## **MEJORA DE BATERÍAS DE ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA**

**1. Introducción**

**1.1 Contexto Actual**

Durante la historia de la electrónica han aparecido los llamados dispositivos portátiles. Son aquellos aparatos que pueden llevarse de un lado a otro de forma cómoda. Dicha portabilidad se consigue mediante el uso de una batería que dote de energía al resto de componentes, sin la necesidad de estar conectado a la corriente.

Las baterías, fabricadas mayoritariamente con litio-polímero, son un componente fundamental en nuestro día a día. Su desarrollo y mejora es prioritario, ya que presentan problemas que afectan negativamente la experiencia de uso de las tecnologías modernas.

**Funcionamiento Básico de una Batería**

Las baterías son dispositivos electroquímicos que almacenan energía y la liberan cuando es necesario. Funcionan gracias a reacciones químicas que ocurren entre sus principales componentes:

* **Ánodo**: Terminal negativo donde se producen las reacciones de oxidación, liberando electrones.
* **Cátodo**: Terminal positivo donde los electrones se combinan con los iones que viajan a través del electrolito.
* **Electrolito**: Medio que permite el flujo de iones entre ánodo y cátodo, facilitando la reacción.
* **Separador**: Membrana que impide el contacto directo entre ánodo y cátodo, previniendo cortocircuitos.

El flujo de electrones desde el ánodo al cátodo a través de un circuito externo genera corriente eléctrica. Durante la carga, este proceso se invierte, devolviendo los iones al ánodo para que la batería pueda reutilizarse. Comprender este proceso es clave para proponer mejoras en la densidad energética, la velocidad de carga y la vida útil.

Ejemplos comunes incluyen ordenadores portátiles, tabletas, móviles y, más recientemente, el mercado en auge de los coches eléctricos. Las principales limitaciones de estas baterías son:

* **Vida útil de la batería**: Se refiere al número de ciclos completos de carga y descarga antes de que su capacidad caiga por debajo de un umbral aceptable. Factores como temperaturas elevadas, humedad alta o malos hábitos de carga afectan negativamente su duración, que típicamente varía entre dos y cinco años.
* **Velocidad de carga**: Aunque las cargas rápidas reducen el tiempo de espera, el calor generado puede dañar la batería y afectar su capacidad a largo plazo.
* **Capacidad**: Relacionada con el potencial de la batería para suministrar energía durante un periodo definido. Dispositivos más potentes requieren mayor capacidad, lo que limita la autonomía en muchas aplicaciones actuales.

**1.2 Identificación de la Oportunidad**

El desarrollo de baterías mejoradas con grafeno representa una solución prometedora a estas limitaciones. Este material, con propiedades como alta conductividad eléctrica y térmica, gran resistencia mecánica y una excepcional área superficial, tiene el potencial de revolucionar el almacenamiento energético.

**2. Objetivos SMART del Proyecto**

**2.1 Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de batería híbrida ion-litio-grafeno con una densidad energética superior a 450 Wh/kg en un plazo de 24 meses.

**2.2 Objetivos Específicos**

* **Específico**: Incrementar la densidad energética en un 40% respecto a las baterías de ion-litio actuales.
* **Medible**: Alcanzar una densidad energética de 450 Wh/kg en pruebas de laboratorio.
* **Alcanzable**: Incorporar grafeno en electrodos y como material de soporte para el litio.
* **Relevante**: Atender las necesidades del mercado de movilidad eléctrica y dispositivos portátiles.
* **Temporal**: Completar el desarrollo y validación del prototipo en un plazo de 24 meses.

**3. Plan Estratégico**

**3.1 Análisis de Problemas**

Los principales problemas identificados en las baterías actuales son:

1. **Capacidad insuficiente**: Las demandas de energía de los dispositivos modernos superan la capacidad actual de las baterías.
2. **Vida útil limitada**: La degradación térmica y los malos hábitos de carga reducen significativamente su longevidad.
3. **Calor generado en cargas rápidas**: Afecta la durabilidad de las baterías y limita su viabilidad a largo plazo.

