



ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA Repository Istituzionale

NUOVO METODO PER LA MISURA ACCURATA DEL RIPPLE PER APPLICAZIONI DI QUALITÀ DELLA POTENZA NELLE RETI IN CORRENTE CONTINUA

Original

NUOVO METODO PER LA MISURA ACCURATA DEL RIPPLE PER APPLICAZIONI DI QUALITÀ DELLA POTENZA NELLE RETI IN CORRENTE CONTINUA / Signorino, D.; Letizia, P. S.; Giordano, D.; Frigo, G.; Agustoni, M.; Gallo, D.; Delle Femine, A.. - (2023), pp. 387-388. (VII Forum nazionale delle misure BOLOGNA 13-15 SETTEMBRE 2023).

Availability:

This version is available at: 11696/80561 since: 2024-03-08T13:48:53Z

Publisher:

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

GMEE

Copyright degli Autori

(Article begins on next page)

NUOVO METODO PER LA MISURA ACCURATA DEL RIPPLE PER APPLICAZIONI DI QUALITÀ DELLA POTENZA NELLE RETI IN CORRENTE CONTINUA

D. Signorino⁽¹⁾, P. S. Letizia⁽¹⁾, D. Giordano⁽¹⁾

G. Frigo⁽²⁾, M. Agustoni⁽²⁾

D. Gallo⁽³⁾, A. Delle Femine⁽³⁾

⁽¹⁾ Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, INRIM, Torino

⁽²⁾ Swiss Federal Institute of Metrology, METAS

mail autore di riferimento: d.signorino@inrim.it

⁽³⁾ Università degli studi della Campania: Luigi Vanvitelli, Aversa

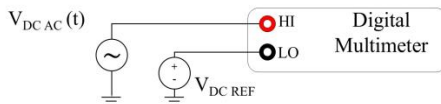
1. INTRODUZIONE

I moderni sistemi energetici sono caratterizzati dalla presenza crescente di fonti energetiche rinnovabili e dalla generazione distribuita. Queste risorse sono tipicamente gestite in corrente continua (DC) e richiedono convertitori di potenza per essere connessi alla tradizionale rete di corrente alternata (AC). In questo contesto, le reti DC a bassa tensione (LVDC) rappresentano una soluzione promettente per sfruttare in modo efficiente queste risorse. La standardizzazione per le reti LVDC si sta attualmente concentrando sugli aspetti di sicurezza (ad es. installazione, collegamenti, livelli di tensione e corrente), ma è ancora carente in termini di infrastruttura metrologica. In particolare, gli indici per la misura della qualità della potenza (PQ) in LVDC rappresentano una questione aperta dal punto di vista metodologico e tecnologico. In questo contesto, è necessario sviluppare strumentazione, algoritmi, definizioni e metodologie adeguati alla valutazione rigorosa della PQ nei sistemi DC.

In questa fase preliminare della ricerca, il fenomeno DCPQ analizzato è il ripple, riprodotto come componente AC a singolo tono sovrapposto ad un livello DC stabile. Il sistema di riferimento si basa sulla generazione sincrona e sulla riacquisizione delle forme d'onda di prova. Le forme d'onda riacquisite vengono quindi post-elaborate per identificare i valori di riferimento per i parametri DC e AC. Tuttavia, l'acquisizione di una componente AC relativamente piccola sovrapposta a un componente DC rappresenta una sfida irrisolta. Infatti, la risoluzione del digitalizzatore è ottimizzata per coprire l'intero intervallo di input. In tali condizioni operative, la componente AC rischia di essere gravemente compromessa dal rumore di misura e quantizzazione. In lavoro descritto in questo articolo propone un metodo alternativo per la misurazione accurata sia del segnale DC che del ripple sovrapposto, il quale può essere basato sulla tecnica della misurazione zero, il metodo proposto può essere applicato a un sistema di acquisizione generale che si basa su un digitalizzatore differenziale.

