



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA FUENTE DE IONES

TESIS PARA OBTENER
EL TITULO DE FISICO

ISABEL MENOCA SOLORZANO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO I. Generalidades.

- 1.1. Qué es una fuente de iones. 1
- 1.2. Tipos de fuentes de iones. 3
- 1.3. Mecanismos de producción de iones negativos. 12

CAPITULO II. Fuente de iones magnetrón.

- 2.1. Introducción. 17
- 2.2. Ventajas y desventajas. 20
- 2.3. Funcionamiento de una fuente de iones magnetrón. 22
- 2.4. Componentes mecánicas. 55
- 2.5. Componentes electrónicas. 60

CAPITULO III. Aplicación del presupuesto base cero a la construcción de una fuente de iones

- 3.1. Introducción. 63
- 3.2. Desarrollo histórico del presupuesto. . 64
- 3.3. Diferentes sistemas de planeación y presupuestación. 66
- 3.4. Aplicación del presupuesto base cero a la construcción de una fuente de iones. 82

CONCLUSIONES.	107
AGRADECIMIENTOS.	110
REFERENCIAS.	111

INTRODUCCION

Un objetivo de este trabajo es el de presentar la organización detallada para la construcción de una fuente de iones tipo magnetrón en el Instituto de Física de la UNAM. Pudiera ser que este solo hecho no justifique un trabajo de tesis, sin embargo, el objetivo fundamental es sentar un precedente en materia de organización para la física.

Tradicionalmente en física experimental, el equipo disponible es determinante en la actividad a realizar. Con el tiempo, a lo largo del proceso de investigación los intereses no tienen porque ser los mismos que motivaron la adquisición del equipo original, por lo que es necesario analizar si dicho equipo permite avanzar, o si por en contrario, obstaculiza un nuevo camino por no ser útil y tener que emplearse.

Con los métodos organizacionales actuales, por ejemplo el presupuesto por programas que se aplica en la Universidad, lo que se hace en cada revisión es anexar una lista de lo que se utilizará además de lo que ya exis-

te. Esto trae como consecuencia una dependencia de la investigación hacia el equipo ya existente.

En este trabajo se presenta un sistema organizacional llamado "Organización y Presupuesto Base Cero", en el cual, en función de un objetivo se pregunta con qué recursos y cómo se puede lograr, e independientemente de lo que se tenga se tienen que satisfacer dichas necesidades. de esta manera se emplea lo disponible si es útil y se adquiere lo que falta para no desviarse del objetivo principal, quitandose así la influencia del equipo existente.

El trabajo quedó dividido en tres capítulos; en el primero se describen generalidades de las fuentes de iones: tipos de fuentes, mecanismos de producción y aplicaciones. En el segundo capítulo se presenta de una manera muy detallada las componentes de una fuente de iones y en la tercera parte, se aplica el método organizacional "Planeación y Presupuesto Base Cero" para la construcción de dicha fuente.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. QUE ES UNA FUENTE DE IONES

Una fuente de iones en un equipo es el que se lleva a cabo la ionización de un elemento y una vez formados los iones se extraen. Los iones son partículas cargadas, átomos que tienen electrones de más o de menos: negativos o positivos respectivamente.

Producir un ión es relativamente fácil, basta con frotar dos superficies de diferente material para electrizarlas, pero el objetivo de una fuente de iones es producir una densidad de corriente de iones aceptable, del orden de miliamperes, para posteriormente acelerarlos.

La fuente de iones más simple es la válvula diodo que consiste en un tubo con dos placas, una positiva (ánodo) y otra negativa (cátodo), al calentar el cátodo comienza a emitir electrones desde su superficie, los

...2...

cuales son atraídos por el ánodo debido a una diferencia de potencial. Estos electrones incrementan su energía cinética, para alcanzar la suficiente energía y ser capaces de ionizar los átomos del gas residual. Este tipo de dispositivos se utilizan principalmente para la producción de rayos X, como rectificadores (convierten corriente alterna en directa) y amplificadores, y tienen su máxima aplicación en radiocomunicaciones.

Sin embargo, para los fines que se persiguen, esta sencilla "fuente de iones" no sirve, pues se requiere una mayor producción de iones.

1.2. TIPOS DE FUENTES DE IONES

Existen muchos tipos de fuentes de iones, se distinguen unas de otras por su mecanismo de producción y son diseñadas de acuerdo al uso particular que se les dará. A continuación se describen, en forma muy general algunos tipos de fuentes de iones, éstas son:

Fuente de iones de radiofrecuencia.

Fuente de iones duoplasmatrón.

Fuente de iones de electrones oscilantes.

Fuente de ionización superficial.

Fuente de iones por erosión iónica.

Fuente de iones magnetrón.

FUENTE DE IONES DE RADIOFRECUENCIA

Consiste en un cilindro de vidrio pyrex dentro de un solenoide en el cual circula rápidamente una corriente alterna que produce una fuerza por inducción electromagnética, y agita los átomos del gas por ionizar que se encuentran dentro del cilindro. Para incrementar la ionización, se colocan un par de electrodos en los extremos del cilindro. Una vez logrado esto, pueden ocurrir tres fenómenos en el gas:

- 1) Una colisión entre dos átomos del gas, que produce la ionización de uno o de ambos.

ii) La ionización del gas debida a la agitación tan violenta producida por la inducción electromagnética.

iii) Que los electrones liberados ganen la suficiente energía como para producir nuevas ionizaciones.

La figura 1.1. esquematiza una fuente de iones de radiofrecuencia (1).

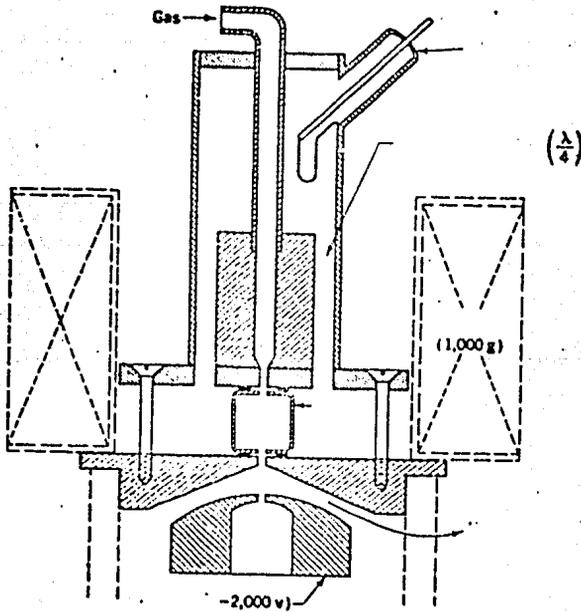


Fig. 1.1. FUENTE DE IONES DE RADIOFRECUENCIA.

FUENTE DE IONES DUOPLASMATRON

En esta fuente un filamento emite electrones que ionizan el gas residual que es generalmente hidrógeno. El plasma resultante está compuesto de isótopos ionizados de hidrógeno, y se concentra por la acción de un campo magnético en una región. Los iones positivos se extraen desde el plasma y son acelerados por un potencial del orden de kilovoltios. Posteriormente son enfocados y pasados al través de un canal que contiene hidrógeno. En este canal, algunos H^+ sufren dos colisiones, en la primera capturan un electrón, convirtiéndose en H^- . Los iones así obtenidos son repelidos por el potencial negativo produciéndose de esta manera el gas. La corriente típica es del orden de miliamperes; el electrodo magnético y la placa de salida se enfrían con agua, en tanto que para los electrodos que están a alto voltaje se usa un líquido dieléctrico.

La figura 1.2. esquematiza una fuente de iones duoplasmatrón (2).

FUENTE DE IONES DE ELECTRONES OSCILANTES

El principio de su funcionamiento se basa en la oscilación de electrones entre dos cátodos por la apli-

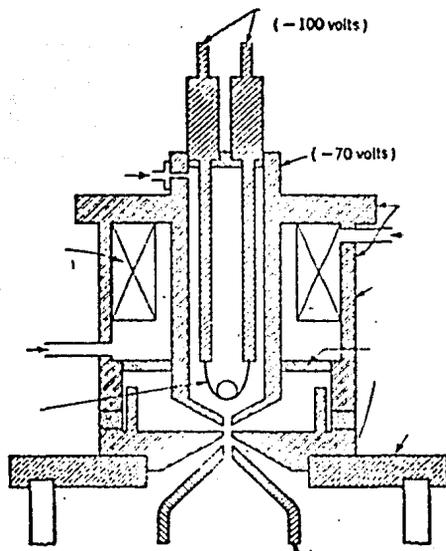


Fig. 1.2. FUENTE DE IONES DUOPLASMATRON.

cación combinada de un campo eléctrico y uno magnético.

Se colocan dos cátodos en los extremos de un ánodo cilíndrico, uno de ellos se calienta por medio de una resistencia y empieza a emitir electrones que son acelerados por medio de un campo eléctrico y obligados a seguir una trayectoria paralela al ánodo, debida a la acción de un campo magnético.

Los electrones, en la medida que se van acercando al otro cátodo van perdiendo energía por lo que su velocidad disminuye hasta llegar a cero y son rechazados por el cátodo, invirtiendo su trayectoria hasta regresar al primero, donde se vuelve a realizar el mismo movimiento, quedando así, los electrones, oscilando entre los dos cátodos y con una dirección paralela al ánodo.

Esta oscilación tiene como consecuencia que el camino recorrido por los electrones sea mayor y la probabilidad de ionización por el choque de los electrones con el gas también aumentan. La corriente de iones que produce una fuente de este tipo es de unos cuantos hasta varias centenas de miliamperes, por lo que es conveniente su uso en ciclotrones.

La figura 1.3, esquematiza una fuente de iones de electrones oscilantes (3).

FUENTE DE IONIZACION SUPERFICIAL

Consiste en una superficie metálica, cuya función de trabajo es muy alta, que es calentada previamente y se encuentra en una atmósfera del gas por ionizar; los átomos del gas, al chocar con la superficie metálica pueden perder un electrón, convirtiéndose en iones positivos.

La figura 1.4, esquematiza una fuente de ioni-

zación superficial (4).

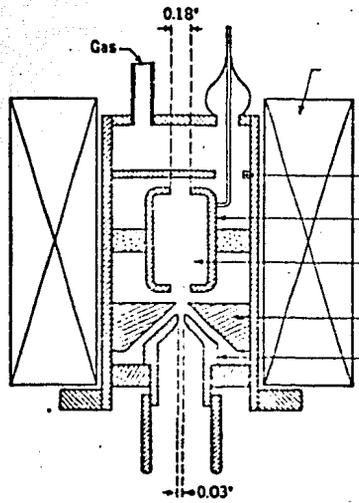


Fig. 1.3. FUENTE DE IONES DE ELECTRONES OSCILANTES.

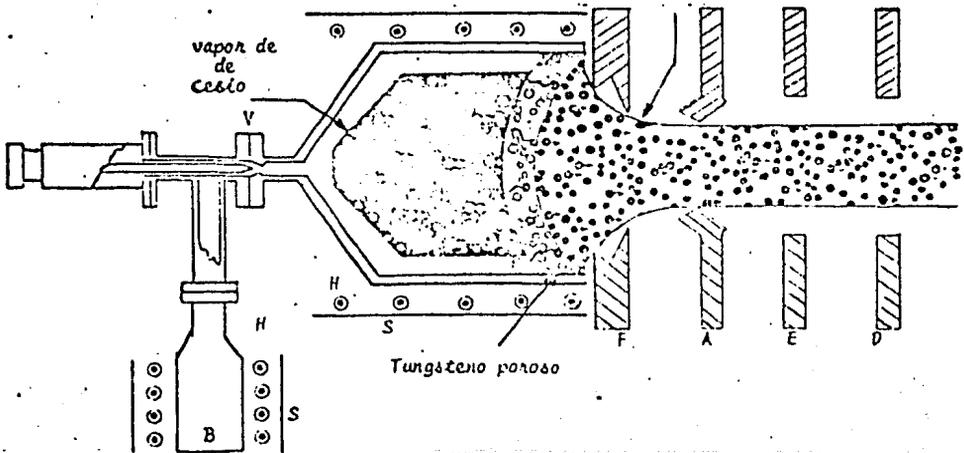


Fig. 1.4. FUENTE DE IONIZACION SUPERFICIAL.

FUENTE DE IONES POR EROSION IONICA

Dentro de la cámara de ionización hay un gas pesado, de preferencia inerte, y una placa de metal con alto coeficiente de erosión. Primeramente se produce un plasma con el gas, para luego elevar el potencial de la placa de metal, colocada cerca de la zona de extracción a un voltaje de 1 a 2 KV, con el fin de orientar y acelerar los iones producidos en el plasma, hacia la placa para ser extraidos posteriormente.

La figura 1.5. esquematiza una fuente de iones por erosión iónica (5).

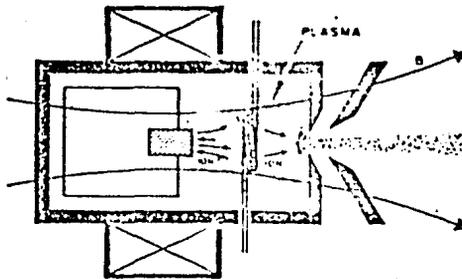


Fig. 1.5 FUENTE DE IONES POR EROSION IONICA.

FUENTE DE IONES MAGNETRON

Consiste en un cátodo de forma elíptica rodeado por el ánodo, ambos dentro de un campo magnético perpendicular al eléctrico entre ellos. La región intermedia se llena con hidrógeno a una presión de 10^{-4} torr.; al aplicar una diferencia de potencial se inicia una descarga. Los electrones describen trayectorias en espiral produciendo una ionización mayor. Los iones positivos son atraídos hacia el cátodo de molibdeno (cuya función de trabajo se ha reducido por una capa de cesio depositada en la superficie y convirtiéndose, como se verá más adelante, en hidrógeno negativo. Los iones negativos son acelerados hacia el ánodo con mínima pérdida de energía y finalmente son atraídos por un electrodo que está a algunas decenas de kilovoltios.

La figura 1.6. esquematiza una fuente de iones magnetron (6).

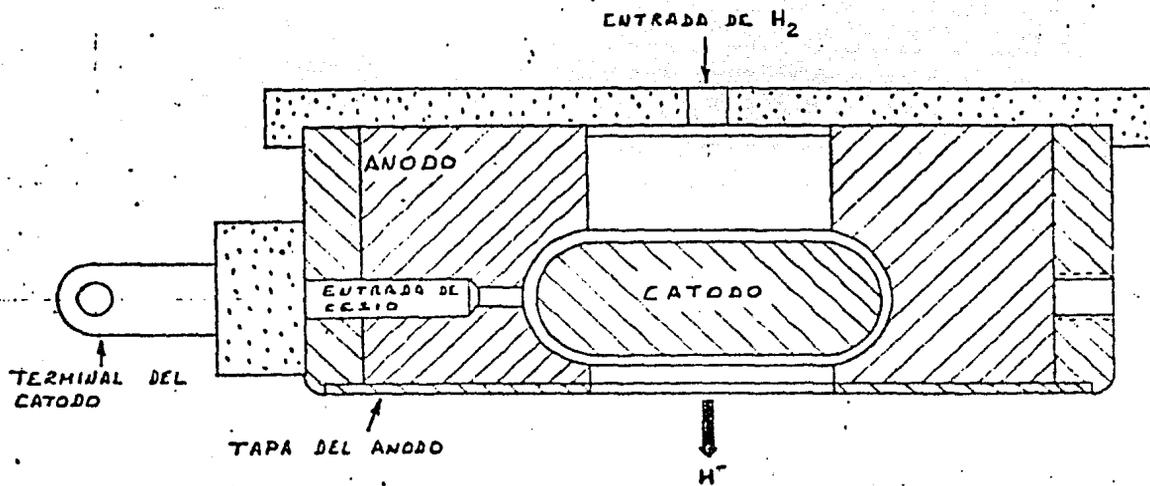


Fig. 1.6. FUENTE DE IONES MAGNETRON.

1.3. MECANISMOS DE PRODUCCION DE IONES NEGATIVOS

La producción de iones en una fuente puede deberse a diferentes mecanismos. A continuación se describen tre procesos para producir iones negativos de hidrógeno; estos procesos son:

- i) Proceso de doble intercambio de cargas.
- ii) Proceso de interacción electrón-molécula.
- iii) Proceso de formación de iones negativos en una superficie.

PROCESO DE DOBLE INTERCAMBIO DE CARGAS

En este primer mecanismo, los iones se forman al pasar protones por un vapor de un alcalino o alcalino-terreo que sirve de blanco, se han obtenido buenos resultados con el cesio. La reacción que se realiza es la siguiente:



Debido a la naturaleza del proceso, no se obtiene en general un haz. Fig. 1.7. (7).

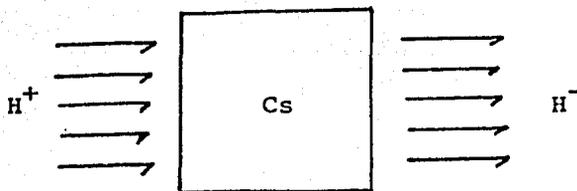


Fig. 1.7. PROCESO DE DOBLE INTERCAMBIO DE CARGAS.

PROCESO DE INTERACCION ELECTRON-MOLECULA

Aquí, electrones de baja energía interactúan con moléculas de hidrógeno produciendo iones negativos por combinación. Las reacciones que pueden ocurrir son:



Para que estas reacciones puedan llevarse a

cabo, es necesario que la energía del haz de electrones sea del orden de 120 V, por lo que es necesario elevar la temperatura.

La densidad de iones negativos producidos debe ser proporcional a la densidad del gas de electrones. Experimentalmente se ha encontrado que la densidad de iones negativos va como la tercera potencia de la densidad de electrones. Las densidades de corriente extraídas directamente de este proceso son del orden de mA cm^{-2} (8). Figura 1.8.

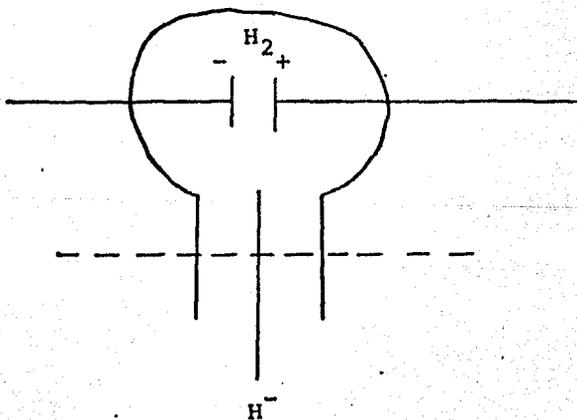


Fig. 1.8. PROCESO DE INTERACCION ELECTRON-MOLECULA.

