

Natura dell'elettricità statica

L'elettricità statica è una carica elettrica localizzata in un punto che viene generata da frizione e separazione di due materiali. All'atto della separazione avviene un trasferimento di elettroni dagli atomi superficiali.

Lo sbilanciamento di elettroni provocato è la comune carica elettrostatica. L'intensità del caricamento dipende dalla dimensione, dalla forma, dalla composizione e dalle caratteristiche elettriche dei materiali. Alcuni materiali tenderanno a caricarsi negativamente, altri positivamente.

Si definisce il caricamento così avvenuto come "statico" perché tende a rimanere localizzato in un punto e per un lungo tempo, se non si interviene con opportune azioni esterne.

Se il materiale è isolante, si dovrà neutralizzare la carica.

Se il materiale è conduttore la carica verrà dispersa più velocemente attraverso un efficace collegamento a terra.

Perché proteggere dall'elettricità statica

Malgrado si possa misurare un campo elettrostatico e spesso la carica elettrostatica sia addirittura visibile, cariche di una certa intensità sono al di sotto della capacità sensoria umana.

Se si considera che cariche di 100 Volts possono danneggiare particolari dispositivi elettronici e che usuali azioni quotidiane possono facilmente generare cariche superiori a 10.000 Volts si comprende come la protezione dalla elettricità statica sia diventata fondamentale nell'industria elettronica.

Tali considerazioni sono avvalorate da stime che quantificano le perdite annuali dovute a fenomeni ESD a 7000 miliardi di lire. Inoltre bisogna anche tenere conto del fatto che il costo causato da fenomeni ESD non si esaurisce nel valore del componente, ma comprende il costo del lavoro e soprattutto le perdite economiche e d'immagine dovute a riparazioni o resi.

I sistemi di protezione

I sistemi che proteggono dalle cariche elettrostatiche sono riconducibili a 4 grandi categorie: per prevenire, per schermare, per dissipare e per neutralizzare la carica.

La prevenzione dall'accumulo di cariche si può raggiungere attraverso l'eliminazione di attività superflue o materiali che possono essere generatori o attraverso l'uso di materiali antistatici. In particolare i materiali antistatici sono quelli che generano minime cariche (generalmente minori di 500 Volts) quando sono sottoposti a sfregamento o a separazione.

La seconda grande categoria è la schermatura dalle cariche elettrostatiche. Viene usata per prevenire il caricamento di un dispositivo da un campo elettrostatico esterno o dal contatto con un corpo caricato.

La schermatura viene realizzata attraverso il sistema della Gabbia di Faraday. Il prodotto più comune che permette questo effetto è la busta shielding.

Un altro importante sistema di protezione è la dissipazione. Naturalmente può essere applicato solo a materiali conduttori. Generalmente significa che si connettono insieme tutti i materiali conduttori in un punto comune di messa a terra.

Il corpo umano è proprio uno dei conduttori che necessita di messa a terra. Normalmente il punto comune di connessione è la terra del reparto, dell'area, della fabbrica, etc.

L'ultima grande categoria di protezione è la neutralizzazione della carica. Questo sistema viene applicato quando si deve agire su materiali isolanti in quanto, non conducendo, la messa a terra si rivela inefficace.

Il più comune metodo di neutralizzazione è la ionizzazione, cioè l'uso di flussi d'aria, ionizzata positivamente e negativamente. L'oggetto caricato attramé ioni della polarità opposta che si bilanceranno, neutralizzando la carica.

Tabella 1

Rapporto azione/generazione di carica in funzione dell'umidità relativa

Azione	Generazione elettrostatica (Volt)	
	10-20% RH	65-90% RH
Caminare su tappeto	35.000	1.500
Caminare su pavimento in vinile	12.000	250
Sfiorare scotchello in polietilene non antistatico	20.000	1.200
Sedere su sedia isolante	15.000	1.500
Lavorare su banco non attrezzato ESD	5.000	100

* Fonte I.T.S. G.n.D. Handbook 268

Guida alle definizioni dei fenomeni elettrostatici

Scarica elettrostatica (ESD): trasferimento di cariche elettrostatiche tra corpi a differente potenziale, che può essere causato da contatto diretto o indotto da un campo elettrostatico.

