



Bruno Orsini (orsinibruno)

IL QUADRO ELETTRICO E LA NUOVA NORMA CEI EN 61439

30 March 2014

Premessa

Mancano ormai pochi mesi al primo novembre 2014, data in cui sarà definitivamente abrogata, per i quadri elettrici di bassa tensione la norma CEI EN 60439-1, sostituita dalla nuova CEI EN 61439-1 e 61439-2. Con queste nuove norme è stata completamente cambiata la struttura della normativa quadri, infatti con la vecchia struttura della 60439 ogni sottonorma è totalmente autonoma, ad esempio per realizzare un quadro di cantiere è sufficiente rispettare la 60439-4 che comprende anche le specifiche generali; con la nuova struttura 61439 invece, la CEI EN 61439-1 viene ad assumere una posizione "madre" che detta esclusivamente le regole generali da considerarsi come norme di riferimento per tutte quelle successive "figlie" relative ad una particolare tipologia di quadro. Questo significa che per la rispondenza alle norme di un quadro elettrico occorreranno almeno due norme; la CEI EN 61439-1 più una delle successive relative alla tipologia del quadro elettrico da realizzare, ad esempio CEI EN 61439-2 per i quadri di potenza. La nuova norma CEI EN 61439 è strutturata come segue:

- 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.

Il quadro elettrico

La nuova serie di norme 61439 considera il quadro come un componente elettrico più o meno complesso composto da:

- **parti meccaniche** costituiscono un contenitore denominato involucro con la funzione di supporto e protezione di tutte le apparecchiature contenute al suo interno, figura 1;
- **equipaggiamento elettrico** costituito dalle apparecchiature interne di comando e/o di protezione e/o di manovra e/o di controllo con i relativi collegamenti e le morsettiere di ingresso e di uscita, figura 2;
- **segregazioni** sono suddivisioni interne mediante diaframmi o barriere isolanti, opportunamente classificate dalla norma in sette forme (1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b) figura 3, che consentono di effettuare interventi su una parte del quadro mantenendo in tensione le parti adiacenti oppure realizzano un'adeguata protezione da eventuali archi interni dovuti al cedimento dell'isolante.



Fig.1



Fig.2

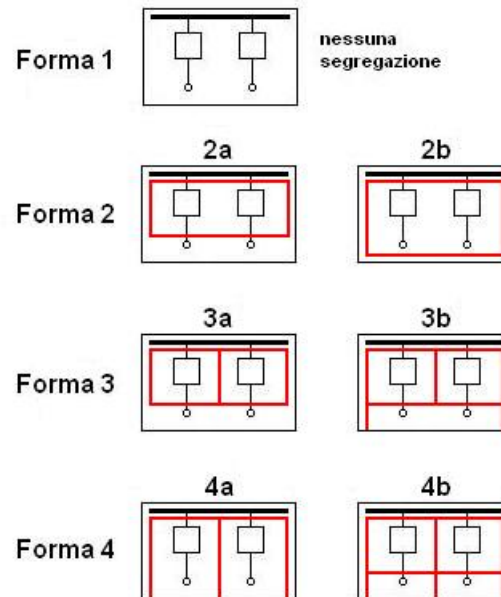


Fig.3

In pratica il quadro è un componente elettrico che svolge i compiti di comando, manovra, controllo e protezione al quale è affidata la funzione di interfaccia tra il punto di consegna del Distributore nazionale e l'intero impianto elettrico utilizzatore.

Per tensioni alternate fino a 1000 V e tensioni continue fino a 1500 V, la norma 61439-1 definisce diverse categorie di quadri in funzione dei seguenti fattori:

1. Tipologia costruttiva:

- **Quadro chiuso** costituito da un involucro totalmente protetto su tutti i lati dai contatti diretti con grado di protezione minimo IPXXB, deve essere utilizzato per installazioni in ambienti ordinari;
- **Quadro aperto** costituito da un involucro senza protezione frontale con possibilità di accesso a parti in tensione, può essere utilizzato solo in luoghi dove è consentito l'accesso a personale abilitato a lavori elettrici.

