

*Progetto*

**C. 1131**

*Data Scadenza Inchiesta*

**07-07-2014**

*Data Pubblicazione*

**2014-...**

*Classificazione*

**96-....**

*Titolo*

**Misura del rendimento per regolatori di tensione centralizzati per applicazioni illuminotecniche**

*Title*



CEI COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

AEIT FEDERAZIONE ITALIANA DI ELETTROTECNICA, ELETTRONICA, AUTOMAZIONE, INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI

CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

## **Misura del rendimento per regolatori di tensione centralizzati per applicazioni illuminotecniche**

### **Introduzione**

La regolazione del flusso luminoso è una soluzione adottata negli impianti per adeguare la quantità di luce necessaria alle condizioni di traffico e/o di utilizzo delle aree esterne in accordo alle normative vigenti. Una regolazione correttamente progettata consente, a fronte di una fornitura di livelli illuminotecnici in linea con le reali necessità dell'area interessata, di ottenere un notevole risparmio energetico. I regolatori di tensione centralizzati che sono utilizzati per questo scopo, offrono possibilità di risparmio energetico a seguito della regolazione, pur inserendo delle perdite dovute all'autoconsumo interno. Ne deriva che la valutazione del rendimento di questi dispositivi è un elemento da tenere in considerazione nelle valutazioni di risparmio energetico.

### **1 Campo di applicazione**

La presente Norma definisce i metodi di misura per la determinazione del rendimento dei regolatori di tensione centralizzati per applicazioni illuminotecniche rientranti nello scopo della Norma IEC 61558-2-26, in grado di regolare la tensione di uscita e permettere la regolazione del flusso luminoso emesso da più apparecchi di illuminazione.

Questa Norma può essere utilizzata anche per regolatori di tensione che utilizzano tecnologie differenti dai trasformatori se concordato tra cliente e fornitore.

Oltre alla misura di rendimento alle condizioni nominali, la presente Norma definisce le modalità di misura del rendimento in differenti livelli funzionali del regolatore di tensione utili al calcolo del possibile risparmio energetico conseguibile. Questa Norma specifica quindi il metodo di misura del rendimento, uno dei parametri utili al calcolo del possibile risparmio energetico conseguibile con l'utilizzo di questi dispositivi. Le prove descritte nella presente Norma sono prove di tipo.

NOTA La presente Norma non contiene informazioni per la valutazione di ogni singolo prodotto durante il processo di produzione.

Essa specifica il metodo di misura per la potenza assorbita, per la potenza resa e il metodo di calcolo del rendimento del regolatore di tensione centralizzato.

NOTA Metodi di prova alternativi potrebbero essere utilizzati purché sia dimostrato che i risultati ottenuti siano equivalenti a quelli ottenuti dalla presente Norma, previo accordo tra cliente e fornitore. In caso di dubbio il metodo di riferimento deve essere quello descritto in questa Norma.

Questa Norma non si applica a:

- regolatori di flusso punto-punto che modificano i parametri elettrici in ogni singolo apparecchio di illuminazione
- dispositivi di regolazione che regolano parametri differenti dalla tensione di alimentazione degli apparecchi di illuminazione installati a valle del regolatore.
- unità di alimentazione di lampada (coperti dalle Norme IEC della serie 62442)
- dispositivi di regolazione per applicazioni differenti dall'illuminazione.

## 2 Riferimenti normativi

- CEI EN 61558-2-26:2014 Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e loro combinazioni – Parte 2-26: Prescrizioni particolari e prove per trasformatori e unità di alimentazione per il risparmio energetico e altre applicazioni
- Guida IEC 115 ed. 2007 - Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electrotechnical sector

## 3 Definizioni

### 3.1

#### **livello di uscita**

livello espresso come tensione o potenza, che alimenta il carico e assicura che tutti i dispositivi collegati continuino a funzionare adeguatamente, assegnato dal costruttore ed espresso in volt o come percentuale della potenza nominale.

NOTA Quando la stabilizzazione della tensione e la riduzione di potenza si ottengono regolando la tensione, il livello di uscita viene espresso in Volt. Negli altri casi, il livello di uscita è espresso come percentuale della potenza nominale.

