

FUENTE EUROPEA DE SPALLATION "ESS"

PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA EN EL DISEÑO DEL SISTEMA PRIMARIO DE LA ESS

EUROPEAN SPALLATION SOURCE "ESS"

SPANISH PARTICIPATION IN THE ESS PRIMARY SYSTEM DESIGN

M. TERESA DOMÍNGUEZ - FRANCISCO ALBISU

HISTORIA DE LA FUENTE EUROPEA DE 'SPALLATION'

La dispersión de neutrones proporciona una información microscópica básica sobre la estructura y la dinámica de los materiales que permite mejorar nuestros conocimientos de la materia condensada en campos tan diversos como la biología, ciencias de los materiales, la química, ciencias terrestres y la física. Europa ocupa un lugar preeminente en este campo, y la propuesta actual para una fuente de neutrones de próxima generación, la Fuente Europea de 'Spallation' (ESS), garantizará que un amplio espectro de usuarios académicos e industriales puedan disponer de haces de neutrones de la más alta calidad a principios del siglo XXI.

En el Informe sobre Grandes Instalaciones, presentado a la Comisión de la Comunidad Europea (CEE) en el año 1990, el Grupo de Estudios Neutrónicos señaló que existía todavía una necesidad de dispersión neutrónica, reconociendo que sería necesaria una gran iniciativa para asegurar el establecimiento de un programa efectivo de ciencias neutrónicas en Europa para el año 2000 y posteriores.

Mediante una iniciativa conjunta de KFA Jülich y Rutherford Appleton Laboratory, en una serie de reuniones celebradas en 1991 y 1992 se examinaron las opciones para una Fuente Europea de Neutrones de próxima generación de estas características. Estas reuniones estaban enfocadas en la provisión y utilización de una fuente de 'spallation' pulsada impulsada por un acelerador avanzado de alta potencia, así como las oportunidades científicas que conllevaría la misma. Estas reuniones sentaron las bases para la especificación de la ESS – la Fuente Europea de 'Spallation'.

Posteriormente, a esta iniciativa se unieron otros laboratorios de Austria, Dinamarca, Alemania, Italia, Holanda, Suecia, Suiza y el Reino Unido que, junto con KFA Jülich (FZJ) y Rutherford Appleton Laboratory (RAL), presentaron una propuesta a la CEE para la financiación de un estudio de diseño conceptual independiente de emplazamiento, con una duración de dos años, para una fuente neutrónica de tercera generación. Se constituyó un Consejo de representantes de los países asociados, junto con observadores de Francia y España, para supervisar el estudio, el cual comenzó en el mes de junio de 1993 y fue prolongado a partir del mes de diciembre de 1994 con el respaldo de la CEE. El estudio tuvo como objetivo establecer y costear un diseño de referencia independiente de emplazamiento, evaluar su viabilidad técnica y, en asociación con la Fundación Europea de Ciencia, su potencial científico, así como identificar los conceptos de investigación y desarrollo necesarios para el desarrollo de una instalación así. En el año 1997, tras la conclusión del estudio, se eligió el concepto y se firmó el Acuerdo de Colaboración para proceder con el proyecto.

En el año 2000, el gobierno de la región alemana de North Rhine Westfalia se decidió incondicionalmente a favor de respaldar el proyecto, y se elaboró un presupuesto para el período 2001-2005. Esta iniciativa impulsó al Comité Científico a lanzar el proyecto y buscar mayor cooperación internacional.

EL CONCEPTO DE LA FUENTE EUROPEA DE 'SPALLATION'

La especificación original de la Fuente Europea de 'Spallation' está basada en un acelerador que produce:

