



VOLTA[®]

S.p.A.



1952 - 2017

Competenza
ed entusiasmo per
soluzioni tecniche

ESD

Padova

03.10.2017

Alessandro Corniani

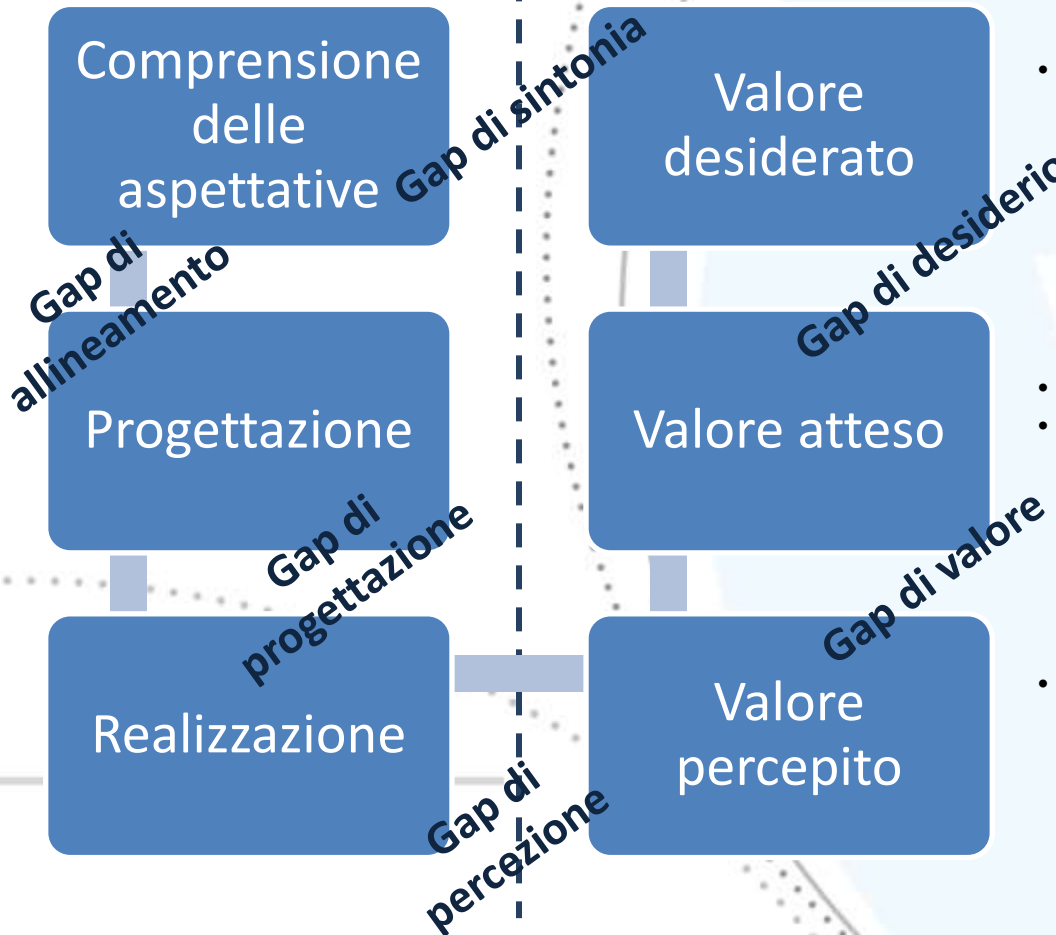
aco@volta.it



Gap analysis

Presentatore

- Cosa vorrebbero sentire gli ascoltatori?
- Quali caratteristiche di ESD dobbiamo approfondire?
- Quali strumenti uso per ottimizzare il flusso di informazioni nel tempo concesso?
- Esperienza operativa

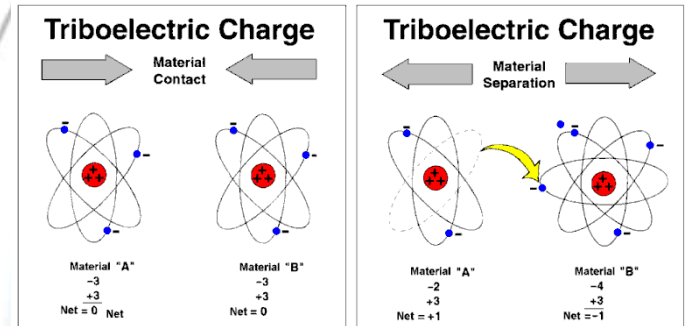


Ascoltatori

- Necessità personali di formazione
- Esperienze precedenti
- Passaparola
- Sto ricevendo informazioni utili?

