



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica

**CERTIFICAZIONE DI PRODOTTO
SECONDO LO STANDARD
INTERNAZIONALE ED EUROPEO IEC EN
62368-1**

**PRODUCT CERTIFICATION ACCORDING
TO THE INTERNATIONAL AND EUROPEAN
STANDARD IEC EN 62368-1**

Studente:

Andrea Losego

Relatore:

Prof.ssa Susanna Spinsante

Anno Accademico 2021-2022

<u>INTRODUZIONE</u>	<u>4</u>
<u>CAPITOLO 1</u>	<u>6</u>
<u>GERARCHIE NELLE NORME</u>	<u>6</u>
1.1 SCHEMI PER LA CONFORMITÀ	8
1.2 MARCHIO DI CONFORMITÀ	10
1.3 MARCATURA CE	11
1.4 MARCHIO DI PRESTAZIONE	13
1.5 PROCESSO DI CERTIFICAZIONE	13
1.6 VANTAGGI DELLA CERTIFICAZIONE	15
<u>CAPITOLO 2</u>	<u>16</u>
<u>CEI EN IEC 62368-1</u>	<u>16</u>
2.1 LA SALVAGUARDIA	19
2.2 CLASSI DI ENERGIA	21
2.3 ACCESSIBILITÀ	24
2.4 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO	25
<u>CAPITOLO 3</u>	<u>28</u>
<u>DISPOSITIVO IN PROVA</u>	<u>28</u>
3.1 MARCATURA DEL PRODOTTO	30
3.1.1 REQUISITI	31
3.1.2 PROVA DI PERMANENZA DELLE MARCATURE	33
3.2 ISTRUZIONI	34
3.2.1 SALVAGUARDIA DI ISTRUZIONE	35
3.3 SORGENTI ELETTRICHE	36
3.3.1 PROVA DI PRESSIONE DELLA BIGLIA	37
3.3.2 PROVE DI UMIDITÀ	39
3.3.3 PROVE DI RIGIDITÀ DIELETRICA	39
3.3.4 DISTANZE SUPERFICIALI ED IN ARIA	40
3.4 SORGENTI DI POTENZA	43
3.4.1 PROVA DELLA FIAMMA CON AGO	47
3.4.2 VALUTAZIONE DEL CASO PEGGIORE	49
3.5 SORGENTI MECCANICHE	51
3.5.1 PROVE DI ACCESSIBILITÀ	53
3.5.2 PROVE DI CADUTA	54
3.5.3 PROVE DA IMPATTO	54

3.5.4 PROVE DI FRAMMENTAZIONE DEL VETRO	55
3.7 SORGENTI TERMICHE	56
3.6 COMPONENTI CRITICI	59
3.6.1 RELÈ	60
3.6.2 VARISTORI	61
3.6.3 CONDENSATORI	63
3.6.4 CIRCUITI STAMPATI	65
3.6.5 FUSIBILE	68
3.6.6 TRASFORMATORE	68
<u>CAPITOLO 4</u>	<u>72</u>
<u>VALUTAZIONI E RISULTATI</u>	<u>72</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>91</u>

Introduzione

Agli inizi degli anni 50 l'Istituto Italiano del Marchio di Qualità ha conosciuto un percorso di sviluppo che lo ha portato ad estendere progressivamente il suo campo di attività e ad acquisire il controllo di altre società, fino al 1999 quando si fondò IMQ S.p.A. per affidarle tutte le attività operative e divulgative riguardanti la sicurezza, la qualità e la sostenibilità.

Oggi IMQ S.p.A. è una società di IMQ Group, la holding del relativo Gruppo come schematizzato in figura 1. Sul fronte internazionale, IMQ è presente con proprie società in Cina, Emirati Arabi Uniti, Polonia, Spagna e Turchia. IMQ Group rappresenta un gruppo di società impegnate in un obiettivo importante: la diffusione della sicurezza e della qualità, un fine perseguito attraverso la certificazione del prodotto con prove di conformità secondo le direttive. Negli anni sono stati aggiunti ambiti come sistemi di gestione aziendali, la verifica di immobili e impianti, prove di laboratorio, l'assistenza tecnico-normativa e alla produzione, la formazione ed il supporto offerto alle aziende che vogliono esportare.

IMQ S.p.A. è l'ente italiano leader nella verifica e nelle certificazioni di prodotto, di sistemi di gestione aziendale e di impianti; particolarmente attivo nel settore elettrico, elettronico, gas e combustibile solido. CSI S.p.A. è una società che opera nel campo della ricerca, del testing e della certificazione di prodotto e dei sistemi di gestione aziendale, attiva in particolare negli ambiti ad elevata barriera di ingresso per know-how ed investimenti quali i settori automobilistico, delle costruzioni civili, ferroviarie, navali, trasporti e alimentare. Intuity S.r.l., fondata nel 2016, è un riferimento nazionale per l'analisi della sicurezza informatica e la valutazione del rischio, caratterizzata da un approccio People Centric che riconosce la centralità dell'uomo nella sfida per la cyber security. Questa sezione opera trasversalmente in ogni settore di attività, sia pubblico che privato, aiutando le organizzazioni a sviluppare una cultura sulla sicurezza informatica, a beneficio delle organizzazioni stesse e dei singoli che le compongono. Minded Security S.r.l., fondata nel 2007, rappresenta un punto di riferimento internazionale nel campo della Software Security. Oggi Minded Security combina le più recenti ricerche sulla

sicurezza con le più moderne tecniche di test per guidare i clienti ad implementare la “roadmap” per la sicurezza del software by design.



Figura 1: schema gerarchico della società IMQ Group.

Nella seguente relazione si esporranno le principali procedure e valutazioni che un tecnico normatore deve effettuare durante la fase di accettazione di un prodotto coerente allo Standard tecnico presentato.

Infatti, un operatore deve per prima cosa capire quale norma poter applicare e stabilire se dalla opportuna documentazione, consegnata dal costruttore, è possibile assegnare o meno il marchio di conformità o qualità. All'interno del modulo di certificazione vi è una “Check list” che tiene traccia di ogni estratto e capitolo dello standard, aiutando lo stesso tecnico nella fase di compilazione e “testing”.

In alcuni “datasheets” di componenti vengono riportati i certificati, distinti per gli enti che li hanno emanati e registrati, secondo il numero di archiviazione degli stessi; l'operatore deve accertarsi se all'interno del prodotto tutti i componenti critici siano utilizzati secondo i loro valori nominali ed entro il loro limite di applicazione, oltre a verificare che i circuiti elettrici all'interno dell'apparato corrispondano effettivamente al vero.

La certificazione di per sé è un insieme di procedure operative atte a chiarire se effettivamente esista o meno la possibilità che il dispositivo sia non conforme allo standard di applicazione; l'operatore in quel caso stabilisce se l'utilizzo dell'apparato comporta dei rischi non trascurabili per l'utilizzatore.

Capitolo 1

Gerarchie nelle Norme

Per prima cosa chiariamo che cosa significa “Norma”, utilizzando la definizione che si può trovare sulla **Direttiva Europea 98/34/CE del 22 giugno 1998**:

“Norma” è la specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto a svolgere attività normativa per applicazione ripetuta o continua, la cui osservanza non sia obbligatoria [...]

Le norme tecniche relative agli impianti elettrici sono realizzate a livello internazionale per competenza dell’IEC (International Electrotechnical Commission), con sede a Ginevra, che ha il compito di preparare norme di sicurezza destinate ai paesi membri evidenziati in figura 2, fra i quali sono comprese tutte le nazioni industrialmente sviluppate.

I paesi come il nostro, facendo parte della Comunità Economica Europea, aderiscono al CENELEC (Comité Europeen de Normalisation Electrotechnique), che ha come scopo principale quello di fare adottare dai paesi membri le Norme internazionali IEC o di concordare modifiche comuni.

L’organo rappresentante del nostro paese, presso le sedi internazionali di IEC e CENELEC, è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) al quale è stato affidato dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) il compito istituzionale di ente normatore.

Il CEI è composto da un numero considerevole di Comitati Tecnici che identificano, con un numero, il settore di specializzazione di quel comitato; ognuno di questi può avere più sottocomitati che si occupano di un campo più ristretto di applicazioni o materiali relativi al settore del Comitato.

ISO è la sigla che identifica le norme elaborate dall’Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, queste sono applicabili in tutto il mondo ed ogni Paese può decidere se adottarle come norme nazionali.

Ad esempio, quest'ultime possono essere scelte dall'UNI (Ente nazionale italiano di unificazione), un'associazione privata che elabora e pubblica norme tecniche per tutti i settori industriali, commerciali e del terziario, rappresenta inoltre l'Italia presso le organizzazioni di normazione europea e mondiale.

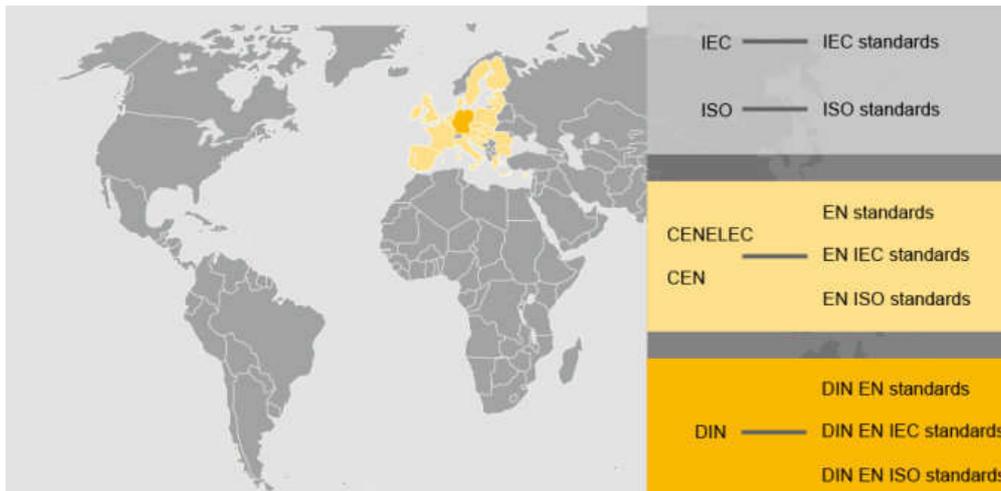


Figura 2:distribuzione geografica dei paesi che hanno adottato i diversi tipi di standard IEC, EN ISO e DIN.

La sigla EN, si applica alle norme elaborate dal CEN (Comitè European de Normalisation) e CENELEC che sono obbligatorie per i paesi membri. Il loro obiettivo è quello di uniformare la normativa a livello europeo, i paesi membri non possono quindi utilizzare normative non in linea con queste direttive.

La sigla DIN (Deutsches Institut für Normung) indica una norma emanata dall'Istituto Tedesco. La normazione è tecnica e non di legge: significa che non vi è alcun obbligo di applicazione e costituiscono di base una raccomandazione.

1.1 Schemi per la conformità

IECEE, il sistema IEC per gli schemi di valutazione della conformità per apparecchiature e componenti elettrotecnici, è un sistema di certificazione multilaterale basato su standard internazionali. I suoi membri utilizzano il principio del riconoscimento reciproco dei risultati nei test per ottenere la certificazione o l'approvazione a livello nazionale in tutto il mondo.

Gli schemi IECEE riguardano la sicurezza, la qualità, l'efficienza e le prestazioni complessive di componenti, dispositivi e apparecchiature per ambienti come case, uffici, officine e strutture sanitarie. Complessivamente copre 23 categorie di apparecchiature elettriche, elettroniche e servizi di test. Gli schemi dell'organizzazione, basati sugli standard internazionali IEC, sono globali nel concetto e nella pratica, aiutano a ridurre le barriere commerciali causate da determinati criteri di certificazione nei diversi paesi e agevolano l'industria ad accedere a nuovi mercati; eliminando i ritardi ed i costi di test multipli e consentendo alle aziende di commercializzare i propri prodotti più velocemente.

Nei paesi in cui gli standard nazionali non sono ancora completamente basati su quelli internazionali IEC, vengono prese in considerazione le differenze nazionali dichiarate. Tuttavia, per garantire il corretto funzionamento dello schema CB (Certification Body), è essenziale che gli standard nazionali siano ragionevolmente armonizzati con i corrispettivi internazionali.

L'adesione all'IECEE è aperta a qualsiasi paese che abbia un comitato nazionale membro o associato dell'IEC; l'iscrizione qualifica gli NCB (National Certification Body), che sono gli organismi responsabili del riconoscimento e dell'emissione di certificati di prova CB.

A loro volta, le NCB IECEE impiegano laboratori di prova, noti come CBTL (CB Testing Laboratories), per eseguire le prove in conformità con gli standard internazionali IEC; mentre i paesi che non hanno una NCB accettano anche CB "Test Report" e CB "Test Certificates". Il sito Web di riferimento fornisce elenchi completi di membri IECEE, NCB accettati, CBTL associati e LTR (Rappresentanti Tecnici Locali); inoltre, la pagina ufficiale fornisce liste di documenti utili per una corretta compilazione di un certificato di prova.

I moduli di compilazione TRF (Test Report Form) sono disponibili per tutti membri iscritti all'organizzazione e classificati a seconda della propria norma tecnica di appartenenza. Questo documento permette di avere, a disposizione del richiedente, le informazioni tecniche di un dispositivo in prova, le descrizioni dei metodi utilizzati con considerazioni del tecnico ed una sintesi tabellare degli articoli di riferimento alla norma applicata. Nella sezione finale di quest'ultima vi sono tabelle per ogni test condotto, contenenti i dati misurati e la strumentazione utilizzata con le proprie incertezze di misura.

Il sito Web in figura 3 fornisce fonti utili per il corretto esecuzione della prova da parte del tecnico; i DS (Decision Sheets), situati all'interno della sezione "Documents", costituiscono una lista dei possibili casi e comportamenti che vanno intrapresi al verificarsi di determinati eventi durante la fase di "testing".

In allegato al certificato di prova vanno inserite tutte le ND (National Differences), che serviranno poi al costruttore per tutelarsi anche in Paesi dove lo standard non è stato adottato; le differenze vengono così armonizzate e raccolte in un'appendice alla fine del documento di riferimento, evitando la ripetizione di ogni singola prova.



Figura 3: homepage della piattaforma IECEE, organizzata secondo specifiche sezioni utili per la compilazione del Test Report.

1.2 Marchio di conformità

Il marchio di conformità è un contrassegno apposto su prodotti e servizi per indicare che il bene o servizio cui è conferito ha raggiunto gli standard qualitativi prefissati dall'ente certificatore, ovvero è "conforme" a tali standard. Come mostrato nella tabella 1, a seconda del particolare marchio di conformità, tale conformità viene spesso (ma non sempre) validata dal superamento di una serie di prove tecniche, ad esempio test di laboratorio.

Generalmente il marchio di conformità viene rilasciato attraverso il processo di certificazione da enti accreditati che si occupano di effettuare le verifiche tecniche del rispetto delle norme prese in considerazione necessarie per l'ottenimento dell'autorizzazione del marchio. In questo caso la certificazione è l'atto mediante il quale una terza parte neutra dichiara che un prodotto o servizio è conforme ai requisiti specificati. La sorveglianza della produzione offerta da enti terzi neutrali consiste essenzialmente nel prelievo di campioni del modello certificato e nella ripetizione delle prove più significative per assicurarsi che il prodotto rispetti gli standard tecnici anche dopo la sostituzione di alcuni componenti, anche se questi rispettano i valori elettrici nominali di quelli che erano stati originariamente installati; in seguito, sarà rilasciato un certificato di sorveglianza CSV che descriverà le differenze tecniche dei due modelli.

Nella seguente tabella 1 vengono riportati alcuni enti di certificazione, divisi per paese dove sono stati fondati e nei quali rappresentano dei leader riconosciuti a livello internazionale:

Tabella 1: marchi di conformità delle varie organizzazioni divisi per il proprio paese di origine.

PAESE	ENTE	MARCHIO
Italia	IMQ (Istituto Italiano del Marchio di Qualità)	
Stati Uniti	UL (Underwriters Laboratories)	

Canada	CSA (Canadian Standard Association)	
Germania	VDE (Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik)	
Cina	CCC (China Compulsory Certification)	
Australia / Nuova Zelanda	RCM (Regulatory Compliance Mark)	

1.3 Marcatura CE

Il marchio CE attesta che il prodotto è stato valutato dal produttore e che si ritiene rispetti i requisiti previsti dall'UE in materia di sicurezza, salute e tutela dell'ambiente. È richiesto, per i prodotti realizzati ovunque nel mondo e commercializzati all'interno dell'UE, ma allo stesso tempo è obbligatorio solo sui prodotti per i quali esistono specifiche a livello dell'UE e che richiedono l'apposizione del marchio CE.

La responsabilità di dichiarare la conformità con tutti i requisiti ricade esclusivamente sul produttore. Non occorre una licenza per apporre il marchio CE sul prodotto, ma prima di farlo bisogna:

- garantire la conformità con tutti i requisiti pertinenti a livello dell'UE;
- stabilire se la valutazione del prodotto può essere effettuata in proprio o se occorre coinvolgere un organismo notificato;
- redigere un fascicolo tecnico che provi la conformità (documentazione tecnica, dichiarazione di conformità firmata su carta intestata...).

Una volta che il prodotto ha il marchio CE, se le autorità nazionali competenti lo richiedono, occorre fornire loro tutte le informazioni e la documentazione giustificativa riguardanti la marcatura. Anche se non è obbligatorio per tutti i prodotti, quando è

coinvolto un organismo notificato, il marchio CE deve essere accompagnato dal numero di identificazione dell'organismo.

Il marchio CE deve essere costituito dalle iniziali mostrate in figura 4, entrambe le lettere devono avere la stessa dimensione verticale e non devono essere inferiori a *5 mm* (se non diversamente specificato nei corrispondenti requisiti del prodotto).

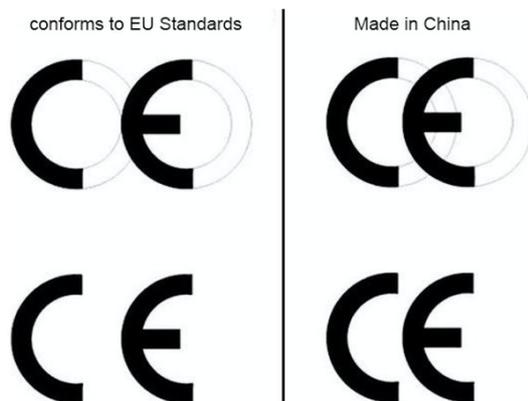


Figura 4: confronto dimensionale e geometrico tra la marcatura CE ed il logo China Export.

Se si vuole ridurre o ampliare il marchio CE sul prodotto, occorre rispettare le proporzioni tra le due lettere. Purché le iniziali siano visibili, il marchio CE può assumere forme diverse (colori, forma vuota o piena). Se il marchio CE non può essere apposto sul prodotto stesso, è possibile apporlo sull'eventuale imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

1.4 Marchio di prestazione

Per rispondere alla richiesta del mercato sempre più attento ai prodotti con specifiche caratteristiche qualitative, IMQ offre i marchi di prestazione che consentono ai fabbricanti di certificare requisiti prestazionali aggiuntivi, oltre a quelli obbligatori previsti per i propri prodotti.

- **IMQ performance:** a seconda del prodotto per il quale è stato rilasciato, il marchio IMQ Performance, riportato nella figura 5a, garantisce determinate caratteristiche prestazionali, come ad esempio l'efficienza energetica di elettrodomestici.
- **Plus ENEC03:** è il marchio della figura 5b che viene applicato su apparecchi di illuminazione, attestando le prestazioni di apparecchi e moduli a LED.
- **Euro Fire Performance:** è il marchio della figura 5c destinato ai cavi elettrici. Attesta che il prodotto ha superato tutte le prove di reazione al fuoco previste dal Regolamento europeo Prodotti da Costruzione - CPR (es. norma EN 50399) ma anche le verifiche di conformità ai requisiti di sicurezza elettrica, meccanica, fisica.
- **IMQ eco:** è il marchio riportato nell'ultima figura 5d, garantisce la veridicità e coerenza riguardo le dichiarazioni rilasciate da un produttore in merito alle caratteristiche ambientali, ecologiche o energetiche di un prodotto, quali ad esempio le informazioni relative alla presenza di materiali riciclati, al contenuto dei composti organici volatili, alle emissioni dei composti organici volatili, alla degradabilità, al rumore e altre informazioni sull'efficienza energetica e sui consumi.



Figura 5: a) IMQ Performance; b) Plus ENEC03; c) Euro Fire Performance; d) IMQ eco

1.5 Processo di certificazione

La certificazione IMQ di prodotto viene rilasciata e mantenuta se vengono soddisfatti i seguenti adempimenti:

- **approvazione del costruttore:** lo stabilimento del costruttore che fa domanda di concessione d'uso di uno dei marchi rilasciati da IMQ, deve essere fornito di mezzi di produzione, di prova o verifica, di personale ed attrezzature, atti a garantire per i prodotti posti sul mercato la costante conformità alle corrispondenti norme. Ciò viene accertato mediante una verifica ispettiva presso lo stabilimento;
- **approvazione del singolo modello di prodotto:** su ogni modello per il quale il costruttore richiede l'uso del marchio, IMQ provvede ad eseguire le prove di tipo richieste dalle corrispondenti norme. In caso di esito favorevole viene stipulato un contratto fra IMQ e costruttore in base al quale quest'ultimo è autorizzato ad apporre il marchio richiesto su quel prodotto;
- **controllo della produzione dei prodotti muniti di marchio IMQ:** per tutti i prodotti che vengono costruiti e dotati del marchio IMQ, il costruttore si impegna con la società stessa, attraverso il contratto sopraddetto, a mantenere la loro costante conformità alle norme e ad effettuare al 100% o su base statistica alcune prove di controllo. IMQ si accerta che tali prove vengano eseguite regolarmente e provvede a ripeterle su qualche esemplare prelevato dalla produzione. Nei casi in cui l'IMQ accerti l'inosservanza di qualcuna delle prescrizioni sopra riportate, il costruttore viene invitato a rimettersi in regola; IMQ provvede ad effettuare dei controlli supplementari e, nei casi più gravi o di recidiva, revoca il diritto all'uso del marchio.

