

DISEÑO DE PIEZAS MECÁNICAS PARA ACELERADORES DE PARTÍCULAS

(Bravo Galindo, Verónica) Verónica Bravo Galindo (1), (Maury Cuna, Geoffrey Humberto Israel)
Dr. Geoffrey Humberto Israel Maury Cuna (2)

1Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Hermosillo | Dirección de correo electrónico: veronicabravog@outlook.com

2 Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: israel.maury@ugto.mx

Resumen

En este artículo se reporta el diseño de tres piezas para aceleradores de partículas: monitor de posición del haz, cavidad de "caja de píldoras" y mini acelerador lineal. Se partió de bocetos y fotografías de los dispositivos reales y se utilizó el programa Inventor para crear los diseños digitales. El objetivo del trabajo es que dichos diseños sirvan para construir prototipos de las piezas y, como apoyo didáctico a estudiantes de licenciatura y posgrado. Durante la estancia de verano, se logró construir una de las piezas a partir del diseño digital.

Abstract

In this article, we report the design of three pieces to particle accelerator: Beam Position Monitor, Pill Box Cavity and LINAC. From drawings and photographs of the actual devices it was possible to create digital designs of each piece using the program Inventor. The objective of the project is that the designs serve to build prototypes and use them as a teaching support for undergraduate and graduate students. During the scientific summer, it was possible to build one of the pieces from the digital design.

Palabras Clave

Beam Position Monitor; Pill Box Cavity; Linac; aceleradores de partículas; Inventor.

INTRODUCCIÓN

Los aceleradores son máquinas que incrementan la energía de partículas cargadas y las confinan en haces bien definidos. Entre sus aplicaciones podemos encontrar las siguientes: medicina, alimentación, seguridad nacional, etc. Entre los principales componentes de los aceleradores se encuentran: la fuente de partículas, las estructuras aceleradoras, cuya función es transferir energía a las partículas por medio de un campo eléctrico, imanes, cuya función es cambiar la trayectoria de las mismas, sistema de vacío e instrumentación (monitores de posición, monitores de energía, monitores de intensidad, entre otros) [1].

Hay diversos tipos de estructuras acelerantes, una de las más comunes la constituye el LINAC (acrónimo en inglés para “Linear Accelerator”). Que, en su forma más simple, es una sucesión de cavidades del tipo “caja de píldoras” cuya función es incrementar la energía de las partículas [2].

Uno de los principales instrumentos de un acelerador es el monitor de posición del haz, que permite conocer la ubicación del mismo dentro del acelerador y hacer correcciones a la órbita del haz. En las siguientes subsecciones se describen cada uno de los componentes mencionados anteriormente.

Acelerador Lineal

LINAC (acrónimo en inglés para “Linear Accelerator”), es una estructura acelerante que aumenta la energía de las partículas [3].

Cavidad de “caja de píldoras”

Este tipo de cavidad de radiofrecuencia tiene la forma de una caja de píldoras, de ahí su nombre en inglés “Pill-Box Cavity” [4].

Monitor de posición del haz

Un monitor de posición del haz o por su nombre en inglés “Beam Position Monitor (BPM)” [5]. Permite conocer la ubicación del haz en el interior del acelerador mediante el uso de la corriente imagen inducida por el haz de partículas.

Actualmente, en México, no se cuenta con el desarrollo de tecnología propia en el área de aceleradores, por ello es de vital importancia iniciar investigación en dicho tema en el país. El presente proyecto describe el diseño de dos estructuras aceleradoras: “Pill-Box Cavity” y “LINAC” y un componente instrumental: “Beam Position Monitor”. Las piezas fueron diseñadas con el programa Inventor y el objetivo del proyecto es que estos diseños sirvan para construir prototipos basados en los mismos. Con la ayuda de estos prototipos se pueden hacer experimentos educativos para que los estudiantes se familiaricen con los componentes principales de un acelerador de partículas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar los diseños, se utilizaron planos y fotografías de los dispositivos reales. Los planos contenían algunas de las medidas de las piezas. Las medidas faltantes, se obtuvieron de las fotos de las piezas originales usando el programa Paint.NET. Una vez obtenidas todas las medidas se procedió al diseño digital de los dispositivos con el programa INVENTOR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final de la estancia de verano el Grupo de Aceleradores construyó una de las piezas de forma física en el Taller de Máquinas Herramienta de la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato. Al momento de escribir este artículo, se está construyendo el Beam Position Monitor. Una vez finalizada esta pieza se construirán los siguientes dos dispositivos faltantes, el diseño computarizado se reajustará a las piezas construidas. Durante este proceso hubo mucha interacción entre el grupo de construcción y de diseño. Los diseños obtenidos se muestran en las Imágenes 1-4. La pieza que se logró construir fue el BPM que se muestra en las Imágenes 5 y 6. En la Imagen 7, se muestra la interface del programa INVENTOR, que se empleó para los diseños.