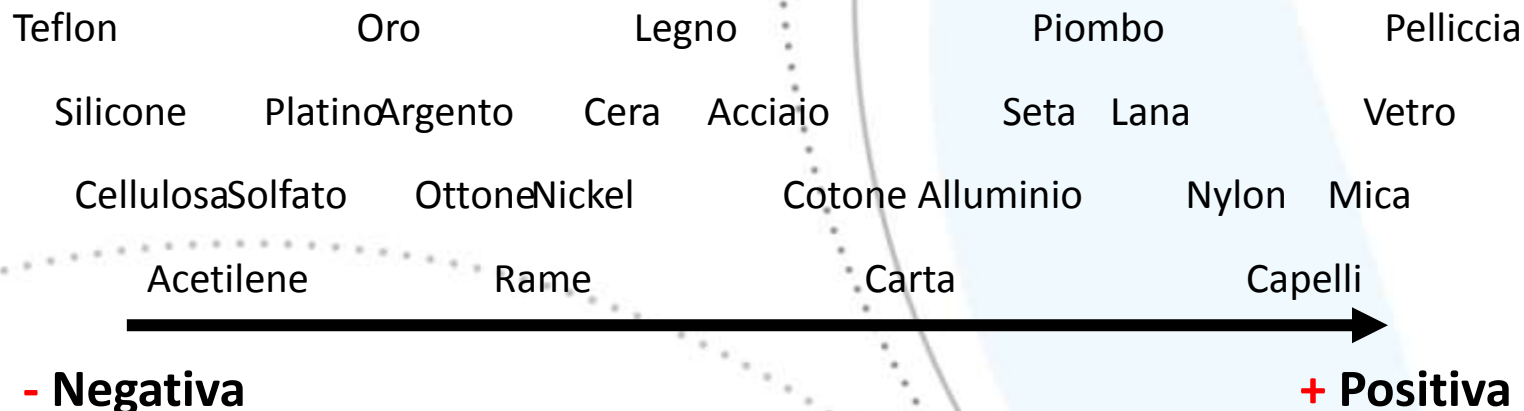
Il fenomeno

- L'energia statica è definita come una carica elettrica causata da squilibrio di elettroni sulla superficie di un materiale.
- Si ha trasferimento di carica tra corpi a diverso potenziale elettrico dal contatto e successivo distacco di due materiali.
- La creazione di elettricità statica è chiamata effetto triboelettrico.



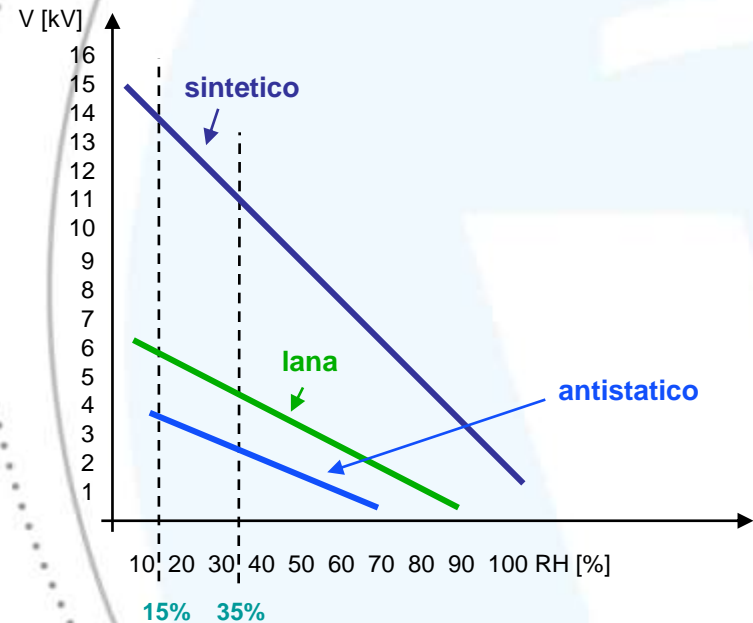
Scala triboelettrica

- Un materiale caricato positivamente tende a perdere elettroni e vice versa.
- L'ordine non è costante né ripetitivo poiché dipende da diversi fattori quali le condizioni ambientali, la velocità di strofinamento o di separazione e l'area di contatto.



L'influenza dell'umidità

Fonte	10..25% RH	69..90% RH
Camminare su moquette	35000V	1500V
Camminare su materiale vinile	12000V	250V
Operatore su un banco di lavoro	6000V	100V
Prelievo di sacco sintetico da banco	20000V	1200V
Sedia con schiuma in poliuretano	18000V	1500V



MIL-HDBK-263B

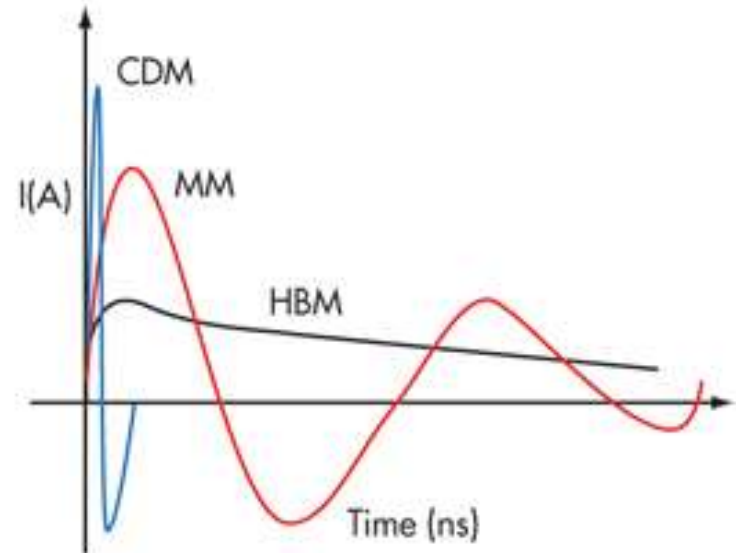
- DOD-HDBK-263 nasce nel 1980
- Viene aggiornato nel 1991 e poi nel 1994 come MIL-HDBK-263B
- Scope:
 - This handbook provides guidance for developing, implementing and monitoring an ESD control program [...]

