

# Sulla ottimizzazione dei sistemi di sicurezza in un impianto per la produzione di radiofarmaci con ciclotrone

Pietro BUFFA, Pietro GUARINO, Elio TOMARCHIO

*Dipartimento di Ingegneria Nucleare, Università di Palermo,*

*Viale delle Scienze, Ed. 6, 90128 Palermo(PA), Italy.*

## Introduzione

Il continuo aumento del numero di impianti per la produzione di radiofarmaci con ciclotrone impone sempre più l'impiego di procedure e tecnologie in grado di aumentarne il grado di sicurezza. Ciò dipende direttamente da una adeguata predisposizione di sistemi di sicurezza attivi e passivi in grado di ridurre al minimo i potenziali incidenti.

Per il raggiungimento di questo obiettivo è necessario ottimizzare i sistemi di sicurezza intervenendo sulla logica e avvalendosi delle eventuali nuove disponibilità tecnologiche per migliorarne l'efficacia. La fase progettuale, pertanto, impone la collaborazione tra esperti di diversa estrazione per tener conto, oltre che delle risorse finanziarie e degli spazi a disposizione, di tutte le risorse tecnologiche che consentano al radioprotezionista il raggiungimento degli obiettivi di ottimizzazione nella riduzione delle dosi ancorchè potenziali. Una approfondita analisi si imporrebbe anche in quelle strutture già in esercizio per una revisione dell'efficacia dei sistemi in fase di rinnovo dell'autorizzazione.

Nel presente lavoro vengono indicate alcune possibili ottimizzazioni dei sistemi di sicurezza attiva e passiva, a seguito di un riesame critico della logica di sicurezza, in qualche caso mutuandole da impianti più complessi. Per installazioni già realizzate con sistema a componenti discreti, si propone, come eventuale possibile miglioramento, l'uso di adatti dispositivi di tipo *Programmable Logic Controller* (PLC).

## Materiali e metodi

Preliminarmente occorre intraprendere una analisi critica di tutte le fasi del processo decisionale e dei relativi sistemi introdotti per garantirne la sicurezza, tanto nel caso di nuovi impianti quanto nel riesame di quelli già in funzione. A tal fine è utile non dare per scontate soluzioni già realizzate, che invece possono essere adottate come base per lo studio di nuove realizzazioni. Peraltro occorre tener presente che i produttori di ciclotroni hanno una diversa sensibilità nei confronti della sicurezza in relazione alla legislazione del paese di origine ed una legittima inerzia nel subordinare la produttività della macchina alle logiche di sicurezza. Gli impianti di produzione di radiofarmaci PET con ciclotrone sono generalmente dotati di sistemi di sicurezza interconnessi tra loro secondo logiche di blocco/consenso (vedi Fig.1) tesa a garantire la produzione in sicurezza. Il sistema di controllo e comando si basa sulla generazione di segnali di consenso o di inibizione in funzione dello stato dei sistemi di sicurezza e controllo presenti nel sito. La tecnica più tradizionale prevede l'impiego di relè che sfruttano i segnali *puliti* generati dal ciclotrone. In alcune circostanze questo tipo di realizzazione può rivelarsi poco flessibile ancorchè indiscusse sono la semplicità e la sicurezza di impiego di tali dispositivi. Tuttavia, alcuni elementi di difficoltà che si sono presentati nei sistemi già installati e che possono verificarsi in quelli in fase di realizzazione, sono più facilmente superabili (ancorchè non esclusivamente) con l'impiego di PLC i quali consentono di programmare il livello di priorità oltre che imporre l'intervento di blocco/consenso. E' evidente che debba essere privilegiata la sicurezza dell'impianto, anche tenendo conto delle elevate attività dei radiofarmaci prodotti, ma è pure opportuno adottare logiche intelligenti che non determinino il blocco della produzione se non nei casi di reale potenziale pericolo.