2. Tipologia dell'involucro:

- **Quadro ad armadio o a colonna** sono costituiti da involucri in lamiera di acciaio strutturati in modo da permettere l'affiancabilità di più armadi, sono generalmente realizzati in due altezze 1400 e 2000 mm e due larghezze 600 e 850 mm; con questa tipologia è possibile realizzare strutture di grandi dimensioni per ottenere quadri di elevate potenze;
- **Quadro a banco** utilizzato per il comando e la protezione di macchine o di grandi impianti industriali;
- **Quadro a cassetta** utilizzato per la distribuzione primaria in grandi impianti industriali o per la distribuzione dell'energia da parte del Distributore nazionale;

3. Tipologia di installazione:

- **Quadro per interno** utilizzato in locali chiusi, la norma 61439-1 specifica con apposita tabella i valori di umidità relativa, temperatura dell'aria, altitudine sul livello del mare;
- **Quadro per esterno** utilizzato in ambienti aperti, la norma 61439-1 specifica con apposita tabella i valori di umidità relativa, temperatura dell'aria, altitudine sul livello del mare;
- **Quadro fisso** utilizzato in una posizione fissa senza possibilità di essere spostato, in genere con apposita staffatura a pavimento o a parete;
- **Quadro mobile** realizzato in modo da poter essere spostato rapidamente da un luogo ad un altro;

4. Tipologia di utilizzo relativa alla destinazione d'uso:

- **Quadri principali di distribuzione** (Power Center) sono quelli installati subito dopo i trasformatori MT/BT nelle cabine di trasformazione o di eventuali generatori, rappresentano il primo livello della distribuzione in bassa tensione e devono garantire la massima sicurezza del personale addetto alla conduzione e alla manutenzione e soprattutto la massima continuità di servizio; in genere sono realizzati con involucri metallici a colonna particolarmente rinforzati e fissati a pavimento in modo tale da garantire una elevata resistenza alle forti sollecitazioni elettromeccaniche;
- **Quadri secondari di distribuzione** sono quelli installati presso l'utenza in genere nelle immediate vicinanze del contatore di energia, rappresentano il secondo livello della distribuzione in bassa tensione; possono essere realizzati in armadio a pavimento o a parete o incassati nella muratura in funzione del numero delle apparecchiature contenute e della corrente di impiego I_B , sono costituiti da un ingresso e varie linee di uscita;
- **Quadri di comando motori MCC** (Motor Control Center) in genere sono realizzati in materiale metallico e contengono tutte quelle apparecchiature di protezione, manovra e ausiliarie di comando e controllo di ogni singolo motore;
- **Quadri di comando e misura** sono realizzati in armadi in genere a consolle e contengono tutte quelle apparecchiature necessarie al controllo e al comando degli impianti e processi industriali, necessitano della presenza continua di personale specializzato;
- **Quadri a bordo macchina** contengono tutte quelle apparecchiature destinate unicamente alla protezione, al comando e al controllo di macchinari industriali, possono essere realizzati sia ad armadio a pavimento o a consolle di comando, sia direttamente posizionati nel telaio delle macchine da controllare e proteggere;
- **Quadri per cantiere** sono quelli realizzati ed installati in forma temporanea presso luoghi di lavoro quali cantieri edili e sono di tipo mobile;
- **Quadri per applicazioni speciali** son realizzati in diverse forme metalliche e plastiche e possono contenere diverse tipologie di apparecchiature, rientrano in questa categoria i quadri per illuminazione stradale, per sale operatorie, per campeggi, per cassette di distribuzione in cavo, per rifasamento.

Con il passare degli anni, a livello normativo, il quadro elettrico ha gradualmente abbandonato la sua funzione di semplice contenitore di apparecchiature di comando e protezione fino ad assumere attualmente oltre a quella di contenitore anche quella di un vero e proprio **sistema** costituito da diverse apparecchiature e dalla loro interconnessione al fine di rendere attuabili tutte le necessità di comando, protezione e controllo dell'impianto al quale è asservito.