Massa: potenziale uniforme stabilito nell'area di lavoro che assicura che il potenziale del componente e di qualsiasi cosa che può entrare in contatto con esso, sia lo stesso.

Resistenza verso terra Rg: resistenza fra 1 punto della superficie testata e la massa. Unità di misura: Ohm.

Tempo decadimento carica: tempo di scaricamento della tensione da un valore iniziale ad una percentuale dello stesso. Normalmente si considera il 10 % del valore iniziale (da 1000 V a 100 V).

Resistenza superficiale Rs: resistenza fra 2 punti della superficie testata. Unità di misura: Ohm.

Materiale conduttivo (C): materiali che hanno una resistenza superficiale maggiore di 10^2 e minore di 10^9 Ohm.

Materiale dissipativo (D): materiali che hanno una resistenza superficiale maggiore di 10^6 e minore di 10^{11} Ohm.

Materiale isolante: materiali che hanno una resistenza superficiale maggiore di 10^{11} Ohm.

Normative relative alla protezione elettrostatica

IEC 61340-5-1: "Protection of electronic devices from electrostatic phenomena", General Requirements, 2007.

IEC 61340-5-2: Electrostatics - Part 5-2: "Protection of electronic devices from electrostatic phenomena - User guide" 2007.

CEI 101-1: guida italiana CEI per l'applicazione della specifica IEC 61340-5-1.

EOS/ESD-Standard: normative USA attuali relative alle varie grandezze elettrostatiche.

FTMS 101C, M 4046: Federal Test Method Standard, N. 101C, Metodo 4046. Procedure di misurazione USA per il tempo di decadimento della carica.

Tabella 2

Sensibilità di alcuni dispositivi alle cariche elettrostatiche

Tipo di componente	Valore di sensibilità (Volt)		
	0-1000	2000-3000	4000-10000
VMOS	30-180 V		
CMOS	250-3000 V		
MOS-FET	100-300 V		
E-TROM	100 V		
J-FET	X		
Amplificatori operazionali	X		
Resistor a film sottile	X		
Diodi SCHOTTKY	X		
Altri diodi	X		
con frequenza di taglio > 1 GHz			
SCR (corrente < 0.175 Amp)	X		
Transistor bipolari bassa potenza (P< 100 mWatt e I< 100 mAmp)		X	
Diodi a basso segnale			X
SCR (corrente > 0.175 Amp)			X
Transistor Bipolari bassa potenza (500 mWatt e P< 100 mWatt e I< 400 mAmp > I< 100 mAamp)			X
Resistor a Chip			X
Dispositivi optoelettronici			X
Cristalli piezoelettrici			X

* Fonte MIL-STD-1588B-Appendice B-31, 12, 1992

Static electricity

Static electricity is an electric charge accumulated on or in an object and produced during the friction and separation of two materials. During this separation there is a transfer of electrons from the superficial atoms.

The unbalancing of electrons provoked by the separation is the electrostatic charge. The intensity of the charge is subject to dimension, shape, composition and electric feature of the materials. Some of those will have a negative charge and the others a positive one.

This kind of charge is called "static" because it tends to stay localized in a point also for a lot of time, if nothing happens.

If the material is insulator, the charge should be neutralized. If the material is conductive the charge will be discharged very quickly through an effective grounding.

Why to protect against static electricity

Even if we can measure an electrostatic field and often we can also see the electrostatic charge, there are charges of a certain intensity that human senses can not perceive.

If we consider that electric charges of 100 Volts can damage some electronic devices and that also usual daily actions can generate charges superior to 10.000 Volts, we can understand how important is protection from electrostatic charge in electronic industry. Furthermore we should also consider that the cost caused by ESD does not consist just in the value of the component but comprehends also the labour costs and especially the economic and image losses due to repairing and sales returns.