PROCESO DE FORMACION DE IONES NEGATIVOS EN
UNA SUPERFICIE

Recientemente ha surgido una nueva técnica para producir iones negativos la cual consiste en bombardear con partículas, superficies metálicas revestidas con metales alcalinos. Actualmente existe consenso en cuanto a afirmar que los procesos físicos que ocurren en las superficies metálicas, en donde se generan los iones negativos, son análogos a los que se presentan en el caso de doble intercambio de carga.

Después de analizar cuidadosamente los resultados experimentales se cree que son dos los mecanismos de formación de iones negativos a través de procesos de superficie.

En el primero se generan los iones negativos al desorberse H^- mediante emisión secundaria de superficies revestidas con metales alcalinos después de que éstas han sido previamente bombardeadas con iones positivos como Cs^+ ó Na^+ . En este caso se tiene H^- debido a que las superficies descritas anteriormente se encuentran sumergidas en una atmósfera de hidrógeno.

En el segundo mecanismo se tiene hidrógeno a cierta energía E , sobre un cátodo revestido con un substrato, el hidrógeno se dispersa perpendicularmente en es-

ta superficie pero alcanza a retener parte de su energia incidente la cual le permite capturar electrones de la superficie para formar iones negativos en una región de varios angstroms enfrente de ésta última, (9).

C A P I T U L O I I

F U E N T E D E I O N E S M A G N E T R O N

2.1. INTRODUCCION

El proceso fundamental de la formación de iones negativos cuando partículas atómicas interaccionan con la superficie de un sólido fué descubierto experimentalmente por Arnot en 1936.

Años más tarde, entre 1961 y 1962, los físicos rusos Arifov, Ayukhanov y Krohn descubrieron que la probabilidad de escape de las partículas de la superficie en forma de iones negativos, se incrementa rápidamente en la medida que la función de trabajo de la superficie decrece.

Estos resultados sirvieron de base para producir haces de iones negativos con una intensidad de corriente de hasta centenas de miliamperes. En 1917, en Instituto de Física de Siveria, de la Academia de

Ciencias de la URSS, se utilizaron estos resultados en estudio experimental de emisión de iones negativos de descargas de altas corrientes, descubriendo que añadiendo cesio a la descarga del gas, se incrementa considerablemente la emisión de iones negativos ya que el cesio se deposita sobre la superficie y disminuye su función de trabajo.

A partir de estas observaciones, se desarrolló el método de "plasma de superficies" para la producción de haces negativos y se utilizaron estos resultados en la elaboración de la fuente de iones negativos magnetrón.

Pocos años después, ésta fuente fué reproducida en Estados Unidos por el Laboratorio de Brookhaven con ligeras modificaciones. En 1975, el Laboratorio de Fermilab se interesó en la construcción de ésta fuente de iones, para sustituir su antigua fuente de radiofrecuencia, que producía iones positivos, ya que la nueva fuente proporciona, en el sistema de aceleración, un incremento en la intensidad del haz de protones circulantes, sin incrementar el área espacio-fase del haz.

Los físicos C. W. Schmith y D. D. Curtis, construyeron esta fuente en Fermilab, basándose en la experiencia soviética y en la de Brookhaven, adaptandola a las necesidades del sistema de aceleración.

Debido a las ventajas que presenta esta fuente, China contrató la construcción de una de ellas a Fermilab.

El interés de México por la fuente de iones magnetrón es doble, por un lado hacer uso de ella, y por el otro, poder construirla totalmente en el Instituto de Física de la UNAM. Para lograr su construcción se ha obtenido la asesoría de Fermilab, en particular de Russ Huson y de C. W. Schmith, estando su diseño básicamente enfocado para ser utilizada como alimentador de un sistema de aceleración de altas energías (sincrotrón).

2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Este tipo de fuentes recibió buena acogida debido a que presenta importantes ventajas sobre otras fuentes también productoras de haces de iones. A continuación se mencionan estas ventajas y algunas desventajas que también existen.

VENTAJAS

La fuente de iones negativos tipo magnetrón, tiene una vida media larga, ya que puede funcionar ininterrumpidamente durante dos meses, produciendo siempre la misma corriente de hidrógeno (aproximadamente 50 miliamperes). Después de éste tiempo la intensidad del haz comienza a disminuir paulatinamente, por lo que es necesario darle un mantenimiento muy sencillo que consiste en desmontarla y limpiarla con agua destilada, una escobilla y alcohol.

La fuente es muy pequeña, mide aproximadamente 8 cm., mientras que otros tipos de fuentes llegan a medir hasta 30 cm. Este diseño de la fuente, trae como consecuencia una operación muy económica, dado que consume poca energía y muy poca hidrógeno, es además, altamente manuable.

Por otro lado, no es necesario calibrarla continuamente, pues es muy estable en su operación, produce además, una alta intensidad de iones negativos, del orden de 50 miliamperes en condiciones normales, pudiendo llegar hasta 450 miliamperes en condiciones especiales.

DESVENTAJAS

Una de las desventajas que presenta esta fuente, es que precisamente por sus dimensiones, no puede ser utilizada para ionizar átomos pesados, requiere además, una extrema precisión en su construcción. Cabe mencionar también, que el manejo del cesio es muy peligroso, pues es flamable en contacto con el agua.

2.3. FUNCIONAMIENTO DE UNA FUENTE DE IONES MAGNETRON

En el primer capítulo, se ha explicado el proceso de producción de iones negativos. Para la producción del plasma y para la extracción del haz se requiere todo un sistema, el que se describe en este capítulo.

La figura 2.1. representa el diagrama de flujo de una fuente de iones magnetrón. Se puede observar que, de manera muy general, queda dividida en dos partes, a saber, la parte A, que es la región donde se producen los iones y la parte B que abarca todo el sistema de extracción. Se analizarán en detalle estas dos partes.

A. PRODUCCION DE IONES

Según se describió en el capítulo anterior, una fuente de iones negativos tipo magnetrón, consiste en un cátodo de forma elíptica rodeado por el ánodo, ambos dentro de un campo magnético perpendicular al eléctrico entre ellos. La región intermedia se llena con hidrógeno a una presión de 10^{-4} torr.; al aplicar una diferencia de potencial se inicia una descarga. Los electrones describen trayectorias en espiral produciendo una ionización mayor. Los iones positivos son atraídos hacia el cátodo de molibdeno y convirtiéndose en hidrógeno nega-

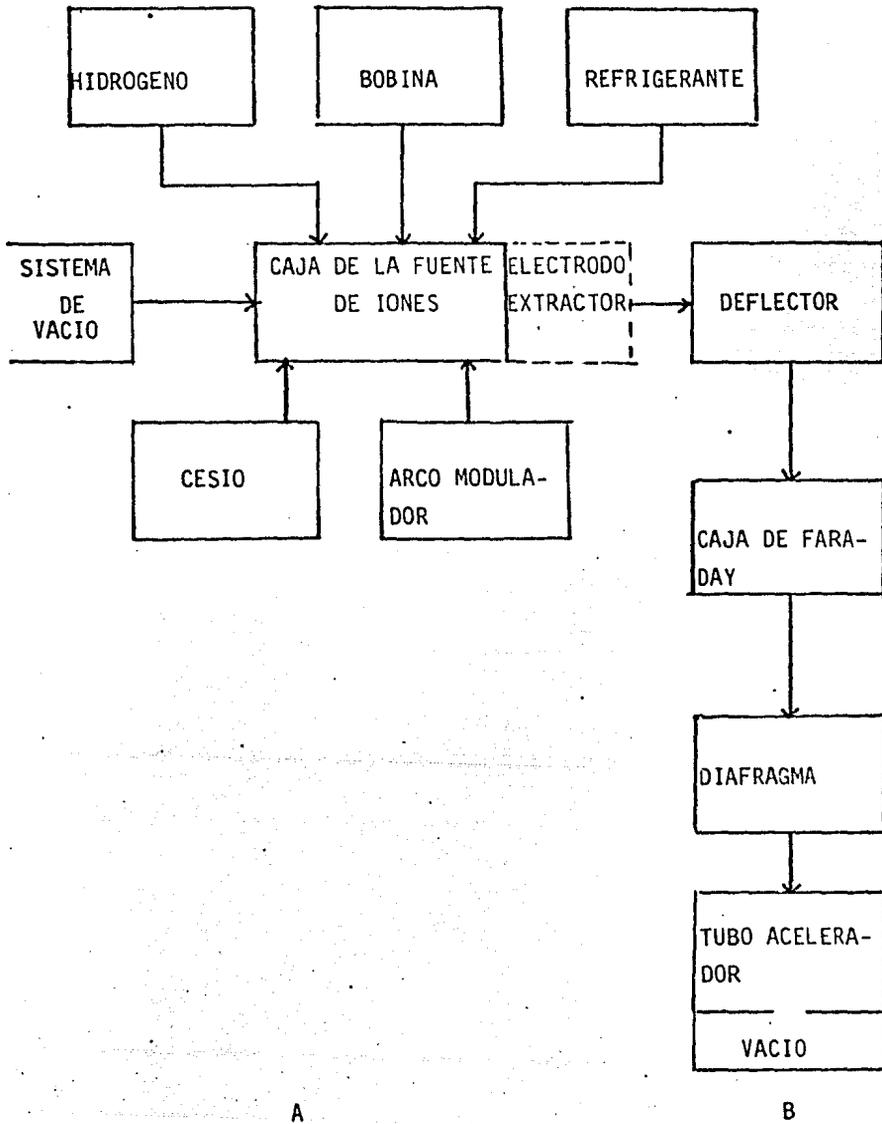


Fig. 2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA FUENTE DE IONES MAGNETRON.

tivo. Los iones negativos son acelerados hacia el ánodo con mínima pérdida de energía, y finalmente son atraídos por un electrodo que está a algunas decenas de kilovolts. Se analizará la figura 2.2. que es la parte A de todo el sistema.

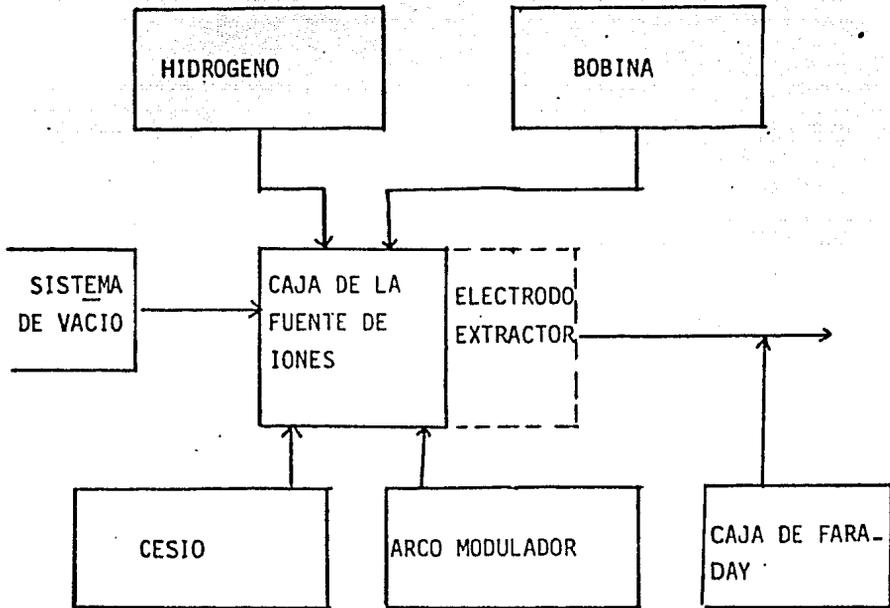


Fig. 2.2. SISTEMA DE PRODUCCION DE IONES.

La fuente de iones contiene al cátodo y al ánodo. la bobina establece un campo magnético perpendicular entre ellos; la fuente tiene conexiones para el cesio y el hidrógeno. La diferencia de potencial y la descarga las produce el arco modulador. La caja de Faraday mide la intensidad de corriente de iones. Todo el sistema está conectado a un sistema de bombeo que proporciona la presión adecuada.

Se dividirá este sistema en cada una de sus componentes fundamentales, que son:

Caja de la fuente de iones.

Alimentación de cesio.

Sistema de vacío.

Bobina.

Arco modulador.

Electrodo extractor.

Caja de Faraday.

Nota: Los diagramas que acompañan las descripciones siguientes fueron tomados de los planos de la fuente de Fermilab. Las cotas están dadas en pulgadas.

CAJA DE LA FUENTE DE IONES

Es la parte principal del sistema porque es ahí donde se produce el plasma y de donde se extraen los iones.. Sus componentes son exculsivamente mecánicas, la figura 2.3. representa dicha fuente.

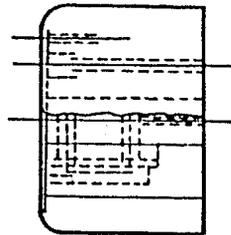
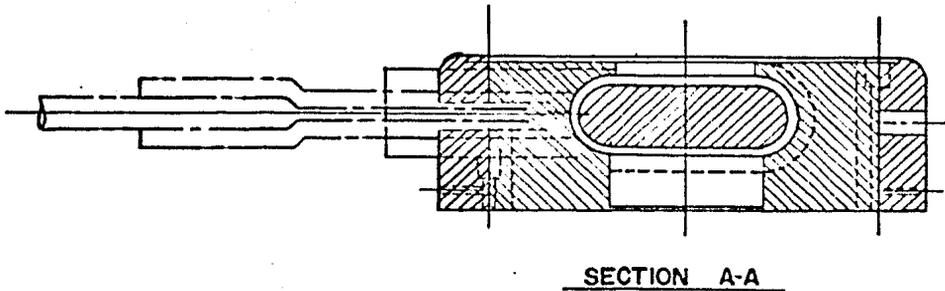


Fig. 2.3. CAJA DE LA FUENTE DE IONES.

Sus partes son:

1.- CUERPO DE LA FUENTE: es el lugar donde están confinados el cátodo y el ánodo, así como las conexiones de alimentación de cesio y de hidrógeno. Está construido en acero inoxidable, la figura 2.4. representa el cuerpo de la fuente.

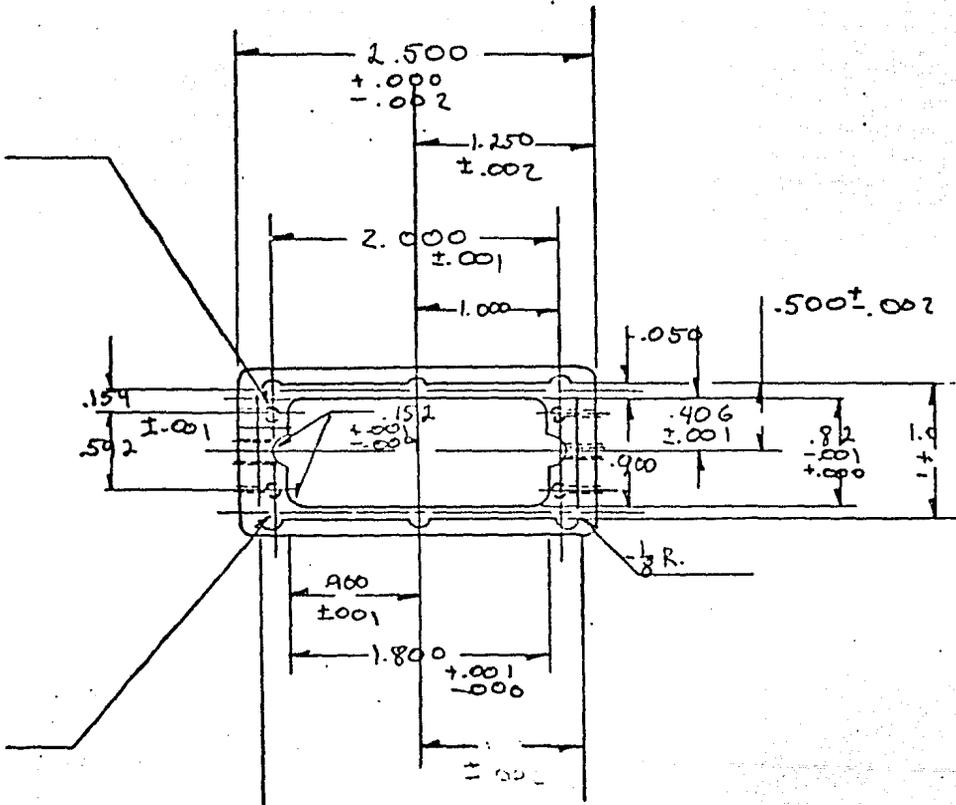


Fig. 2.4. CUERPO DE LA FUENTE.

2.- AISLANTE DEL CATODO Y SUS CONECCIONES:

esta pieza aísla electricamente al cátodo y a sus conexiones del cuerpo de la fuente del lado derecho. El material que se utiliza para este tipo de aislante es cerámica. La figura 2.5. esquematiza al aislante del cátodo y sus conexiones.

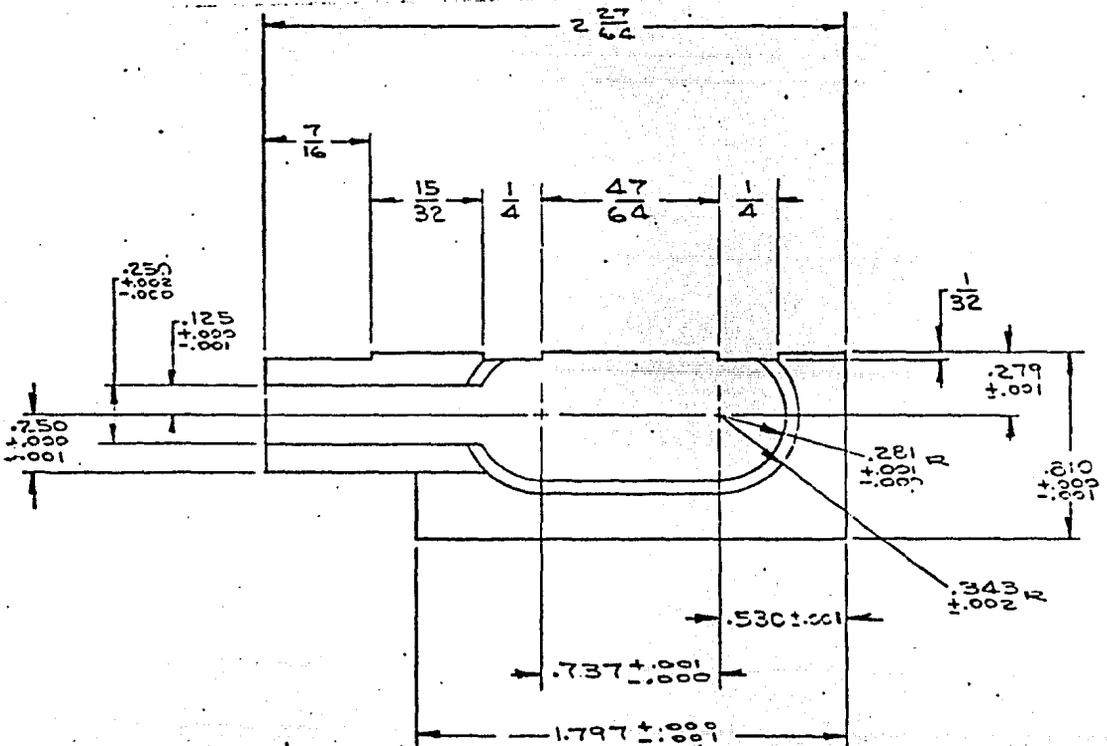


Fig. 2.5. AISLANTE DEL CATODO Y SUS CONECCIONES.

