

# CATATTERIZZAZIONE ELETTROMAGNETICA DI IGBT IN PRESENZA DI SCARICHE PARZIALI

B. D'Agostino, M. L. Di Silvestre, D. La Cascia, P. Romano, F. Viola

DEIM - Dipartimento di Energia, Ingegneria dell'Informazione e modelli Matematici, Università degli Studi di Palermo  
Viale delle Scienze, Edificio 9, 90128 Palermo, [pietro.romano@unipa.it](mailto:pietro.romano@unipa.it)

**Parole chiave:** *Partial discharge, Igbt, PWM.*

Nell'ambito dell'attività di ricerca del PON *Ambition Power* e di un progetto di Ateneo finanziato sui Fondi di Finanziamento alla Ricerca si è indagato il comportamento elettromagnetico di moduli Igbt di potenza. Tra gli aspetti trattati si sono effettuate prove di tipo, in accordo con la Norma CEI 61287. La norma, nata per essere applicata alle misure su convertitori di potenza statici quali inverter o raddrizzatori le cui finalità primarie siano strettamente legate alla trazione ferroviaria, e può essere estesa in generale anche alla componentistica elettronica di potenza impiegata nel settore delle fonti rinnovabili. La norma analizza tutte le prove che possono essere effettuate sui dispositivi, sia meccaniche, sia termiche ed elettriche. La norma suddivide le prove in tre categorie: le prove individuali (di serie), le prove tipo e le prove di investigazione. Tra le prove di tipo è riportata la misura di scariche parziali da effettuarsi attraverso ben definite modalità di applicazione della sollecitazione e comunque in accordo con la CEI EN 60270.

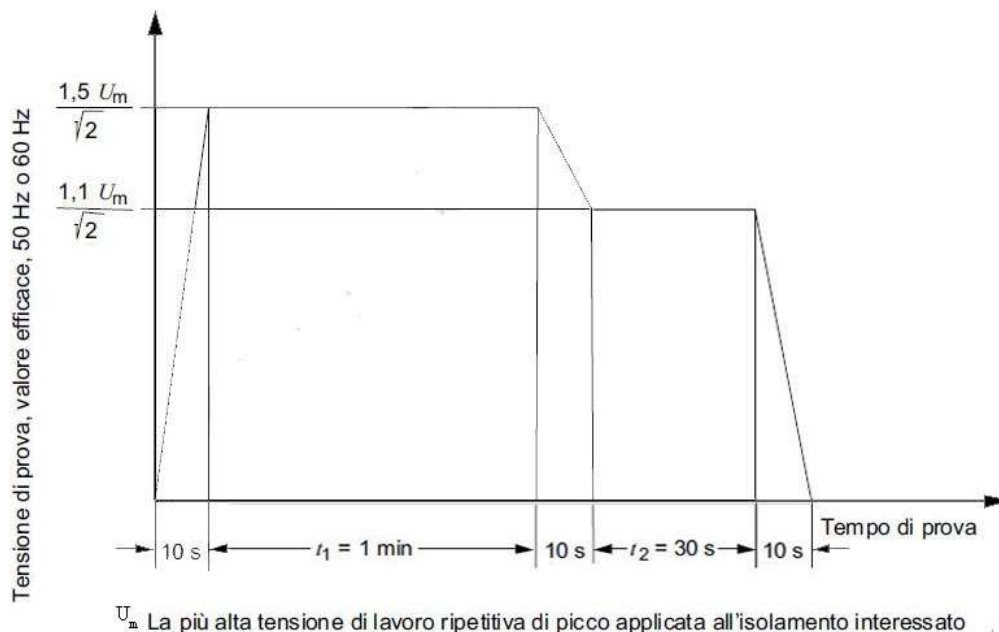


Fig. 1: Andamento temporale della sollecitazione applicata per l'effettuazione delle prove di immunità alle scariche parziali.

La sollecitazione in tensione applicata è stata implementata sia sinusoidale a 50 Hz, sia con modulazione PWM con segnale portante compreso tra 1 e 10 kHz, modulante a 50 Hz e *rise-time* delle forma d'onda dell'alimentazione dell'ordine di 10-100 ns. La forma d'onda con modulazione ad impulso, pur non essendo esplicitamente richiesta nella norma, è stata implementata in quanto ritenuta più simile alle reali condizioni di esercizio del componente in prova. Le misure preliminari sono state effettuate su un modulo IGBT Infineon IGW40T120 (Fig.2), che possiede una tensione di uscita tra collettore ed emettitore ( $V_{CE}$ ) pari a 1,2 kV, il quale è stato collegato al sistema di misura, come previsto dalla norma, cortocircuitando i terminali di gate, emettitore e collettore. In



Fig.2 IGBT IGW40T120

una prima fase è stata applicata una tensione sinusoidale a 50 Hz tra il terminali e la carcassa del componente, successivamente è stata applicata una tensione a 50 Hz con modulazione PWM. Le prove sono state eseguite secondo la norma CEI EN 61287 ed analizzate utilizzando contemporaneamente uno strumento di acquisizione di tipo tradizionale (ThechImp PD Solver) e uno strumento innovativo con sonda di campo.