1.6 Vantaggi della certificazione

I vantaggi che un costruttore può trarre dall'ottenimento delle certificazioni IMQ sono molteplici sia dal punto di vista commerciale che da quello legale. Commercialmente, le certificazioni IMQ qualificano i prodotti offrendo valide argomentazioni di vendita. Chi ha ottenuto le certificazioni IMQ può sottoporre ai consumatori o ai propri clienti, sempre più esigenti per quanto concerne l'affidabilità e la qualità di ciò che comprano, una tangibile e obiettiva attestazione che i propri prodotti sono costruiti secondo norme di buona tecnica. Inoltre, i concessionari IMQ possono usufruire delle facilitazioni nei rapporti con gli altri istituti di certificazione europei ed internazionali e conseguentemente sono avvantaggiati per quanto riguarda le esportazioni. Dal punto di vista legale le certificazioni IMQ costituiscono una tutela per i costruttori. Chi ha ottenuto la concessione d'uso del marchio IMQ per materiali e apparecchi elettrici possiede un'attestazione di aver adempiuto alle prescrizioni delle norme europee a cui la direttiva 2006/95/CE (c.d. di Bassa Tensione) rinvia per la verifica di rispondenza ai requisiti essenziali.

La conformità alle norme europee comprovata dal marchio IMQ è pertanto un importante strumento che il costruttore ha a disposizione per adempiere agli obblighi previsti dalle direttive per l'apposizione della marcatura CE. Oltre a ciò, il costruttore può dimostrare di aver costruito prodotti a regola d'arte in accordo con le disposizioni di legge. Chi utilizza prodotti elettrici ed a gas certificati IMQ per la realizzazione degli impianti, è in regola con la legge relativa alla sicurezza degli impianti stessi. Infine, i marchi IMQ costituiscono un importante mezzo di tutela per i costruttori in materia di responsabilità per danno da prodotto difettoso. Infatti, secondo quanto previsto dall'articolo 118, lettera e), del D.Lgs. 6 settembre 2005, n. 206 (Codice del Consumo) "la responsabilità è esclusa se lo stato delle conoscenze scientifiche, al momento in cui il produttore ha messo in circolazione il prodotto, non permetteva ancora di considerare il prodotto come difettoso". Poiché la funzione dei marchi IMQ è quella di attestare la rispondenza di un prodotto a normative che costituiscono lo stato generale ed ufficiale della scienza e della tecnica nel settore elettrico o nel settore gas, ne consegue che per le produzioni munite di uno dei marchi IMQ esiste la presunzione di conformità allo stato dell'arte e si precostituisce per tale via un mezzo di prova.

Capitolo 2

CEI EN IEC 62368-1

La IEC 62368-1, versione internazionale della CEI EN 62368-1, rappresenta un nuovo standard di sicurezza e non deve essere visto in modo semplicistico come la fusione tra la 60065 e la 60950-1.

Tale norma copre i prodotti storicamente nel campo di applicazione della IEC 60065 e della IEC 60950-1 ed è oggi sicuramente la norma con il campo di applicazione più vasto come tipologia di prodotti.

In sede di Comitato IEC TC 108 si è osservato che le norme riguardanti la sicurezza erano formulate in un modo troppo legato alla tecnologia.

L'area tecnica dei prodotti Audio/Video e dell'ICT (Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione) sta cambiando con una velocità crescente; se questa cambia rapidamente le norme si trovano spesso un passo indietro e mostrano dei ritardi il cui recupero, considerando i tempi di formulazione di una nuova edizione, rischiano di bloccare l'innovazione.

Per questo motivo il Comitato Tecnico No. 108 (TC 108) dal 2002 si è proposto di orientare i suoi sforzi verso l'introduzione di una nuova Norma IEC 62368-1 che fosse indipendente dalla tecnologia e per tale motivo, a differenza dei suoi predecessori, il nuovo standard è basato sugli "Hazard", vale a dire sui rischi di lesioni agli utilizzatori.

Nel presentare i lavori di stesura della nuova Norma, il TC 108 dell'IEC ha da subito elencato sia gli obiettivi che intendeva perseguire la nuova norma sia i benefici che sarebbero derivati dal suo utilizzo, entrambi elencati nella tabella 2 sottostante.

Tabella 2: obiettivi e vantaggi derivati dall'uso della nuova IEC EN CEI 62368-1.

Obiettivi	Benefici
<ul style="list-style-type: none"> • Identificare chiaramente i rischi coperti; 	<ul style="list-style-type: none"> • Favorire una più facile introduzione delle nuove tecnologie sul mercato;
<ul style="list-style-type: none"> • fornire giustificazione tecnica con una guida interpretativa (IEC 62368-2); 	<ul style="list-style-type: none"> • fornire un singolo standard per la gamma più ampia possibile di prodotti;
<ul style="list-style-type: none"> • essere basata sulle prestazioni (conformità del prodotto basata sulle prove piuttosto che sulla costruzione); 	<ul style="list-style-type: none"> • consentire ai costruttori di prodotto una maggiore libertà progettuale;
<ul style="list-style-type: none"> • essere uno standard utile ai progettisti e adatto per valutare la conformità dei prodotti. 	<ul style="list-style-type: none"> • minimizzare le differenze nazionali favorendo l'introduzione dei prodotti nel mercato globale;

Entriamo nel merito dei principi che hanno ispirato la Norma nella sua attuale formulazione che la rende unica rispetto agli standard di sicurezza emessi dagli altri Comitati di prodotto IEC. Il nuovo modello proposto definisce la sicurezza come una situazione libera da rischi inaccettabili. Il rischio è un concetto probabilistico e rappresenta la probabilità che accada un evento in grado di causare un danno alle persone. Il rischio implica l'esistenza di una sorgente di energia pericolosa e la possibilità che essa si trasformi in un danno alle persone o alle cose. La Norma nella sua impostazione cerca di rispondere alla necessità di prevenire lesioni, basandosi sul seguente principio: un danno può verificarsi solamente quando un'energia di sufficiente modulo e sufficiente durata viene trasferita ad una parte del corpo. Tale concetto si può esprimere anche nel

seguente modo: il rischio si ha quando una sorgente di energia eccede i valori di suscettibilità del corpo per quella sorgente di energia. Da questo concetto deriva il modello a tre blocchi del rischio presente nella norma e riportato in figura 6.



Figura 6: schema a blocchi del rischio; basato sul trasferimento energetico dalla sorgente ad una parte del corpo.

Nessuna lesione, in pratica, si può verificare quando una salvaguardia è interposta tra la sorgente di energia pericolosa e la parte del corpo suscettibile di danno, figura 7.

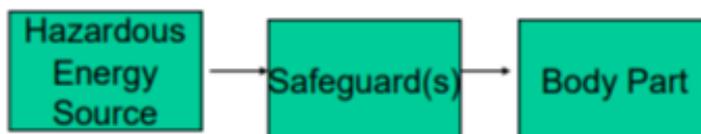


Figura 7: schema a blocchi basato sulla salvaguardia interposta tra una sorgente pericolosa ed una parte del corpo.

Nella Norma, al fine di stabilire se la sicurezza sia coinvolta o meno, sia i circuiti che la costruzione sono investigati per determinare se le conseguenze di una probabile condizione di guasto potrebbero determinare una lesione.

Se la condizione di guasto conduce ad un rischio di lesione allora la parte, il materiale, il prodotto il cui guasto è stato oggetto di simulazione deve prevedere una salvaguardia. Un cospicuo lavoro è stato effettuato dai vari gruppi di lavoro responsabili della redazione della nuova Norma nel dettagliare il più possibile le proprietà delle salvaguardie, le prove da superare e i materiali adoperabili per la loro costruzione.

2.1 La salvaguardia

La salvaguardia è nella Norma un dispositivo fisico che è interposto tra la sorgente con energia pericolosa e la parte del corpo interessata. Questo “strumento” opera in modo da attenuare o ostacolare o deviare o disconnettere o interrompere la sorgente di energia. In altri termini, la salvaguardia evita all’energia pericolosa di essere trasferita verso la parte del corpo. I tipi di salvaguardia definiti nella Norma sono tre:

- **salvaguardia principale**, efficace in condizioni di funzionamento normale ogni volta che sia presente un’energia pericolosa; o
- **salvaguardia supplementare**, efficace nell’eventualità di un guasto alla salvaguardia principale; o
- **salvaguardia rinforzata**, considerata singola, robusta ed equivalente ad un sistema comprendente sia la salvaguardia principale che quella supplementare.

Dal punto di vista progettuale poi le salvaguardie possono essere intenzionali o involontarie: la prima è progettata, valutata, provata e installata specificatamente per garantire un’efficace e affidabile funzione di protezione contro le energie pericolose. Una salvaguardia involontaria, invece, è rappresentata da parti funzionali dell’apparato che possono fornire anche una funzione di salvaguardia, anche se quest’ultime non sono necessariamente né efficaci né affidabili.

Una salvaguardia è comunque sempre interposta tra il corpo e la sorgente ad energia pericolosa. In funzione della sua collocazione, la salvaguardia può essere:

- **interna**, nel qual caso rappresenta una parte fisica dell’apparato; o
- **personale**, quando viene indossata sulla parte del corpo suscettibile di danno; o
- **comportamentale**, quando si riferisce a comportamenti diretti e volontari finalizzati a evitare la lesione.

Nella definizione della Norma è stato adoperato lo schema logico riportato in figura 7, con lo scopo di:

1. identificare il tipo di danno;
2. identificare la sorgente di energia;
3. identificare il modo di trasferimento dell'energia;
4. specificare la funzione della "Safeguard";
5. definire prove o misure efficaci;
6. definire i parametri costruttivi.

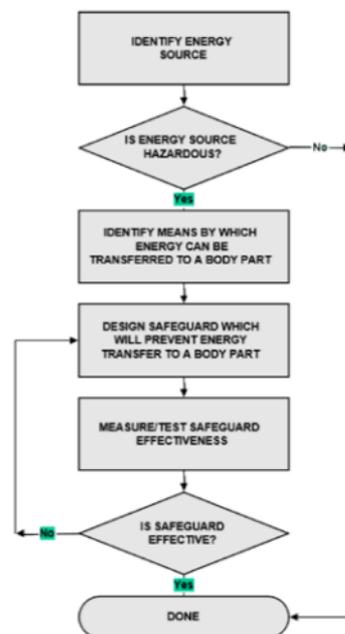


Figura 8: schema mentale per l'identificazione di sorgenti pericolose e le salvaguardie necessarie alla sicurezza dell'individuo.

Questi elencati qui di seguito sono gli "Hazards" coperti dalla Norma sulla base dell'analisi del rischio rispetto alle varie energie pericolose presenti in uno dei prodotti che ricadono nel campo di applicazione dello Standard:

- **Electrically caused injury** (Electrical energy Source, **ES**); e
- **Electrically caused fire** (Power energy Source, **PS**); e
- **Injury caused by hazardous substances**; e
- **Mechanically caused injury** (Mechanical energy Source, **MS**); e
- **Thermal burn injury** (Thermal energy Source, **TS**); e
- **Radiation** (Radiation energy Source, **RS**).

2.2 Classi di Energia

La Norma definisce tre classi di sorgente d'energia, divise e caratterizzate nella tabella 3, sulla base dell'intensità e della durata temporale, riferendoli o alla risposta del corpo o alla risposta del materiale combustibile rispetto a quella sorgente di energia. Ciascuna classe di energia è funzione della suscettibilità della parte del corpo o del materiale combustibile alla intensità dell'energia.

Tabella 3: Classificazione delle classi energetiche secondo gli effetti sul corpo e su materiali combustibili.

Energy source	Effect on the body	Effect on combustible materials
Class 1	Not painful, but may be detectable	Ignition not likely
Class 2	Painful, but not an injury	Ignition possible, but limited growth and spread of fire
Class 3	Injury	Ignition likely, rapid growth and spread of fire

Nessuna salvaguardia è richiesta dalla norma tra una sorgente di energia di Classe 1 ed una persona ordinaria e di conseguenza una persona ordinaria può avere liberamente accesso ad una sorgente di energia di Classe, come si può vedere in figura 9.

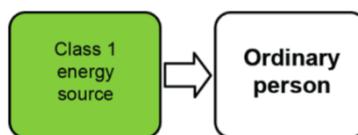


Figura 9: schema a blocchi delle salvaguardie per sorgenti di classe I.

Almeno una salvaguardia principale è richiesta tra una sorgente di energia di Classe 2 ed una persona ordinaria, l'interposizione della salvaguardia è mostrata in figura 10.



Figura 10: schema a blocchi delle salvaguardie per sorgenti energetiche classe II e la persona ordinaria.

Infine, una salvaguardia principale insieme ad una salvaguardia supplementare, o in subordine un'unica salvaguardia rinforzata, sono richieste tra una persona ordinaria e una sorgente di energia di Classe 3, come mostrato nello schema a blocchi in figura 11.

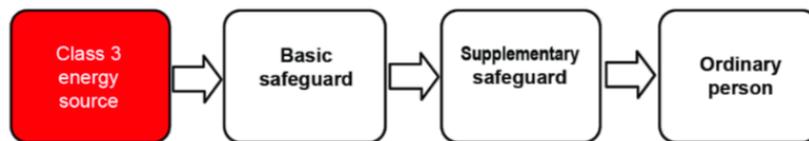


Figura 11: schema a blocchi delle salvaguardie per sorgenti energetiche classe III e la persona ordinaria.

La Norma introduce anche le definizioni di persone istruite e persone esperte ma per queste figure le tipologie di salvaguardia in funzione della sorgente di energia possono essere significativamente differenti. Consideriamo come esempio il capitolo 5 dello Standard IEC 62368-1 dedicato al rischio di shock elettrico. Quest'ultimo definisce i valori pericolosi e non pericolosi delle sorgenti di energia introducendo tre tipologie di circuito (ES1, ES2 ed ES3) relazionandoli con i valori di tensione, corrente, tempo e frequenza ed area di contatto. Sulla base del modello della sicurezza basato sulle salvaguardie vengono definite le caratteristiche di:

- **Isolamenti** (distanze in aria, distanze superficiali ed isolamento solido); e
- **Messa a Terra di protezione**; e
- **Componenti di sicurezza** (barriere ed involucri);
- **Safeguards e la loro adeguatezza** (condizioni normali, anormali, limiti di temperatura e rigidità dielettrica, etc.).

Già nella definizione delle nuove tipologie di circuito elettrico si nota uno scostamento netto rispetto alle denominazioni tradizionali dei circuiti adoperate nelle vecchie CEI EN IEC 60950 e CEI EN IEC 60065. Infatti, le categorie di circuiti di tipo SELV, TNV1, TNV2 e TNV-3 sono ora non più adoperate anche se i valori di tensione rimangono abbastanza allineati. I precedenti circuiti SELV della Norma 60950-1, ora coincidono con i circuiti ES1 che sono caratterizzati dal presentare livelli di tensione e di corrente che:

- non superano i limiti di ES1 in condizioni di funzionamento normale, funzionamento anomalo e in condizioni di guasto singolo di un componente, dispositivo o isolamento non adatto come salvaguardia;
- non superano i limiti ES2 in condizioni di guasto singolo di una salvaguardia principale.

I circuiti TNV sono coincidenti con i circuiti ES2, anche se la formulazione di questi ultimi circuiti è espressa non solo in termini di tensione ma anche in termini di limiti di corrente. Lo stesso tipo di approccio a tre livelli discusso prima per il rischio elettrico da sorgenti di energia è poi ripetuto per le altre tipologie di rischio trattate dalla norma. Ad esempio, per il rischio di lesioni da energia meccanica vengono definiti tre livelli di rischio:

- **MS1** è un rischio meccanico che non provoca alcun dolore o lesione agli utilizzatori;
- **MS2** è un rischio meccanico che non provoca lesione ma può essere doloroso;
- **MS3** è un rischio meccanico che può provocare lesione e di conseguenza attenzione medica.

2.3 Accessibilità

Un altro parametro con cui viene analizzato l'EUT (Equipment Under Test) è l'accessibilità del prodotto, ovvero a quale personale è stato concesso e consigliato poter accedere a quest'ultimo. Infatti, a seconda della preparazione dell'operatore, è possibile usufruire di determinate salvaguardie.

- **Persona Ordinaria:** personale né specializzato né istruito.
- **Persona Istruita:** persona istruita o supervisionata da una persona esperta in merito alle fonti di energia e che può utilizzare responsabilmente dispositivi di sicurezza e misure precauzionali rispetto a tali fonti di energia, la descrizione è riportata nella figura 12 sottostante.

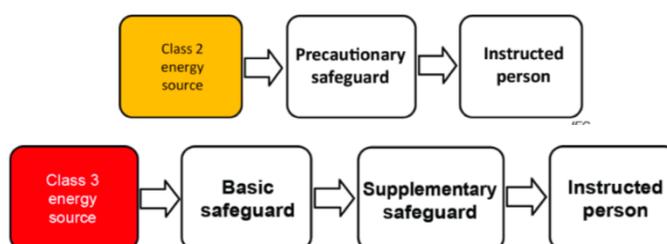


Figura 12: schema a blocchi delle salvaguardie per sorgenti energetiche classi II, III e la persona istruita.

- **Persona Specializzata:** persona con un'istruzione o un'esperienza pertinente tale da consentirgli di identificare i pericoli e di intraprendere azioni appropriate per ridurre i rischi di lesioni a sé stessi e agli altri come mostrato dallo schema della figura 12.

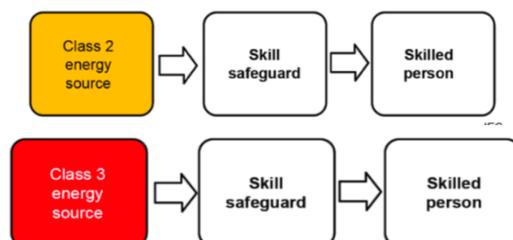


Figura 13: schema a blocchi delle salvaguardie per sorgenti energetiche classe II, III e la persona esperta.

\\

Solitamente queste informazioni vengono riportate da parte del costruttore all'interno del manuale, dove si indica chiaramente quale tipo di persona è autorizzata a mettere mano sul dispositivo. Molto spesso è possibile, tramite un manuale di prima installazione, dare ad una persona ordinaria una concessione d'accessibilità al prodotto pari a quella di una persona istruita.

2.4 Condizioni di funzionamento

Per stabilire l'applicabilità o meno di una prova, i circuiti e la costruzione devono essere attentamente esaminati per considerare le conseguenze dei possibili guasti. La conseguenza di un guasto può richiedere o meno l'uso di una salvaguardia per ridurre la probabilità di lesioni o incendi. Il campione sottoposto a prova deve essere rappresentativo del dispositivo reale o deve essere l'apparato effettivo; in alternativa alla conduzione di prove sull'apparecchiatura completa, possono essere eseguite prove separate su circuiti, componenti o sottoassiemi purché l'esame a vista del dispositivo e della disposizione dei circuiti dimostri che tali prove stabiliscano l'assemblato conforme alle prescrizioni della presente Norma. Se una qualsiasi delle prove indica una probabilità di non conformità nell'apparecchiatura completa, questa deve essere ripetuta sull'apparato; inoltre, se una prova indicata può essere distruttiva, è ammesso l'uso di un modello rappresentativo per la valutazione delle seguenti condizioni.

- **Normale:** si applicano le condizioni più sfavorevoli, tenendo conto di differenti parametri; a seconda del tipo di alimentazione viene applicata una certa tolleranza, ad esempio, la c.a. ha +10 % e -10 % per ogni valore nominale mentre la c.c. +20 % e -15 %. La frequenza di alimentazione viene valutata durante gli assorbimenti senza applicare alcuna tolleranza (50 o 60 Hz), lo stesso ragionamento vale per la collocazione dell'apparecchiatura, le condizioni ambientali (Temperatura massima operativa dichiarata dal costruttore) e metodi di funzionamento (carichi, modalità, comandi).

- **Anormale:** ogni azione di questo tipo di funzionamento deve essere applicata a turno in sequenza, le avarie conseguenti sono considerate come condizione di guasto singolo. L'apparecchiatura, l'installazione, le istruzioni e le specifiche devono essere esaminate per determinare funzionamenti anormali facilmente prevedibili: per apparecchiature di gestione della carta può essere un inceppamento, per dei comandi accessibili ad una persona ordinaria la regolazione dei settaggi più gravosi, un inceppamento di parti mobili come delle ventole di areazione, uno sversamento di liquidi dalle cartucce di stampanti, etc. La parte superiore, i lati ed il retro del dispositivo, se provviste di aperture di ventilazione devono essere coperte una per volta con un pezzo di carta di densità 200 g/m² e dimensioni non inferiori ad ogni superficie provata. Le aperture superiori inclinate con un angolo maggiore di 30° e minore di 60° rispetto al piano orizzontale sono escluse, poichè un'ostruzione potrebbe scivolare liberamente. Inoltre, non vi sono prescrizioni per il blocco di aperture sul fondo dell'apparecchiatura, tuttavia, quest'ultime insieme a quelle laterali e posteriori devono essere coperte simultaneamente. Dovrebbe essere fornita una salvaguardia di istruzione che indichi di non coprire le aperture di ventilazione o che la stessa apparecchiatura non è destinata all'uso di supporti morbidi (biancheria da letto, coperte, etc.).

- **Guasto singolo:** ogni azione di questo tipo di funzionamento deve essere applicata a turno in sequenza; la costruzione, i diagrammi circuitali, le specifiche dei componenti, compreso l'isolamento funzionale sono esaminati per determinare tutto ciò che sia prevedibile tale da aggirare la salvaguardia e provocare l'intervento di una protezione supplementare o influenzare in un altro modo la sicurezza del dispositivo. Le condizioni da considerare possono essere un guasto all'isolamento funzionale, un sovraccarico dei morsetti, un cortocircuito o circuito aperto di qualsiasi componente passivo (VDR, PTC, resistori, etc.) e l'esclusione di un circuito limitatore di corrente. Durante e dopo questo tipo di situazione una parte accessibile non deve superare la classe di energia corrispondente per l'utilizzatore, inoltre, qualsiasi fiamma all'interno del circuito

\

deve spegnersi entro 10 s e non deve propagare la fiamma a componenti adiacenti, qualsiasi punto acceso viene considerato una sorgente di potenza che causa lesioni.