La nuova struttura CEI EN 61439

Della nuova struttura normativa relativa ai quadri elettrici, le prime norme già pubblicate che entreranno definitivamente in vigore dal 1 novembre 2014 abrogando la precedente 60439-1 saranno:

- **CEI EN 61439-1** è la norma base che deve accompagnare tutte le sottonorme della famiglia 61439 che fino ad oggi sono 5 come mostrato in figura 4. Questa norma prescrive le prestazioni generali per tutti i tipi di quadri progettati, costruiti e verificati sia in quantità singola che standardizzati e costruiti in serie; possono essere richiesti requisiti generali supplementari per quadri elettrici per uso navale, per uso ferroviario, per uso in atmosfere esplosive;

- **CEI EN 61439-2** definisce i requisiti di sezionamento, protezione e comando dei quadri di potenza PSC Assemblies (Power Switchgear Controlgear) con tensione nominale ≤ 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

Le altre sottonorme 61439-3, 61439-4, 61439-5, 61439-6 attualmente sono state previste e pianificate e saranno definitivamente rese disponibili entro il 2015.

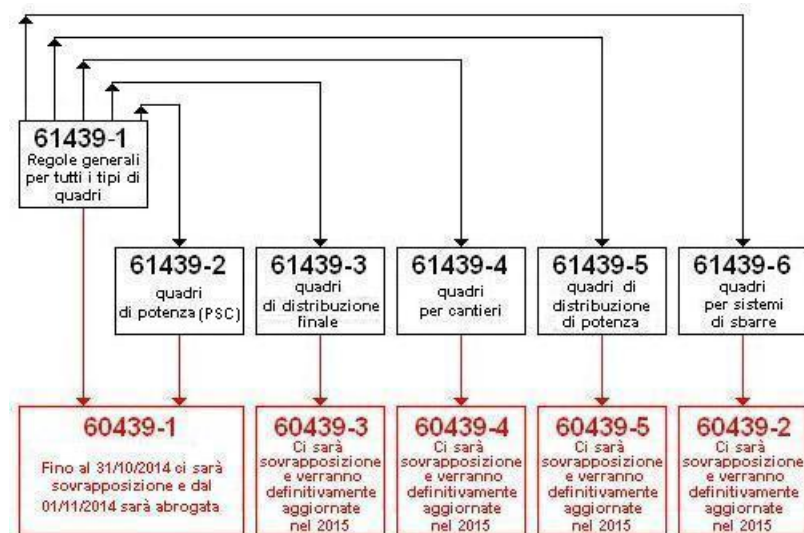


Fig.4

Non rientrano nel campo di applicazione della CEI EN 61439 i quadri per uso domestico e similare per correnti nominali fino a 125 A, per i quali restano valide le norme:

- CEI 23-48("Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per uso domestico e similare. Prescrizioni generali");
- CEI 23-49 "Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per uso domestico e similare. Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione e apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile".
- CEI 23-51("Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare");

Queste norme hanno però validità solo in Italia; se un quadro per uso domestico deve essere commercializzato in Europa deve rispettare anche le prescrizioni della CEI EN 61439-1 più CEI EN 61439-X. La nuova norma CEI EN 61439-1 si applica indistintamente a tutti i quadri compresi quelli a bordo macchina per i quali deve essere rispettata la norma CEI EN 61439-1 più la CEI EN 60204 come norma relativa alla tipologia di quadro. La conformità alla nuova normativa 61439 è ritenuta sufficiente per la marcatura CE e la libera circolazione del quadro in tutti i paesi dell'Unione Europea.

Le principali prescrizioni della norma CEI EN 61439

Un quadro è ritenuto conforme alla nuova norma CEI EN 61439-1 se risponde ad almeno una delle seguenti procedure:

- **Verifiche attraverso prove di laboratorio** effettuate su prototipi o su parti e componenti del quadro, per mezzo delle quali si devono ottenere i risultati prescritti dalla norma stessa; questo tipo di prova è equivalente alla prova di tipo prescritta dalla CEI EN 60439-1;
- **Verifiche attraverso calcoli ed elaborazioni** in funzione di particolari algoritmi forniti dalla norma stessa applicati ad un quadro prototipo o su parti e componenti;
- **Verifiche attraverso regole di progetto** utilizzando analisi con dati progettuali indipendenti dalle prove e dipendenti da elaborazioni matematiche.