- Una potencia media de haz de

HISTORY OF THE EUROPEAN SPALLATION SOURCE

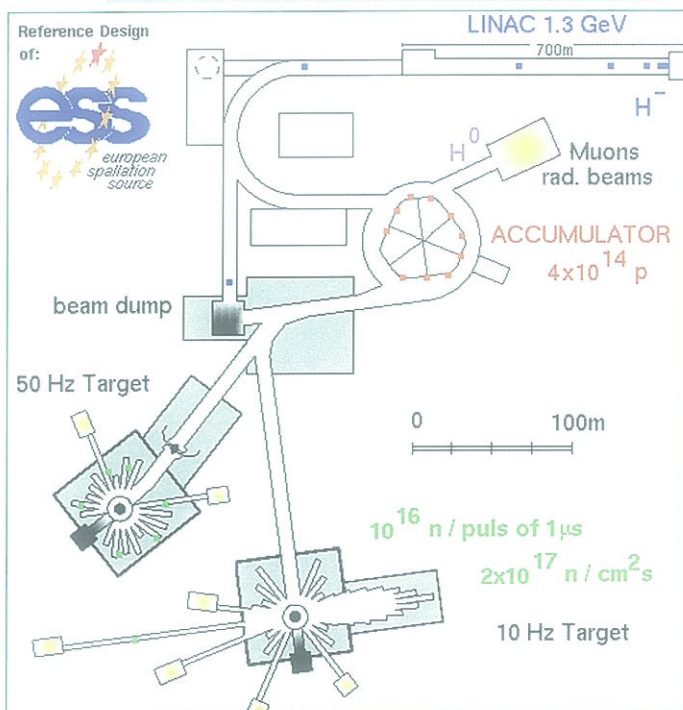
Neutron scattering provides basic microscopic information on the structure and dynamics of materials which underpins our understanding of condensed matter in fields as diverse as biology, material science, chemistry, earth sciences and physics. Europe is pre-eminent in this field and the current proposal for a next generation neutron source, the European Spallation Source (ESS), will ensure that neutron beams of the highest quality are available early next century to a broad spectrum of users from academia and industry.

In the Large Facilities Report to the Commission of the European Community (CEC) in 1990, the Neutron Study Panel underlined the continuing need for neutron scattering and recognised that a major initiative was necessary to secure an effective ongoing neutron science programme in Europe for the year 2000 and beyond.

Through a joint initiative of KFA Jülich and Rutherford Appleton Laboratory, a series of meetings in 1991 and 1992 explored options for such a next generation European Neutron Source. These meetings focused on the provision and utilisation of an advanced high-power accelerator-driven pulsed spallation source and the scientific opportunities that it would herald. This formed the basis for the specification of the ESS – the European Spallation Source.

Subsequently, this initiative was joined by further laboratories from Austria, Denmark, Germany, Italy, the Netherlands, Sweden, Switzerland and the UK which, together with KFA Jülich (FZJ) and Rutherford Appleton Laboratory (RAL), bid to the CEC to fund a two year site-independent conceptual design study for a third generation neutron source. A Council of representatives from the partner countries together with observers from France and Spain was formed to oversee the study which began in June 1993, and continued from December 1994 with CEC support. The aim of this study was to establish and cost a site-independent reference design, assess its technical feasibility and, in association with the European Science Foundation, its scientific potential, and identify research and development items for developing such a facility. In 1997, after the study concluded, the concept was selected and the Collaboration Agreement to proceed with the project was signed.

In the year 2000 the government of the German land North Rhine Westfalia decided strongly in favour of supporting the project and a budget was allocated for the 2001-2005 period. This initiative prompted the Scientific Committee to launch the project and look for more international cooperation.



Disposición Esquemática de la ESS/Schematic Layout of the ESS

protones de 5 MW, a un ritmo de repetición de 50 Hz

- Unas longitudes de pulso de protón sobre el blanco de 1 ms o inferiores
- Un blanco de 50 Hz aceptando hasta 5 MW de potencia de haz
- Una estación de blanco de 10 Hz, aceptando hasta 1 MW de potencia de haz.

Se prevén dos estaciones de blanco: una para la operación a 10 Hz para los instrumentos de alta resolución y gran longitud de onda, y la otra para la operación a 50 Hz para las aplicaciones de alta intensidad. El rendimiento neutrónico previsto en función de esta especificación hará que la Fuente Europea de 'Spallation' sea la instalación líder en el mundo, y unas 30 veces más potente que las demás fuentes de 'spallation' existentes en Europa.

