



## ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA Repository Istituzionale

Un laboratorio per la riproduzione di condizioni di bassa power quality registrate sul campo per la taratura di contatori di energia attiva

*Original*

Un laboratorio per la riproduzione di condizioni di bassa power quality registrate sul campo per la taratura di contatori di energia attiva / Cultrera, A.; Germito, G.; Serazio, D.; Galliana, F.; Trinchera, B.; Aprile, G.; Chirulli, M.; Callegaro, L. - (2022), pp. 287-288. (Intervento presentato al convegno VI Forum Nazionale delle Misure tenutosi a Brescia nel 15 - 17 Settembre 2022).

*Availability:*

This version is available at: 11696/74639 since: 2023-05-24T15:15:50Z

*Publisher:*

GMEE GMMT

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)



UNIVERSITY  
OF BRESCIA



# **Atti del VI FORUM NAZIONALE DELLE MISURE**

XXXIX Congresso Nazionale di Misure  
Elettriche ed Elettroniche

XXX Congresso Nazionale di Misure  
Meccaniche e Termiche

**15-17 settembre 2022**

Publicazione a cura delle Unità GMEE e GMMT  
dell'Università degli Studi di Brescia

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.

Non sono assolutamente consentite le fotocopie senza il permesso  
scritto dell'Associazione GMEE e dell'Associazione GMMT.

## UN LABORATORIO PER LA RIPRODUZIONE DI CONDIZIONI DI BASSA POWER QUALITY REGISTRATE SUL CAMPO PER LA TARATURA DI CONTATORI DI ENERGIA ATTIVA

A. Cultrera<sup>1,\*</sup>, G. Germito<sup>1</sup>, D. Serazio<sup>1</sup>, F. Galliana<sup>1</sup>,  
B. Trinchera<sup>1</sup>, G. Aprile<sup>1</sup>, M. Chirulli<sup>2</sup>, L. Callegaro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> INIRM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, strada delle Cacce, 91 10135 - Torino, Italy.

<sup>2</sup> VERIFICA S.p.A. Via S. Annibale M. Di Francia, 29 70010 - Locorotondo, Italy.

\*mail autore di riferimento: a.cultrera@inrim.it

### 1. INTRODUZIONE

La sempre più pervasiva presenza di carichi non lineari, che possono produrre forti distorsioni della forma d'onda distribuita dalla rete elettrica, richiede di prestare particolare attenzione agli effetti di bassa *power quality* sulle prestazioni di contatori di energia attiva, sia in ambito residenziale che industriale [1]. Da una parte, la normativa di prodotto per i contatori di energia attiva immessi sul mercato, quali la direttiva MID e le relative norme armonizzate EN 50470, IEC 62052 e 62053 considerano solo condizioni distorte molto generiche. Dall'altra parte, per i contatori già installati la guida CEI 13-71 [2], che riguarda le verifiche sul campo, non considera particolari condizioni di distorsione. In letteratura sono discussi diversi metodi [3-5] per testare contatori statici in condizioni non-sinusoidali più critiche di quelle considerate nelle norme di prodotto attualmente disponibili. I metodi come quelli citati tendono tipicamente a selezionare condizioni statisticamente rappresentative *a priori*. In questa memoria viene presentato un metodo complementare, che prevede di registrare forme d'onda di tensione e corrente osservate sul campo, e di riprodurle successivamente in laboratorio, con un generatore di potenza a carico fittizio. L'errore di misura di energia attiva di un contatore in prova ( $W_{DUT}$ ) in condizioni riprodotte da dati raccolti sul campo, è stato valutato per confronto con un wattmetro di riferimento ( $W_{REF}$ ). I dati sul campo sono stati raccolti presso un impianto fotovoltaico per autoconsumo da 50 kW.

### 2. RISULTATI e DISCUSSIONE

Le forme d'onda sul campo sono state registrate con un wattmetro trifase ZERA MT-310 portatile, tarato, di classe di accuratezza 0.2 % quando usato con pinze amperometriche. In figura 1a è mostrato un periodo della forma d'onda di corrente registrata sulla fase 1 dell'impianto considerato. In figura 1b è riportato il contenuto armonico della medesima onda fino alla 40a armonica. Le onde di corrente mostrano una distorsione armonica intorno al 30%, mentre quelle di tensione,

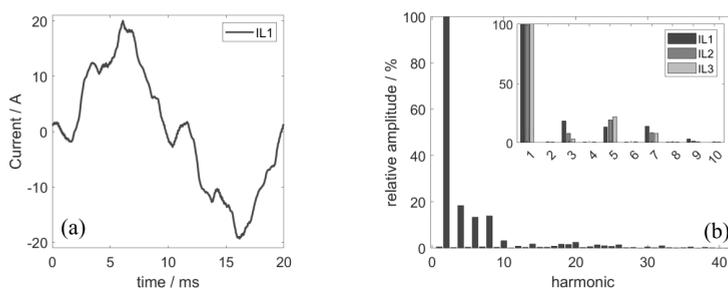


Fig. 1. Forma d'onda di corrente registrata sul campo sulla fase 1 (a). Contenuto armonico della stessa onda (b) Nel dettaglio sono riportate le prime 10 armoniche di tutte e tre le fasi.

