



RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

DATOS DEL/ DE LA DOCTORANDO/A:

Apellidos y nombre: ORDUZ, ANGIE KARINA		NIF/ Pasaporte: [REDACTED]	Nacionalidad: [REDACTED]
Dirección a efectos de notificaciones: [REDACTED]			
Teléfono: [REDACTED]		EMAIL: [REDACTED]	
ORCID: 0000-0001-8398-4524		Compruebe/Obtenga su ORCID a través de la BUH	
Según formato: 0000-0000-0000-0000			

DATOS DE LA TESIS DOCTORAL:

Título: STUDY OF AN ION BEAM ACCELERATOR FOR THE LINAC RESEARCH CENTER IN SPAIN	
Programa Oficial de Doctorado al que se adscribe: CIENCIA Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL	
Departamento: CIENCIAS INTEGRADAS	
Director/es: Dr./Dra.: ISMAEL MARTEL BRAVO Dr./Dra.: ANTONIO C.C. VILLARI	
ORCID: 0000-0002-4895-2305 Scopus ID: 7007078157	
Resumen en castellano que será usado para la base de datos del Ministerio TESEO (máx. 4000 caracteres)	
<p>En el presente trabajo, se propone un acelerador superconductor LINAC que utilice tecnología punta para producir haces de iones pesados de alta intensidad de hasta alrededor de 8MeV/n y de protones de aproximadamente 40MeV. Se estudia la dinámica del haz de dicho acelerador y, en particular, se ha prestado especial atención al desarrollo de un nuevo diseño para un inyector cuadrupolo de radiofrecuencia (RFQ) a temperatura ambiente para el LINAC propuesto. Los cuadrupolos de radiofrecuencia (RFQ) son componentes esenciales de los aceleradores modernos de alta intensidad; se utilizan para agrupar, pre-acelerar y optimizar las características del haz antes de ser inyectadas en cavidades aceleradoras de radio frecuencia. Esta tesis presenta los estudios teóricos y el modelado de una RFQ de cuatro vanos que opera en 72.75MHz, diseñada para acelerar iones en el rango de relación masa/carga $A/Q = 1 - 1/7$, de 40 keV/u a 500 keV/u.</p> <p>La primera parte de este estudio se enfocó en el estudio de la dinámica de haz para el acelerador en general, desde la fuente de iones hasta las cavidades superconductoras, utilizando una selección de iones y energías, y los parámetros del haz (intensidad, emitancia transversal y longitudinal, longitud, etc.) requeridos por el programa científico. Esto define el diseño de la instalación y las características principales de las líneas de transporte de haz y los elementos de aceleración, como por ejemplo la RFQ y las cavidades superconductoras de radio frecuencia. Las características del haz en la fuente de iones se obtuvieron del modelo Supernanogam de Pantechnik, una fuente de iones múltiples de alta intensidad ampliamente utilizada en aceleradores de iones pesados.</p> <p>Después de haber establecido las características principales y los rangos de los parámetros para los haces a la entrada/salida de la RFQ, la tesis continúa con un estudio electromagnético y técnico detallado, que incluye deformaciones térmicas y análisis de errores de mecanizado. El diseño se llevó a cabo utilizando los códigos TRACK y DESRFQ y MAD-X para las simulaciones de seguimiento y transporte de iones, COMSOL MULTIPHYSIC para los análisis térmicos, estructurales y de radiofrecuencia e INVENTOR para el diseño mecánico.</p> <p>El estudio para el diseño del acelerador se compaginó con la contribución de determinadas mediciones de física nuclear en las principales instalaciones de aceleradores de la UE (LNL, HIE-ISOLDE y GSI). Esto brindó la oportunidad de aprender aspectos relevantes de la operación y puesta en marcha de un LINAC, así como la posibilidad de familiarizarse con los principales parámetros de los detectores y las características de haz solicitadas por los físicos nucleares. Esta información fue extremadamente útil para definir los parámetros de diseño de ECOS-LINCE y, en particular, para el sistema de RFQ.</p> <p>La tesis se presenta en siete capítulos; una breve descripción de su contenido es presentado a continuación.</p>	



El Capítulo 1 contiene una introducción del proyecto LINCE y sus aplicaciones, donde se presta especial atención a la investigación en medicina.

Los principales parámetros y requisitos de diseño para LINCE se presentan en el Capítulo 2.

En el Capítulo 3 se describen los fundamentos de los aceleradores de radiofrecuencia y de la RFQ, así como la metodología y las herramientas utilizadas para realizar el estudio.

El estudio de dinámica de haz para todo el acelerador se presenta en el Capítulo 4. Se incluyen los parámetros relevantes del mismo y un estudio detallado de aceleración de protones e iones pesados a través de LINCE.

El capítulo 5 está dedicado al diseño de la RFQ. Las primeras tres secciones contienen el estudio específico de dinámica de haz, el modelado electromagnético, y los análisis térmicos y estructurales para el modelo de cuatro vanos de 72.75MHz. Este estudio incluye el diseño de los canales de refrigeración, y los resultados para la transmisión de calor, stress mecánico, deformaciones y cambios de frecuencia. La última sección está dedicada al diseño de una RFQ de cuatro barras de 200MHz para la aceleración de protones e iones ligeros ($A/Q = 3$).

