



# Protección contra incendios para sistemas de almacenamiento de energía con baterías de ión litio

Informe técnico Enero 2019

## 1 Introducción

Desde su lanzamiento al mercado a principios de la década de 1990, las baterías de ión-litio se han abierto camino en una gran variedad de aplicaciones, incluyendo el almacenamiento de energía estacionaria en redes inteligentes. Esta es una aplicación que se pronostica que crecerá rápidamente, debido al crecimiento en la generación de energías renovables, y a los requisitos asociados de descentralización y estabilización de estas fuentes de energía.

Los sistemas de almacenamiento de baterías de ión-litio cubren un amplio rango de aplicaciones, desde la generación hasta el consumo. Así, ayudan a estabilizar la frecuencia y el voltaje, además de equilibrar las variaciones en la oferta y demanda.

Las baterías de ión-litio combinan materiales de alta energía con electrolitos altamente inflamables. Por lo tanto, una detección temprana y fiable es imprescindible a la hora de diseñar los sistemas de protección contra incendios para estos equipos. Una rápida extinción también es esencial y puede asegurarse mediante el uso de sistemas de extinción automatizados que utilicen un agente adecuado.

Este documento analiza el Desarrollo de nuestro modelo de protección contra incendios para sistemas de almacenamiento de energía de baterías de ión-litio.

## 2 Contenido

1	Introducción .....	1
3	Resumen .....	3
4	Sistemas de almacenamiento de baterías de ión-litio.....	4
5	Desarrollo tecnología batería ión-litio.....	4
6	Sistema de gestión de la batería .....	5
7	Riesgos de incendio en sistemas de almacenamiento de baterías ión-litio.....	6
7.1	Análisis de riesgos y evaluación de riesgos .....	6
7.2	Incendio eléctrico .....	6
7.3	Riesgo inherente en baterías de ión-litio.....	7
7.4	Riesgo de incendio por fuga térmica .....	7
8	Desarrollo del modelo de protección contra incendios.....	8
8.1	Test de detección y extinción del fuego.....	8
8.1.1	Características del desarrollo de una fuga térmica.....	8
8.1.2	Propagación de la fuga térmica.....	10
9	Objetivos de la protección contra incendios y modelo de protección contra incendios.....	12
9.1	Objetivos de protección.....	12
9.2	Modelo de protección.....	13
9.2.1	Condiciones límite de extinción y detección automática.....	13
9.2.2	Selección de sistemas de detección y extinción más adecuados.....	14
9.3	Detección más temprana posible con la detección de humo por aspiración FDA241.....	14
9.4	Supresión y extinción de incendios segura y sostenible con Sinorix N <sub>2</sub> .....	15
10	Apéndice.....	16
10.1	Resultados pruebas detección.....	16
10.2	Figuras.....	18
10.3	Referencias.....	18

### 3 Resumen

El riesgo de incendio que presentan las baterías de ión-litio está en debate actualmente. Existen distintos puntos de vista, pero los modelos de protección combinados, o listos para usar, aún no estaban disponibles, lo que nos hizo investigar. Como los sistemas de baterías de ión-litio actualmente difieren ampliamente en precio, densidades de almacenamiento y otras especificaciones técnicas, además del grado de seguridad intrínseca, ningún modelo de protección contra incendios puede ser adecuado para todos los tipos de aplicaciones. Para desarrollar una solución apropiada para la aplicación específica de los sistemas de almacenamiento estacionarios gestionados, es necesario realizar una serie de experimentos y pruebas. Nuestro trabajo ha demostrado que, los sistemas de almacenamiento de energía de batería de ión-litio, pueden ser una aplicación controlable cuando se trata de protección contra incendios.



Figura 1: Sistema de protección contra incendios integrado

Se puede demostrar que, la clave para cumplir los requisitos de protección contra incendios, radica en la combinación de la detección más temprana posible, utilizando detectores de muestreo de aire FDA241, junto con un sistema de extinción Sinorix N<sub>2</sub>.

La descarga muy temprana del agente extintor evita la creación de grandes cantidades de mezclas explosivas de electrolito-oxígeno, y disuade el inicio de una fuga térmica. Se detiene la propagación de estas fugas, se evitan incendios secundarios y la inertización duradera evita cualquier reignición.

