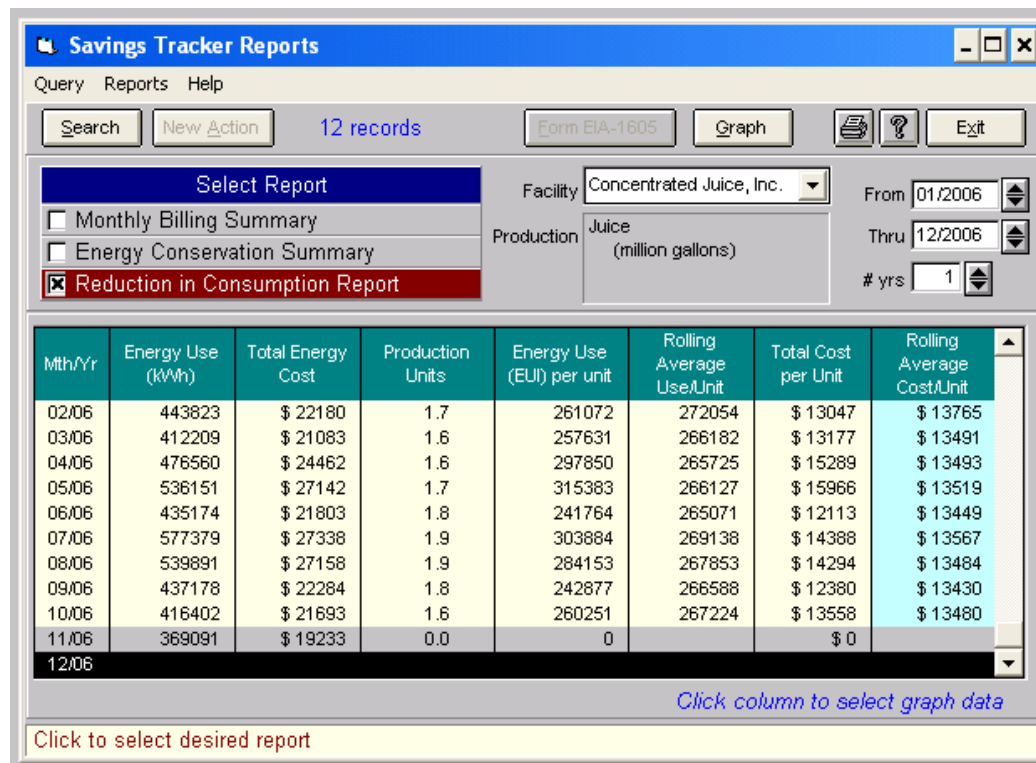
Date of loan (yr) 2007
Loan life (yrs) 0
Loan interest rate (%) 100.0
Discount rate (%) 180.0
Property tax rate (%) 0.0
Corporate tax rate 350.0
State income tax rate 0.0

Project Life

Base year 2007
First year of operation 2007
Life expectancy (yrs) 15
Depreciation life (yrs) 5
Salvage value (\$) 0
Resale value (\$) 0