Effetti di ESD

- Gli effetti di ESD su componenti elettrici ed elettronici non sono generalmente riconosciuti in quanto tali ma...
 - sono creduti stress da transient invece che da cariche elettrostatiche
 - sono reputati come random, mortalità infantile, difetti di produzione
 - non sono approfonditi per mancanza di strumenti adeguati
 - a volte viene accettata una elevata difettosità del processo perché è più economicamente conveniente usare parti di ricambio
 - si crede che certi controlli siano importanti solo al livello della produzione del sub-componente elettronico
 - si crede che l'utilizzo di protezioni possa risolvere tutti i problemi
 - il difetto può presentarsi non subito dopo una scarica ma a seguito di diversi episodi e quindi scollegato dalla causa

Di quale ESD parliamo?

- HBM - Human Body Model
 - Scarica da persona a componente
- CDN - Charge Device Model
 - Carica di un componente (e.g. per induzione elettrostatica) e scarica su ambiente esterno
- MM - Machine Machine Model
 - Scarica tra componenti



Sorgenti tipiche

Processo	Materiale
Superficie di lavoro	Superficie cerate o verniciate, plastiche
Pavimenti	Cemento Legno verniciato Piastrille in vinile
Vestiti	Abiti in materiale sintetico Scarpe isolanti Cotone (se umidità relativa inferiore al 30%)
Sedie	Legno verniciato Vinile e fibra di vetro
Packaging	Borse di plastica e imballaggi in materiali plastici
Aree di assemblaggio, prova e riparazione	Spray per pulizia e spray criogenici Pistole termiche e soffianti ad aria calda Saldatrici con punta non messa a terra Spazzole in materiale sintetico Pulitura ed essiccazione via fluidi o evaporazione Camere climatiche Sabbiatrici Fotocopiatrici Tubi a raggi catodici

Tipi di guasto

- Intermittent or upset (transient) failures
 - Guasto che occorre durante il funzionamento del DUT e che è caratterizzato da perdita o temporanea distorsione di funzionalità.
 - Valore di corrente o tensione provocato da disturbo condotto o irradiato associato alla scarica ESD con ordine di grandezza inferiore a quello che può causare un guasto hardware.
 - Non si presenta guasto hardware apparente e le funzionalità riprendono automaticamente una volta terminato l'impulso ESD.
- Hard failure
 - Degrado o danno irreparabile che può presentarsi anche a seguito di diversi eventi ESD.

Tipi di guasto

Failure mechanism	Energy	Voltage	Microelectronic and semiconductor devices	Film resistors	Piezoelectric crystals
Thermal secondary breakdown: second breakdown junction melting	✓		✓		
Metallization melt: metal conductors or fuse bond melting	✓		✓	✓	
Dielectric breakdown: failure of a dielectric material due to excessive voltage		✓	✓		
Gaseous arc discharge: vaporization and metal movement, generally far from the electrodes		✓	✓	✓	
Surface breakdown: high leakage path around the junction		✓	✓		
Bulk breakdown: metallization alloying or impurity diffusion due to localized high temperature	✓		✓		✓

Norme di riferimento



IEC 61000-4-2:2008 – ESD immunity test
IEC 61000-6-1:2005 – Residential, commercial and light industry
IEC 61000-6-2:2005 – Industrial