Con los productos correctos, los sistemas de almacenamiento de energía estacionaria de batería de ión-litio pueden llegar a ser un riesgo gestionable.

## 4 Sistemas de almacenamiento de baterías ión-litio

Este documento trata solamente el tema de protección contra incendios con sistemas de almacenamiento de energía estacionaria de baterías ión-litio.



Estos sistemas de almacenamiento cubren un amplio rango de aplicaciones. Desde la generación hasta el consumo, ESS (Sistemas de almacenamiento de energía) ayuda a optimizar el rendimiento de los activos, estabilizando tanto la frecuencia como el voltaje, y, además, compensando las variaciones entre la oferta y la demanda.

En la mayoría de los casos, las baterías de ión-litio combinan materiales de alta energía junto con electrolitos altamente inflamables.

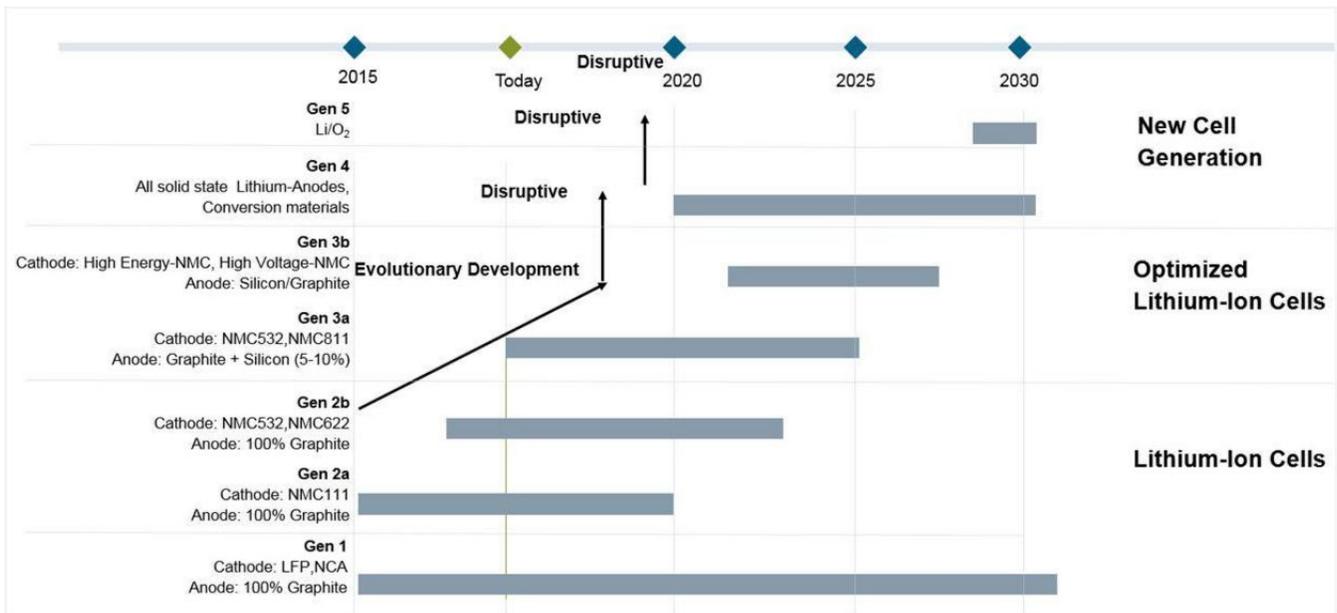
Es por esto que una detección de incendio temprana y fiable es imprescindible en el diseño de sistemas de protección contra incendios para baterías de ión-litio. Además, cualquier inicio de incendio debe ser extinguido rápidamente, utilizando un sistema automático y dirigido a fin de evitar que un gran número de celdas, baterías o módulos de baterías provoquen una fuga térmica y se incendien.

Los sistemas de almacenamiento de energía de batería de ión-litio son una aplicación con una clara necesidad de una protección contra incendios integral.