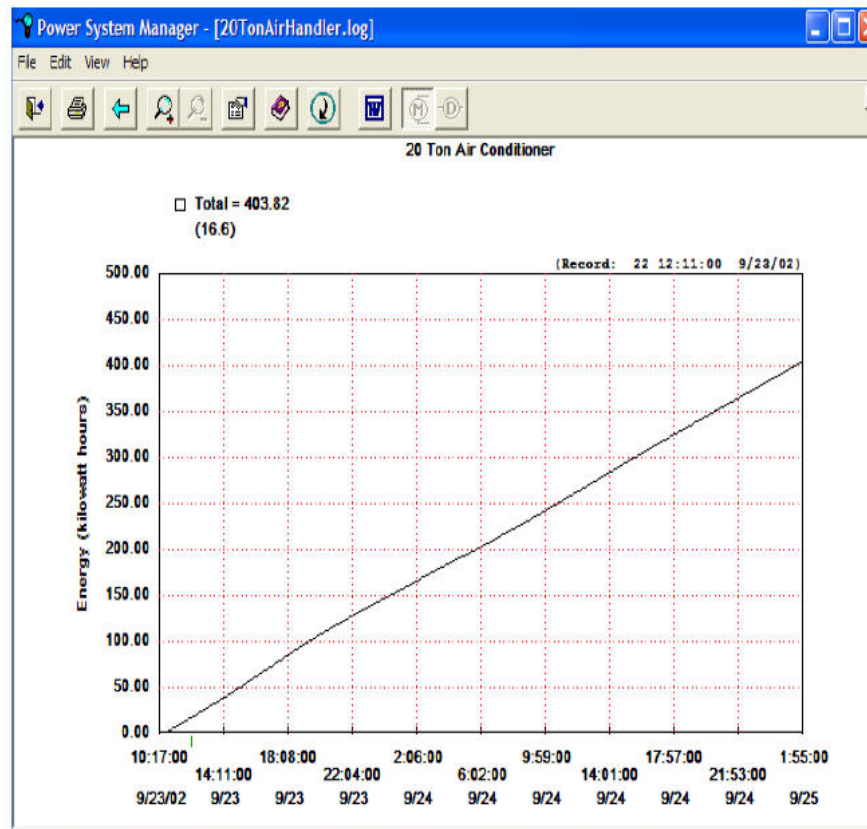
Software di Analisi



Software di Analisi

La macchina viene monitorata durante il proprio esercizio.

Viene misurata l'energia consumata



Energy Consumption

File C:\ATPOL\20TonAirHandler.log

Test began at 9/23/02 10:17:00

Test ended at 9/25/02 1:55:00

Measurement

Total True Power Ave:

Value

10159.4

Units

Watts

Total VA Power Ave:

11981.6

VA

Total Power Factor:

0.85

Energy, Total Elapsed:

402.98686

KWH

Energy, estimated per month:

7427.6

KWH

Cost, Total Elapsed:

\$51.18

\$

Cost, estimated per month:

\$943.31

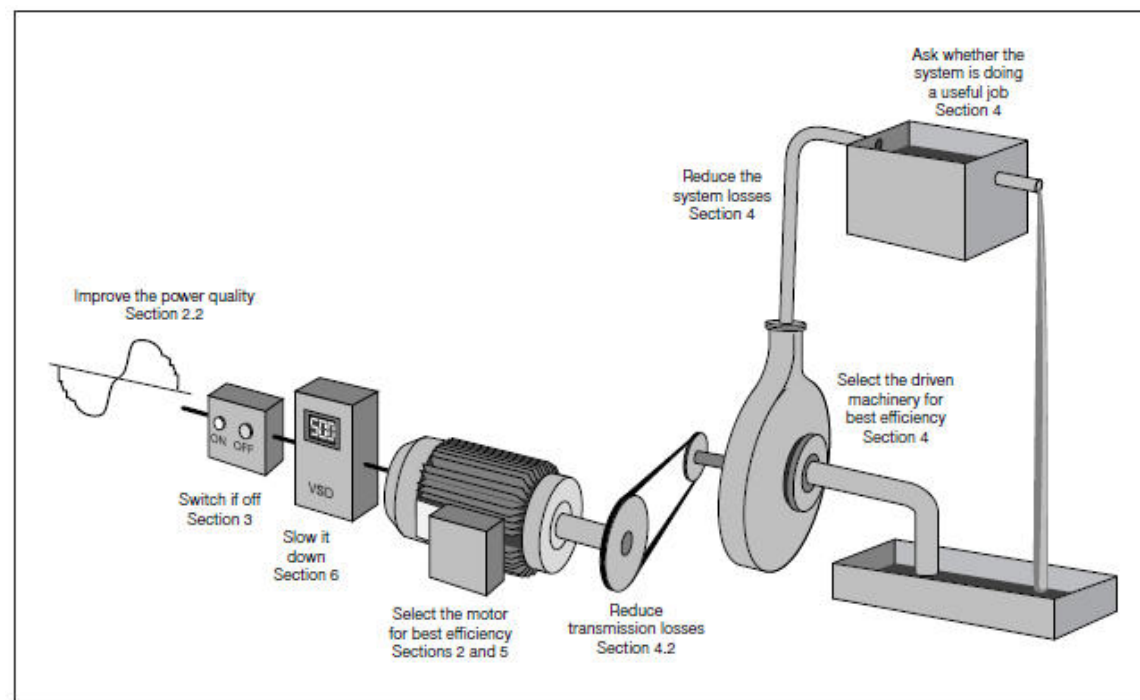
\$



Ulteriori opportunità di recupero energetico

Risparmi conseguibili attraverso interventi sull'impiantistica in particolare :