3.- AISLANTE DE LAS CONECCIONES DEL CATODO:
las aisla electricamente del lado izquierdo. Es de cerámica, la figura 2.6. representa dicho aislante.

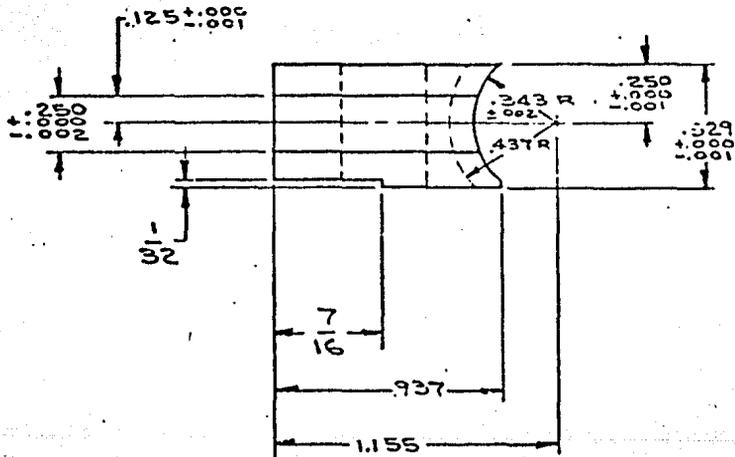


Fig. 2.6. AISLANTE DE LAS CONECCIONES DEL CATODO.

4.- AISLANTE DEL CATODO: aisla electricamente al cátodo de la fuente, del lado izquierdo. También es de cerámica, está representado en al figura 2.7.

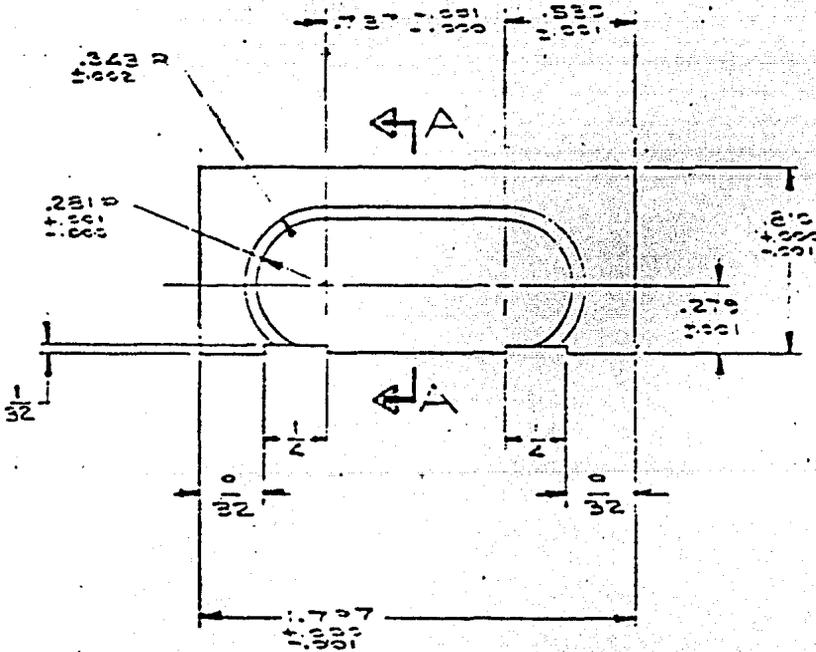


Fig. 2.7. AISLANTE DEL CATODO.

5.- CATODO: es de forma rectangular con bordes semicirculares y está localizado en la parte central del cuerpo de la fuente en contacto con las tapas del cátodo. Está construido con molibdeno, la figura 2.8. esquematiza al cátodo.

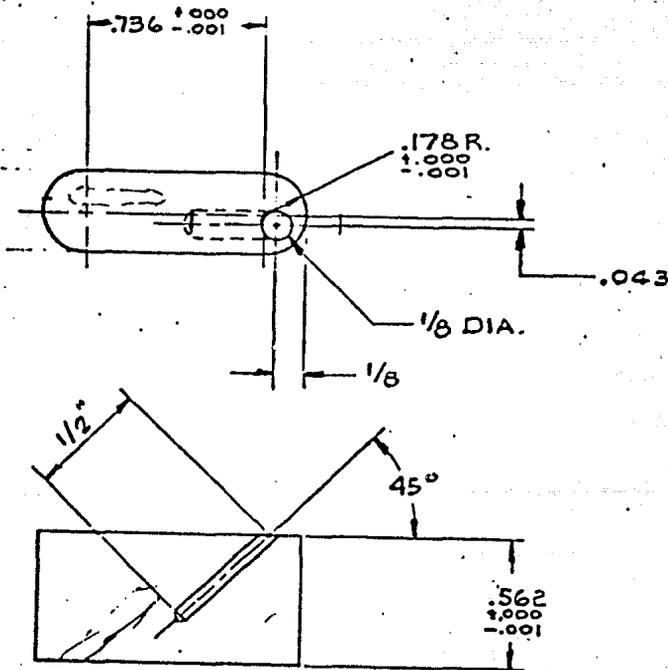


Fig. 2.8. CATODO.

6.- TAPAS DEL CATODO: son dos y su importancia radica en que aumentan el tamaño del cátodo. Son de molibdeno, la figura 2.9. las esquematiza.

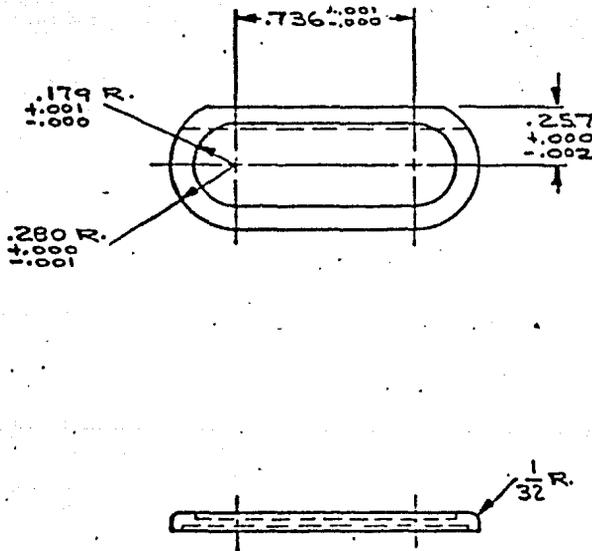


Fig. 2.9. TAPAS DEL CATODO.

7.- ANODO: se encuentra rodeando al cátodo, es de molibdeno y se representa en la figura 2.10.

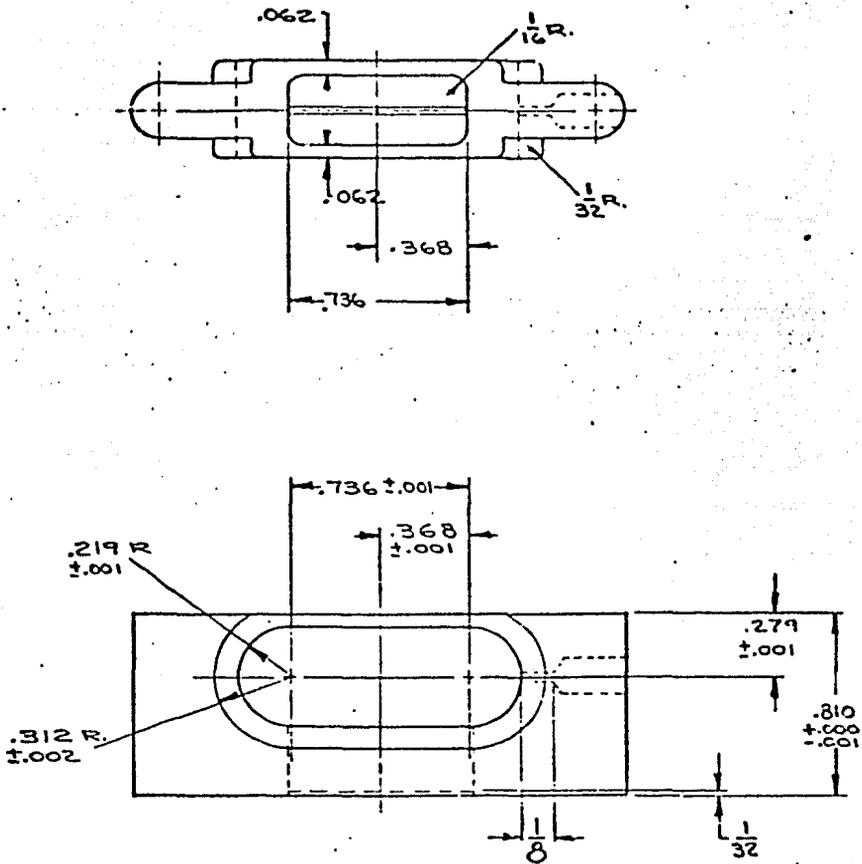


Fig 2.10. ANODO.

8.- CONECTOR DEL CATODO: está adherido a una tapa del cátodo; es el conector del voltaje y del termopar. Está representado en la figura 2.11.

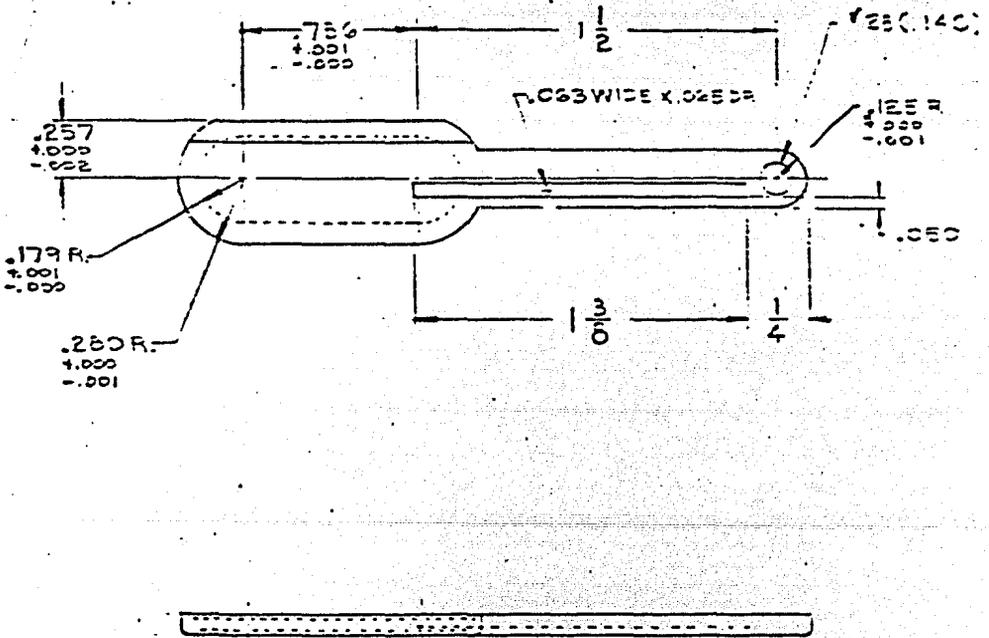


Fig. 2.11. CONECTOR DEL CATODO.

9.- TAPA DEL ANODO: es la tapa de la caja de la fuente que va conectada al ánodo y tiene una pequeña ranura por donde se extrae la corriente de iones. Es de titanio, figura 2.12.

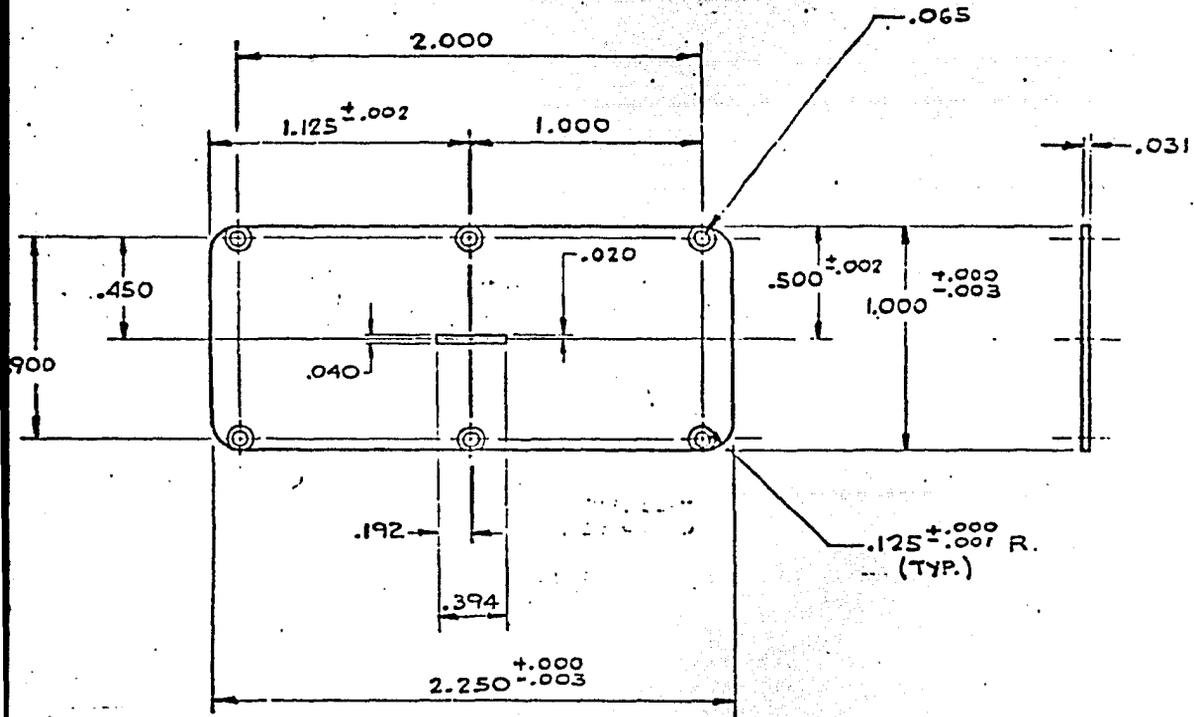


Fig. 2 12, TAPA DEL ANODO.

10.- ALIMENTACION DE CESIO: es la conexión entre el tubo de alimentación y la fuente. El material que se utiliza es el acero inoxidable, la figura 2.13. representa la alimentación de cesio.

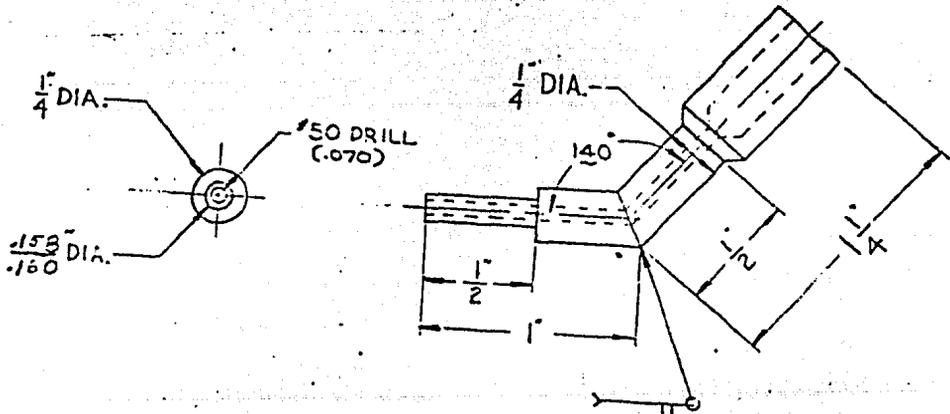


Fig. 2.13. ALIMENTACION DE CESIO.

SISTEMA DE ALIMENTACION DEL CESIO

Es cesio es el elemento fundamental en el proceso de ionización y debe cumplir dos condiciones: la primera es que debe estar en estado de vapor, y la segunda consiste en poder controlar su entrada a la fuente.

A temperatura ambiente, el cesio se encuentra en estado sólido, por lo que es necesario confinarlo en un horno, para poder vaporizarlo. Trabajos experimentales han demostrado que la temperatura ideal del horno es de 450 °F, ya que una mayor produce inestabilidad en el plasma.

Para controlar el paso del cesio del horno a la fuente, se utiliza una válvula de compuerta manual. Para evitar la condensación del cesio a la salida del horno, tanto la válvula como las líneas de transmisión a la fuente deben estar a una temperatura de 450 °F, lo cual se logra con un sistema que contiene tres pequeños transformadores con sus respectivos controles para alimentar de corriente a todo el sistema de alimentación del cesio: horno, válvula y tubos. La figura 2. 14. muestra el sistema de alimentación del cesio.

