

Consiglio Nazionale delle Ricerche

ISTITUTO DI ELABORAZIONE DELLA INFORMAZIONE

PISA

METODOLOGIE E PROVE DI CONTROLLO QUALITA' INDUSTRIALE
PER APPARATI DIGITALI

Autori: V. Lenzi, G. Serchiani Istituto di Elaborazione della
Informazione del CNR Pisa

B. Carbone

SICEI- Pisa [*]

NOTA INTERNA B4-69

Dicembre 1989

* Fino al Marzo 1988 Coll. Tecnico Prof. presso l' IEI - CNR

Stampato in proprio dal Servizio Tecnografico
dell'Istituto di Elaborazione della Informazione - CNR - Pisa

METODOLOGIE E PROVE DI CONTROLLO QUALITA' INDUSTRIALE
PER APPARATI DIGITALI

V. Lenzi, G. Serchiani Istituto di Elaborazione dell'
Informazione del CNR Pisa

B. Carbone SICEI - Pisa [*]

1 - Introduzione

Nel Gennaio 1983 il Ministero delle Finanze ha emanato una circolare, poi convertita in legge, che riportava le prescrizioni tecniche per l' approvazione dei "Registratori di Cassa" i quali, da quel momento, venivano investiti del compito di "Misuratore Fiscale" per l' esercente del commercio.

Da quella data, numerosi centri CNR ed Universitari furono coinvolti nell' attivita' di effettuare le adeguate prove tecniche e di certificare il buon funzionamento degli apparati elettronici preposti a tale scopo.

All' interno dell' IEI si formo' un gruppo, cui appartenevano, ed in parte appartengono, gli autori.

Scopo della presente pubblicazione e' quello di presentare in modo organico le numerose prove tecniche ed i protocolli di misura che sono stati appositamente elaborati, evidenziando anche il tasso di incidenza che ogni prova ha avuto nell' effettivo controllo in campo degli apparati digitali.

Fino al Novembre 1989 sono stati sottoposti a prove tecniche di controllo qualita' 342 apparati.

Un particolare ringraziamento va al personale tecnico della PROTECNO nelle persone dei sig. Stefano Caneschi e Marco Mariotti che hanno collaborato alla effettuazione delle numerose prove.

[*] Fino al marzo 1988 Collaboratore Tecnico Professionale presso l' IEI-CNR

2 - LE PROVE DI VIBRAZIONE

Le prove di vibrazione sull'apparecchiatura elettronica hanno lo scopo di evidenziare:

- a) la corretta ingegnerizzazione dell'apparato in esame
- b) presenza di intermittenze elettriche sul circuito o nei componenti

L'influenza dell'ingegnerizzazione sulla qualità di un apparato elettronico può essere valutata di importanza almeno pari a quella di un corretto progetto.

A titolo di esempio la prova di vibrazione pone in evidenza i seguenti difetti:

- Fissaggio meccanico insufficiente per i componenti aventi elevata concentrazione di massa: esempi possono essere i transistori con package T0220 quando vengono fissati solo attraverso i reofori senza un adeguato fermo meccanico (viti) o i condensatori elettrolitici che, a causa di urti, possono "strappare" la pista del circuito stampato.
- Difettosità costruttiva di componenti elettronici (come i Condensatori elettrolitici, i trimmer o i potenziometri, o in alcuni casi i trasformatori) che, senza colpa del costruttore dell'apparato, a volte soffrono di difetti costruttivi intrinseci.