Con apposita tabella D1 dell'appendice D la norma 61439-1 elenca, sulla base di 12 tipi di caratteristiche da verificare, quali delle tre procedure si possono utilizzare per la verifica del quadro e dei suoi componenti, come riportato in tabella 1.

N°	Tipo	Caratteristica che deve essere sottoposta a verifica	Prove	Calcoli	Progetto
1	Robustezza dei materiali e delle parti del quadro proprietà dei materiali isolanti	Resistenza alla corrosione	SI	NO	NO
		Stabilità termica	SI	NO	NO
		Resistenza dei materiali isolanti al calore normale	SI	NO	NO
		Resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco che si verifica per effetti interni di natura elettrica	SI	NO	NO
		Resistenza alla radiazione ultravioletto (UV)	SI	NO	NO
		Sollevamento	SI	NO	NO
		Impatto meccanico	SI	NO	NO
		Marcatura	SI	NO	NO
2		Grado di protezione degli involucri	SI	NO	SI
3		Distanze d'isolamento in aria e superficiali	SI	SI	SI
4	Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione	Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del quadro ed il circuito di protezione	SI	NO	NO
		Continuità del quadro per guasti esterni	SI	SI	SI
5		Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	NO	NO	SI
6		Circuiti elettrici interni e collegamenti	NO	NO	SI
7		Terminali per conduttori esterni	NO	NO	SI
8	Proprietà elettriche	Tensione di tenuta a frequenza industriale	SI	NO	NO
		Tensione di tenuta ad impulso	SI	NO	SI
9		Limiti di sovratemperatura	SI	SI	SI
10		Tenuta al cortocircuito	SI	SI	SI
11		Compatibilità elettromagnetica (EMC)	SI	NO	SI
12		Funzionamento meccanico	SI	NO	NO

Tabella 1

Dal primo novembre 2014 vengono definitivamente abbandonate le vecchie definizioni AS e ANS ed inizia una nuova concezione analitico sperimentale e progettuale di quadro elettrico strettamente dipendente dalle seguenti figure che possono essere anche differenti:

- **il costruttore originale (original manufacturer)** ovvero l'organizzazione che ha eseguito il progetto, la realizzazione e la verifica in accordo con le specifiche norme 61439-1 e 61439-X di tutti quei componenti meccanici ed elettrici facenti parte di una famiglia di quadri, in pratica chi propone **un sistema di quadri** ovvero una gamma completa di componenti meccanici, elettrici ed elettronici opportunamente verificati e descritti attraverso un dettagliato **catalogo illustrativo** nel quale deve essere compreso anche un dettagliato manuale d'uso e manutenzione con eventuali condizioni particolari per l'installazione;
- **il costruttore del quadro (assembly manufacturer)** ovvero l'organizzazione responsabile del quadro finito, in pratica chi assembla, collauda e targhetta il quadro.

Il costruttore deve apporre sul quadro, in modo ben visibile, indelebile e soprattutto leggibile un'apposita targa con le seguenti specifiche:

- (1) **il nome o la ragione sociale** del costruttore ovvero l'organizzazione che risponde legalmente del quadro;
- (2) **la data** di costruzione;
- (3) **la matricola** o altro codice di individuazione inequivocabile;
- (4) **la Norma di riferimento** (61439-1 + 61439-X).