[definizione 3.5.7.102 della Norma CEI EN 61558-2-26]

### 3.2

#### **livello di uscita nominale**

livello di uscita assegnato dal costruttore per alimentare il carico con la sua tensione nominale e il 100% della potenza

[definizione 3.5.7.102.1 della Norma CEI EN 61558-2-26]

### 3.3

#### **minimo livello di uscita**

livello di uscita assegnato dal costruttore per assicurare che tutti i dispositivi collegati continuino a funzionare adeguatamente

[definizione 3.5.7.102.3 della Norma CEI EN 61558-2-26]

### 3.4

#### **$P_{tot.}$**

è la potenza misurata in ingresso (in Watt)

### 3.5

#### **$P_{Load}$**

è la potenza misurata in uscita dal regolatore (potenza dissipata dal carico in Watt)

### 3.6

#### **$\eta_{LNCN}$**

rendimento al livello nominale di uscita con il carico nominale

### 3.7

#### **$\eta_{LNCR}$**

rendimento al livello nominale di uscita con il carico ridotto

### 3.8

#### **$\eta_{LMCN}$**

rendimento al minimo livello di uscita e con il carico nominale

### 3.9

#### **$\eta_{LxCy}$**

rendimento al livello di uscita X e con il carico Y

NOTA X e Y stanno ad indicare un livello di uscita (X) e la percentuale di carico (Y) concordati tra acquirente e fornitore

## **4 Generalità**

### **4.1 Applicabilità**

I metodi di misura dei parametri elettrici indicati in questa Norma possono essere utilizzati solo per la determinazione del rendimento dei regolatori di tensione centralizzati per applicazioni illuminotecniche regolati in tensione o potenza.

### **4.2 Generalità sulle prove**

Le misure devono essere effettuate nelle condizioni descritte nell'Allegato A.

### **4.3 Incertezza di misura**

L'incertezza di misura deve essere valutata in accordo con la guida IEC 115 applicando il metodo "accuracy method" (articolo 4.4.3 – procedura 2)).

L'utilizzo di metodi alternativi per la valutazione dell'incertezza (ad. esempio in conformità al documento ENV 13005 EA-4/02 - procedura 1 della guida IEC 115) può essere utilizzato. In questo caso il rapporto di prova deve riportare il metodo utilizzati e le valutazioni effettuate.

### **4.4 Incertezza degli strumenti di misura**

Per le misure devono essere utilizzati strumenti di misura sottoposti a taratura periodica con tracciabilità della calibrazione. Per le misure nello scopo di questa Norma devono essere utilizzati strumenti con i seguenti valori di accuratezza sulla lettura:

tensione: max 0,5 %

corrente: max 0,5 %

potenza: max 0,5 %

frequenza: max 0,1 %

Per le misure di potenza si deve tenere conto degli autoconsumi degli strumenti amperometrici e voltmetrici e i pertinenti valori vanno utilizzati per correggere le letture degli strumenti

Al fine di ridurre l'errore della misura del rendimento, il laboratorio di prova deve mettere in atto una delle seguenti condizioni:

- Effettuare misure di potenza in ingresso e in uscita con il medesimo wattmetro: in questo caso, venendo a mancare la contemporaneità delle letture  $P_{tot}$  e  $P_{load}$ , è necessario tenere sotto stretto controllo i parametri di alimentazione e di carico che devono essere stabili. Può essere necessario effettuare più letture per ciascuna misura e fare una media al fine di ridurre l'influenza di eventuali misure fatte in condizioni non stabili.
- Effettuare misure con due wattmetri e ripetere le misure a wattmetri invertiti. In questo caso l'errore di ciascun strumento viene mediato facendo il calcolo del rendimento medio trovato nelle due letture.

In ogni caso lo scostamento tra le letture non deve differire di oltre lo 0,2%.

### **4.5 Selezione degli esemplari da sottoporre a misura**

Le prescrizioni in questa Norma sono basate sulle prove da effettuare su un esemplare per prove di tipo fornito dal costruttore per questo scopo. L'esemplare deve consistere in un campione avente le caratteristiche tipiche della produzione del fabbricante ed essere il più vicino possibile ai valori medi di tolleranza di produzione.