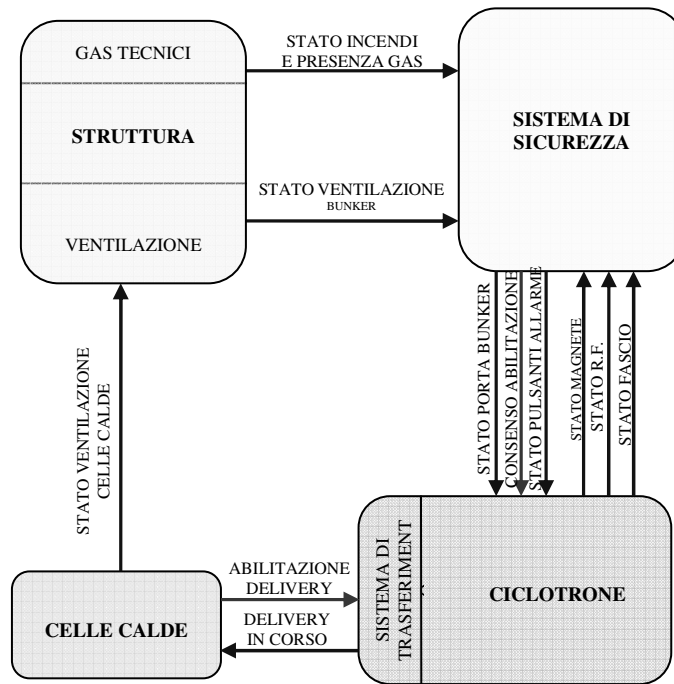
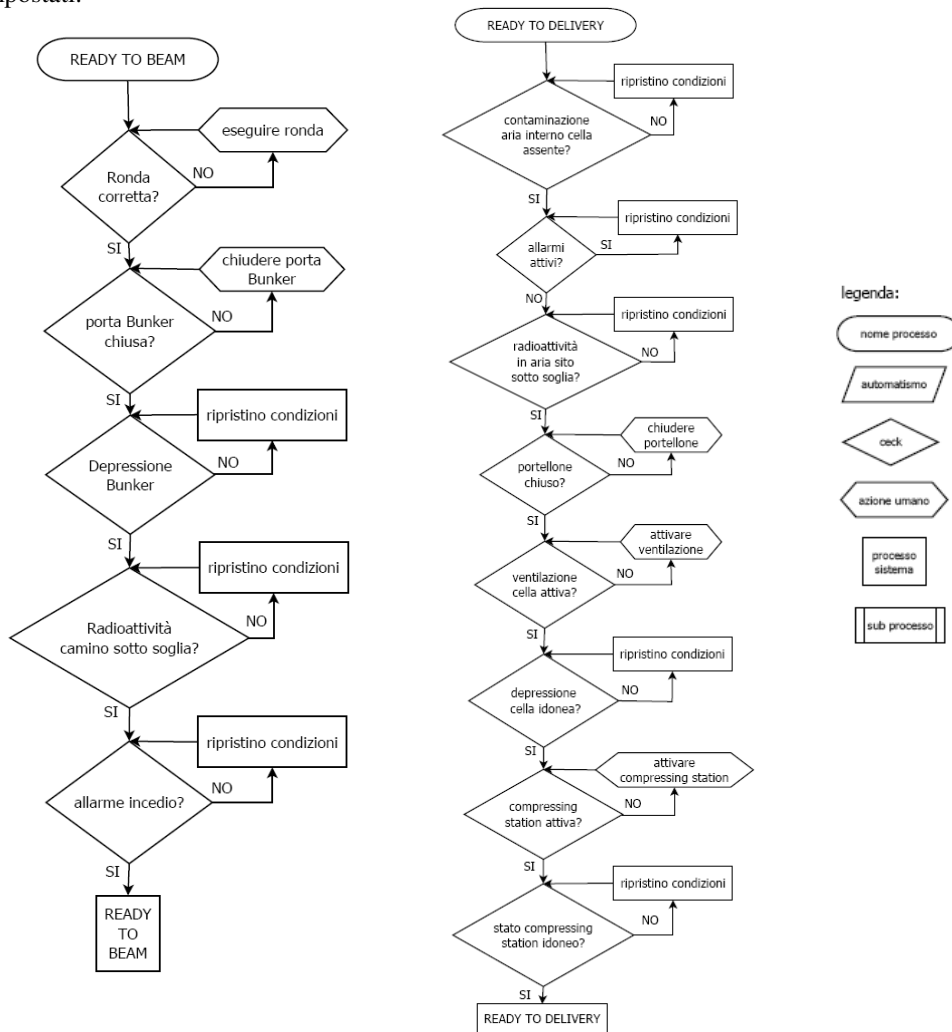