Se han considerado varias alternativas y soluciones técnicas: se puede usar la combinación de un acelerador lineal (inyector) y los anillos del acelerador o compresor para conseguir una compresión temporal del haz de protones en pulsos de 1 ms. Durante el estudio, se consideraron unas energías de protón comprendidas entre 0,8–3 GeV, así como una variedad de geometrías y materiales para el blanco. Se eligió un diseño de referencia al principio del estudio, para permitir unas comparaciones realistas de las opciones alternativas. Las opciones que han sido estudiadas en cierta profundidad se adjuntan como anexos a los capítulos correspondien-

tes. Entre estas alternativas, cabe destacar una versión superconductora del 'Coupled Cavity Linac', una versión de Pulso Largo del Linac, un 'Rapid Cycling Synchrotron Accelerator' doble de 3 GeV, y un 'Solid Tantalum Target'. En la figura superior, se puede observar la disposición esquemática del diseño de referencia de la ESS.

Acelerador

La opción seleccionada para el acelerador es un Linac de 1.334 GeV, que

desarrolla la plena potencia de haz de 50 MW a 50 Hz, seguido de dos anillos de acumulador que funcionan en paralelo. En el Linac de alta intensidad se emplean dos 'front-ends' y un conducto. Las fuentes H del estado del arte todavía no han logrado una corriente máxima de 100 mA a un ciclo de trabajo del 6% junto con una baja emisión, por lo tanto, es aconsejable emplear dos fuentes H en paralelo a unas corrientes reducidas.

Blancos

Los blancos de la ESS tienen que soportar una gran potencia media de haz. La estructura temporal del haz de protones supone unos pulsos de protón con un contenido energético de 100 kJ y con una duración de pulso de sólo 1 ms. Por consiguiente, la energía depositada se disminuye principalmente de forma elástica, produciendo ondas de choque en el material del blanco. Por lo tanto, los blancos están sometidos a una carga combinada de daños por alta radiación, grandes gradientes de temperatura y ondas de tensión.

Se optó por concentrarse en un blanco de metal líquido. Existen muchos argumentos a favor de un blanco líquido. Los líquidos no están afectados por los daños por radiación, y el ciclo térmico y las ondas de presión están confinadas a la ventana y contenedor del blanco. La ausencia de refrigeración por agua permite una producción superior de neutrones, evitando la electrólisis y

THE EUROPEAN SPALLATION SOURCE CONCEPT

The source specification for the European Spallation Source is based on an accelerator producing:

- An average proton beam power of 5 MW at a repetition rate of 50 Hz
- Proton pulse lengths on the target of 1 ms or less
- A 50 Hz target accepting up to 5 MW of beam power
- A 10 Hz target station, accepting up to 1 MW of beam power

Two target stations are envisaged: one for operation at 10 Hz for high resolution and long wavelength instruments and one operating at 50 Hz for high intensity applications. The neutronic performance anticipated from this specification will make the European Spallation Source the leading facility in the world and about 30 times more powerful than other existing spallation sources in Europe.

Various technical alternatives and solutions have been considered: the combination of a linear (injector) accelerator and either compressor or accelerator rings may be used for achieving time compression of the proton beam into 1 ms pulses. Proton energies in the range of 0.8 – 3 GeV were considered during the study, as were a variety of target geometries and target materials. A reference design was chosen early in the study to enable realistic comparisons of alternative options. Options that have been studied in some depth are included as appendices to the appropriate chapters. These include a superconducting version of the Coupled Cavity Linac, a Long Pulse version of the Linac, a 3 GeV, double Rapid Cycling Synchrotron Accelerator, and a Solid Tantalum Target. A schematic layout of the ESS reference design is given in the figure.

Accelerator

The chosen accelerator option is a 1.334 GeV linac, which develops the full beam power of 5 MW at 50 Hz, followed by two accumulator rings which operate in parallel.

The high intensity linac uses two front ends and a funnel. State of the art H sources have not yet achieved a 100 mA peak current at a duty cycle of 6% together with a low emittance; therefore it is advisable to use two H sources in parallel at reduced currents.

Targets

ESS targets have to withstand a large average beam power. The time structure of the proton beam leads to proton pulses with an energy content of 100 kJ and with a pulse duration of only 1 ms. Consequently the deposited energy is relaxed predominantly elastically and produces shock waves in the target material. Targets are therefore submitted to a combined load of high radiation damage, large temperature gradients and stress waves.

An option was made to concentrate on a liquid metal target. There are numerous arguments in favour of a liquid target. Liquids are not affected by radiation damage and thermal cycling and stress waves are confined to the target window and the target container. The absence of water cooling allows higher neutron yield and avoids electrolysis and tritium production linked to the water circuits. The specific activity of the target material is decreased to a point where no active cooling of afterheat is needed. Altogether, a longer lifetime, a higher neutron flux and a greater potential for high beam power are expected.