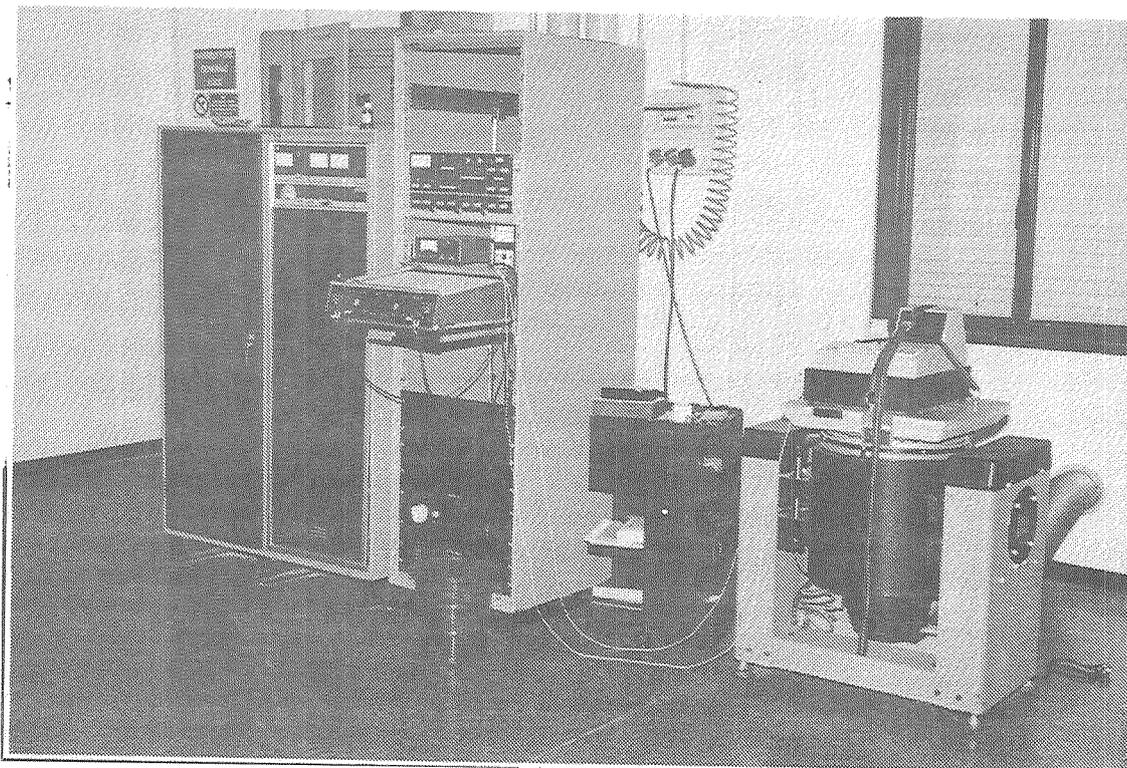


Fig 2.1 Apparato per effettuare le prove di vibrazione

Per il tipo di difettosità sopra esposto, la prova di vibrazione trova applicazione in tutti quei casi in cui il progettista che cura la fase di produzione vuole garantire una lunga vita al prodotto e quindi può beneficiare dei risultati delle prove per effettuare i dovuti aggiustamenti o modifiche al progetto. Tali modifiche possono comportare la semplice adozione di bloccaggi meccanici tramite fascette plastiche o viti, così come la riprogettazione del circuito stampato in modo da aumentare la dimensione delle piazzole adibite al sostentamento di grossi componenti elettronici.

La problematica relativa alle intermittenze, sopra esposta al punto b), è invece più indicata per quei sistemi che, dovendo lavorare su apparati mobili (auto o aerei) o posizionati in adiacenza di macchinari meccanici (banchi frigoriferi, compressori, motori, ecc.) sono sottoposti a continue vibrazioni e quindi necessitano di una certificazione completa del loro buon funzionamento.

La strumentazione che consente di effettuare la prova di vibrazione è mostrata in fig. 2.1, mentre la fig. 2.2 presenta lo schema a blocchi funzionali della stessa apparecchiatura.

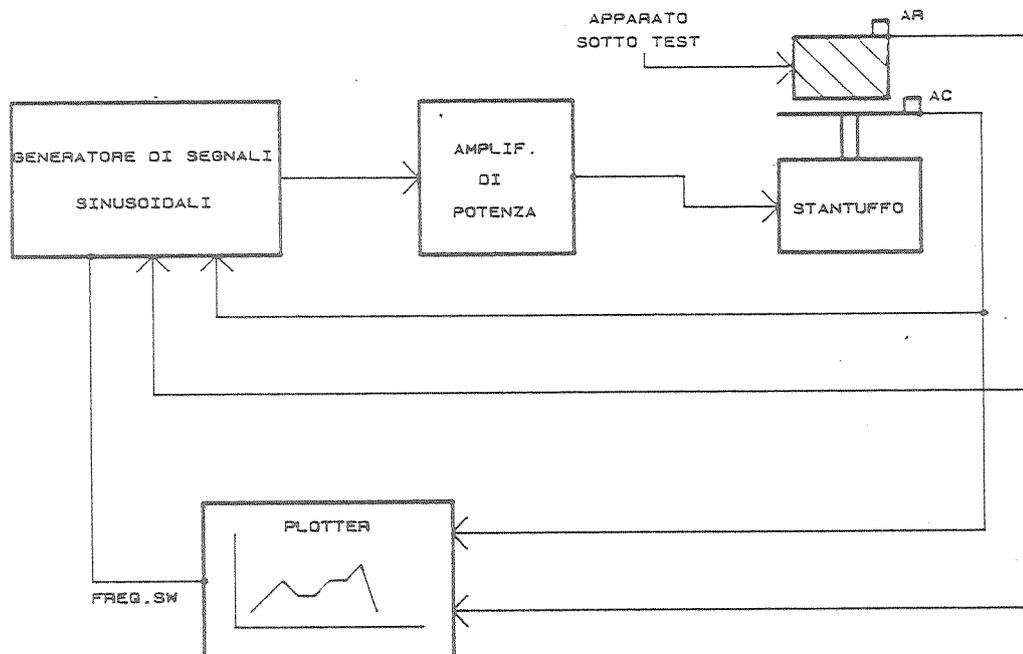


Fig. 2.2 Schema a blocchi funzionale dell' apparato per prove di vibrazione

Un generatore di segnali sinusoidali di frequenza ed ampiezza entrambe variabili e controllate da adeguata logica, provvede, tramite un amplificatore di potenza [3KW] ad azionare uno stantuffo sul cui piano di appoggio e posto il sistema da analizzare.

Il generatore di segnali programmabile emette il segnale di stimolo sia sulla base della effettiva accelerazione da fornire allo stantuffo, controllata tramite un accelerometro di riferimento [AR] che sulla base della accelerazione massima sopportabile dalla apparecchiatura, letta tramite un Accelerometro sonda posizionato su una piastra dell'apparecchiatura, scelta in modo adeguato; tale accelerazione massima puo' essere prefissata dall'operatore ad un valore che dipende dal sistema da provare, e che nel caso dei Misuratori Fiscali, e' definita al valore di 30 g.

La prova di vibrazione viene effettuata in accordo alle seguenti fasi:

- a) porre l'apparato sulla tavola vibrante e fissarlo meccanicamente o con cinghie o con viti.
- b) posizionare su diversi punti della piastra gli accelerometri.
- c) Asportare dall'apparato tutti gli oggetti mobili e non fermati (rulli di carta nelle stampanti, ecc)
- d) Attivare la prova provvedendo ad una stimolazione controllata dell'apparato in modo da verificarne il buon funzionamento durante tutto il periodo di prova.

