

Proposta Termocoppie per Multi-Pinch

Le termocoppie su Multi-Pinch (e successivamente su PROTO-SPHERA) saranno necessarie per misurare la temperatura in prossimità degli avvolgimenti magnetici (PF coils) e degli elettrodi.

Ovviamente i PF coils non devono mai andare troppo vicini a 100 °C, mentre la temperatura in prossimità degli elettrodi deve essere inferiore al punto di fusione del Rame. Pertanto stiamo parlando di termocoppie con intervallo di funzionamento (e decorosa linearità) fra 20 °C e ~1000 °C. Trattandosi di “misure di controllo”, una precisione attorno ai 5 °C è più che adeguata, come pure una risoluzione temporale dell'ordine dei 100 ms. Le termocoppie di tipo “K” – se soddisfano questi requisiti – potrebbero essere una soluzione di costo relativamente basso.

L'altro punto da considerare è che vi sono potenziali elettrici diversi all'interno della camera da vuoto (che è messa a terra), e pertanto i cavi delle termocoppie (come del resto quelli delle misure magnetiche) devono essere in guaina isolata: si propone quindi di utilizzare – se possibile – lo stesso cavo acquistato per i sensori magnetici, e cioè un doppietto twistato in Rame (0.5 mm di diametro del singolo conduttore) con calza di Inox ed ulteriore isolamento esterno in fibra di vetro (E-glass).

Si tratterebbe però di un cavo “non bilanciato”, pertanto andrebbe anche indagata la soluzione – sicuramente migliore – in cui venga utilizzato un vero “cavo per termocoppie” con guaina isolante in fibra di vetro o altro materiale adatto all'alto vuoto.

La logica di montaggio della macchina ovviamente influenzerà la dislocazione delle termocoppie, soprattutto per quel che riguarda il loro percorso di uscita. Più in dettaglio, gli elettrodi di Multi-Pinch (PROTO-SPHERA) sono solidali con le flangie di chiusura superiore ed inferiore (2000 mm di diametro), e pertanto le termocoppie correlate ad Anodo e Catodo dovranno utilizzare una (o eventualmente due) flangie cieche collocate su tali “tappi”: si tratta di flangie del tipo DN100 PN6 UNI 6097 che andranno opportunamente lavorate per posizionarvi il passante da vuoto che verrà scelto. Al contrario, i PF coils che necessitano di controllo in temperatura (il PF3.1 e – soprattutto – il PF2) sono solidali con le cosiddette “virole” (anelli aggiuntivi alla camera da vuoto di START, con diametro 2000 mm). Pertanto le uscite di tali termocoppie andranno collocate su flangie cieche poste su tali virole: si tratta questa volta di flangie del tipo DN80 PN6 UNI 6091.

Va inoltre tenuto presente che il percorso dei cavi delle termocoppie all'interno della camera da vuoto sarà sempre dell'ordine di 2-3 m.

In Fig. 1 è mostrata la parte superiore di Multi-Pinch/PROTO-SPHERA, mentre in Fig. 2 si può osservare quella inferiore: in rosso sono evidenziati i PF coils di PROTO-SPHERA, che non sono presenti su Multi-Pinch.