Capitolo 3

Dispositivo in prova

L'EUT in figura 14.a e 14.b è uno Smart Touch Hub commercializzato dalla SONOFF, azienda specializzata nello sviluppo e nella produzione di apparecchiature e prodotti per la casa intelligente.

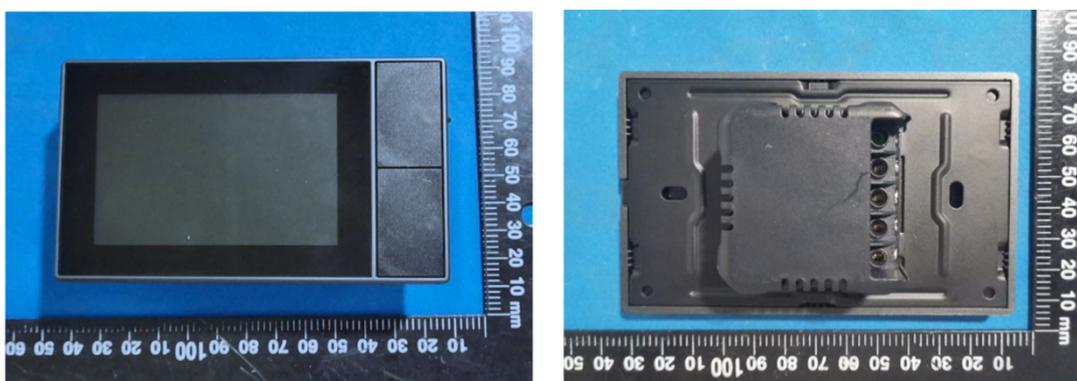


Figura 14: a) panoramica frontale; b) panoramica posteriore dell'EUT.

Analizzando il manuale di utilizzo e prima installazione, caricato nella pagina ufficiale del costruttore, è possibile acquisire le prime informazioni tecniche utili al processo di certificazione. Il dispositivo è pensato esclusivamente per il fissaggio a muro, come indicato dal produttore stesso; in questo caso i mezzi di fissaggio come viti e bulloni sono forniti insieme al dispositivo ma allo stesso tempo vengono indicate le loro dimensioni per avere in futuro dei ricambi.

L'NSPanel è dotato di un termostato integrato e di sensori ambientali che rilevano la temperatura della stanza e permettono di attivare l'unità di riscaldamento o raffreddamento per mantenere automaticamente una temperatura stabile della stanza e regolarla alla temperatura desiderata. Questo significa che è possibile controllare il riscaldamento o condizionatore in modo che mantenga automaticamente una temperatura stabile nella stanza o si regoli alla temperatura desiderata; inoltre, l'apparato permette di

\

controllare dispositivi Smart home adottando come standard di comunicazione l'IEEE 802.11 b/g/n. La famiglia 802.11 può contare in totale su quattro protocolli dedicati alla trasmissione delle informazioni (a, b, g, n), mentre la sicurezza è stata inclusa in uno standard a parte, ovvero l'802.11i.

L'802.11b e 802.11g utilizzano lo spettro di frequenze dei 2.4 GHz, occupando così la banda ISM. Si tratta di una banda di frequenze regolarmente assegnata dal piano di ripartizione nazionale ed internazionale ad altro servizio, lasciando libero impiego solo alle applicazioni che prevedono livelli di EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) non superiori a 20 dBm ed utilizzate all'interno di una proprietà privata. La specifica 802.11n ha la possibilità di operare sia nell'intervallo dei 2.4 GHz sia nell'intervallo dei 5 GHz (Dual Band), adottando una tecnologia MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) che consente di controllare più antenne per trasmissione e ricezione.

Inoltre, vi è la possibilità di controllare l'oggetto a distanza tramite smartphone utilizzando l'App gratuita del costruttore direttamente disponibile dal sito, accedendo così a tutte le funzioni dello Smart Hub.

3.1 Marcatura del prodotto

In genere, le marcature sull'apparecchiatura devono essere poste vicino o nelle adiacenze della parte o della zona oggetto della marcatura, all'esterno della stessa ad esclusione del fondo. Tuttavia, tali marcature possono essere in una zona facilmente accessibile a mano, per esempio:

- sotto un coperchio; o
- sul lato esterno del fondo di apparecchiature a innesto diretto alla rete, apparecchiature portatili, apparecchiature trasportabili; o
- apparecchiature mobili di massa non superiore a 18 kg, purchè l'ubicazione della marcatura sia indicata nelle istruzioni.

Le marcature non devono essere poste su parti removibili senza l'uso di un utensile, a meno che non si applichino a tali parti. Per le apparecchiature collegate in modo permanente, le istruzioni di installazione devono essere fornite come marcature sull'apparecchiatura o nelle istruzioni, oppure in un documento separato di istruzioni di installazione. Per le apparecchiature superiori a 18 kg montate su pannelli o altri tipi di supporti, le marcature possono essere su qualsiasi superficie che diventi visibile dopo la rimozione dell'apparecchiatura dal fissaggio; inoltre, se il significato della marcatura non è evidente, questa deve essere spiegata nel manuale. Nella figura 15 è possibile vedere l'etichetta dell'apparato in prova, posta sul lato posteriore al di sopra della morsettiera; leggendola è possibile stabilire se sono presenti tutti i requisiti minimi previsti nello Standard tecnico.



Figura 15: etichetta stampata situata nella parte posteriore dell'NSPanel.

3.1.1 Requisiti

Il costruttore o il fornitore responsabile deve essere identificato mediante una marcatura sull'apparecchiatura. L'identificazione può essere costituita dal nome del costruttore, del fornitore responsabile, dal marchio, o da un'altra identificazione equivalente.

Il numero, il nome del modello o un elemento equivalente, devono essere identificati mediante una marcatura sull'apparecchiatura.

La natura della tensione di alimentazione, c.c., c.a., o c.a. trifase, deve essere marcata sull'apparecchiatura e deve seguire immediatamente il valore nominale della tensione dell'apparecchiatura. Se si utilizza un simbolo per identificare la c.a. o la c.c., deve essere utilizzato il simbolo numero 5032 della IEC 60417 per la c.a. ed il simbolo numero 5031 per la c.c. della stessa Norma.

La tensione nominale dell'apparecchiatura deve essere preposta sull'etichetta al simbolo della sua natura, e può essere:

- un valore nominale singolo; o
- un valore nominale singolo e una percentuale di tolleranza del valore nominale; o
- due o più valori nominali separati da una barra; o
- una gamma costituita dai valori minimi e massimi separati da un trattino.

La frequenza nominale del dispositivo si trova solitamente nelle immediate vicinanze della tensione e può essere scritta come:

- un valore nominale singolo; o
- un valore nominale singolo e una percentuale di tolleranza del valore nominale; o
- due o più valori nominali separati da una barra; o
- una gamma costituita dai valori minimi e massimi separati da un trattino; o
- qualsiasi altro mezzo che indichi chiaramente la frequenza nominale dell'apparecchiatura.

La corrente nominale o la potenza nominale dell'apparecchiatura deve essere indicata sulla stessa. Per le apparecchiature trifase, la corrente nominale o la potenza nominale è il riferimento ad una fase. Se il dispositivo ha una presa per erogare la potenza della rete di alimentazione ad altri apparati, la corrente nominale o la potenza nominale deve comprendere anche i valori della presa.

Se l'apparecchiatura ha più di una tensione nominale, la corrente o la potenza di ogni valore nominale deve essere indicata sull'apparecchiatura con una disposizione chiara.

Le apparecchiature di classe II senza una connessione alla terra funzionale, come nel nostro NSPanel, devono riportare il simbolo numero 5172 della IEC 60417, come mostrato in figura 16, mentre quelle con una connessione alla terra funzionale devono riportare il simbolo numero 6092 dello stesso Standard. I simboli sopra indicati non devono essere usati per le apparecchiature di classe I; inoltre, le apparecchiature che assicurano la messa a terra di protezione ad altre apparecchiature non possono essere considerate apparecchiature di classe II.

Se l'apparecchiatura è destinata a condizioni diverse da IPX0, essa deve riportare il numero IP conforme al grado di protezione dalla penetrazione d'acqua in conformità alla IEC 60529.

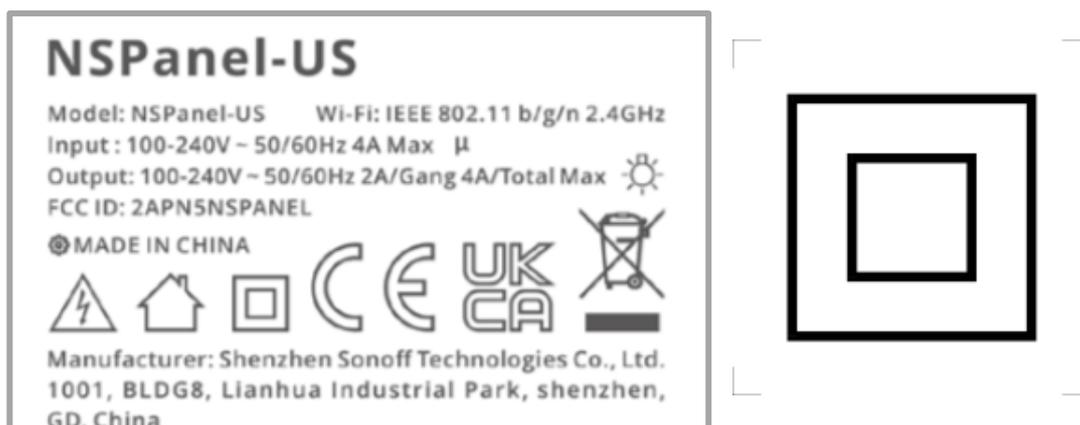


Figura 16: Etichetta completa di tutti i requisiti necessari, il simbolo per apparati in classe II senza terra funzionale è rappresentata dal doppio quadrato, IEC 60417-5172.

3.1.2 Prova di permanenza delle marcature

In genere, tutte le marcature prescritte sull'apparecchiatura devono essere durevoli, leggibili e facilmente individuabili in condizioni di normale illuminazione.

Non vi è necessità che le salvaguardie di istruzione siano a colori; infatti, se una salvaguardia di istruzione è a colori, questo deve essere conforme alla serie ISO 3864. Infine, non è necessario che le marcature incise o termostampate siano di colore contrastante, purché siano leggibili e facilmente individuabili in condizioni di illuminazione normale.

Ogni marcatura stampata o serigrafata prescritta deve essere provata, tuttavia, se la scheda dati di un'etichetta conferma la conformità alle prescrizioni di prova non è necessario svolgere il test. La conformità è verificata strofinando la marcatura a mano senza forza apprezzabile per 15 s con un pezzo di tessuto imbevuto d'acqua e, in un punto diverso o su un campione diverso, per 15 s con un pezzo di tessuto imbevuto di alcool di petrolio. Quest'ultimo è un esano reagente con contenuto minimo di n-esani pari a 85% e può essere ulteriormente identificato come esano puro tramite certificato ACS (American Chemical Society) con numero identificativo CAS# 110-54-3.

La sostanza deve avere un'ulteriore etichetta, con riferimento al laboratorio di prova, che riporti la data esatta dell'apertura del flacone; infatti, il reagente ha una durata di utilizzo di circa un anno a causa del degradamento della sua efficacia.

3.2 Istruzioni

Quando, in conformità alla presente Norma, sono prescritte informazioni relative alla sicurezza, esse devono essere inserite in un'istruzione di installazione o per il primo utilizzo poiché esse devono essere disponibili all'utilizzatore sin dall'inizio.

Le istruzioni devono includere gli elementi seguenti a seconda dei casi:

- istruzioni per assicurare l'installazione e l'interconnessione corrette e sicure dell'apparecchiatura.

Per le apparecchiature destinate all'uso esclusivo in un'area ad accesso limitato, le istruzioni devono indicare tale restrizione.

- Se l'apparecchiatura è destinata a essere fissata in loco, le istruzioni devono spiegare come fissare saldamente l'apparecchiatura.
- Per le apparecchiature audio con morsetti classificate ES3, le istruzioni devono prescrivere che il cablaggio esterno, collegato a tali morsetti, deve essere installato da una persona esperta, oppure collegato mediante conduttori e cavi pronti costruiti in modo da impedire il contatto con qualsiasi circuito ES3.
- Se come salvaguardia si utilizza una messa a terra di protezione, le istruzioni devono prescrivere il collegamento del conduttore di messa a terra di protezione dell'apparecchiatura al conduttore di messa a terra di protezione dell'installazione; per esempio, mediante un cavo di alimentazione collegato a una presa con connessione di messa a terra.

Per i dispositivi con una corrente del conduttore di protezione sulla messa a terra, superiore ai limiti di ES2, l'apparecchiatura deve riportare una salvaguardia di istruzione; inoltre, i simboli grafici posti su di essa ed utilizzati come salvaguardia di istruzione devono essere spiegati.

- Se un dispositivo collegato in modo permanente non è provvisto di un interruttore onnipolare della rete di alimentazione, le istruzioni d'installazione devono indicare la necessità di incorporare nell'installazione elettrica dell'edificio un interruttore onnipolare conforme alla propria norma di appartenenza.
- Se un componente o un modulo sostituibile eroga una funzione di salvaguardia, deve essere prevista nelle istruzioni, a seconda della tipologia dell'utente (persona

ordinaria, persona avvertita o persona esperta), l'identificazione del componente o del modulo sostitutivo adatto, come per esempio un fusibile.

3.2.1 Salvaguardia di istruzione

Una salvaguardia di istruzione è costituita secondo lo standard dall'elemento 1a o dall'elemento 2, o da entrambi, oltre che dall'elemento 3 e dall'elemento 4 della tabella 4. Se non è disponibile un simbolo idoneo per l'elemento 1a, al suo posto può essere utilizzato l'1b. Un elemento di salvaguardia d'istruzione posto sull'apparecchiatura deve essere visibile alla persona prima dell'esposizione a parti con sorgente di energia di classe 2 o 3 e quanto più ragionevolmente vicino alle parti con sorgente d'energia. Salvo ove diversamente specificato l'ubicazione della salvaguardia d'istruzione deve essere:

- riportata sull'apparecchiatura; o
- l'elemento 1a, l'elemento 2, o entrambi, devono essere indicati sull'apparecchiatura e la salvaguardia completa deve essere riportata nel testo di un documento d'accompagnamento. Se si usa il solo elemento 2, il testo deve essere preceduto dalla parola "Avvertenza", "Attenzione" o simile.

Tabella 4: descrizione degli elementi che compongono la salvaguardia d'istruzione presente nell'apparato o nel manuale del dispositivo.

Elemento	Descrizione	Esempio
1a	Un simbolo che identifica la natura della sorgente di energia di classe 2 o di classe 3 o le conseguenze che possono essere causate dalla sorgente di energia di classe 2 o di classe 3.	
1b	Un simbolo come ISO 7000-0434 (2004-01) o una combinazione di tale simbolo e del simbolo ISO 7000-1641 (2004-01) per riferimento al testo in un documento di accompagnamento. Tali simboli possono essere combinati.	
2	Testo che identifica la natura della sorgente di energia di classe 2 o di classe 3 o le conseguenze che possono essere causate dalla sorgente di energia e l'ubicazione della sorgente di energia.	Parti calde!
3	Testo che descrive le conseguenze possibili del trasferimento di energia dalla sorgente di energia a una parte del corpo.	Ustioni alle dita in caso di manipolazione delle parti
4	Testo che descrive l'azione di salvaguardia necessaria a evitare il trasferimento di energia a una parte del corpo.	Aspettare mezz'ora dopo lo spegnimento prima di maneggiare le parti
I simboli degli elementi 1a e 1b devono essere quelli tratti dalla IEC 60417, ISO 3864-2, ISO 7000, ISO 7010 o equivalenti.		

3.3 Sorgenti Elettriche

Per ridurre la probabilità di conseguenze dolorose e di lesioni derivanti dal passaggio di corrente elettrica attraverso il corpo umano, l'apparecchiatura deve essere provvista di salvaguardie specifiche; la classificazione delle sorgenti elettriche, distinte per c.c. o c.a. e per tensioni o correnti, viene stimata secondo alcuni parametri riportate nella tabella 5.

Tabella 5: limiti delle fonti energetiche elettriche per lo stato stazionario di ES1 e ES2.

Sorgente di energia	Limiti ES1		Limiti ES2		ES3
	Tensione	Corrente ^(a, c)	Tensione	Corrente ^(b, c)	
c.c.	60 V	2 mA	120 V	25 mA	> ES2
c.a. fino a 1 kHz	30 V valore efficace 42,4 V picco	0,5 mA valore efficace 0,707 mA picco	50 V valore efficace 70,7 V picco	5 mA valore efficace 7,07 mA picco	
c.a. > 1 kHz fino a 100 kHz	30 V valore efficace + 0,4 <i>f</i>		50 V valore efficace + 0,9 <i>f</i>		
c.a. oltre 100 kHz	70 V valore efficace		140 V valore efficace		
Sovrapposizione di c.a. e c.c.	$\frac{U_{c.c.} V}{60} + \frac{U_{c.a.} V \text{ eff.}}{30} \leq 1$ $\frac{U_{c.c.} V}{60} + \frac{U_{c.a.} V \text{ picco}}{42,4} \leq 1$	$\frac{I_{c.c.} \text{ mA}}{2} + \frac{I_{c.a.} \text{ mA eff.}}{0,5} \leq 1$ $\frac{I_{c.c.} \text{ mA}}{2} + \frac{I_{c.a.} \text{ mA picco}}{0,5} \leq 1$	Vedi Figura 23	Vedi Figura 22	

In condizioni di funzionamento normali, anormali (sovraccarico, motore bloccato, prese d'aria coperte, etc.) e di guasto singolo (corto circuito di un solo componente alla volta), la tensione di contatto o la corrente di contatto deve essere misurata da tutte le parti conduttrici accessibili non messe a terra.

La corrente di contatto deve essere misurata in conformità allo Standard IEC 60990; i terminali A e B, mostrati nel circuito di figura 17, vengono fissati su parti conduttrici accessibili mentre la tensione U3, misurata tramite multimetro, viene divisa per una costante (500) che approssima la resistenza del palmo di una mano; ovviamente, per condurre un buon test l'apparato deve essere funzionante e messo in sicurezza.

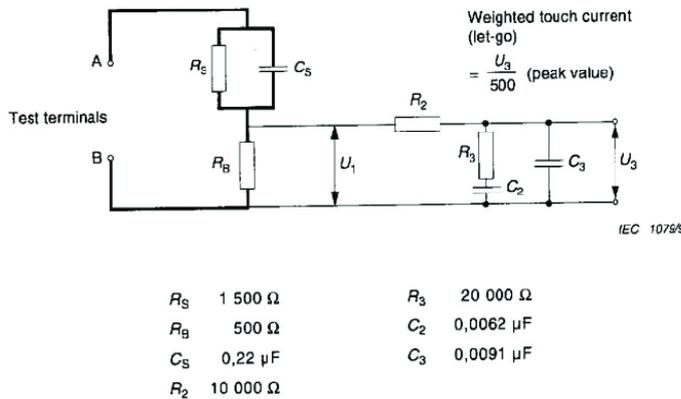


Figura 17: rete progettata secondo lo Standard IEC 60990 per la misura della corrente di tocco.

3.3.1 Prova di pressione della biglia

Le parti termoplastiche, sulle quali sono montate direttamente parti metalliche conduttrici, devono avere una resistenza al calore sufficiente se il rammollimento della plastica può portare ad un guasto di una salvaguardia.

La conformità si verifica mediante esame dei dati della prova di pressione con la biglia forniti dal costruttore, o sottoponendo la parte nuovamente alla prova secondo le conformità della IEC 60695-10-2. La prova è condotta in un armadio riscaldato ad una temperatura di:

$$(T - T_{amb} + T_{ma} + 15 \text{ } ^\circ\text{C}) \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La T e T_{amb} sono rispettivamente la massima temperatura registrata durante i riscaldamenti e la temperatura ambiente in quel preciso istante, mentre la T_{ma} è la massima temperatura operativa dichiarata dal costruttore del dispositivo o $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ se non viene dichiarata. Una parte termoplastica che sostiene parti di un circuito alimentato dalla rete di alimentazione è provata ad almeno $125 \text{ } ^\circ\text{C}$. La prova non viene condotta se l'esame delle caratteristiche fisiche del materiale dimostra chiaramente che esso rispetta le prescrizioni di tale test. Il campione può essere sezionato dal prodotto stesso, la parte inferiore e superiore devono avere uno spessore di almeno 2.5 mm con forma quadrangolare di dimensione 10x10 mm oppure circolare con diametro 10 mm. Il provino

\

deve essere mantenuto, precedentemente alla prova, per almeno 24 h ad una temperatura compresa tra 15 e 35 °C ed un'umidità relativa tra 45 e 75 %. Per materiali con proprietà meccaniche suscettibili alle temperature devono essere prese le condizioni peggiori tra quelle proposte. Per prima cosa vi è bisogno di impostare il forno alla giusta temperatura ed aspettare che si arrivi a regime stazionario. Il contrappeso è posizionato all'interno della cabina riscaldata poichè deve trovarsi in equilibrio termico con l'ambiente circostante. Il monitoraggio di quest'ultima può avvenire tramite una termocoppia posta a circa 25 cm dal campione che deve essere posizionato entro 30 secondi dall'apertura della cabina affinché non vi sia dispersione termica. La punta sferica del contrappeso è posta al centro del materiale, una forza pari a 20 N è applicata per la durata di 1 h; successivamente, si immerge l'oggetto nell'acqua a 20 ± 5 °C per un tempo compreso tra i 6 e gli 8 minuti. Dopo la prova, il diametro dell'incavo non deve superare i 2 mm, inoltre, la misura deve essere effettuata entro 3 minuti dal momento in cui si è tolto il provino dall'acqua poichè una eccessiva dilatazione termica potrebbe rendere inutilizzabili i risultati della prova.