La fig 2.3 mostra un grafico delle accelerazioni rilevate durante una prova.

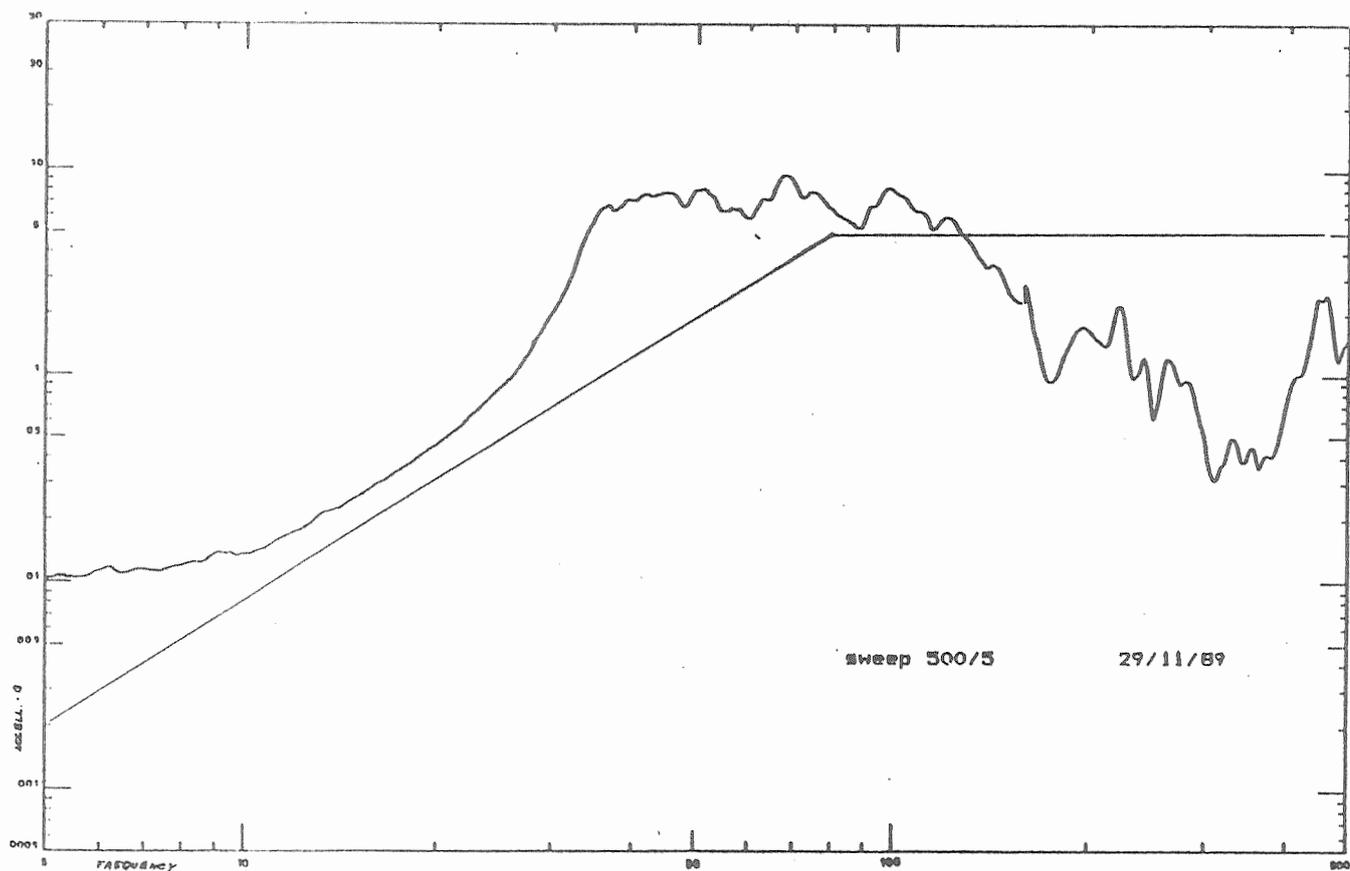


Fig 2.3: Esempio di grafico delle accelerazioni rilevate durante una prova.

Il protocollo di misura adottato e' il seguente:

- ampiezza costante 0.4 mm pp da 5 Hz a 80 Hz
- accelerazione costante 5 g da 80 Hz a 500 Hz
- velocita' di spazzolamento di 1 ottava/minuto
- effettuazione di 2 prove, una con frequenza crescente da 5 Hz a 500 Hz e la seconda con frequenza decrescente da 500 Hz a 5 Hz.

Ricordiamo che lo spostamento o ampiezza di picco e' legato all'accelerazione della relazione:

$$\text{Accelerazione [m/sec}^2] = s \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$$

con $\omega = 2 \text{ pigreco } f$
 $s = \text{spostamento massimo}$
 $t = \text{tempo}$

Valutando l'accelerazione in "g" e' sufficiente dividere per 9.8 e basandosi sui valori di picco si ha:

$$a \text{ [g]} = \frac{1}{9.8} \cdot S \cdot \omega^2$$

Come si vede applicando la formula suddetta al protocollo di misura si osserva che la curva di crescita di accelerazione del braccio ad ampiezza costante si raccorda perfettamente con il pianerottolo ad accelerazione costante.

Il protocollo di misura comporta il controllo, durante tutte le prove, che sul prodotto in esame non venga mai superata un'accelerazione di risonanza pari a 30 g, che, per gli apparati civili, e' sufficiente a porre in evidenza le difettosita' descritte in precedenza. Ove cio' avvenisse e' possibile diminuire la accelerazione di stimolo al sistema da 5 g fino al livello di 3 g.

