

Planta de refrigeración

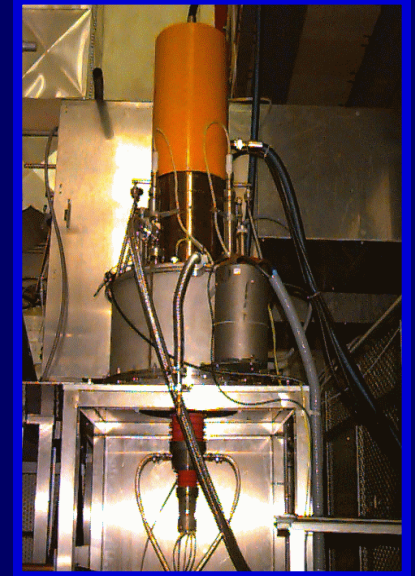
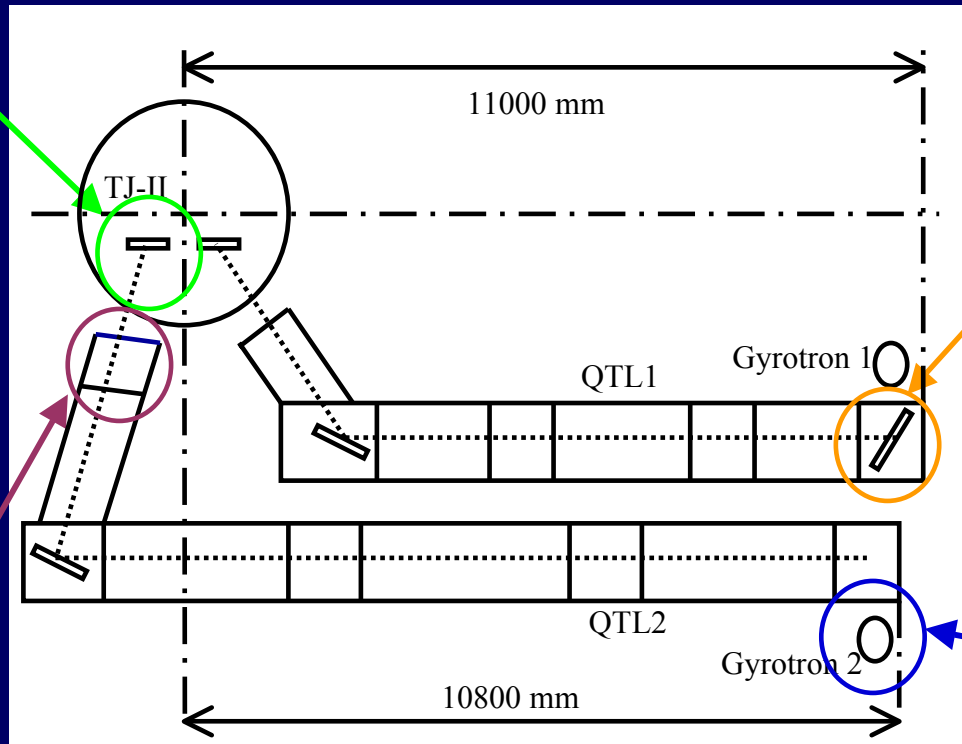
Basada en:

Torre de refrigeración de 1500kW



- Agua desionizada
- SS
- Capacidad para producir modulación en temperatura del agua

Electron Cyclotron Resonance Heating (ECRH)

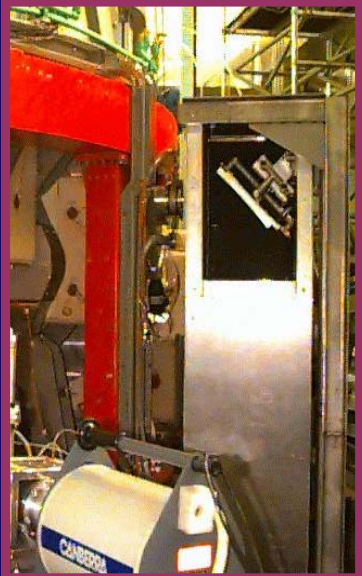


Sistema de inicio del plasma

Dos girotrones: 53.2GHz, 300kW, 1s

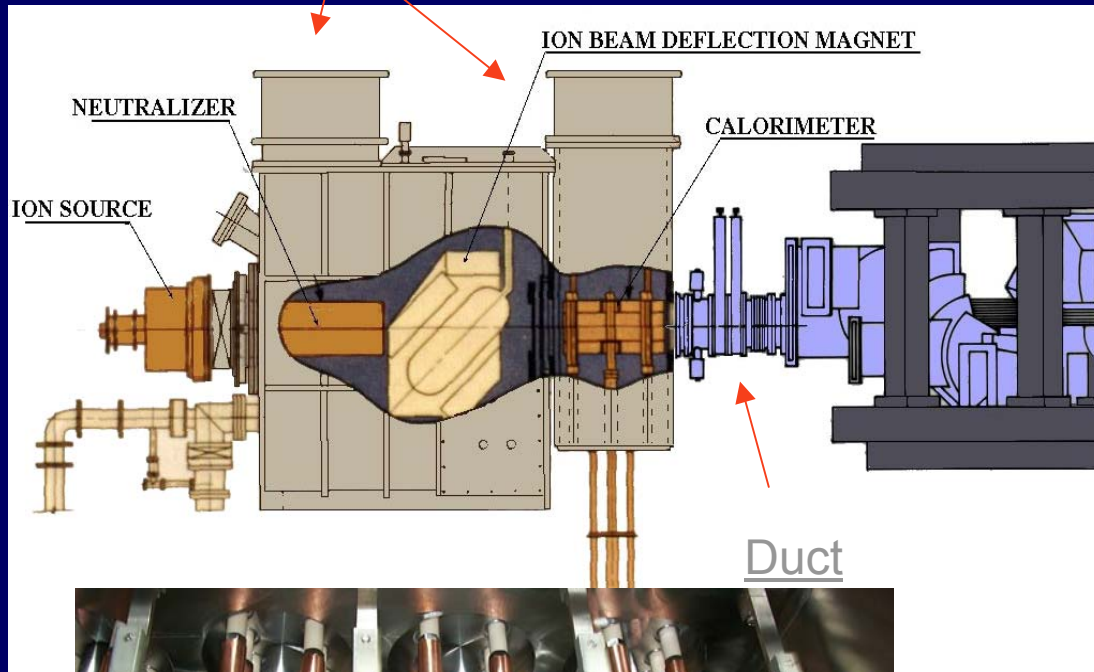
Dos líneas de transmisión quasi-ópticas : 10 espejos + antena interior orientable (ECCD, on-off axis)

Proyecto en marcha: Electron Bernstein Heating



NBI en TJ-II

Ti getter pumps



2 inyectores de H a 40 keV.

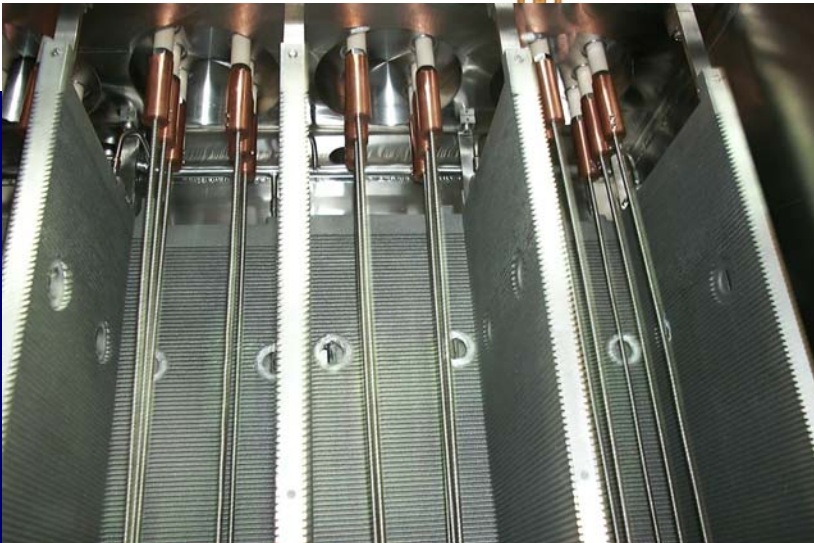
P=1.5 MW

Préstamo de ORNL

Bombas de getter de Titanio

320.000 l/s en cada inyector

Construidas en CIEMAT



Sistema de Control

Control maestro desarrollado en CIEMAT

Basado en : VME (Motorola 6x000) + OS9 (CERN)

> 500 señales de control

- $\int I^2 dt$ bobinas (tiempo real)
- Caudal refrigeración: (>300 circuitos)
- Deformaciones bobinas
- Temp calefactores para horneado
- ..Lazos de masa
- ...