Figura 1 - Principali interconnessioni tra gli elementi di un impianto.

### Discussione e proposte

Una logica a relè interverrebbe direttamente sul ciclo di produzione, non essendo in grado di gestire i pochi segnali disponibili con alcuni tipi di ciclotroni. In tal caso, la realizzazione di una logica di intervento in grado di assicurare quella gradualità di risposta cui si accennava in precedenza può essere realizzata solo utilizzando dispositivi PLC. Ad esempio, nelle Fig. 2 e 3 sono dati esempi di diagrammi di flusso che rappresentano una logica di generazione del segnale di READY TO BEAM, che deve essere attivo per iniziare il ciclo di produzione del radiofarmaco (oltre al segnale di BEAM ON), e quella relativa alla generazione del segnale di READY TO DELIVERY, necessario per il trasferimento del bolo radioattivo alle celle di sintesi. L'irraggiamento o il trasferimento del bolo radioattivo dal bunker alle celle schermate possono avvenire solo se sono rispettate alcune condizioni di sicurezza, verificate con tipologie di intervento (tipo SI/NO), adatte ad essere realizzate con componenti discreti fornite generalmente da ditte diverse, con difficoltà operative connesse a un numero insufficiente di segnali che risultano, a volte, anche non adatti per i sistemi cui devono essere collegati. Ad es. i segnali che provengono dal sistema di controllo del ciclotrone, anche di quelli più utilizzati, sono in numero ridotto e molte delle funzioni di cui ai diagrammi di Figg. 2 e 3 devono essere realizzate con componentistica esterna. La stessa logica di controllo può essere realizzata invece con componenti programmabili (PLC), con il vantaggio di poter eventualmente stabilire delle operazioni condizionate e una gradualità di intervento. L'impiego di PLC consentirebbe inoltre, quando necessario, di aumentare il numero delle condizioni e la complessità del sistema predisponendo controlli che attualmente non possono essere effettuati per la mancanza delle necessarie connessioni. Inoltre si possono impostare livelli di priorità in relazione al tipo di anomalia di uno o più componenti, dalla semplice segnalazione della necessità di una manutenzione ordinaria (o eventualmente straordinaria) alla rilevazione di stati critici che possono influenzare non solo lo

stato in atto della macchina (es. funzionamento del ciclotrone) quanto porre delle condizioni aggiuntive per una nuova procedura di accensione dell'acceleratore. E' particolarmente interessante la possibilità di monitorare le condizioni operative e di usura di alcune componenti, es. lo stato di intasamento dei filtri, il che consente di procedere a verifica, manutenzione o sostituzione dei componenti prima di un probabile rottura o di un evento non programmato. L'adozione di un sistema di sicurezza basato su PLC è stato utilmente impiegato, ad esempio, per inviare un segnale di blocco alle celle contemporaneamente all'invio del bolo radioattivo che, unitamente all'impiego di alcune sorgenti pilota poste in prossimità dei rivelatori GM all'interno delle celle, consente di garantire il blocco dell'apertura del portello delle celle e ridurre i tempi di attesa per l'attivazione del controllo da parte del sensore di radioattività. E' possibile inoltre controllare in modo articolato il sistema di ventilazione in relazione al mantenimento dei gradienti prestabiliti nell'intero sito dell'installazione, sia con un processo di autoregolazione sia per generare segnalazioni di preallarme (registrati in adatti report) correlati alla variazione delle (de)pressioni fino al blocco delle operazioni se il gradiente risulta inferiore a valori di soglia reimpostati.