La normativa comunque prevede che nel campo da 200 a 400 Hz il segnale di risposta non debba mai scendere al di sotto di 2 g di accelerazione di risonanza; se cio' dovesse accadere, l'eccitazione del piano vibrante deve essere aumentata in corrispondenza di tali punti, in modo da riportare la risposta al livello minimo di 2 g.

L'esperienza ha evidenziato che tale raccomandazione debba essere applicata con la massima attenzione in quanto, possibili risonanze ed antirisonanze in parti diverse delle piastre elettroniche potrebbero far coesistere punti con accelerazione inferiore ai 2 g e superiori al valore di 30 g.

Negli ultimi due anni prove di questo tipo hanno evidenziato nel 4% [*] dei casi rottura di connessioni di componenti e nel 2% dei casi una elevata usura della guaina dei cavi posizionati in prossimita' di spigoli vivi.

[*] Le percentuali sono relative ad un campione di 192 apparati in quanto le prove di vibrazione sono state introdotte fra i test di Controllo Qualita' solo in una seconda fase.

3- SCARICHE ELETTROSTATICHE

La prova consiste nello stimolare con un opportuno apparato, contenente un condensatore di 150pF caricato alla tensione di 5000 Volt ed avente una resistenza serie di 150 ohm, vari punti del sistema sotto test, che deve essere posto su un banco di prova situato a 10 centimetri da un piano metallico collegato a terra; il banco inoltre deve avere dimensioni tali che ogni punto dell' apparecchiatura disti almeno 0.5 metro dai bordi del piano.

Durante l' effettuazione della prova, l' ambiente deve possedere una umidità relativa tra il 40% ed il 60% e la temperatura ambiente deve oscillare fra 15 e 35 gradi Celsius.

A causa dell'elevato voltaggio (regolabile da 4 KV a 15 KV) lo strumento ha una forma a "pistola" che garantisce una protezione adeguata per l'operatore che effettua la prova (fig 3.1).

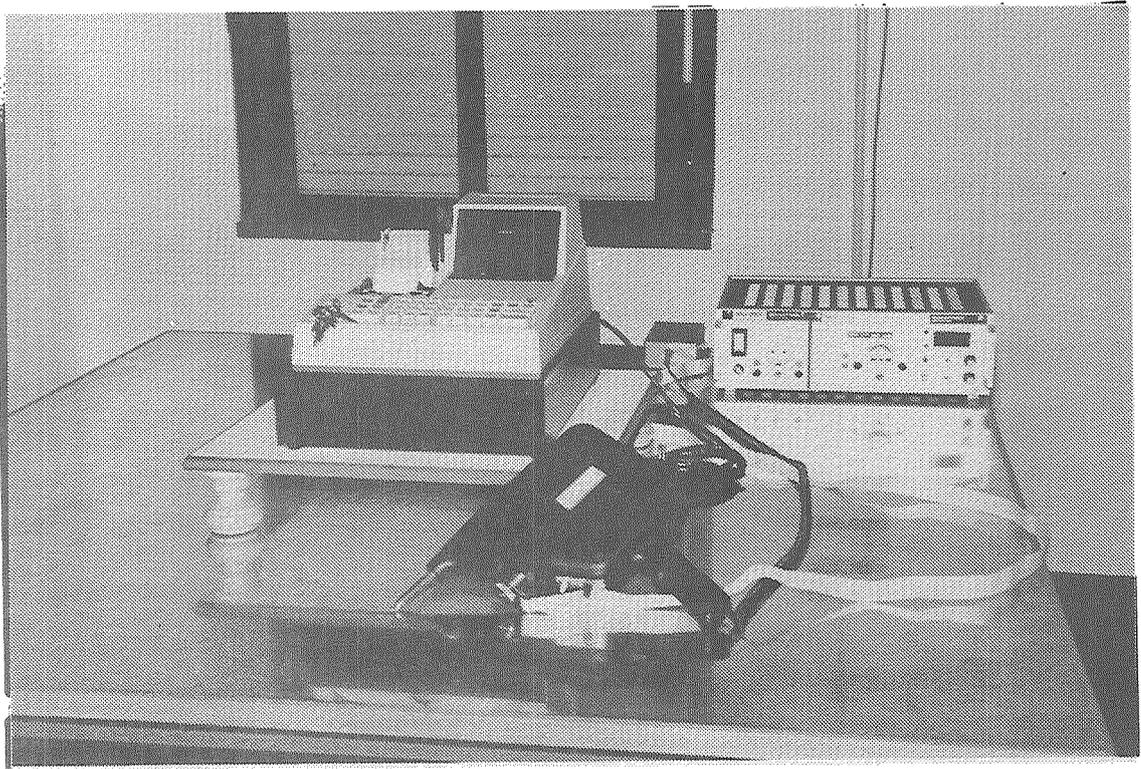


Fig. 3.1 Apparato a "Pistola" per l' effettuazione della prova di resistenza a scariche elettrostatiche

I punti da stimolare sono tutti quelli che un operatore, nel normale uso dell'apparato, puo' raggiungere con le proprie dita.

La prova tende ad evidenziare la corretta o meno schermatura del dispositivo elettronico dalle scariche elettrostatiche, e quindi la robustezza intrinseca ad operare in ambienti commerciali dei piu' disparati: si pensi a titolo d'esempio alle tante volte che durante le fredde e secche giornate invernali ci e' successo di veder scoccare scintille fra le nostre mani ed il mondo circostante, soprattutto in ambienti con moquette o con scarpe aventi suola di gomma.