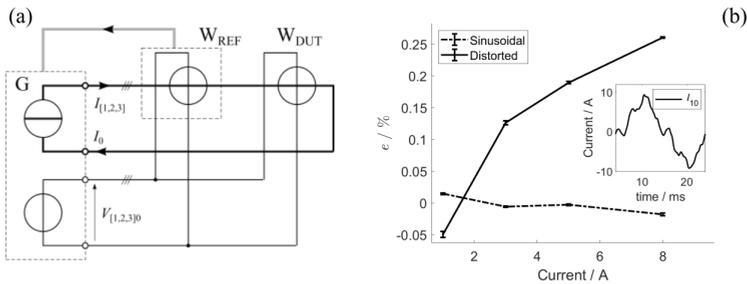


Fig. 2 – (a) Schema del sistema di generazione e taratura. (b) Errore percentuale di misura dell'energia attiva per  $W_{DUT}$  sia in condizioni sinusoidali (linea tratteggiata) che distorte (linea continua).

meno distorte, si attestano a meno del 2%. Le onde raccolte sul campo sono state riprodotte in laboratorio con il sistema implementato presso INRIM [6], rappresentato in figura 2a, basato su generatore ZERA MTS310 e su un wattmetro di riferimento  $W_{REF}$  ZERA COM5003 classe di accuratezza 0.005%.  $W_{DUT}$  è un DPEE TH40C classe EN C e IEC 0.5s. Seguendo la norma EN 50470-1 si definisce l'errore percentuale di misura dell'energia attiva come

$$e = 100 \frac{E_{DUT} - E_{REF}}{E_{REF}} \% \quad (1)$$

dove  $E_{DUT}$  è l'energia attiva misurata da  $W_{DUT}$  e  $E_{REF}$  è quella misurata da  $W_{REF}$ . Secondo lo schema in figura 2a, abbiamo misurato  $e$  sia in condizioni sinusoidali (riferimento) che distorte (raccolte sul campo), variando la corrente della componente fondamentale dell'onda tra 1 A e 8 A. I risultati sono mostrati in figura 2b: si osserva che  $W_{DUT}$  rientra nelle sue classi di accuratezza in entrambi i casi riportati, anche se il caso distorto mostra una maggiore deviazione rispetto a  $W_{REF}$ . Quindi benché la normativa attuale non preveda un errore massimo permesso in generiche condizioni distorte si può considerare affidabile anche la misura effettuata da  $W_{DUT}$  in regime non-sinusoidale.

### 3. CONCLUSIONI

Il sistema qui descritto permette di riprodurre il contenuto armonico di forme d'onda di corrente e tensione registrate sul campo. Benché la normativa attuale non preveda massimi errori ammessi per generiche condizioni distorte, i risultati presentati suggeriscono che l'errore  $e$  di misura dell'energia attiva in condizioni distorte osservate sul campo può essere confrontato con le condizioni di riferimento se la riproduzione delle onde è accurata. Questo approccio è complementare ad altri, richiamati nel testo, basati su considerazioni statistiche.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] M. R. Khalid et al., "A comprehensive review on electric vehicles charging infrastructures and their impacts on power-quality of the utility grid", eTransportation, vol. 1, pp. 100006, 2019.
- [2] CEI 13-71 "Sistemi di misura dell'energia elettrica (c.a.) — Guida alla composizione, installazione e verifica", CEI: Milano, Italia, 2015
- [3] L. Bartolomei et al., "Testing of Electrical Energy Meters Subject to Realistic Distorted Voltages and Currents", Energies, 13, 8, 2023, 2020.
- [4] A. Ferrero, C. Muscas, "On the selection of the 'best' test waveform for calibrating electrical instruments under nonsinusoidal conditions," IEEE Trans. Instrum. Meas., 49, 2, 382, 2000.
- [5] A. Ferrero et al., "On Testing the Electronic Revenue Energy Meters," IEEE Trans. Instrum. Meas. 58, 9, 3042, 2009.
- [6] L. Callegaro et al., "A calibration-verification testbed for electrical energy meters under low power quality conditions," Measurement: Sensors, 18, 100118, 2021.