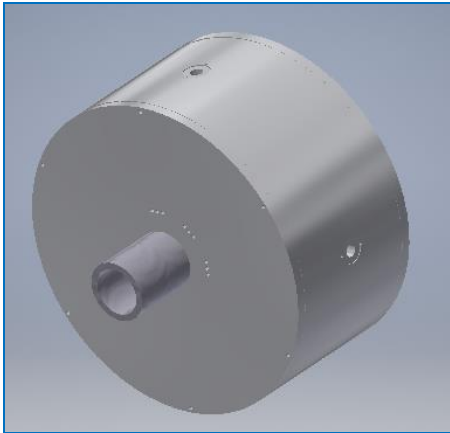


IMAGEN 1: Pill Box Cavity computarizado

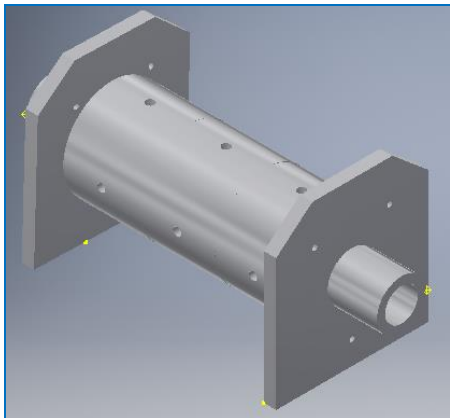


IMAGEN 2: Diseño computarizado del LINAC, tomada de lado.

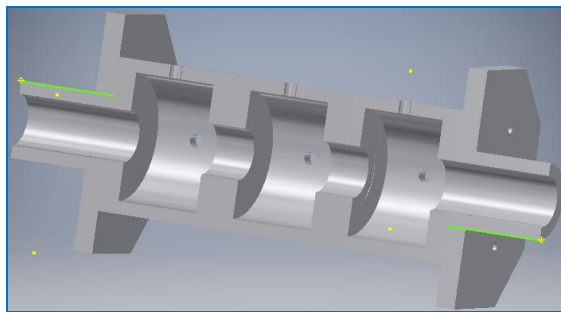


IMAGEN 3: Corte axial del diseño digital LINAC.

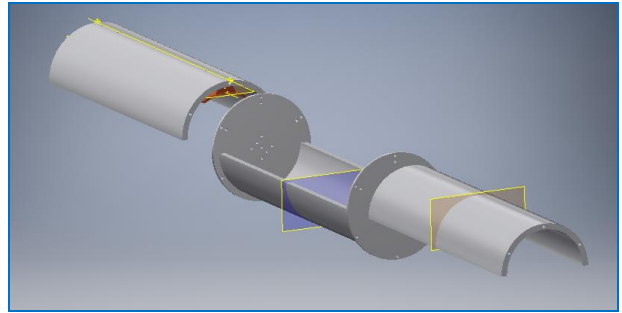


IMAGEN 4: Diseño del Beam Position Monitor en el programa Inventor.