La nuova norma 61439 si basa sul presupposto che la realizzazione di un quadro elettrico non è limitata al solo progettista dell'impianto elettrico a cui il quadro è asservito, ma consiste soprattutto nella scelta ed il dimensionamento di tutti i componenti meccanici ed elettrici ai fini della sicurezza e del dimensionamento dell'involucro per una corretta valutazione della sovratemperatura interna; ecco perché la norma specifica la suddivisione dei compiti fra costruttore originale e costruttore del quadro come schematizzato in figura 5; in particolare se il costruttore del quadro durante le operazioni di assemblaggio rispetta scrupolosamente lo schema realizzato dal progettista dell'impianto elettrico individuando nel catalogo del costruttore originale un sistema di quadro tecnicamente equivalente o con caratteristiche maggiori, realizza la conformità senza dover effettuare alcuna prova o calcolo, in questo caso le prove individuali consistono unicamente nell'accertare eventuali errori o difetti di cablaggio, la verifica della resistenza d'isolamento del cablaggio e la prova di tensione applicata a 50 Hz, la verifica dei serraggi dei morsetti e sistemi di barre tramite chiave dinamometrica; se invece non si attiene alle istruzioni del costruttore originale, è obbligato ad eseguire le prove di verifica meccanica ed elettrica sulla configurazione derivata come indicato in Tabella1, e se apporta modifiche non previste dal costruttore originale deve richiedere apposita autorizzazione. A conclusione dei lavori il costruttore del quadro deve redigere il fascicolo tecnico (schema elettrico, caratteristiche elettriche e meccaniche, descrizione dei circuiti e dei materiali, ecc.) unicamente al rapporto di prova individuale; per questi documenti (rapporto di prova e fascicolo tecnico) la norma prescrive solo l'obbligo di conservazione per almeno 10 anni e non quello di consegna al cliente. In assenza di particolari accordi scritti, il costruttore del quadro è tenuto a consegnare al committente solo la seguente documentazione:

- descrizione tecnica del quadro;
- schema elettrico;
- vista del fronte quadro;
- descrizione con numerazione dei collegamenti delle morsettiere;

- verbale di collaudo;
- dichiarazione di conformità del quadro alla norma CEI EN 61439-1 e 61439-X.

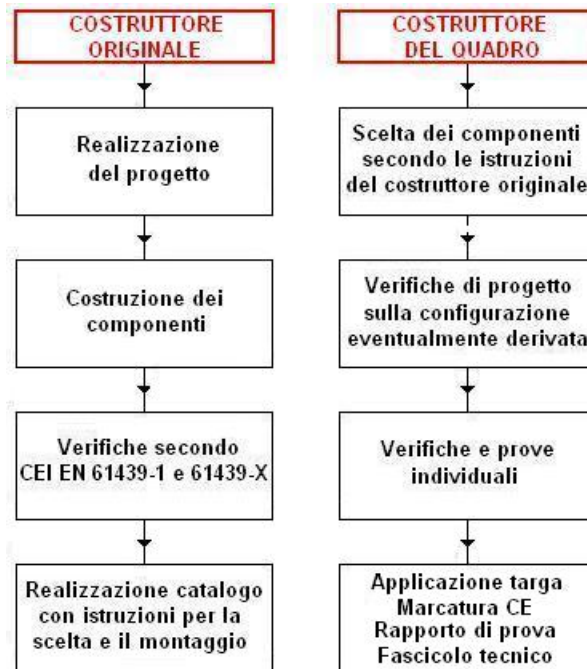


Fig.5

Molto importante è il fascicolo tecnico che deve essere redatto dal costruttore del quadro e deve riportare le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale di impiego U_e ;
- tensione nominale U_n ;
- tensione nominale di isolamento U_i ;
- tensione nominale di tenuta ad impulso U_{imp} ;
- corrente nominale di cortocircuito condizionata I_{cc} ;
- corrente nominale I_n ;
- corrente ammissibile di breve durata I_{cw} ;
- corrente nominale per ogni circuito I_{nc} ;

- corrente ammissibile di picco I_{pk} ;
- frequenza nominale f_n ;
- fattori nominali di contemporaneità;
- grado di inquinamento;
- grado di protezione;
- grado di protezione all'impatto meccanico;
- tipologia di installazione: interno o esterno;
- tipologia di installazione: fisso o mobile;
- tipologia di utilizzo: PEI o PEC;
- condizioni speciali di utilizzo.