Mercury was chosen as the target material instead of the earlier candidates Pb and Pb-Bi. The high thermal neutron absorption cross-section of mercury was the main reason for not considering it as target material for steady state spallation neutron sources. However, this

is of no concern for pulsed sources where moderators are surrounded by neutron absorbers (decouplers) to prevent moderated neutrons from returning to the moderators and lengthening the neutron pulse. Mercury has the additional advantage of being liquid at room temperature, thus avoiding additional heater circuits for the liquid metal. An assessment of the mechanical, thermal and neutronic properties of Hg has indicated the basic feasibility for a pulsed, 5 Mw source. Neutron yield calculations have shown that an increase of 30% can be expected as compared to a water cooled Ta plate target with significantly less problems from afterheat.

With a beam power up to 5 MW, water and supercritical hydrogen are the candidate moderator materials. Four basic types of moderator have been considered:

- High resolution ambient moderator
- High intensity ambient moderator
- High intensity cold moderator
- High resolution cold moderator

The design of the ESS target stations has to be modular with a flexible layout so that the future requirements of users can be reasonably accommodated. In addition, the layout should allow either a Hg or a Ta-plate target to be used. The 5 Mw and 1 Mw target stations are to be made as similar as possible. A layout with horizontal removal of the target, including its cooling circuits and a vertical upward removal of the moderator-reflector units, has been proposed. This layout limits the position of neutron beam tubes to an angular range of about $2 \times 120^\circ$. A total of 18 beam holes, some equipped with multiple neutron guides, are considered for each target station. The design allows beam lines to be changed so that they can accept neutrons from a bottom or top moderator without major changes of the target block. The mercury target and its associated primary cooling circuits will be mounted on a trolley permitting transport to the remote handling cell. All operations involving the handling of potentially activated or contaminated equipment are performed in a controlled enclosure, physically separated from the user areas.

For cold moderators, operated with supercritical H₂ at 25 K, a common cryoplant for the two target stations is foreseen. Each cold moderator requires 7.5 kW cooling power. Cold boxes will be located at the top of each target block. The cryosystem has been designed for great flexibility, allowing independent operation of any of the cold moderators. The layout is based on three existing cold neutron sources in service at research reactors and all components can be produced and delivered with proven technology.

Each target station will be housed in an experimental hall of about 60 x 60 m² with extensions to house long neutron beam lines. The neutron beams will be about 1.5 m above the floor level. The sides of the halls incorporate instrument control rooms, laboratories, support rooms and office for users.

SPANISH PARTICIPATION

As already mentioned, Spain has participated in the ESS Council as an observer of the study conducted by CEC since 1993. In 1997, after the finalization and selection of the ESS concept, a collaboration agreement was forged between the European laboratories CEA, RAL, FZJ and RISO to go ahead with the development and construction of the ESS.

Following this decision, various spanish organisations, coordinated by CIEMAT, showed interest in participating under the conditions which the collaboration agreement provided for the incorporation of external collaborators on the programme and various initiatives were embarked upon in this respect.

Given the scientific nature of the facility and its di-

la producción de tritio asociadas con los circuitos de agua. La actividad específica del material del blanco se disminuye hasta un punto en el que no resulta necesario el enfriamiento activo del calor posterior. En conjunto, se prevé una vida más larga, una mayor fluencia de neutrones y más potencial para una alta potencia de haz.

Se decidió a favor del mercurio como material para el banco en vez de Pb o Pb-Bi, los candidatos considerados anteriormente. La alta sección transversal de absorción térmica de neutrones del mercurio constituía la razón principal por la cual no se tenía en cuenta como material para el blanco en las fuentes neutrónicas de 'spallation' de estado estable. Sin embargo, este hecho no tiene importancia en las fuentes pulsadas, donde los moderadores están rodeados de absorbentes de neutrones ('decouplers') para impedir la vuelta de los neutrones moderados a los moderadores y alargar así el pulso de neutrones. El mercurio ofrece la ventaja adicional de encontrarse en estado líquido a temperatura ambiente, evitando así la necesidad de circuitos de calentamiento adicionales para el metal líquido. Una evaluación de las propiedades mecánicas, térmicas y neutrónicas de Hg ha confirmado su viabilidad básica para una fuente pulsada de 5 Mw. Los cálculos del rendimiento neutrónico han demostrado que se puede esperar un aumento del 30%, comparado con un blanco de lámina de Ta refrigerado por agua con bastante menos problemas por el calor posterior.