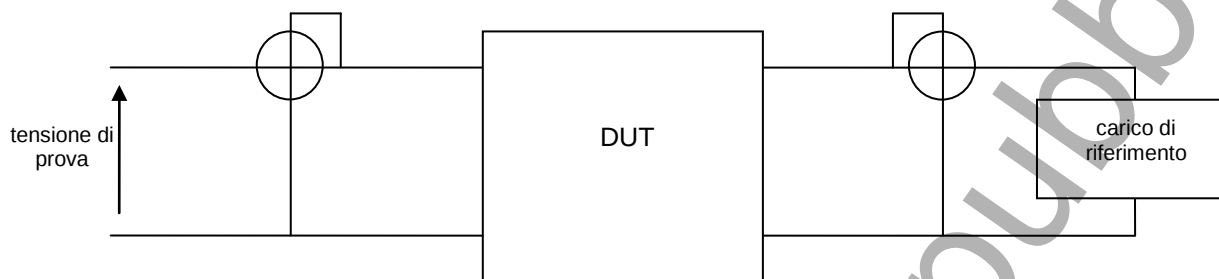
### **4.6 Numero di esemplari da sottoporre a prova**

Un esemplare è sottoposto alle prove prescritte.

## 5 Metodo di misura delle potenze in entrata e in uscita dai regolatori di tensione e calcolo del rendimento.

### 5.1 Metodo di misura

La Figura 1 descrive il circuito di misura per la potenza in ingresso e in uscita dal regolatore (DUT = Device Under Test = esemplare in prova).



**Figura 1: Circuito di misura per regolatori di tensione**

Le misure sono effettuate con wattmetri collegati per misurare la potenza totale assorbita dal circuito e la potenza in uscita dal regolatore di tensione centralizzato.

Il valore della potenza totale del circuito ( $P_{tot}$ ) è misurata quando il DUT è in condizioni di regime termico. La temperatura non deve differire di 1 K per ogni ora.

La tensione di prova del circuito è regolata al valore di prova prescritto durante tutto il periodo di stabilizzazione e il regolatore di tensione è regolato in modo da fornire il livello funzionale previsto per la prova.

Dispositivi per il raffreddamento della macchina (es. ventilatori) devono essere in funzione nelle condizioni di massimo assorbimento solo durante la sequenza di prove di cui in 5.2. Nelle altre condizioni (da 5.3 a 5.5), nel caso in cui i dispositivi di raffreddamento intervengono in maniera ciclica durante la prova, le misure devono essere effettuate immediatamente dopo l'intervento dei dispositivi di raffreddamento.

Durante la prova non devono essere alimentati quei circuiti ausiliari non necessari al funzionamento ordinario del dispositivo. Qualora l'apparecchiatura abbia un sistema di telecomando, quest'ultimo deve essere scollegato (ove possibile). Le condizioni di prova relativamente ai circuiti ausiliari, devono essere specificate nel rapporto delle prove effettuate.

### 5.2 Sequenza di misura per il valore di rendimento $\eta_{LNCN}$ del regolatore di tensione

- 1) collegare il DUT in accordo alla figura 1 con un carico di riferimento come descritto in A.4 a)
- 2) alimentare il circuito con una tensione di prova pari 1,1 il valore di tensione di alimentazione nominale
- 3) Impostare il regolatore di tensione per fornire il livello nominale di uscita
- 4) Attendere l'equilibrio termico
- 5) Misurare la potenza in ingresso e in uscita dal dispositivo.

La sequenza di misura deve essere ripetuta con una tensione di prova pari a 0,9 il valore di tensione nominale.

Il valore di rendimento per ogni singola prova è calcolato con la seguente formula:

$$\eta = \frac{P_{Load}}{P_{tot}}$$

Il valore di rendimento  $\eta_{LNCN}$  è dato dalla media aritmetica dei due valori trovati ai due differenti livelli di tensione di prova

### 5.3 Sequenza di misura per il valore di rendimento $\eta_{LMCN}$ del regolatore di tensione

Le prove e la sequenza di cui in 5.2 devono essere ripetute, ma con il regolatore impostato per fornire il minimo livello di uscita

Il valore di rendimento  $\eta_{LMCN}$  è dato dalla media aritmetica dei due valori trovati ai due differenti livelli di tensione di prova

### 5.4 Sequenza di misura per il valore di rendimento $\eta_{LNCR}$ del regolatore di tensione

Le prove e la sequenza di cui in 5.2 devono essere ripetute, ma con un carico di riferimento come descritto in A.4 b)

