

Advel Application Note – AAN2022.1

Tensioni-fantasma su quadri industriali

Ing. Alessio Spinosi

1. Introduzione

In un impianto elettrico industriale, può capitare di rilevare tensioni “anomale” nei punti più inaspettati: è importante capire se si tratta di tensioni reali, oppure di errori di lettura da parte della strumentazione utilizzata per la lettura. Talvolta infatti i voltmetri digitali, di scarsa qualità oppure usati in maniera errata, possono rilevare quelle che vengono chiamate “tensioni-fantasma”.

2. Alimentatori isolati

Spesso negli impianti industriali sono utilizzati alimentatori AC/DC switching, in cui è richiesto isolamento tra ingresso e uscita: questo è reso possibile grazie al trasformatore HF interno, che separa galvanicamente lo stadio di ingresso, da quello di uscita, oltre che da eventuali optoisolatori, ecc... come schematizzato in Figura1.

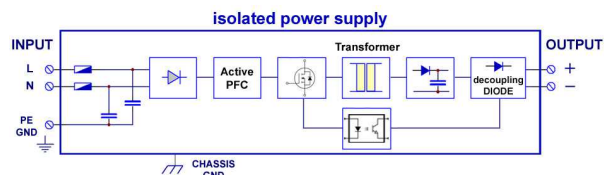


Figura1 – In figura è rappresentato lo schema di un tipico alimentatore switching AC/DC, isolato.

Talvolta può capitare di rilevare, tra due punti apparentemente isolati, tensioni anomale, come mostrato nell'esempio di Figura2, in cui c'è un alimentatore AC/DC che alimenta un carico: l'alimentatore è isolato, eppure il voltmetro rileva una tensione AC tra l'uscita e GND. Quello di Figura2 potrebbe essere un classico esempio di rilievo di **tensione-fantasma**.

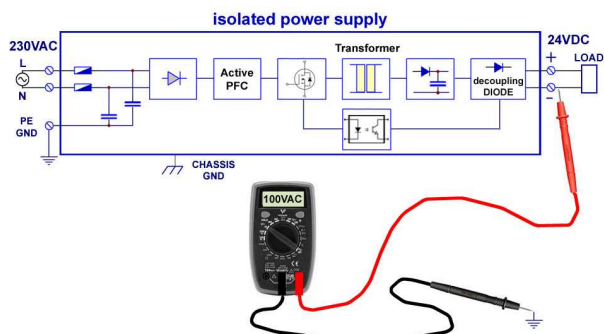


Figura2 – Esempio di tensione-fantasma.

3. Tensioni-fantasma

Le tensioni-fantasma sono generate da fenomeni di “accoppiamento capacitivo/induttivo”, tipicamente tra un conduttore energizzato e un conduttore vicino collegato ad un'alta impedenza, o anche scollegato del tutto da esso. Spesso le tensioni-fantasma hanno una frequenza di 50-60Hz (la frequenza di rete) e quindi non dipendono dalla frequenza di commutazione degli alimentatori switching, che invece è dell'ordine dei 30÷150kHz, né dai disturbi EMI prodotti dall'alimentatore.

In Figura3 è schematizzato lo stesso esempio di Figura2, ma in più sono messe in evidenza le capacità parassite inevitabilmente presenti nel sistema.

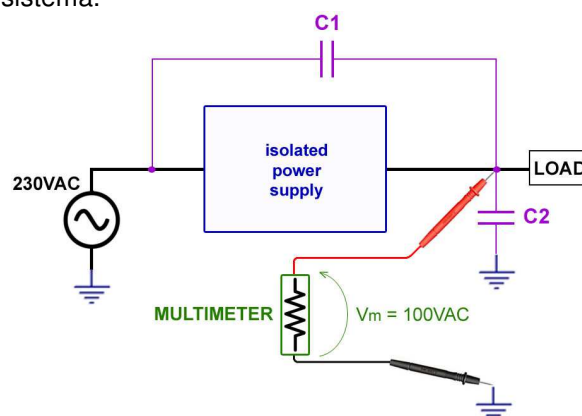


Figura3 – Sono messe in evidenza le capacità parassite di un semplice sistema composto da un alimentatore isolato AC/DC che alimenta un carico.

Il voltmetro digitale ha un'impedenza di ingresso molto alta (dell'ordine dei 5÷10MΩ), quindi la lettura misurata dal voltmetro è data da:

$$V_m = 230VAC \cdot \left(\frac{C1}{C1 + C2} \right)$$

Questa formula spiega molto chiaramente il motivo per cui il voltmetro può leggere una tensione AC non nulla tra l'uscita e l'ingresso del sistema.