Proceso de preparación y ejecución del pulso

Control de temporizadores

Control de inyección de gas

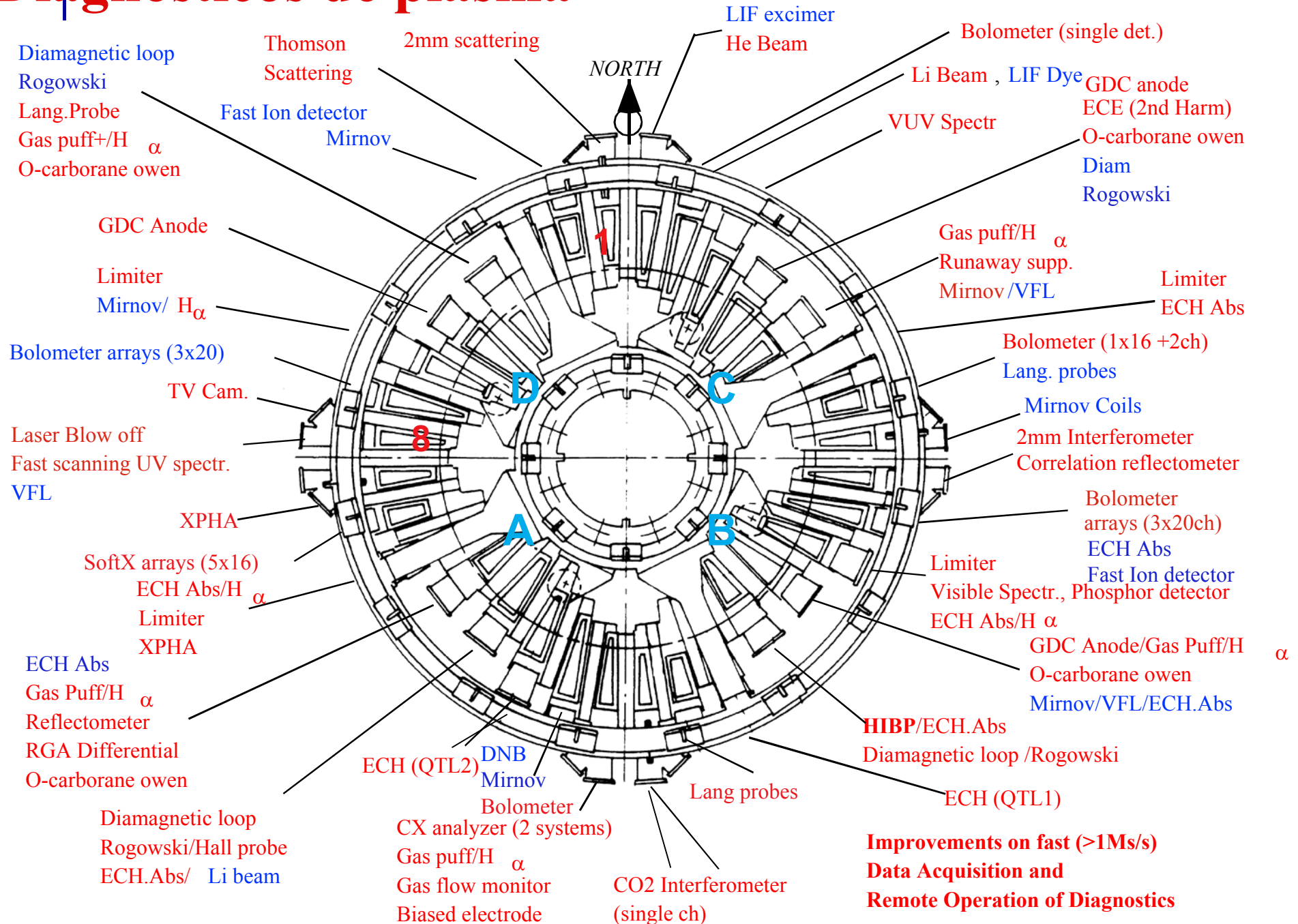
Intercambio de datos con sistema de adquisición de datos de TJ-II

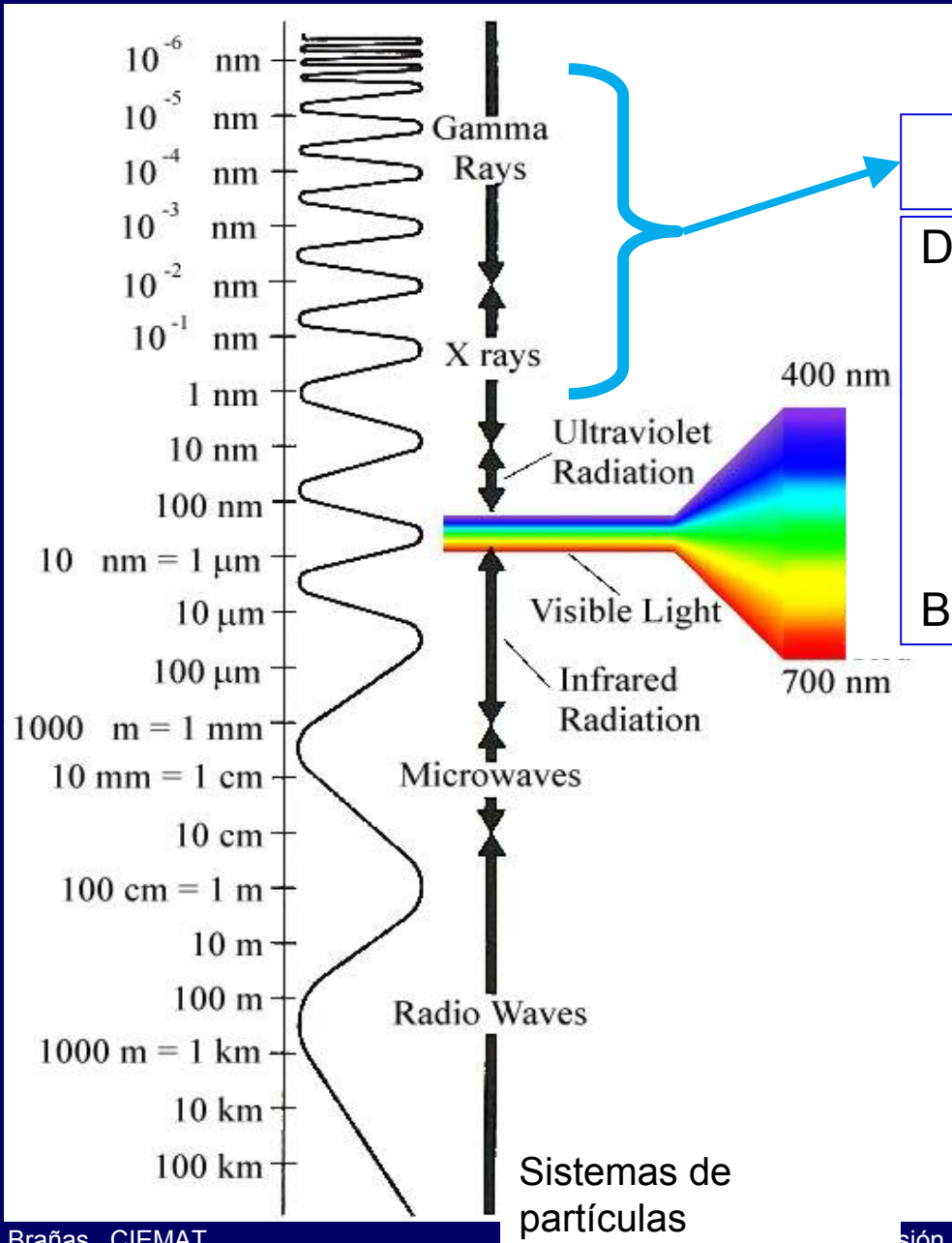
Control de accesos a Nave TJ-II



Diagnósticos de plasma

(en operación / en desarrollo)