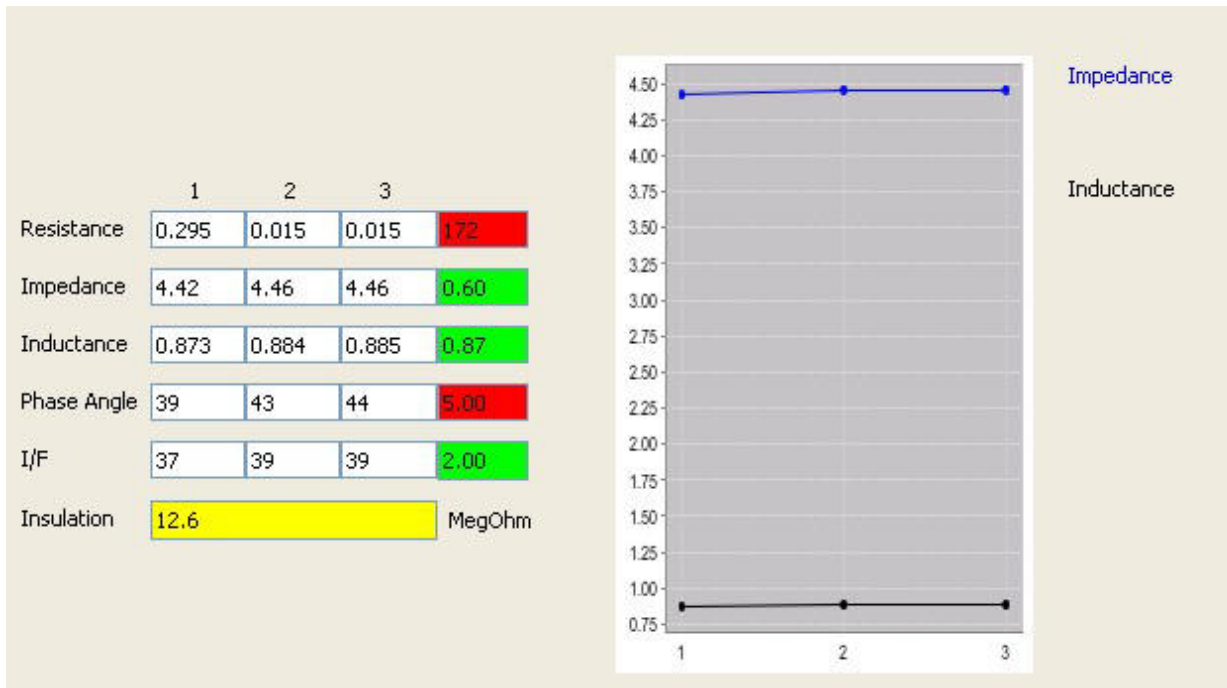
- Ottimizzazione del ciclo di funzionamento della macchina
- Stima dei risparmi conseguibili con l'installazione di inverter e motori ad alta efficienza
- Ottimizzazione del rendimento di pompe e ventilatori
- Ottimizzazione delle trasmissioni meccaniche
- Equilibratura ed allineamento sul posto
- Localizzazione di perdite di aria compressa.
- Lubrificanti ad alta efficienza



