



Manuale

Il presente documento è correlato al Manuale “Radioprotezione ad Elettra” GREL-MAN-01

Il sistema di sicurezza della linea di luce Nanospettroscopia/NanoESCA

Processo di appartenenza: GREL - Gestire la radioprotezione - Elettra

Il documento originale nello stato di revisione corrente è quello disponibile sul sistema documentale aziendale.

Questo documento è riservato e non può essere diffuso all'esterno della società Elettra - Sincrotrone Trieste S.C.p.A., se non a seguito di esplicita autorizzazione (su DOCS-MOD-02) del Responsabile del Processo.



Indice

Indice.....	44
3.1 <i>Introduzione</i>	45
3.2 <i>Logica del sistema di sicurezza</i>	45
3.2.1 Condizioni per l'ingresso alla hutch FE	46
3.2.2 Pannello chiavi.....	46
3.2.3 Operazioni per l'ingresso nella hutch FE	47
3.2.4 Operazioni per l'uscita dalla hutch FE (procedura di “search”)	47
3.2.5 Condizioni per l'apertura di BS e SH	48
3.2.6 Blocco dell'iniezione	48
3.2.7 Stato di anomalia.....	48
3.2.8 Spegnimento del PLC	48
3.2.9 Segnali dal monitor di radiazione gamma.....	49
3.3 <i>Incidente da radiazioni ionizzanti all'interno di una hutch</i>	50



3.1 Introduzione

Uscita: 1.2
Tipo: onduttore
Linee di luce: Nanospettroscopia e NanoESCA
Hutch: FE

La linea Nanospettroscopia utilizza la luce di sincrotrone prodotta dagli elettroni nell'attraversare l'onduttore della sezione diritta n.1 della macchina.

La prima parte della linea è racchiusa fra pareti schermanti, denominate "hutch del Front-End" ("hutch FE"). La hutch FE è posta a ridosso delle schermature dell'anello (cfr. Fig.3.1).

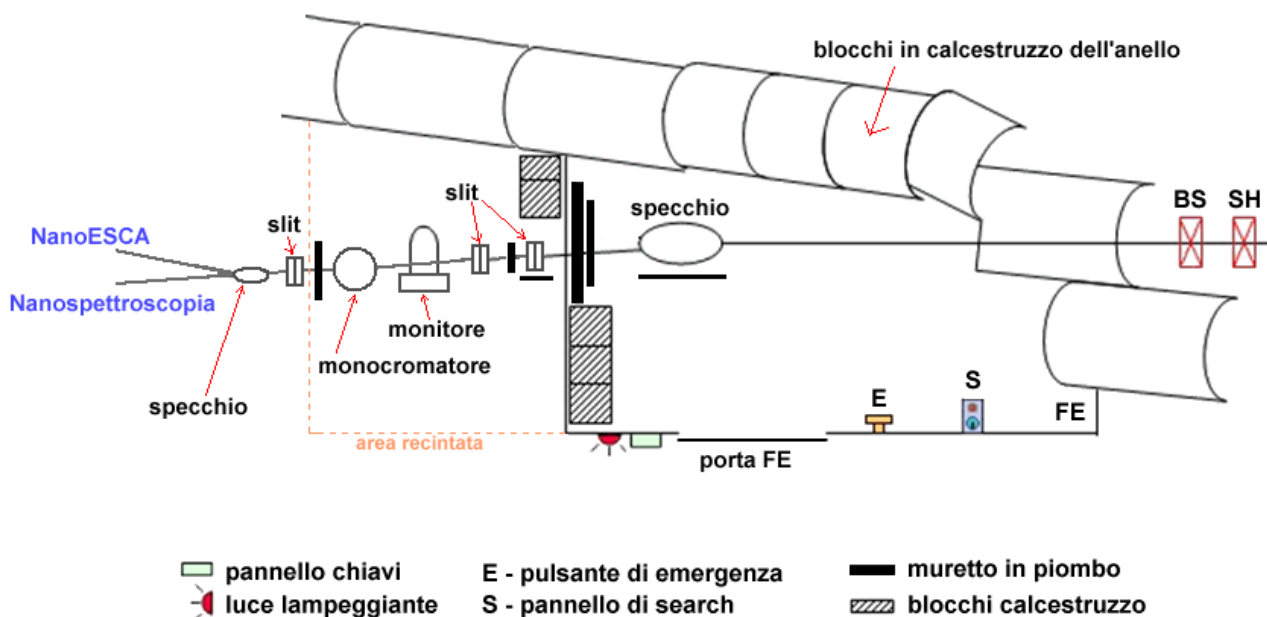


Figura 3.1. Rappresentazione schematica della hutch del front-end.