Sus partes son:

1.- LINEA DE ALIMENTACION: une la fuente

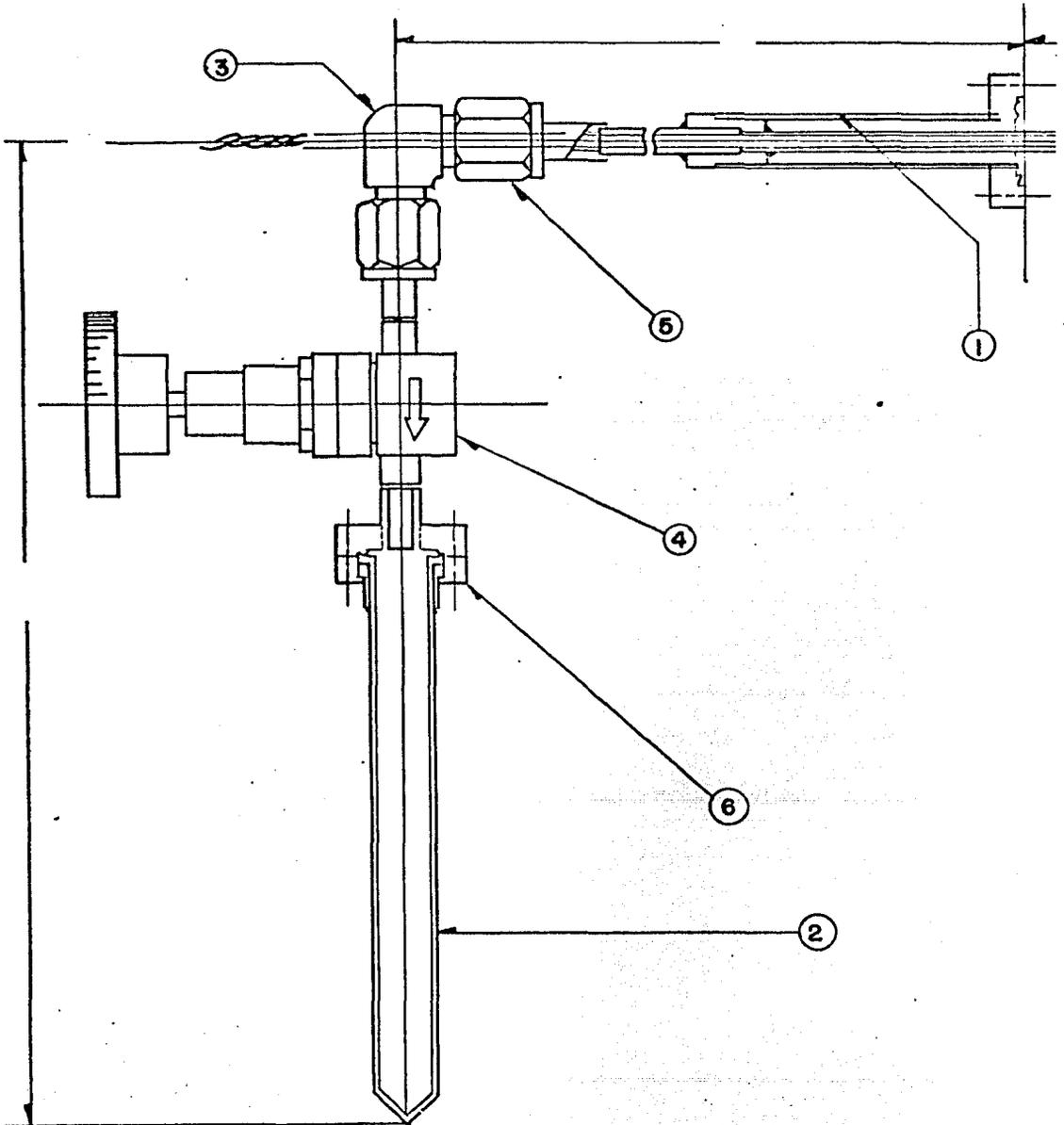


Fig. 2. 14. SISTEMA DE ALIMENTACION DEL CESIO.

de iones con la válvula de cesio.

2.- HORNO: es un tubo de cobre embobinado con una ampolla para el cesio en su interior.

3.- CODO: tiene una conexión especial que alimenta a un calentador que se encuentra en la parte central de la línea de alimentación.

4.- VALVULA MANUAL: controla el flujo de cesio.

5.- CONECCIONES: entre el codo y los tubos de alimentación.

6.- BRIDA ESPECIAL: une el horno con la válvula.

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL HIDROGENO

El hidrógeno es el elemento que se desea ionizar y debido al mecanismo del sistema de la fuente, debe recibir cantidades exactas de hidrógeno cada determinado tiempo, por lo que se usa una pequeña válvula de pulsos que trabaja a la misma frecuencia que el electrodo extractor. La válvula se encuentra conectada a un tanque de hidrógeno a través de un tubo pequeño de cobre y a otra válvula reguladora de presión, la cual mantiene a una presión constante el hidrógeno que se inyecta. La válvula de pulsos es un sencillo generador

biestable con un interruptor para el sistema de control, que contiene mecanismos de protección para evitar pulsos más largos de lo que frecuentemente se desea. El generador proporciona un pulso cuadrado de 0 a 100 voltios por varias centenas de microsegundos a muy baja corriente. El control sobre el hidrógeno está normalmente acompañado por un ajuste al ancho del pulso conservando una amplitud de 100 V, los pulsos de amplitud completa tienden a estabilizar la operación con el hidrógeno.

La alimentación de hidrógeno se lleva a cabo a través de una válvula "VEECCO PV-10", cuyo principio de funcionamiento se basa en el uso de un elemento piezoeléctrico, el cual se deforma ligeramente cuando se la aplica el pulso, permitiendo el paso intermitente de hidrógeno a la fuente. La figura 2.15 muestra una vista de la válvula utilizada

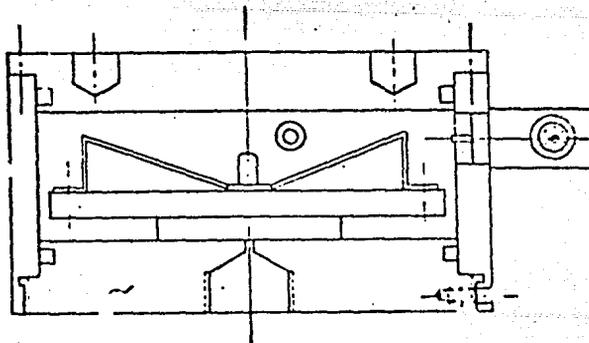


Fig. 2.15. VALVULA "VEECCO PV-10"

La válvula "VEECCO PV_10" se encuentra conectada al tanque de hidrógeno por medio de un pequeño tubo de cobre y a la válvula reguladora de presión.

SISTEMA DE VACIO

La presión requerida para iniciar el proceso de ionización es de 10^{-6} torr. Esto se debe a que la presencia de impurezas tiende a desestabilizar el plasma, por lo que hay que evacuarlas. El tipo de impurezas que puede haber son: aire, agua, alcohol, etc.

La figura 2.16. muestra un diagrama de flujo del sistema de vacío por difusora para esta fuente de iones. Como se puede observar, se emplean dos bombas de vacío: una mecánica y una de difusión. A continuación se describe el funcionamiento de cada una de ellas

"BOMBA MECANICA: es una bomba de pre-vacío, en la cual la porción del volumen de aire extraído del sistema a evacuar, pasa a través de una válvula de entrada, la cual conduce al interior de una camisa cilíndrica. Aquí se encuentra girando un rotor excéntrico de tal modo que siempre se ajusta compactamente a la parte superior del interior de la camisa. Sobre el rotor están colocadas dos paletas planas separadas por un muelle

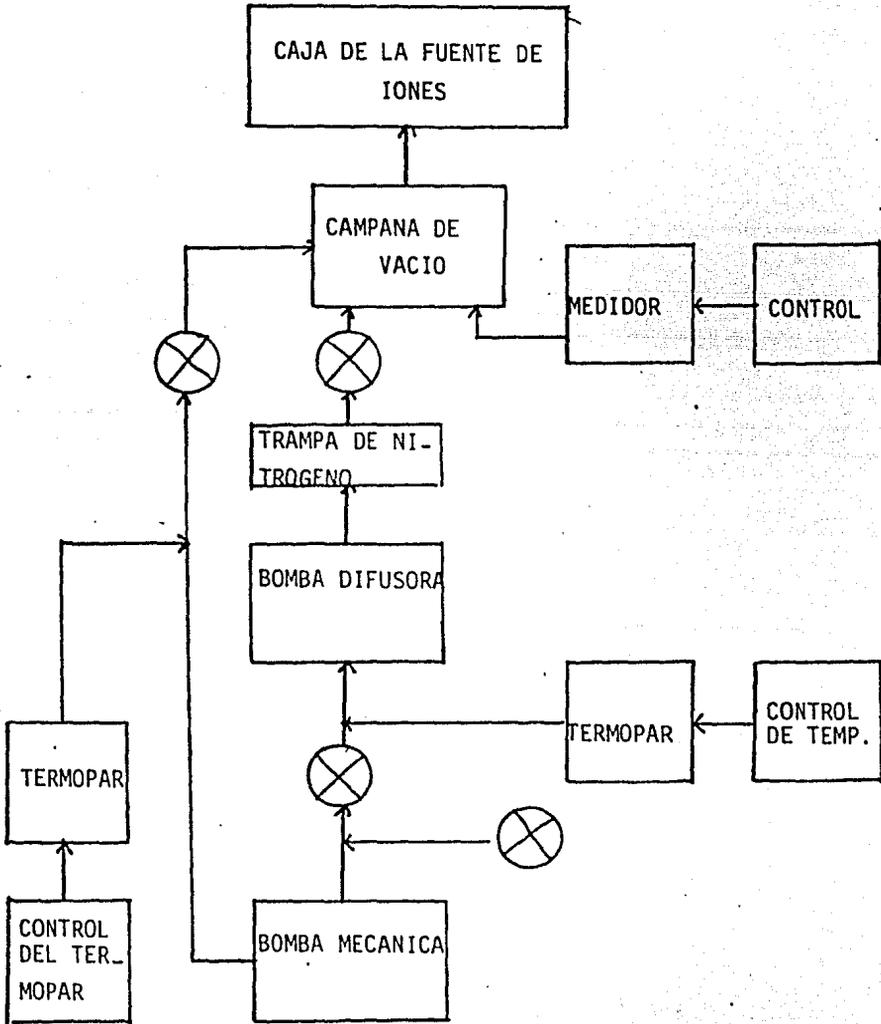


Fig. 2.16. SISTEMA DE VACIO POR DIFUSORA.

que las comprime contra la superficie de la camisa. Estas paletas atrapan las moléculas de aire y mediante el movimiento sucesivo del rotor, son comprimidas y expulsadas al exterior a través de una válvula de descarga correspondiente al tubo de salida, ver figura 2.17.

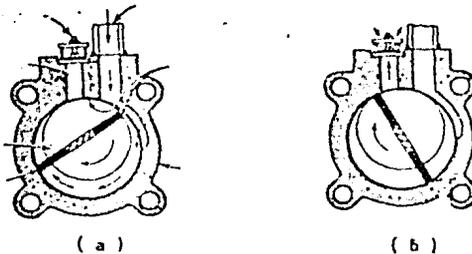


Fig. 2.17. BOMBA MECANICA ROTATORIA DE PALETAS EN ACEITE.

BOMBA DE DIFUSION: es una bomba de vacío elevado. Su funcionamiento se basa en que las moléculas del gas que se evacúa son arrastradas por un chorro de vapor, comunmente de mercurio o de aceite. En la figura 2.18. se muestra un esquema de este tipo de bomba.

En el fondo de la vasija, comunmente de metal, se encuentra el líquido por evaporar, la evaporación se asegura con un calentador eléctrico. El volumen a evacuar se une en el extremo superior de la bomba y

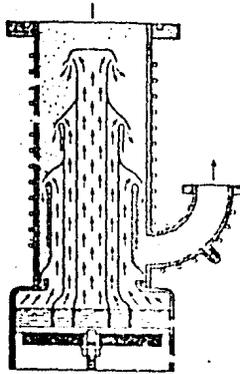


Fig. 2.18. BOMBA DE DIFUSION.

su válvula de escape, se une con el tubo de entrada de la bomba de vacío preliminar.

Después de que la bomba de vacío ha creado la presión de pre-vacío necesaria en la bomba difusora y en el volumen por evacuar, se conecta el calentador y el líquido comienza a evaporarse intensamente.

El vapor se eleva por los conductos colocados sobre el líquido, expulsándose a gran velocidad por la tobera hacia la pared refrigerada, donde se condensan las moléculas de vapor escurriéndose nuevamente hacia abajo, al fondo de la vasija. Las paredes de la

vasija están rodeadas por una camisa, en cuyo interior circula un enfriador, generalmente agua o aire en sistemas que cuentan con paletas. El calentador y el refrigerador de la bomba, están dispuestos de tal forma que aseguran la circulación continua de vapor.

Las moléculas de gas de la región por evacuar vienen de la zona superior, son arrastradas por el chorro que expulsa la tobera y trasladadas a la parte inferior de la bomba, donde se acercan a la válvula, para ser expulsadas a la atmósfera por la bomba de vacío preliminar.

La función fundamental del chorro de vapor se reduce a entregar parte de su impulso (cantidad de movimiento) a las moléculas del gas que se evacúa, para dirigir las hacia el tubo de escape.

La presión del gas a la salida de la bomba de vacío es de aproximadamente 10^{-2} torr., así como la presión mínima que puede alcanzarse en un recipiente que es evacuado por una bomba difusora, queda totalmente determinado por la presión de vapor del líquido empleado, de los materiales y de la limpieza del sistema." (10).

BOBINA

La bobina empleada aquí tiene dos funcio-

nes, la primera es producir un campo magnético entre el cátodo y el ánodo (perpendicular entre ellos), y la segunda es la de atraer los electrones que se extraen junto con los iones.

La bobina usada debe producir un campo magnético de 1.5 kilogauss. Las dimensiones están especificadas en las figuras 2.19 y 2.20. La figura 2.19 representa la caja de la bobina y la 2.20. la caja.

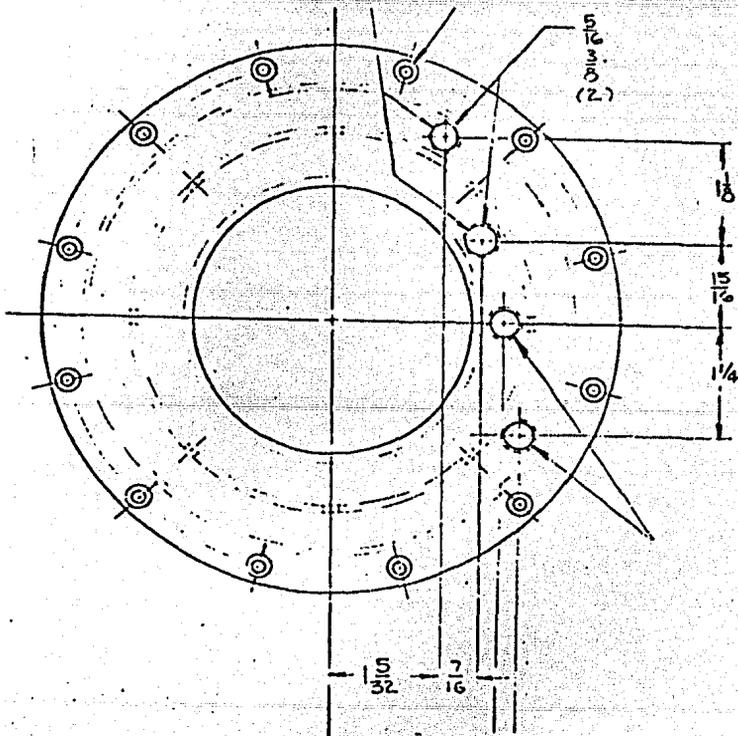


Fig. 2.19. TAPA DE LA BOBINA.

ARCO MODULADOR

Sirve para producir una diferencia de potencial y una descarga en la fuente de iones. Es un generador de pulsos de baja impedancia que proporciona a la fuente un voltaje de 0 a 600 voltios y una corriente de 0 a 300 amperes con una longitud de pulso de 90 microsegundos. También tiene la función de proporcionar un voltaje total al principiar la descarga y reducir el voltaje cuando decaiga la impedancia de la fuente que a su vez tiene como función proveer un bajo almacenamiento de energía.

ELECTRODO EXTRACTOR

Está compuesto por dos placas: una de acero inoxidable y otra de molibdeno, su función es extraer por medio de pulsos el haz producido, por lo que requiere una fuente de voltaje y un circuito generador de pulsos.

Una vez satisfechas las condiciones antes mencionadas, la fuente está en condiciones de empezar a producir plasma. Para esto es necesario abrir primero la válvula de hidrógeno y la de cesio. Entre los dos polos que rodean a la fuente debe existir un campo magnético de aproximadamente 1.5 KG. Por medio de una fuente de voltaje, se establece una diferencia de potencial de 120 V entre el cátodo y el ánodo.

La presión necesaria para iniciar la producción del plasma es de 5×10^{-4} torr., la cual es controlada por la válvula de hidrógeno. Esta presión tiene que mantenerse constante hasta lograr las temperaturas adecuadas del cátodo y del ánodo: 840 °F y 315 °F respectivamente; lograndose entonces, la estabilidad del sistema. El tiempo requerido para esta etapa es de aproximadamente media hora.

Cuando el sistema se encuentra estable, para poder extraer el haz de iones, es necesario disminuir la presión paulatinamente hasta alcanzar 4×10^{-5} torr.

Una vez alcanzadas estas condiciones óptimas anteriormente descritas, se está en condiciones de extraer el haz. Tanto la fuente como sus soportes permanecerán a un potencial de -30 KV, mientras que el electrodo extractor, colocado a tres centímetros del

ánodo es sometido a pulsos de -12 KV , obteniéndose así un haz pulsante de iones de hidrógeno negativos.

B. EXTRACCION DE IONES

El recorrido que siguen los iones una vez formados es el que se muestra en la figura 2.21.

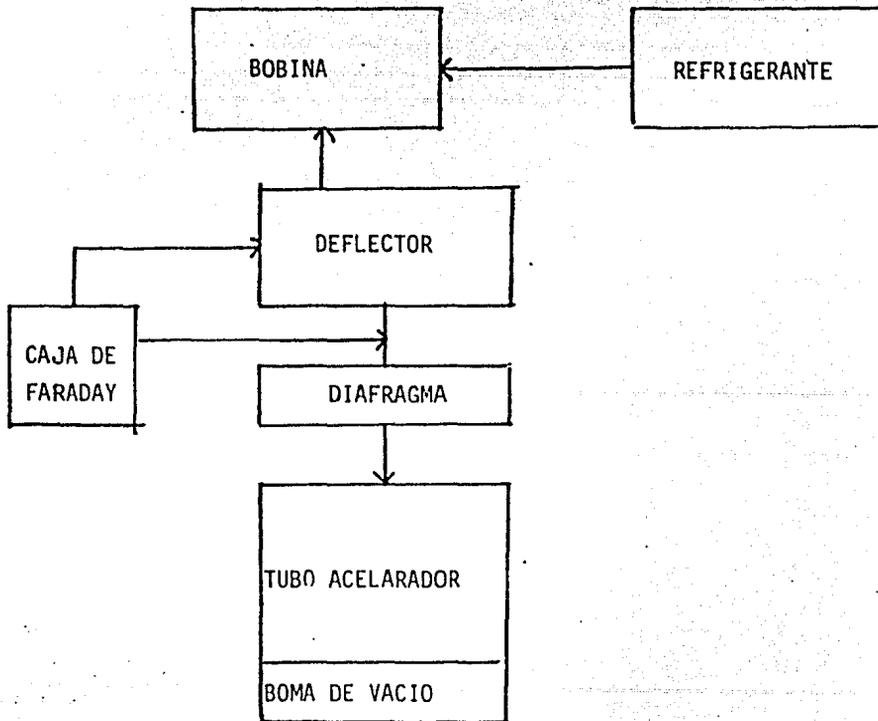


Fig. 2.21. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE IONES.