Il valore di rendimento  $\eta_{LNCR}$  è dato dalla media aritmetica dei due valori trovati ai due differenti livelli di tensione di prova

### 5.5 Sequenza di misura per il valore di rendimento $\eta_{LxCy}$ del regolatore di tensione (opzionale previo accordo tra costruttore e fornitore)

Le prove e la sequenza di cui in 5.2 devono essere ripetute, ma con un carico di riferimento come descritto in A.4 c) ed il regolatore impostato per fornire il livello di uscita "x" concordato tra costruttore e fornitore

Il valore di rendimento  $\eta_{LxCy}$  è dato dalla media aritmetica dei due valori trovati ai due differenti livelli di tensione di prova

## 6 Conformità

I valori di rendimento  $\eta_{LNCN}$ ;  $\eta_{LMCN}$ ;  $\eta_{LNCR}$  e  $\eta_{LxCy}$  (opzionale) determinati con le modalità di prova di cui alla sezione 5, sono considerati conformi se i valori misurati non sono inferiori ai valori dichiarati dal costruttore

## **Allegato A** (normativo)

### **Condizioni di misura**

#### **A.1 Temperatura ambiente e camera di prova**

- A.1.1** Le misure devono essere effettuate in una camera priva di correnti d'aria e ad una temperatura ambiente compresa tra 20 °C e 27 °C.
- A.1.2** Il regolatore di tensione deve essere installato come nelle reali condizioni di utilizzo e seguendo le indicazioni e le limitazioni di impiego del fabbricante.

#### **A.2 Tensione e frequenza di alimentazione**

##### **A.2.1 Tensione e frequenza di prova**

Il regolatore di tensione da sottoporre a prova deve funzionare alla tensione di alimentazione nominale prevista per ogni singola prova.

##### **A.2.2 Stabilità della tensione e della frequenza di alimentazione**

Se non diversamente specificato, la tensione di alimentazione e la frequenza devono essere mantenute costanti durante la misura a meno di  $\pm 0,5$  %.

##### **A.2.3 Forma d'onda della tensione di alimentazione**

Il contenuto di distorsione armonica totale della tensione quando si alimenta l'esemplare in prova non deve eccedere il 3%; il contenuto armonico è definito come la media quadratica (r.m.s.) della somma delle componenti individuali utilizzando come valore fondamentale 100%.

Il rapporto tra il valore di picco ed il valore r.m.s. della tensione di alimentazione (fattore di cresta) deve essere compreso tra 1,34 e 1,49

#### **A.3 Caratteristiche degli strumenti di misura**

##### **A.3.1 Misure del valore efficace**

Gli strumenti devono essere sostanzialmente esenti da errori dovuti alla distorsione della forma d'onda e devono essere adeguati alle frequenze di funzionamento.

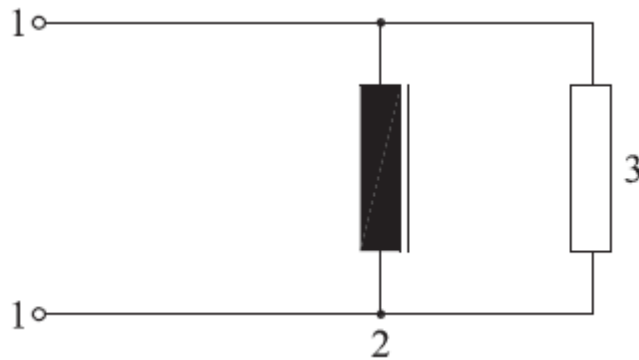
#### **A.4 Carico di riferimento**

Il carico di riferimento per simulare l'apparecchio di illuminazione deve essere ottenuto come indicato in Figura 2.

I valori di resistenza e di induttanza devono essere scelti nei seguenti modi:

- alimentando il carico al valore di tensione nominale, la corrente assorbita sia uguale al valore di corrente nominale in uscita del regolatore di tensione con un fattore di potenza di 0,86 – 0,91.
- alimentando il carico al valore di tensione nominale, la corrente assorbita sia uguale al 50% del valore di corrente nominale in uscita del regolatore di tensione con un fattore di potenza di 0,86 – 0,91.
- alimentando il carico al valore di tensione nominale, la corrente assorbita sia uguale a "y" % del valore di corrente nominale in uscita del regolatore di tensione con un fattore di potenza di 0,86 – 0,91.