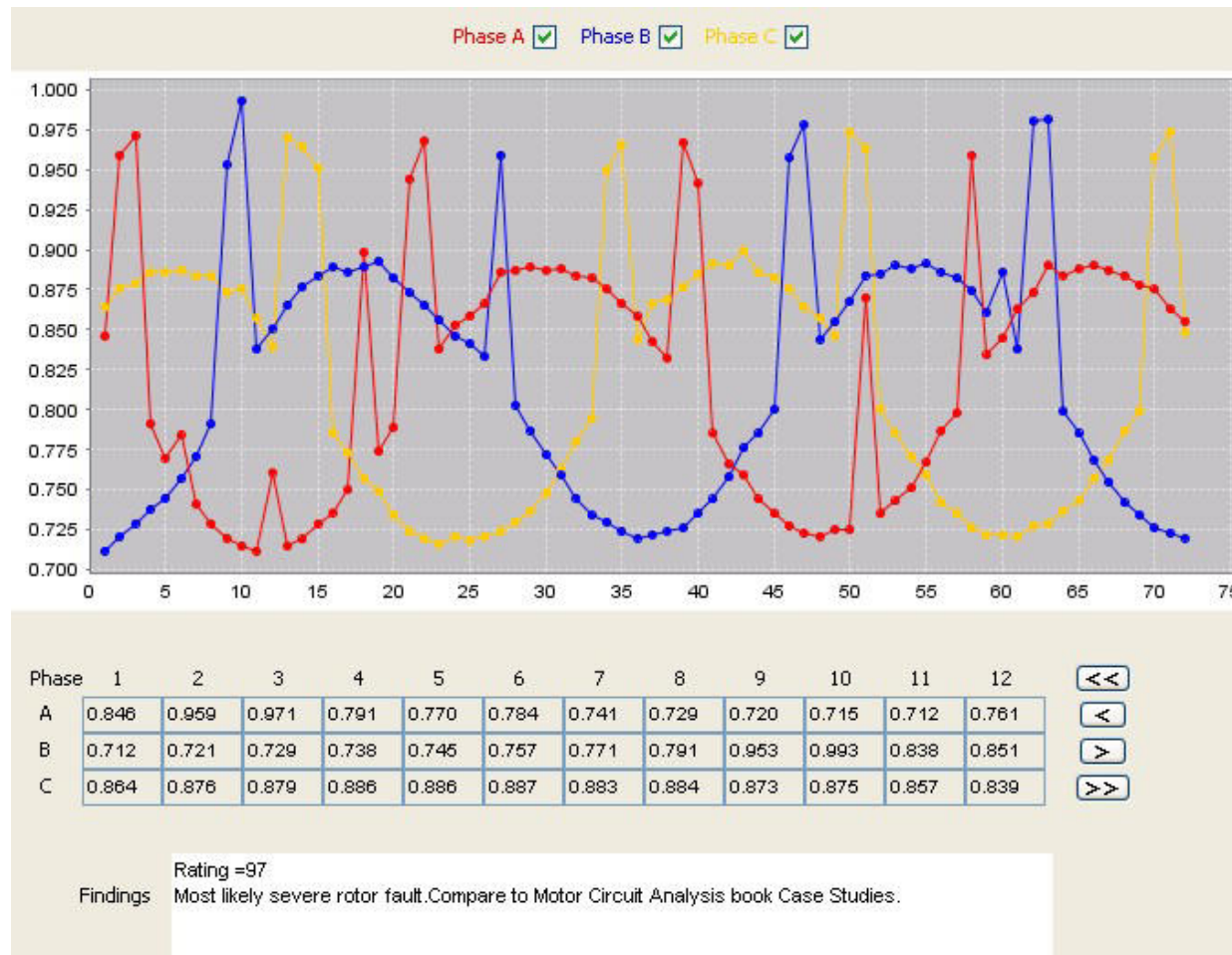
TESTIMONIANZE DI ATTIVITA'



Ventilatore motore da 500 kW



Rotor test



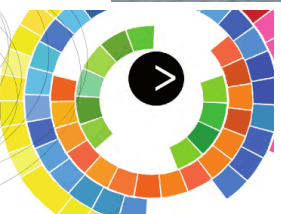
Motore a bordo nave

Potenza	55 kW					
Giri di targa	1750					
	RPM					
Frequenza di targa	60 Hz					
Tensione di targa	440 V					
Corrente nominale	150 A					
Poli	4					
Anno costruzione	2004					
		Potenza nominale	Corrente nominale	Maggiore resistenza	Maggiore potenza $R I^2$ (kW)	Ore lavoro annue (h)
		55 kW	150 A	0.045 ohm	1.012 kW	6000

