

STUDIO INTERDISCIPLINARE ED UNITARIO SULLA STRUTTURA FILAMENTOSA DEI FLUSSI IONICI SUBSONICI

Francesco Lattarulo, Vitantonio Amoroso

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione, Politecnico di Bari, Via Orabona, 4, Bari
e-mail francesco.lattarulo@poliba.it

Parole chiave: Dinamica dei flussi ionici, Elettrostatica applicata, DC Corona

La conoscenza della morfologia spaziale del flusso ionico guidato da campi elettrici esogeni è importante soprattutto in considerazione delle emergenti esigenze tecnologiche che si vanno prepotentemente sommando a quelle più tradizionali dell'elettrostatica applicata. Tra le prime annoveriamo le applicazioni nei settori avionico, turbomacchine, microfluidico, geofisico e compatibilistico (EMC); tra le seconde, quelle nei settori degli impianti HVDC, del trattamento superficiale di materiali, dell'elettrofotografia, della produzione di precipitatori e filtri di particelle ionizzate, ecc. Purtroppo, a differenza della ristretta zona di ionizzazione posta in intimo contatto con l'elettrodo emettitore in tensione, la vasta zona di drift circostante è attraversata da flussi ionici subsonici a bassissima energia (e massa), quindi invisibili anche agli strumenti ottici più sofisticati oggi disponibili. Ne è derivata l'impossibilità di offrire un sostegno sperimentale diretto e certo alla costruzione dei vari modelli fenomenologici proposti e propedeutici alla messa a punto di paradigmi progettuali di sistemi ed apparati per applicazioni industriali, TLC, medicali e civili.

E' stata pubblicata il mese scorso una nostra monografia a carattere teorico-sperimentale avente ad oggetto proprio la formazione e distribuzione spaziale dello sciame ionico nella zona di drift di uno spazio interelettrodo [1]. Secondo Aristotele, *l'uomo è essere pensante perché provvisto della mano*. Nel nostro caso *la mano* è stata quella che ci ha consentito di produrre ed accumulare in modo organico un patrimonio di dati sperimentali indiretti, sul flusso ionico, derivanti da un'attività molto mirata svolta per un trentennio nella sala Alta Tensione del nostro dipartimento. Il momento dell'elaborazione dell'*essere pensante* si è sviluppato successivamente, ed ha impegnato solo qualche anno. E' stato così possibile delineare una teoria interdisciplinare e fortemente unitaria sul drift ionico capace di spiegare in modo soddisfacente e completo il comportamento fisico da noi precedentemente monitorato ed archiviato. Le ragioni che ci spinsero ad applicarci intensivamente su questo affascinante tema sono varie, ma forse la motivazione più rilevante risiedeva nel fatto che il laboratorio già disponeva delle condizioni ideali per poter installare strutture elettrodiche di notevoli dimensioni con un piano di terra mobile e scorrevole su rotaie di tipo ferroviario. E stato così possibile riprodurre sperimentalmente larghe e continue impronte piane della corrente ionica stazionaria, essendo questa emessa da elettrodi in tensione sovrastanti e soggetti ad effetto corona. Ne è conseguito un risultato provvisto di un grado di dettaglio molto spinto e, quindi, idoneo allo scopo. Infatti, intenzione di fondo dell'attività di laboratorio che si è voluto condurre è stata proprio quella di far emergere alcuni attesi (solo da noi) e significativi comportamenti del drift ionico che altrove ed in diverse e più ristrette circostanze sono stati trascurati, o risultavano del tutto inavvertiti. Tali limitazioni hanno in precedenza compromesso significativamente, a nostro giudizio, l'impianto teorico derivato e disponibile in letteratura sulla fenomenologia dei flussi ionici lenti (subsonici). Questo interpreta il flusso ionico come un campo poissoniano tridimensionale e compatto, così come fatalmente deriva dall'applicazione delle sole equazioni di Maxwell. Invece il nostro modello unificato, descritto in monografia, può essere categorizzato a forte accoppiamento, nel senso che si manifesta come un ibrido che rispetta *simultaneamente* le equazioni dell'elettromagnetismo e della meccanica dei fluidi subsonici. Il carattere irrotazionale e solenoidale del campo elettrico, perfettamente sovrapposto a quello della velocità, che ne è derivato non ha potuto che risultare laplaciano e configurabile, in termini specifici di drift ionico, come multi-canalizzato, quindi composto da elementi filamentari separati. Il supporto sperimentale indiretto, cioè non ottico, fa essenzialmente riferimento alla densità di corrente ionica misurata al collettore

posto a massa, atteso che il controlettrodo emettitore assuma varie e speciali configurazioni. L'elaborazione dei dati si è pertanto rivestita di una sofisticata formalizzazione generalizzata in accordo a principi di invarianza, rispettosi del teorema di Noether, che hanno consentito di apprezzare le leggi di simmetria ricavate sperimentalmente come corrispondenti ad un'importante legge di conservazione definitivamente individuata. Questa è risultata essere perfettamente ed esclusivamente coerente con l'interpretazione teorica filamentosa dello sciame ionico oggetto di questo difficile ed intrigante studio.

Non si può inoltre trascurare la messe di "sottoprodotti" dello studio intrapreso, i quali costituiscono di per sé stessi interessanti e specifici argomenti scientifici. Questi si possono brevemente così elencare: è stato possibile

- far emergere l'importanza della diffusione ionica, limitatamente all'interfaccia fra le due zone di produzione e drift delle unicariche, nel determinare la conformazione effettiva della superficie emettente (da cui derivano le condizioni al contorno);
- trovare una relazione viscosità-mobilità per i gas (presente in letteratura solo per i liquidi in termini di regola di Walden);
- offrire un supporto teorico alla costanza sperimentale della mobilità ionica;
- interpretare l'ipotesi di Deutsch sulla struttura laplaciana delle traiettorie ioniche piuttosto come una legge fisica fondata su un impianto teorico convincente e coerente in sé stesso, a sua volta sostenuto da idonei rilievi sperimentali;
- generalizzare e supportare con un substrato teorico la così detta legge sperimentale di Warburg che regola la distribuzione planare della densità di corrente ionica unipolare (tradizionalmente applicata alla sola configurazione punta-piano).

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Lattarulo, V. Amoroso (2014), *Filamentary Ion Flow - Theory and Experiments*, Wiley-IEEE Press, New York.