Il carico deve essere posto a distanza adeguata dal regolatore in modo da non influenzare le condizioni termiche di funzionamento. Il carico deve essere dimensionato per non subire variazioni durante il periodo di misura a causa della deriva dovuta ad effetti termici. Per garantire un risultato di prova corretto può essere necessario misurare i valori di resistenza e di induttanza prima di ogni misurazione.



**Carico di riferimento**

**Legenda**

- 1 Linea di alimentazione
- 2 Induttore
- 3 Resistore

**Figura 2: carico di riferimento**

## **Allegato B** (normativo)

### **Prova di una serie di regolatori di tensione**

Le prescrizioni del presente Allegato vanno intese per facilitare la prova di misura di rendimento di una serie di regolatori di tensione appartenenti alla stessa famiglia

**B.1** Se si devono effettuare prove su una serie di regolatori di tensione, il numero di campioni da verificare può essere ridotto.

I regolatori di tensione possono essere considerati di una famiglia se:

a) sono del medesimo tipo costruttivo, vale a dire che hanno

- 1) stessa tecnologia di regolazione (autotrasformatore, booster, con regolazione a prese o con regolazione a spazzole, con circuito di potenza elettronico)
- 2) medesimo schema di circuito
- 3) i trasformatori utilizzati all'interno sono derivati dalla stessa sagoma e fatti dello stesso materiale;
- 4) stessa tecnologia di assemblaggio (per es. aperto, in armadio, con custodia ecc.)
- 5) stessa gamma di frequenza;
- 6) stesse tensioni di ingresso e di uscita nominali
- 7) stesso sistema di comando e di regolazione e stessi ausiliari

b) sono concepiti per la stessa temperatura ambiente massima e minima.

A condizione che i parametri sopra indicati siano rispettati, un regolatore di tensione con la potenza nominale più bassa ha normalmente un valore di rendimento più basso per cui è facoltà del fabbricante sottoporre a prova solamente il regolatore della più bassa potenza ed estendere il valore di rendimento trovato ai tagli di potenza nominale superiori

## **Allegato C** (normativo)

### **Presentazione dei risultati**

#### **C.1 Generalità**

Nel rapporto di prova deve essere dimostrata la tracciabilità e riferibilità metrologica delle misure con indicazione della strumentazione utilizzata come indicato in C2.

Queste registrazioni devono essere messe a disposizione su richiesta.

Tutti i dati devono essere presentati in modo chiaro ed esente da ambiguità.

#### **C.2 Rapporto di prova**

Il rapporto di prova deve anche riportare tutti quei parametri pertinenti riferiti alle condizioni ambientali di misura, tipo di strumentazione utilizzata, tipo di prodotto etc.

Elenco delle informazioni obbligatorie:

- a) Data, luogo, nome del laboratorio e identificazione del tecnico che ha eseguito la misura;
- b) Nome del costruttore, serie e articolo del regolatore di tensione in prova;
- c) Parametri elettrici misurati e metodo di misura utilizzato in accordo al paragrafo 4.4;
- d) Configurazione del regolatore di tensione durante la misura: se comprensivo di ausiliari, ventole, telecontrollo eccetera;
- e) Indicazione del tempo di stabilizzazione come prescritto al punto 5.1;
- f) Indicazione della temperatura ambiente;
- g) Indicazione dei parametri elettrici misurati: corrente, potenza, tensione e frequenza;
- h) Indicazione del metodo utilizzato per la stima dell'incertezza di misura in accordo al paragrafo 4.3;
- i) Indicazione della strumentazione utilizzata completa dell'incertezza;
- j) Se per la determinazione dell'incertezza di misura è utilizzato il metodo "procedura 1 della Guida IEC 115", devono essere elencati i contributi presi in considerazione al fine di determinare la stima dell'incertezza;
- k) Il riferimento alla presente Norma;

La presente Norma è stata compilata dal Comitato Elettrotecnico Italiano e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano – Stampa in proprio  
Autorizzazione del Tribunale di Milano N. 4093 del 24 Luglio 1956

*Direttore Responsabile:* Ing. R. Bacci

Comitato Tecnico Elaboratore  
**CT 96-Trasformatori, reattori, unità di alimentazione e loro combinazioni**

Altre norme di possibile interesse sull'argomento

€ \_