La hutch del front-end ospita uno specchio toroidale. All'esterno della hutch sono presenti un sistema di fenditure (*slit*) orizzontale e verticale per definire le dimensioni del fascio e il monocromatore della linea che permette di selezionare l'energia di operazione. La linea utilizza la luce di sincrotrone in un range compreso fra 25 e 1000 eV per studi di microscopia fotoelettronica. All'uscita dal monocromatore è presente un ulteriore sistema di fenditure verticali e uno specchio piano che consente di deviare il fascio verso la stazione sperimentale della linea Nanospettroscopia oppure verso la stazione sperimentale della branchline NanoESCA. La radiazione gamma di alta energia ("gas bremsstrahlung"), prodotta all'interno dell'anello nell'interazione del fascio di elettroni con il gas residuo nella camera, viene schermata da muretti in piombo e da schermature in calcestruzzo collocate sia all'interno che all'esterno della hutch, come mostrato in Fig.3.1.

La schermatura contro la luce di sincrotrone è rappresentata dalle pareti stesse della camera.

3.2 Logica del sistema di sicurezza

L'ingresso nelle aree recintate delle linee di luce ("hutch") è gestito da un sistema di controllo basato su circuiti cablati programmati con logica ridondante e "fail-safe" (Programmable Logic Controller o PLC).

I principali elementi di sicurezza su cui è basato il sistema di controllo accessi sono:



- il BeamStopper (BS) per il gas bremsstrahlung, lo SHutter (SH) per la luce di sincrotrone, posizionati nel "front-end" della linea, all'interno delle schermature dell'anello;
- il monitor di dose, collocato all'uscita della hutch, in posizione allineata rispetto alla sezione dritta della macchina.

Il sistema di sicurezza della linea distingue inoltre due tipi di iniezione:

- l'iniezione di *refill*, effettuata con BS/SH chiusi e disabilitati all'apertura, normalmente utilizzata per ripristinare la corrente accumulata in anello dopo un "dump" del fascio o dopo importanti diminuzioni della stessa;
- l'iniezione di *top-up*, effettuata a intervalli di tempo ravvicinati (e.g. ogni 5 minuti) con BS/SH eventualmente aperti, per mantenere quasi-costante al valore massimo la corrente accumulata.

Il sistema di sicurezza della linea non disabilita mai l'iniezione di top-up (quest'ultima può essere disabilitata solo dal sistema di sicurezza della macchina), mentre può interrompere o impedire l'iniezione di *refill*. Nei paragrafi che seguono, quando si utilizza il termine "iniezione", si fa riferimento all'iniezione di *refill*.

3.2.1 Condizioni per l'ingresso alla hutch FE

Per accedere all'interno della hutch FE, devono valere le condizioni di seguito riportate:

- non deve essere in corso un'iniezione;
- BS e SH devono essere chiusi;
- il monitor di dose non deve aver superato le soglie di allarme e pre-allarme e devono segnalare uno stato di "Buon Funzionamento";
- il PLC della linea deve essere acceso.

3.2.2 Pannello chiavi

Un pannello con 2 serrature e 4 segnalazioni luminose è posto all'esterno della porta della hutch.

Quando sono verificate le condizioni di sicurezza per l'ingresso alla hutch, l'inserimento della chiave "B" (prelevata dal responsabile della linea "R" o dal personale autorizzato) nella prima serratura permette di sbloccare la chiave "C" (posta nella seconda serratura), con la quale si apre la porta.

Le spie luminose segnalano lo stato di BS, la relativa abilitazione all'apertura e lo stato di iniezione in corso secondo la logica di seguito riportata.

- luce rossa accesa: BS aperto;
- luce verde accesa: BS chiuso;
- luce bianca accesa: il PLC consente l'apertura di BS;
- luce rossa inferiore accesa: iniezione in corso.

Una luce lampeggiante rossa accesa, posta sulla parete della hutch FE, segnala l'apertura contemporanea di BS e SH.