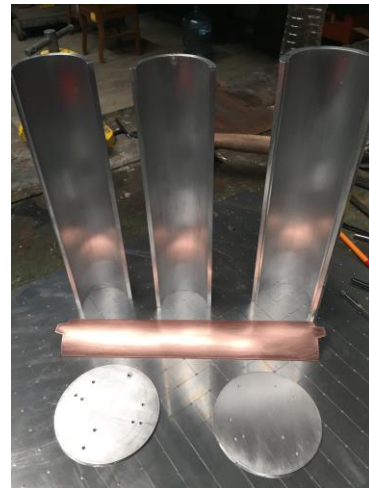


IMAGEN 5: Construcción de las piezas del Monitor de Posición del haz



IMAGEN 6: Ensamble del Monitor de Posición del haz

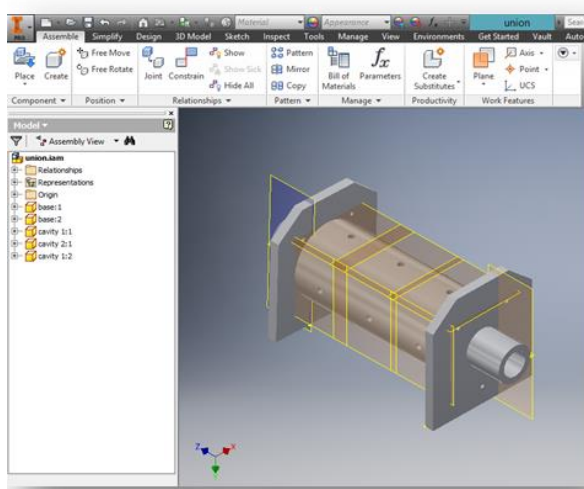


IMAGEN 7: Captura de pantalla del programa INVENTOR mostrando el diseño computarizado del LINAC.

CONCLUSIONES

Las piezas Beam Position Monitor, Pill Box Cavity y LINAC son las partes del acelerador de partículas que se diseñaron en el programa Inventor durante la estancia de verano. A partir de estos diseños se crearán prototipos, con el fin de que el departamento de ingeniería de la DCI construya las piezas a partir de los diseños elaborados. Con este comienzo se podrá alentar a otros estudiantes para que realicen sus propios diseños en el programa ya que es muy sencillo de utilizar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco por este medio al Instituto Tecnológico de Hermosillo por brindarme el apoyo de estar en este proyecto, a mis padres por creer en mí y de tener esta experiencia en mi último semestre de Universidad. Agradezco, también, a la Universidad de Guanajuato por mi participación en el programa Verano de la Investigación Científica, 2016. Finalmente, agradezco al grupo de aceleradores de partículas de la Universidad de Guanajuato por la valiosa discusión, ideas y el conocimiento compartido.

REFERENCIAS

- [1] Poole, B. R., Caporaso, G. J., & Ng, W. C. (1997, May). Wake properties of a stripline beam kicker. In Particle Accelerator Conference, 1997. Proceedings of the 1997 (Vol. 2, pp. 2630-2632).
- [2] Kleywegt, G. J., & Jones, T. A. (1994). Detection, delineation, measurement and display of cavities in macromolecular structures. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 50(2), 178-185.
- [3] Andrade, F. A. (1971). *Aceleradores de partículas*. DFN-SMF, 329.
- [4] Olivos, D., Rodríguez, A., & Martínez, M. A. (2009). Estudio de la Absorción y Reflexión del Sonido con la Ayuda del Resonador de Helmholtz. *Revista Colombiana de Física*, 41(2).
- [5] Poole, B. R., Caporaso, G. J., Chen, Y. J., & Nelson, S. D. (1999). Beam coupling impedance of fast stripline beam kickers. In Particle Accelerator Conference, 1999. Proceedings of the 1999 (Vol. 3, pp. 1824-1826). IEEE.

Libro:

Haroche, S., & Raimond, J. M. (2006). *Exploring the quantum: atoms, cavities, and photons*. Oxford university press.

Capítulo de libro

Resnick, R. & Halliday, D. & Krane K. (2002). *Campo Magnético*. (Ed.), *Física Volumen 2* (pp. 725-7731). México: CECSA

Artículo:

Alba, J., & Ramis, J. (2011). Determinación indirecta de la velocidad del sonido en el aire mediante resonadores de Helmholtz. *Revista Española de Física*, 14(3).

McGinnis, D. P. (1995, May). The design of beam pickup and kickers. In *AIP Conference Proceedings* (pp. 64-64). IOP INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING LTD.