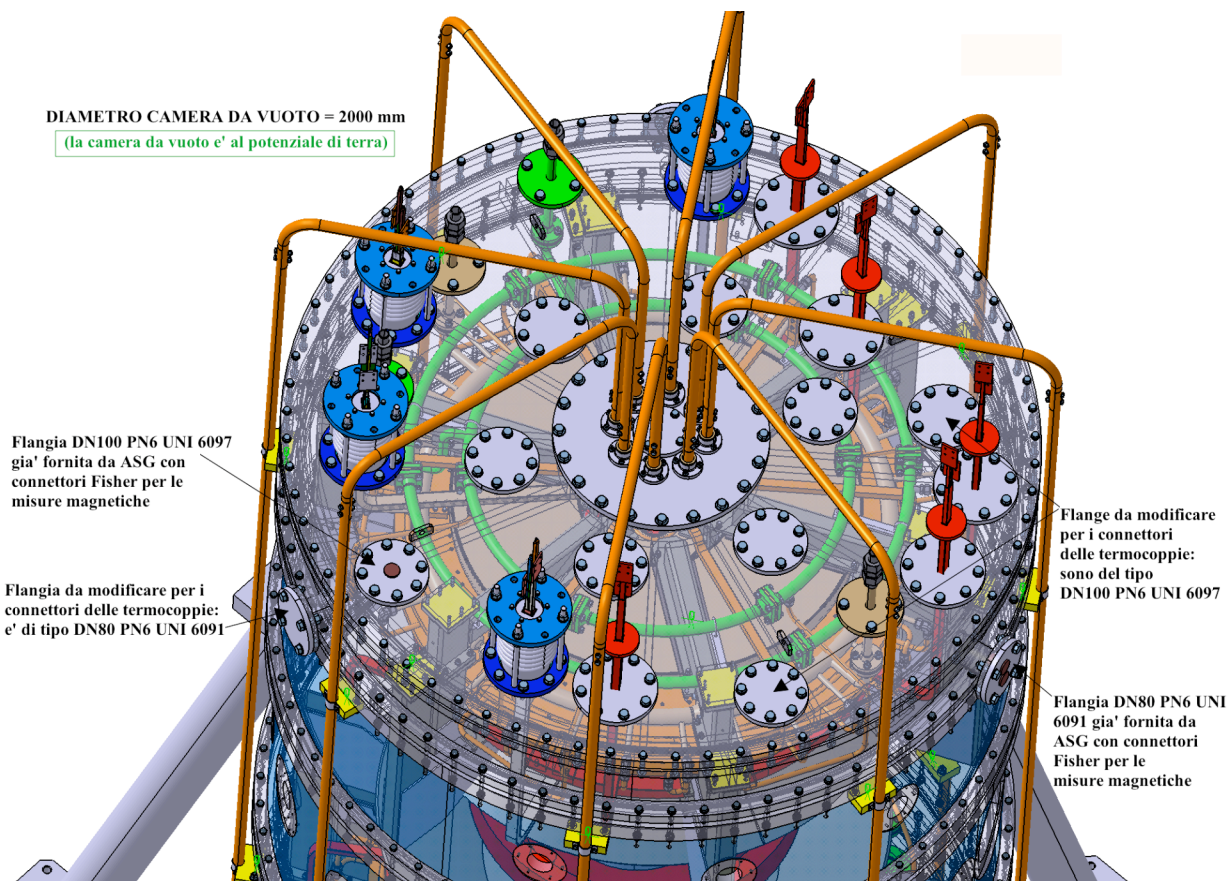


Figura 1. *Parte superiore del Load Assembly di Multi-Pinch/PROTO-SPHERA*

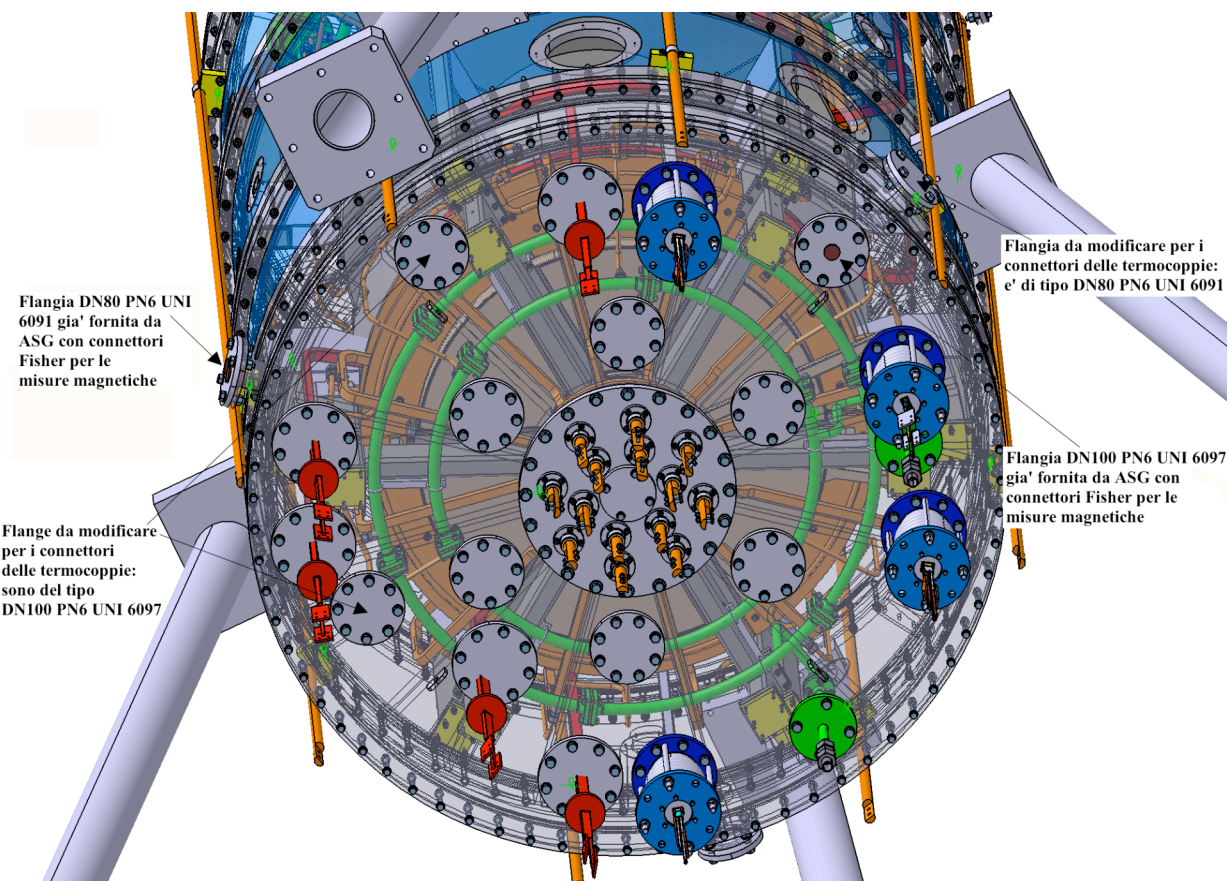


Figura 2. *Parte inferiore del Load Assembly di Multi-Pinch/PROTO-SPHERA*

Per il Gruppo di Montaggio III (quello relativo alle “virole”) – mostrato in due differenti angolazioni nelle Fig. 3 e 4 – si prevedono 3 termocoppie: una nella parte bassa del PF2, una nella parte alta del PF3.1 ed una a ridosso del cosiddetto “schermo conico”: il dettaglio delle posizioni di tali termocoppie e’ visibile in Fig. 5 e 6.