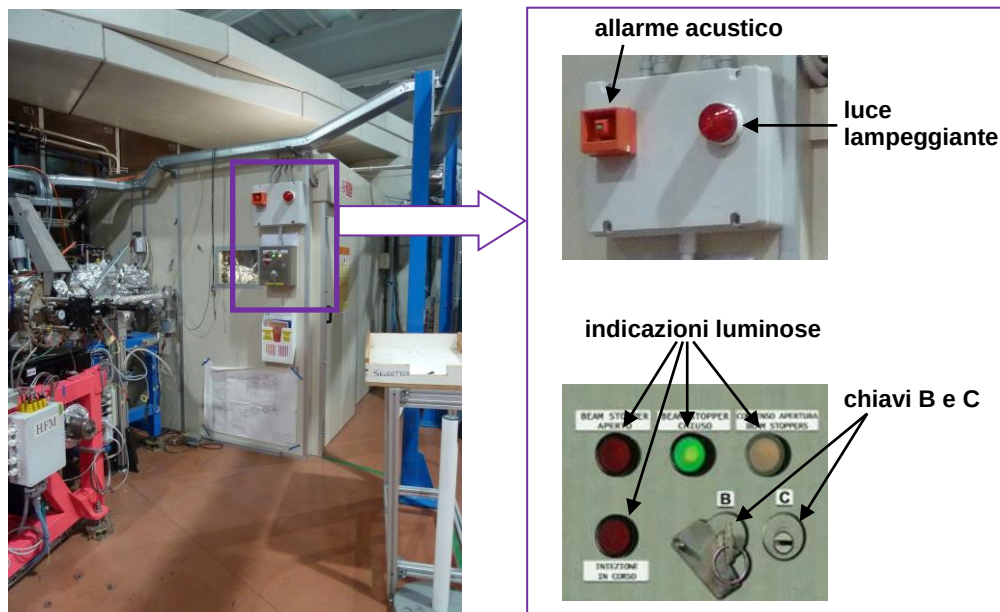


Figura 3.2. Allarme acustico, luce lampeggiante e pannello chiavi di una hutch di Elettro.

3.2.3 Operazioni per l'ingresso nella hutch FE

La procedura di accesso prevede le seguenti operazioni:

- R chiude BS e SH
- R introduce la chiave B nell'apposita serratura e la ruota (BS e SH vengono bloccati in chiusura)
- R estrae la chiave C (l'estrazione fa bloccare la chiave B)
- R apre la porta con la chiave C.

3.2.4 Operazioni per l'uscita dalla hutch FE (procedura di "search")

Alla fine dell'intervento, prima di poter aprire BS, è necessario eseguire un'ispezione (search). All'interno della hutch è posto il pannello di search con un pulsante e una serratura azionabile dalla chiave C.

L'ispezione avviene nel modo seguente:

- R fa uscire tutti dalla hutch, entra e chiude la porta portando con sé la chiave C;
- R verifica che nessuno sia ancora all'interno della hutch;
- R preme il pulsante di search girando contemporaneamente la chiave C;
- R esce portando con sé la chiave C e richiude la porta;
- R introduce la chiave C nella serratura del pannello esterno ruotandola entro 30 secondi ed estrae la chiave B entro 10 secondi.

Il primo tempo limite di 30 s viene calcolato dall'azionamento del pulsante alla rotazione della chiave C sul pannello esterno. Ulteriori 10 s vengono concessi per l'estrazione della chiave B (azione completata quando il sensore-tendina è nella posizione corretta).

Se l'operazione non è eseguita correttamente (tempo limite superato, porta riaperta durante l'ispezione, ispezione iniziata con la porta aperta, pulsante non azionato, ecc.), si genera uno stato di anomalia.



3.2.5 Condizioni per l'apertura di BS e SH

Per aprire BS e SH devono valere le condizioni di seguito riportate:

- la porta della hutch FE deve essere chiusa e l'ispezione (search) conclusa positivamente
- non deve essere in corso un'iniezione (luce rossa inferiore spenta)
- i monitori di dose non devono aver superato le soglie di allarme e pre-allarme e deve segnalare uno stato di "Buon Funzionamento"
- il PLC della linea deve essere acceso.

Se, in uno stato di anomalia, non si verifica la chiusura di BS entro 10 s dalla richiesta del PLC di controllo accessi, viene spento il fascio nell'anello.

L'apertura di BS e SH può venir comunque inibita anche da altri impianti indipendenti.

3.2.6 Blocco dell'iniezione

Non può incominciare un'iniezione (o l'iniezione viene interrotta) se:

- la porta di accesso alla hutch FE risulta aperta (o ne viene forzata l'apertura)
- la hutch FE non è stata ispezionata
- BS è aperto
- il monitor di dose è spento oppure segnala un malfunzionamento o ha superato la soglia di allarme
- il PLC della linea è spento.

3.2.7 Stato di anomalia

Si crea uno stato di anomalia nei seguenti casi:

- viene azionato il pulsante di emergenza posto all'interno della hutch;
- viene forzata l'apertura della porta di una hutch;
- un'ispezione (search) non viene conclusa positivamente;

Ogni stato di anomalia provoca:

- l'attivazione della sirena
- l'impossibilità di iniettare o l'interruzione dell'iniezione (se è in corso)
- la chiusura (se aperti) e il blocco di BS e SH.

Uno stato di anomalia viene annullato da un'ispezione (search) conclusa positivamente. Prima di iniziare l'ispezione devono essere azzerate le cause che hanno generato l'anomalia.

3.2.8 Spegnimento del PLC

Lo spegnimento del PLC della linea provoca:

- l'impossibilità di iniettare o l'interruzione dell'iniezione (se è in corso)
- l'impossibilità di entrare nelle hutch
- lo spegnimento del fascio nell'anello
- la chiusura (se aperti) e il blocco di BS e SH.