The protection of ESD

The systems of protection from electrostatic charges are referable to four main categories: to prevent, to shield, to discharge and to neutralize the charge. The prevention from the charge generation can be reached eliminating of all the unnecessary activities or materials that produce charges or using antistatic materials. Antistatic materials are, in particular, those which generate minimum charges (usually inferior to 200 Volts) during friction and separation.

The second category is the shield of from electrostatic charges. It is used to prevent the charge of a device from an external electrostatic field or from the contact with a charged object.

Shielding is realized by the establishing of a Faraday Cage. The most common product that assures this effect is the shielding bag. Another important protection system is the dissipation. It can be used, of course, just with conductive materials. It usually consists in the connection of all the conductive materials in a grounding common point.

Human body is right one of these conductive materials that need grounding. Grounding point is usually the ground of the department, the area or the firm, etc.

The last protection category is the neutralization of the charge. This system is used when it is necessary working on insulator materials, because grounding is ineffective.

The most common neutralization way is ionisation, that is the use of air fluxes positively and negatively ionised.

The charged object will attract ion of opposite polarity that will balance the charge neutralising it.

Definitions

Electrostatic discharge (ESD): transfer of electrostatic charges among bodies with different potential caused by the direct or induced contact from an electrostatic field.

Ground: a large conducting body, such as the earth or the steel frame of a building, used as a return path for electric currents and as an arbitrary zero reference point.

Resistance to ground: resistance between a point in the tested surface and the ground. Unit of measurement: Ohm.

Static decay time: discharge time of voltage from an initial value to a percentage of it. Usually it is considered the 10% of the initial value (from 1000 V to 100 V).

Surface resistance: resistance measured between two electrodes (of defined size, weight and hardness) placed apart on the same side of a planar material. Unit of measurement: Ohm.

Electrostatic conductive: resistance of less than 10^6 Ohm but greater than 10^2 Ohm.

Electrostatic dissipative: resistance greater than 10^6 Ohm but less than 10^{11} Ohm.

Insulative: resistance greater than 10^{11} Ohm.

International standards

IEC 61340-5-1: Electrostatics - Part 5-1: "Protection of electronic devices from electrostatic phenomena - General requirements" 2007.

IEC 61340-5-2: Electrostatics - Part 5-2: "Protection of electronic devices from electrostatic phenomena - User guide" 2007.

CEI 101-1: Italian CEI guide for specific IEC 61340-5-1 applications.

ANSI/ESD S20.20-1999: ESD association standard for the Development of an Electrostatic Discharge Program for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment. 1999.

Table 1

Charge generation based on relative humidity

Activity	Electrostatic charge generated (volt)	
	10-20% RH	65-90% RH
Walk on carpet	35.000	1.500
Walk on vinyl flooring	12.000	250
Rub low-charging polyethylene bag	20.000	1.200
Sit on insulated seat	10.000	1.500
Work on non ESD equipped bench	6.000	100

* Source: US DoD Handbook 263

Table 2

Device sensitivity to electrostatic shocks

Component type	Sensitivity (Volt)		
	0-1000	2000-8000	4000-15000
V MOS	30-150 V		
CMOS	200-3000 V		
MOS-FET	100-200 V		
E-PROM	100 V		
J-FET	X		
Operational amplifier	X		
Thin film resistor	X		
SCHOTTKY diodes	X		
Other diodes with cutting frequency	X		
(PI < 100 nsec and I _c < 100 mA/Amp)			
SCR (with I _c < 0.175 Amp)	X		
Transistor bipolar bases power		X	
(PI < 100 nsec and I _c < 100 mA/Amp)			
Low signal diodes			X
SCR (with I _c > 0.175 Amp)			X
Low power bipolar transistor			X
(ESD 100 nsec > PI > 100 nsec and 400 mA/Amp > I _c > 100 mA/Amp)			
Chip resistors			X
Optoelectronic devices			X
Piezoelectric crystals			X

* Source: MIL-STD 1689B- Appendix B-31.12.1992