**3.2 Cronograma**

El cronograma detalla las etapas clave del proyecto con descripciones claras y accesibles de las actividades:

**Fase 1 (Meses 1-6)**

* **Investigación y síntesis de grafeno**: Usar metodologías como la deposición química en fase de vapor (CVD) para obtener grafeno de alta calidad. Esta técnica implica la descomposición de un gas precursor en una superficie caliente para crear capas finas de grafeno.
* **Desarrollo de materiales compuestos grafeno-litio**: Combinar el grafeno con sales de litio para mejorar la conductividad y estabilidad.
* **Diseño conceptual de electrodos híbridos**: Crear estructuras tridimensionales con grafeno para maximizar la superficie activa y mejorar la transferencia de electrones.

**Fase 2 (Meses 7-12)**

* **Fabricación de prototipos de electrodos**: Producir electrodos que integren grafeno y litio, probando su compatibilidad con electrólitos convencionales.
* **Evaluación de conductividad y capacidad**: Medir cuánto mejora el flujo de electricidad y la cantidad de carga que los nuevos materiales pueden almacenar.
* **Ajuste de interfaz electrodo-electrolito**: Optimizar la interacción entre los electrodos y el electrólito para evitar reacciones que degraden la batería.

**Fase 3 (Meses 13-18)**

* **Ensamblaje de celdas experimentales**: Combinar los componentes para formar baterías completas y analizar su rendimiento en condiciones reales.
* **Pruebas de ciclo de vida y análisis térmico**: Evaluar la durabilidad de las baterías al someterlas a múltiples ciclos de carga y descarga. Usar sensores para medir cómo gestionan el calor generado durante el uso.
* **Validación de seguridad y rendimiento**: Asegurar que las baterías sean seguras frente a sobrecargas y cambios extremos de temperatura.

**Fase 4 (Meses 19-24)**

* **Producción de prototipos finales**: Refinar los diseños basados en los resultados de las pruebas anteriores.
* **Documentación para patentes y publicaciones**: Proteger la propiedad intelectual mediante patentes y compartir hallazgos con la comunidad científica.
* **Preparación para escalado industrial**: Diseñar un proceso de producción eficiente para fabricar baterías a gran escala.

**3.3 Innovaciones Clave**

* **Electrodos con grafeno**: Incrementan la velocidad de transferencia de electricidad gracias a la conductividad inherente del grafeno.
* **Separadores basados en grafeno**: Actúan como barreras entre los electrodos, con alta resistencia térmica para evitar cortocircuitos.
* **Optimización del diseño celular**: Minimiza la resistencia interna y mejora la eficiencia energética general de las baterías.

**3.4 Recursos Necesarios**

**Materiales:** El material principal es el grafeno, lo obtenemos de dos maneras: mediante un proceso llamado CVD y mediante exfoliación.

El grafeno que es una lámina extremadamente delgada de carbono, tan fina como un átomo.

Obtención y producción del grafeno:

Tradicionalmente, el grafeno se produce a través del procesamiento del grafito o metodologías de deposición química en fase de vapor (CVD, por sus siglas en inglés), que es como "cultivar" el grafeno en condiciones muy controladas.

Los métodos de procesamiento del grafeno como la exfoliación, que es similar a cuando pelamos una cebolla capa por capa, pero a escala microscópica, la sonicación y el tratamiento con plasma fragmentan el grafito de manera controlada, lo que resulta en la obtención de escamas de grafeno.

La exfoliación permite producir escamas de grafeno de muy alta calidad, pero no es un método escalable a nivel industrial. El tratamiento con plasma y la sonicación permiten producir grandes cantidades de óxido de grafeno, óxido de grafeno reducido y pequeñas plaquetas de grafeno que sirven como elementos adicionales para plásticos, también pueden incorporarse en polímeros reforzados con vidrio o en hormigón para conferir resistencia y conductividad térmica.

**Equipamiento:** Para crear y estudiar el grafeno necesitamos:

* Una máquina especial (sistema CVD) que nos permite crear grafeno de alta calidad en condiciones muy controladas, similar a una cocina muy sofisticada.
* Microscopios super potentes (SEM y TEM) que nos permiten ver el grafeno a nivel de átomos, como si tuviéramos ojos con una capacidad de aumento millones de veces mayor que la normal.
* Instrumentos para medir qué tan bien conduce la electricidad el grafeno, como si fuera un medidor de rendimiento deportivo pero para materiales.
* Una pequeña fábrica experimental donde producimos baterías de prueba para comprobar cómo funciona todo junto.