Per quanto riguarda le condizioni ambientali la norma 61439-1 prescrive:

- relativamente alla temperatura dell'aria: per i quadri da interno valori di temperatura da -5°C a $+40^{\circ}\text{C}$; per i quadri da esterno valori di temperatura da -25°C a $+40^{\circ}\text{C}$; per la temperatura media ambiente un valore di 35°C ;
- relativamente all'umidità relativa: per i quadri da interno 50% (40°C); per i quadri da esterno $\leq 100\%$ (25°C);
- relativamente all'altitudine sul livello del mare: per i quadri da interno e da esterno ≤ 2000 m, per installazioni ad altitudini superiori a 2000 m è necessario tenere in considerazione l'effetto di raffreddamento dell'aria, la riduzione della rigidità dielettrica e la capacità di interruzione delle apparecchiature.

In aggiunta ai valori di temperatura e di umidità, la norma 61439-1 definisce quattro gradi di inquinamento riferito all'ambiente nel quale dovrà essere installato il quadro:

- **grado di inquinamento 1**, ambiente con inquinamento secco non conduttore in pratica assolutamente ininfluenza, ad esempio locali medici o alimentari;
- **grado di inquinamento 2**, ambiente con inquinamento non conduttore è ammessa una conduttività temporanea dovuta alla presenza di condensa, ad esempio locali domestici;
- **grado di inquinamento 3**, ambiente con inquinamento dovuto a polvere conduttrice, ad esempio ambienti industriali;

· **grado di inquinamento 4**, ambiente con inquinamento persistente dovuto a polvere conduttrice o pioggia, ad esempio industria petrolchimica.

In relazione al grado di protezione IP la norma 61439 stabilisce un grado minimo IP2X mentre per la parte frontale e posteriore del quadro un grado minimo IPXXB; nel caso di quadri per impiego esterno la seconda cifra non deve essere inferiore a 3 (IP23, IPX3B).

Relativamente alla logistica del quadro, la norma 61439, per gli organi di comando e interruzione di emergenza prescrive l'installazione in una zona tra 0,8 e 1,6 m dalla base del quadro, mentre gli strumenti indicatori devono essere collocati nella zona sopra la base del quadro, compresa tra 0,2 e 2,2 m. Per le barriere orizzontali poste ad un'altezza minore di 1,6 m è prescritto il grado di protezione IPXXD. Tutte le aperture per l'entrata dei cavi di collegamento devono rispettare i valori minimi di protezione IP previsti dalla norma, per questo motivo è tassativo l'utilizzo di elementi e sistemi previsti dal costruttore originale del quadro. Nell'eventualità di installazione sullo sportello frontale o su quelli laterali di interruttori di manovra e/o strumenti di misura e/o lampade di segnalazione, è necessario che il grado di protezione non sia inferiore a quello dell'involucro, se questo non si verifica il quadro deve essere considerato con un grado di protezione pari a quello del componente con grado IP più basso.

Le norme 61439, in particolare quella relativa alla tipologia del quadro (61439-2), forniscono le prescrizioni che riguardano la possibilità di accedere alle parti del quadro da parte di personale addetto alla manutenzione riportando in apposito allegato i livelli di accessibilità; il livello di accessibilità più basso è quello che deve garantire operazioni di comando e ripristino interruttori o sostituzione di componenti comuni, quello di accessibilità massima è quello che deve permettere la sostituzione o l'aggiunta di ulteriori apparecchiature di comando e controllo senza la necessità di togliere tensione.

La nuova norma 61439 non prevede particolari conoscenze e titoli specifici per progettare e costruire quadri elettrici, questo perché il quadro elettrico è considerato come un'apparecchiatura più o meno complessa facente parte dell'impianto e come tale deve rispettare la regola dell'arte come un qualsiasi altro apparecchio elettrico.

Nel caso il quadro finito superi il peso di 30 kg, deve essere cura del costruttore finale porre in essere tutte quelle operazioni relative a garantire una movimentazione sicura. La norma 61439, a tale proposito, prevede una specifica prova di verifica di laboratorio relativa al sollevamento del quadro; infatti il quadro finito deve poter essere trasportato e movimentato senza eccessive difficoltà e soprattutto in piena sicurezza; a questo proposito è compito del costruttore originale descrivere nel catalogo del sistema di quadri tutte le operazioni necessarie per la movimentazione, il trasporto e l'installazione finale del quadro da parte del costruttore finale.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Orsinibruno:il-quadro-elettrico-e-la-nuova-norma-cei-en-61439>"