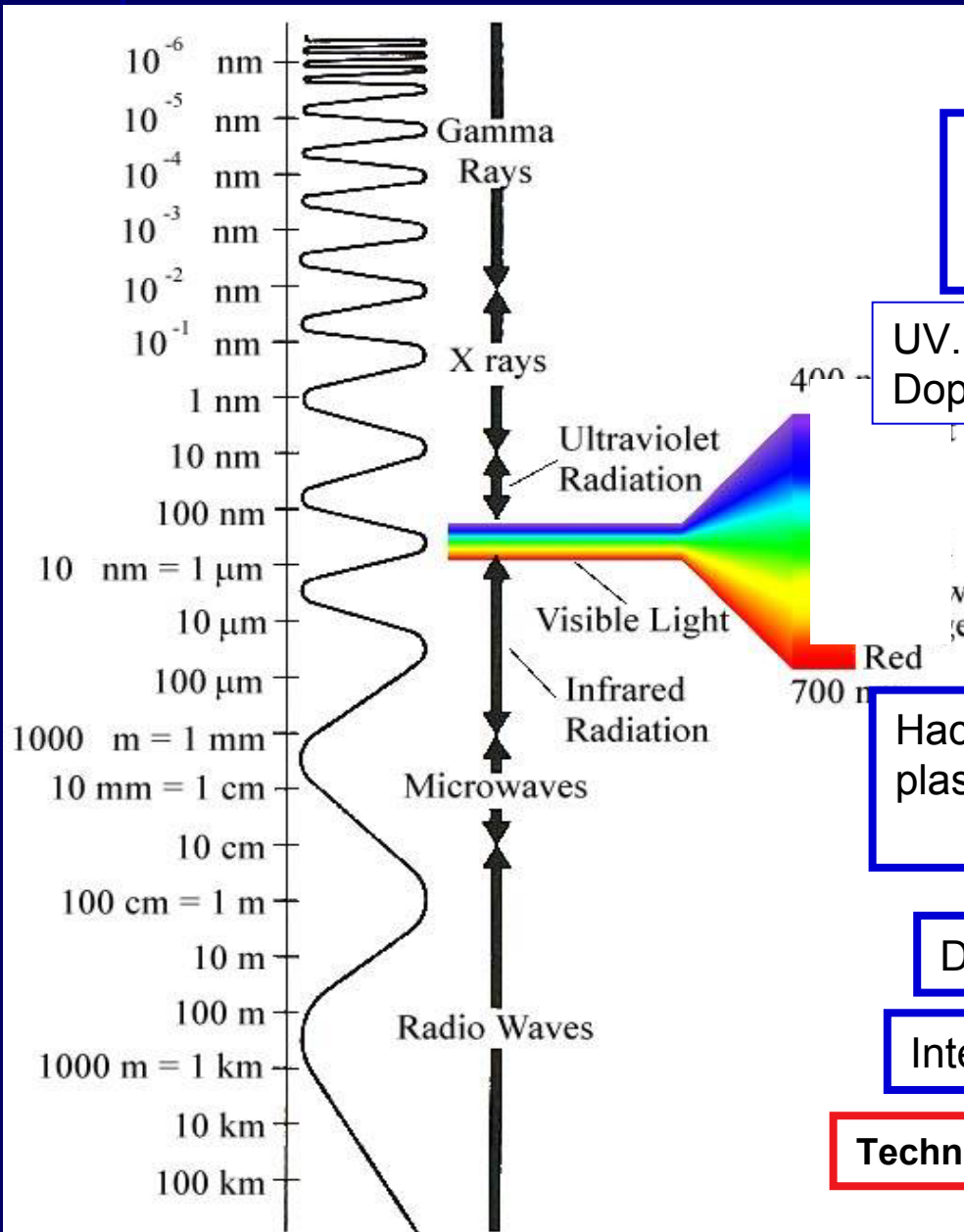
Medidores Gamma y rayos X

Detectores de Csl, Si, Ge para :

- Bremsstrahlung de electrones
- Tomografía de emisión térmica
- Espectroscopía de impurezas
- Función de distribución de los electrones

Bolómetros

Sistemas de medida



Visible+ UV cercano + IR

Espectroscopía de intercambio de carga por recombinación
Haz de neutros de diagnóstico

UV. Espectroscopía Doppler Ti, rotación...

Dispersión Thomson (Te, ne)

Fluorescencia inducida por láser (LIF): gas neutro, impurezas, campos eléctricos

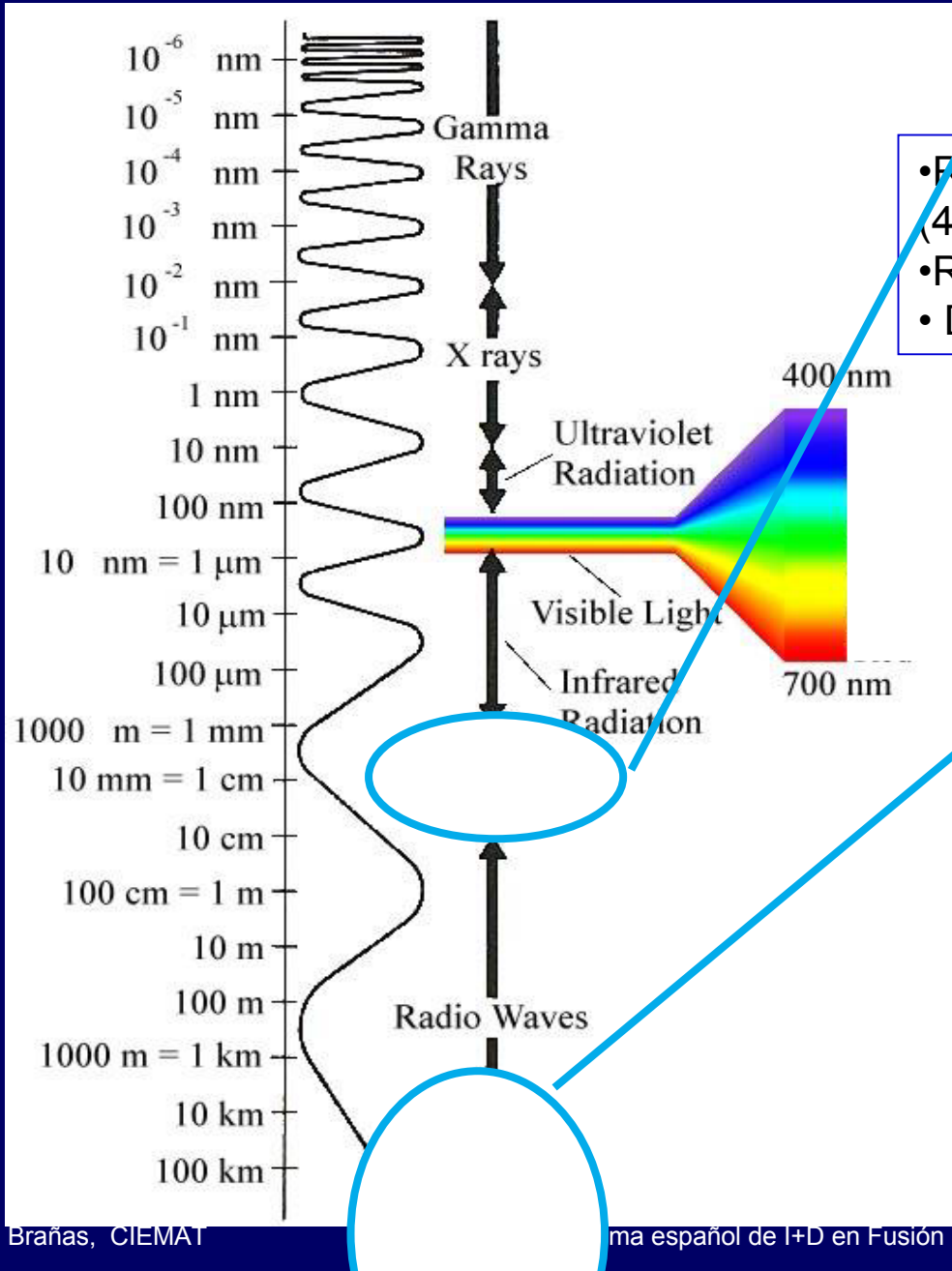
Haces atómicos para caracterización del borde del plasma:
- Haz de Li
- Haz supersónico de He

Detectores de $H\alpha$: gas neutro

Interferómetro de Infrarrojo (CO_2)

Technology diagnostics: Cámaras de infrarrojo (NBI)

Sistemas de medida



Diagnósticos de microondas

- Radiometría de la Emisión Ciclotrónica Electrónica (Te) (40-60 GHz): TJ-II, JET
- Reflectometría de microondas (Ne, turbulencia)
- Dispersión de microondas (150 GHz)

Diagnósticos magnéticos

- Bobina Rogowski (I plasma)
- Loop diamagnético: energía almacenada
- Bobinas de Mirnov: MHD

Sondas de partículas

- Sonda de iones pesados
- Analizador de partículas neutras por intercambio de carga (CX)
- Sondas de Langmuir

Adquisición y tratamiento de datos

~ 600 canales de medida

300 VXI sobre VxWorks @100ks/s (desarrollo CIEMAT)

50 PCI sobre lab View @ 20 Ms/s

200 PXI sobre lab View @ 60 ks/s

CAMAC

....

Integrados en una sola aplicación de gestión y visualización

Base de datos SQL

Proyectos

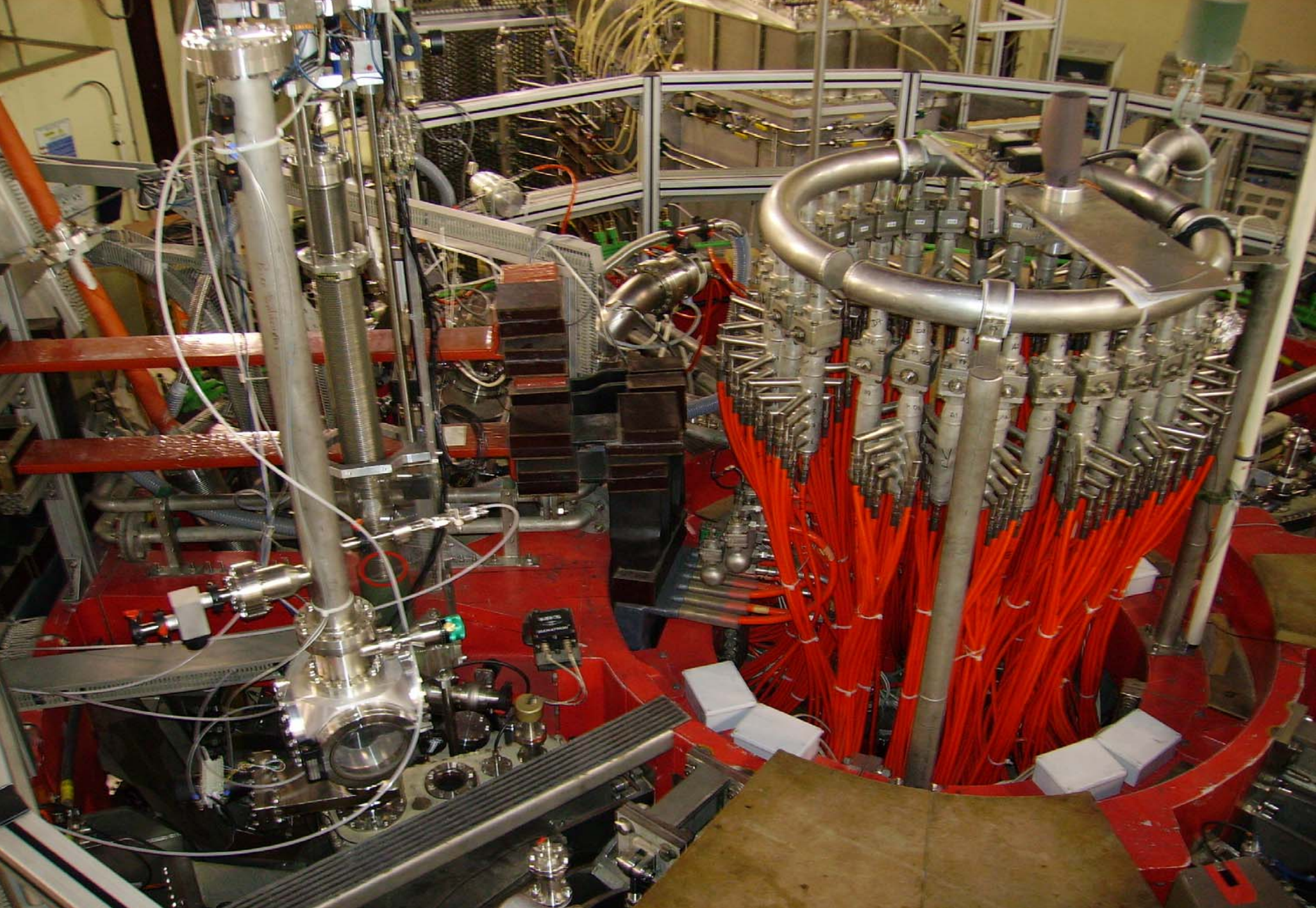
Participación remota (herramientas web, seguridad)