Figura 18: strumentazione per la prova di pressione della biglia conforme alla IEC 60695-10-2.

3.3.2 Prove di umidità

Il condizionamento dell'umidità viene effettuato per 48 h in un armadio o una stanza contenente aria con un'umidità relativa di $(93 \pm 3) \%$. La temperatura dell'aria, in tutti i punti in cui possono essere collocati i campioni, è mantenuta entro $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ qualsiasi valore di temperatura compreso tra $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e $30 \text{ }^\circ\text{C}$ in modo che non si formi condensa. Durante questo condizionamento, il componente o il sottoinsieme non viene eccitato. Per condizioni tropicali, se specificate dal costruttore, la durata della prova è di 120 ore a una temperatura di $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ ed un'umidità relativa di $(93 \pm 3) \%$. Questo tipo di test viene effettuato subito prima della rigidità dielettrica, poichè permette di aumentare la conduttività delle salvaguardie e vedere se vi sono fori o altre aperture che potrebbero far fallire la prova.

3.3.3 Prove di rigidità dielettrica

È la prova più significativa e la più spesso eseguita poichè ha lo scopo di sollecitare dal punto di vista elettrico l'isolamento tra i conduttori di rete e tutte le parti che possono direttamente o indirettamente venire a contatto con l'operatore. La sollecitazione cui vengono sottoposti gli isolanti durante questa prova è ottenuta applicando alta tensione, in base alla tensione nominale di lavoro dell'apparecchio, come riportato nella tabella 5, tra i conduttori di rete e le parti che in funzionamento non sono in tensione e possono venire in contatto con l'operatore. Per la definizione di "sollecitazione" di solito questa prova richiede che l'alta tensione rimanga applicata per un tempo ben definito, nel nostro caso 60 s. Le norme richiedono che durante l'applicazione dell'alta tensione, non avvengano scariche e che comunque la corrente non superi i valori prefissati e riportati in tabella 6.

Tabella 6: valori applicativi della prova di rigidità suddivisi secondo la tensione di alimentazione dell'apparato e l'isolamento da verificare.

Nominal mains system voltage	Test voltage for basic insulation or supplementary insulation	Test voltage for reinforced insulation
V RMS	kV peak or DC	
Up to and including 250	2	4
Over 250 up to and including 600	2,5	5

La prova di rigidità può essere sia con tensione continua sia con tensione alternata. La scelta tra questi due modi di sollecitare gli isolamenti deve tener conto di alcune caratteristiche della struttura elettrica dell'oggetto in prova.

La prova con tensione alternata è quindi eseguita quando le capacità sono relativamente piccole e le correnti assorbite da tali capacità, assieme a quelle di perdita degli isolamenti, sono inferiori a una decina di mA.

Quando le capacità sono maggiori, si usa eseguire la prova di rigidità con tensione continua, esaurito il transitorio di carica delle capacità, la corrente di perdita di oggetti ben isolati si riduce a valori inferiori a pochi uA ed è quindi più facile riconoscere e misurare le correnti di perdita e le scariche. Il circuito di prova è schematizzato nelle figure 19.a e 19.b rispettivamente per i due casi di prodotti in classe 1 e in classe 2. Ricordiamo che i prodotti in classe 1 sono quelli che nel cavo di alimentazione dispongono del conduttore di protezione o terra. I prodotti di classe 2 sono quelli che non dispongono del conduttore di protezione e sono realizzati con “doppio isolamento” o “isolamento rinforzato”. In entrambi i casi il dispositivo di prova applica una tensione e restituisce il valore della misura di corrente che ne deriva.

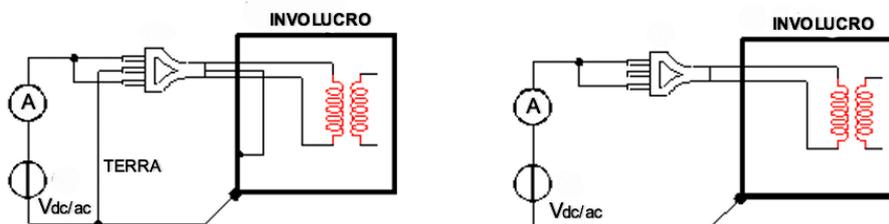


Figura 19: a) Apparato di classe I con l'impedenza di protezione; b) apparato di classe II senza il conduttore protettivo.

3.3.4 Distanze superficiali ed in aria

Le distanze devono essere dimensionate in modo tale da ridurre la probabilità di guasto dovuto a:

- sovratensioni temporanee;
- tensioni transitorie che possono entrare nell'apparecchiatura;
- tensioni di picco ricorrenti e relative frequenze generate all'interno dell'apparecchiatura.

La sovratensione temporanea viene presa come 2000 V di picco se la tensione nominale della rete non supera i 250 Vac, altrimenti 2500 V di picco se la tensione nominale supera i 250 Vac ma non supera 600 Vac. Questa tensione deve essere utilizzata per determinare le distanze per i circuiti in cui sono presenti entrambe le frequenze inferiori a 30 kHz e superiori a 30 kHz, come ad esempio per degli alimentatori. La tabella 7 mostra le distanze da aggiungere per dispositivi ad una frequenza superiore a 30 kHz a seconda della tensione di picco, a quelle per le sovratensioni della tabella 8 per le distanze in aria; una volta calcolata la somma, le distanze superficiali si ottengono raddoppiando il risultato ottenuto.

Tabella 7: distanze aggiuntive per componenti con frequenze superiori i 30 kHz distribuite per tensioni di picco.

Voltage up to and including peak	Basic insulation or supplementary insulation	Reinforced insulation
	mm	mm
600	0,07	0,14
800	0,22	0,44
1 000	0,6	1,2
1 200	1,68	3,36
1 400	2,82	5,64
1 600	4,8	9,6
1 800	8,04	16,08
2 000	13,2	26,4

Linear interpolation may be used between the nearest two points, the calculated minimum clearances being rounded up to the next higher specified increment. For values:

- not exceeding 0,5 mm, the specified increment is 0,01 mm; and
- exceeding 0,5 mm, the specified increment is 0,1 mm.

For **pollution degree 1**, use a multiplication factor of 0,8.
For **pollution degree 3**, use a multiplication factor of 1,4.

Tabella 8: distanze in aria distribuite per tensioni di picco e classi di isolamento.

Voltage up to and including peak	Basic insulation or supplementary insulation			Reinforced insulation		
	mm			mm		
	Pollution degree			Pollution degree		
	1 ^a	2	3	1 ^a	2	3
330	0,01	0,2	0,8	0,02	0,4	1,5
400	0,02			0,04		
500	0,04			0,08		
600	0,06			0,12		
800	0,13			0,26		
1 000	0,26	0,26	0,52	0,52		
1 200	0,42		0,84			
1 500	0,76		1,52			
2 000	1,27			2,54		
2 500	1,8			3,6		
3 000	2,4			4,8		
4 000	3,8			7,6		
5 000	5,7			11,0		
6 000	7,9			15,8		
8 000	11,0			20		
10 000	15,2			27		
12 000	19			33		
15 000	25			42		
20 000	34			59		
25 000	44			77		
30 000	55			95		
40 000	77			131		
50 000	100			175		
60 000	120			219		
80 000	175			307		
100 000	230			395		

Linear interpolation may be used between the nearest two points, the calculated minimum clearances being rounded up to the next higher specified increment. For values:

- not exceeding 0,5 mm, the specified increment is 0,01 mm; and
- exceeding 0,5 mm, the specified increment is 0,1 mm.

^a The values for **pollution degree 1** may be used if a sample complies with the tests of 5.4.1.5.2.

Le distanze superficiali (creepage) ed in aria (clearance) nella figura 20 vengono prelevate con un monocolo di accuratezza 0.05 mm e di portata massima di 150 mm; i conduttori dai quali si prendono sono solitamente posti a due gamme di tensioni differenti, ovvero, bassa e bassissima tensione. Un circuito si dice a bassissima tensione (SELV, Safety Extra-Low Voltage) quando la tensione di alimentazione non è superiore a 50 V in corrente alternata oppure a 120 V in corrente continua. Sono sistemi detti di categoria zero, oltre questi valori la tensione non è più bassissima, ma bassa e i sistemi vengono classificati di categoria prima per tensioni in AC fino a 1000 V e in DC fino a 1500 V. Quando le distanze non sono sufficienti per le tensioni di lavoro allora si aggiungono al circuito stampato delle barriere isolanti o dei “tagli” per far sì che le distanze effettive aumentino, per corrispondere a quelle indicate nella norma.

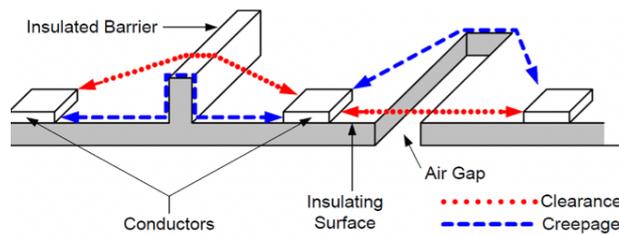


Figura 20: differenza tra distanze in aria (linee rosse) e distanze superficiali (linee blu).

3.4 Sorgenti di Potenza

Le fonti elettriche di riscaldamento possono essere classificate nei livelli di potenza PS1, PS2 e PS3, mostrati nella figura 21, che possono causare un riscaldamento resistivo sia dei componenti che dei collegamenti, basandosi sull'energia disponibile per un circuito. All'interno di una fonte di alimentazione, una PIS (Potential Ignition Source) può verificarsi a causa dell'arco di connessioni interrotte o dell'apertura di contatti (PIS ad arco) che hanno una tensione superiore di 50 V, misurata dopo 3 s; oppure da componenti che dissipano più di 15 W (PIS resistivo).

A seconda della classificazione della sorgente di alimentazione di ciascun circuito, sono necessarie delle protezioni per ridurre la probabilità di accensione o per ridurre la probabilità di propagazione dell'incendio oltre l'apparecchiatura.

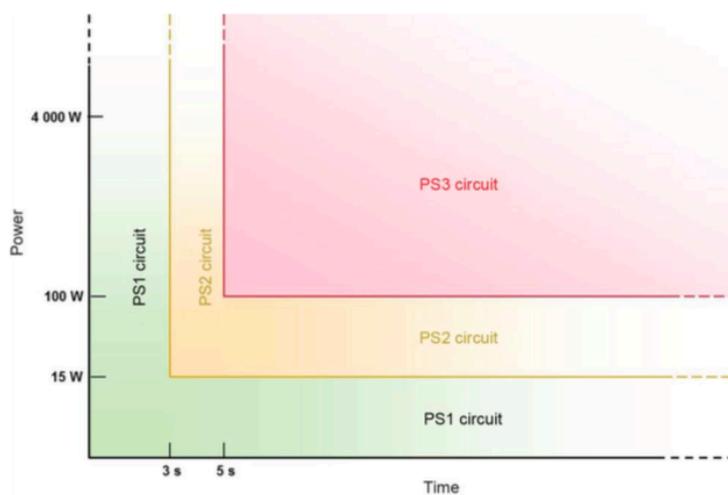


Figura 21: limiti per le sorgenti energetiche di potenza PS1 e PS2 in regime stazionario.

La determinazione di una PIS ad arco è condotta in condizioni di funzionamento normali, tranne dove diversamente specificato; inoltre, si deve avere una situazione con le seguenti caratteristiche:

- una tensione in circuito aperto misurata dopo 3 s, attraverso un conduttore aperto o l'apertura di un contatto elettrico, che ecceda 50 V_{peak} in c.a. o c.c.; o
- il prodotto della tensione di picco in circuito aperto per il valore efficace della corrente misurata è maggiore di 15 (V_{peak} x I_{rms} > 15). Si può avere una PIS ad arco in un contatto (interruttore o connettore), terminazione saldata e con

\

l'apertura di qualsiasi traccia nel circuito stampato conseguente ad un guasto. Tale condizione però non si applica se si utilizzano circuiti elettronici di protezione o misure costruttive supplementari che riducono la probabilità di un tale guasto.

Si considera che una PIS ad arco non sia presente in una PS1 a causa dei limiti della sorgente di potenza, inoltre, le connessioni affidabili o ridondanti non sono considerate PIS ad arco. La ridondanza viene costituita da qualsiasi tipo di due o più connessioni in parallelo nelle quali, in caso di avaria, le rimanenti siano comunque in grado di gestire la piena potenza.

La determinazione di una PIS resistiva è eseguita in condizioni di funzionamento normali, salvo ove diversamente specificato; quest'ultima è una qualsiasi parte di un circuito PS2 o PS3 che:

- dissipi più di 15 W misurati dopo 30 s di funzionamento normale;

oppure, in condizioni di guasto singolo:

- abbia una potenza superiore a 100 W misurata durante i 30 s immediatamente successivi all'introduzione del guasto se si utilizzano circuiti elettronici, regolatori e PTC; o
- abbia una potenza disponibile superiore a 15 W misurata 30 s dopo l'introduzione del guasto.

Si considera che una PIS resistiva non esista in una PS1 a causa dei limiti della sorgente di potenza. Il presente paragrafo definisce i possibili metodi di salvaguardia utilizzabili per ridurre la probabilità di un'accensione o della propagazione di un incendio in condizioni di guasto singolo; inoltre, ognuno di essi può essere applicato a circuiti diversi dello stesso dispositivo. Tale metodo può essere utilizzato per qualsiasi apparato nel quale la potenza a regime costante disponibile al circuito non superi 4 000 W.

Non sono necessarie salvaguardie per la protezione da una PS1, poichè si considera che non abbia energia sufficiente a portare i materiali alla temperatura di accensione. La propagazione dell'incendio per le PS3 deve essere controllata applicando tutte le salvaguardie supplementari, i dispositivi soggetti ad archi o al cambiamento della resistenza di contatto (per esempio, connettori a innesto) devono essere conformi ad una delle condizioni seguenti:

- essere costituiti da materiale di classe V-1, o
- essere conformi alle prescrizioni di infiammabilità della corrispondente Norma IEC sui componenti; o
- essere montati su materiale di classe V-1 e avere un volume non superiore a 1 750 mm³;
- prevedendo un involucro antifuoco.

All'interno di un involucro antifuoco, i materiali combustibili che non fanno parte di un circuito PS2 o PS3 devono essere conformi alla prova di infiammabilità o essere costituiti da materiale di classe V-2, materiale di classe VTM-2 o materiale espanso di classe HF-

2. Tali prescrizioni non si applicano a:

- parti con dimensioni inferiori a 1 750 mm³; e
- alimentazioni, materiali di consumo, supporti e materiali da registrazione;
- parti che devono avere caratteristiche particolari per svolgere le funzioni previste, quali rulli di gomma sintetica e tubi per inchiostro; e
- ingranaggi, camme, cinghie, cuscinetti e altre parti il cui contributo combustibile a un incendio sia trascurabile, comprese etichette, piedini di montaggio, coperchi per tasti, maniglie e simili; e
- canalizzazioni di impianti per aria o fluidi, contenitori di polveri o liquidi e parti in plastica espansa purché siano di materiale di classe HB75 se lo spessore più significativo del materiale è minore di 3 mm, o HB40 se è maggiore di 3 mm.

Non è necessario un involucro antifuoco per i componenti e i materiali seguenti:

- isolamento e canalizzazioni per conduttori conformi alla IEC 60332-1-2, IEC 60332-1-3, IEC 60332-2-2 ed IEC/TS 60695-11-21;
- componenti, compresi i connettori che riempiono un'apertura in un involucro antifuoco;
- spine e connettori che costituiscono parte di un cavo di alimentazione o di un cavo di collegamento conforme al loro Standard;
- motori conformi all'allegato G della IEC 62368-1;
- trasformatori conformi all'allegato G della IEC 62368-1.

La funzione di salvaguardia dell'involucro antifuoco e della barriera antifuoco è quella di ostacolare la propagazione dell'incendio attraverso essi. L'involucro antifuoco può essere

la custodia complessiva del dispositivo o trovarsi al suo interno, infatti, non è necessario che l'involucro antifuoco abbia una funzione esclusiva ma può prevedere altre funzioni. Una protezione antifuoco deve essere conforme alle prescrizioni dell'allegato S contenuto nella IEC 62368-1, anche se quest'ultime non si applicano quando il materiale è:

- non combustibile (per esempio, metallo, vetro, ceramica, ecc.); o
- di classe V-1 o VTM-1.

In modo analogo, per i circuiti nei quali la potenza disponibile non supera 4000 W, le prescrizioni dell'involucro secondo l'allegato non si applicano se il materiale è:

- non combustibile (per esempio, metallo, vetro, ceramica, ecc.); o
- di classe V-1 se la potenza disponibile non supera 4000 W; o
- di classe 5VA o 5VB se la potenza rimane al di sotto dei 4000 W.

Il materiale dei componenti che riempiono un'apertura di un involucro antifuoco o destinati a essere montati in tale apertura deve:

- essere conforme alle prescrizioni di infiammabilità della Norma IEC corrispondente sui componenti; o
- essere di materiale di classe V-1; o
- essere conforme all'allegato S.

Un involucro antifuoco o una barriera antifuoco costituita da materiale combustibile deve:

- avere una distanza minima di 13 mm da una PIS ad arco; e
- avere una distanza minima di 5 mm da una PIS resistiva.

Sono consentite distanze minori purché la parte dell'involucro o della barriera all'interno della distanza di separazione prescritta sia conforme a una delle condizioni seguenti:

- l'involucro o la barriera antifuoco deve superare la prova della fiamma con ago della IEC 60695-11-5, prolungando il tempo d'applicazione della fiamma fino a 60 s. Dopo la prova, nell'involucro antifuoco o nel materiale della barriera non devono essersi formati fori più grandi di 5 mm verso la parte superiore e 3 mm verso tutti gli altri; o
- i materiali devono essere di classe V-0.

3.4.1 Prova della fiamma con ago

L'involucro antifuoco e i materiali della barriera antifuoco sono provati in conformità alla IEC 60695-11-5; dove vengono indicate le seguenti prescrizioni supplementari:

– **Art. 6 della IEC 60695-11-5:2004 – Provino**

Per gli involucri antifuoco e le barriere antifuoco, ogni campione di prova è costituito da un involucro antifuoco o una barriera antifuoco completa, oppure da una sezione dell'involucro antifuoco o della barriera antifuoco che rappresenta lo spessore più sottile della parete, comprese le eventuali aperture di ventilazione.

– **Art. 7 della IEC 60695-11-5:2004 – Severità del test**

La fiamma di prova è applicata per 10 s; se la durata della fiamma non supera 30 s, la fiamma di prova è immediatamente riapplicata per 1 minuto nello stesso punto; se, di nuovo, la durata della fiamma non supera 30 s, la fiamma di prova è immediatamente riapplicata per 2 minuti nello stesso punto.

– **Art. 8 della IEC 60695-11-5:2004 - Condizionamento dei campioni di prova**

Prima della prova, i campioni sono condizionati in un forno a circolazione d'aria per un periodo di 7 giorni (168 h), ad una temperatura superiore di 10 K a quella massima registrata durante il funzionamento oppure a 70 °C scegliendo il valore maggiore, successivamente il provino è raffreddato a temperatura ambiente. Per i circuiti stampati, deve essere applicato un pre-condizionamento di 24 h a una temperatura di 125 °C ± 2 °C in un forno a circolazione d'aria, seguito da un periodo di raffreddamento di 4 h a temperatura ambiente. Tutte le materie plastiche, infatti, durante la fase di compound, trasporto, stoccaggio e stampaggio hanno la tendenza a trattenere umidità, raggiungendo un proprio valore di equilibrio con l'ambiente, che dipende dal tipo di materiale, dall'umidità, dalla temperatura dell'aria, dalle dimensioni del granulo e da molti altri fattori. Tutto ciò viene eseguito affinché la percentuale di umidità, contenuta all'interno del materiale se igroscopico o all'esterno se non lo è, sia ridotta al minimo, evitando così che influenzi i risultati della prova.

– **Applicazione della fiamma con ago**

La fiamma di prova viene applicata a una superficie interna del campione in prova in un punto considerato suscettibile di accendersi a causa della sua vicinanza a una sorgente di innesco. Se è interessata una parte verticale, la fiamma si applica a un angolo di circa 45° rispetto alla verticale, figura 22. Se sono interessate le aperture di ventilazione, la fiamma si applica al bordo di un'apertura. In tutti i casi l'estremità della fiamma deve essere in contatto con il campione in prova. La prova viene ripetuta sui due campioni in prova rimanenti. Se una qualsiasi parte provata è vicina a una sorgente di innesco in più di un punto, ogni campione in prova è provato con l'applicazione della fiamma in un punto diverso vicino a una sorgente di innesco.

– **Valutazione dei risultati**

I campioni di prova devono essere conformi a tutte le seguenti condizioni: dopo ogni applicazione della fiamma di prova, il campione in prova non deve consumarsi completamente; dopo una qualsiasi applicazione della fiamma di prova, qualsiasi fiamma autosostenuta deve estinguersi entro 30 s e non deve verificarsi alcuna bruciatura dello strato di carta velina posta al di sotto dell'apparato.

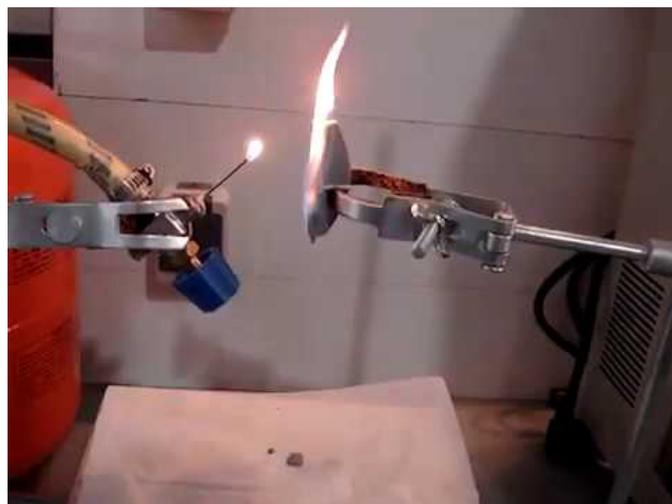


Figura 22: applicazione della fiamma con ago con 45° di angolazione rispetto al provino.