Al salir los iones del electrodo y pasar por la caja de Faraday, es necesario seleccionarlos, ya que hay tanto iones de H^- como electrones solos y átomos o iones de cesio, por lo que al seguir su trayectoria, los H^- son desviados por un deflector a 90° mientras que los electrones son atraídos por un campo y el cesio es condensado. Los H^- se coliman para ser acelerados posteriormente.

El sistema de extracción de iones consta de 6 partes fundamentales:

Deflector.

Bobina.

Refrigerante.

Diafragma.

Tubo acelerador.

Bomba de vacío.

DEFLECTOR

Es un imán que sirve para deflectar y enfocar el haz de iones a 90° . La bobina proporciona un campo magnético que es conducido por una barra de fierro hasta el haz de iones donde se encuentran unas pistas, que se muestran en la figura 2.22, que son las que provocan que únicamente se deflecten a 90° los iones de hi-

drígeno negativo. Los electrones se deflectan más de 90° por su masa tan pequeña, y los H_2^- se deflectan menos de 90° por ser más pesados.

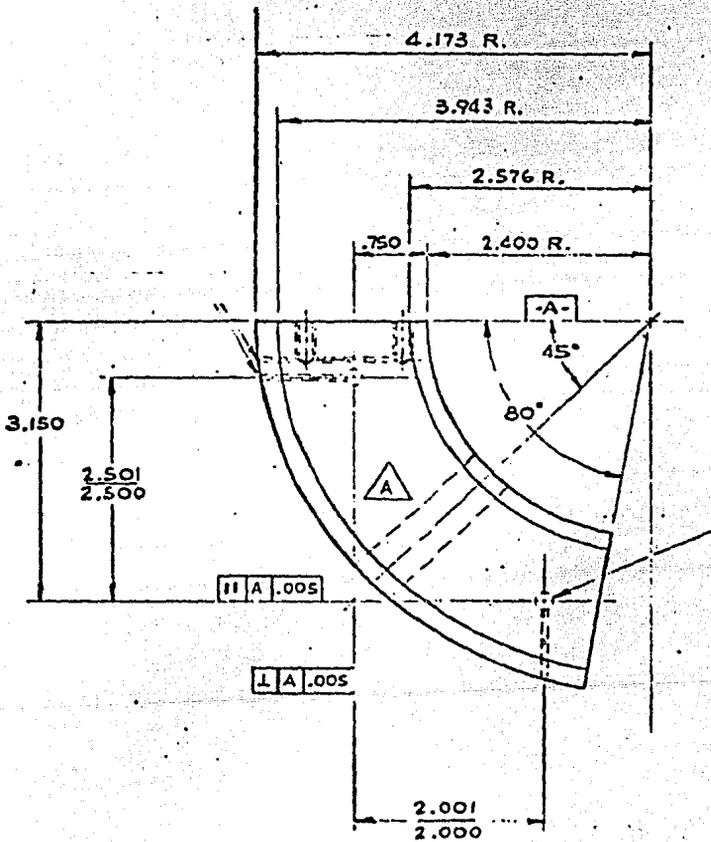


Fig. 2.22. PISTAS DEL IMAN DEFLECTOR.

BOBINA

Es la misma que se emplea para proporcio-

nar el campo magnético en la fuente y en la extracción, sirve para atraer a los electrones.

REFRIGERANTE

Su función es bajar la temperatura de la región donde se encuentra el imán deflector para condensar el cesio residual que sale de la fuente. Está fabricado con acero inoxidable.

DIAFRAGMA

Es por donde pasa el haz de la fuente al tubo acelerador, su función es la de regular el tamaño del haz de iones. También es de acero inoxidable. La figura 2.23. muestra un esquema del diafragma.

TUBO ACELERADOR

Sirve para poder sacar el haz de iones de hidrógeno negativo con la energía necesaria para su uso posterior.

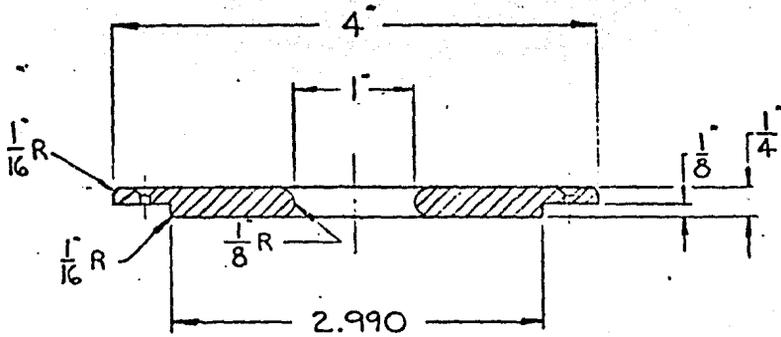


Fig. 2.23. DIAFRAGMA.

BOMBA DE VACIO

Es necesario otro sistema de vacío en esta parte del sistema para evitar la contaminación del haz o de la fuente a través del diafragma.

2.4. COMPONENTES MECANICAS

Además de las componentes mecánicas ya descritas y que están directamente relacionadas con la formación y extracción del haz, existen las complementarias que hacen posible la construcción de la fuente. La figura 2.24. muestra un esquema de las componentes mecánicas de una fuente de iones tipo magnetrón. A continuación se nombra cada parte explicando su función y el material de que está construido.

1.- SOPORTE DE LA CAJA DE ENFRIAMIENTO DE LOS IMANES: es un aislante eléctrico.

2.- CAJA DE ENFRIAMIENTO DE LOS IMANES: su función es condensar el cesio residual que sale de la fuente. Está fabricado con acero inoxidable.

3.- TAPA DE MONTAJE DE LA COLUMNA ACELERADORA: es la conexión final entre la fuente y el sistema. Es de acero inoxidable.

4.- SOPORTE DEL DIAFRAGMA: realizado en acero inoxidable.

5.- DIAFRAGMA: regula el tamaño del haz de iones a la salida, también es de acero inoxidable.

6.- SOPORTE DE LA FUENTE DE IONES: es el dispositivo donde se encuentra montada la fuente de iones,

todas sus conexiones hacia el exterior y la válvula de hidrógeno. Permite montar y desmontar muy fácilmente la fuente. Es de acero inoxidable.

10.- BRIDA DE LA FUENTE: es un plato donde está montada la válvula de hidrógeno y la fuente de iones. Esta brida permite el acceso a la válvula fácilmente. Es de acero inoxidable.

11.- CERAMICA AISLANTE: aísla térmicamente la fuente de iones del soporte.

12.- SOPORTES AISLANTES: de la caja de enfriamiento de los imanes. Están fabricados en nylon.

13.- AISLANTE ELECTRICO: entre el extractor y la fuente de iones.

15.- SOPORTE DE ACERO: es la estructura general del sistema.

16.- POLOS MAGNETICOS DEL LA FUENTE; sirven para inducir el campo magnético de la fuente. Son de acero templado.

17.- IMAN DEFLECTOR: diseñado para deflecar y enfocar el haz.

18.- AISLANTE: entre el diafragma y la fuente de iones. Está fabricado en nylon o teflón.

20.- BRIDA: soporta la ventana de acceso a la fuente. Acero inoxidable.

21.- SOPORTE DEL EXTRACTOR: de acero inoxidable.

22.- CONECCION A VACIO: brida que conecta todo el sistema con la linea de vacío.

23.- TAPA DE LA CAJA DE ENFRIAMIENTO: la cual tiene una abertura de una pulgada que cumple la función de un colimador de haz. Es de acero inoxidable.

24.- EXTRACTOR: elemento especialmente diseñado para extraer y enfocar el haz. Está fabricado en molibdeno.

28.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA BOBINA: el enfriamiento se realiza mediante el uso de ~~fox~~ en el cual ~~es~~ conectado a un intercambiador de calor.

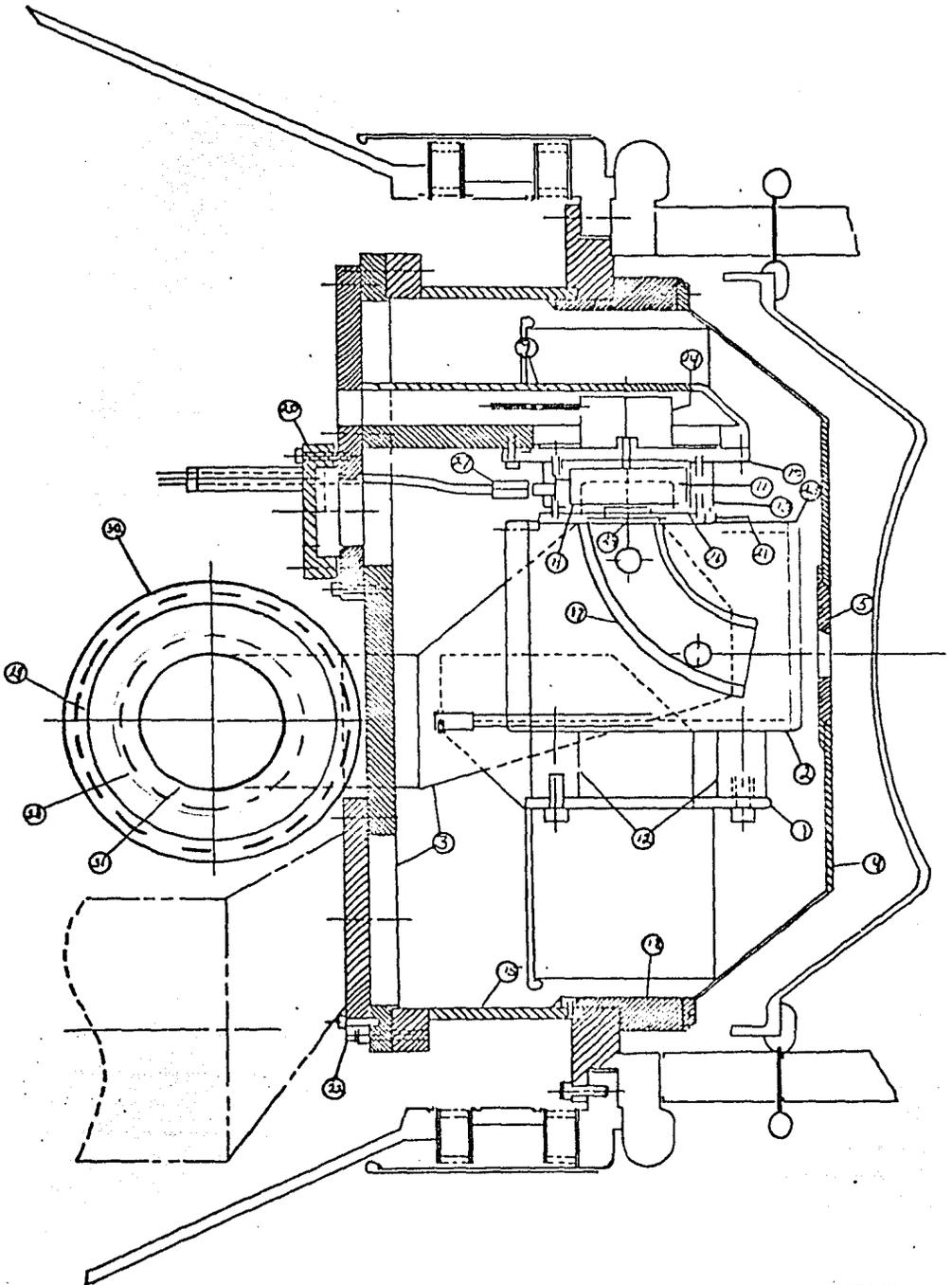


Fig. 2.24. COMPONENTES MECANICAS DE UNA FUENTE DE IONES MAGNETRON.

- 1.- Soporte de la caja de enfriamiento de los imanes.
- 2.- Caja de enfriamiento de los imanes.
- 3.- Tapa de montaje de la columna aceleradora.
- 4.- Soporte del diafragma.
- 5.- Diafragma.
- 9.- Soporte de la fuente de iones
- 10.- Bridas de la fuente de iones.
- 11.- Cerámica aislante.
- 12.- Soportes aislantes de la caja de enfriamiento.
- 13.- Aislante eléctrico.
- 14.- Válvula de alimentación de hidrógeno.
- 15.- Soporte de acero.
- 16.- Polos magnéticos de la fuente.
- 17.- Imán deflector.
- 18.- Aislante.
- 19.- Fuente de iones.
- 20.- Brida para soportar la ventana.
- 21.- Soporte del extractor.
- 22.- Conexión a vacío.
- 24.- Extractor.
- 27.- Alimentación de cesio.
- 28.- Sistema de enfriamiento de la bobina.
- 29.- 30.- 31.- Bobina

2.5. COMPONENTES ELECTRONICAS

Las componentes electrónicas se encuentran conectadas en un módulo exterior que permite controlar a la fuente desde una zona que no esté conectada a alto voltaje. La figura 2.25. muestra un esquema de dicho módulo.

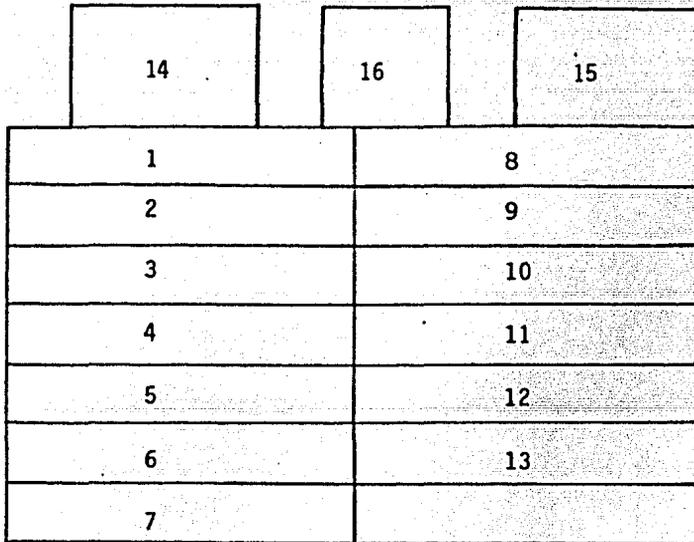


Fig. 2.25. MODULO EXTERIOR.

- 1.- Generador de pulsos para la válvula de hidrógeno.
- 2.- Fuente de voltaje DC.
- 3.- Arco modulador.
- 4.- Fuente de alto voltaje DC.
- 5.- Circuito de pulso extractor.
- 6.- Control de cesio.
- 7.- Tanque de hidrógeno.
- 8.- Osciloscopio.
- 9.- Receptor y transmisor de señal entre dos microprocesadores.
- 10.- 11.- 12.- Microprocesador.
- 13.- Tablero de medición.
- 14.- Fuente de corriente DC.
- 15.- Osciloscopio.
- 16.- Circuito transmisor de la señal de vacío.

La fuente de voltaje DC sirve para alimentar al arco modulador. Esta fuente debe proporcionar un voltaje de 0 a 600 V y una corriente de 0 a 1.5 A.

La fuente de alto voltaje DC alimenta al circuito del pulso extractor. Debe reunir las siguientes características: voltaje de 0 a 30 KV y corriente de 0 a 10 mA. El circuito del pulso extractor es el circuito generador de pulsos de alto voltaje (18 KV).

Un osciloscopio se necesita para observar la señal de voltaje aplicado al circuito del pulso extractor y con el otro se observa la señal de voltaje y la corriente entre el ánodo y el cátodo. El tablero de medición registra las temperaturas del cátodo y del ánodo.

MICROPROCESADOR

Sirve para poder producir pequeñas variaciones en las condiciones de operación de la fuente para mantener la estabilidad del plasma producido. También es necesario para manejar los parámetros de la fuente, como por ejemplo, el sistema de alto vacío. Este sistema de control puede ser un microprocesador 6 800 de motorola, para el cual es necesario diseñar los circuitos de interfase entre él y las otras componentes.

CAPITULO III

APLICACION DEL PRESUPUESTO BASE CERO A LA CONSTRUCCION DE UNA FUENTE DE IONES MAGNETRON.

3.1 INTRODUCCION.

Para optimizar tanto los recursos económicos utilizados, así como el tiempo en la construcción de una fuente de iones se ha decidido aplicar el método presupuestal denominado base cero, que permite organizar los medios para lograr un fin, en este caso, la construcción de una fuente de iones.

Antes de aplicar ésta técnica presupuestal se justificará su uso haciendo una pequeña reseña histórica de la presupuestación y se comparará con otras técnicas actualmente en uso.

El control presupuestal es una de las herramientas básicas e importantes para lograr el uso óptimo de los recursos. En un país en proceso de desarrollo resulta una obligación para todas las empresas lograr dicha optimización.

Es necesario que la dirección de cada empresa, ya sea pública o privada, tenga la capacidad de lograr un buen manejo de las actividades que realiza, en otras palabras, ser eficiente, o sea, que exista armonía entre mercadotecnia, producción y financiamiento y funciones tales como recursos humanos. Por medio de una adecuada técnica presupuestal se puede lograr dicha eficiencia ya que interviene de manera fundamental en el mercado, posición en el mismo, productividad y recursos financieros.

A medida que la sociedad avanza, las organizaciones van siendo crecientemente complejas. Se requiere cada vez más del auxilio de la administración para lograr los fines de cada organización.

La administración moderna, basada en principios supuestamente científicos, empieza a ser desarrollada por el norteamericano Fredrico Taylor.

3.2 DESARROLLO HISTORICO DEL PRESUPUESTO.

A fines del siglo XVIII en Inglaterra, el mi

nistro de finanzas realiza la apertura del presupuesto en el que basa sus planes, los gastos posibles y su control.

En 1820 en Francia y otros países europeos adoptan un procedimiento del presupuesto para la base gubernamental.

En 1821 en Estados Unidos se implanta un presupuesto rudimentario en el gobierno.

Después de la primera guerramundial en toda la industria se aprecia la conveniencia del control de los gastos por medio de la técnica presupuestal.