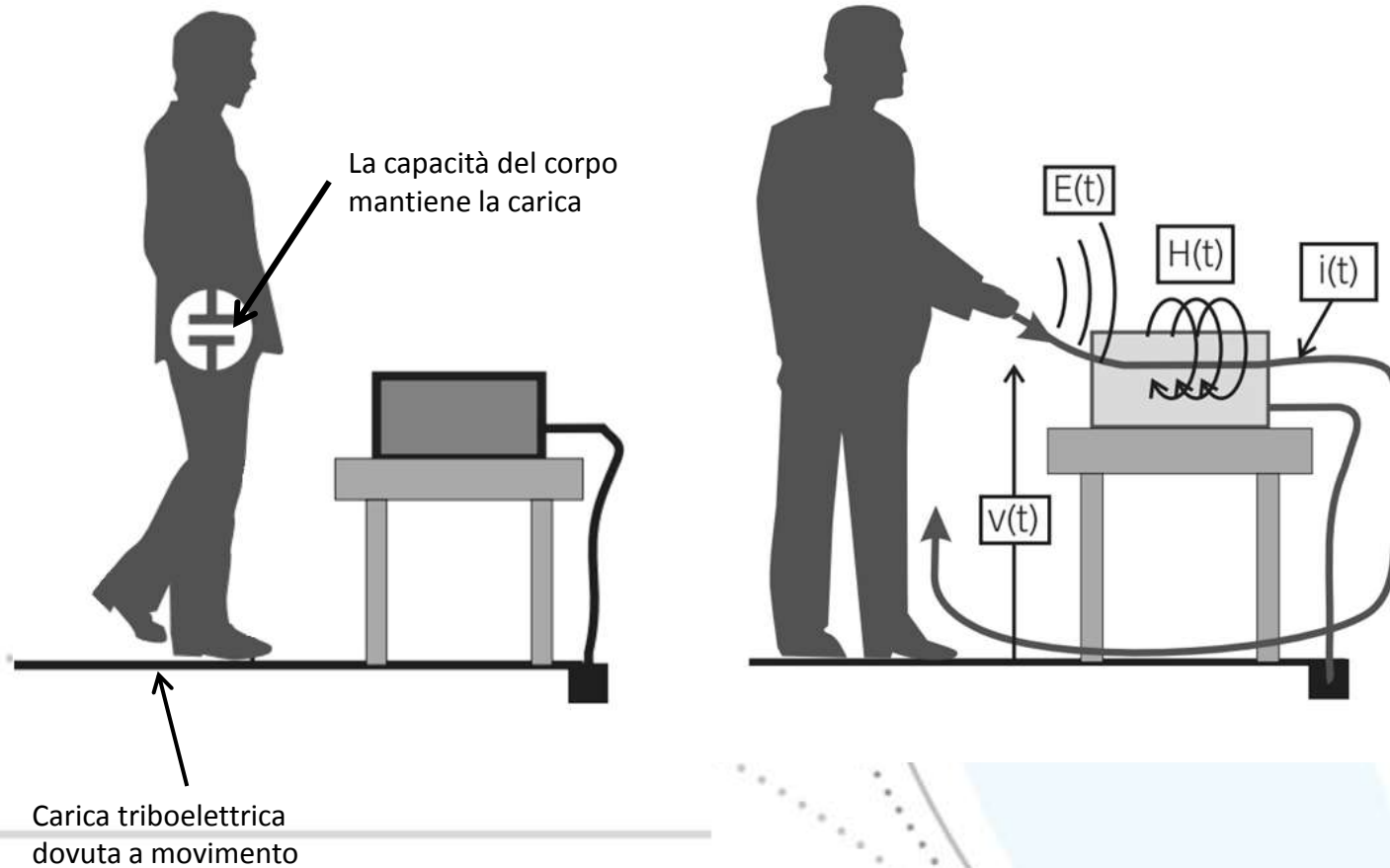


ISO 10605:2008 – Test methods for electrical disturbances from ESD
ECE-R10 Rev.5 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility
Automotive specs



MIL-STD-461G (CS118)
MIL-HDBK-263B / MIL-STD-1686B
MIL-STD-331C
NATO AECTP 500 Ed.4 / NATO AECTP 250 CV1
RTCA DO160G – Section 25

La scarica



La scarica

- Non è strano che una persona si carichi con più di 10kV
- Le correnti di scarica hanno valori vicini a 100A e durata di nsec
- Fino a circa 3kV, la scarica non è visibile né percepita dall'uomo
- Un MOSFET si può distruggere con una scarica di 200..600V

Le norme IEC e ISO

IEC 61000-4-2

- Fino a 15kV
- 150pF / 3300hm
- AD e CD
- Tutti i livelli e +/-
- Verifica superficie non conduttive
- Scarica indiretta su piano orizzontale e verticale

ISO 10605

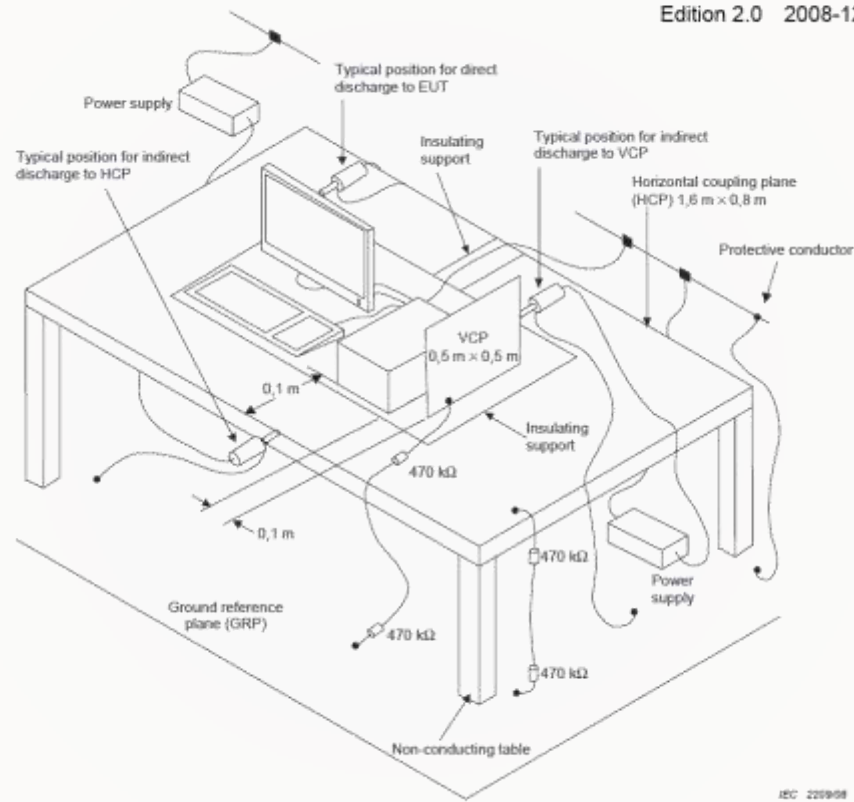
- Fino a 25/30kV
- A provino alimentato e non alimentato
- RCN
 - 150pF: esterno veicolo
 - 330pF: interno veicolo
 - 3300hm: chiave
 - 20000hm: dito umano

