

“Las chicas PID” o “The calutron girls”

Curiosidades del control no automático:
la historia del Proyecto Manhattan, los
métodos de la fisión nuclear y la labor
esencial de control que llevaron a cabo
mujeres granjeras.

Luis M. Buresti
Consultor técnico
lmb.tech.consultancy@gmail.com



Calutron según se expone en el Sandia Nuclear Science
Museum (Albuquerque, New Mexico)

Un poco de historia

La carta que Leo Szilard le hizo firmar a Albert Einstein en el verano de 1939 fue el punto de inicio de uno de los desarrollos científico-tecnológicos más relevantes del siglo XX.

Esa carta, dirigida al presidente estadounidense Franklin D. Roosevelt, advertía acerca de los avances de Alemania en el campo de la física nuclear y de la posibilidad concreta de utilizar reacciones en cadena para desarrollar un dispositivo explosivo de capacidad descomunal. Es así como inició el “Proyecto Manhattan”.

Como en toda iniciativa de gran envergadura, al inicio había ciertas dudas

Como en toda iniciativa de gran envergadura, al inicio había ciertas dudas. Una de las más relevantes era qué material fisionable era más conveniente: uranio 235 o plutonio 240. Debido a las exigencias del caso, la decisión fue simple: ambos.

Es así como comenzó la construcción del reactor nuclear de Hanford en el estado de Washington (Estados Unidos). Este reactor estaba alimentado con uranio 238 (natural, no enriquecido), la moderación neutrónica se realizaba con bloques de grafito y la refrigeración, con agua. Luego, los elementos combustibles “quemados” se procesaban químicamente a los efectos de obtener plutonio metálico.

Las dimensiones descomunales de esta instalación (cerca de los 500.000 m²) y su breve tiempo de construcción (aproximadamente un año) la convierten en uno de los principales hitos de ingeniería de todos los tiempos.

Para la obtención de uranio 235 se construyó la gigantesca planta K-25 en Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos). Las dimensiones descomunales de esta instalación (cerca de los 500.000 m²) y su breve tiempo de construcción (aproximadamente un año) la convierten en uno de los principales hitos de ingeniería de todos los tiempos.

La llamada “planta K-25” realmente estaba constituida por tres unidades: 1) la planta S-50, que mediante difusión térmica lograba apenas incrementar la concentración de uranio 235; 2) la planta K-25 en sí misma, que operaba por difusión gaseosa, y 3) el “sector de terminación” denominado “Y-12”, mediante el cual se lograba obtener uranio 235 apto para ser usado como material fisionable.

Es interesante mencionar que la construcción de la planta K-25 fue factible gracias a un evento ac-

cidental: el descubrimiento del teflon (PTFE) por parte de Dupont hacia 1938.

También es posible decir que fue justamente el método de difusión gaseosa el elegido por INVAP para la construcción de la ahora abandonada planta de enriquecimiento de Pilcaniyeu (Río Negro, Argentina).

La planta K-25

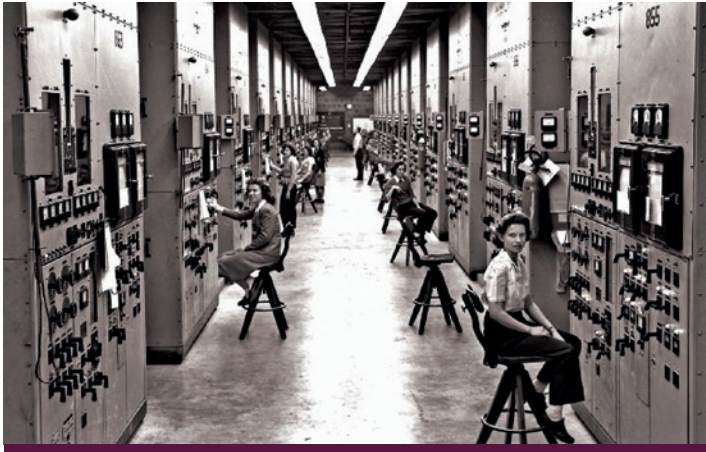
A partir de los minerales de uranio encontrados en la naturaleza, se puede obtener con relativa facilidad una mezcla de óxidos de uranio. En el preparado conocido como “Yellow Cake” predomina el U₃O₈ pero debido a que ese material es sólido, se hace muy complicado someterlo directamente a operaciones de fisión. Entonces, se aplica un proceso conocido genéricamente como “Conversion” a fin de transformarlo en un compuesto gaseoso: hexafluoruro de uranio (UF₆)

La primera unidad de la planta K-25 operaba mediante un método de difusión térmica (convección) del UF₆ en fase líquida.

La corriente resultante, apenas enriquecida en uranio 235, se alimentaba con una interminable cascada de placas porosas (más de mil) con el objetivo de separar los isótopos de uranio 235 y 238 gracias a la ligera diferencia entre el tamaño de las moléculas.

Debido a que, luego de este complejo proceso, la concentración de uranio 235 era aún relativamente baja, el producto de la planta de difusión se terminaba de procesar con una serie de separadores magnéticos denominados “Calutrones”.