Alla riaccensione del PLC si genera uno stato di anomalia che viene ripristinato da un'ispezione (search) conclusa positivamente.

3.2.9 Segnali dal monitor di radiazione gamma

Il monitor di radiazione gamma fornisce una misura locale del rateo di dose e della dose integrata presso le linee.



Figura 3.3. Monitor di radiazione gamma.

Il rateo di dose viene misurato secondo per secondo e poi mediato sul minuto e sull'ora; le misure sono disponibili localmente sul display del monitor e remotamente su di un PC in Sala Controllo, dove vengono registrate 24 ore su 24.

La dose integrata viene calcolata, a partire dalle misure di rateo di dose, su una base tempi di 4 ore (dalle 0.00 alle 4.00, dalle 4.00 alle 8.00, dalle 8.00 alle 12.00, dalle 12.00 alle 16.00, dalle 16.00 alle 20.00, dalle 20.00 alle 24.00); al termine delle 4 ore la misura viene azzerata e re-inizializzata.

Ciascun monitor fornisce, in uscita, 3 segnali digitali che rappresentano:

- Buon Funzionamento
- Pre-allarme
- Allarme.

Il “Buon Funzionamento” viene meno nel caso di guasto del monitor. Il “Pre-allarme” viene attivato dal superamento di un limite di pre-allarme fissato sul rateo di dose o dal superamento di un limite di pre-allarme fissato sulla dose integrata. L’allarme viene attivato dal superamento di un limite di allarme fissato sul rateo di dose. I limiti impostati sono riportati nella tabella seguente.

	Limite sul rateo di dose	Limite sulla dose integrata
Pre-allarme	3 $\mu\text{Sv/h}$ per almeno 360 s	2 μSv in 4 ore
Allarme	6 $\mu\text{Sv/h}$ per almeno 180 s	

Tabella 3.1. Limiti di intervento fissati sul rateo di dose e sulla dose integrata.

Il sistema di sicurezza della linea acquisisce i segnali provenienti dai monitori e interviene secondo la logica che segue.

“Buon Funzionamento OFF” (= malfunzionamento) provoca:

- l'impossibilità di entrare nella hutch;
- la chiusura (se aperti) e il blocco di BS e SH;
- l'impossibilità di iniettare o l'interruzione dell'iniezione (se è in corso).



“Pre-allarme ON” (= superata soglia di pre-allarme) provoca:

- l'impossibilità di entrare nella hutch;
- la chiusura (se aperti) e il blocco di BS e SH.

“Allarme ON” (= superata soglia di allarme) provoca:

- l'impossibilità di entrare nella hutch;
- la chiusura (se aperti) e il blocco di BS e SH;
- l'impossibilità di iniettare o l'interruzione dell'iniezione (se è in corso).

È importante osservare che se il Pre-allarme è stato generato dal superamento del limite fissato sul rateo di dose, esso rientrerà alla chiusura dei beamstopper previsti, perché il rateo di dose scenderà al di sotto di 3 $\mu\text{Sv/h}$. Se, al contrario, è stato generato dal superamento del limite fissato sulla dose integrata (2 μSv in 4 ore), esso rimarrà attivo fino allo scadere delle 4 ore e, di conseguenza, per tutto questo tempo non sarà possibile accedere alla hutch né riaprire il beamstopper.

3.3 *Incidente da radiazioni ionizzanti all'interno di una hutch*

Si definisce ‘possibile incidente da radiazioni ionizzanti’ il caso in cui una o più persone si vengano a trovare all'interno di una hutch quando l'accesso è vietato dal sistema di sicurezza.

Nel caso in cui dopo l'ispezione di ronda (“search”) all'interno della hutch:

- si riscontri o si sospetti la presenza di una persona all'interno di una hutch;
- venga azionato un pulsante di emergenza all'interno di una hutch;
- una persona forzi l'apertura di una porta di accesso ad una hutch;

si deve:

1. chiudere il beamstopper della linea nel caso in cui questo sia aperto;
2. entrare all'interno della hutch seguendo la regolare procedura di accesso;
3. eseguire un'ispezione all'interno della hutch;
4. prestare l'eventuale soccorso.

Se l'evento si verifica prima che sia stato aperto il beamstopper, l'eventuale opera di soccorso riguarda soltanto la sicurezza ordinaria.

Se l'evento si verifica dopo l'apertura del beamstopper, si configura automaticamente un possibile incidente da radiazioni ionizzanti.

IN TAL CASO SI DEVE CONTATTARE IMMEDIATAMENTE L'OPERATORE DI SALA CONTROLLO INFORMANDOLO DELL'ACCADUTO, AFFINCHÉ ATTIVI LE PROCEDURE PREVISTE.