Set-up IEC



IEC 61000-4-2

Edition 2.0 2008-12

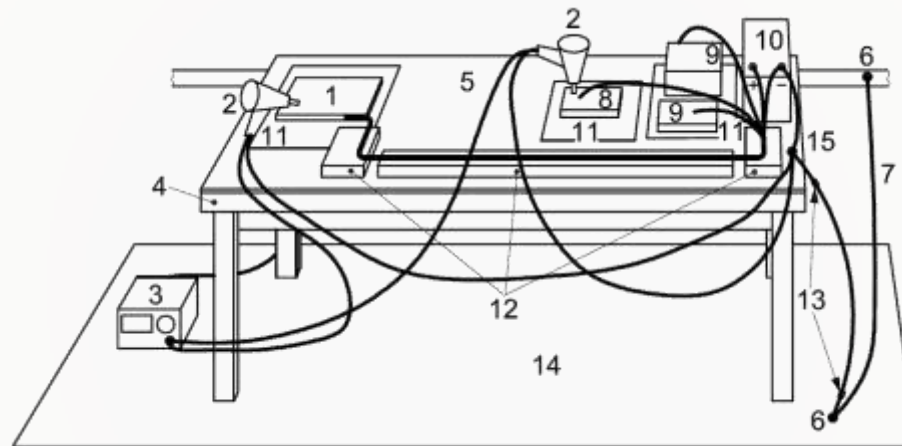


Set-up ISO

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 10605

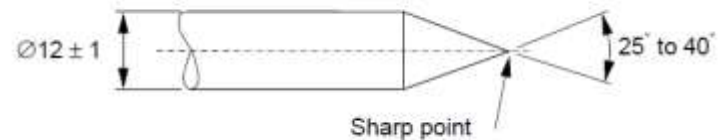
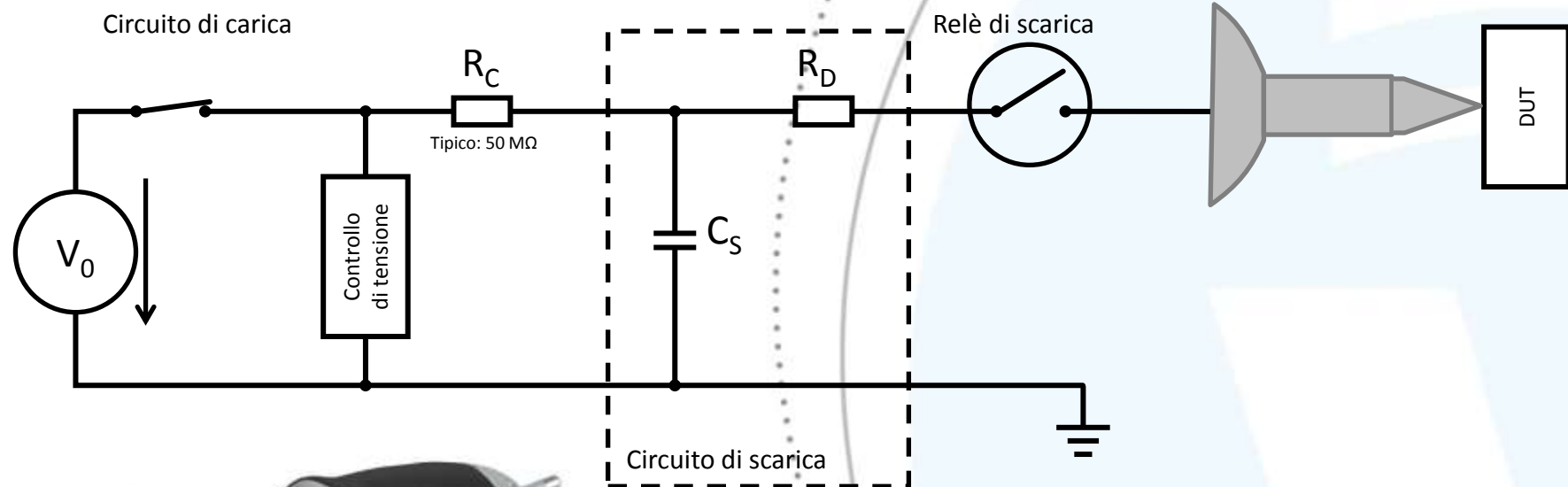
Second edition
2008-07-15