3.4.2 Valutazione del caso peggiore

La classificazione della fonte di energia è determinata misurando la potenza massima in ciascuna delle due condizioni seguenti.

- **Caso peggiore nel circuito di carico:** la misura della sorgente di potenza deve essere effettuata senza il circuito di carico nominale connesso LNL mostrato in figura 23; a meno che la potenza massima dipenda dalla connessione di quest'ultimo. Viene inserito nei punti X e Y un wattmetro per monitorare i consumi energetici ed una impedenza variabile LVR a valle. L'impedenza viene fatta variare finché non si trova il picco di potenza che si sta cercando; inoltre, se durante la prova è in funzione un dispositivo o circuito limitatore di potenza, la misurazione deve essere ripetuta in un punto appena al di sotto della corrente alla quale il dispositivo o circuito limitatore di potenza ha funzionato.

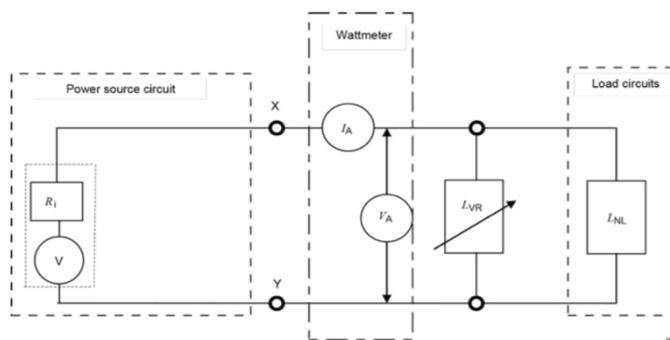


Figura 23: il circuito di carico viene disconnesso ed un carico variabile è applicato a valle della catena di strumenti.

- **Caso peggiore nel circuito di sorgente:** per evitare danni ai componenti del carico nominale, è possibile sostituire il carico normale con una resistenza di uguale valore. All'interno del circuito di alimentazione in figura 24, si deve simulare ogni singola condizione di guasto verificando che a quest'ultima sia data la giusta classe energetica in potenza. Tutti i componenti rilevanti nei circuiti di alimentazione devono essere cortocircuitati o scollegati uno alla volta ad ogni misurazione. Se durante la prova è in funzione un dispositivo di protezione da sovracorrente, la misurazione deve essere ripetuta al 125 % della corrente

nominale del dispositivo di protezione da sovracorrente. Se durante la prova è in funzione un dispositivo o circuito limitatore di potenza, la misurazione deve essere ripetuta in un punto appena al di sotto della corrente alla quale il dispositivo o circuito limitatore di potenza ha funzionato.

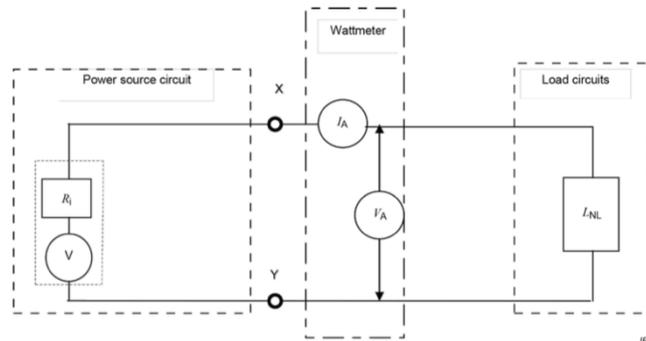


Figura 24: nel circuito di alimentazione vengono cortocircuitati i componenti rilevanti per la sicurezza.

L'apparecchiatura funziona in condizioni di singolo guasto e le temperature dei materiali sono monitorate continuamente fino al raggiungimento dell'equilibrio termico.

Se un conduttore si apre durante una condizione di guasto singolo simulato, il conduttore deve essere “ponticellato” e la condizione di guasto singolo simulata deve continuare. In tutti gli altri casi in cui una condizione di guasto singolo applicata determina l'interruzione della corrente prima del raggiungimento dello stato stazionario, le temperature vengono misurate immediatamente dopo l'interruzione. L'aumento della temperatura può essere osservato dopo l'interruzione della corrente per inerzia termica. Se la temperatura è limitata da un fusibile, in una singola condizione di guasto un fusibile conforme deve aprirsi entro 1 s; quest'ultimo è poi cortocircuitato e viene misurata la corrente che sarebbe passata attraverso il fusibile nella relativa condizione di guasto singolo. Se la corrente del fusibile rimane inferiore a 2,1 volte la corrente nominale del fusibile, le temperature vengono misurate dopo che è stato raggiunto uno stato stazionario. Se la corrente raggiunge immediatamente 2,1 volte la corrente nominale del fusibile o più, sia il fusibile che il cortocircuito vengono rimossi e vengono poi misurate le temperature.

3.5 Sorgenti Meccaniche

Il dispositivo deve essere munito anche di salvaguardie che prevengono lesioni derivanti da sorgenti meccaniche, descritte ed elencate nella tabella 9 sottostante.

Tabella 9: limiti e criteri di classificazioni per sorgenti meccaniche MS1, MS2 ed MS3.

Riga	Categoria	MS1	MS2	MS3
1	Spigoli e angoli taglienti	Non provoca dolore o lesioni ^(b)	Non provoca lesioni ^(b) ma può essere doloroso	Può causare lesioni ^(c)
2	Parti mobili	Non provoca dolore o lesioni ^(b)	Non provoca lesioni ^(b) ma può essere doloroso	Può causare lesioni ^(c)
3a	Pale di plastica di ventole ^(a) Vedi Fig. 44	$\frac{N}{15\,000} + \frac{K}{2\,400} \leq 1$	> MS1; e $\frac{N}{44\,000} + \frac{K}{7\,200} \leq 1$	> MS2
3b	Pale di ventole differenti ^(a) Vedi Fig. 43	$\frac{N}{15\,000} + \frac{K}{2\,400} \leq 1$	> MS1; e $\frac{N}{22\,000} + \frac{K}{3\,600} \leq 1$	> MS2
4	Parti allentate esplosive o implodenti	NA	NA	Vedi ^(d)
5	Massa dell'apparecchiatura	≤ 7 kg	7 kg < massa ≤ 25 kg	> 25 kg
6	Montaggio a parete/soffitto	Massa dell'apparecchiatura ≤ 1 kg montata a ≤ 2 m ^(e)	Massa dell'apparecchiatura > 1 kg montata a ≤ 2 m ^(e)	Tutte le apparecchiature montate > 2 m

Il fattore K si determina con la formula $K = 6 \times 10^{-7} (m r^2 N^2)$ dove m è la massa (kg) della parte in movimento dell'assieme della ventola (pala, albero e rotore), r è il raggio (mm) della pala dalla linea centrale del motore (albero) all'estremità della zona esterna suscettibile di essere toccata, N è la velocità di rotazione (gir/min) della pala della ventola; inoltre nel prodotto finale, la massima tensione di funzionamento può essere diversa dalla tensione nominale della ventola e tale differenza dovrebbe essere considerata. Nel nostro caso non ci sono ventole o parti mobili, perciò si considera per la determinazione di sorgenti unicamente il peso del prodotto, il suo montaggio a parete e se questo ha spigoli o angoli taglienti accessibili all'utente. La MS1 è una sorgente di energia meccanica di classe 1 con livelli non superiori ai limiti di MS1 in condizioni di funzionamento normali e in condizioni di funzionamento anormali e non superiori a MS2 in condizioni di guasto singolo. La MS2 è una sorgente di energia meccanica di classe 2 con livelli non superiori ai limiti di MS2 in condizioni di funzionamento normali, anormali e guasto singolo. La MS3 è una sorgente di energia meccanica di classe 3 con livelli superiori ai limiti di MS2 in condizioni di funzionamento normali, anormali, guasto singolo o

\

qualsiasi sorgente di energia meccanica dichiarata da considerare come MS3 da parte del costruttore.

Una salvaguardia di istruzione deve essere prevista per le MS2 non chiaramente identificate come tali da una persona avvertita o per le MS3 da una persona esperta.

Altre parti MS3 non sottoposte a manutenzione attiva devono essere poste o protette in modo che un contatto accidentale con tali parti durante le attività di manutenzione dia un risultato poco probabile nell'arretamento di una persona esperta da sorgenti di energia di classe 2 o di classe 3 sottoposte a manutenzione.

Le salvaguardie per ridurre la probabilità di lesioni da parti con spigoli e angoli taglienti in aree accessibili dell'apparecchiatura sono specificate nel seguito. Quando è necessario che uno spigolo o un angolo tagliente debba essere accessibile per la funzione dell'apparecchiatura:

- nessuna esposizione potenziale deve essere potenzialmente letale; e
- lo spigolo o l'angolo tagliente deve essere chiaramente evidente a una persona ordinaria o a una persona avvertita quando esposto; e
- lo spigolo tagliente deve essere protetto per quanto praticabile; e
- deve essere prevista una salvaguardia di istruzione per ridurre il rischio di contatti accidentali.

Gli elementi della salvaguardia di istruzione devono essere i seguenti:

- **elemento 1° (IEC 60417-6043):** ;
- **elemento 2:** “Spigoli taglienti” o testo equivalente;
- **elemento 3:** facoltativo;
- **elemento 4:** “Non toccare” o testo equivalente;

3.5.2 Prove di caduta

Molto spesso gli apparati di prova che prevedono da parte del costruttore un montaggio a parete non sono soggetti a prove di caduta, tuttavia, il costruttore dichiara la sua volontà di applicarle poiché i mezzi di fissaggio non vengono forniti nella vendita insieme al dispositivo.

Il costruttore, non avendo garanzie del fissaggio, decide per scrupolo di stabilire se lo Smart hub possa in seguito ad una caduta lasciare parti pericolose attive scoperte, involucri danneggiati o angoli e spigoli taglienti esposti.

Un campione dell'apparecchiatura completa è sottoposto a tre urti dovuti alla sua caduta su una superficie orizzontale nelle posizioni suscettibili di produrre i risultati più sfavorevoli. L'altezza di caduta deve essere:

- 750 mm \pm 10 mm per le apparecchiature da scrivania, o da tavolo, e per le apparecchiature mobili;
- 1000 mm \pm 10 mm per le apparecchiature portatili, le apparecchiature a innesto diretto e le apparecchiature trasportabili;
- 500 mm \pm 10 mm per una parte che funge da involucro antifuoco solo per le apparecchiature da tavolo e per le apparecchiature mobili;
- 350 mm \pm 10 mm per una parte che funge esclusivamente da involucro antifuoco per le apparecchiature portatili, le apparecchiature a innesto diretto e le apparecchiature trasportabili.

La superficie orizzontale è formata da legno massiccio, spesso almeno 13 mm, montato su due strati di compensato di spessore da 18 mm \pm 2 mm ciascuno, il tutto sostenuto da un pavimento di calcestruzzo o di materiale non elastico equivalente.

3.5.3 Prove da impatto

Un campione costituito dall'involucro completo, o da una parte di questo che rappresenti la superficie non rinforzata più larga, è fissato nella sua posizione normale. Una sfera massiccia e liscia di acciaio di 50 mm \pm 1 mm di diametro, e di massa 500 g \pm 25 g, è utilizzata per svolgere le prove seguenti:

- sulle superfici orizzontali come in figura 26a la sfera deve cadere liberamente da una posizione di riposo a una distanza verticale di $1\,300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ sul campione;
- sulle superfici verticali, figura 26b, la sfera è appesa a un cordone e fatta oscillare come un pendolo per applicare un impatto orizzontale facendola cadere da una distanza verticale h di $1\,300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ sul campione;
- per la valutazione di una parte che funge esclusivamente da involucro antifluoco, la prova è condotta come sopra descritto, ma la distanza verticale è $410\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$. In alternativa, possono essere simulati urti orizzontali su superfici verticali o inclinate montando il campione a 90° rispetto alla sua posizione normale e applicando la prova di impatto verticale anziché la prova del pendolo.



Figura 26: a) prova da impatto verticale; b) prova da impatto orizzontale.

3.5.4 Prove di frammentazione del vetro

Il campione in prova, munito di Touch screen, è sostenuto su tutta la superficie e devono essere prese delle precauzioni per assicurarsi che le particelle di vetro non si disperdano in seguito alla frantumazione. Il campione è frantumato con un punzone posto a circa 15 mm dal punto medio di uno dei bordi più lunghi e verso il centro del campione stesso. Entro 5 minuti dalla rottura, e senza utilizzare alcun aiuto visivo, ad eccezione degli occhiali se questi sono indossati abitualmente, si contano le particelle in un quadrato di 50 mm di lato, localizzato approssimativamente al centro dell'area della frattura più grossolana. Il campione in prova deve frammentarsi in modo tale che il numero di particelle contate in un quadrato di 50 mm di lato non sia inferiore a 45.

3.7 Sorgenti Termiche

Nel seguito sono specificate le varie sorgenti di energia termica ed i loro limiti in condizioni di funzionamento normali, condizioni di funzionamento anormali e condizioni di guasto singolo a una temperatura ambiente normale di 25 °C. I limiti della temperatura di contatto e le classificazioni per varie parti accessibili sono indicate nella tabella 10 sottostante.

Tabella 10: limiti di temperatura divisi per materiale e la tipologia di parte accessibile.

	Parti accessibili ^(a)	Temperatura massima (T_{max}) °C			
		Metallo ^(f)	Vetro, porcellana e materiali vetrosi	Plastica e gomma	Legno
TS1	Maniglie, pomelli, impugnature, ecc., e superfici esterne tenute, toccate o indossate a contatto con il corpo nell'uso normale (> 1 min) ^(b, c)	48	48	48	48
	Maniglie, pomelli, impugnature, ecc., e superfici esterne tenute per brevi periodi o toccate saltuariamente (> 10 s e < 1 min) ^(c)	51	56	60	60
	Maniglie, pomelli, impugnature, ecc., e superfici esterne toccate saltuariamente per brevissimi periodi (> 1 s e < 10 s) ^(c)	60	71	77	107
	Superfici esterne che non è necessario toccare per far funzionare l'apparecchiatura (< 1 s) ^(c)	70 ^(d)	80 ^(d)	94 ^(d)	140
TS2	Maniglie, pomelli, impugnature, ecc., e superfici esterne tenute nell'uso normale (> 1 min) ^(c)	58	58	58	58
	Maniglie, pomelli, impugnature, ecc., e superfici esterne tenute per brevi periodi o toccate saltuariamente (> 10 s e < 1 min) ^(d)	61	66	70	70
	Maniglie, pomelli, impugnature, ecc., e superfici esterne toccate saltuariamente per brevissimi periodi (> 1 s e < 10 s) ^(d)	70	81	87	117
	Superfici esterne che non è necessario toccare per far funzionare l'apparecchiatura (< 1 s) ^(d)	80 (100) ^(e)	90 (100) ^(e)	104	150
TS3	Maggiori dei limiti di TS2				

La TS1 è una sorgente di energia termica di classe 1 con livelli di temperatura non superiori ai limiti di TS1 in condizioni di funzionamento normali e non superiori ai limiti di TS2 in condizioni di funzionamento anormali o condizioni di guasto singolo.

La TS2 è una fonte di energia termica di classe 2 la cui temperatura supera i limiti di TS1 ma non supera i limiti di TS2 in condizioni di funzionamento normali, anormali o condizioni di guasto singolo.

La TS3 è una sorgente energetica di classe 3 in cui la temperatura supera i limiti di TS2 in condizioni di funzionamento normali, in condizioni di funzionamento anormali, o in condizioni di guasto singolo.

I valori sono i massimi che possono essere forniti dalla fonte, dove lo stato stazionario si considera stabilito quando i valori di tensione o corrente persistono per 2 s o più.

In condizioni operative normali, le temperature dei materiali isolanti non devono superare il limite di temperatura compresi i materiali isolanti dei componenti, o il limite di temperatura massima del sistema di isolamento (EIS). Per temperature massime inferiori o uguali a 100 °C non è richiesto alcun sistema di isolamento dichiarato, ovvero al sistema viene assegnata la Classe 105 (A), che rappresenta la fascia più bassa attribuibile. La norma obbliga i tecnici a mettersi sempre nel caso peggiore; in questo caso è obbligatorio alimentare il dispositivo con una tensione (+10% o -10%) a seconda del consumo energetico e tenere costantemente traccia dei valori elettrici reali, con un dispositivo montato seguendo le istruzioni del produttore. Il test viene considerato concluso quando l'EUT è in condizioni stazionarie, ovvero quando le temperature non variano più di 3 K (Temperatura Assoluta, ovvero la differenza tra temperatura misurata e quella ambiente) in 30 minuti. Occorre inoltre aggiungere che il tutto viene eseguito in un ambiente controllato che nel nostro caso è una camera climatica dove per la temperatura ambiente è stata scelta quella dichiarata dal costruttore nel datasheet dell'apparato. La formula per il calcolo dei limiti di temperatura per ogni componente è data dalla formula estrapolata dalla Norma:

$$T_{lim_real} = (T_{max} + T_{amb} - T_{ma})$$

dove la T_{max} è possibile trovarla nel datasheet del componente, T_{ma} o massima temperatura di lavoro è dichiarata dal costruttore ed infine, T_{amb} è una scelta opportuna dell'operatore. L'alimentazione viene fornita tramite una "Power Source" alla quale è collegato in serie un wattmetro come in figura 14a, in maniera tale da tenere costantemente sotto controllo gli assorbimenti; le temperature vengono acquisite tramite delle termocoppie, tipo T, per mezzo di cavi compensati di color blu, visibili nella figura 14b, che costituiscono i canali collegati ad un acquisitore Agilent fornito di software nativo. I campioni vengono registrati regolarmente, ad ogni minuto corrisponde una misura, per poi essere salvati su un foglio di lavoro Excel per il calcolo dei valor medi.

\

Per la protezione di una persona ordinaria da una TS2, può essere utilizzata una salvaguardia di istruzione come salvaguardia principale, mentre per la protezione di una persona ordinaria o di una persona avvertita da una TS3, la salvaguardia supplementare può essere sostituita da una salvaguardia di istruzione. Le parti e le superfici classificate TS3 devono essere provviste di una salvaguardia sull'apparecchiatura ed una di istruzione in modo da rendere improbabile che un contatto accidentale con tali parti o superfici durante le attività di manutenzione provochi un arretramento della persona esperta verso altre sorgenti di energia di classe 3. Gli elementi della salvaguardia di istruzione devono essere i seguenti:

- **elemento 1a (IEC 60417-5041):** ;
- **elemento 2:** “ATTENZIONE” e “Superficie calda” o testo equivalente;
- **elemento 3:** facoltativo;
- **elemento 4:** “Non toccare” o testo equivalente;

3.6 Componenti critici

La lista dei componenti critici viene consegnata al tecnico dallo stesso costruttore o produttore; in essa sono contenute varie informazioni:

- type; e
- valori elettrici; e
- costruttore; e
- lista delle possibili cause per i guasti; e
- numero di certificato.

All'interno di quest'ultimo è possibile vedere secondo quale norma è stato certificato il componente, stabilendo se è accettabile o meno secondo lo standard che si sta utilizzando. Disassemblando l'NSPanel è possibile stabilire se il costruttore è stato onesto nel dichiarare i componenti montati ed allo stesso tempo per decidere se vi è bisogno di altri dati utili ai fini della certificazione.

Le figure 27.a e 27.b mostrano come il dispositivo sia principalmente divisibile in due parti; la prima è quella a bassa tensione mentre la seconda è a livelli di bassissima tensione di sicurezza o SELV.

Quest'ultima rappresenta la parte meno pericolosa verso l'utilizzatore e per questo motivo sarà anche quella meno soggetta ad analisi e testing; principalmente è composta dallo schermo Touch di tipo capacitivo e microprocessori che svolgono compiti per la parte software.

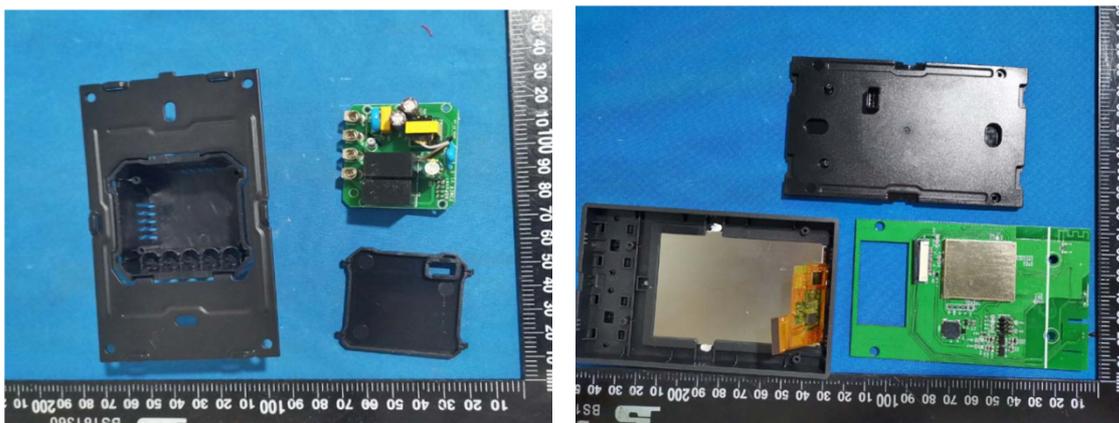


Figura 27: a) parte del circuito a bassa tensione di sicurezza; b) parte SELV (Safety Extra Low Voltage).

\

Il circuito a bassa tensione di sicurezza, mostrato in dettaglio dalla figura 28, rappresenta la parte più pericolosa del dispositivo poiché vi sono valori reali di tensione e corrente che possono causare lesioni all'utilizzatore. Inoltre, in questo circuito stampato sono montati anche componenti che si occupano principalmente della sicurezza e devono essere analizzati secondo dei criteri specifici dello standard tecnico.



Figura 28: componenti del lato primario o circuito di alimentazione.