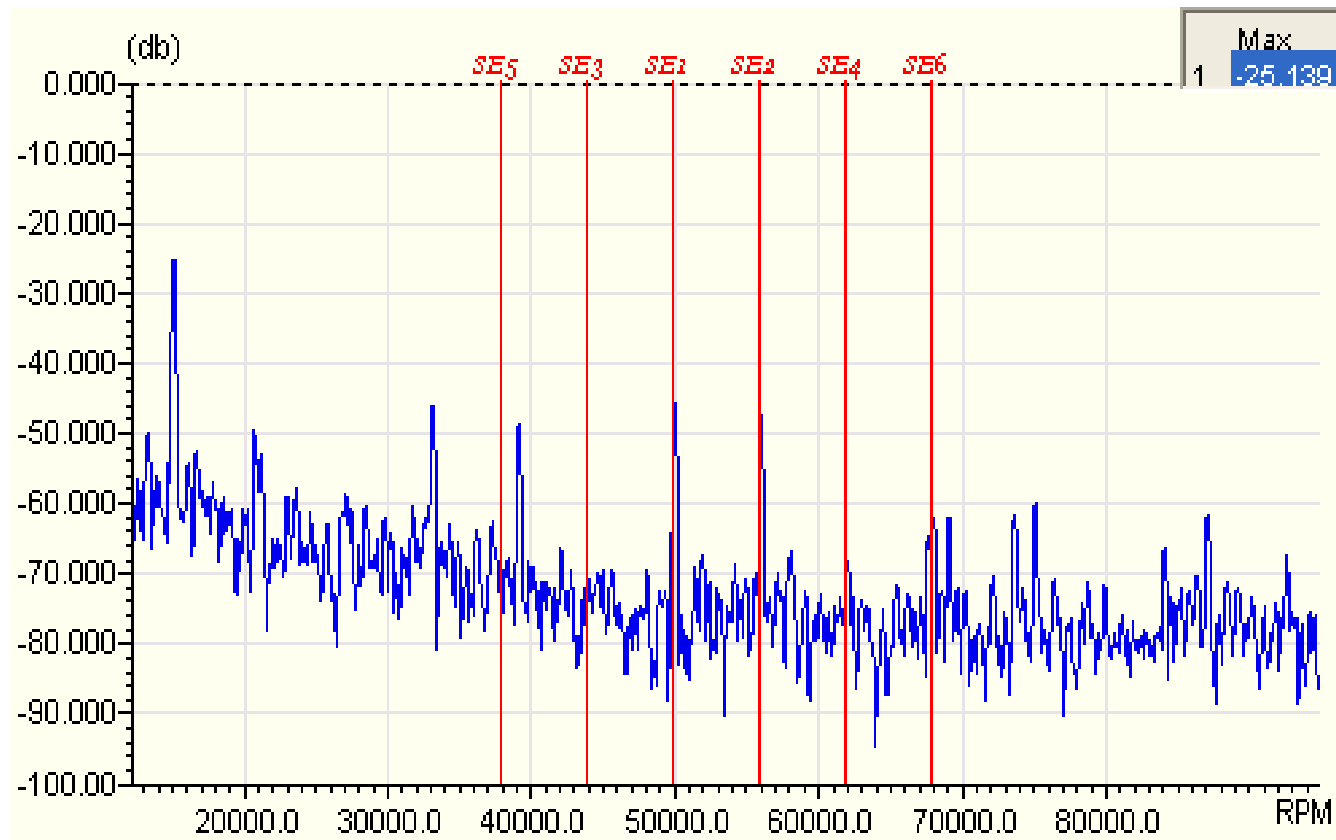


Maggiore energia (kWh)	Costo energia (€/kWh)	Maggior costo (€/anno)
------------------------	-----------------------	------------------------