Con una potencia de haz de hasta 5 MW, el agua y el hidrógeno supercrítico son los materiales candidatos para el moderador. Se han considerado cuatro tipos básicos de moderador:

- Moderador ambiental de alta resolución
- Moderador ambiental de alta intensidad
- Moderador en frío de alta intensidad
- Moderado en frío de alta resolución

El diseño de las estaciones de blanco de la ESS tiene que ser modular con una disposición flexible, para poder satisfacer razonablemente las necesidades futuras de los usuarios. Además, la disposición debe permitir el uso de un blanco de Hg o de lámina de Ta. Las estaciones de blanco de 5 MW y 1 MW deberán ser lo más similares posi-

bles. Se ha propuesto una disposición con extracción horizontal del blanco, incluyendo sus circuitos de refrigeración, y la extracción vertical ascendente de las unidades reflectoras del moderador. Esta disposición limita la posición de los tubos de haces neutrónicos a un rango angular de unos $2 \times 120^\circ$. Para cada estación de blanco, se ha considerado un total de 18 aperturas de haz, algunas equipadas con múltiples guías de neutrones. El diseño permite el intercambio de las líneas de haces, para que puedan aceptar los neutrones procedentes de un moderador inferior o superior sin cambios importantes en el bloque del blanco. El blanco de mercurio y sus circuitos de refrigeración primarios asociados serán montados en una carretilla, permitiendo su transporte a la célula de manejo remoto. Todas las operaciones que suponen el manejo de equipos potencialmente activados o contaminados se realizan en un recinto controlado, separado físicamente de las zonas de usuario.

Para los moderadores en frío, operados con H₂ supercrítico a 25 K, se prevé un criosistema común para las dos estaciones de blanco. Para cada moderador en frío, hace falta una potencia de enfriamiento de 7,5 kW. Las cámaras de frío estarán situadas en la parte superior de cada bloque de blanco. El criosistema se ha diseñado para una gran flexibilidad, permitiendo la operación independiente de cualquiera de los moderadores en frío. La disposición está basada en las tres fuentes neutrónicas en frío existentes que se encuentran en servicio en los reactores de investigación, y todos los componentes pueden ser producidos y entregados con una tecnología probada.

Cada estación de blanco estará alojada en una sala experimental de unos 60 x 60 m², con extensiones para alojar las largas líneas de haces de neutrones. Los haces de neutrones se encontrarán a unos 1,5 m del nivel del suelo. En los laterales de la sala se encuentran las salas de control de instrumentos, los laboratorios, las salas de apoyo y las oficinas para los usuarios.

PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA

Como se ha mencionado anteriormente, España ha participado en el Consejo de la ESS como observador del estudio que viene realizando la CCE desde el año 1993. En el año 1997, tras la finalización y selección del concepto de la ESS, se

elaboró un acuerdo de colaboración entre los laboratorios europeos CEA, RAL, FZJ y RISO, para seguir adelante con el desarrollo y la construcción de la ESS.

Tras esta decisión, varias organizaciones españolas, coordinadas por CIEMAT, mostraron su interés en participar bajo las condiciones previstas en el acuerdo de colaboración para la incorporación de colaboradores externos en el programa, y en este sentido se emprendieron varias iniciativas.

Dada la naturaleza científica de la instalación y su aplicación directa a la investigación de materiales, el Departamento de Materias Condensadas de la Universidad de Cantabria (España) encabezó un proyecto con gran eficacia para colaborar en el diseño del sistema primario de la ESS. Las características de este circuito, el elemento central de la instalación, dan a este proyecto un gran valor científico.

Para las actividades de ingeniería asociadas con este diseño, la Universidad de Cantabria inició un proceso mediante el cual un joint venture denominado UTE-ESS, participado por partes iguales por SENER y EMPRESARIOS AGRUPA-

DOS, logró la adjudicación del contrato con el alcance de trabajo detallado en los siguientes apartados.