De 1912 a 1925 en Estados Unidos es la etapa en que se inicia la evolución y madurez de los presupuestos, ya que la iniciativa privada comienza a observar que los -- puede utilizar para controlar mejor sus gastos. En concor-- dancia con el rápido crecimiento económico y de las nuevas formas de organización propias de la creciente industria, se aprueba la "Ley del Presupuesto Nacional", estableciéndolo como instrumento de la administración oficial.

Se inicia ya en forma, la aplicación de un -- buen método de planeación empresarial, cuya eficacia pronto se hizo patente, habiéndose integrado, con el correr del -- tiempo, un cuerpo doctrinal conocido como "Control Presupues-- tal. A partir de esta época se importó de América a Europa, básicamente a Francia y Alemania.

En 1930 en Ginebra, Suiza y con representación

de 25 países se lleva a efecto el primer "Simposium Internacional del Control Presupuestal", donde se estructuraron sus principios, para tener así un rango internacional.

En 1931 en México, empresas de origen norteamericano, como la General Motors Co. y después la Ford - Motors Co., establecieron la técnica presupuestal.

En adelante, es Estados Unidos el país pionero en técnicas presupuestales: en 1946 el Departamento de Marina presenta el Presupuesto por Programas y Actividades para 1948. En 1961 en Departamento de Defensa elaboró un "sistema de planeación por programas y presupuestos", Para 1964 el Departamento de Agricultura, intenta el "Presupuesto Base Cero", siendo un fracaso. En 1965 el presidente -- Johnson introdujo oficialmente a su gobierno el sistema de Planeación por Programas y presupuestos, creándose el Departamento de Presupuestos. Por último en 1974 la Texas Instruments por medio de Peter A. Pyhrr diseñó otra versión del "Presupuesto Base Cero", instrumentándolo por medio de "unidades de decisión", que es aplicado en el Estado de - Georgia y más tarde en el gobierno federal.

3.3 DIFERENTES SISTEMAS DE PLANEACION Y PRESUPUESTACION.

El control presupuestal es un instrumento del que se valen las empresas para obtener los objetivos fija--

dos, lo anterior se logra a través de la comparación sistemática del conjunto de previsiones establecidas para cada uno de sus departamentos, con los datos históricos que refleja la contabilidad durante el mismo período.

Quando se habla de control presupuestal, se está indicando la coordinación de las actividades de los diversos departamentos de la organización, por medio de la estructuración de un plan, cuyas partes forman un conjunto coherente e indivisible, en el que la omisión de cualquiera de sus secciones afectaría el logro de los objetivos deseados.

En el desarrollo histórico del control presupuestal ha habido muchos cambios; en la actualidad se trabaja, especialmente en la empresa pública, la presupuestación incremental, que toma como base el presupuesto existente y analiza a partir de ahí las adiciones y sustracciones.

Como toda técnica, la presupuestación ha venido transformándose y logrando nuevos desarrollos. Los dos avances más significativos de esta técnica son el presupuesto por programas en un primer momento y su derivación lógica, el presupuesto base cero.

PRESUPUESTO POR PROGRAMAS

SU ORIGEN Y APLICACION.

Estados Unidos fué el primer país que utilizó este método presupuestario como una medida tendiente a reducir los costos y aumentar la eficiencia de las empresas productoras de armamento. La primera dependencia que lo introdujo fué el Departamento de Marina en 1946; a partir de este momento el Gobierno Federal, lo fué reacondicionando y refinando para posteriormente utilizarlo en todo el país.

Este método presupuestario se ha extendido a muchos países en el mundo demostrando su superioridad con respecto a administraciones anteriores.

En Suecia, cada dependencia adapta el ritmo de sus gastos a las exigencias de su programa y a las limitaciones legales existentes. Todas las empresas públicas -- llevan su propia cuenta corriente en el Banco de Suecia, y cuando están facultadas para recibir fondos del presupuesto, pueden extender cheques a la cuenta del Estado para -- que sean transferidos a sus propias cuentas.

Francia es uno de los países del mundo occidental en donde los métodos de análisis y formulación de planes de desarrollo, han registrado un enorme progreso durante los últimos años. El sistema francés opera fundamentalmente a base de exigencias derivadas de proyecciones a corto y a largo plazo.

En Africa la programación presupuestaria ha surgido de la necesidad de vincular los programas anuales

con los planes gubernamentales de desarrollo a largo plazo. Entre los países que han realizado reformas básicas en sus sistemas presupuestarios tradicionales, a fin de implantar la técnica del presupuesto por programas, se encuentran la República Árabe Unida y la República de Ghana.

En los países centralmente planificados, se ha generalizado la idea de que el carácter planificado de la economía crea la necesidad de finanzas planificadas. De esta manera el presupuesto se elabora en base de planes de la economía nacional, de modo que durante la marcha de la planificación presupuestaria, el sistema de índices financieros influye de manera notable sobre el establecimiento y el cumplimiento de los planes productivos. El papel activo de los presupuestos en tales países queda de manifiesto al utilizarlos como herramienta para la realización de los planes de economía nacional.

En la Unión Soviética, se estima que el presupuesto estatal constituye el plan financiero básico del Estado. La concentración en el presupuesto estatal de la parte más grande de los recursos financieros del país, así como su utilización centralizada, permiten al gobierno soviético afianzar el desarrollo en todas las ramas de la economía nacional y la cultura en correspondencia con el plan económico nacional.

En América Latina, la aplicación del presu-

puesto por programas se inició con base en los planes de desarrollo del sector público de algunos países y sus diferentes programas por realizarse; así, en Chile después de haberlo experimentado en varios años, se implantó definitivamente en todo el sector público durante 1967. Ahora existe la posibilidad de aplicarlo en las empresas del estado.

Otros países de América Latina que aplican esta técnica son: Venezuela, Colombia, Ecuador y Brasil.

En México se ha experimentado el presupuesto por programa y actividades y en la actualidad es de uso general. La Secretaría de la Presidencia, en colaboración con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha experimentado las modalidades con las cuales puede aplicarse el sistema de presupuesto por programas a nuestra realidad administrativa, evaluando con mayor precisión el destino más conveniente y el empleo más eficaz de los recursos materiales, humanos y financieros.

En particular, desde 1966 la Universidad Nacional Autónoma de México ha venido impulsando una serie de modificaciones a un sistema presupuestal tradicional, con el fin de establecer elementos que le permitan conocer el destino del gasto e inversión y estudiar la integración de las demás actividades fundamentales. Para formular el proyecto del presupuesto correspondiente al ejercicio de 1968, amplió el catálogo de cuentas de egresos, identificó las -

plazas del personal de base, estableció calendarios de -
compromisos para equilibrar los egresos y los ingresos y
solicitó a cada una de sus dependencias la descripción -
de sus programas de trabajo.

¿QUE ES EL PRESUPUESTO POR PROGRAMAS?

El presupuesto por programas y actividades -
"es un sistema en el que se presta mayor atención a lo que
un gobierno realiza, más que en las cosas que adquiere".

Por ejemplo, el Gobierno tiene que cumplir sus
funciones, una de éstas es el Servicio Médico, así pues, ..
el personal que contrate, los medicamentos que tenga que -
importar, la construcción de hospitales, etc. no son sino
un medio para lograr el objetivo.

El presupuesto por programas y actividades se
desarrolla y se presenta a base del trabajo que debe ejecu
tarse, atendiendo a objetivos específicos, y de los costos
de ejecución de dicho trabajo. El trabajo propuesto, su --
objetivo y costos anexos se elaboran en función de metas a
largo plazo, aunque también se fijan metas a corto (2 me--
ses-1 año) y mediano plazo (1-5 años) en los planes de de-
sarrollo económico.

Esta técnica expresa el gasto en función de -
los objetivos que se persiguen en cada nivel de organiza--
ción, e implica como condición lógica que los objetivos -
constituyan un conjunto coherente.

A partir de lo anterior se derivan algunas ideas fundamentales:

Es una técnica que resalta la importancia de los resultados obtenidos.

El presupuesto por programas expresa el gasto en función de objetivos precisos que se persiguen en cada nivel de organización, por lo que su implantación en el sector público obliga a los directores, gerentes, secretarios de estado, etc. a formular y coordinar los programas de acción de sus diferentes dependencias y los compromete a cumplir metas de trabajo congruentes con el desarrollo económico nacional.

Con esta técnica se interrelacionan los programas y los presupuestos y se determinan los costos de las actividades concretas, que cada dependencia debe realizar para llevar a cabo los programas o subprogramas a su cargo.

Las conclusiones a lo indicado anteriormente se presentan a continuación:

a) El presupuesto por programas es un conjunto armónico de programas y proyectos con sus respectivos costos de operación a realizarse en el futuro inmediato.

b) El presupuesto por actividades es el presupuesto por programas detallado hasta el nivel de actividades, de tal forma que suministre los antecedentes

de costos, de volumen de trabajo ejecutado y los logros.

c) Esta técnica permite producir bienes o servicios, a los mejores costos y con la mayor eficiencia posible y emplea los recursos en forma óptima para cumplir los objetivos señalados en los programas y proyectos.

d) El presupuesto por programas, al proponerse ligar el presupuesto anual con los planes de largo y mediano plazo, permite introducir hábitos de programación en el sector público.

REQUISITOS PARA SU IMPLEMENTACION

La implementación del sistema de presupuesto por programas en el sector público, requiere un sistema de costos apropiados; conceptualmente no existen dificultades para ello, sin embargo, su implantación requiere de cambios sustanciales en los sistemas tradicionales de contabilidad.

Los requisitos para su implementación son los siguientes:

a) Las operaciones financieras en el País se tienen que realizar dentro del marco de las disposiciones legales.

b) Integrar el presupuesto dentro de un sistema de control financiero.

- c) Comprobar en cualquier momento que los fondos públicos se utilicen correctamente.
- d) Conocer oportunamente los estados financieros.
- e) Conocer con precisión los costos de las actividades gubernamentales.
- f) Facilitar a las actividades superiores y a los funcionarios encargados de la formulación y comprobación de presupuestos, la información exigida para la preparación de programas de gasto y de estimación de ingresos.
- g) Proporcionar con tiempo y amplitud, la información necesaria para determinar el impacto de las actividades gubernamentales en la economía general y para establecer las medidas financieras que requiera la situación, así como realizar los análisis económico fiscales de carácter total o parcial de la política hacendaria.
- h) Consolidar las operaciones de las diversas partes del sector público y contribuir a la elaboración de las cuentas nacionales y del presupuesto económico nacional.
- i) Elaborar y contar con una estructura organizacional definida.
- j) Capacitar al personal en forma permanen-

te para que conozca la técnica de control presupuestal.

EL PRESUPUESTO BASE CERO

El presupuesto base cero es una técnica para la planeación y presupuestación que ofrece varios beneficios a las empresas tanto públicas como privadas, permite aumentar las utilidades, canalizar los esfuerzos y capital utilizados antes en programas de importancia secundaria para dirigirlos hacia nuevos programas de mayor prioridad.

Al presupuesto base cero se le ha dado un gran impulso en Estados Unidos y está ya siendo utilizado por otros países, México entre ellos.

Este presupuesto exige una completa revisión de los programas en marcha y de una justificación de cada uno de los gastos. Tradicionalmente, los funcionarios a cargo de un programa solo tienen que justificar los incrementos que ellos desean efectuar con relación a las asignaciones del año anterior. Indudablemente podrían realizarse ahorros sustanciales si cada entidad justificara la asignación total requerida cada año, como si su programa o programas fueran completamente nuevos.

El presupuesto base cero es una evolución natural, no una revolución en la administración presupues-

taria y ha devenido un sistema que esencialmente incorpora el presupuesto al proceso administrativo, constituyendo ambos conceptos: presupuestos y sistemas de administración, una sola idea.

Aún cuando este presupuesto no es nada nuevo conceptualmente, es un proceso que combina muchos elementos de una administración efectiva, por ejemplo, la identificación de los objetivos, la evaluación de alternativas y de cargas de trabajo y medidas de ejecución, así como el establecimiento de prioridades. Pero si no es nuevo, si es radicalmente diferente, desde el punto de vista de la tradicional forma de planear y presupuestar actualmente en práctica. Lo que el presupuesto base cero hace diferente es reconocer que el proceso de presupuestación es un proceso administrativo.

Las ventajas del presupuesto base cero son las siguientes:

- Elimina los programas de baja prioridad.
- Mejora la efectividad de los programas en uso.
- Redistribuye más racionalmente los recursos disponibles.
- Disminuye el incremento anual de recursos adicionales.

Peter A. Pyhrr, creador de este sistema, lo

define diciendo que el presupuesto base cero, en primer lugar, es un proceso de carácter administrativo, después un proceso de planeación y en tercer lugar, un proceso presupuestario.

Este proceso se aplica a todas las actividades, programas o funciones de las cuales pueda identificarse alguna relación de costo-beneficio, aún cuando esta relación sea altamente subjetiva, ya que se desarrolla en detalle cada actividad y es necesario poner indicadores.

Propiamente aplicado, el presupuesto base cero tiene las siguientes ventajas:

- Mayor involucramiento de todo el personal de una empresa en el proceso presupuestario, dado que el presupuesto base cero es una herramienta enfocada hacia la administración, más que hacia los números. Como un resultado, la comunicación interna entre los encargados de cada área se mejora.

- La atención de los administradores decrece hacia los aumentos anuales y se enfoca más a los resultados, empleando la misma cantidad de recursos.

- Provee un mecanismo para reducir racionalmente los presupuestos, en vez de imponer cortes o reducciones por conceptos de gastos que impactan tanto a programas o áreas de alta como de baja prioridad por igual.

Provee una base para reubicar recursos internamente de una manera planeada y sistemática.

Los nuevos programas propuestos se colocan con una igual posibilidad de llevarlos adelante con relación a los ya existentes, dado que todos ellos se observan por sus resultados. Esto a su vez, proporciona a los superiores una mayor posibilidad de seleccionar estrategias y alternativas.

- La confianza del proceso presupuestario se incrementa, dado que los programas existentes son analizados como si fueran a ser propuestos por primera vez. En los programas públicos ofrece una respuesta a la demanda de los causantes por un incremento en la productividad y responsabilidad de los administradores.

CARACTERISTICAS DEL PRESUPUESTO BASE CERO

En primer término, adopta la premisa fundamental de que cualquier actividad incorporada en el presupuesto tiene igual posibilidad de ser financiada, no importa si corresponde a programas en curso o a programas nuevos. Para ello la atención se centra en las actividades de la empresa que puedan tener un valor significativo.

El presupuesto base cero consta de cuatro

etapas:

- 1) Identificar las unidades de decisión.
- 2) Identificar cada unidad de decisión dentro de "paquetes de decisión".
- 3) Evaluar y jerarquizar todos los paquetes de decisión para obtener la solicitud de asignaciones.
- 4) Preparar detalladamente los presupuestos operativos, reflejando aquellos paquetes de decisión aprobados en el presupuesto asignado.

PASO 1: Identificar unidades de decisión.

La unidad de decisión puede ser un elemento de la organización, un proyecto, un programa, o un plan de trabajo que requiera una atención individual y una evaluación por parte de la dirección.

PASO 2: Analizar las unidades a través de paquetes:

Aquí los responsables analizan y describen cada unidad de decisión en uno o diversos paquetes de decisión. El paquete de decisión es la base de "presupuestación base cero", y consiste en un breve documento que identifica y describe cada unidad de decisión, de tal manera que el responsable pueda evaluar la actividad involucrada y los beneficios respectivos, en caso de asignar recursos.

El paquete de decisión, en su formato marca el objetivo, el medio propuesto de ejecución, cuáles son los costos y beneficios, define las medidas de ejecución y rendimiento y qué alternativas hay disponibles para hacer el mismo trabajo.

La clave para un adecuado proceso presupuestario, descansa en la identificación de alternativas. Hay dos tipos de alternativas que son las que se requieren para la evaluación de cada paquete de decisión.

La primera es, diferentes medios para ejecutar la misma función y la segunda, diferentes niveles de esfuerzo para llevar adelante el trabajo.

El paquete de decisión se puede definir como un nivel de incremento dentro de una unidad de decisión. De esta manera, pueden existir diversos paquetes dentro de una unidad de decisión. Son precisamente estos niveles incrementales los que han de ser jerarquizados para obtener el financiamiento de las actividades.

PASO 3: Evaluación y jerarquización.

Un aspecto importante es que el propio responsable operativo de una unidad de decisión, es quien efectúa la ordenación de las actividades de la unidad, pues se intuye que es quien mayores conocimientos tiene acerca de la operación y además, es el responsable de llevarla adelante. Sin embargo, su propuesta será revi-

sada en superiores grados o niveles para tomar la decisión final. Esto es lo que constituye la jerarquización.

De las propuestas indicadas en los paquetes de decisión el responsable no únicamente obtiene un presupuesto sino un plan operativo y el presupuesto es un producto de decisiones operativas.

PASO 4: Preparar detalladamente los presupuestos operativos.

Una vez satisfechos los pasos anteriores se tiene como resultado una cifra de gasto integrada por diversos niveles y corresponde a la alta dirección de la entidad, definir el monto que ha de integrar el presupuesto detallado, el cual incluye análisis de las cifras por su objeto de gasto.

La ventaja de esta técnica estriba en que los diversos niveles propuestos ofrecen una perspectiva flexible para tomar la decisión y que, en el caso de tener que modificar la cifra definitiva del presupuesto total, los diversos niveles de gasto analizados permiten un ajuste automático para la elaboración del presupuesto detallado.

3.4. APLICACION DEL PRESUPUESTO BASE CERO A LA CONSTRUCCION DE UNA FUENTE DE IONES

Como ya se ha mencionado, el interés del Instituto de Física de la UNAM por una fuente de iones magnetrones, además de utilizarla, construirla en su totalidad. Para lograr una construcción exitosa es necesario tener, por un lado los planos de dicha fuente, que ya se obtuvieron a través de Fermilab, y por otro, organizar su construcción apoyados en el presupuesto base cero, de tal manera que se obtengan pequeños avances en las diferentes etapas del proceso, circunstancia que ha motivado este trabajo.

Para empezar dicha organización es necesario tener muy claro cuáles son las metas mediatas e inmediatas. El objetivo final es lograr el buen funcionamiento de la fuente por construir; según se ha visto en el capítulo II, se puede separar la fuente en dos sistemas principales: A. producción de iones y B. extracción de iones. El digrama de flujo organizacional se muestra en la figura 3.1.

La flecha que une al bloque "producción de iones" con el de "extracción de iones" indica que una vez producidos los iones se pueden extraer, por lo que es conveniente construir primero el sistema de "produc-

ción de iones", por lo que a continuación se estructurará su organización.