La prova e' molto utile sia durante la fase di ingegnerizzazione dei dispositivi che in fase di controllo qualita'. Per quanto concerne la fase di ingegnerizzazione il 4.6% dei sistemi analizzati ha riscontrato problemi di schermatura e di essi il 3% e' stato reso insensibile alle scariche con una disposizione piu' accurata dei collegamenti di messa a terra, in special modo impiegando "punti di terra stellati" all'interno degli apparati. La percentuale rimanente ha richiesto interventi del progettista di maggiore entita'.

Il controllo "a campione" durante la fase produttiva degli apparati tende ad evidenziare eventuali "derive" produttive nelle quali, a titolo di esempio, un allungamento di un cavo o una variazione di percorso dello stesso, all' interno dell' apparato, possono rendere sensibile il sistema ai disturbi causati dalle scariche elettrostatiche.

La prova viene fatta col dispositivo funzionante, che deve mostrare la minima influenza funzionale alle scariche: sono ammessi piccoli errori periferici (display che lampeggia sotto scarica o stampante che scambia un carattere) ma non e' ammesso il blocco dell'intero apparato non ripristinabile dall' operatore.

I guasti piu' ricorrenti sono stati:

Errori di stampa	6.4 %
Errori saltuari di visualizzazione	5.5 %
Blocco ripristinabile dall' operatore	17 %

4 - PROVE DI SICUREZZA ELETTRICA CEI 74.1

Le prove suddette hanno lo scopo di verificare la buona progettazione degli apparati alimentati da energia elettrica prelevata su rete ENEL, in rapporto alla sicurezza degli operatori.

La prova e' descritta dalla Norma CEI 74-1 (dic. 1982) conforme alla normativa internazionale IEC num. 380 (1977) ed armonizzata con la normativa della Comunita' Europea CENELEC HD 372.

Le prove seguono un capitolato che ha lo scopo di verificare:

- I dati di TARGA dell' apparecchiatura;
- Il funzionamento in condizione di sovraccarico ed il Riscaldamento interno;
- La Corrente di dispersione del Trasformatore di alimentazione e l' isolamento fra i vari circuiti secondari dello stesso;
- La stabilita' meccanica del sistema;
- La robustezza meccanica contro urti accidentali sul contenitore (prova di durezza con la sfera);
- La presenza di punti interni a tensione di rete raggiungibili dall' operatore tramite fessure o fori (prova col "dito di prova campione");
- La robustezza del cavo di alimentazione a trazione ed a flessioni ripetute;
- La bonta' delle connessioni di messa a terra e delle altre connessioni tramite viti;

A titolo di esempio mostriamo in figura 4.1 e seguenti:

- il circuito per la misura della corrente di dispersione;
- il circuito per la misura della resistenza di isolamento;
- il circuito per la misura della corrente di dispersione lungo il cavo di alimentazione.
- la foto del dispositivo per la misura della robustezza meccanica del contenitore.