Los trabajos se realizarán bajo la dirección del Dr. J.C. Gómez Sal, jefe del Departamento de Materias Condensadas de la Universidad de Cantabria, en estrecha colaboración con el instituto alemán de investigación, Forschungszentrum Jülich.

DISEÑO DEL SISTEMA PRIMARIO. ACTIVIDADES DE SENER Y EMPRESARIOS AGRUPADOS

Según lo señalado, el circuito primario de la ESS deberá ser diseñado para cumplir con los requisitos de la unidad de blanco donde se produce la 'spallation'. Los requisitos más importantes son los siguientes:

- El lazo se diseñará con capacidad suficiente para enfriar el blanco, y las interfaces con el lazo de gas (He) deberán resolverse, en lo que se refiere tanto al punto de inyección del gas en el mercurio como posteriormente a su separación, purificación subsiguiente, etc. Lo mismo se aplica al lazo secundario de agua de refrigeración, o al sistema de vacío en la línea de

rect application in material research, the Department of Condensed Matter at University of Cantabria (Spain) directed a project with great efficiency to collaborate on the design of the ESS primary system. The characteristics of this circuit, the central element of the facility, give this project great scientific value.

For the engineering activities associated with this design, University of Cantabria initiated a process by which a joint venture named UTE-ESS, participated 50/50% by SENER and EMPRESARIOS AGRUPADOS, was awarded the contract with the scope of work which is described in the following paragraphs.

Work will be carried out under the direction of Dr JC Gómez Sal, head of the Department of Condensed Matter of University of Cantabria, in close collaboration with the German research institute, Forschungszentrum Jülich.

PRIMARY SYSTEM DESIGN. ACTIVITIES BY SENER AND EMPRESARIOS AGRUPADOS

As described, the primary circuit of the ESS shall be designed to meet the requirements of the target unit where the spallation is produced. The most important requirements are as follows:

- The loop shall be designed with sufficient capacity to cool the target, and the interfaces with the gas (He) loop must be solved, both in respect of the point of injection of gas into the mercury, as well as following its separation, subsequent purification, etc. The same applies to the secondary cooling water loop or to the vacuum system in the mercury line prior to the filling with Hg
- The mercury loop system must be easy to operate both under normal operating conditions and during maintenance, as well as forecasting of system response under failure conditions, safety of the loop, mercury