3.6.1 Relè

Un relè posto in un circuito PS3 può essere provato separatamente dal dispositivo in cui è montato, mentre per la resistenza al calore e al fuoco deve essere conforme allo standard IEC 61810-1, che tiene conto di quanto segue:

- i materiali devono superare una prova del filo incandescente a 750 °C o una prova della fiamma con ago; e
- essere sottoposti a 10 000 cicli di funzionamento senza che si verifichino malfunzionamenti temporanei durante la prova di tenuta elettrica; e
- se interposti alla rete di alimentazione la velocità di stabilimento e di interruzione del contatto deve essere indipendente dalla velocità di aumento della tensione della bobina.

Inoltre, le caratteristiche relative ai valori nominali e alla classificazione del relè, previste nella IEC 61810-1, devono essere adatte alla sua funzione nelle seguenti condizioni di normale funzionamento:

- tensione nominale della bobina e gamma delle tensioni nominali della bobina; e
- carico nominale di contatto e tipo di carico; e
- tensione di rilascio; e
- temperatura dell'aria ambiente e suo limite superiore ed inferiore; e
- rigidità dielettrica della presente norma; e
- conformità alla norma utilizzata dell'isolamento solido; e
- distanze superficiali ed in aria atte a resistere al test di rigidità.

Un relè della rete di alimentazione che controlla connettori che alimentano potenza ad altre apparecchiature deve resistere alla prova di tenuta dielettrica della IEC 61810-1, con un carico supplementare pari al carico totale indicato dei connettori che alimentano potenza alle altre apparecchiature. Il dispositivo, monitorato tramite sensori di temperatura, viene fatto funzionare in condizioni di sovraccarico sino ad arrivare a condizione di stazionarietà; se il dispositivo non è andato in protezione ed i relè sono ancora funzionanti si effettuano test di rigidità dielettrica sul componente e viene applicato il 75 % del valore per l'isolamento utilizzato. Inoltre, tutte le fasi del test precedente vengono ripetute effettuando un sovraccarico di corrente pari al 150 % della corrente nominale dell'apparato.

3.6.2 Varistori

Un varistore VDR (Voltage Dependent Resistor) deve essere conforme alla IEC 61051-2, indipendentemente dalla presenza di un involucro antifuoco, tenendo conto della prova a caldo umido in regime permanente di durata 21 giorni. La tensione massima continua deve essere:

- almeno 1,25 volte la tensione nominale dell'apparecchiatura; o
- almeno 1,25 volte la tensione superiore della gamma delle tensioni nominali.

\

Successivamente si utilizza un impulso combinato scelto dalla IEC 61051-2, la prova è costituita da 10 impulsi positivi o 10 impulsi negativi, ognuno con una forma di 1,2/50 ps per la tensione e di 8/20 ps per la corrente; il numeratore rappresenta il tempo di salita dell'impulso mentre il denominatore la durata temporale. La categoria di sovratensione, ovvero l'ampiezza dell'impulso, è solitamente estratta dalla propria tabella della IEC 61051-2 ma se la rete di alimentazione è inferiore a 300 V allora questa viene considerata pari a 300 V. Il corpo del varistore, soppressore di scariche, deve superare la prova della fiamma con ago in conformità alla IEC 60695-11-5, con le seguenti severità di prova:

- durata dell'applicazione della fiamma di prova per 10 s; e
- se la stessa fiamma persiste sul componente lo spegnimento deve avvenire entro 5 s.

Tuttavia, se il corpo del varistore soppressore di scariche è conforme al materiale di classe V-1, non è necessario eseguire la prova di fiamma con ago. Quando un fusibile interrompe l'alimentazione provoca un istantaneo aumento della tensione di rete; le altre apparecchiature, se non protette, possono essere danneggiate da questo impulso. Il suo comportamento può essere rappresentato da un resistore non lineare che superata la tensione caratteristica abbassa bruscamente la sua resistenza in modo che il disturbo venga fortemente attenuato scaricandolo a terra; per questo motivo solitamente è montato a ridosso di ciascuna delle linee di alimentazione ed il morsetto di terra. Nel nostro apparato di prova non vi sono conduttori di protezione e perciò molti dei test che prevedevano il sovraccarico di tensione sono esclusi, il componente viene utilizzato esclusivamente come protezione per tutto ciò che si trova a valle di quest'ultimo.

3.6.3 Condensatori

Le prescrizioni presentate nel seguito specificano i criteri di condizionamento quando vengono provati i condensatori e le unità RC o i componenti discreti che costituiscono un'unità RC e fungono da salvaguardie; i criteri di selezione sono estratti dalla IEC 60384-14. Il componente, collocato in camera climatica, deve essere sottoposto alla prova di caldo umido a regime costante per 21 giorni; la temperatura deve essere di $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e l'umidità relativa del $(93 \pm 3) \%$. Nell'apparato di prova, escludendo le capacità elettrolitiche, vi sono condensatori di tipo X ed Y; il primo è collegato tra le due linee di alimentazione L ed N e può sopprimere l'interferenza di modo differenziale. Di solito vengono utilizzati condensatori a film metallizzato e capacità dell'ordine dei μF .

I condensatori X, figura 29.a, sono per lo più quadrati e la loro superficie è generalmente contrassegnata con marchi di certificazione di sicurezza e valori elettrici nominali dello stesso. I condensatori Y, figura 29.b, sono generalmente condensatori ceramici ovali di color blu che di solito compaiono in gruppi; questo è un componente in grado di sopprimere le interferenze di modo comune. La capacità del condensatore Y è solitamente dell'ordine dei nF poichè a causa della limitazione della corrente di dispersione il valore non può essere grande. I condensatori a Y sono adatti per fungere da isolamento, infatti, secondo lo standard IEC la distanza elettrica minima dei prodotti Y1 è 8,0 mm e la distanza elettrica dei prodotti Y2 non è inferiore a 6,3 mm. In quanto prodotti di isolamento, la distanza di sicurezza deve essere sufficiente per evitare la formazione di archi elettrici quando viene applicata l'alta tensione.



Figura 29: a) condensatore X2 certificato da laboratori CB con marchio ENEC seguito dal numero del laboratorio e VDE; b) condensatore Y1 certificato con marchio VDE.

La sottoclasse idonea del condensatore deve essere scelta tra quelle elencate dalla tabella 11, secondo le sue regole di applicazione.

Tabella 11: limiti e valori delle tensioni nominali e dei test applicabili alle diverse sottoclassi di condensatori.

Sottoclasse del condensatore secondo la IEC 60384-14	Tensione nominale del condensatore V valore efficace	Prova di tipo a tensione impulsiva del condensatore kV picco	Prova di tipo alla tensione di prova efficace del condensatore kV valore efficace
Y1	Fino a 500 compresi	8	4
Y2	Oltre 150 e fino a 300 compresi	5	1,5
Y4	Fino a 150 compresi	2,5	0,9
X1	Fino a 760 compresi	4 ^(a)	–
X2	Fino a 760 compresi	2,5 ^a	–

Regole per l'applicazione della presente tabella.

- La tensione nominale del condensatore deve essere pari almeno alla **tensione di lavoro efficace** attraverso l'isolamento cavallottato, determinata in conformità a 5.4.1.8.2.
- Per un unico condensatore (di tipo X) che funge da **isolamento funzionale**, un guasto del condensatore non deve comportare un guasto di una **salvaguardia**, e la **prova di tipo** a tensione di prova impulsiva deve essere almeno pari alla **tensione di tenuta prescritta**.
- Può essere usato un condensatore di grado superiore a quello specificato, nei casi seguenti:
 - sottoclasse Y1, se è specificata la sottoclasse Y2;
 - sottoclasse Y1 o Y2, se è specificata la sottoclasse Y4;
 - sottoclasse Y1 o Y2, se è specificata la sottoclasse X1;
 - sottoclasse X1, Y1 o Y2, se è specificata la sottoclasse X2;
- Possono essere utilizzati due o più condensatori in serie al posto dell'unico condensatore specificato nei casi seguenti:
 - sottoclasse Y1 o Y2, se è specificata la sottoclasse Y1;
 - sottoclasse Y2 o Y4, se è specificata la sottoclasse Y2;
 - sottoclasse X1 o X2, se è specificata la sottoclasse X1.
- Se due o più condensatori sono utilizzati in serie, essi devono essere conformi a 5.5.2.1 ove applicabile e alle altre regole precedenti.

(a) Per i valori di capacità superiori a 1 μ F, tale tensione di prova è ridotta di un coefficiente pari a \sqrt{C} , dove C è il valore della capacità in μ F.

La tabella 12 contiene esempi sul numero di condensatori Y utilizzabili, dal momento che è un componente di salvaguardia elettrica adottato come isolamento principale, supplementare o rinforzato in base alla tensione di tenuta prescritta.

Tabella 12: caratteristiche e categorie dei condensatori Y utilizzati secondo il tipo di isolamento.

Tensione della rete di alimentazione in c.a. fino a e inclusi V valore efficace	Categoria di sovratensione	Tensione transitoria di alimentazione kV	Isolamento cavallottato	Tipo di condensatore	Numero di condensatori prescritto
150	II	1,5	B o S	Y2	1
	II	1,5	D o R	Y2	2
	II	1,5	D o R	Y1	1
	III	2,5	B o S	Y2	2
	III	2,5	D o R	Y1	1
	IV	4,0	B o S	Y1	1
	IV	4,0	D o R	Y1	2
300	II	2,5	B o S	Y2	2
	II	2,5	D o R	Y1	1
	II	2,5	D o R	Y2	2
	III	4,0	B o S	Y1	1
	III	4,0	B o S	Y2	2
	III	4,0	D o R	Y1	2
	III	4,0	D o R	Y2	3
	IV	6,0	B o S	Y1	2
IV	6,0	D o R	Y1	2	

3.6.4 Circuiti stampati

L'isolamento tra conduttori sulle superfici esterne di un circuito stampato non ricoperto deve essere conforme alle prescrizioni per la distanza in aria minima e alle prescrizioni per la distanza superficiale minima. Per le piastre stampate le cui superfici esterne devono essere ricoperte con un materiale idoneo, le distanze di separazione minime della tabella 13 si applicano alle parti conduttrici prima dell'applicazione dello strato protettivo; mentre l'isolamento doppio e l'isolamento rinforzato devono superare le prove individuali di rigidità dielettrica.

Tabella 13: distanze di separazione tra parti conduttrici prima dell'applicazione dello strato protettivo.

Tensione di lavoro di picco fino a e compresi V di picco	Isolamento principale o isolamento supplementare mm	Isolamento rinforzato mm
71 ^(a)	0,025	0,05
89 ^(a)	0,04	0,08
113 ^(a)	0,063	0,125
141 ^(a)	0,1	0,2
177 ^(a)	0,16	0,32
227 ^(a)	0,25	0,5
283 ^(a)	0,4	0,8
354 ^(a)	0,56	1,12
455 ^(a)	0,75	1,5
570	1,0	2,0
710	1,3	2,6
895	1,8	3,6
1 135	2,4	3,8
1 450	2,8	4,0
1 770	3,4	4,2
2 260	4,1	4,6
2 830	5,0	5,0
3 540	6,3	6,3
4 520	8,2	8,2
5 660	10	10
7 070	13	13
8 910	16	16
11 310	20	20
14 140	26	26
17 700	33	33
22 600	43	43
28 300	55	55
35 400	70	70
45 200	86	86

L'interpolazione lineare è ammessa tra i due punti più vicini, arrotondando la distanza di separazione minima calcolata al gradino di 0,1 mm immediatamente superiore.

Sono richiesti tre campioni di piastre stampate che devono essere identificati come campioni 1, 2 e 3. È consentito l'uso di piastre effettive o di campioni appositamente fabbricati con il rivestimento e le separazioni minime. Ciascun campione è sottoposto alla sequenza completa dei processi di produzione, incluse la saldatura e la pulitura, solite in fase di assemblaggio dell'apparecchiatura; durante l'esame a vista, le piastre non devono

presentare piccoli fori o bolle nel rivestimento, né segni di rottura delle piste conduttrici agli angoli. Il campione 1 è sottoposto per 10 volte al ciclo termico mostrato in figura 30.

68 h	a	$(T_1 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C};$
1 h	a	$(25 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C};$
2 h	a	$(0 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C};$
$\geq 1 \text{ h}$	a	$(25 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}.$

Figura 30: ciclo termico a cui è sottoposto il primo dei tre campioni.

La transizione da una temperatura ad un'altra non è specificata dalla norma tecnica e perciò può essere graduale. Il termine T1 viene scelto come il maggiore tra 85 °C e la misura della temperatura del circuito stampato durante il suo normale funzionamento. Il campione 2 deve essere invecchiato in un forno ventilato ad una temperatura e per una durata in base al grafico nella figura 31 usando la linea indice di temperatura che corrisponde alla temperatura massima di funzionamento della piastra ricoperta. La temperatura del forno deve essere mantenuta alla temperatura specificata $\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Qualora sia coinvolta la sicurezza, la temperatura usata per determinare la linea indice di temperatura è quella più elevata sulla piastra.

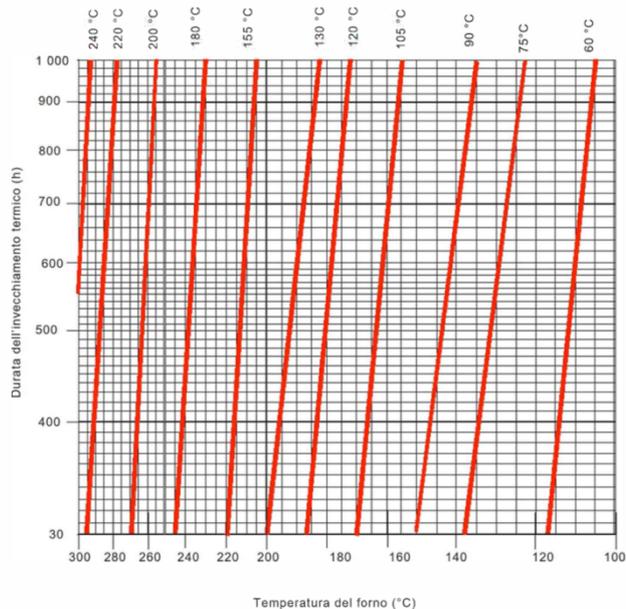


Figura 31: temperatura di invecchiamento individuata dalla linea rossa secondo la temperatura massima di funzionamento del PCB.

Il campione 3, invece, è sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione; si eseguono incisioni attraverso cinque coppie di parti conduttrici e le loro separazioni intermedie, nei punti in cui le separazioni sono sottoposte alla differenza di potenziale massima durante le prove. Le incisioni sono effettuate per mezzo di uno spillo di acciaio temperato come in figura 32, la cui estremità ha la forma di un cono con un angolo alla sommità di 40° e con una punta arrotondata di raggio $0,25 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$. Le incisioni sono prodotte spostando lo spillo sulla superficie su un piano perpendicolare ai bordi dei conduttori ad una velocità di $20 \text{ mm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$. Lo spillo è caricato in modo che la forza esercitata lungo il suo asse sia di $10 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$ e le incisioni devono essere distanti almeno 5 mm l'una dall'altra o dal bordo del campione. Dopo questa prova, lo strato di rivestimento non deve essersi allentato né perforato; inoltre, esso deve superare una prova di rigidità dielettrica fra i conduttori e, nel caso di piastre stampate a nucleo metallico, il substrato è uno dei conduttori.

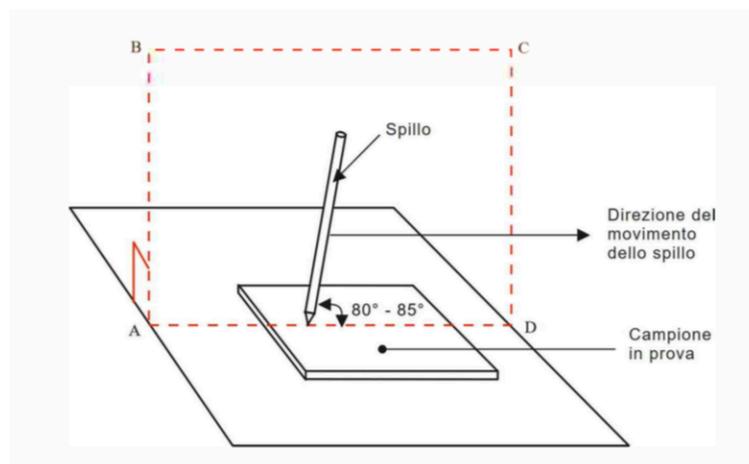


Figura 32: movimento dello spillo simulato tramite il piano in rosso perpendicolare ai bordi del conduttore.

3.6.5 Fusibile

I resistori a fusibile sono componenti elettronici che oltre alla loro tipica funzione svolgono un'importante funzione protettiva, se la potenza dissipata dal resistore non supera il valore limite caratteristico di questo componente, questo si comporta come un normale resistore altrimenti avviene un circuito aperto tipico del fusibile. Tali dispositivi di protezione non normalizzati nella IEC 60127 o gli interruttori automatici miniaturizzati devono avere caratteristiche nominali adeguate compreso il potere d'interruzione. Per i dispositivi di protezione non riarmabili come i fusibili, deve essere posta una marcatura vicino al dispositivo di protezione allo scopo di permetterne una corretta sostituzione. La conformità si verifica mediante esame a vista e svolgendo le prove in condizione di guasto singolo.

3.6.6 Trasformatore

Gli avvolgimenti e le parti conduttrici dei trasformatori devono essere trattati come parti dei circuiti ai quali sono collegati, se ve ne sono; inoltre, l'isolamento tra essi deve essere conforme alle relative temperature, durante il funzionamento normale ed anormale, e superare le relative prove di rigidità dielettrica in conformità all'applicazione dell'isolamento nell'apparecchiatura. Devono essere prese precauzioni per prevenire la riduzione delle distanze in aria e delle distanze superficiali che forniscono l'isolamento principale, l'isolamento supplementare o l'isolamento rinforzato al di sotto dei valori minimi richiesti a causa di:

- uno spostamento degli avvolgimenti, o delle loro spire; o
- uno spostamento dei cablaggi interni o dei conduttori per connessioni esterne; o
- un indebito spostamento di parti di avvolgimenti o di cablaggi interni, nell'eventualità di rottura di conduttori adiacenti alle connessioni e di allentamento delle connessioni; o
- un cortocircuito dell'isolamento da parte di conduttori, viti, rondelle o parti analoghe che dovessero allentarsi o liberarsi.

\

Non è presumibile che due fissaggi indipendenti si allentino contemporaneamente poiché le spire terminali devono essere trattenute con dei mezzi:

- avvolgimenti isolati gli uni dagli altri mediante posizionamento su colonne separate di uno stesso nucleo, con o senza rocchetti; o
- avvolgimenti disposti su un unico rocchetto, con un setto divisorio, a condizione che entrambi siano pressati o fusi in un solo pezzo, o che i setti divisori riportati abbiano una guaina intermedia o una copertura sulla giuntura tra il rocchetto e il setto divisorio; o
- avvolgimenti concentrici su un rocchetto di materiale isolante senza flange o su un isolamento ottenuto con fogli sottili applicati sul nucleo del trasformatore; o
- isolamento fra gli avvolgimenti costituito da fogli che si estendono oltre le spire terminali di ciascuno strato; o
- avvolgimenti concentrici separati da uno schermo conduttore messo a terra costituito da un foglio metallico che si estende per tutta la larghezza dell'avvolgimento con un opportuno isolamento tra ciascun avvolgimento e lo schermo. Lo schermo conduttore e il suo conduttore di uscita devono avere una sezione sufficiente ad assicurare che, in caso di cedimento dell'isolamento, un dispositivo di protezione contro il sovraccarico apra il circuito prima della distruzione dello schermo. Il dispositivo di protezione contro il sovraccarico può far parte del trasformatore.

Non si applica alcuna prova di rigidità dielettrica all'isolamento tra un qualsiasi avvolgimento e il nucleo o lo schermo, purché il nucleo o lo schermo sia totalmente racchiuso o incapsulato o non vi siano connessioni elettriche all'uno o all'altro.

I trasformatori per le unità di alimentazione a commutazione sono provati nell'intera unità di alimentazione o nell'apparecchiatura completa mentre i carichi di prova sono applicati all'uscita dell'unità di alimentazione. Ciascuno degli avvolgimenti di un trasformatore lineare o ferrorisonante è isolato dalla rete di alimentazione e caricato a turno, mentre gli altri avvolgimenti isolati dalla rete di alimentazione sono caricati con il loro carico massimo specificato, in modo da dare il massimo effetto riscaldante. Quando non può verificarsi una condizione di sovraccarico, ad esempio tramite l'uso di un fusibile

integrato, è improbabile che avvenga un guasto della salvaguardia e perciò la prova non si effettua.

Le temperature massime degli avvolgimenti non devono superare i valori della tabella 33 quando misurati nella condizione peggiore; inoltre, al momento del funzionamento, per la determinazione del tempo all'intervento della protezione dalle sovracorrenti, è consentito il riferimento a una scheda dati del dispositivo di protezione che mostri il tempo di intervento in funzione delle caratteristiche della corrente. Gli avvolgimenti isolati dalla rete di alimentazione che superano i limiti di temperatura ma diventano in circuito aperto o necessitano in altro modo di una sostituzione del componente non costituiscono un mancato superamento della presente prova se durante la prova il trasformatore non emette fiamme o metallo fuso.

Tabella 14: classi e limiti di temperatura di avvolgimenti secondo il metodo di protezione adottato.

Metodo di protezione	Temperatura massima °C							
	Classe 105 (A)	Classe 120 (E)	Classe 130 (B)	Classe 155 (F)	Classe 180 (H)	Classe 200 (N)	Classe 220 (R)	Classe 250 (-)
Protezione con impedenza propria o esterna	150	165	175	200	225	245	265	295
Protezione con il dispositivo di protezione che interviene durante la prima ora	200	215	225	250	275	295	315	345
Protezione con qualunque dispositivo di protezione:								
– massimo dopo la prima ora	175	190	200	225	250	270	290	320

Il filo per avvolgimento del trasformatore mostrato in figura 33a deve superare le prove di tipo seguenti condotte a una temperatura tra 15 °C e 35 °C e ad un'umidità relativa tra il 45% e il 75%, se non diversamente specificato

I test di rigidità vengono applicati tra la parte metallica interna e la guaina protettiva esterna con valori che dipendono dalla sezione del filo ed il tipo di isolamento adottato.