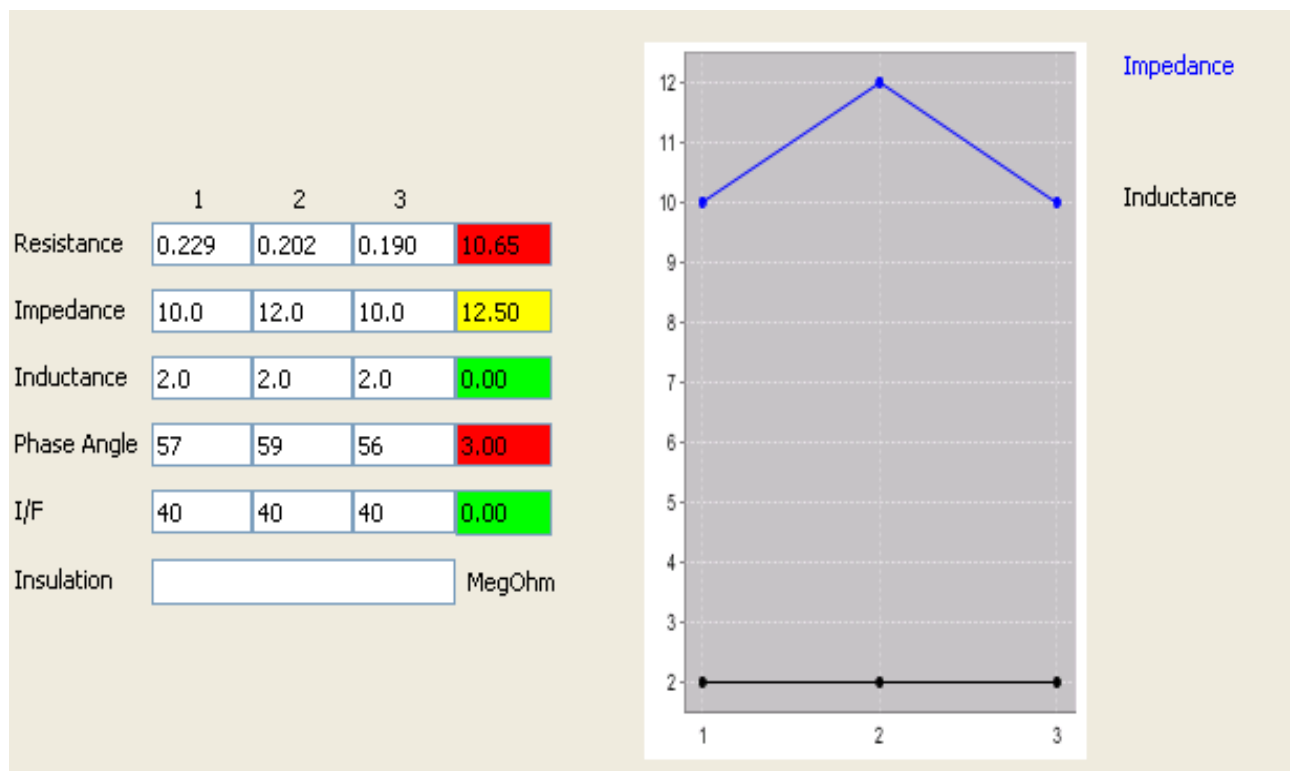
6075 kWh	0,220	<u>1.336</u>
----------	-------	--------------



Motore con eccentricità statica



Motore appena riavvolto



Motore sovradimensionato

Grandezza	Valore
Taglia motore	
Giri	2950 rpm
Tensione	380 V
Corrente	55 A
Cos ϕ	0.90
Potenza	30 kW
Efficienza	Standard
Cuscinetto 1	
Cuscinetto 2	
Inverter	Si Danfoss VLT 5042

Potenza assorbita kW	Rendimento	Rendimento targa	Minori perdite	Minore potenza	Minore energia ogni 5000 ore di lavoro	Costo energia	Maggiori costi per 5000 h di lavoro
11 kW	87%	92%	5%	0.55 kW	2750 kWh	0.160 €/kWh	<u>440 euro</u>