Figura 2: Aplicaciones ESS

## 5 Desarrollo tecnología batería ión-litio

La siguiente figura muestra el desarrollo esperado en las composiciones químicas de las baterías. Se prevee que la tercera generación de baterías utilizadas hoy en día, y consideradas en la figura (p. ej. litio-níquel-manganeso-cobalto-óxido), sigan siendo ampliamente utilizadas hasta mediados de la próxima década.



Source: German Academy of Science and Engineering, Christopher Betzin Siemens EM TI, modified

Figura 3: Desarrollo baterías

## 6 Sistema de gestión de la batería

El componente electrónico más importante en un sistema de almacenamiento es el sistema de gestión de la batería (BMS), el cual, además de controlar y realizar el seguimiento del estado de carga a nivel de celda y sistema, también realiza la gestión de la temperatura durante la carga y descarga.



Figura 4: Sistema de gestión de la batería

Un sistema de gestión de la batería eficiente mantiene las celdas dentro de su rango de operación seguro previsto, de modo que se evite la sobrecarga y la carga excesiva. La fuga térmica tan solo está prevista bajo influencias externas extremas, como, por ejemplo, altas temperaturas (debido al fuego), o deformaciones mecánicas, con el defecto del separador resultante o posterior a un cortocircuito interno (p. ej. como resultado de la formación de dendrita debido al envejecimiento no detectado).

# 7 Riesgos de incendio en sistemas de almacenamiento de baterías de ión-litio

## 7.1 Análisis de riesgos y evaluación de riesgos

El análisis de riesgos y la evaluación de estos forman la base para el desarrollo de modelos de protección contra incendios viable, es decir, responden a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los **riesgos de incendio**?
- ¿Cuál es la **probabilidad de que ocurran**?
- ¿Cuál es el **impacto esperado** en cada caso?

## 7.2 Incendio eléctrico

Las estadísticas del GDV (Asociación General de la Industria Alemana de Seguros), demuestran, en alrededor de ¼ de los casos, los incendios eléctricos son la causa de grandes pérdidas y la causa principal de grandes pérdidas en empresas industriales. Estos riesgos, por sí solos, requieren de una detección fiable y de un sistema de extinción automático para un funcionamiento adecuado.

Los incendios eléctricos pueden detectarse en una etapa temprana, y pueden extinguirse de manera segura mediante sistemas automáticos de extinción de gas. Por lo tanto, los incendios eléctricos se consideran un riesgo estándar gestionable, y no se consideran más en el siguiente análisis.

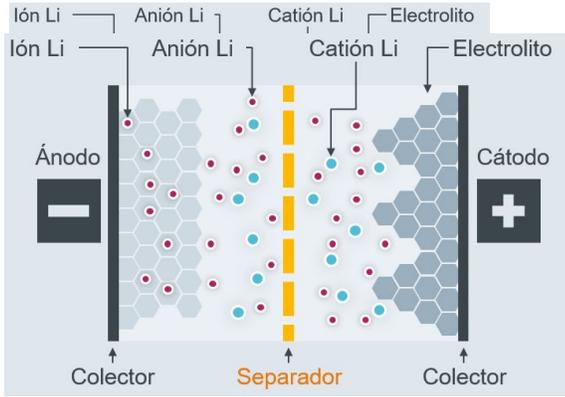
Lo que queda es el riesgo de incendio derivado de las propias baterías. Tan sólo si se comprende este riesgo, se pueden definir los objetivos de protección y, por tanto, desarrollar un modelo para alcanzar dichos objetivos.

<p><b>Riesgo de incendio eléctrico</b></p> <p>Fuente de ignición constante (electricidad) y materiales combustibles tales como plásticos en placas de circuito impreso.</p> 	<p><b>Celdas de batería de ion-litio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las baterías de <u>ión</u> de litio combinan materiales de alta energía con electrolitos altamente inflamables.</li> <li>• Las baterías deberían estar protegidas frente al fuego.</li> <li>• El daño en el separador conduce a cortocircuito interno y, con alta probabilidad, a fuga térmica.</li> <li>• Se prevén explosiones de gases y vapores electrolíticos y fuegos abiertos de muy rápida propagación.</li> </ul> 
<p><b>Gran carga de potencia</b></p> <p>Una gran carga de potencia o una pieza defectuosa del equipo pueden provocar cortocircuitos o sobrecalentamientos muy rápidamente.</p> 	
<p><b>Alta velocidad del aire</b></p> <p>La refrigeración de los sistemas, que resulta en un mayor intercambio de aire, aumenta el riesgo de propagación del fuego</p> 	

Figura 5: Riesgos de incendio en sistemas de almacenamiento de energía de batería de ión litio

### 7.3 Riesgos inherentes en baterías de ión-litio

Para comprender los riesgos de incendio inherentes de las baterías de litio y los sistemas de almacenamiento asociados, es necesario entender la tecnología de esta batería.