1. Fili con diametro nominale del conduttore non superiore a 0,1 mm:
 - 3 kV in valore efficace o 4,2 kV di picco per l'isolamento rinforzato; o
 - 1,5 kV in valore efficace o 2,1 kV di picco per l'isolamento principale o l'isolamento supplementare.

2. Fili con diametro nominale del conduttore superiore a 0,1 mm fino a 2,5 mm compresi:
 - 6 kV in valore efficace o 8,4 kV di picco per l'isolamento rinforzato; o
 - 3 kV in valore efficace o 4,2 kV di picco per l'isolamento principale o l'isolamento supplementare.
3. Fili con diametro nominale del conduttore superiore a 2,5 mm, figura 34b:
 - 3 kV in valore efficace o 4,2 kV di picco per l'isolamento rinforzato; o
 - 1,5 kV in valore efficace o 2,1 kV di picco per l'isolamento principale o l'isolamento supplementare.

L'isolamento con materiale in strati sottili è ammesso per l'isolamento supplementare e l'isolamento rinforzato indipendentemente dalla distanza attraverso l'isolamento, purché:

- siano utilizzati due o più strati come in figura 34c; e
- l'isolamento sia all'interno dell'involucro dell'apparecchiatura; e
- l'isolamento non sia soggetto a manipolazione o abrasione durante la manutenzione da parte di una persona ordinaria o una persona avvertita.

Inoltre, i due o più strati possono essere condivisi tra le due parti conduttrici e non fissati ad esse. Per l'isolamento con tre o più strati di materiali in strati sottili non separabili non sono prescritte distanze minime attraverso l'isolamento e non è necessario che tutti gli strati siano dello stesso materiale o spessore. Se l'isolamento rinforzato è costituito da tre strati di materiale, tutte le combinazioni di due strati insieme devono superare la prova di rigidità dielettrica per l'isolamento rinforzato.

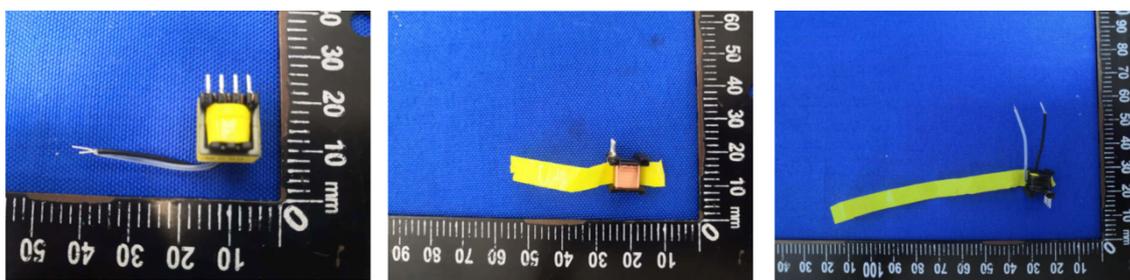


Figura 33: a) panoramica del trasformatore switching; b) avvolgimento del lato primario; c) i tre strati sottili non separabili dell'isolamento nel lato secondario.

Capitolo 4

Valutazioni e risultati

Nel seguente capitolo verranno esposti i risultati, in forma tabellare, delle diverse prove e misure descritte precedentemente; ogni tabella contiene il paragrafo applicato dello Standard IEC 62368-1 con il suo titolo.

Inoltre, nella parte inferiore di ognuna, vi è solitamente la sezione “Supplementary information”, riservata alle considerazioni del tecnico o suggerimenti per la compilazione.

Nella classificazione delle sorgenti energetiche il dispositivo viene alimentato con una tolleranza del +/- 10 % per ogni limite nominale come nella tabella 15, non vi è un obbligo ma il tecnico stesso preferisce verificare se in caso di sbalzi di tensione le fonti energetiche subiscono un cambio di classe.

Nella valutazione del circuito primario non vengono fatte misure di tensione e corrente poiché esso rientrerebbe comunque nella fascia più pericolosa.

Tabella 15: classificazioni delle sorgenti energetiche elettriche presenti nel dispositivo.

Supply Voltage	Location (e.g. circuit designation)	Test conditions	Parameters				ES Class
			U (V)	I (mA)	Type ¹⁾	Info ²⁾	
264 Vac	All primary circuit	Normal	---	--	SS	--	ES3
90 Vac	All primary circuit	Normal	--	--	SS	--	ES3
90-264 Vac	Push button	Normal	16.4	--	SS	--	ES1
90-264 Vac	Accessible enclosure	Normal	--	0.08	SS	--	ES1
Supplementary information:							
1) Type: Steady state (SS), Capacitance (CP), Single pulse (SP), Repetitive pulses (RP), etc.							
2) Additional Info: Frequency, Pulse duration, Pulse off time, Capacitance value, etc.							

Il campione è stato sezionato dall'apparato stesso perciò il suo spessore è di 2.5 mm, inoltre, il tecnico specifica nella sezione "Supplementary information" della tabella 16 che quest'ultimo è il più sottile presente nelle vicinanze dei terminali mentre le caratteristiche dimensionali non vengono specificate poiché risultano influenti ai fini della prova. La morsettiera posta nella parte posteriore dell'apparato è molto importante per la valutazione del dispositivo stesso, infatti, questa è accessibile nella fase di prima installazione e utilizza sorgenti energetiche pericolose alla persona. I cablaggi vengono effettuati tramite la rete di alimentazione domestica 220-240 V perciò, essendo parti in tensione, la plastica posizionata al di sotto potrebbe deformarsi ed andare a finire su componenti o cavi innescando un corto o un'accensione; per questo motivo la temperatura di prova è 125 °C e deve essere specificata nella tabella sottostante. Il preconditionamento del materiale molto spesso non viene effettuato perché le condizioni ambientali del laboratorio, tracciate tramite termoigrometri digitali, rispecchiano quelle del trattamento. Non è richiesta la prova fotografica ma deve essere ovviamente riportata la misura esatta, accertandosi che la tolleranza dello strumento (monocolo o calibro digitale) sia accettabile per il test condotto.

Tabella 16: prova di pressione della biglia sulle termoplastiche.

Allowed impression diameter (mm).....:			≤ 2 mm		—
Object/Part No./Material	Manufacturer/trademark	Thickness (mm)	Test temperature (°C)	Impression diameter (mm)	
Thermoplastic enclosure under terminals	SABIC Innovative Plastics US LLC	2.5	125	1.2	
Supplementary information:					
The thickness chosen is the thinnest present in the terminals zone.					

La rigidità dielettrica è una delle prove più importanti ed allo stesso tempo ripetitive all'interno di tutti gli standard; questi test sono eseguiti applicando una tensione che può essere continua o alternata e cresce linearmente fino ad arrivare al valore prefissato. La scelta della tensione continua, applicata per 1 minuto, può essere ritenuta come peggiorativa dal momento che non ha fluttuazioni. Il tempo abbastanza breve fa in modo che il campo elettrico crescente, applicato al provino, non produca un invecchiamento

apprezzabile nel breve periodo che intercorre fra l'applicazione della tensione e la scarica. La fase ed il neutro sono testati con una tensione di 2 kV, tabella 17, poichè si sta valutando l'isolamento funzionale del dispositivo affinché non avvengano cortocircuiti lungo la rete di alimentazione. Un isolamento rinforzato facilmente valutabile è quello fornito dal trasformatore stesso, solitamente si effettua una saldatura rispettivamente tra tutti i terminali di entrata e quelli di uscita con due cavi che vengono cablati alla strumentazione della prova e si effettua la scarica di 4kV. Il trasformatore divide il lato della bassa tensione da quello della bassissima, interfacciabile all'operatore, perciò deve fornire un isolamento rinforzato; inoltre, essendo gli avvolgimenti del primario collegati al nucleo, il test viene ripetuto con gli stessi valori "pinzando" quest'ultimo. Un'altra caratteristica che viene valutata dal tecnico è lo strato isolante interposto tra gli avvolgimenti, infatti, leggendo il datasheet dei fili primari, è possibile notare che non sono certificati per avere un isolamento supplementare o rinforzato e proprio per questo motivo si utilizza questo materiale. Essendo tre strati separabili la prova deve essere effettuata sovrapponendo a coppie il nastro isolante; infine, l'ultima prova prevede che l'utilizzatore del dispositivo deve essere protetto contro le scariche perciò viene ripetuto il test per l'isolamento rinforzato tra le due fasi cortocircuitate e tutte le parti accessibili.

Tabella 17: tensioni di applicazione per il test di rigidità dielettrica.

Test voltage applied between:	Voltage shape (AC, DC)	Test voltage (V)	Breakdown Yes / No
Functional Insulation:			
From L to N	DC	2000	No
Reinforced Insulation:			
From T1 Primary to Secondary	DC	4000	No
From T1 Core to Secondary	DC	4000	No
Insulation Tape x2	DC	4000	No
From L+N to Accessible parts (Touchscreen, Buttons, Enclosure)	DC	4000	No
Supplementary information:			
The insulation tape is tested in pairs of two as reinforced insulation.			

\

Le parti sottoposte ad una diversa tensione sono soggette ad archi elettrici e proprio per questo motivo devono rispettare distanze prefissate che possono variare a seconda della frequenza e del voltaggio.

L'extrapolazione del limite inferiore avviene tramite la tabella già esposta, inoltre, la frequenza e le tensioni devono essere correttamente riportate usando delle sonde con l'oscilloscopio.

Nella tabella 18 vengono riportate misure riferendosi al caso peggiore registrato durante il normale funzionamento del dispositivo, infatti, la tensione di picco del trasformatore, avendo frequenze elevate, può discostare dal classico calcolo della tensione massima. Oltretutto il calcolo delle distanze per frequenze superiori ai 30 kHz ha dei valori aggiuntivi. Una volta introdotte queste disposizioni il tecnico valuta anche i componenti atti alla sicurezza (fusibili e capacità Y) per poi passare alle parti accessibili.

Il fusibile resistore è la prima protezione interposta tra la rete di alimentazione ed il dispositivo, misurando la distanza tra i piedini il tecnico si assicura che, in caso di apertura del componente, non si verificherà un arco elettrico. Invece la capacità di tipo Y1 viene usata come protezione supplementare per legare il primario con il secondario e perciò è considerata soggetta alla stessa tensione e frequenza registrata sul trasformatore; lo stesso ragionamento viene utilizzato per il nucleo collegato agli avvolgimenti primari.

Le misura delle tracce sul circuito stampato può essere extrapolata, tramite software, da file e modelli delle schede fornite dallo stesso costruttore; la veridicità è però parziale dal momento che gli stessi componenti non possono essere valutati bidimensionalmente. Il trasformatore si posiziona dietro a parti accessibili e perciò devono essere anch'esse valutate ma, dal momento che il percorso più breve è quello verticale, la distanza ottenuta è quella tra le piste del componente e lo schermo Touch.

Il grado di inquinamento è una classificazione, riportata nella IEC 60050, in base alla quantità di inquinamento secco e condensa presenti nell'ambiente. Quest'ultima è importante poiché influenza le distanze di sicurezza necessarie per garantire la sicurezza di un prodotto.

Gli uffici, case ed aree di laboratorio, sono considerati ambienti con grado 2 di inquinamento e normalmente non è conduttivo mentre la conduttività temporanea è causata da condensa.

Tabella 18: distanze in aria e superficiali minime richieste a seconda del tipo di isolamento.

Clearance (cl) and creepage distance (cr) at/of/between:	U_p (V)	U_{rms} (V)	Freq ¹⁾ (kHz)	Required cl (mm)	cl (mm)	Required cr (mm)	cr (mm)
Basic or Functional Insulation:							
L to N before fuse resistor R1	340	240	<30	1.27	3.76	2.4	3.76
Two pins of fuse resistor R1	340	240	<30	1.27	3.60	2.4	3.15
Double or Reinforced Insulation:							
From T1 core to sec. pins	480	240	36.71	2.54	>10	4.8	>10
From T1 pri. pins to sec. pins	480	240	36.71	2.54	>10	4.8	>10
Two pins of Capacitor type Y1	480	240	36.71	2.54	7.5	4.8	7.5
From primary trace to display	480	240	<30	2.54	>10	4.8	>10
Supplementary information:							
1) Only for frequency above 30 kHz							

La possibilità che avvenga un incendio deriva dalla presenza di sorgenti di riscaldamento che possono, a seconda dell'energia disponibile nel circuito, causare un guasto; l'individuazione di queste fonti energetiche è fondamentale per una corretta analisi del dispositivo, così facendo è possibile determinare eventuali punti di innesco. Il lato primario dell'intero circuito è collegato alla rete di alimentazione, quindi si evince che tutti i componenti e parti del circuito, posizionati in quella determinata zona, saranno considerate come PS3. Nel lato secondario vengono presi in considerazione i valori di corrente e tensione nelle vicinanze delle parti accessibili ed essendo parti a bassissima tensione di sicurezza viene definita come PS1. Le condizioni di funzionamento vanno specificate all'interno nell'apposita sezione della tabella 19 poiché una sorgente potrebbe superare il proprio limite durante una condizione di guasto o sovraccarico. Lo schermo è la parte più esterna dell'intero dispositivo e quella a contatto con l'utilizzatore, risalendo al modello e costruttore è possibile trovare il suo datasheet e leggere i diversi componenti e valori nominali. Lo schermo viene alimentato ad una tensione di 5 V e controllato tramite una scheda ESP32 che fornisce una corrente massima di 25 mA per ogni pin.

Anche se la tabella include sezioni apposite per introdurre delle condizioni di guasto, non avrebbe senso compilarle dal momento che vi sarebbe un intervento del fusibile ed una mancata lettura dei valori elettrici, infatti sono necessari alcuni secondi per farla.

Tabella 19: classificazioni delle sorgenti energetiche di potenza presenti nel dispositivo.

Location	Operating and fault condition	Voltage (V)	Max Current (A)	Max. Power ¹⁾ (W)	Time (S)	PS class
All primary circuits	Normal condition	100	4	400	5	PS3
All primary circuits	Normal condition	240	4	960	5	PS3
All secondary circuits	Normal condition	5	0.025	0.15	3	PS1
Supplementary information:						
Abbreviation: SC= short circuit; OC= open circuit						
1) Measured after 3 s for PS1 and measured after 5 s for PS2 and PS3.						

Parti in tensione scoperte possono innescare archi elettrici a causa dei loro valori elevati di tensione e corrente provocando un innesco, ma trovare delle parti scoperte attive è molto difficile quando il prodotto è nuovo, esclusi problemi legati alla produzione. Il tecnico individua l'estensione della zona di classe 3 nel lato primario, tabella 20, e la segnala come una possibile zona di innesco e non come una sorgente puntiforme. Il lato secondario non viene considerato, infatti, anche se ci fosse un guasto dovuto ad un circuito aperto nella parte a bassa tensione, il fusibile resistivo o il relè troncherebbero in anticipo il circuito, non creando inneschi di alcun tipo. La tensione di picco si ottiene moltiplicando il valore efficace del voltaggio per una costante (1.414), il calcolo però deve essere specificato al di sotto della tabella nella sezione delle informazioni supplementari. Un punto di innesco ancor più pericoloso potrebbe essere il trasformatore stesso, poichè nei suoi avvolgimenti vi sono tensioni e correnti più elevate causate dall'alta frequenza; tuttavia, non può essere considerato come tale perché viene

considerato un componente a parte a causa della classificazione del suo sistema di isolamento elettrico.

Tabella 20: determinazione delle PIS ad arco nel lato primario.

Location	Open circuit voltage after 3 s (V_{peak}) ¹	Measured r.m.s current (A)	Calculated value (W)	Arcing PIS? Yes / No
All primary circuits	141.4	4	565.6	Yes
All primary circuits	339.4	4	1357.6	Yes
Supplementary information:				
An Arcing PIS requires a minimum of 50 V (peak) a.c. or d.c. An Arcing PIS is established when the product of the open circuit voltage (V_{peak}) and normal operating condition current (I_{rms}) is greater than 15.				
Note 1: $V_{peak} = V_{rms} \times 1.414$.				

Nell'individuazione delle sorgenti di innesco resistive, descritte nella tabella 21, valgono le precedenti considerazioni, anche se in questo caso la tensione da misurare è a capo del componente o della pista e non quella di circuito aperto. Viene usato molto spesso, per la semplicità nei cablaggi, un wattmetro anziché la combinazione di voltmetro ed amperometro, il prodotto o il componente stesso deve superare i 15 W di energia per essere considerata una PIS resistiva con condizioni di funzionamento normale. In caso di utilizzo di componenti come PTC o circuiti regolatori, introducendo un singolo guasto, il punto di innesco deve superare i 100 W di potenza una volta passati 30 s dall'accensione.

Tabella 21: determinazione delle PIS resistive nel lato primario.

Location	Operating and fault condition	Dissipate power (W)	Arcing PIS? Yes / No
All primary circuits	Normal condition	565.6	Yes
All primary circuits	Normal condition	1357.6	Yes
Supplementary information:			
Abbreviation: SC= short circuit; OC= open circuit			

Nella tabella 22 è possibile riassumere tutti i valori misurati e nominali durante le condizioni di funzionamento normale del dispositivo, all'uscita di quest'ultimo viene applicato un carico equivalente a quello dichiarato dal costruttore stesso. Utilizzando un wattmetro è possibile notare come i valori della corrente e tensione, così come la potenza, differiscono di poco da quelli riportati nell'etichetta, infatti i parametri restanti devono rimanere al di sotto del 10 % in termini di tolleranza. Nelle prove dove si sono applicate tolleranze del 10 % in tensione vengono valutati i possibili casi peggiori in termini energetici, infatti si può notare che la tensione a 264 V ha un maggior dispendio energetico che può provocare alte temperature e un innesco di incendio, mentre 90 V causano un maggior flusso di corrente nelle piste o cavi. Infine, viene verificato che un cambio di frequenza non comporta cambiamenti energetici nell'apparato.

Tabella 22: prove di ingresso sull'EUT applicando il carico nominale dichiarato dal costruttore.

U (V)	Hz	I (A)	I rated (A)	P (W)	P rated (W)	Fuse No	I fuse (A)	Condition/status
90	50	4.12	--	369	--	R1	4.10	Normal operating condition, max load 4 A
90	60	4.12	--	369	--	R1	4.10	Normal operating condition, max load 4 A
100	50	4.10*	4.0	410	--	R1	4.10	Normal operating condition, max load 4 A
100	60	4.10*	4.0	410	--	R1	4.10	Normal operating condition, max load 4 A
240	50	4.04*	4.0	970	--	R1	4.04	Normal operating condition, max load 4 A
240	60	4.04*	4.0	970	--	R1	4.04	Normal operating condition, max load 4 A
264	50	4.02	--	1060	--	R1	4.04	Normal operating condition, max load 4 A
264	60	4.02	--	1060	--	R1	4.04	Normal operating condition, max load 4 A
Supplementary information:								
(*) The difference between rated and measured values is less than 10 %.								

\

Una volta registrati i consumi energetici del dispositivo si analizzano le temperature di quest'ultimo, dopo aver verificato quali potrebbero essere le condizioni peggiori. Il costruttore "SONOFF" dichiara, all'interno del datasheet, che lo Smart Hub può essere utilizzato in sicurezza ad una temperatura massima operativa di 40 °C; infatti lo scopo è quello di stressare nel peggiore dei modi i componenti provocando solitamente un guasto al sistema.

Inoltre, avere un apparato estremamente caldo, può creare lesioni all'utilizzatore solamente toccandolo. Nell'ultima colonna della tabella vengono riportati tutti i limiti superiori dei singoli punti o componenti che sono stati scelti per la prova; quest'ultimi per le parti accessibili vengono prefissati dalla Norma stessa. Infatti, le temperature di parti plastiche o vetrose che vengono toccate per brevi istanti di tempo dalla persona ordinaria nel normale uso del dispositivo, sono fissate rispettivamente a 77 e 71 °C; tutti gli altri limiti di temperatura sono estratti dai rispettivi datasheets o certificati dei componenti e successivamente riscaldati rispetto all'ambiente.

In precedenza, si è notato come la frequenza non è un parametro che influenza particolarmente i contenuti energetici del circuito, tuttavia, quest'ultima può far variare in maniera particolare il campo magnetico indotto tra le spire del trasformatore facendolo lavorare a valori maggiore di quelli della rete di alimentazione.

Le misure vengono registrate tramite il buon posizionamento delle termocoppie, leggendo i dati tecnici è possibile intuire dove il componente si scaldi maggiormente, ovvero, nella zona dei piedini da saldatura.

Quella parte, infatti, non è trattata con nessun prodotto e non ha involucri antifuoco o smalti ignifughi; inoltre, la punta della termocoppia deve registrare la misura dell'ambiente, delimitata solitamente da un raggio di 2-3 mm dal componente. In ingresso al dispositivo viene cablata la rete di alimentazione, protetta da diversi dispositivi e sezionata a sua volta dalla presenza di due relè in uscita, quest'ultimi devono essere conformi agli standard proprietari e lavorare entro i propri range poichè devono intervenire in caso di guasto.

Il fusibile resistivo, la capacità Y tra avvolgimenti e quella X in ingresso, il varistore ed i terminali, sono parti dell'apparato che garantiscono la sicurezza sia per l'utilizzatore che per l'apparecchiatura stessa perciò vengono specificate nella Norma e i loro dati continuamente monitorati.

L'alimentatore a commutazione (Switch Mode Power Supply) si basa sul fatto che un trasformatore, per essere più efficiente, richiede un nucleo ferromagnetico più piccolo e molto più compatto, a parità di potenza, all'aumentare della frequenza operativa. Negli alimentatori elettronici vengono utilizzati particolari trasformatori fatti funzionare a frequenze di decine o centinaia di migliaia di Hertz invece dei 50 Hz della rete elettrica europea di distribuzione.

Il nucleo di questo trasformatore è in ferrite, materiale realizzato con polveri metalliche incollate, invece dei tradizionali lamierini di ferro che alle alte frequenze comporterebbero una notevole perdita di energia.