Procesado distribuido en tiempo real

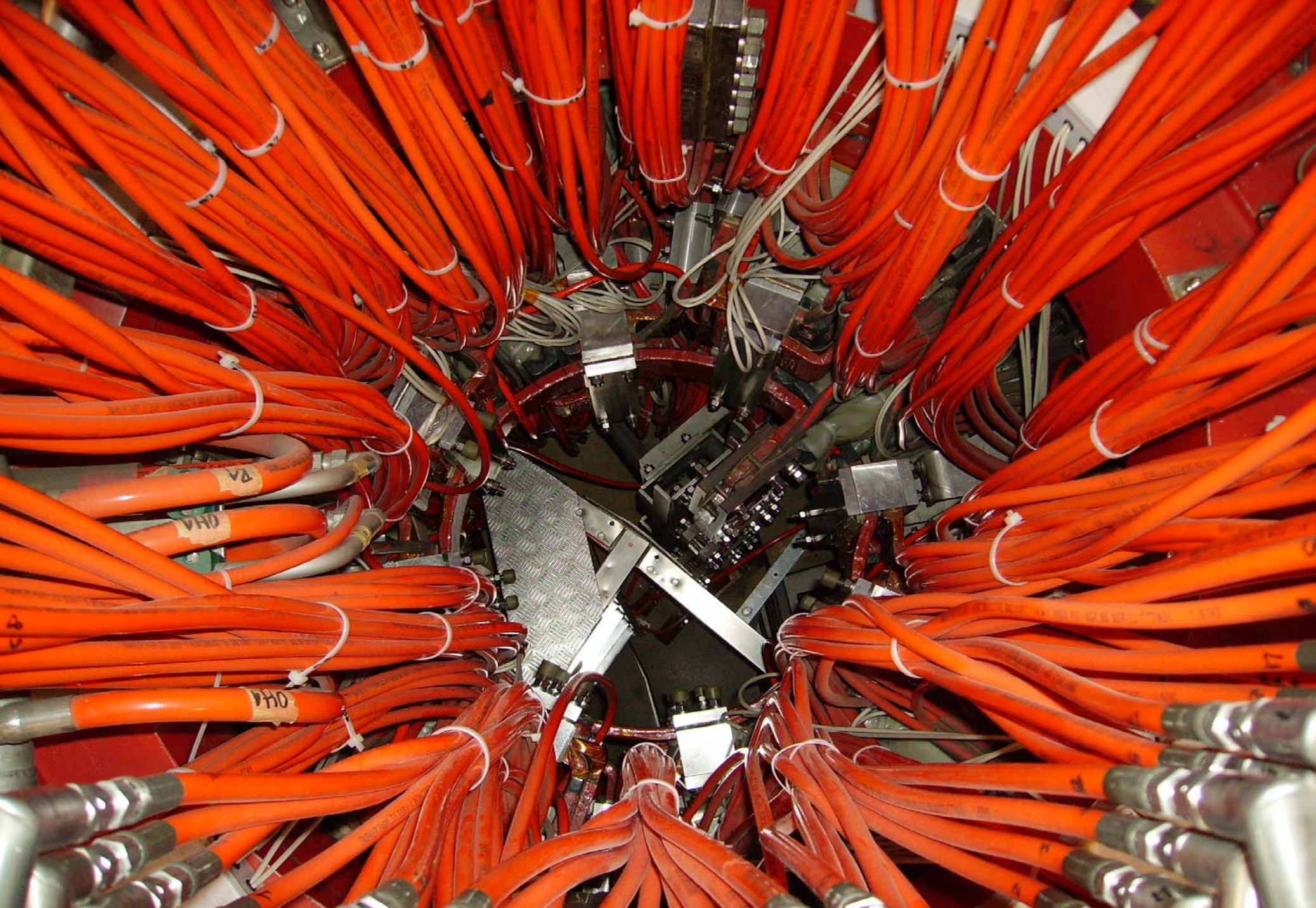
Reconocimiento de patrones

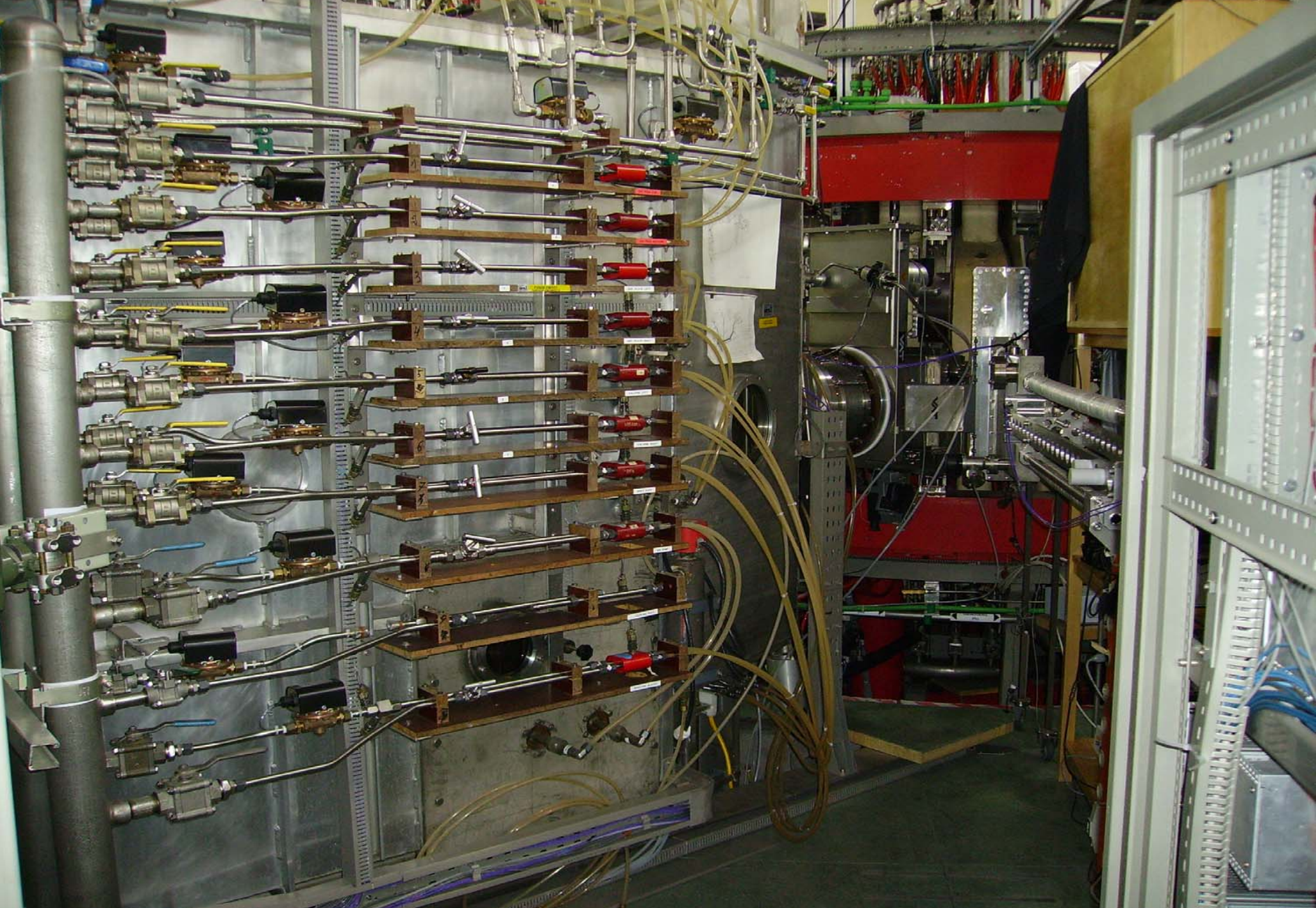
Control remoto de diagnósticos mediante navegadores web