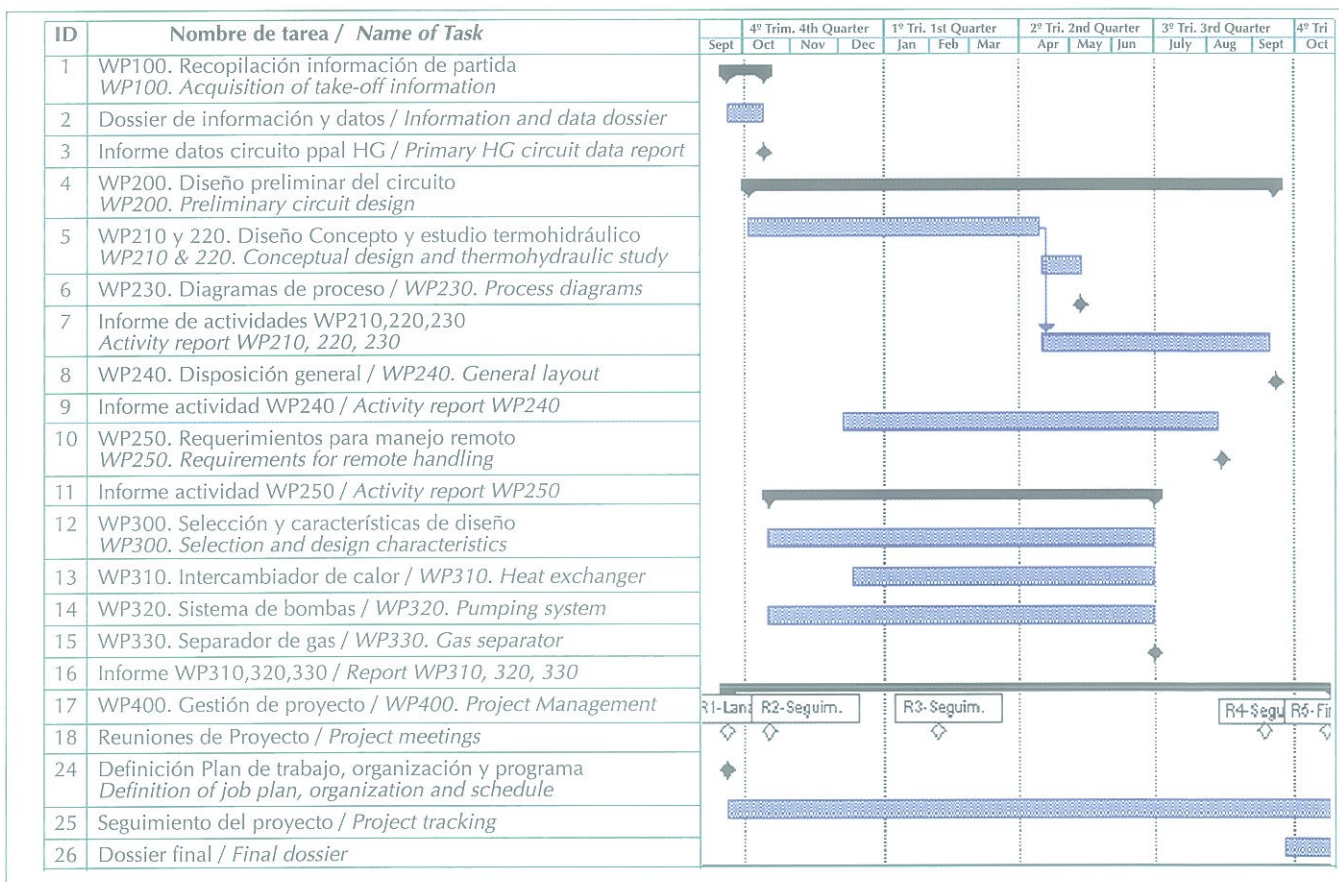


Figura 1/Figure 1

purification, and removal of the heat absorbed by mercury.

- The mercury loop shall be designed for assembly on a trolley, thus facilitating maintenance operations. Connections between the target and mercury circuit must be designed to facilitate their assembly and disassembly.

- The system shall be redundant and meet certain reliability targets.

The overall scope of work to be performed by SENER and EMPRESARIOS AGRUPADOS consists in the definition, general layout and preliminary design of the Mercury Primary Loop, main system of the European Spallation Source (ESS).

The following specific tasks were included in the technical specification:

- Gathering of all the information available in relation to the current conceptual design of the primary circuit and definition of input data for the work

- Preliminary design of the circuit, including general layout, simulation and evaluation of alternatives, pressure loss calculations, pipe sizing and consideration of remote maintenance

- Selection and main characteristics of the heat exchanger, with consideration of alternatives. Design and basic description (size, weight, internal circulation, etc) of the proposed alternative

- Study of the electromagnetic pumping system centred on the possibility of using a single pump, including a definition of the pump characteristics and its interface with the system. If necessary, a study of the solution with two pumps and the additional connecting equipment

- Study and conceptual design of the gas separator, including justification of its capacity to separate the helium carried by the mercury

WORK DEVELOPMENT AND SCHEDULE

The work will be performed during 2001, in accordance with the schedule shown in the figure 1.

A kick-off meeting took place in January at University of Cantabria with the participation of FZJ. As can be seen from the schedule, the work has been split into various work packages (WP100 to WP400) covering all activities including project management and quality assurance. The main body of the work is in WP200 and WP 300 involving the design of the primary system (WP200) and the definitions of the main components (WP300). Although all work packages will be performed in collaboration, the design of the primary system will be the responsibility of EMPRESARIOS AGRUPADOS (WP200) and the technical specification for the main components will be SENER's responsibility. The results of the project will be integrated by FZJ in the ESS development.

CONCLUSIONS

Neutron sources are being treated as a priority objective by the research community due to their applications in basic research. The advance in the accelerator technology makes it possible to increase the performance of these facilities making high energy proton beams available for neutron scattering. In this field The European Spallation Source is planned as one with the highest performance.

Since the start of the ESS project, Spain has expressed its interest in participating in the project on account of its applications in microscopic research on matter. Accordingly, a series of different initiatives has lead to the creation of a project for the development of the Primary Circuit of this Spallation Source (ESS) which under the management and coordination of Cantabria University will be carried out by SENER and EMPRESARIOS AGRUPADOS.