CEI: 74-1 §13 Corrente di dispersione

Circuito di prova

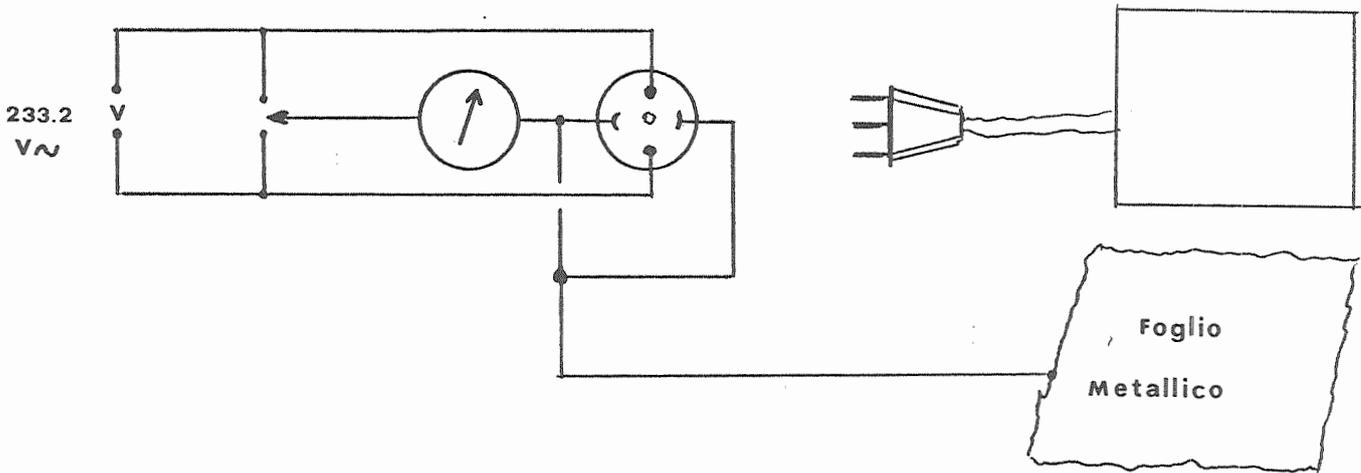


Fig. 4.1: circuito per la misura della corrente di dispersione

CEI: 74-1 §16 Resistenza di isolamento

Circuito di prova

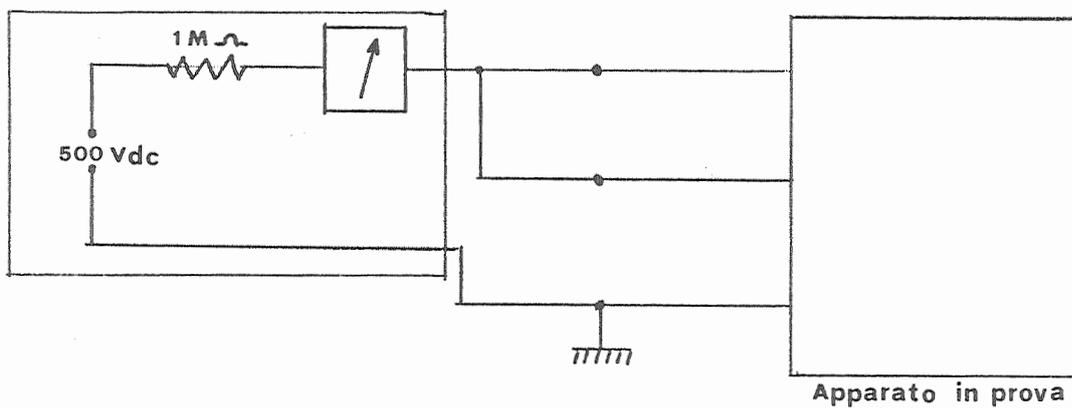


Fig. 4.2: circuito per la misura della resistenza di isolamento

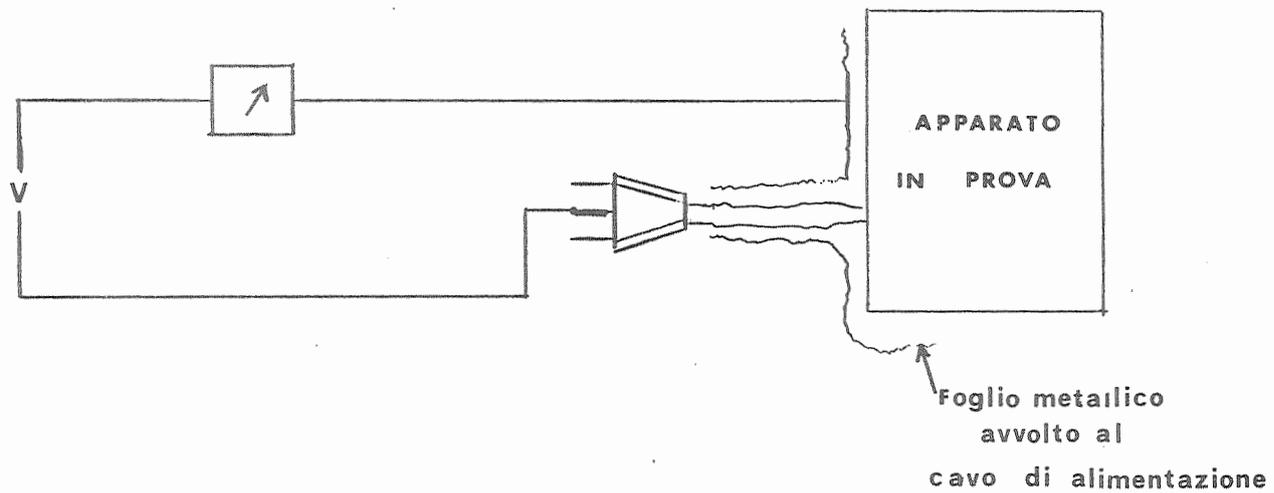


Fig. 4.3: circuito per la misura della corrente di dispersione lungo il cavo di alimentazione.



Fig. 4.4: foto del dispositivo per la misura della robustezza meccanica del contenitore.

Tale protocollo di prova, che puo' riassumersi in un vero e proprio "controllo qualita" ha evidenziato i seguenti inconvaenienti:

Separazione insufficiente fra circuiteria elettronica e vano stampante	0.6%
Viti vaganti all' interno dell' apparato (!)	0.3%
Cavi in prossimita' di spigoli vivi o di alette di raffreddamento	5 %
Mancanza della connessione di massa a mezzo dell' apposito cavo	5.5%
Collegamenti con colori non regolamentari (ad esempio giallo/verde per la terra)	2 %
Rotture a causa della prova di caduta	0.3%

5 - PROVE DA STRESS TERMICO

La prova da stress termico ha il duplice scopo di evidenziare problematiche connesse con

- componenti elettronici che lavorano al limite,
- intermittenze di contatti ,
- invecchiamento precoce per certificare l' assenza di mortalita' infantile.

Il protocollo di misura prevede di effettuare una successione ininterrotte di 7 cicli con tensione di alimentazione nominale nei quali si ha:

- salita da 0 gradi C. a 40 gradi C al ritmo di 1 grado C. al minuto (durata 40 minuti);
- permanenza per 60 minuti alla temperatura di 40 gradi Celsius;
- discesa da 40 gradi a 0 gradi Celsius sempre al ritmo di 1 grado al minuto;
- permanenza alla temperatura di 0 gradi C. per 60 minuti.
- durante la prova il sistema deve essere acceso e funzionare in modo automatico o su sollecitazione di un adeguato sistema robotizzato.

La fig. 5.1 presenta la camera climatica impiegata per l' effettuazione dei cicli termici; la fig 5.2 mostra invece il grafico della temperatura di una prova; la fig. 5.3 evidenzia un possibile modo per attivare tramite un sistema robotizzato il dispositivo in esame attivando in modo alterno alcuni tasti fino a stimolarlo su un ciclo completo (emissione dello scontrino).