En el corazón del sistema de la batería están las celdas electroquímicas. Cada celda de ión-litio contiene dos electrodos, el negativo (ánodo) y el positivo (cátodo).

Los electrodos están formados por un colector y un material adherido a él. Entre los electrodos está el conductor de iones, normalmente un electrolito inflamable, el cual actúa como mediador de los procesos en la celda y el separador, lo que asegura la separación eléctrica de los electrodos.

Como estas baterías combinan materiales de alta energía con electrolitos inflamables, cualquier daño al separador (ya sea causado mecánicamente, o por altas temperaturas) conducirá a un cortocircuito interno con una alta probabilidad de producir una fuga térmica. Las situaciones críticas son casi inevitables.

### 7.4 Riesgo de incendio por fuga térmica



El diseño de filigrana, la densidad energética cada vez mayor, y el envejecimiento de la batería son las causas de este riesgo.

Si se excluyen las fuerzas mecánicas externas, un incendio causado por las celdas de la batería siempre se debe al daño relacionado con la edad del separador y a un cortocircuito interno posterior. El resultado es un aumento de la temperatura que hace que el electrolito (generalmente altamente inflamable) comience a evaporarse. Como consecuencia, la presión interna en la celda continuará acumulándose hasta que se libere el vapor del electrolito a través de una válvula de alivio o, en el peor de los casos, por el estallido de la cubierta.

Sin medidas correctivas, se generará una mezcla explosiva de gas-aire: tan sólo se necesita una fuente de ignición y el resultado será una explosión. Si no se detiene el calentamiento, se producirá una fuga térmica.

Figura 7: Fuga térmica

## 8 Desarrollo del modelo de protección contra incendios

Una vez identificados los riesgos de incendio, ahora podemos centrarnos en definir el modelo de protección. La detección y el control de incendios eléctricos ordinarios pueden considerarse resueltos adecuadamente, por lo que las preguntas restantes son:

- ¿Cómo podemos detectar y extinguir un fuego en la celda de la batería?
- ¿Cómo se hace evidente el desarrollo de una fuga térmica?
- ¿Cómo y cuándo se puede detectar una fuga térmica?
- ¿Se puede parar la propagación de la fuga de celda a celda?

Para poder responder a estas preguntas, se han preparado dos configuraciones.

### 8.1 Test de detección y extinción del fuego

#### 8.1.1 Características del desarrollo de una fuga térmica



Figura 8: Estructura principal de la configuración de prueba de detección de una fuga térmica

##### 8.1.1.1 Configuración de prueba

- Placa de calentamiento montada en un armario de baterías
- Colocación de la batería de prueba directamente sobre la placa de calentamiento
- Tubo de aspiración y punto de muestreo en el armario de baterías
- Tubo de aspiración con filtro
- ASD FDA241

### 8.1.1.2 Estructura del ensayo

- Calentamiento homogéneo de la placa de calentamiento en 450 s, desde 20°C de temperatura ambiente hasta 400°C.
- Muestreo de aire permanente y análisis de señales con FDA241 en la configuración 1.