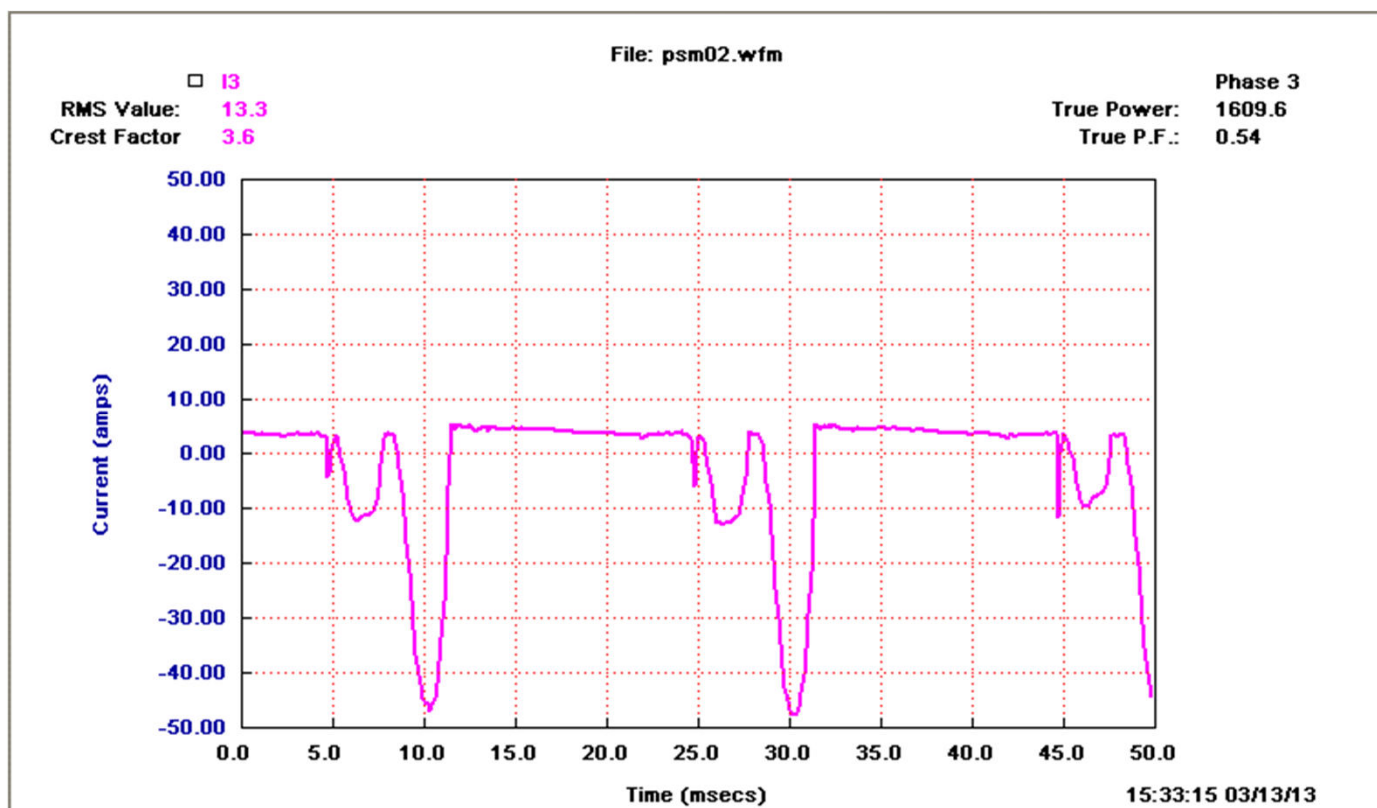


Service presso cliente SPM

MACCHINA	POTENZA DI TARGA	POTENZA MISURATA	CARICO %
S710	75	67,5	90,0%
S705	55	37,5	68,2%
P702	110	44,6	40,5%
T510	37	39,9	107,8%
D700	110	24	21,8%
N700	90	84	93,3%
D511	37	5,5	14,9%
D831 PRINCIPALE	400	45	11,3%
D831 SECONDARIO	30	8,4	28,0%
D950	15	1,8	12,0%
S811	22	8,5	38,6%
M841	22	14,9	67,7%



Inverter con Diodo aperto



UN CASO RECENTE



Vantaggi del Motor Testing in sintesi

- Migliora l'affidabilità delle macchine prevenendo i fermi inattesi
- Stima la vita residua del motore ai fini della programmazione delle attività di manutenzione
- Individuare opportunità di recupero energetico
- **NON RICHIEDE INVESTIMENTI INIZIALI**



GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE

SPM Instrument Srl

Via G. Ceresani, 13 - 60044 Fabriano AN

Tel. 0732/629272 Fax 0732/629277

E-mail: info@spminstrument.it

*www.spminstrument.it - www.leonovabyspm.it – www.bearingchecker.it –
www.intellinova.net*