Le capacità parassite dipendono dai cavi di collegamento (sia interno, che esterno all'alimentatore), da un collegamento a terra non ottimale, dalle capacità-Y utilizzate per la soppressione dei disturbi EMI e anche da

fenomeni di induzione elettromagnetica, il che rende queste capacità dipendenti da quanto viene caricato l'alimentatore. Non è raro infatti che la tensione-fantasma rilevata possa variare a seconda che l'alimentatore sia a vuoto o a carico.

4. Esempi di quadri industriali

Gli alimentatori Advel presentano tutti un isolamento galvanico tra ingresso/uscita, con uscita flottante e meccanica esterna in alluminio anodizzato e collegato al GND per la protezione dai contatti indiretti.

Le Figure4 mostrano degli esempi di quadri elettrici di impianti industriali, contenenti alimentatori AC/DC prodotti da Advel di vario tipo (alcuni montati su guida -DIN, altri su cassette rack 19" con moduli estraibili), in varie configurazioni (alimentatori in parallelo/ridondanza o con linee di uscita separate) e con varie tensioni di uscita. Come si può vedere, i cablaggi esterni possono essere fatti in svariati modi, spesso i cavi DC vengono messi nella stessa canalina dei cavi AC e questo, come già detto, può generare quegli accoppiamenti capacitivi che generano le tensioni-fantasma.



Figura4.1



Figura4.2

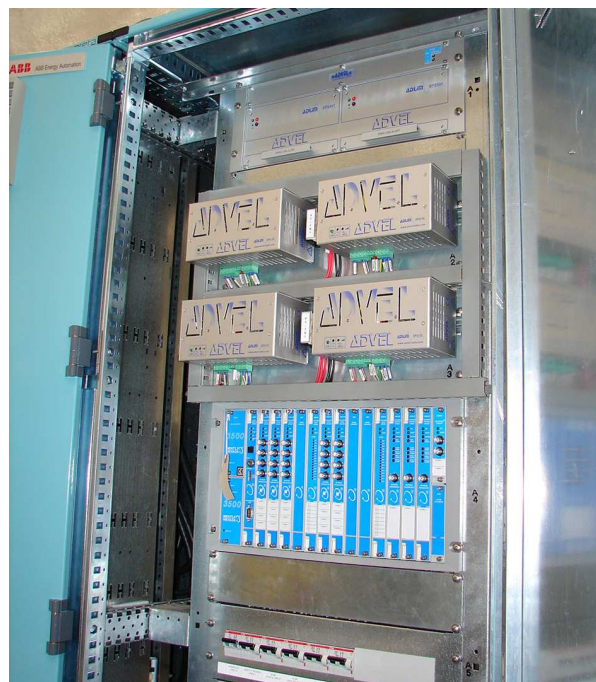


Figura4.3

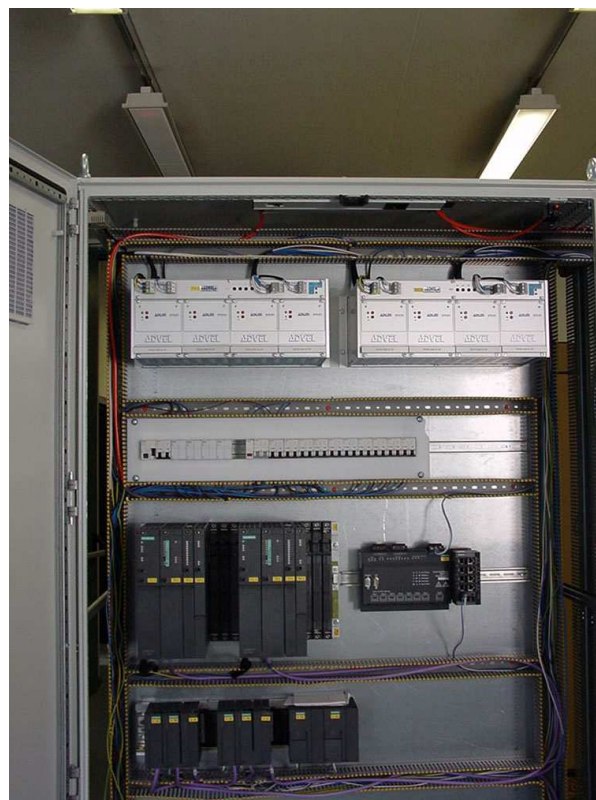


Figura4.4

Prevedere esattamente l'entità degli accoppiamenti capacitivi-induttivi in un qualunque quadro industriale, risulta pressoché impossibile, anche se l'impianto è cablato a regola d'arte.

5. Riconoscere le tensioni-fantasma

Torniamo all'esempio di Figura3: come capire se la tensione letta dal voltmetro è reale (e quindi pericolosa) oppure si tratta di una tensione-fantasma?