The technological value of the project, its development within a framework of international collaboration and the participation of research centres and industry make the project one of particular interest to Spain.

mercurio antes de llenarla con Hg.

- El sistema del lazo de mercurio facilitará la operación, tanto bajo condiciones de operación normales como durante el mantenimiento, así como la previsión de las respuestas del sistema ante condiciones de fallo, seguridad del lazo, purificación de mercurio, y extracción del calor absorbido por el mercurio.

- El lazo de mercurio se diseñará para su montaje sobre una carretilla, facilitando así las operaciones de mantenimiento. Las conexiones entre el blanco y el circuito de mercurio deberán diseñarse para facilitar su montaje y desmontaje.

- El sistema será redundante y cumplirá con ciertos objetivos de fiabilidad.

El alcance del conjunto de los trabajos a realizar por SENER y EMPRESARIOS AGRUPADOS consta de la definición, disposición general y diseño preliminar del Lazo Primario de Mercurio, el sistema principal de la Fuente Europea de 'Spallation' (ESS).

Las siguientes tareas específicas están contempladas en la especificación técnica:

- Recogida de toda la información disponible en relación con el actual diseño conceptual del circuito primario, y la definición de los datos de entrada para el trabajo.

- Diseño preliminar del circuito, incluyendo la disposición general, simulación y evaluación de las alternativas, cálculos de pérdida de presión, dimensionado de las tuberías, y consideración del mantenimiento remoto.

- Selección y características principales del intercambiador de calor, teniendo en cuenta las alternativas. El diseño y descripción básica (tamaño, peso, circulación interna, etc.) de la alternativa propuesta.

- Estudio del sistema de bombeo electromagnético, centrado en la posibilidad de usar una sola bomba, incluyendo una definición de las características de la bomba y su interfaz con el sistema. Si es necesario, un estudio de la solución con dos bombas, y los equipos adicionales de conexión.

- Estudio y diseño conceptual del separador de gas, incluyendo una justificación de su capacidad de separar el helio portado por el mercurio.

DESARROLLO DE LOS TRABAJOS Y PROGRAMA

Los trabajos se llevarán a cabo durante el año 2001, de acuerdo con el programa indicado en la figura 1.

En el mes de enero se celebró una reunión inicial en la Universidad de Cantabria con la participación de FZJ. Tal como se puede observar en el programa, los trabajos se han dividido en varios paquetes de trabajo (WP100 a WP400) que abarcan todas las actividades, incluyendo la gestión del proyecto y la garantía de calidad. La parte principal de los trabajos corresponde a WP200 y a WP300, que corresponden al diseño del sistema primario (WP200) y a las definiciones de los componentes principales (WP300). Aunque todos los paquetes de trabajo se realizarán en base a la colaboración, el diseño del sistema primario será la responsabilidad de EMPRESARIOS AGRUPADOS (WP200) y la especificación técnica de los componentes principales, la de SENER. Los resultados del proyecto serán integrados por FZJ en el desarrollo de la ESS.

CONCLUSIONES

A las fuentes de neutrones se les va dando tratamiento de objetivo prioritario por parte de la comunidad de investigación, debido a sus aplicaciones en la investigación básica. Los avances en la tecnología de los aceleradores posibilitan un aumento del rendimiento de estas instalaciones, permitiendo la disponibilidad de haces de protones de alta energía para la dispersión de neutrones. En este campo está previsto que la Fuente Europea de 'Spallation' sea la instalación con mayor rendimiento.

Desde el inicio del proyecto ESS España ha manifestado su interés en participar en el proyecto, teniendo en cuenta sus aplicaciones en la investigación microscópica de la materia. Por consiguiente, una serie de iniciativas diferentes han desembocado en la creación de un proyecto para el desarrollo del Circuito Primario de esta Fuente de 'Spallation' (ESS) que, bajo la dirección y coordinación de la Universidad de Cantabria, será llevado a cabo por SENER y EMPRESARIOS AGRUPADOS.

El valor tecnológico del proyecto, su desarrollo dentro del marco de la colaboración internacional, y la participación de los centros de investigación y la industria hacen que este proyecto sea de especial interés para España.