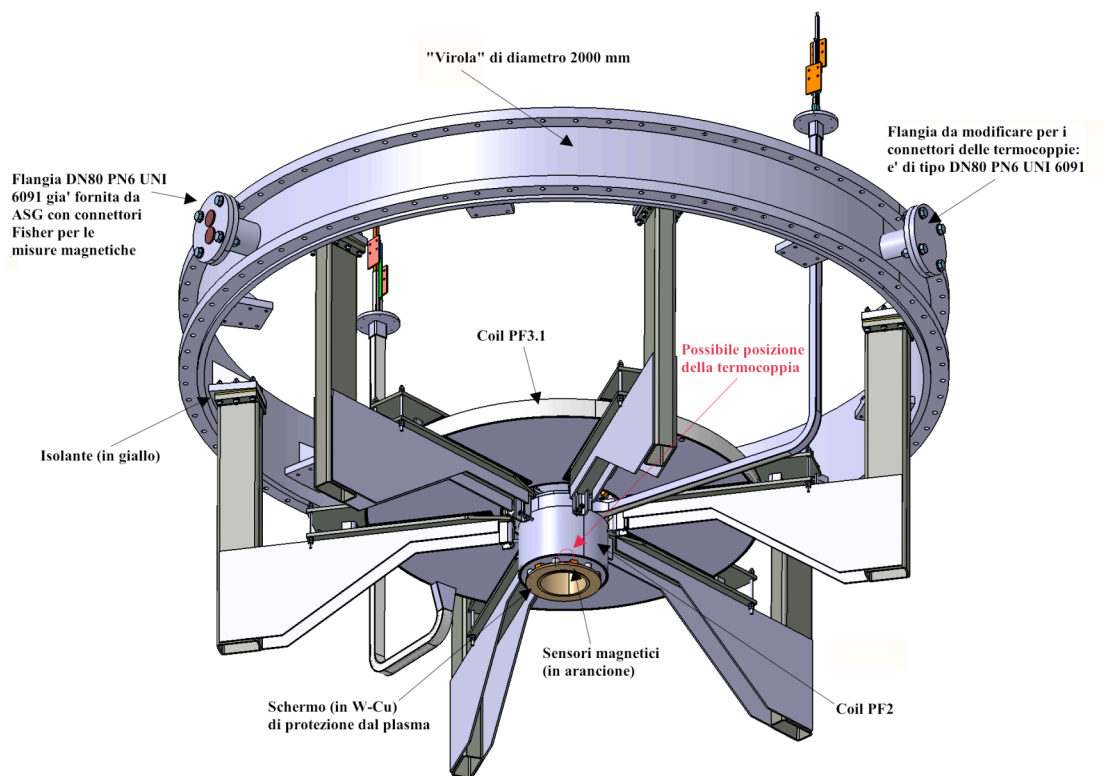


Figura 3. Vista dal basso del GM-III

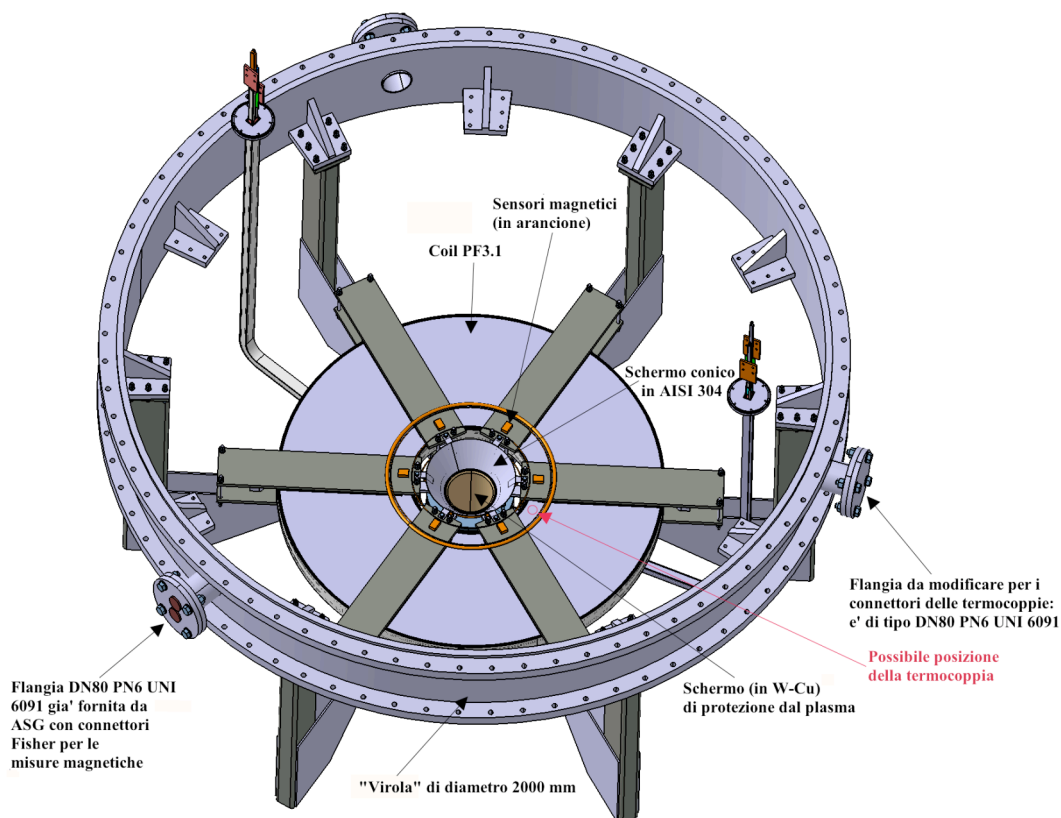


Figura 4. Vista dall'alto del GM-III

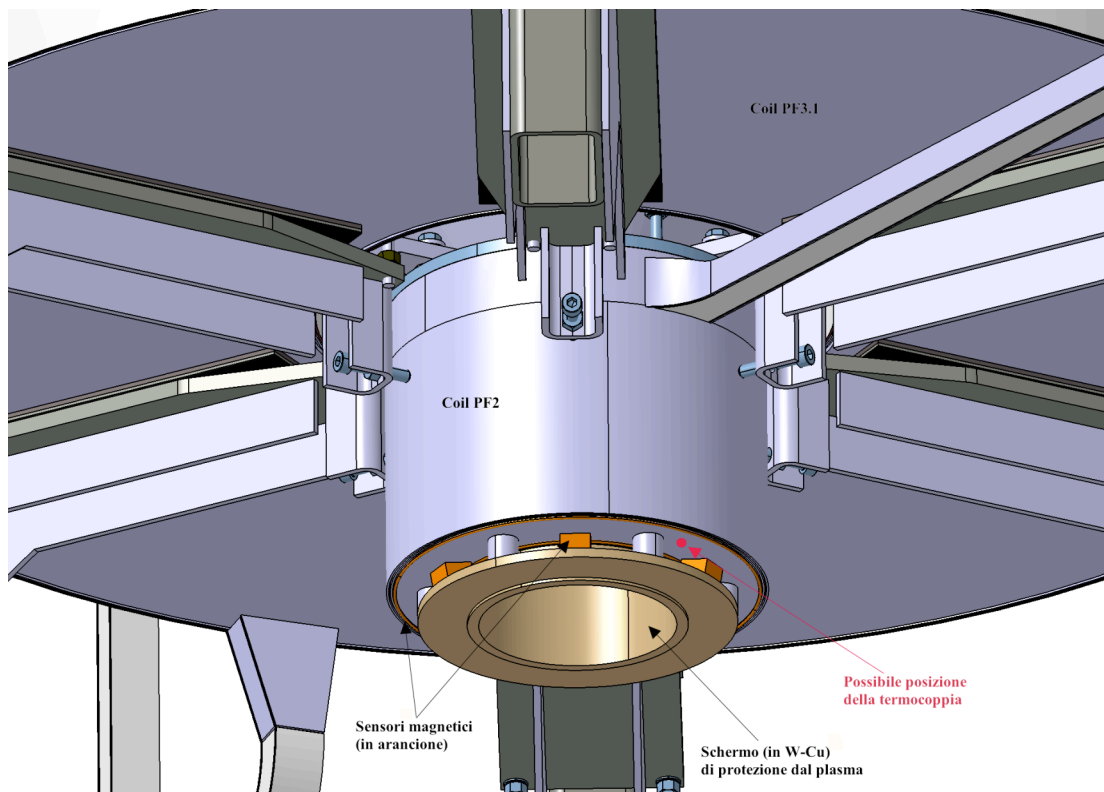


Figura 5. GM-III: posizione termocoppia nella parte inferiore del PF2

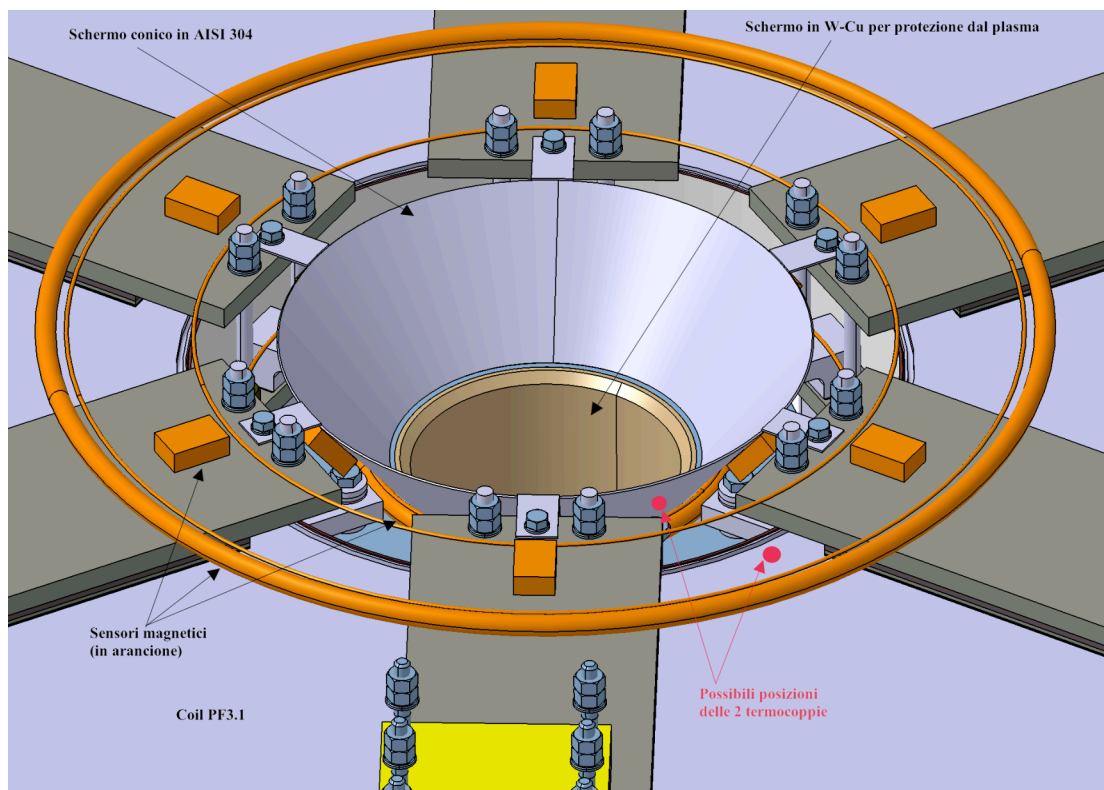


Figura 6. GM-III: posizione delle 2 termocoppie sul PF3.1 e sullo schermo conico

Ovviamente altre 3 termocoppie vanno previste per il simmetrico del GM-III. In conclusione, ogni passante da vuoto sulla flangia DN80 della virola deve ospitare 3 termocoppie.

L'Anodo anulare di FaseII (solidale al GM-I, cioè al “tappo” superiore) opererà ad una tensione di circa 200 V DC rispetto alla camera da vuoto, e le sue tegole in W-Cu riceveranno l'impatto diretto del plasma (“hollow anode”, flussato in Idrogeno).