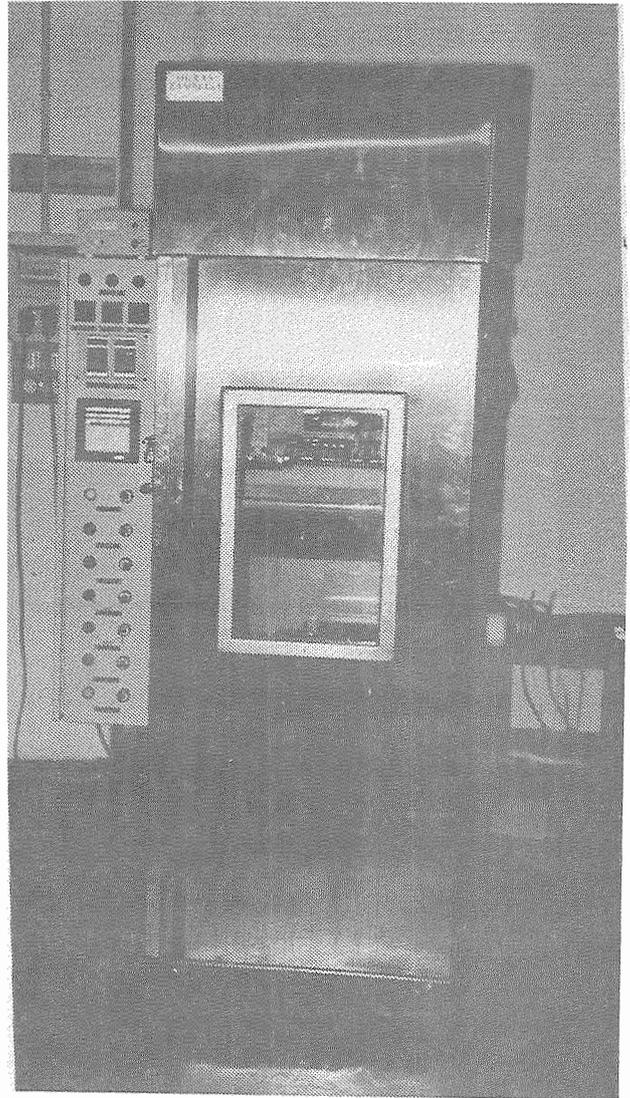


Fig. 5.1 Camera climatica impiegata per l' effettuazione della prova da stress termico

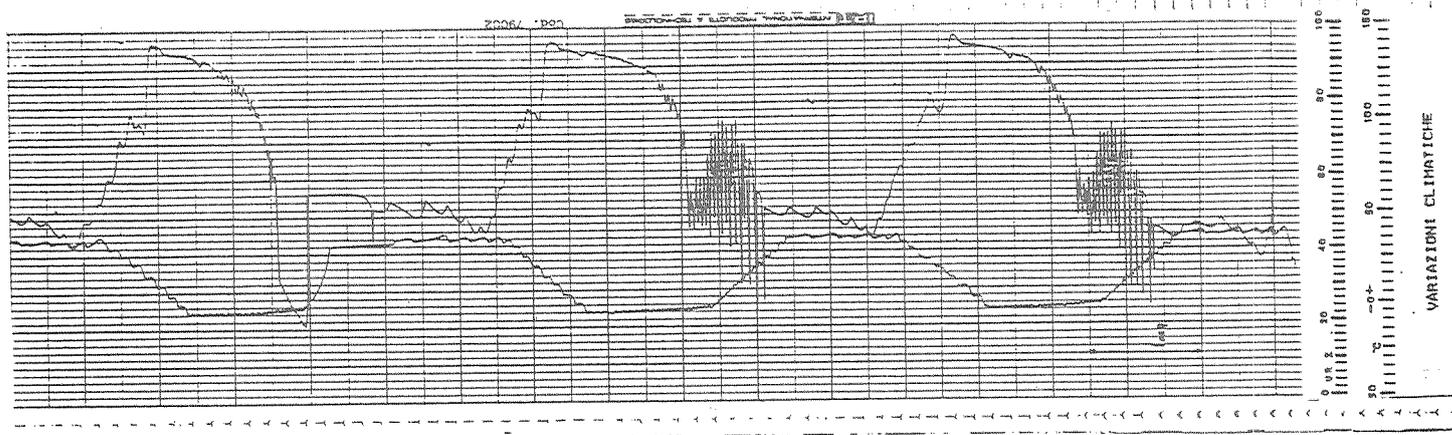


Fig. 5.2 Esempio di grafico ottenuto da una prova in camera climatica.