Il nucleo si appoggia sulla scheda del circuito stampato mentre gli avvolgimenti devono rispettare i limiti superiori imposti dalla loro classe di isolamento elettrico. In un alimentatore elettronico switching, la tensione di rete viene innanzitutto raddrizzata e livellata con un condensatore. La tensione ai capi di quest'ultimo assume valori molto elevati ed è pericolosa per l'uomo perciò tale sezione è sempre ben isolata e separata dai circuiti successivi.

Successivamente un circuito oscillatore di potenza (Mosfet) modula questa corrente continua per ottenere una corrente alternata di elevata frequenza ad onda quadra con duty-cycle variabile in funzione delle esigenze del carico.

Tale tecnologia è nota con il nome di PWM (Pulse-Width Modulation) ed il suo pregio è quello di dissipare una potenza molto piccola, teoricamente nulla. La tensione così modulata viene applicata all'avvolgimento primario del trasformatore e la tensione in uscita, presente all'avvolgimento secondario del trasformatore, viene infine raddrizzata e livellata come negli alimentatori lineari.

Il circuito stampato V-0 viene prodotto per sopportare elevate temperature, possono essere posizionate su di esso più di una termocoppia durante questa prova oppure posizionarne una sul suo punto più caldo. Uno scanner termico è lo strumento più adatto per far guadagnare del tempo ad un tecnico poichè permetterebbe di stimare il punto critico di ogni dispositivo risparmiando tempo.

Solitamente il trasformatore ed i mosfet sono i componenti più soggetti a surriscaldarsi durante le condizioni di funzionamento normale e proprio per questo motivo le misure della scheda, involucro e pulsanti, vengono prese nelle immediate vicinanze.

Tabella 23: misure di temperatura nelle condizioni di funzionamento normale.

Supply voltage (V)	90	90	264	264	—
Frequency (Hz)	50	60	50	60	
Ambient temperature during test T_{ma}^1 (°C).....	40	40	40	40	—
Maximum measured temperature T of part/at:	T (°C)				Allowed T_{max} (°C)
Equipment enclosure under transformer (Contact)	51.3	51.5	52.1	52.4	77
Buttons (Contact)	45.5	45.5	45.4	45.4	77
Touchscreen (Contact)	46.7	46.7	46.8	46.8	71
Supply lines terminals	62.1	62.1	60.1	60.1	105
T1 - Transformer windings	61.0	61.5	65.1	66.2	120
T1 - Transformer core	60.1	60.5	64.3	65.0	120
CX1 - Noise input capacitor	55.2	55.2	57.1	57.1	105
CY1 - Capacitor between primary and secondary windings	56.0	56.2	58.9	59.0	85
CE1 – Electrolyte Capacitor	56.8	56.8	59.3	59.3	105
PCB under T1 transformer	56.7	56.9	60.9	61.1	130
RV1 – Varistor	57.2	57.2	55.1	55.1	85
U1- Primary Mosfet	61.5	61.5	67.2	67.2	150
K1 - Relè supply line 1	61.6	61.6	63.1	63.1	70
K2 - Relè supply line 2	66.1	66.1	66.7	66.7	70
Supplementary information:					
Note 1: T_{ma} is the maximum operating temperature declared by manufacturer.					

Nel capitolo dedicato al funzionamento vi è una serie di prove obbligatorie da effettuare che sono considerate come anormali, una di queste è il blocco delle aperture di ventilazione del dispositivo.

Il test è condotto a temperatura ambiente 25 °C per almeno 4 h, i dati registrati sono la corrente massima circolante nel fusibile, le temperature delle parti accessibili e del trasformatore. L'involucro del dispositivo non deve superare i suoi limiti di temperatura mentre gli avvolgimenti ed il nucleo la sua classe di isolamento elettrico.

Le medesime condizioni di conformità devono essere rispettate per le condizioni di sovraccarico, il resistore variabile posizionato come carico all'uscita del dispositivo viene gradualmente aumentato in modo che l'apparato lavori poco prima che subentri la

\

protezione. La lista dei possibili guasti viene consegnata all'ente dal costruttore stesso, inoltre, devono essere inseriti commenti che descrivono quale delle protezioni utilizzate interviene.

Il guasto singolo di un componente, impiegato nel corretto funzionamento del trasformatore, deve far scattare immediatamente il fusibile ed i valori di corrente registrati devono essere nulli. Tuttavia, il corto circuito di altri componenti può portare ad un dispendio anomalo di energia, facendo così andare il dispositivo sotto esame in protezione dopo dei minuti.

Nel calcolo dei limiti per gli avvolgimenti vanno scalati 10 °C, poichè la temperatura all'interno del trasformatore è registrata tramite termocoppia; inoltre, si devono sottrarre i 15 °C che sono la differenza tra la temperatura massima operativa dichiarata e quella ambiente della prova.

La scelta della T_{max} sull'equazione ricade sul tecnico, si può prendere come limite la più piccola tra tutti i componenti avvolti oppure decidere direttamente il riferimento alla sua classe di isolamento elettrico.

Quest'ultima è la più adatta ad ogni esigenza poichè si crea all'interno del trasformatore un microclima caratteristico a seconda delle grandezze fisiche e dei materiali utilizzati. Tutti i tipi di fusibili resistivi vengono cortocircuitati per almeno 10 volte mentre l'apparato continua a funzionare, successivamente tutte le salvaguardie devono rimanere attive senza danneggiamenti e la prova deve concludersi senza rappresentare un pericolo alla persona ordinaria.

Tutte le condizioni anormali, tabella 24, che portano ad un danno al sistema vengono considerate come condizioni di singolo guasto; ad esempio le capacità elettrolitiche del secondario permettono solitamente di continuare la prova fino a che il dispositivo non entra in protezione preservando l'elettronica.

Tabella 24: condizioni di funzionamento anormale e di singolo guasto.

Ambient temperature T_{amb} (°C).....:						25	—
Component No.	Condition	Supply voltage (V)	Test time	Fuse no.	Fuse current (A)	Observation	
Openings	Blocked	90	4 h	R1	4.12	The temperature of accessible plastic enclosure is less than TS2 limit (87°C)	
Openings	Blocked	264	4 h	R1	4.02		
Output 1-2	Overload	90	4 h	R1	4.64	The maximum output current is up to 1.19 A, if over 1.21 A unit shut down immediately without hazards or dangers. The temperature of windings is less than Class A limit and accessible parts than TS2 limit.	
Output 1-2	Overload	264	4 h	R1	4.04		
U1 pin D-S	SC	264	1 s	R1	0	R1 opened immediately, no dangers and hazards.	
U1 pin G-S	SC	264	1 s	R1	0	R1 opened immediately, no dangers and hazards.	
CE1	SC	264	1 s	R1	0	R1 opened immediately, no dangers and hazards.	
CY1	SC	264	1 s	R1	0	R1 opened immediately, no dangers and hazards.	
RV1	SC	264	1 s	R1	0	R1 opened immediately, no dangers and hazards.	
T1 pin 1-2	SC	264	30 min	R1	0.1	The EUT output shut down but recoverable, no dangers and hazards.	
Supplementary information:							
No differences between 50 / 60 Hz.							

Una volta terminati tutti i test elettrici si passa alle prove meccaniche, vi è bisogno di verificare che l'apparato, sottoposto a stress esterni, non esponga parti in tensione pericolose alla persona ordinaria. Nella tabella 25 è possibile specificare dove si applica la forza, ad esempio si applicano 10 N su ogni presa interfacciabile all'utilizzatore (connettori USB e aperture per la ventilazione); tuttavia, i terminali della rete vengono esclusi perché andrebbero valutati nell'installazione finale ed essendo fissati a muro è

improponibile accedervi. Se la sonda non snodata con cui viene eseguita la prova non tocca alcuna parte conduttrice allora il test è terminato e la sonda snodata da 30 N non viene applicata. La custodia che funge da involucro protettivo è analizzata per i suoi spessori, trovando i punti più sottili è possibile attuare la prova con maggiore severità; inoltre, la forza costante di 250 N è applicata su un'area di 30 mm di diametro con un dinamometro per circa 5 s su ogni suo lato scoperto.

Tabella 25: prove di forza costante sulla custodia e parti accessibili.

Location/Part	Material	Thickness (mm)	Probe	Force (N)	Test Duration (s)	Observation
Accessible inlets or ventilation holes	Plastic	--	Not jointed	10	5	No reduction of clearance and creepage, no breaks and no hazards.
Top Enclosure	Plastic	1.1	Circular Plate ¹	250	5	No reduction of clearance and creepage, no breaks and no hazards.
Bottom enclosure	Plastic	1.1	Circular Plate ¹	250	5	No reduction of clearance and creepage, no breaks and no hazards.
Side enclosure	Plastic	1.1	Circular Plate ¹	250	5	No reduction of clearance and creepage, no breaks and no hazards.
Supplementary information:						
Note 1: The diameter of circular plate is 30 mm.						

L'involucro completo o una parte di esso deve resistere a forti urti perciò vengono effettuate le prove da impatto che consistono nel lasciar cadere verticalmente ed orizzontalmente, tramite pendolo, una sfera di 50 mm di diametro e 0.5 kg di peso. La sfera viene lasciata cadere liberamente in verticale sopra l'apparato ad un'altezza di 1300 mm, come descritto nella tabella 26; se però la custodia è pensata esclusivamente per il rischio d'incendio, il percorso diminuisce a 410 mm.

Invece per testare le pareti verticali possono essere utilizzati due modi: il primo è quello di capovolgere il campione e lasciar cadere il peso come nel test verticale, il secondo si effettua costruendo un pendolo in modo che la massa colpisca la parete laterale ed il punto di partenza della massa si trovi ad una altezza dal campione di 1300 mm.

Tabella 26: prove da impatto sull'involucro secondo la tipologia di dispositivo.

Location/Part	Material	Thickness (mm)	Height (mm)	Observation
Horizontal – Upper side enclosure	Plastic	1.1	1300	No reduction of clearance and creepage, no breaks and no hazards.
Vertical ¹ – Side enclosure	Plastic	1.1	1300	No reduction of clearance and creepage, no breaks and no hazards.
Supplementary information:				
Note 1: The test was carried out by rotating the sample				

La prova di rammollimento descritta nella tabella 27 deve esser effettuata sulla custodia con l'aggiunta di 10 °C rispetto alla massima temperatura registrata durante il suo normale funzionamento o 70 °C; secondo chi dei due è il minore. Una volta che la cabina è arrivata a regime stazionario si deve, entro 30 s, inserire il campione al suo interno, monitorando continuamente la temperatura dell'ambiente come già fatto in precedenza. Il test deve continuare per un minimo di 7 h, successivamente il campione viene lasciato raffreddare ad una temperatura ambiente di circa 25 °C. L'involucro deve rimanere intatto e preservare tutte le distanze di sicurezza, inoltre l'isolamento deve essere privo di fori o qualunque altra apertura.

Tabella 27: prove di rammollimento sull'involucro esterno.

Location/Part	Material	Min. Thickness (mm)	Oven Temperature (°C)	Duration (h)	Observation
Enclosure	Plastic	1.1	70	7	Enclosure and insulation remained intact, no openings and no breaks.
Supplementary information:					
--					

La prova della fiamma con ago può essere applicata con diversi gradi di severità infatti, a seconda della funzionalità della parte plastica interessata, il tempo di applicazione della sorgente cambia. Il campione sospende parti in tensione al di sotto dei 4000 W di potenza e per questo motivo la prova viene ripetuta per tre volte sullo stesso punto, tabella 28. Una volta terminata l'applicazione tutte le fiamme devono estinguersi entro i 30 s, mentre lo spessore del campione deve essere inerente a quello presente al di sotto dei terminali.

Tabella 28: prova della fiamma con ago sulle plastiche con grado di severità S.1.

Object/ part No.	Material	Manufacturer/ trademark	Type/ model	Thick ness (mm)	Time (s)	Observation
Enclosur e under terminals	Plastic	SABIC INNOVATIVE PLASTICS US LLC	94Q(f1)	1.1	10	All flames are extinguished within 30 s.
Enclosur e under terminals	Plastic	SABIC INNOVATIVE PLASTICS US LLC	94Q(f1)	1.1	60	All flames are extinguished within 30 s.
Enclosur e under terminals	Plastic	SABIC INNOVATIVE PLASTICS US LLC	94Q(f1)	1.1	120	All flames are extinguished within 30 s.
Supplementary information:						
If there are fire barriers, then it is necessary to apply the test with severity S.2.						

\

La lista dei componenti critici, tabella 29, va compilata solitamente in fase iniziale del Test Report, infatti, avere traccia di ogni singolo elemento con i riferimenti alla propria norma, è utile al tecnico in fase di compilazione della “Check List”, per escludere capitoli ininfluenti ai fini della certificazione.

Un componente certificato secondo uno standard accettato ed inglobato all'interno della CEI EN IEC 62368-1 permette di far risparmiare molto tempo anche al costruttore poiché le prove già effettuate sono state ritenute come peggiorative o equivalenti a quelle da eseguire. La tabella deve contenere i dati tecnici del componente elettronico, non è detto che lo stesso sia utilizzato secondo i suoi valori nominali diventando esso stesso un ostacolo alla sicurezza.

Il modello o il type, insieme al costruttore, deve avere una corrispondenza univoca in fase di ricerca, ovvero, non ci deve essere la possibilità di una mal interpretazione del certificato stesso. Il marchio di conformità viene solitamente riportato all'interno del proprio datasheet o, in caso di circuiti stampati, sul bordo della scheda stessa.

Questo permette al tecnico di recuperare tutte le informazioni utili sul dispositivo; accedendo al sito dell'ente che lo ha emanato è possibile avere un elenco di tutti i certificati contenenti i capitoli ed i limiti rispettati. Le certificazioni disponibili hanno valore legale e contengono una lista di informazioni obbligatorie, tuttavia difficilmente l'organizzazione lascia consultare un certificato di prova poiché contiene informazioni riservate sulle procedure interne adottate.

A causa delle continue interruzioni delle forniture elettroniche il costruttore richiede che alcuni componenti debbano essere intercambiabili, ovvero, viene aggiunta un'ulteriore voce in appendice dove si specifica quali valori e standard debbano essere rispettati dal componente.

Non tutti i componenti possono essere dichiarati intercambiabili, infatti, una lista di questi viene fornita anche al costruttore per evitare problemi; l'elenco completo di dispositivi sostituibili viene fornito dalla IECEE ed è uno dei documenti scaricabili all'interno della piattaforma nell'apposita sezione dello Standard tecnico applicato.

Tabella 29: lista dei componenti critici con i propri marchi di conformità e standard di certificazione.

Object / part No.	Manufacturer/ trademark	Type / model	Technical data	Standard	Mark(s) of conformity ¹⁾
Plastic Enclosure	SABIC INNOVATIVE PLASTICS US LLC	94Q(f1)	Min. thickness 1.1, V-0, 80 °C	UL 796, UL 94	UL E121562
PCB	DONGGUAN BESTCHOICE ELECTRONICS CO., LTD	YX-11	V-0, Min. 130 °C	UL 796, UL 94	UL E302201
Alternative	SHENZHEN QUNHUI ELECTRONICS CO LTD	QH-D	V-0, Min.130°C	UL 796, UL 94	UL E506706
Varistor (RV1)	Shantou High-New Technology Dev. Zone Songtian Enterprise Co., Ltd.	10D471K	Min. 300VAC 85°C	EN 61051-1, EN 61051-2, EN 61051-2-2	VDE 40023049
Alternative	HONGZHI ENTERPRISES LTD	HEL10D4 71K	Min.300V, 85°C	EN 61051-1, EN 61051-2, EN 61051-2-2	VDE 40037512
Fuse resistor (R1)	Dong Guan DEEHO Electronic Co Ltd	FKN-1WS-T52-J- 10R	10R, 1W	UL1412	UL E501735
Alternative	DONGGUAN SAVOL ELECTRON CO., LTD.	FKN-1WS-F-J-10R	10R, 1W	EN 62368-1: 2014+A11:2017 IEC 62368-1: 2014	Tested with appliance
E-Capacitor (CE1, CE2)	DONG GUAN KNSCHA ELECTRONICS CO., LTD.	D6.3L14	-25~+105°C 400V 4.7uF 10000H	EN 62368-1: 2014+A11:2017 IEC 62368-1: 2014	Tested with appliance
Alternative	Shenzhen huarong weiye electronics co., Ltd.	D6.3L14	-25~+105°C 400V M 4.7uF 10000H	EN 62368-1: 2014+A11:2017 IEC 62368-1: 2014	Tested with appliance
X-Capacitor X2 (CX1)	SURETOP TECHNOLOGY Co. Ltd.	MPX	AC275V K 0.047uF, 105°C	EN60384-14	VDE 40034508
Y-Capacitor (CY1)	Shantou High-New Technology Dev. Zone Songtian Enterprise Co., Ltd.	Y1-400VAC-Y5P-221K	400V 220pF 85°C	EN60384-14	VDE 40025754
Relay (K1, K2)	Zhejiang Fanhar Electronics Co., Ltd.	W11-1A2STLE H	10A, 250VAC, 70°C	EN 61810-1	TUV R 50332879
Alternative	SHENZHEN GOLDEN ELECTRICAL APPLIANCES CO., LTD.	GI-1A-5LH	10A, 250VAC, 70°C	EN 61810-1	TUV R5021028

Tabella 29: lista dei componenti critici con i propri marchi di conformità e standard di certificazione.

Object / part No.	Manufacturer/ trademark	Type / model	Technical data	Standard	Mark(s) of conformity ¹⁾
Screen		TJC10803 5GGD TPA2	94.18(W)*69. 7 (L), 3.3VDC	EN 62368-1: 2014+A11:201 7 IEC 62368-1: 2014	Tested with appliance
Transformer (T1) with two different factories.					
Description:	Shenzhen Xinchuang Long Electronic Technology Co., Ltd.	EE10	2.8mH 5V/500mA LP3669A, Class B	EN 62368-1: 2014+A11:201 7 IEC 62368-1: 2014	Tested with appliance
	Dongguan Aeromagnetic Electronics Co., Ltd.	EE10	2.8mH 5V/500mA SN-5V/0.5A, Class B	EN 62368-1: 2014+A11:201 7 IEC 62368-1: 2014	Tested with appliance
Bobbin	ZHEJIANG JIAMIN PLASTIC CO LTD	PF2E6- 985J (GF30+G G2 0)	V-0, 150°C Thickness: Min.0.8mm	UL 796, UL 94	UL E231508
Primary wire	SHANTOU SHENGANG ELECTRICAL INDUSTRIAL CO LTD	2UEW	155°C	UL 1446	UL E239508
Tape	SUZHOU MAILADUONA ELECTRIC MATERIAL CO LTD	JY313#	130°C	UL 510	UL E188295
Secondary wire (Triple wire)	TEAMWORK INTERNATIONA L CORPORATION	TIWW-B	36-18AWG, 130 °C	UL 2353	UL E321186
Varnish	SUZHOU TAIHU ELECTRIC ADVANCED MATERIAL CO LTD	T-4260(a)	MW 28-C, 130°C	UL1446	UL E228349
Supplementary information:					
An asterisk indicates a mark which assures the agreed level of surveillance. The information marked # is provided by the applicant, the laboratory is not responsible for its authenticity and this information can affect the validity of the result in the test report.					

Bibliografia

- [1] IMQ, “L’organigramma del Gruppo IMQ”, 2022, <https://www.imq.it/it/azienda>
- [2] IMQ, “Certificazioni di prodotto”, 2022, <https://www.imq.it/it/certificazioni-di-prodotto>
- [3] IEC, “The IECEE schemes”, 2022, <https://www.iecee.org/about/what-it-is/>
- [4] IEC, “The CB schemes”, 2022, <https://www.iecee.org/about/cb-scheme/>
- [5] IEC, “The IECEE members”, 2022, <https://www.iecee.org/members/overview/>
- [6] IEC, “The IECEE members list”, 2022, <https://www.iecee.org/dyn/www/f?p=106:40:0#>
- [7] IEC, “Testing and certification”, 2022, <https://www.iecee.org/certification/overview/>
- [8] IEC and IECEE, “Testing laboratories list”, 2022, <https://www.iecee.org/dyn/www/f?p=106:42:0>
- [9] CEN, “European Standardization”, 2022, <https://www.cencenelec.eu/european-standardization/european-standards/>
- [10] CEN, “CEN and CENELEC communities”, 2022, <https://www.cencenelec.eu/european-standardization/cen-and-cenelec/>
- [11] Peter E Perkins, “Touch current measurements”, 2017, IEEE Product Safety Engineering Society, https://www.researchgate.net/publication/321836786_Touch_Current_measurement_showing_how_it_works
- [12] Peter E Perkins, “Looking at SMPS development history and the effect on electric shock protection”, 2017, IEEE Product Safety Engineering Society, https://www.researchgate.net/publication/315447762_SMPS_development_history_and_effect_on_ES_protection/link/58d00f23458515b6ed8c4e2a/download
- [13] CEI, “Norme CEI”, 2022, <https://www.ceinorme.it/il-cei/>
- [14] CEI, “CEI EN 62368-1”, 2020, <https://ceimagazine.ceinorme.it/ceifocus/cei-en-62368-1/>

\

[15] IEC, “62368-1 Standard”, 2010, https://ulstandards.ul.com/wp-content/uploads/2021/02/iec62368-1_draft_4b.pdf

[16] IEC, “60695-10-2 Standard - Ball pressure test method”, 2014,
<https://webstore.iec.ch/publication/2935>

[17] IEC, “60990 Standard- Methods of measurement of touch current and protective conductor current”,
2016, <https://webstore.iec.ch/publication/24992>

[18] IEC, “60695-11-5 Standard – Needle flame test method”, 2016,
<https://webstore.iec.ch/publication/59552>

[19] IEC, “60417 Standard – Graphical symbols”, 2002, <https://webstore.iec.ch/publication/2098>

[20] IEC, “62368-1 Standard – Audio/video, information and communication technology equipment”,
2014, https://ulstandards.ul.com/wp-content/uploads/2021/02/iec62368-1_draft_4b.pdf