Los calutrones, inventados por el famoso físico estadounidense Ernest Lawrence, no eran más que gigantescos espectrómetros de masa



Posiblemente la fotografía más famosa de la unidad de calutrones, tomada por Ed Westcott (US Army / Manhattan Engineering District)

Los calutrones, inventados por el famoso físico estadounidense Ernest Lawrence, no eran más que gigantescos espectrómetros de masa. En ellos, se generaba un haz de iones de UF_6 y mediante un acelerador electrostático se les imprimía una cierta velocidad a las partículas de modo tal que su trayectoria pudiese ser curvada con la aplicación de un campo magnético. De esa manera se conseguía que el radio de curvatura de la trayectoria de los iones de uranio 238 (más pesados) fuera ligeramente superior a la de los iones de uranio 235.

Toda esta operación permitía recoger el UF_6 rico en uranio 235 en unos dispositivos denominados "Copas de Faraday". Estos colectores, además, tenían la función de neutralizar las cargas eléctricas de los iones entrantes y, en consecuencia, se generaba una corriente eléctrica de salida cuyo valor era más o menos proporcional al caudal de uranio 235 entrante.

Controladores humanos

Cada calutrone era realmente un complejo sistema multivariable con diversas interacciones.

En cada uno de estos equipos entraban en juego variables tales como el grado de ionización del UF_6 , el ajuste de enfoque y velocidad de aceleración del haz, la intensidad del campo magnético deflector y la posición de las copas de Faraday. Había que obtener un adecuado balance de todas estas variables para que la corriente de salida de la copa de Faraday se mantuviese en el valor nominal de operación.

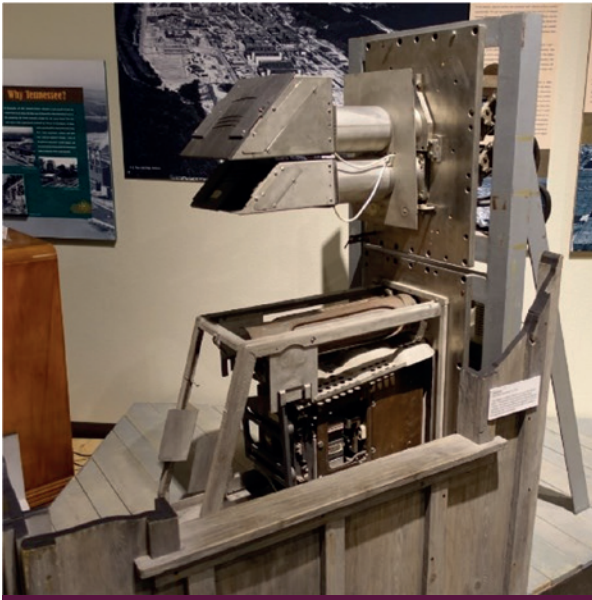
Con la tecnología del momento era muy difícil implementar un controlador que resolviese este sistema

Con la tecnología del momento era muy difícil implementar un controlador que resolviese este sistema, y por lo tanto se optó por la solución más rápida y simple: se decidió contratar a una cantidad de jóvenes residentes en la zona de San Francisco y de estudiantes en la Universidad de Berkeley para realizar el trabajo.

No se conoce con exactitud la cantidad de mujeres involucradas, pero la gran mayoría trabajó



(US National Park Service)



Detalle de los paneles de control

durante casi dos años en un régimen de semi-confinamiento, en medio de extremas medidas de seguridad y en condiciones laborales altamente riesgosas.

La gran mayoría trabajó durante casi dos años en un régimen de semiconfinamiento, en medio de extremas medidas de seguridad y en condiciones laborales altamente riesgosas

Tal vez, el siguiente párrafo copiado textualmente de Wikipedia brinde una idea más clara:

“Por aquel entonces existía otro dispositivo de calutrón en un laboratorio de la Universidad de California en Berkeley, dirigido por el físico Ernest O. Lawrence. La instalación estaba gestionada por físicos profesionales cualificados.

Cuando entró en funcionamiento la instalación de calutrones Y-12 en Oak Ridge, Lawrence deseó que también fuera gestionada por físicos. Debido a la escasez de mano de obra durante la Se-

gunda Guerra Mundial, se contrató a chicas granjeras.

En un concurso de una semana de duración, las mujeres superaron a los científicos en eficacia de funcionamiento del calutrón. El mejor rendimiento de las mujeres se atribuyó a su intensa concentración en mantener un control preciso, a diferencia de los físicos, que se distraían persiguiendo problemas operativos.

En un concurso de una semana de duración, las mujeres superaron a los científicos en eficacia de funcionamiento del calutrón

Algunas chicas calutrón tenían más idea de en qué estaban trabajando que otras. Wynona Arrington Butler, que tenía cierta formación en química, dijo que ella y otras con una formación similar tenían cierta noción de lo que estaban haciendo. Sabían que estaban fabricando "El producto", y suponían que estaba en algún lugar cerca de la parte inferior de la tabla periódica.

Willie Baker, por otro lado, dijo: ‘Incluso cuando a alguien se le escapó que estábamos construyendo una bomba, yo no sabía a qué se referían. Yo solo era una chica de campo. No tenía ni idea de lo que era una bomba atómica’.