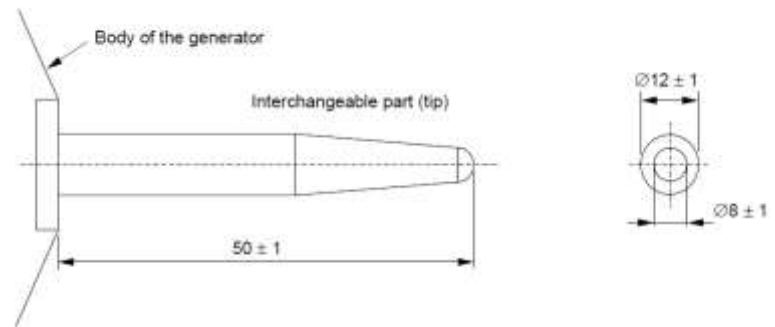
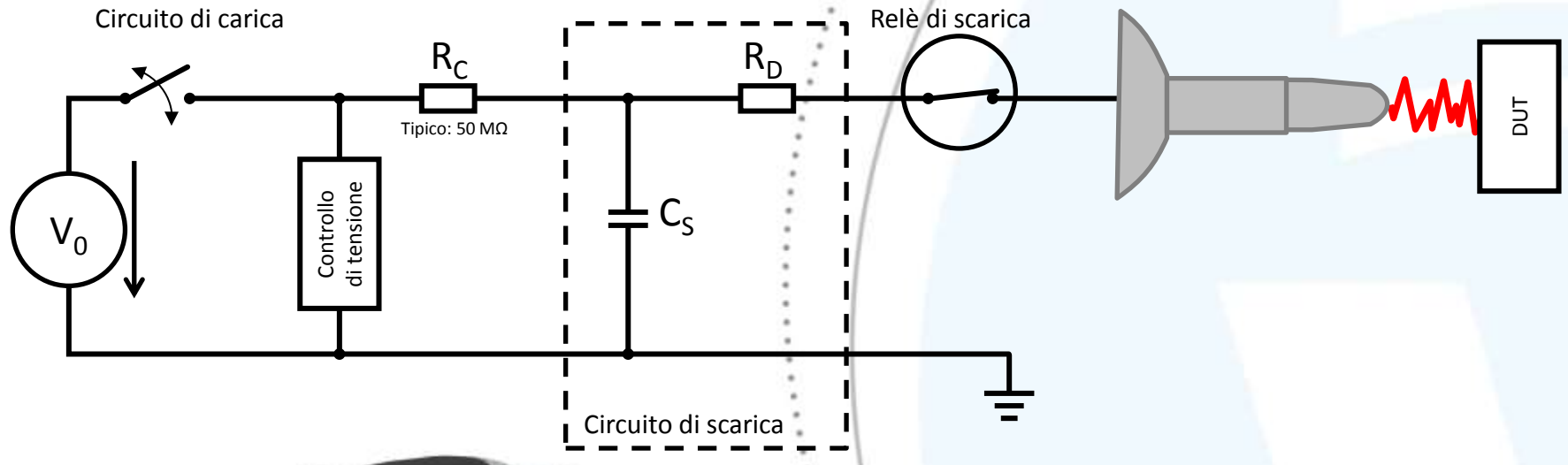
Key

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|--------------------------------|
| 1 | DUT | 9 | periphery |
| 2 | ESD generator | 10 | battery |
| 3 | ESD generator main unit | 11 | isolating support, if required |
| 4 | non-conductive table | 12 | insulating blocks |
| 5 | HCP | 13 | 470 kΩ resistors |
| 6 | ground point | 14 | GRP optional |
| 7 | ground connection | 15 | HCP ground connection |
| 8 | remotely accessible parts of the DUT | | |