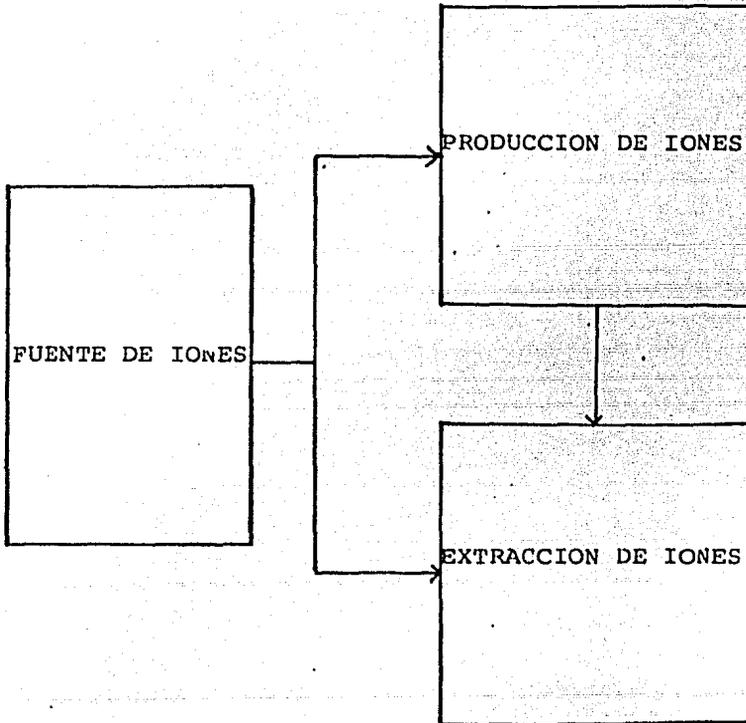


Fig. 3.1. DIAGRAMA DE FLUJO ORGANIZACIONAL.

El diagrama organizacional para la producción de iones está representado en la figura 3.2. y el del sistema de extracción lo muestra la figura 3.3.

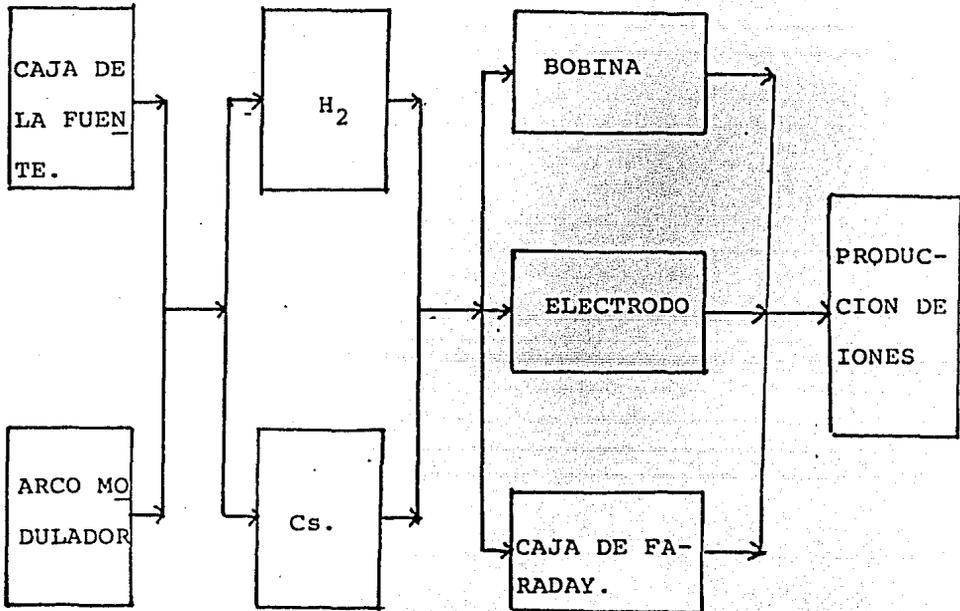


Fig. 3.2. DIAGRAMA DE FLUJO ORGANIZACIONAL PARA LA PRODUCCION DE IONES.

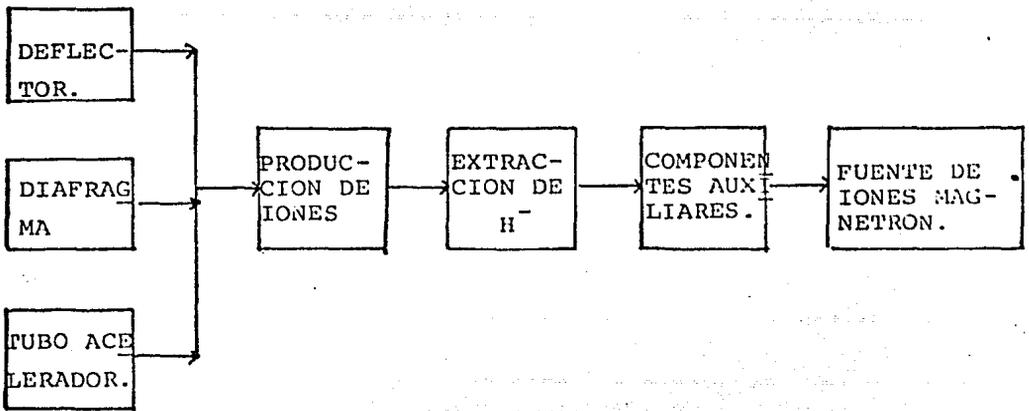


Fig. 3.3. DIAGRAMA DE FLUJO ORGANIZACIONAL PARA LA EXTRACCION DE IONES.

Con base en lo anterior y haciendo uso de las técnicas estandar de base cero, a continuación se presenta la organización para la construcción de una fuente de iones tipo magnetrón. Se tienen dos unidades de decisión, la primera, llamada "producción de iones", está integrada por tres incrementos o paquetes, al final de los cuales el sistema estará en condiciones de producir iones negativos.

La segunda unidad de decisión llamada "extracción de iones", contiene cuatro incrementos. Al concluir las dos unidades, se tendrá la fuente completa.

UNIDAD DE DECISION

<h1>IF UNAM</h1>	NOMBRE PRODUCCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS	
	FECHA AGOSTO 1983	RESPONSABLE I. MENOCAL	TIEMPO cuatro meses	FINCH 1

<h2>PLANEACION Y PRESUPUESTO</h2>	COSTO ESTIMADO \$1,638,000.00			
-----------------------------------	----------------------------------	--	--	--

INCR E M E N - T O S	INCREMENTAL		ACUMULATIVO	
	costo	personas	costo	personas
1 ^{de} 3 Caja de la fuente de iones y Arco modulador	380,000	5	380,000	5
2 ^{de} 3 Alimentaciones de cesio y de H ₂	245,000	5	625,000	5
3 ^{de} 3 Bobina, electrodo, caja de Faraday y Producción de iones	554,000	6	1,179,000	6
4 ^{de}				

OBJETIVO DE LA UNIDAD DE DECISION

Producir un flujo de iones de hidrógeno negativo con una corriente de unos cuantos miliamperes. Cada uno de los incrementos debe ser un éxito individual.

RECURSOS ACTUALES Y LOS REQUERIDOS

Actualmente se cuenta con un taller mecánico bien equipado y personal capacitado. También existe un incipiente taller de electrónica.
RECURSOS: se requiere un lugar para montar la fuente, materia prima, otros materiales y personal calificado: un responsable, un asesor y mecánicos y electrónicos según las necesidades del momento.

METODOS ALTERNATIVOS Y DESVENTAJAS

- 1.- Encargar la fuente a Fermilab: resulta muy caro y poco didáctico.
- 2.- Construir la en su totalidad: requiere de mucho tiempo y no se tiene la tecnología adecuada.

VENTAJAS DEL METODO SELECCIONADO

Construir las componentes de la fuente que se puedan, comprar las necesarias y adaptar las que resulten demasiado caras para comprarlas y demasiado complicadas para fabricarlas. Con esta selección se economiza tiempo y dinero.

IFUNAM	NOMBRE DE LA U. DE D. PRODUCCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS
	FECHA AGOSTO 1983	RESPONSABLE I. MENOCAI	TIEMPO seis semanas
PLANEACION Y PRESUPUESTO		COSTO ESTIMADO \$532,000.00	
BASE CERO			
NOMBRE DEL INCREMENTO			
CAJA DE LA FUENTE DE IONES ARCO MODULADOR	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
	TIEMPO (días hábiles)	30	30
	COSTO (pesos)	380,000.00	380,000.00
	PERSONAS	5	5
OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS			
<p><u>Caja de la fuente de iones:</u> Fabricar en el taller de mecánica las 10 piezas que la constituyen y armarla.</p> <p><u>Arco Modulador:</u> Fabricar en el taller de electrónica el arco modulador y la fuente de alto voltaje que alimenta dicho arco.</p> <p><u>Recursos:</u> es necesario contar con un técnico especializado para la fabricación de la caja de la fuente de iones y dos electrónicos que se encarguen de la construcción del arco modulador y de la fuente de alto voltaje. Se requiere comprar el material adecuado: acero inoxidable, molibdeno, titanio, cerámica, resistencias, diodos, etc.</p>			
CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO			
<p>El IFUNAM cuenta con un taller mecánico y con personal capacitado para la fabricación de las piezas. También existe un taller de electrónica para la construcción del arco modulador y de la fuente de alto voltaje.</p>			
CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO			
<p>Este incremento no puede ser menor ya que la caja de la fuente de iones es el lugar donde se producen los H⁺ por lo que es la necesidad primaria. La construcción del arco modulador se podría posponer pero tendría como consecuencia un desfajamiento entre la construcción electrónica y la mecánica.</p>			
INDICADORES			
<ul style="list-style-type: none"> - La caja de la fuente quedará ensamblada. - La fuente de alto voltaje producirá de 0 a 600 v y de 0 a 1.5.a. - El arco modulador proporcionará pulsos de 90 μseg. de un voltaje de 0 a 600 V y una corriente de 0 a 300 A. 			

<h1>I FUNAM</h1>	NOMBRE DE LA U. DE D. PRODUCCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS
	FECHA AGOSTO 1983	RESPONSABLE I. MENOCAL	TIEMPO seis semanas

PLANEACION Y PRESUPUESTO B A S E C E R O	COSTO ESTIMADO \$ 343,000.00		
--	---------------------------------	--	--

NOMBRE DEL INCREMENTO	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
	ALIMENTACION DE CESIO	TIEMPO (días hábiles)	30
ALIMENTACION DE HIDROGENO.	COSTO	245,000.00	625,000.00
	PERSONAS	5	5

OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS

Alimentación de Cs: es necesario construir en el taller mecánico las líneas de alimentación, el horno y el codo. Se comprará la válvula manual, una fuente de corriente (con 3 amperímetros y 3 transformadores de 0 a 5 A y de 0 a 5 V) , 3 medidores de temperatura (de 0 a 600°C) y una ampoya de Cs.

Alimentación de H: Hacer una válvula de pulsos que tiene componen tes tanto mecánicos como electrónicos. Construir, en el taller electrónico, un generador de pulsos de 0 a 100 V. Comprar un tanque de H , una válvula reguladora de presión y los conductos.

Recursos: Adquirir material necesario y los elementos arriba mencio- nados.

CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO

Al empezar este incremento ya se tendrá la caja de la fuente de iones y el arco modulador.

Recursos Es necesario contar con un local para el montaje y las pruebas.

CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO

De no financiarlo es imposible seguir con la construcción de la fuente por lo que pierde sentido el incremento 1 de 3.

INDICADORES

- El sistema de alimentación de cesio proporcionará vapor de ce- sio a una temperatura de 450°C.
- El sistema de alimentación de hidrógeno proporcionará pulsos - de H₂ a la fuente.

<h1>I FUNAM</h1>	NOMBRE DE LA U. DE D. PRODUCCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS
	FECHA AGOSTO 1983	RESPONSABLE I. MENOCAI	TIEMPO siete semanas
PLANEACION Y PRESUPUESTO B A S E C T O R O	COSTO ESTIMADO \$763,000.00		
NOMBRE DEL INCREMENTO	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
BOBINA			
ELECTRODO EXTRACTOR	TIEMPO (días hábiles)	33	71
CAJA DE FARADA Y	COSTO	545,000.00	1'170,000.00
PRODUCCION DE IONES	PERSONAS	6	6
OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS			
<p><u>Bobina</u>: Hacer un embobinado, dos polos y una fuente de corriente DC (0 a 60V y 0 a 10 A).</p> <p><u>Electrodo extractor</u>: Construir un par de placas, una fuente de alto voltaje: (0 a 25 KV y 0 a 10 mA) y un circuito generador de pulsos.</p> <p><u>Caja de Faraday</u>: Construir un suspensor de electrones, un colector - de aluminio y comprar un amperímetro.</p> <p><u>Producción de iones</u>: Construir una caja blindada para la producción. Ensamblar todas las piezas y producir iones.</p> <p><u>Recursos</u>: Material necesario. Pedir prestado a otro departamento - un sistema de vacío.</p>			
CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO			
Con las partes de los incrementos anteriores y los de éste, se está en condiciones de producir iones H ⁻ .			
CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO			
Es la parte final del sistema, de no financiarlo, no se cumplirá con el objetivo de la unidad de decisión.			
INDICADORES			
Se producirá una corriente de iones H ⁻ .			

NATURALEZA DE LOS GASTOS

<h1>I FUNAM</h1>		NOMBRE DE LA U. DE D. PRODUCCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS			
		FECHA AGOSTO 1983	RESPONSABLE I.MENOCAL	TIEMPO cuatro meses			
PLANEACION Y PRESUPUESTO BASE CERO		COSTO ESTIMADO (40% de inflación)					
		\$1,638,000.00					
DESCRIPCION DE LOS GASTOS	ESTIMADO (40%)	INCREMENTOS				COSTO	APROBADO
		1de3	2de 3	3de 3	4de		
Sueldos hombre/máquina	911.4	168	163	220		651	
Material	352.8	100	52	100		252	
Sueldos	373.8	112	30	125		267	
T O T A L	1638	380	245	545		1170	

OBSERVACIONES

- Las cifras están dadas en miles de pesos
- Sueldos hombre/máquina incluye el desgaste y mantenimiento de las máquinas, así como el sueldo del operario.
- Sueldos se refiere a los del asesor y el responsable.

UNIDAD DE JERARQUIZACION

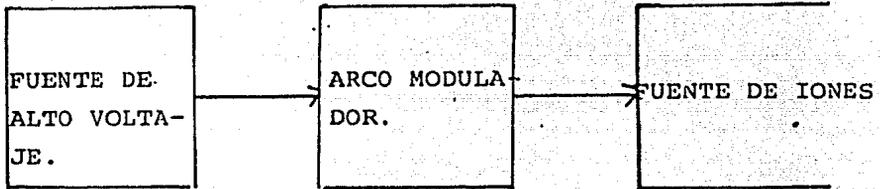
<h1 style="margin: 0;">IFUNAM</h1>	NOMBRE DE LA U. DE D. PRODUCCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS
	FICHA AGOSTO 1983	RESPONSABLE I.MENOCAL	TIEMPO cuatro meses
PLANEACION Y PRESUPUESTO B A S E C E R O	COSTO ESTIMADO (40% de inflación) \$1'638,000.00		

	DESCRIPCION	COSTO		COSTO ESTIMADO	
		INCR.	ACUM.	INCR.	ACUM.
1de3	Caja de la fuente de iones				
1de3	Arco modulador				
1de3	Fuente de alto voltaje	380,000	380,000	532,000	532,000
2de3	Generador de pulsos				
2de3	Alimentación de Cesio				
2de3	Alimentación de hidrógeno				
2de3	Pruebas de los sistemas de Aliment.	245,000	625,000	393,000	875,000
3de3	Placas del electrodo extractor				
3de3	Caja de Faraday				
3de3	Caja Blindada				
3de3	Bobina				
3de3	Fuente de corriente DC				
3de3	Fuente de alto voltaje				
3de3	Polos de la bobina				
3de3	Circuito generador de pulsos				
3de3	Adaptaciones				
3de3	Producción de H ⁻	545,000	1170000	763,000	1638000

CAJA DE LA FUENTE DE IONES

P I E Z A	MATERIAL	DIAS DE TRABAJO
1- Cuerpo de la fuente	acero inoxidable	4
2- Aislante del cátodo y sus conexiones	cerámica	4
3- Aislante de las conexiones del cátodo	cerámica	2
4- Aislante del cátodo	cerámica	3
5- Cátodo	molibdeno	3
6- Tapas del cátodo	molibdeno	1
7- Anodo	molibdeno	3
8- Conector del cátodo	molibdeno	1
9- Tapa del ánodo	titanio	1
10- Alimentación de cesio	acero inoxidable	2

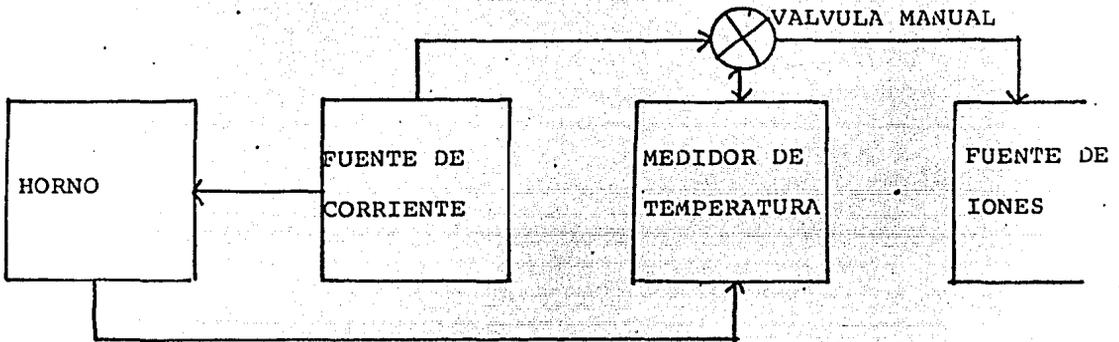
ARCO MODULADOR



La fuente de alto voltaje se construye en 30 días y sirve para alimentar al arco modulador que se tarda en construir 15 días.