I voltmetri digitali possono essere utilizzati in modalità "low-Z" (se non è presente questa modalità, significa che il voltmetro è molto economico!). In questa modalità il voltmetro presenta un'impedenza di ingresso molto bassa ($2\div 5k\Omega$) e quindi, se si tratta effettivamente di una tensione-fantasma, il voltmetro legge circa 0V, in quanto la tensione capacitiva viene scaricata sulla bassa resistenza di ingresso del voltmetro, come mostrato in Figura5.

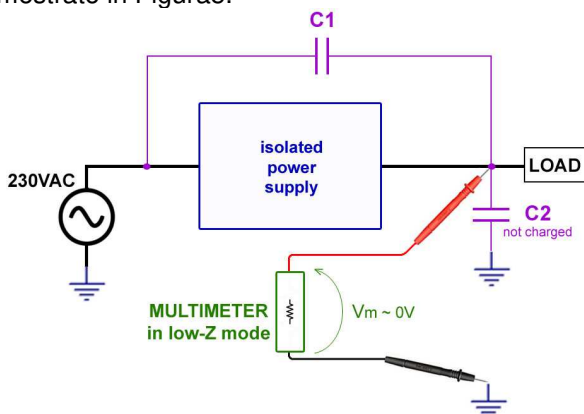


Figura5 – Se il voltmetro digitale, posto in modalità low-Z, rileva 0V significa che si trattava di una tensione-fantasma.

In alternativa si può utilizzare un voltmetro analogico, visto che l'impedenza di ingresso di questi voltmetri è tipicamente molto bassa (Figura6).

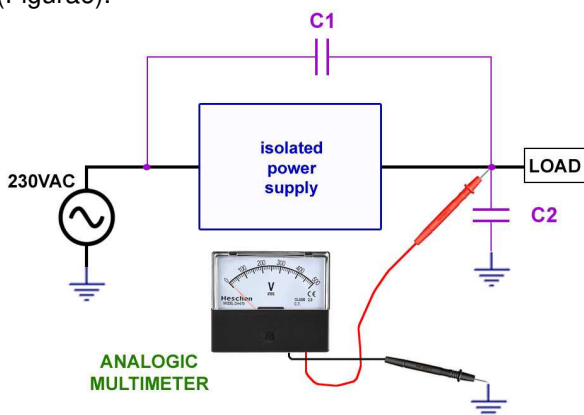


Figura6 – I voltmetri analogici, che tipicamente hanno una bassa impedenza di ingresso, possono identificare le tensioni-fantasma.

Non avendo a disposizione né un voltmetro analogico, né un voltmetro digitale con opzione low-Z, si può utilizzare un ulteriore metodo, molto pratico.

Nell'esempio iniziale veniva rilevata una tensione di 100VAC tra l'uscita dell'alimentatore e la terra. Mettendo tra questi punti una resistenza da $5k\Omega_{4W}$, su questa dovrebbe scorrere una corrente $i_R = 20mA$:

tuttavia come già detto le tensioni-fantasma sono dovute ad accoppiamenti capacitivi, e quindi risultano pressoché prive di energia, ovvero non possono sostenere carichi, quindi se il voltmetro rileverà $\sim 0V$, significa che si trattava effettivamente di una tensione-fantasma (Figura7).

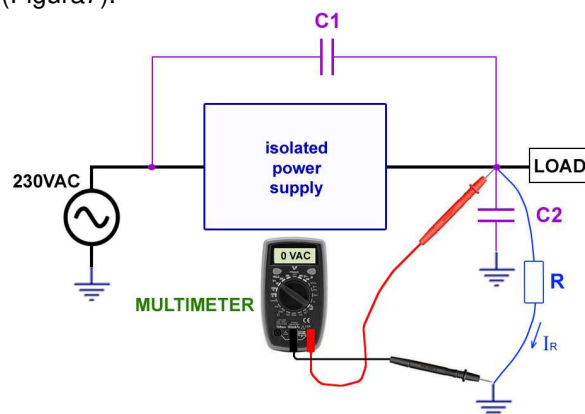


Figura7 – Dopo aver messo una resistenza opportuna, se il voltmetro rileva 0V, significa che si trattava di una tensione-fantasma.

6. Conclusioni

Sono state definite le possibili cause delle cosiddette tensioni-fantasma, che possono essere rilevate in un impianto industriale da un voltmetro digitale: fondamentalmente si tratta di tensioni generate da fenomeni di accoppiamento capacitivo, e quindi non sono considerate pericolose (non possono caricare un circuito, né generare pericolo per le persone). Tuttavia è utile saperle riconoscere, e quindi sono stati descritti tre metodi utili a questo scopo.