En el capítulo 6 se presenta el proceso seguido para la construcción de los prototipos. Este capítulo describe el proceso de fabricación de los modelos de aluminio y cobre, y los resultados de las pruebas de radiofrecuencia.

Finalmente, se presenta un resumen de la tesis junto con las conclusiones más importantes en el capítulo 7.

Resumen en *inglés* que será usado para la base de datos del Ministerio TESEO (máx. 4000 caracteres)

In the present work a superconducting LINAC accelerator using state-of-the-art technology is proposed in order to produce high-intensity heavy-ion beams up to around 8MeV/n and protons of about 40MeV. The beam dynamics of such an accelerator is studied and, particularly, special care has been taken in developing a new design for a room-temperature radio frequency quadrupole (RFQ) injector for the proposed LINAC. (RFQs) are essential components of modern high-intensity accelerators; they are used to bunch, pre-accelerate and optimize the beam characteristics before being injected into accelerating RF cavities. This thesis presents the theoretical studies and modelling of a four vane RFQ operating at 72.75MHz, designed to accelerate ions in the range of mass-to-charge ratio $A/Q = 1 - 1/7$, from 40 keV/u to 500 keV/u.

The first part of this study deals with the design of the RFQ begins with an overall beam dynamics study of the accelerator facility, from the ion source to the superconducting cavities, using a selection of ions, and energies, and beam parameters (intensity, transversal and longitudinal emittance, time structure, etc.) required by the scientific program were developed. This defines the layout of the facility, and the main characteristics of the beam transport lines and acceleration elements, like the RFQ and the superconducting RF cavities.

Along the study, the characteristics of the beam at the ion source were been obtained from the model Supernanogam electron-cyclotron resonance (ECR) model Supernanogam of distributed by the company Pantechnik (France), a high -intensity multi-ion source widely used at heavy-ion accelerators .

After establishing the main characteristics and parameter ranges of input/ output beams of the RFQ, the thesis continues with a dedicated electromagnetic and structural study, including thermal deformations and machining error analysis. The design was carried out using the codes TRACK, DESRFQ and MAD-X for ion tracking and transport simulations, COMSOL MULTIPHYSICS for Radio Frequency, thermal and structural analyses, and AUTOCAD INVENTOR for the mechanical design.

The work on the accelerator design was combined with the participation on selected nuclear physics measurements at the main EU accelerator facilities (LNL, HIE-ISOLDE and GSI). This offered the opportunity to learn relevant aspects of LINAC operation and commissioning, as well as becoming familiar with main detector parameters and beam characteristics requested by nuclear physicists. This information was extremely useful to define the design parameters of ECOS-LINCE and, in particular, the RFQ system.

This thesis is presented in seven chapters; a brief description of their contents is presented below.

Chapter 1 contains an introduction to the LINCE project and its applications, where special attention is paid to medical research.

The principal parameters and design requirements for LINCE are presented in Chapter 2.

In Chapter 3 the Radio-frequency accelerators and RFQ theories are described, as well the methodology and tools used for whole study.

The beam transport study for the whole facility is presented in Chapter 4. It includes the relevant parameters and a detailed study of the acceleration of protons and heavy ion beams through LINCE.



Universidad de Huelva

Escuela de Doctorado

Chapter 5 is dedicated to the design of the RFQ. The first three sections contains an specific study of the beam dynamics for the 72.75MHz four-vane model, the electromagnetic modelling, and the thermal and structural analysis. This study includes the design of cooling channels, heat transfer, mechanical stress, deformation and frequency shift. The last section is dedicated to the design of a 200MHz four-rods RFQ for proton and light- ion ($A/Q = 3$) acceleration.

In chapter 6 the process followed for the construction of prototypes is presented. This chapter includes the building process of an aluminum and copper models and the results for frequency measurements.

Finally, a summary of the thesis is presented together with the most important conclusions in chapter 7.

Palabras claves en **castellano** que deben coincidir con las enviadas a la base de datos TESEO (máx. 5 descriptores o palabras claves, separadas por coma)

LINAC, LRF, LINCE, Cavidades resonantes, dinámica de haz, RFQ, Universidad de Huelva.

Palabras claves en **inglés** que deben coincidir con las enviadas a la base de datos TESEO (máx. 5 descriptores o palabras claves, separadas por coma)

LINAC, LRF, LINCE, Resonator cavities, beam dynamics, RFQ, University of Huelva.

Materias UNESCO (seleccione, picando en [+], alguno de los campos, disciplinas o subdisciplinas que aparecen en la siguiente url: <http://rabida.uhu.es/dspace/page/unesco>)

22 Física

¿TESIS POR COMPENDIO DE PUBLICACIONES? NO (tachar lo que no proceda)

Algunas publicaciones, por respeto a los posibles conflictos de propiedad intelectual relativos a su difusión, serán sustituidas por referencia, resumen y DOI o enlace al artículo.

En Huelva, 14 de febrero 2019

Firma del interesado

Fdo. _____