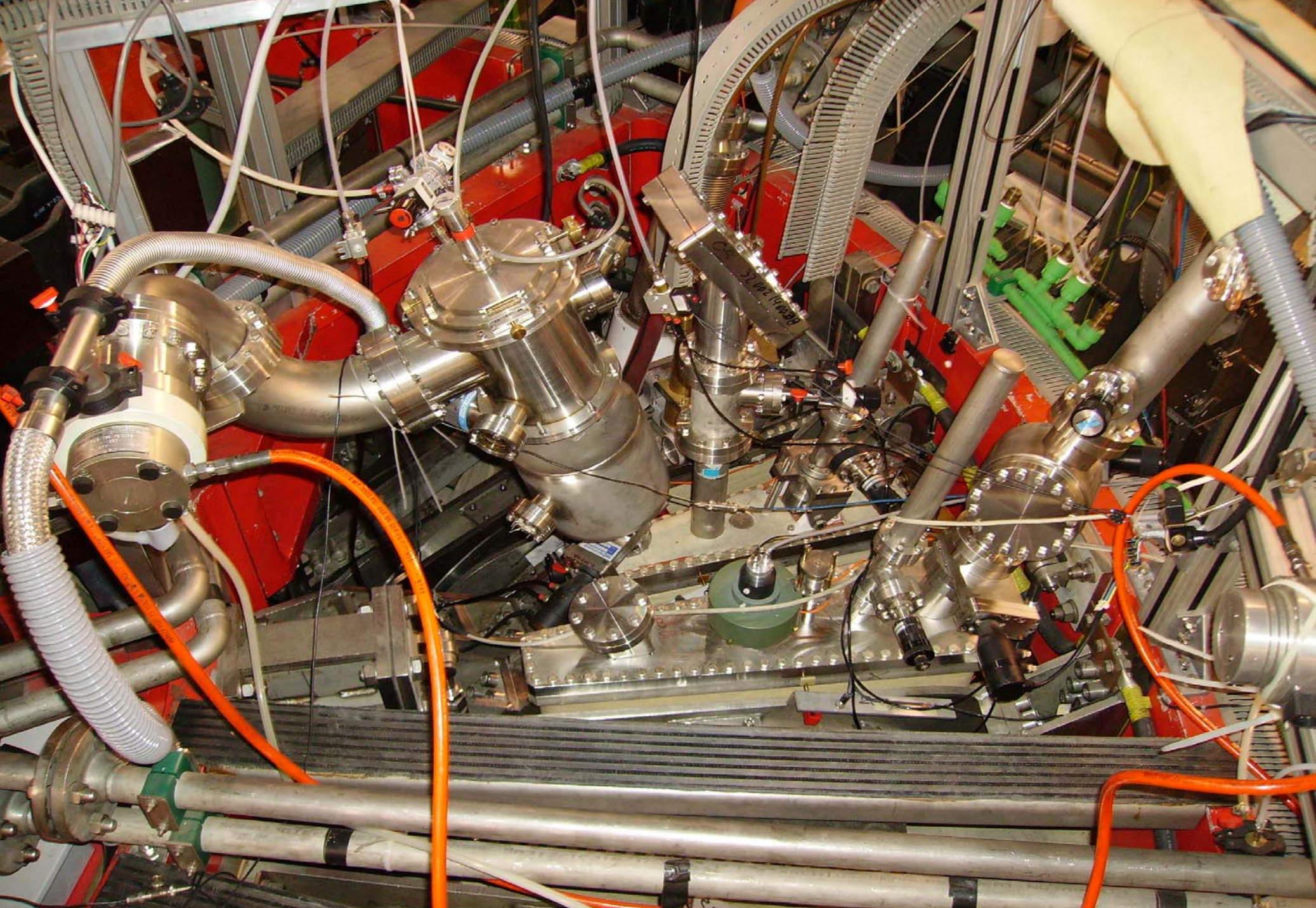


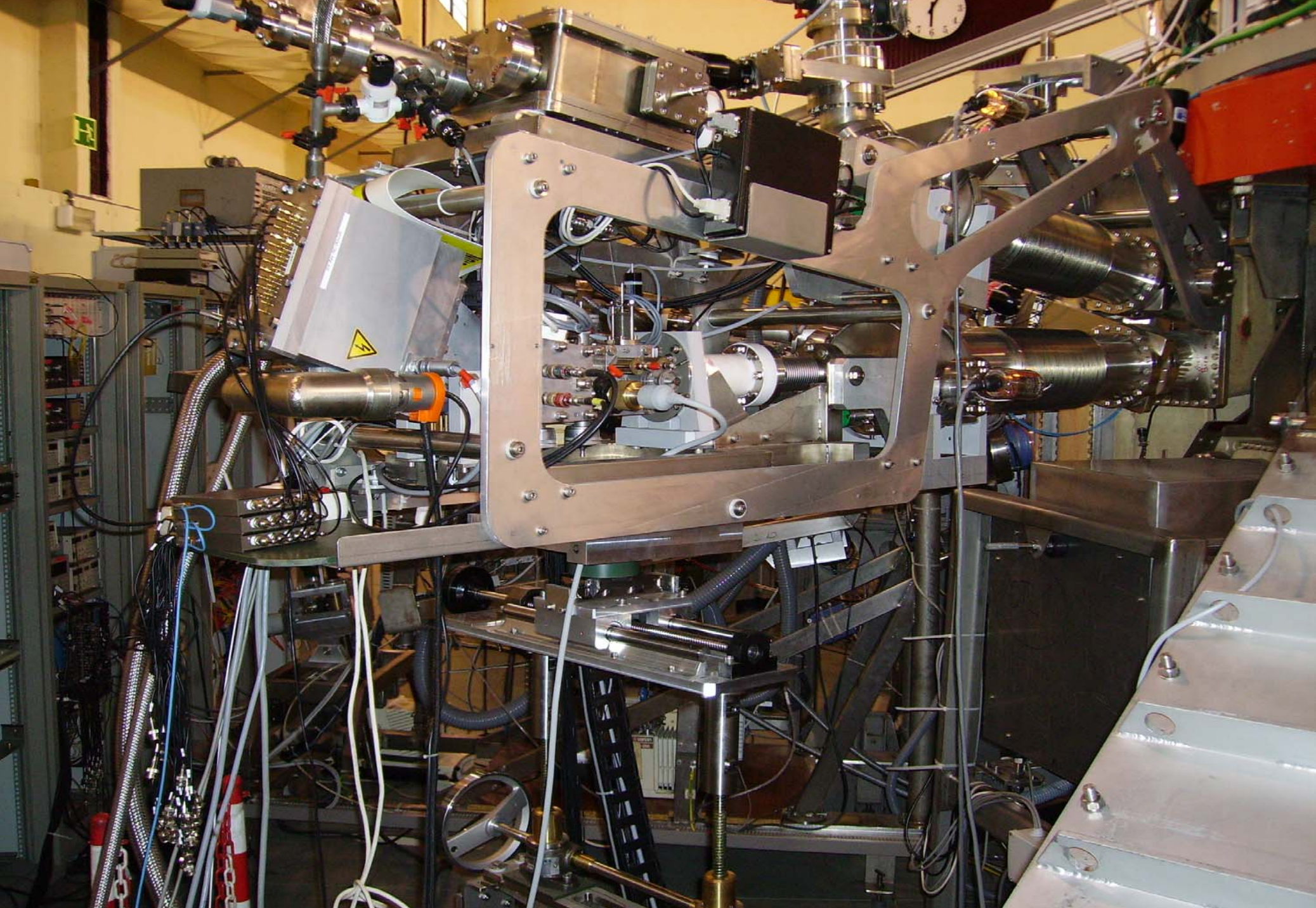


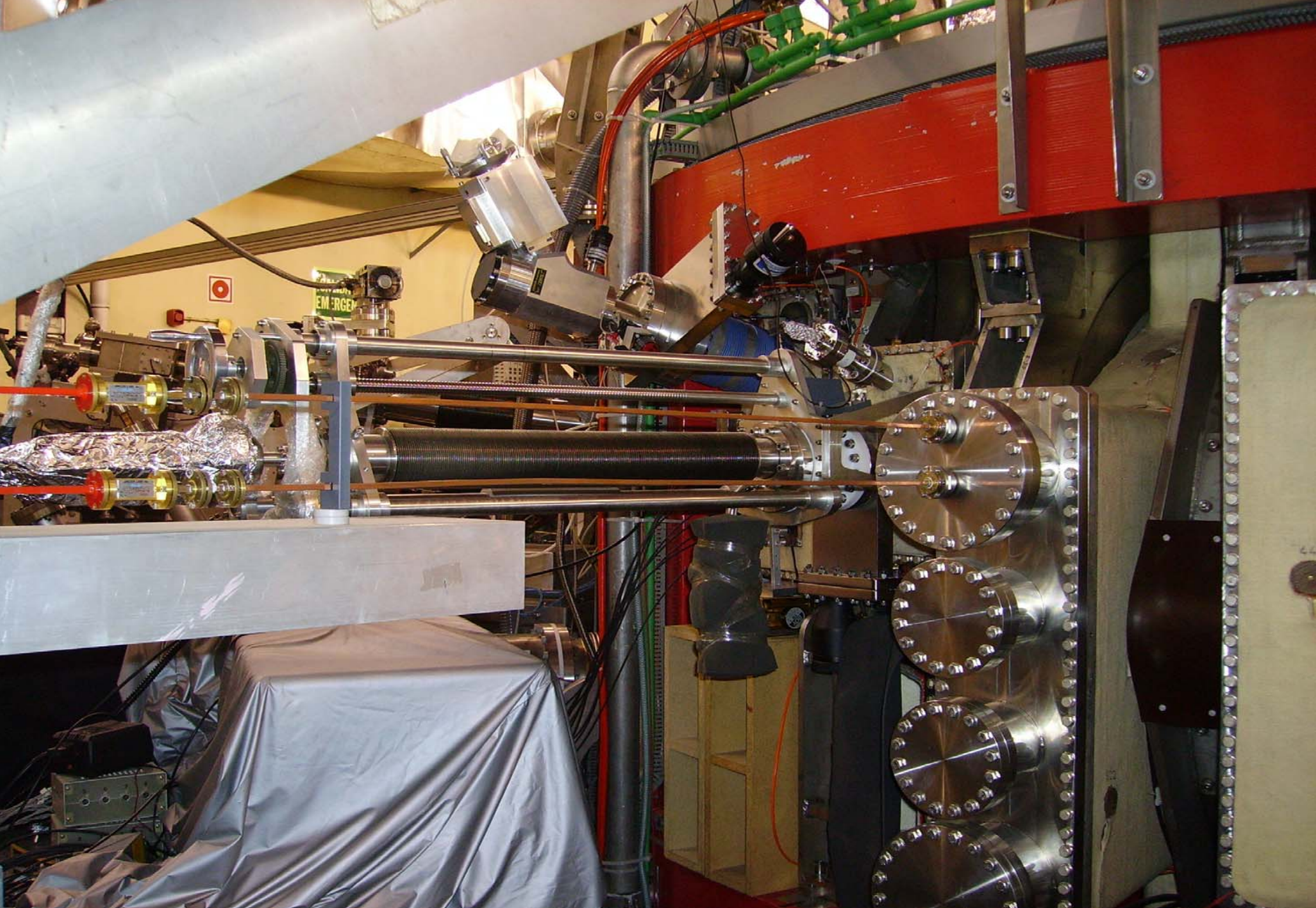


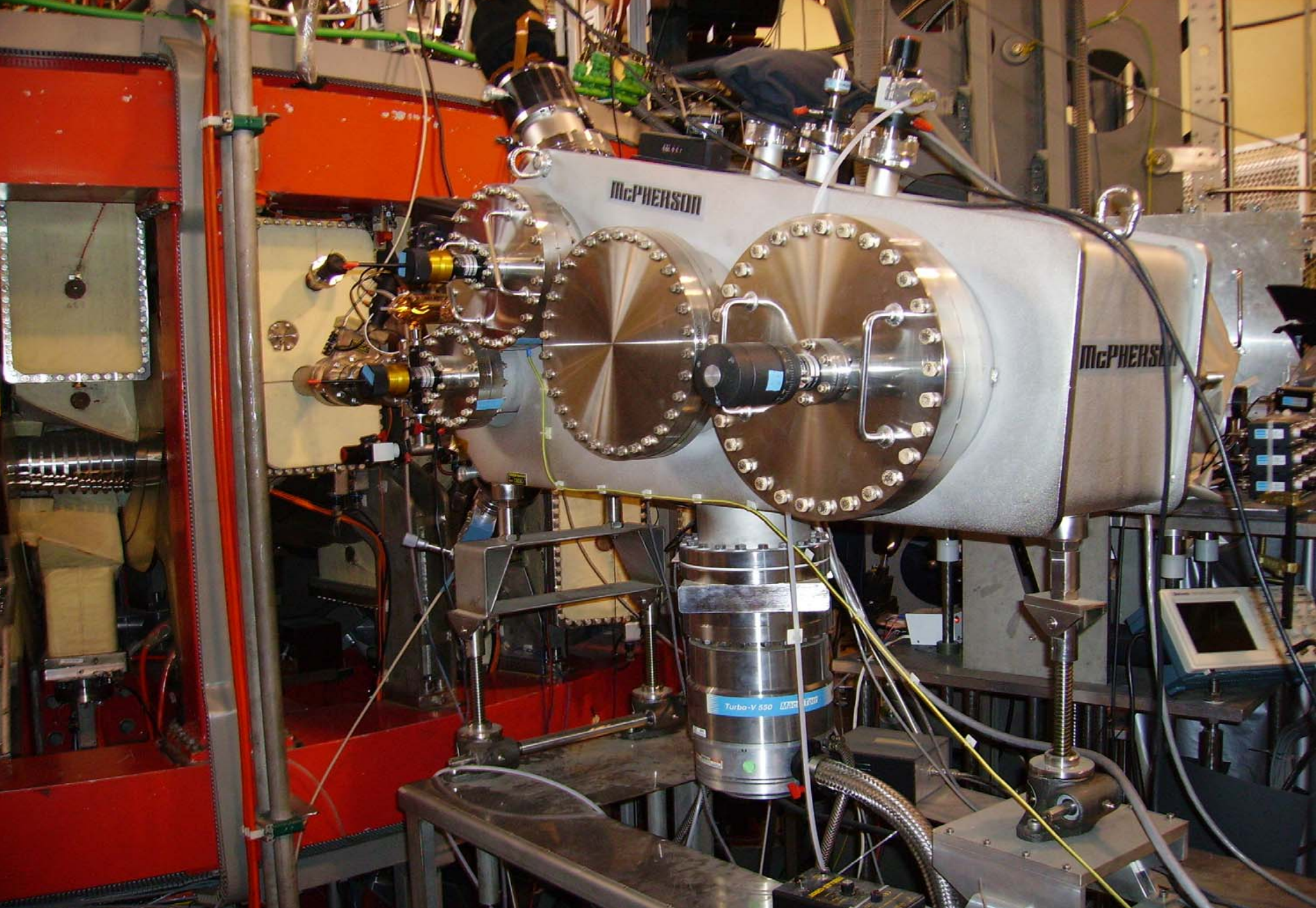


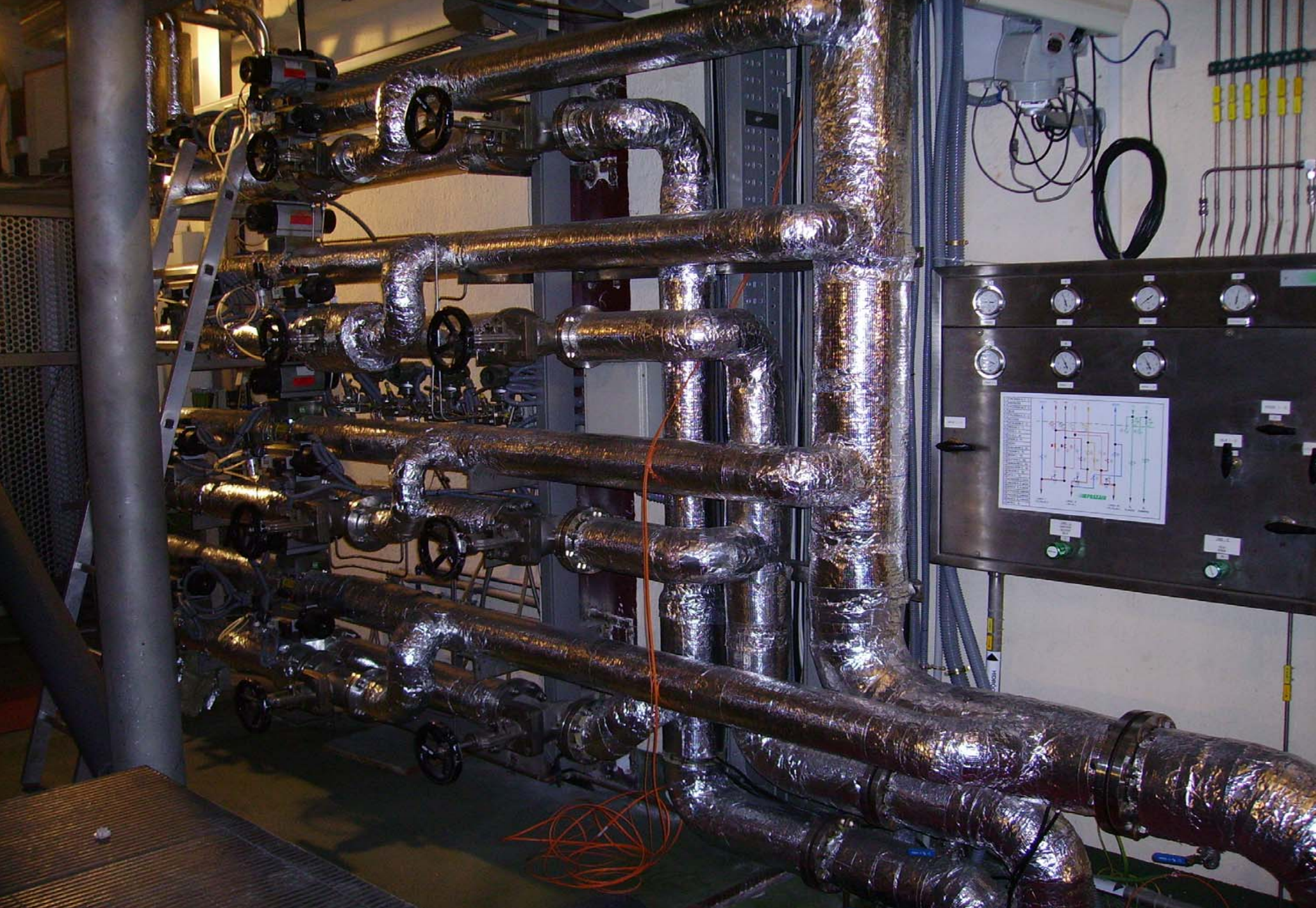


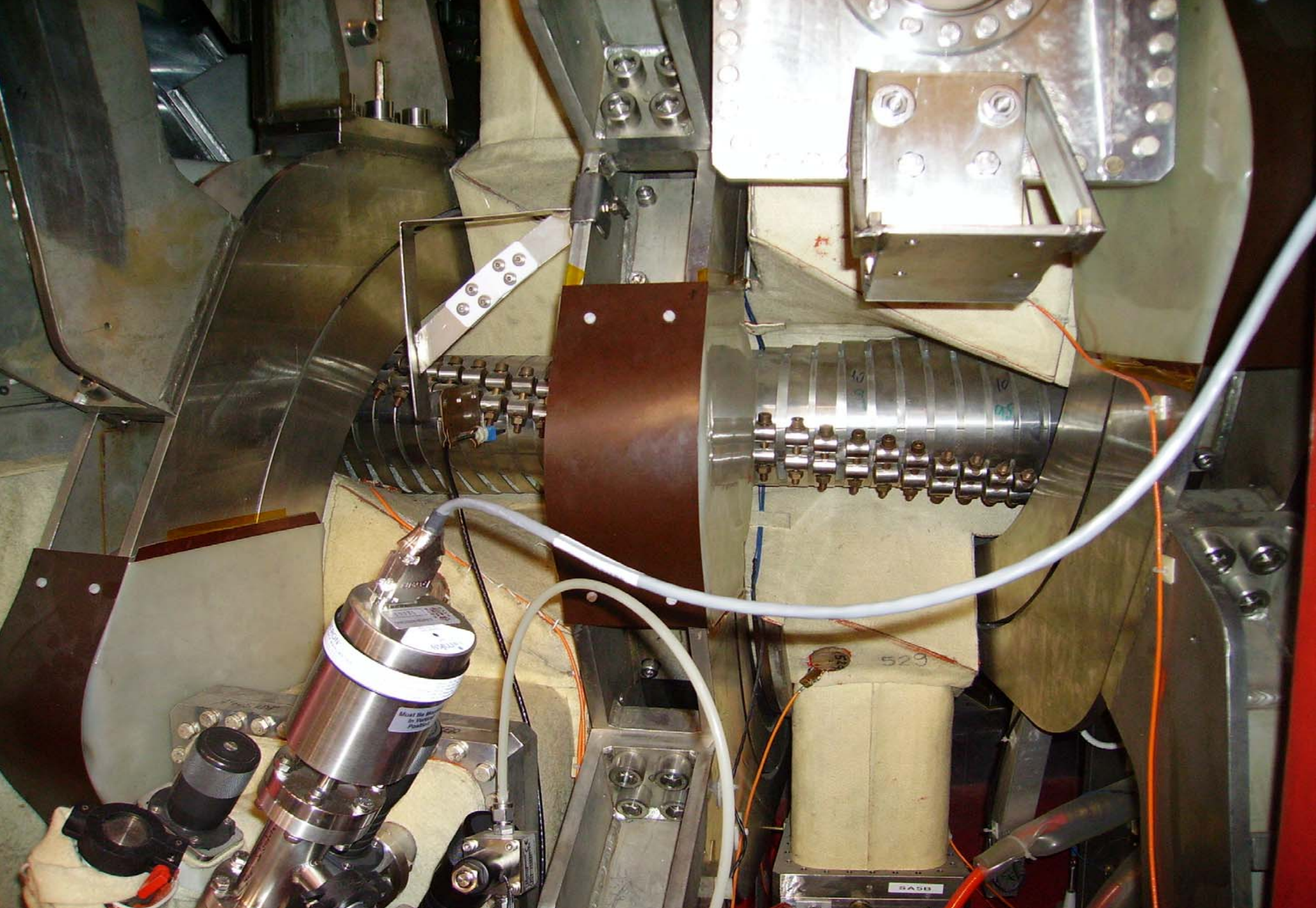


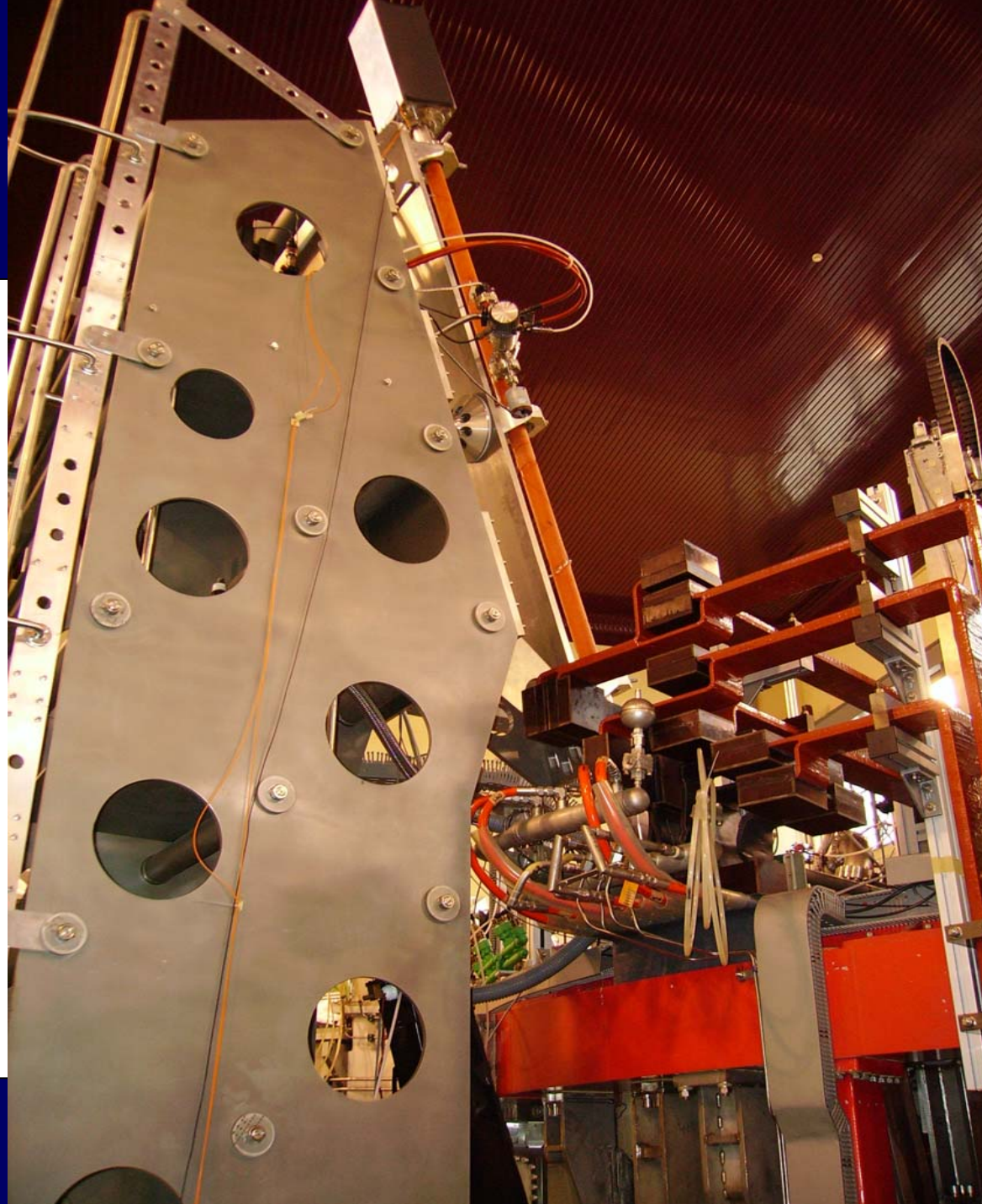


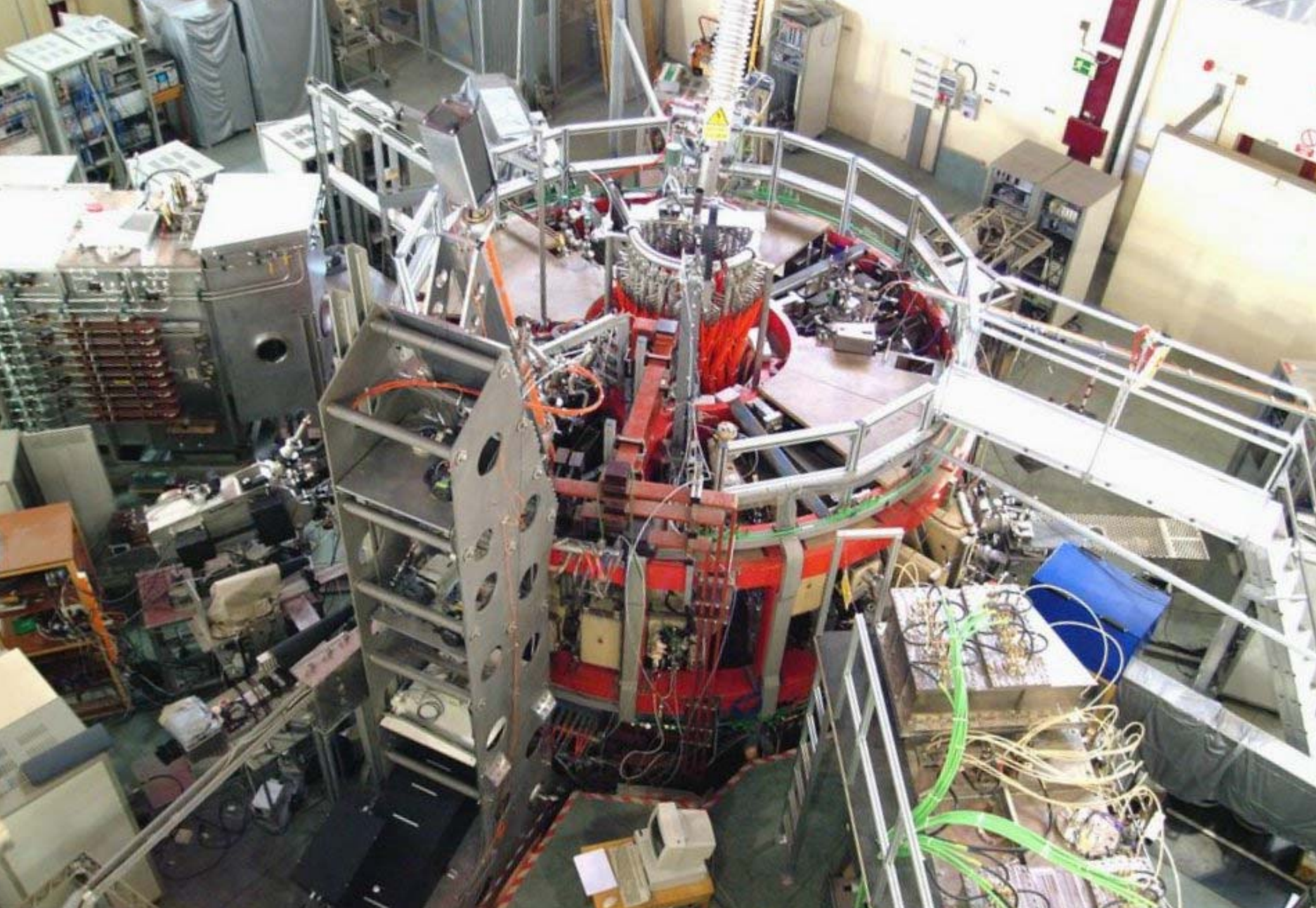