2. METODOLOGIA PROPOSTA

Lo svantaggio principale nella determinazione accurata delle informazioni complesse (ampiezza e fase) che caratterizzano il ripple sovrapposto ad un segnale DC è dovuto alla limitazione di accuratezza fornita dall'elevato range del dispositivo di acquisizione, adatto alla dinamica del segnale. La scelta di questo alto range influisce drammaticamente sia sull'incertezza di tipo B che sul tipo A; quest'ultimo a causa della bassa risoluzione associata alla componente AC del segnale acquisito. Un modo semplice per rimuovere il componente DC è impostare il multimetro in modalità AC. Due principali inconvenienti influenzano questo approccio: i) le informazioni relative all'ampiezza della componente DC vengono sprecate, ii) viene introdotto un filtro passa-alto con frequenza di taglio molto bassa (1 Hz - 10 Hz). Tale filtro introduce errori sistematici, anche a centinaia di hertz, sulla grandezza e sull'ondulazione di fase. Inoltre, per quanto riguarda le prestazioni di accuratezza fornite dai produttori, esse sono relative esclusivamente a forme d'onda sinusoidali pure con componente DC inferiore al 10%. Per ovviare a questi problemi, viene proposto un metodo più accurato che consenta la determinazione sia della componente DC che AC di un segnale DC + ripple. Si basa su un sistema di acquisizione che opera in modalità differenziale al quale vengono forniti due segnali: lo stimolo (DC+ripple) V_{DC+AC} , ed un segnale DC puro e stabile, di riferimento, $V_{DC\ REF}$ la cui ampiezza è uguale all'ampiezza DC di V_{DC+AC} . I due segnali sono applicati, rispettivamente, ai terminali alto e basso del digitalizzatore rappresentato in Fig. 1.



La quantità di ingresso, V_{IN} è la differenza analogica tra i due segnali:

$$V_{IN}(t) = V_{DC+AC}(t) - V_{DC REF}(t) \tag{1}$$

se, idealmente, il segnale di riferimento DC ha la stessa ampiezza della componente DC di V_{DC+AC} , il segnale acquisito ha solo la componente AC. Questo permette di selezionare un range adatto alla sola componente AC, con un miglioramento dell'incertezza di tipo A e B associata al ripple.

Per il caso di prova, un generatore di forme d'onda arbitrarie (AWG) e un amplificatore di potenza ad alta tensione vengono utilizzati per generare il segnale $V_{DC+AC}(t)$. L'AWG è un modulo NI-5433 NI (National Instruments (NI) PCI Extension for Instrumentation (PXI) ed è abbinato a un amplificatore bipolare NF HSA 4052; un calibratore FLUKE 5500A viene utilizzato come generatore di riferimento DC di tensione. Un multimetro di riferimento FLUKE 8588A in modalità "Digitalizzatore" viene utilizzato per misurare la tensione applicata. Per valutare le prestazioni metrologiche del metodo proposto, è stato misurato un segnale composto da un valore DC di 90 V e una componente AC di 1 V a 150 Hz con il multimetro utilizzato come digitalizzatore in condizioni convenzionali e nella nuova configurazione. La trasformata di Fourier discreta interpolata (IPDFT) è stata utilizzata per calcolare il valore della componente AC del segnale per ogni secondo durante il tempo di acquisizione di 60 secondi. L'incertezza estesa, U_c , è stata ottenuta come segue:

$$U_c = k \cdot \sqrt{u_A^2 + u_B^2 + u_R^2} \tag{2}$$

dove k è il fattore di copertura pari a 2, u_A e u_B sono rispettivamente l'incertezza di tipo A e di tipo B, u_R è il contributo di incertezza dovuto alla risoluzione limitata associata alla componente AC. Viene valutato come il rapporto tra la risoluzione e la radice quadrata di 3. Questo contributo è assente per il metodo proposto a causa del range selezionato, più adatto per misurare la componente del segnale AC. Il bilancio di incertezza associato ai due metodi è riportato nella Tabella I. u_B , che dipende dalla lettura e dalla portata, è considerevolmente elevato per la configurazione convenzionale poiché deve essere selezionato il range più alto. Per questo motivo e la presenza di u_R , fanno sì che l'incertezza estesa nel caso convenzionale sia superiore all'incertezza estesa del metodo proposto di un ordine di grandezza.

Tabella 1 Budget di incertezza: Convenzionale ed in nuova configurazione

Parameter	Conventional Setup	New Configuration
Range (V)	100	1
Mean Value (V)	0.6549	0.6547
u_A	128.38	93.60
u_B	771.28	28.70
u_R	889.78	-
U_c (mV/V), $k = 2$	3.60	0.30

3. CONCLUSIONI

In questo articolo, è proposto un nuovo metodo per la determinazione accurata del ripple sovrapposto a segnali DC. Invece di affidarsi alla modalità di accoppiamento del digitalizzatore che potrebbe introdurre effetti di filtraggio passa-alto, il metodo proposto si basa su un sistema di acquisizione operante in modalità differenziale. La caratterizzazione preliminare delle prestazioni mostra una significativa riduzione dell'incertezza estesa e conferma il potenziale del metodo proposto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] A. D. Femine, D. Gallo, D. Giordano, C. Landi, M. Luiso, and D. Signorino, "Power quality assessment in railway traction supply systems," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 69, no. 5, pp. 2355–2366, 2020.
- [2] G. Frigo and J. Braun, "Measurement setup for a dc power reference for electricity meter calibration," in 2022 International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP 2022), 2022, pp. 1–6.