Schema del generatore



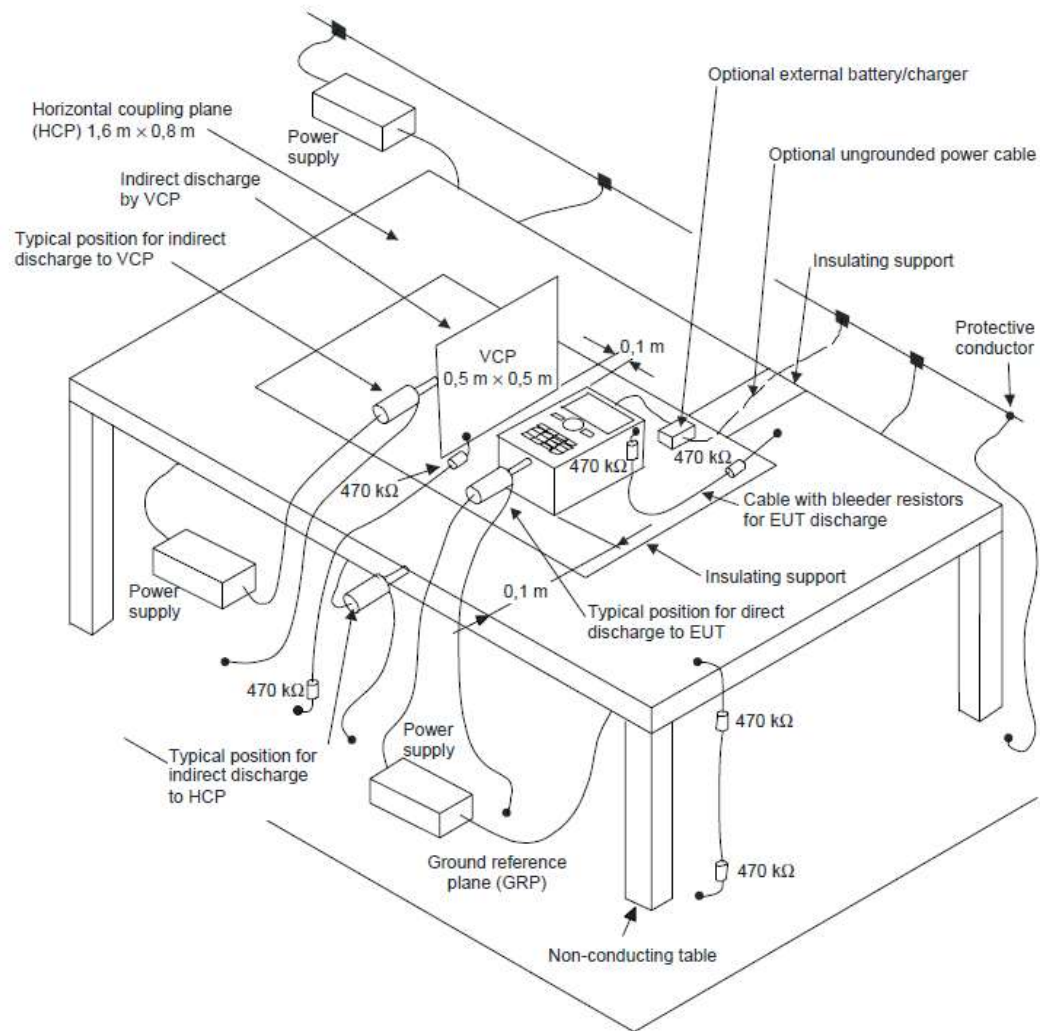
Schema del generatore



Componenti della pistola



IEC Table-top set-up



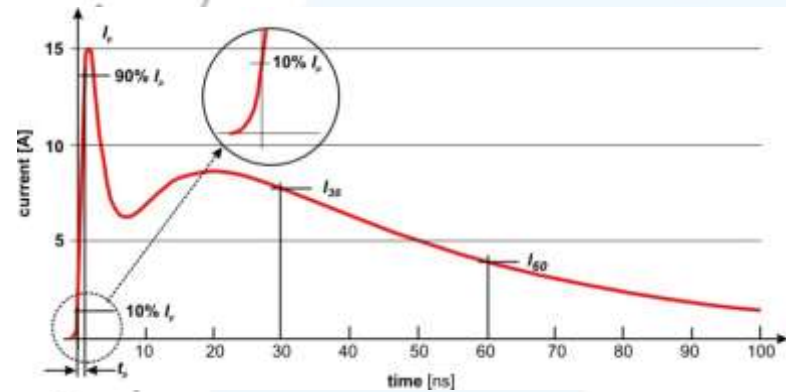
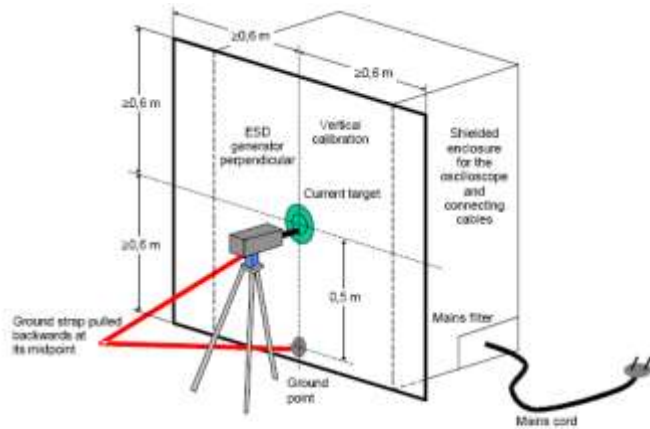
Punti di prova

- IEC EN 61000-4-2:
 - Tutti i punti e le superficie accessibili da una persona durante il funzionamento normale.
 - Esclusi i punti accessibili durante la manutenzione, punti accessibili da service dell'utente (e.g. cambio batteria), punti non accessibili dopo l'installazione, contatti coassiali e pin su eventuale connettore metallico (Tab.4).
- ISO 10605:
 - Tutte le aree accessibili da chi usa il veicolo (manopole, comandi, display, controlli, antenne...) sia dall'interno, sia dall'esterno e oggetti conduttivi nei dintorni del provino.
- MIL-STD-461G CS118
 - Tutti i punti e le superficie accessibili dall'operatore o dall'installatore durante il funzionamento normale. Sono da considerare anche tutti i punti conduttivi e non conduttivi in aree di controllo o tastiere, manopole, leve, pulsanti, indicatori LED e tutte le aree accessibili in generale per ogni lato del provino. Prova diretta sui pin singoli solo su necessità.

Valutazione degli esiti

- A. Performance invariata nei limiti di funzionamento specificati dal costruttore
- B. Perdita temporanea di funzione o degrado di performance che cessa dopo il disturbo senza intervento dell'operatore
- C. Perdita temporanea di funzione o degrado di performance che necessita dell'intervento dell'operatore
- D. Perdita di funzione non recuperabile

Verifica dell'impulso



NOTE 1 The generator should be installed on a tripod or equivalent non metal low loss support.

NOTE 2 The generator should be powered in the same way as it will be used during test.

NOTE 3 A reversed setup compared to Figure B.5 can also be used.



Attrezzatura necessaria

- Annex B (normativo)
 - Taratura del sistema di misura di corrente e misura della scarica
- B.2.3
 - The insertion loss of the chain is determined with a VECTOR network analyzer (VNA). [...]
- B.4.2
 - Oscilloscope with sufficient bandwidth ($\geq 2\text{GHz}$ analogue bandwidth) [...]