En una serie de experimentos con diferentes componentes químicos en la batería, se han obtenido las siguientes observaciones:

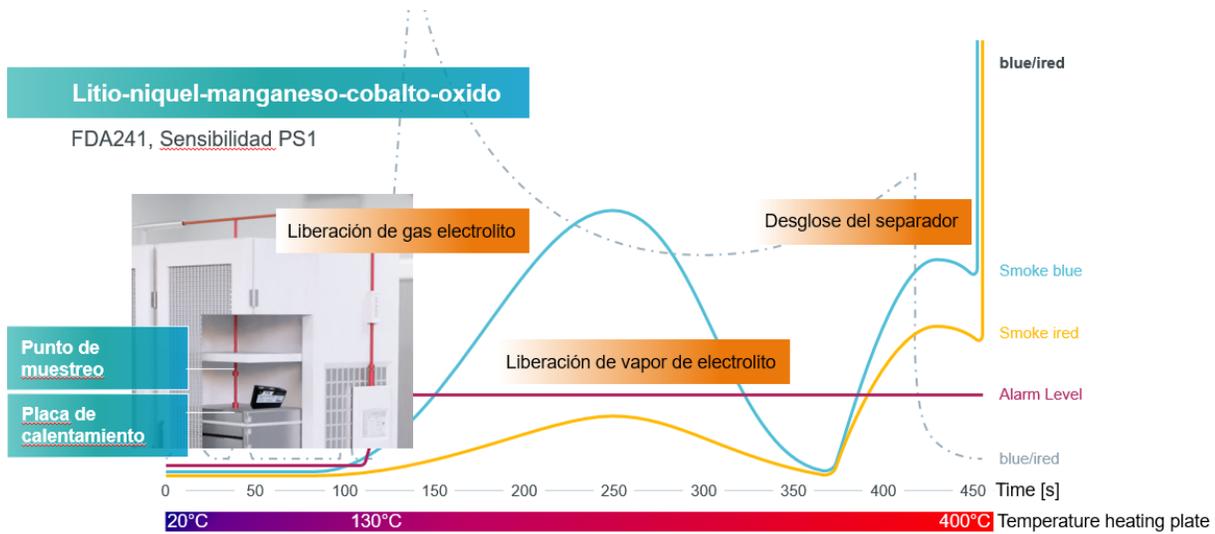


Figura 9: Señales del sensor FDA241 durante el desarrollo de una fuga térmica

Observando el proceso con nuestro sistema ASD, modelo Siemens FDA241, se puede observar que la señal del sensor IR permanecía en calma durante casi 100 s [T 130°C], luego aumentaba ligeramente después de 125 s, seguido de una disminución de la señal (los electrolitos se habían evaporado en gran medida), solo para aumentar rápidamente después de unos 360 s y hasta a rotura térmica después de 450 s (descomposición del separador).

La señal del LED azul, sensible a partículas pequeñas de 50 micrómetros, es básicamente la misma pero más pronunciada.

Se pueden reconocer tres fases:

- Liberación invisible del gas del electrolito
- Liberación visible del gas del electrolito
- Ruptura del separador

En la mayoría de los casos del ensayo, el progreso eléctrico del separador fue lo suficientemente fuerte como para encender la mezcla inflamable de electrolitos, gas, vapor y aire, que en una atmósfera normal causó una combustión similar a una explosión.

Este es el proceso que se realiza en todas las baterías que probamos. La composición química que se utilizó fue litio-cobalto-óxido, litio-níquel-manganeso-cobalto-óxido y litio-manganeso.

Observando la proporción de las señales del sensor azul e IR y los niveles de alarma derivados de estas, se puede observar que el ASD FDA241 detecta el desarrollo de la fuga en su fase temprana de liberación de gas del electrolito.

### 8.1.2 Propagación de la fuga térmica

En base a una gran cantidad de casos documentados, se conoce que, si no se toman medidas correctivas, la fuga térmica puede propagarse de celda a celda a través de un sistema de batería causando incendios a gran escala.

Con el fin de investigar la propagación de una fuga en una celda, se creó una configuración de prueba que permitió iniciar una fuga térmica creando un cortocircuito interno en la celda 1 (Figura 10).