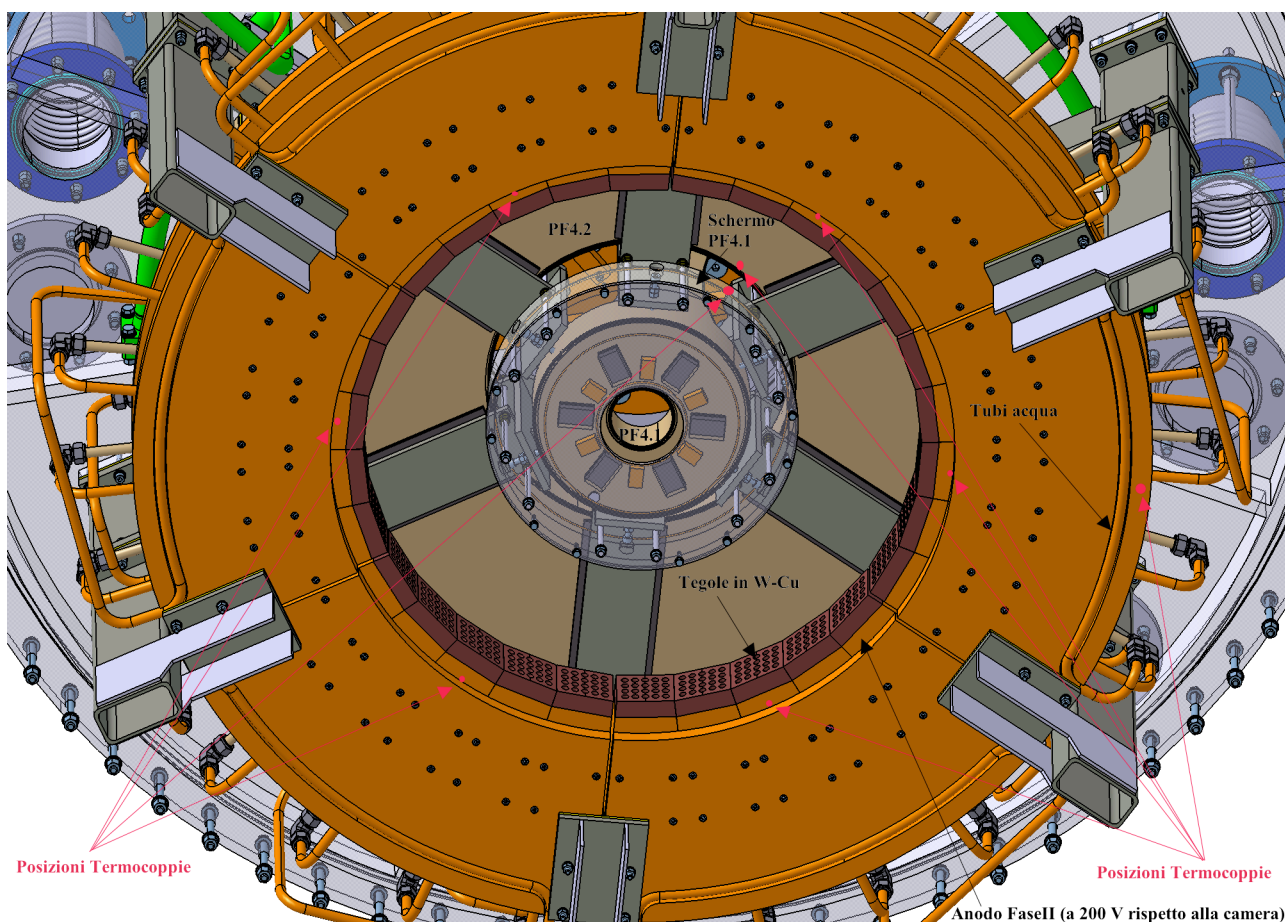


Figura 7. GM-I: posizione delle 8 termocoppie sull'Anodo FaseII e sullo schermo del PF4.1

Sarebbe opportuno posizionare 6 termocoppie (una per ogni settore dell'anodo) sul Rame a ridosso delle tegole di W-Cu (vedere Fig. 7): resta da decidere se collocarle nella parte inferiore dell'anodo – come in figura – oppure nella sua parte superiore. E' inoltre necessaria una termocoppia nella parte posteriore dell'anodo, a ridosso dei tubi per il raffreddamento ad acqua: tale termocoppia potrebbe anche essere utilizzata per l'Anodo di FaseI, e pertanto il suo cavo di collegamento dovrebbe essere previsto un po' piu' lungo (oppure lo si puo' sostituire quando si passera' all'Anodo di FaseII). Infine e' sono previste altre 2 termocoppie: una collocata nella parte interna del cosiddetto “schermo PF4.1” ed un'altra sul bordo interno del PF4.2. Quindi – nel GM-I – vi saranno 9 termocoppie che dovranno uscire tramite un passante da vuoto da posizionare sulla flangia DN100 presente sul “tappo” superiore di Multi-Pinch.

Il Catodo anulare (solidale al GM-II, cioè al “tappo” inferiore della camera da vuoto) è del tipo a riscaldamento diretto, ed è costituito da un certo numero di moduli in Molibdeno, ognuno dei quali sostiene tre spirali in Tungsteno puro: tali spirali verranno riscaldate tramite corrente alternata (tensione di circa 15-20 V AC) fino ad una temperatura di circa 2800 °C. Questi moduli sono ancorati a due piastre massicce in Rame, vi sono inoltre due schermi massicci (anch’essi in Rame) che hanno il compito di assorbire il calore emesso per radiazione dai filamenti, e sui quali sono collocati i tubi per il raffreddamento ad acqua.

Una visione complessiva del Catodo di Multi-Pinch/PROTO-SPHERA è presentata in Fig. 8, dove parte degli “schermi di radiazione” è stata resa trasparente.