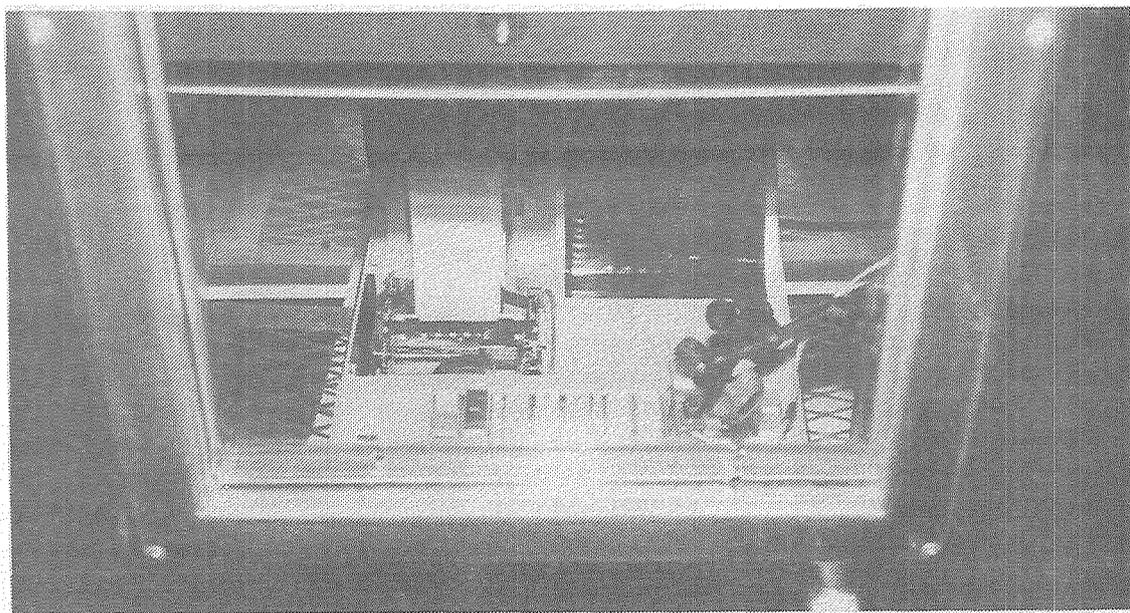


Fig. 5.3 Sistema robotizzato per automatizzare il funzionamento dei dispositivi durante la prova da stress termico.

La prova non ha mai evidenziato rotture catastrofiche, ma solo nel 6% dei casi un blocco temporaneo ripristinabile dall' operatore.

6 - PROVA SULLA INSENSIBILITA' AI DISTURBI CONDOTTI SU RETE

Questo tipo di prova ha lo scopo di verificare la capacita' della parte alimentatrice del sistema a sopportare disturbi condotti su rete.

Tale caratteristica e' molto importante perche' il mondo in cui i dispositivi elettronici si trovano ad operare e' sempre influenzato da apparati che, sia pure per brevi istanti, emettono su rete impulsi di tensione elevata. Una lampada "al Neon" in fase di accensione o un motore elettrico possono produrre "spike" di 1000 Volt di ampiezza che possono danneggiare o bloccare un dispositivo elettronico.

Il protocollo di prova prevede di impiegare una apparecchiatura (Fig. 6.1) in grado di emettere su rete elettrica disturbi con:

- ampiezza 1000 Volt;
- durata 100 n sec.
- tempo di salita ≤ 40 n sec.
- impedenza interna ≤ 200 ohm.
- punto di applicazione del disturbo: tra fase e fase e tra fase e terra.
- senso di applicazione sia positivo che negativo rispetto alla sinusoida di rete e fase variabile tra 0 e 360 gradi.

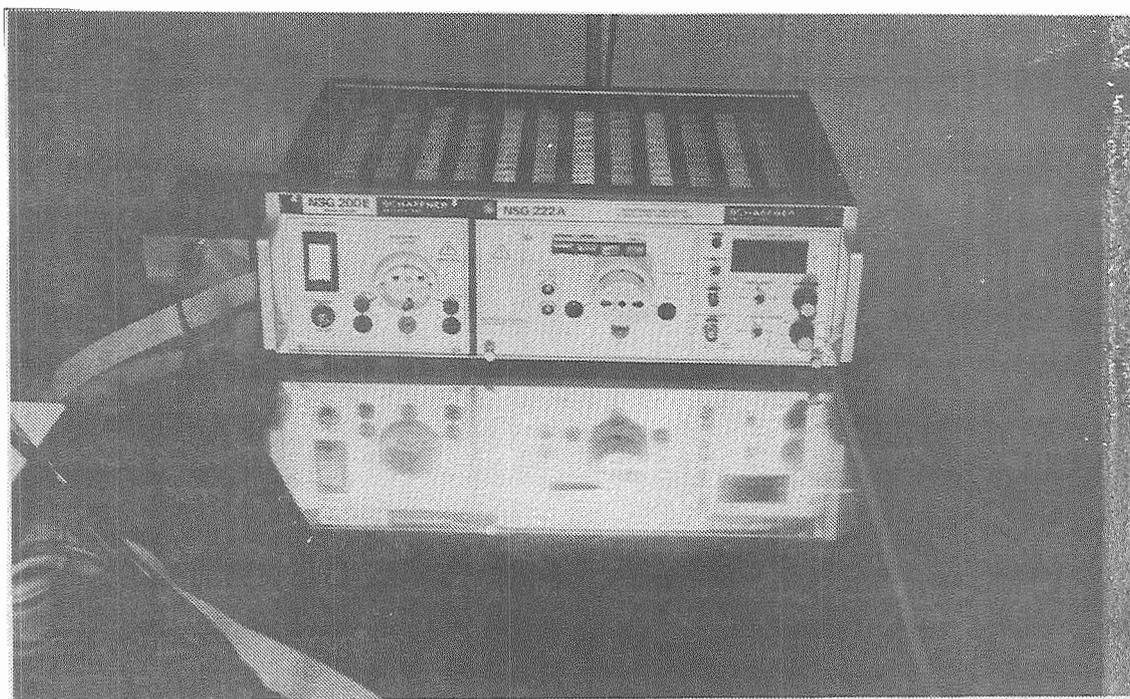


Fig. 6.1 Apparecchiatura per la generazione del segnale di rete degradato artificialmente.

Il dispositivo sotto prova non deve mostrare blocchi funzionali durante la prova, anche se sono accettati eventuali malfunzionamenti periferici quali l' accensione saltuaria e lo spegnimento del display (2% dei casi).