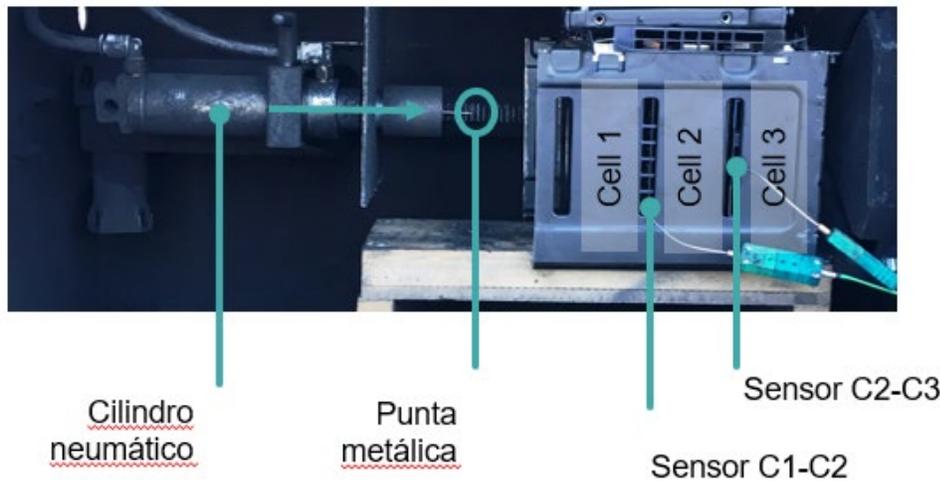


Figura 10: Configuración de prueba propagación de una fuga térmica

#### 8.1.2.1 Configuración de prueba

- Colocación de 3 celdas de batería en la caja del módulo de batería, justo al lado de un mecanismo neumático de penetración que consiste en un cilindro neumático y una punta.
- Posicionamiento de 2 sensores de temperatura de la siguiente manera:
  - Un sensor en el espacio entre la celda 1 y la 2.
  - Un sensor en el espacio entre la celda 2 y la 3.

#### 8.1.2.2 Estructura del ensayo

Estimulación de una fuga térmica mediante la penetración de la celda 1 con la punta metálica (creación de un cortocircuito interno en la celda)

- a) a 21.0% de concentración de oxígeno
- b) a 11.3% de concentración de oxígeno

Medición continua y registro del desarrollo de la temperatura entre las celdas de la batería.

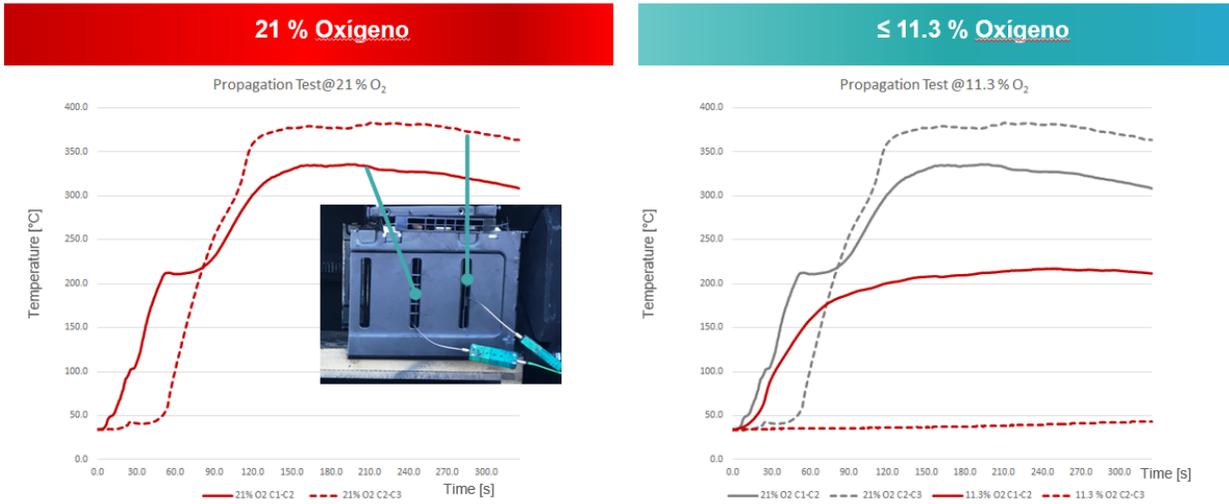


Figura 11: Curvas de temperatura durante el ensayo de propagación

Al iniciar la fuga térmica bajo condiciones normales, con una concentración de oxígeno del 21%, se observa un aumento rápido de la temperatura registrado por el sensor entre las celdas 1 y 2, seguido 45 s más tarde por un aumento de la temperatura, aún más pronunciado, entre las celdas 2 y 3. Lo que se traduce en que la celda 2 también ha entrado en la fuga térmica.