La sollecitazione in tensione è stata ottenuta adottando un generatore arbitrario di forma d'onda programmabile (Tektronix mod. AFG 3102) posto in ingresso ad un amplificatore di tensione TReK Model 664 con valori di tensione di uscita compresi tra 0 e  $\pm 10$  kV.

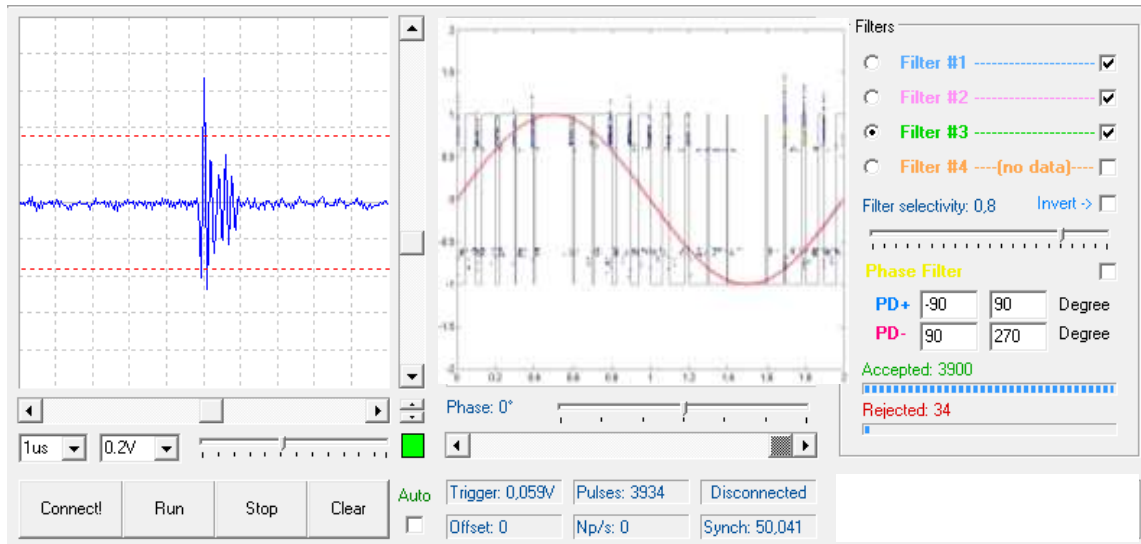


Fig. 3: Andamento temporale della sollecitazione applicata per l'effettuazione delle prove di immunità alle scariche parziali.

In Figura 3 si riporta un segnale di scarica acquisito con la sonda di campo e il pattern delle scariche parziali acquisite sincronizzando la sonda di campo con il segnale modulante a 50 Hz. È possibile notare come il pattern mostri una concentrazione di scariche sui fronti di salita del segnale PWM rendendo il fenomeno di scarica profondamente differente rispetto al caso di sollecitazione sinusoidale.



Fig.4 Identificazione del fenomeno di scarica.

Entrambi gli strumenti di acquisizione hanno identificato il fenomeno di scarica come correlato a scariche interne (Figura 4) evidenziando la presenza, all'interno del componente, di concentrazioni di campo tali da far innescare il fenomeno di scarica. La ricerca proseguirà effettuando la stessa tipologia di prove su *power module* (ST3G40K120P6S) progettati e sviluppati, nell'ambito del progetto, dalla STMicroelectronics, partner della ricerca.

## BIBLIOGRAFIA

1. Miceli, R; Romano, P; Viola, F; Contin, A, "Performance of the Shape of Partial Discharge Signal Wireless Probes". *4th International Conference on Power Engineering, Energy, Electrical Drives – POWERENG*, May 13 – 17, Istanbul, Turkey, 2013, Best Paper Award.
2. Di Silvestre, M L; Miceli, R; Romano, P; Viola, F, "Simplified Hybrid PD Model in Voids: Pattern Validation". *4th International Conference on Power Engineering, Energy, Electrical Drives – POWERENG*, May 13 – 17, Istanbul, Turkey, 2013.
3. R. Candela, C. Petrarca, P. Romano; "Effect of High Frequency Conducted Disturbances on the Interturn Insulation of an Inverter-fed Induction Motor", *IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena*, Albuquerque, New Mexico, USA October 19–22, 2003, pp.510-513.
4. R. Candela, C. Petrarca, P. Romano, M Vitelli, "Numerical Simulation of PD Activity in a Spherical Cavity Embedded in the Stator Winding Insulation of an Inverter-fed Induction Motor", *IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena*, October 14-17, Kitchener, Ontario, Canada, 2001, pp.356-360.