**Figura 2** – Generazione dei segnali di **READY TO BEAM** e **READY TO DELIVERY**.

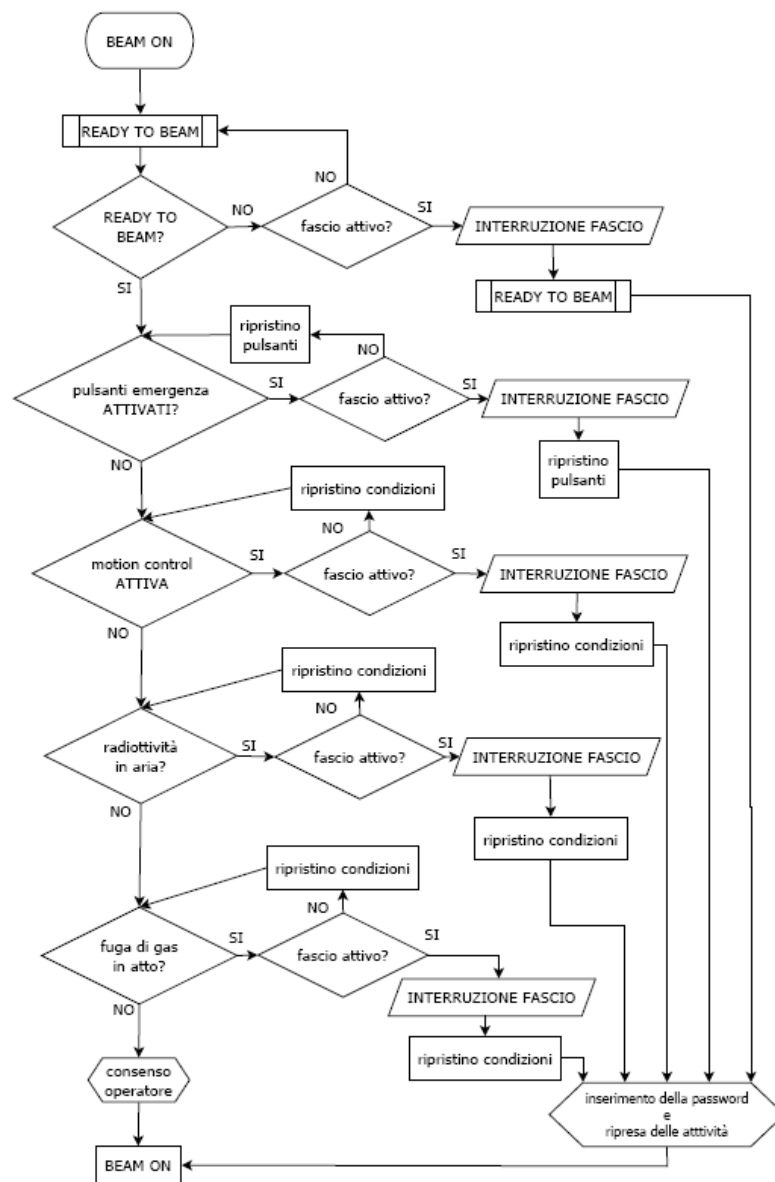


Figura 3 –Generazione del segnale di BEAM ON.

### Conclusioni

L'adozione di sistemi programmabili (es. PLC) per la gestione dei sistemi di sicurezza in un impianto per la produzione di radiofarmaci con ciclotrone consente di ottimizzare le procedure di sicurezza assicurando una gradualità degli interventi e sopperendo alle difficoltà operative connesse al ridotto numero di segnali disponibili per la interconnessione dei vari sistemi. Le nuove possibilità di gestione dei sistemi di sicurezza assicurate dai PLC consentono di innovare la stessa logica di intervento e di ottimizzare le procedure di controllo e comando del ciclotrone e dei laboratori annessi.