Cuando se ha repetido la misma prueba, pero con una atmósfera reducida en oxígeno<sup>1</sup> de 11.3%, se muestra un aumento de la temperatura límite en el sensor entre las celdas 1 y 2 y ningún aumento significativo entre las celdas 2 y 3. Esto es una indicación de que la celda 2 no ha sufrido la fuga térmica.

<sup>1</sup> La concentración de oxígeno restante de valor 11.3 % se debe al 45.2% de la concentración del agente extintor, norma EN15004 concentración del agente para nitrógeno en Superior Clase A. Dependiendo del electrolito, pueden ser necesarias concentraciones de diseño mayores.

La siguiente figura muestra el desmontaje y el estudio realizado:

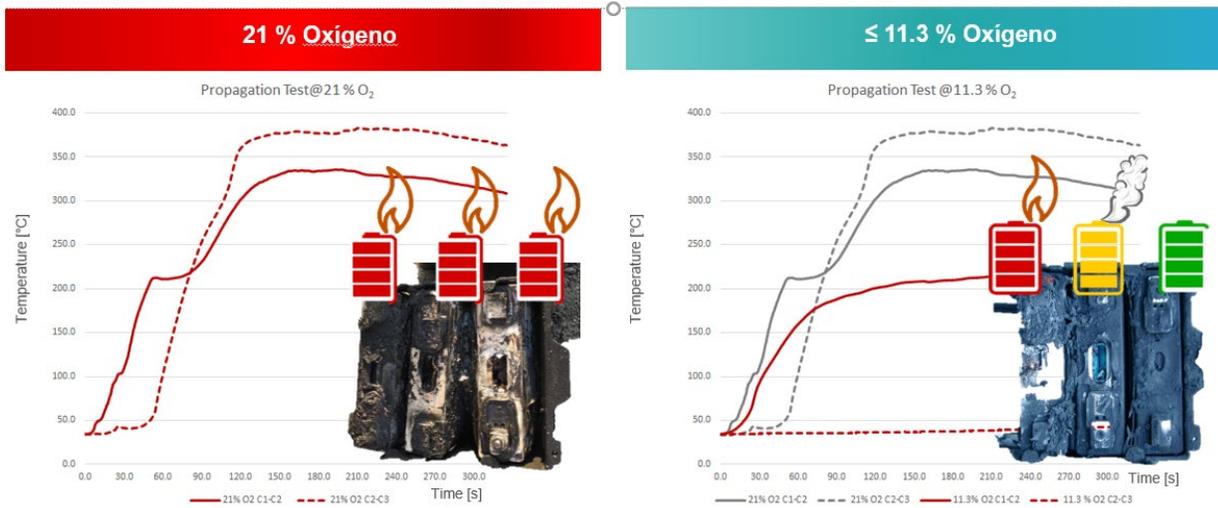


Figura 12: Prevención de la propagación de una fuga térmica

La penetración a una concentración de oxígeno del 21%, conduce a una propagación completa de la fuga térmica por todas las celdas de la batería. Sin embargo, la penetración a una concentración reducida de oxígeno del 11.3% no muestra una propagación de la fuga térmica. El incremento de la temperatura límite en la celda 2 tan solo crea una desgasificación del electrolito y el desarrollo de la fuga térmica se detiene en la fase 2: liberación de vapor del electrolito. La celda 3 no muestra limitaciones funcionales, a parte de la fuerte exposición a los gases de las celdas anteriores. Por tanto, la celda 3, está completamente intacta.

Estos experimentos se han repetido también con otros tipos de baterías, confirmando que la fuga térmica inicial puede ser contenida por la atmósfera del agente extintor y, en todos los casos probados, la propagación a celdas vecinas se evitó.

## 9 Objetivos de la protección contra incendios y modelo de protección contra incendios

Las pruebas descritas en la anterior sección nos permiten especificar objetivos de protección realistas para los sistemas de almacenamiento estacionario con baterías de ión-litio.