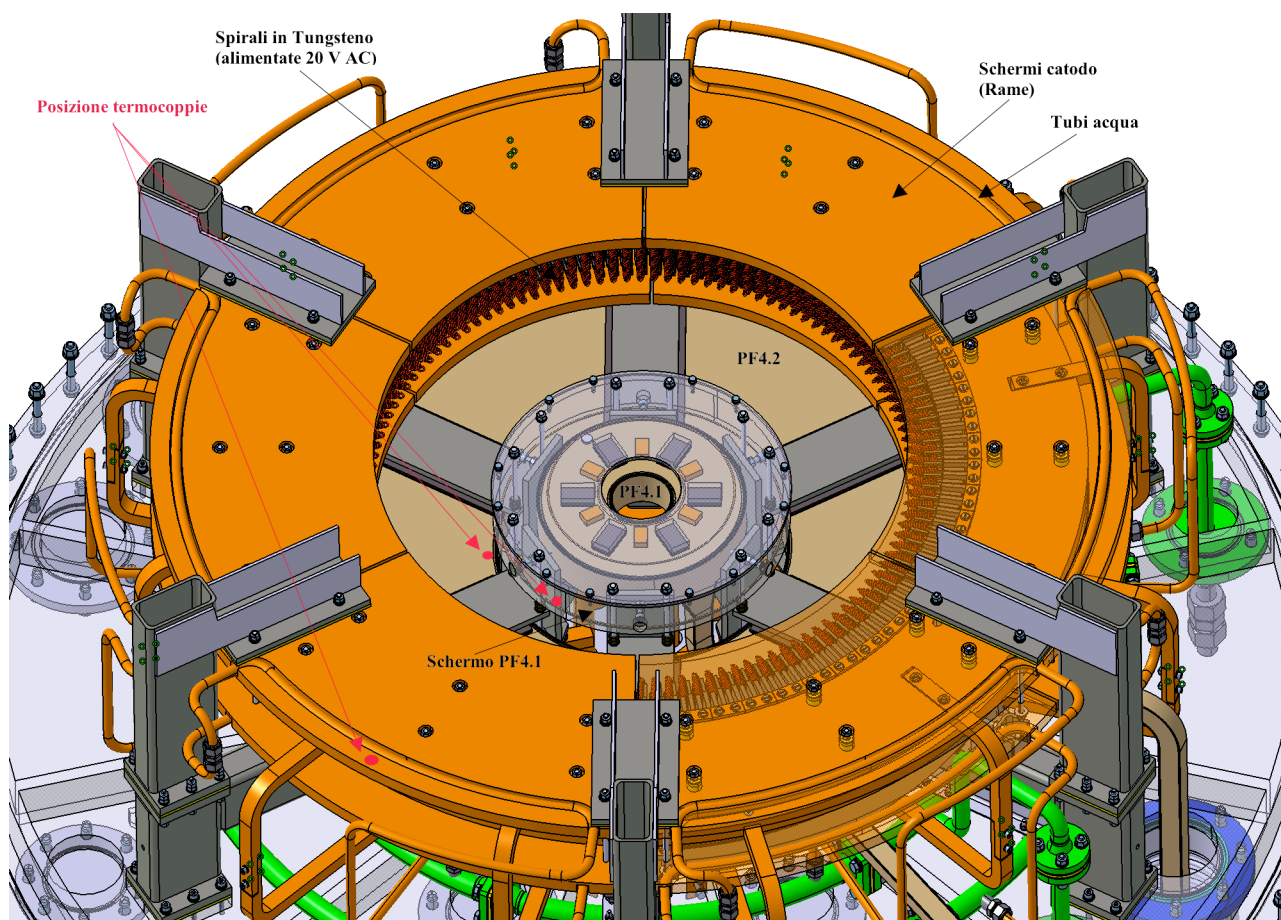


Figura 8. GM-II: posizionatura di una termocoppia sullo “schermo di radiazione” del Catodo e di un’altra sullo schermo del PF4.1

Sarebbe opportuno posizionare 6 termocoppie (una per ogni settore del Catodo) sulle piastre in Rame a ridosso dei supporti in Molibdeno (vedere Fig. 9, in cui gli “schermi di radiazione” sono stati occultati): resta da decidere se collocarle nella parte inferiore del Catodo – come in figura – oppure nella sua parte superiore. E’ inoltre necessaria una termocoppia nella parte posteriore di uno dei due “schermi di radiazione”, a ridosso dei tubi per il raffreddamento ad acqua (Fig. 8). Infine sono previste altre 2 termocoppie, come già accadeva nel GM-I: una da collocare nella parte interna dello “schermo PF4.1” ed un’altra sul bordo interno del PF4.2 (vedere sempre Fig. 8).

Quindi – anche nel GM-II – vi saranno 9 termocoppie che dovranno uscire tramite un passante da vuoto da posizionare sulla flangia DN100 presente sul “tappo” inferiore di Multi-Pinch.