Operación del TJ-II

Campañas: 2 al año (pausas en Navidad y verano para mantenimiento y mejoras)

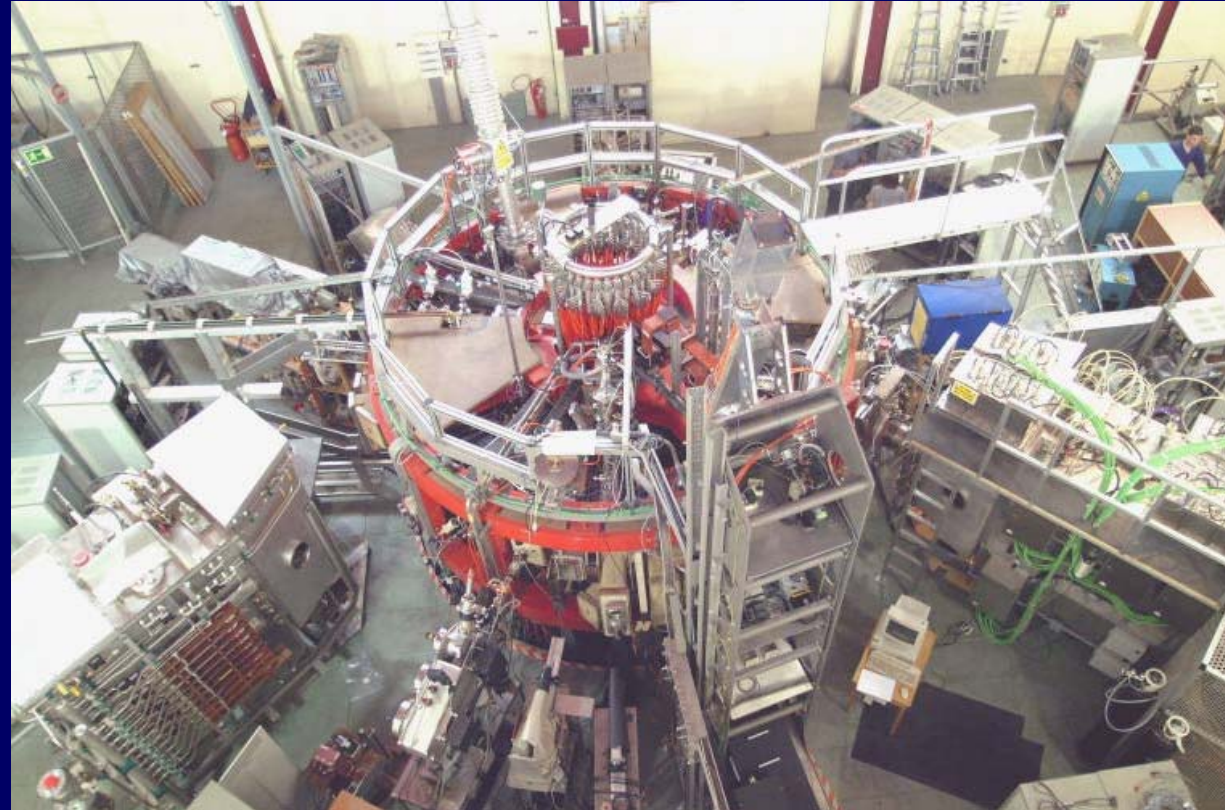
3 días a la semana x 8 horas ,

1 pulso cada 10 minutos

Duración del pulso:

campos: 3 s, plasma: 0.5s

Hasta ahora: aprox. 11000 pulsos



Parámetros alcanzados: ECRH: $\tau_E < 10\text{ms}$, $T_e < 2\text{ keV}$, $T_i < 