ESD e componenti

Tipo di componente	Soglia di sensibilità
CMOS	250..3000V
OP-AMP	190..2500V
VMOS	30..1800V
MOSFET	100..200V
GaAsFET	100..300V
EPR0M	100V
JFET	140..7000V
BI-POLAR Transistor	380..7000V
Schottky Diodes	300..2500V
Schottky TTL	1000..2500V

Materiali

- Classificazione dei materiali:
 - Shielding: da 0 a 1kOhm
 - Conduttivi: da 0 a 100kOhm
 - Dissipativi: da 100kOhm a 1TOhm
 - Isolanti: oltre 1TOhm

Materiali

- Shielding
 - operano come gabbie di Faraday
- Conduttivi
 - forte conduttività elettrica e dissipazione delle cariche verso terra
- Dissipativi
 - dissipazione ESD $< 2s$
 - vestiario, pavimentazione, contenitori...
 - piano di lavoro: max 10GOhm
- Isolanti
 - Banditi da aree protette EPA (Electrostatic Protected Area)

Protezioni

Livello produttivo	Manipolazione	Rischio	Protezioni
COMPONENTI: circuiti integrati, transistor...	<ul style="list-style-type: none">• accettazione• preparazione componenti• inserzione	30..30000V	PASSIVE: materiali dissipativi, bracciali, vestiario, tavoli, sedie, contenitori schermati ATTIVE: ionizzazione
SEMILAVORATI: schede moduli...	<ul style="list-style-type: none">• saldatura• assemblaggio• collaudo• burn-in	30..30000V	PASSIVE: materiali dissipativi, bracciali, vestiario, tavoli, sedie, contenitori schermati ATTIVE: ionizzazione
PRODOTTO FINITO: terminali, PC, robot, controlli...	<ul style="list-style-type: none">• imballo• spedizione• installazione• manutenzione	1000..25000V	PASSIVE: tecniche di manipolazione, imballi dissipativi, tappeti, kit di manutenzione, protezioni tecniche

Componenti

- Superficie di lavoro
 - Resistenza verso terra tra 750kOhm e 1GOhm
 - Resistenza superficiale tra 10kOhm e 10GOhm
- Superficie a terra
 - Resistenza verso terra inferiore a 1GOhm
 - Resistenza superficiale inferiore a 10GOhm
- Sedie
 - Resistenza verso il pavimento inferiore a 1GOhm
 - Non devono generare scariche
- Camici
 - Resistenza superficiale inferiore a 1TOhm
- Bracciali
 - Banda da polso e cavo da 1MOhm
 - La resistenza tra la mano e l'estremità lontana del cavo deve essere compresa tra 750kOhm e 35MOhm
- Calzari
 - La resistenza del contatto con la mano e una piastra metallica su cui appoggiano i calzari deve essere compresa tra 50kOhm e 100MOhm

Norme rilevanti

- ANSI/ESD S20.20-2014
 - Teamwork di Electrostatic Discharge Association con Department of Defence per convertire MIL-STD-1686 in norma commerciale
 - Surface resistance ranges $< 1e9$ Ohm
 - System resistance ranges (floor / person / environment) $< 3.5e7$ Ohm
 - Body voltage generation $< 100V$

Schema EPA

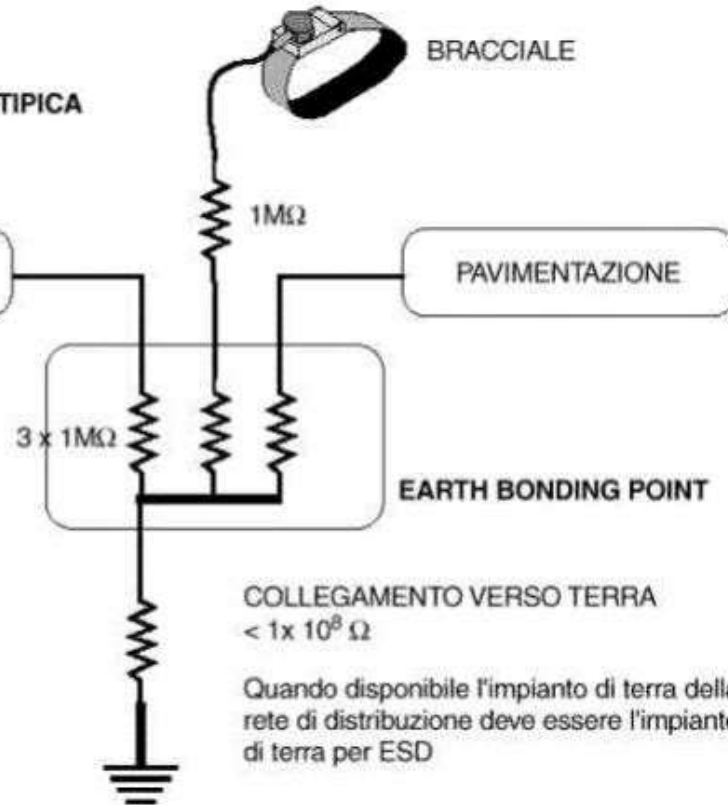


CONFIGURAZIONE TIPICA
IN UN'AREA EPA

TAVOLO DA LAVORO

BRACCIALE

PAVIMENTAZIONE



COLLEGAMENTO VERSO TERRA
<math>< 1 \times 10^8 \Omega</math>

Quando disponibile l'impianto di terra della
rete di distribuzione deve essere l'impianto
di terra per ESD





VOLTA[®]

S.p.A.



1952 - 2017

Competenza
ed entusiasmo per
soluzioni tecniche

Grazie per
l'attenzione!