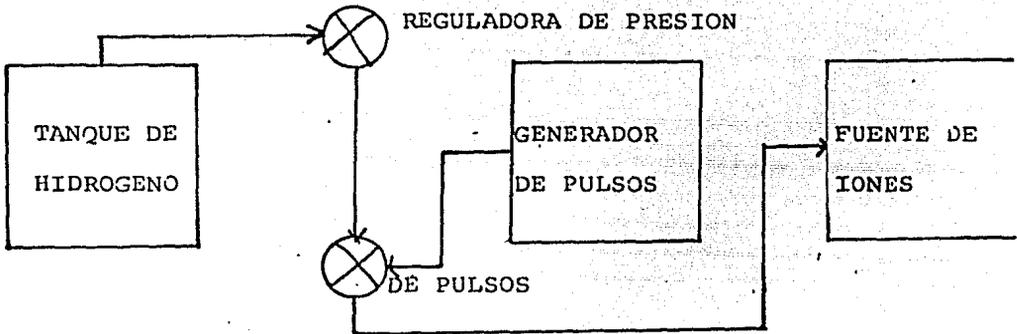
MATERIA PRIMA: Diodos, transistores, resistencias, transformadores, condensadores, etc.

ALIMENTACION DE CESIO



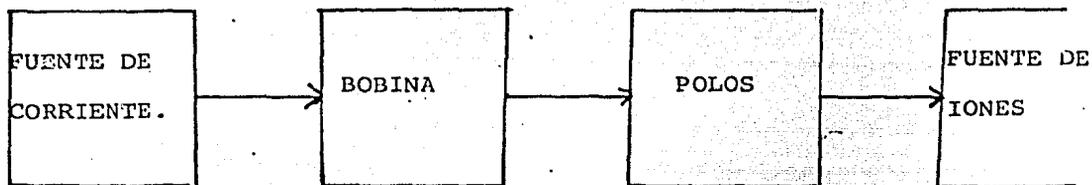
PIEZA	MATERIAL	DIAS DE TRAB.
1. Linea de alimentación.	Acero inoxidable	4
2. Horno.	Cobre maquinado	2
3. Codo.	Acero inoxidable	1
4. Conecciones.°		
5. Brida especial.°		
6. Válvula manual*		
7. Fuente de corriente.*		
8. Medidor de temperatura.*		
° Ver linea de alimentación.		
* Se compra.		

ALIMENTACION DE HIDROGENO



1. Tanque de hidrógeno: se compra un tanque de acero con una capacidad de cinco litros.
2. Válvula reguladora de presión: se compra.
3. Válvula de pulsos: se construye en el taller. Requiere de 10 días.
4. Generador de pulsos: se construye en el taller de electrónica. Requiere 20 días y sus parámetros son de 0 a 100V.
5. Conductos: cinco metros de cobre de 1/8 de pulgada de diámetro.

BOBINA

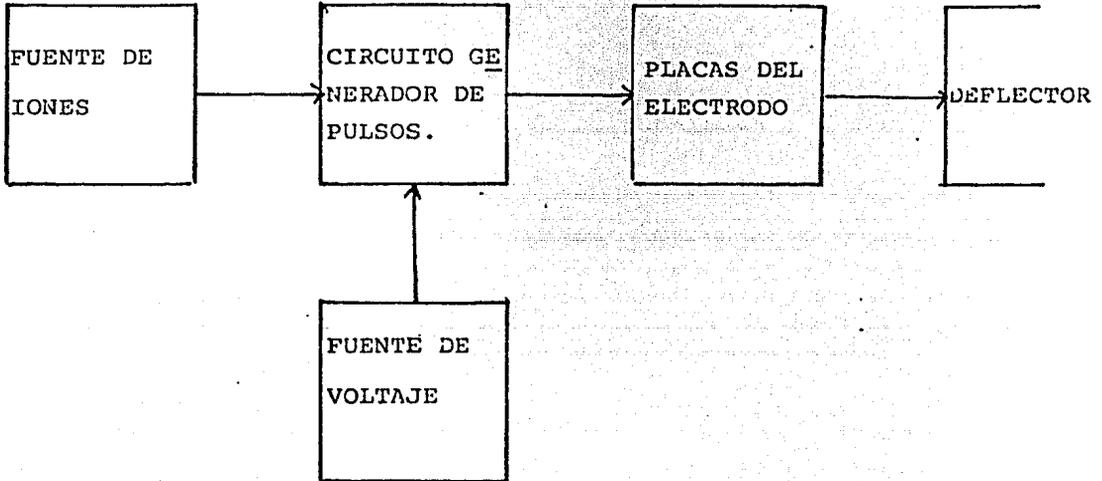


Bobina: embobinado en un tubo cilindrico de cobre magnético de 15 cms. de largo y 7.5 cms. de diámetro. Requiere 15 días.

Fuente de corriente AC. Requiere 30 días.

Polos: Se necesitan dos piezas de acero blando de 5 cm x 3 cm x 2 cm cada una. En 3 días se construyen.

ELECTRODO EXTRACTOR

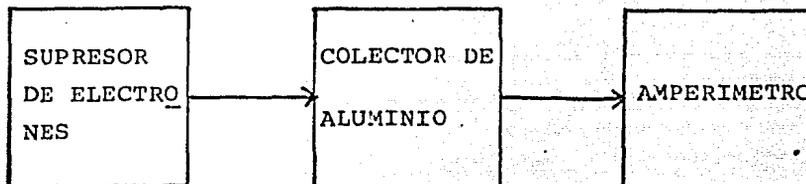


Placas: de acero inoxidable una y otra de molibdeno, en placas de 9 cm x 8 cm x 1 cm y 1 cm x 1 cm x 4 cm respectivamente. Requiere 4 días

Fuente de Voltaje: requiere 30 días

Circuito Generador de pulsos: 15 días

CAJA DE FARADAY



- 1.- Supresor de electrones: enrejado de hilos de cobre. un día.
- 2.- Colector de aluminio: placa de aluminio. Un día.
- 3.- Amperímetro: se compra.

U N I D A D D E D E C I S I O N

<h1>IF UNAM</h1>	NOMBRE		DEPARTAMENTO	
	EXTRACCION DE IONES		ALTAS ENERGIAS	
FECHA	RESPONSABLE	TIEMPO	HIGH	
Agosto 1983	I. Menocal	ocho meses	2	

PLANEACION Y PRESUPUESTO

COSTO ESTIMADO (40% de inflación)
\$2 744 000.00

I N C R E M E N T O S	INCREMENTAL		ACUMULATIVO	
	costo	Personas	costo	Personas
1 de 4 Deflector. Diafragma. Tubo aceler.	430000	6	430000	6
2 de 4 Producción y extracción de iones	230000	+3-3	660000	3
3 de 4 Construcción de componentes aux.	000000	6	1660000	6
4 de 4 Prueba del sistema completo	300000	+4-2	960000	4

OBJETIVO DE LA UNIDAD DE DECISION

El objetivo es doble; por un lado contruir las partes que faltan para extraer un haz de iones H⁻ acelerado, y colimado, en segundo lugar y una vez alcanzado el primer objetivo sera construir todas las demás piezas auxiliares para terminar la fuente de iones y probar el sistema.

RECURSOS ACTUALES Y LOS REQUERIDOS

Se cuenta con un taller mecánico y uno electrónico con personal capacitado. También existe la parte de la fuente de iones que los produce.

RECURSOS: Se requiere personal calificado, material necesario y un asesor.

METODOS ALTERNATIVOS Y DESVENTAJAS

- Encargar el sistema de Fermilab: resulta muy caro
- Construir el tubo acelerador: requiere un proyecto aparte por lo complejo que resulta.

VENTAJAS DEL METODO SELECCIONADO

Contruir el diafragma, el deflector y las componentes auxiliares. Pedir prestado un tubo acelerador y un sistema de vacío. Resulta más práctico y barato.

<h1>I FUNAM</h1>	NOMBRE DE LA U. DE D.		DEPARTAMENTO
	EXTRACCION DE IONES		ALTAS ENERGIAS
	FECHA	RESPONSABLE	TIEMPO
	Agosto 1983	T. Menocal	6 semanas

PLANEACION Y PRESUPUESTO BASE CERO	COSTO ESTIMADO (40% de inflación)		
	\$602,000.00		

NOMBRE DEL INCREMENTO DEFLECTOR DIAFRAGMA TUBO ACELERADOR	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
	TIEMPO (dias habites)	27	27
	COSTO	430,000	430,000
	PERSONAS	6	6

OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS

DEFLECTOR: Construir la caja de enfriamiento, las pistas, los polos y el refrigerante que componen el deflector.
 DIAFRAGMA: Construir el diafragma en el taller mecánico.
 TUBO ACELERADOR: Pedirlo prestado a otro departamento.
 RECURSOS: Comprar material y componentes necesarios.

CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO

Actualmente se tiene una bobina para adaptarla al deflector. Se tienen también todo el sistema de producción de iones y con los componentes de este incremento se está en posibilidades de extraer H⁻.

CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO

Lo que contiene este incremento es lo mínimo indispensable para extraer un haz de iones. Construir un tubo acelerador implica otro proyecto independiente.

INDICADORES

El sistema estará en condiciones de extraer un haz de iones de hidrogeno negativo.

<h1>I FUNAM</h1>	NOMBRE DE LA U. DE D. EXTRACCION DE IONES		DEPARTAMENTO ALTAS ENERGIAS
	FECHA Agosto 1983	RESPONSABLE I. Menocal	TIEMPO cuatro semanas
PLANEACION Y PRESUPUESTO <small>B A S E C E R O</small>		COSTO ESTIMADO (40% de inflación) \$ 322 000.00	
NOMBRE DEL INCREMENTO PRODUCCION Y EXTRACCION DE IONES	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
	TIEMPO (días hábiles)	20	47
	COSTO	230 000	660 000
	PERSONAS	+3 -3	3
OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS			
<p>En este incremento se ensamblarán las componentes de la unidad de decisión "producción de iones" con las del incremento 1 de 4 de esta unidad de decisión. RECURSOS: es necesaria la colaboración de un electrónico, un responsable u un asesor.</p>			
CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO			
<p>Con las componentes del incremento anterior y el sistema "producción de iones" se está en posibilidades de probar la fuente.</p>			
CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO			
<p>Es indispensable la ejecución de éste incremento, ya que a partir de la prueba se decide si proceden los incrementos posteriores o no.</p>			
INDICADORES			
<p>Se podrá extraer un haz de iones negativos de hidrógeno.</p>			

I FUNAM	NOMBRE DE LA U. DE D.		DEPARTAMENTO
	EXTRACCION DE IONES		ALTAS ENERGIAS
	FECHA	RESPONSABLE	TIEMPO
	Agosto 1983	I. Menocal	quince semanas
PLANEACION Y PRESUPUESTO	COSTO ESTIMADO (40 % de inflación)		
BASE CERO	\$ 1 400 000 . 00		
NOMBRE DEL INCREMENTO CONSTRUCCION DE LAS COMPO- NENTES AUXILIARES.	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
	TIEMPO (dias habiles)	60	107
	COSTO	1000000	1660000
	PERSONAS	6	6
OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS			
Se construirán todas aquellas partes de la fuente de iones que la componen y que no forman parte esencial del proceso de producción. RECURSOS: material necesario.			
CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO			
Actualmente ya se tienen todas las componentes que intervienen de manera directa en la formación del haz.			
CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO			
De no financiarlo la fuente quedaría incompleta, convirtiendose en un sistema peligroso y poco eficiente.			
INDICADORES			
Quedará completamente terminada la fuente.			

I FUNAM

NOMBRE DE LA U. DE D.		DEPARTAMENTO
EXTRACCION DE IONES		ALTAS ENERGIAS
FECHA	RESPONSABLE	TIEMPO
Agosto 1983	I. Menocal	cuatro semanas

PLANEACION Y PRESUPUESTO

COSTO ESTIMADO (40% de inflación)
\$ 420 000.00

NOMBRE DEL INCREMENTO	RECURSOS	INCREMENTAL	ACUMULATIVO
PRUEBA DEL SISTEMA COMPLETO	TIEMPO (días hábiles)	20	127
	COSTO	300 000	1 960 000
	PERSONAS	+4 -2	4

OPERACIONES Y SERVICIOS DESEMPEÑADOS

En este periodo se probará la fuente completa para obtener experimentalmente los parámetros de mayor eficiencia y se acondicionará el local destinado a la fuente.

CAMBIOS CON LAS OPERACIONES DEL INCREMENTO

Se tiene completamente terminada la fuente.

CONSECUENCIAS DE NO FINANCIARLO

De no financiarlo se corre el riesgo de pasar inadvertidas algunas deficiencias de la fuente.

INDICADORES

La fuente de iones producirá un haz de iones negativos con una máxima eficiencia.

N A T U R A L E Z A D E L O S G A S T O S

<h1>I FUNAM</h1>		NOMBRE DE LA U. DE D.				DEPARTAMENTO		
		EXTRACCION DE IONES				ALTAS ENERGIAS		
		FECHA Agosto 1983		RESPONSABLE I. Menocal.		TIEMPO Ocho meses		
PLANEACION Y PRESUPUESTO BASE CERO		COSTO ESTIMADO (40% de inflación) \$ 2 744 000.00						
	DESCRIPCION DE LOS GASTOS	ESTIMADO	I N C R E M E N T O S				COSTO	APROBADO
			1de4	2de4	3de4	4de4		
	Sueldos hombre/máquina	924	160	-	500	-	660	
	Material	518	120	-	200	50	370	
	Sueldos	1 302	150	230	300	250	930	
	T O T A L	2 744	430	230	1 000	300	1 960	

O B S E R V A C I O N E S

- Las cifras están dadas en miles de pesos.
- Sueldos hombre/máquina incluye el desgaste y mantenimiento de las máquinas, así como el sueldo del operario.
- Sueldos, se refiere a los del asesor y el responsable.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se está proponiendo una alternativa para organizar los trabajos en Física experimental en el IFUNAM. Tradicionalmente la forma que tiene un investigador para obtener presupuesto es llenar unas hojas en las que se expresa cuanto dinero va a necesitar y en que lo va a emplear, de ahí vienen una serie de cortes a dicho presupuesto y un tiempo después se asigna la cantidad presupuestada la cual en la mayoría de los casos no tiene nada que ver con la cantidad solicitada en un principio, por lo que se hace necesario cambiar los planes originales.

Con el presupuesto base cero lo que se hace es fijar un objetivo final, y para alcanzarlo se fijan objetivos inmediatos; esto tiene muchas ventajas, en primer lugar es sumamente flexible ya que permite al investigador desviarse del objetivo final o alcanzarlo por otros caminos, si así lo requiere la investigación que realiza, en un periodo de tiempo mínimo y con una inversión mínima. Como ejemplo citaré uno relacionado con la fuente de iones: el pri-

mer incremento es la construcción de la caja de la fuente, pudiera ser que en el momento de fabricarla no se consiguiera un material determinado de una de las piezas, o que por falta de los instrumentos adecuados no se pudiera dar la forma correcta a una de las piezas por lo que sea necesario hacer las adaptaciones convenientes que es preciso tener en cuenta al pasar al segundo incremento que es la construcción de las alimentaciones de cesio y de hidrógeno y hacer las modificaciones pertinentes para que se adapten a la caja. Con el método tradicional no es posible hacer esto puesto que las piezas se construyen sin seguir objetivos inmediatos.

Aplicar el presupuesto base cero a la construcción de una fuente de iones ha permitido conocer en detalle el material que se requiere, cuanta gente se necesita en la construcción, que costo va a tener y en cuanto tiempo ha de estar terminada.

Otro aspecto que resalta al aplicar este método es la presentación de alternativas, las cuales permiten en un momento dado ajustarse a las condiciones presupuestales del momento sin cambiar el objetivo final.

Hasta ahora nadie se ha preocupado por planear y presupuestar en detalle su trabajo científico, al menos de una manera explícita y esto no ha

causado mayores problemas, sin embargo, en la medida que crece la actividad científica se hace necesario obtener el máximo provecho del presupuesto asignado. Una forma de lograr esto es aplicar el presupuesto base cero, ya que para lograr el objetivo final es necesario ir alcanzando pequeños objetivos y el éxito del primer objetivo permite pasar al siguiente y así sucesivamente. Estos éxitos son verificables a través de los indicadores propuestos al desarrollar la unidad de decisión.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer presente mi agradecimiento a todas las personas que me han ayudado a concluir mi carrera universitaria.

En primer lugar a mis papás por su apoyo incondicional de siempre.

Al Dr. Clicerio Avilez V. por haberme dirigido el trabajo y por las facilidades que me ofreció para realizarlo.

A los Drs. Carlos Mondragón L., Germinal Cocho G. y Enrique Zironi, al M en C Ignacio Garzón, a la Fís. Alejandra Jaidar y al Ing. Walter H. Correa por sus atinados consejos y observaciones que me permitieron llevar adelante esta tesis.

Por último, a mis hermanos Manuel y Maruca por su interés y a todos mis compañeros y amigos que me hicieron pasar momentos tan agradables en la Facultad de Ciencias y en el Instituto de Física.

REFERENCIAS

1. Particle Aceleration.
Livingston and Blewett.
Mc. Graw Hill Book Company 1962.
p. 90.
2. Idem. p.88.
3. Idem. p.94.
4. Un Estudio de Fuente de Iones Para Gases y Sólidos.
Eustacio Perez Zabala.
Tesis profesional, 1975. p.21.
5. Proyecto de un Laboratorio de Implantación de Iones.
W. Correa, R. Fuentes, G. Fuentes.
Tesis profesional, 1982. p.29
6. A 50 mA Negative Hydrogen Ion Source.
C. W. Schmith, C. D. Curtis.
Particle acelerator conference, march 1979.
7. Formation of Hidrogen Negative ions by Surfase
and volume processes with application to negative
ion sources.
J. R. Hiskes.
Lawrence Livermori Laboratory, U of California.
8. Linac H^- Beam operation and uses al Fermilab.
C. D. Curtis, G. M. Lee. C.W. Schmith and W. M.
Smart.
Aceleator conference , San Francisco, 1979.
9. Formation of negative ions in a gas discharge
Yu Bel'chuko, G. I. Dimov, V. G. Dudmikov and A.
A. Iyanov.
Doklakad. Nauk SSSR. 213 No 8, 1973.

10. Development of intense negative Hydrogen ion source at BNL
K. Prelec and Th. Sluyters
Brookhaven National Laboratory
UPTON, New York 1973
11. Viabilidad de aplicación del presupuesto base cero en México.
Rubén Vilchis Melgarejo, Alfonso Mejía, John Bailey
Cuadernos INAP, serie Praxis 22
12. Base cero. Planeación y presupuesto
Paul J. Stonich
Ed. Trillas
13. Presupuesto por programas para el sector Público de México.
Francisco Vázquez Arroyo
Universidad Nacional Autónoma de México
14. Técnica Presupuestal
Cristobal del Río Gonzalez
Ed. ECASA
15. Presupuesto base cero
Peter A. Pyhrr
Ed. LIMUSA.