0.2\text{ keV}$, $N_e < 1.5 \times 10^{19}\text{m}^{-3}$

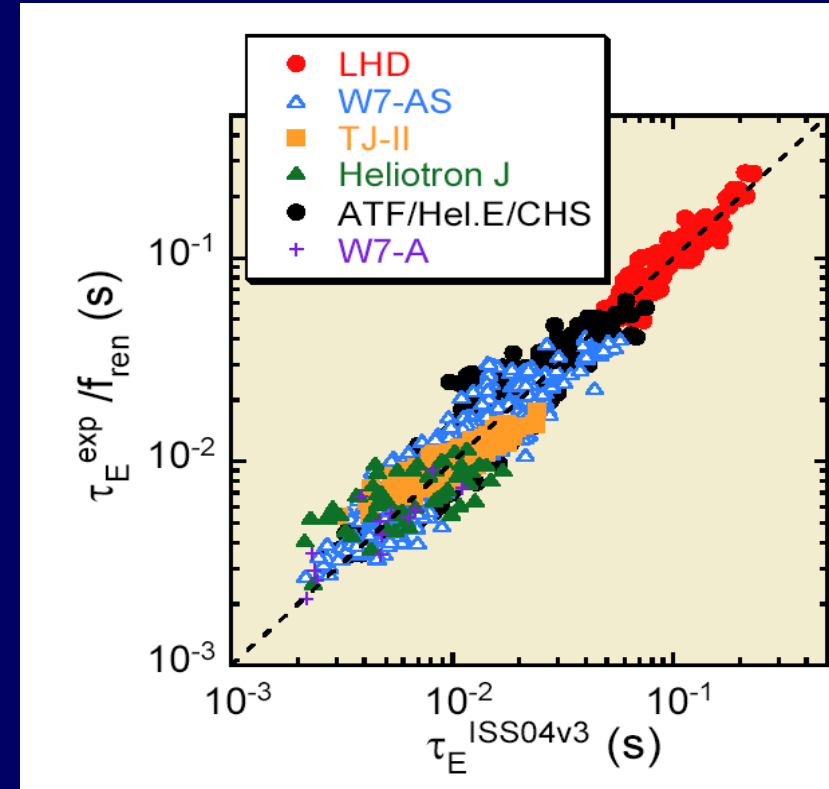
Operación con NBI comenzó en 2003

Principales líneas de investigación en TJ-II

- Dependencia de confinamiento global con B. Cuestión clave para modelos predictivos de transporte para futuros reactores :

$$\tau_E^{ISS04v3} = 0.148 a^{2.33} R^{0.64} P^{-0.61} \bar{n}_e^{0.55} B^{0.85} t_{2/3}^{0.41}$$

- Influencia de rizado de B en transporte
- Campos eléctricos y confinamiento
- Estudios de turbulencia
- Estabilidad a alta presión.
Límites de operación
- Estudios de interacción plasma-pared
- Desarrollo de diagnósticos



23 millones de °C (2keV) obtenidos con 500 KW de calentamiento por microondas (53 GHz)