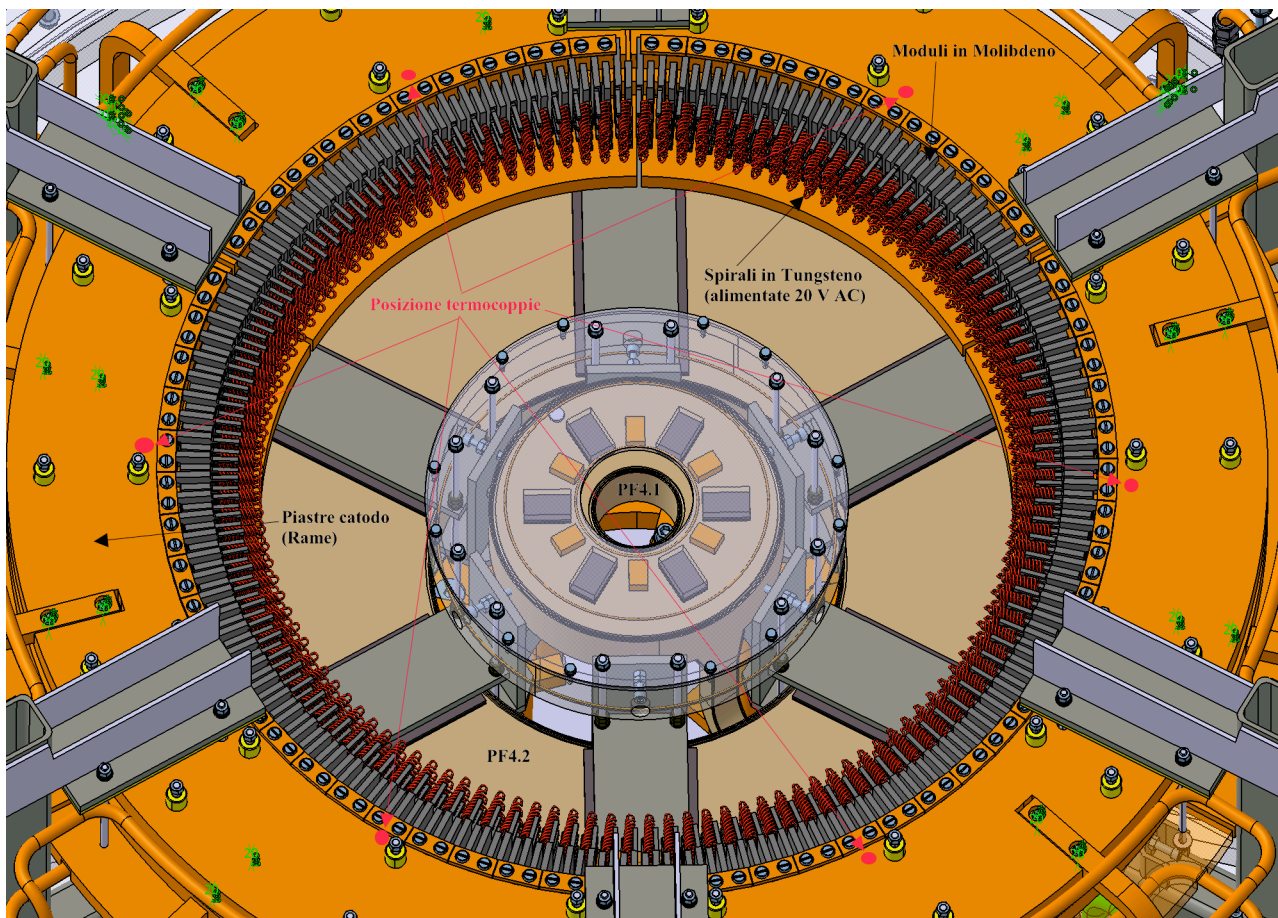


Figura 9. GM-II: posizionatura di 6 termocoppie sulle piastre in Rame del Catodo

In conclusione, su Multi-Pinch sono previste 24 termocoppie che vanno suddivise nel modo seguente:

- 9 sul GM-I (uscita da flangia DN100 del “tappo” superiore);
- 3 sul GM-III superiore (uscita da flangia DN80 della “virola” superiore);
- 3 sul GM-III inferiore (uscita da flangia DN80 della “virola” inferiore);
- 9 sul GM-II (uscita da flangia DN100 del “tappo” inferiore).

Per quel che riguarda i passanti da vuoto da posizionarsi – brasatura? – sulle flangie cieche del tipo DN80 e DN100 (che dovremo farci dare in anticipo dall’ASG Superconductors), una ditta interessante che potrebbe fornirceli – e lavorare tali flangie – potrebbe essere la “VLT” di Colleferro (sito web <http://www.vlt-srl.it/>), che peraltro può fornire anche le termocoppie stesse e – forse – anche il cavo di collegamento.

Tutta la progettazione di Multi-Pinch (in formato CATIA V5R16) è disponibile in AFS, ed in particolare all’indirizzo:

afs/enea.it/fra/user/micozzi/CATIA/LoadAssembly_ASG/Modelli_Montati_1-12-08