**Equipo humano:**

* Científicos expertos en materiales ultra delgados como el grafeno.
* Ingenieros que saben cómo diseñar y mejorar baterías.
* Personal de laboratorio y coordinadores que se aseguran de que todo funcione correctamente y según lo planificado
* Usuarios probadores beta que prueban las primeras versiones y aportan errores encontrados
* Promotores que aportan financiación
* Empleados de las fábricas de producción en cadena, distribución, marketing, etc.

**Financieros:** Presupuesto necesario para llevar a cabo la investigación y desarrollo del prototipo. Una vez se tiene un producto comercial se necesita toda la inversión en marketing y distribución.

Ejemplo de un presupuesto para una primera fase de la comercialización:

Investigación: 500,000 €

Desarrollo de prototipos: 1,000,000 €

Pruebas y ajustes: 800,000 €

Marketing y comercialización: 700,000 €

Total: 3,000,000 €

**4. Evaluación de Viabilidad**

**4.1 Viabilidad Técnica**

La incorporación del grafeno en baterías ha sido respaldada por numerosos estudios que demuestran su potencial para mejorar la densidad energética y la estabilidad térmica. Las técnicas de síntesis como CVD y exfoliación permiten obtener grafeno de alta calidad, y la infraestructura existente puede adaptarse para integrar estos avances. Además, el equipo cuenta con experiencia comprobada en el desarrollo de materiales 2D y tecnologías de baterías.

Gracias a estas técnicas desarrollamos el prototipo de batería de grafeno y lo comparamos con las baterías de litio actuales documentando los resultados de capacidad de carga, tiempo de carga, generación de calor y vida útil, con estos datos mejoramos el prototipo.

Después de las pruebas en laboratorio concluimos que el grafeno tiene ciertas ventajas sobre el litio ya que, a diferencia de las baterías de litio, las baterías de grafeno pueden almacenar más energía en un menor volumen y cargar más rápidamente. Además, el grafeno es más eficiente en la gestión del calor, lo que reduce el riesgo de sobrecalentamiento.

**4.2 Viabilidad Económica**

Primero tenemos en cuenta el coste de todo el proceso de investigación y desarrollo de la batería de grafeno. Una vez estamos en proceso de comercialización analizamos el coste de producción de las baterías, la mano de obra y la infraestructura necesaria para su fabricación. A medida que vamos produciendo más, evaluamos como poder reducir los costes optimizando los procesos de producción y escalando la cantidad de materias primas que compramos.

Una vez tenemos en cuenta toda la inversión anterior tenemos que ver como recuperarla para ello tenemos en cuenta que el mercado global de baterías proyecta alcanzar los 165 mil millones de euros para 2030, impulsado por la demanda de movilidad eléctrica y almacenamiento de energía renovable. Se estima un retorno de inversión del 250% en cinco años, con un periodo de recuperación de 3.5 años.

**4.3 Viabilidad de Mercado**

La demanda de baterías con mayor densidad energética y durabilidad está en aumento, particularmente en el sector de vehículos eléctricos y almacenamiento de energía para fuentes renovables. Las políticas gubernamentales que favorecen tecnologías sostenibles, junto con el creciente interés de consumidores y empresas, refuerzan la viabilidad comercial del proyecto.

Para mejorar nuestra posición en el mercado frente a la competencia diseñamos una estrategia de marketing destacando las ventajas en términos de capacidad, tiempo de carga y eficiencia térmica, lo que atraerá a nuevos clientes potenciales que usen las baterías en sus dispositivos.

**4.4 Viabilidad Operativa**

El proyecto se beneficiará de un equipo multidisciplinario con experiencia en investigación y desarrollo, así como de una infraestructura avanzada para la producción y evaluación de prototipos. Las colaboraciones con proveedores de grafeno y socios industriales garantizarán el acceso a materiales de alta calidad y la viabilidad de escalado. La flexibilidad de la tecnología permite adaptarse a diversas aplicaciones, lo que asegura su relevancia en un mercado cambiante.