### 9.1 Objetivos de protección

- i. Los sistemas de batería, módulos y celdas deben ser protegido contra incendios externos (eléctricos)
- ii. Dependiendo de la configuración de la batería, los incendios en las celdas pueden limitarse a celdas individuales o afectar a módulos. Se debe evitar la propagación de fugas térmicas más allá del módulo.
- iii. ¡Se deben evitar los incendios secundarios!

Se debe reconocer una fuga térmica en desarrollo lo antes posible mediante la detección de la liberación de electrolitos y se debe generar una concentración adecuada del agente extintor antes de que se rompa el separador de la primera celda de la batería.

## 9.2 Modelo de protección

### 9.2.1 Condiciones límites para detección y extinción automática



El número, la disposición y la densidad de carga de los módulos de la batería pueden tener una influencia significativa en los requisitos para detección y extinción de incendios:

- i) Carga de alta potencia con sistemas de enfriamiento de alta velocidad de aire
- ii) Foco del incendio cubierto
- iii) Fuentes de calor de larga duración
- iv) Equipo técnico sensible

Figura 13: Típica disposición del módulo de batería

### 9.2.2 Selección de sistemas de detección y extinción más adecuados

#### DetECCIÓN

Se necesita un detector que pueda detectar de forma fiable, tanto los incendios eléctricos, como el gas electrolítico. Esto simplifica la selección, ya que la detección de gas electrolítico requiere un detector con la combinación de sensores azules e infrarrojos. Las altas velocidades del aire también hacen necesarios los detectores de humo por aspiración. Esto nos lleva directamente al FDA241 como el detector más adecuado para esta aplicación.

#### EXTINCIÓN

Debido al peligro de los focos de incendio ocultos o cubiertos, solo los agentes extintores gaseosos serían apropiados. Si se quiere evitar la producción de productos de descomposición de agentes de extinción peligrosos y si se van a realizar inundaciones prolongadas, tan solo se pueden utilizar gases de extinción naturales. Si el agente extintor en sí no debe ser peligroso para las personas, también se puede excluir el uso de CO<sub>2</sub>. El nitrógeno, argón y las mezclas serían adecuados. Sin embargo, ya que se trata de baterías secundarias en esta aplicación, también podemos ignorar el argón. En consecuencia, la elección recae casi automáticamente en el nitrógeno.

## 9.3 Detección más temprana posible con la detección de humo por aspiración FDA 241



Figura 14: FDA241

El FDA241 detecta el vapor de electrolito de forma temprana y fiable, debido a la tecnología patentada de detección óptica de doble longitud de onda.

De conformidad con los requisitos normativos, se necesitan dos FDA241 independientes para activar el sistema de extinción automática.

La colocación de los puntos de aspiración debe tener en cuenta el flujo de aire generado por el sistema de aire acondicionado.

El FDA241 es la solución ideal para la detección temprana de incendios eléctricos.

Además de controlar el sistema de extinción automatizado, el sistema de protección contra incendios activa todas las demás funciones de control necesarias.

## 9.4 Supresión y extinción de incendios segura y sostenible con Sinorix N<sub>2</sub>



Los sistemas de extinción de Sinorix N<sub>2</sub> extinguen los incendios eléctricos, contienen el inicio de una fuga térmica, detienen la propagación de la fuga térmica y evitan de manera fiable la propagación de incendios secundarios.

Los sistemas de extinción y supresión de incendios para este riesgo deben diseñarse como sistemas de desbordamiento total con una concentración de oxígeno restante inferior al 11.3% [la concentración de oxígeno restante del 11.3% ,corresponde a una concentración de agente extintor del 45.2%,que, acorde a la norma EN 15004-8 es la concentración del agente para riesgo superior Clase A] [dependiendo del electrolito utilizado, pueden ser necesarias concentraciones de extinción más altas\*].

Un tiempo de retención de 30 minutos no sólo permite a los bomberos reaccionar, sino que también evita las posibles fugas retardadas.

\*Nuestras pruebas han demostrado que cuando más baja es la concentración de oxígeno restante, mejor es la protección contra la combustión explosiva del vapor de electrolito.

Figura 15: Sinorix N<sub>2</sub>

Sistemas de almacenamiento de energía estacionaria de baterías de ión-litio: un riesgo de incendio manejable.

## 10 Apéndice

### 10.1 Resultados pruebas detección

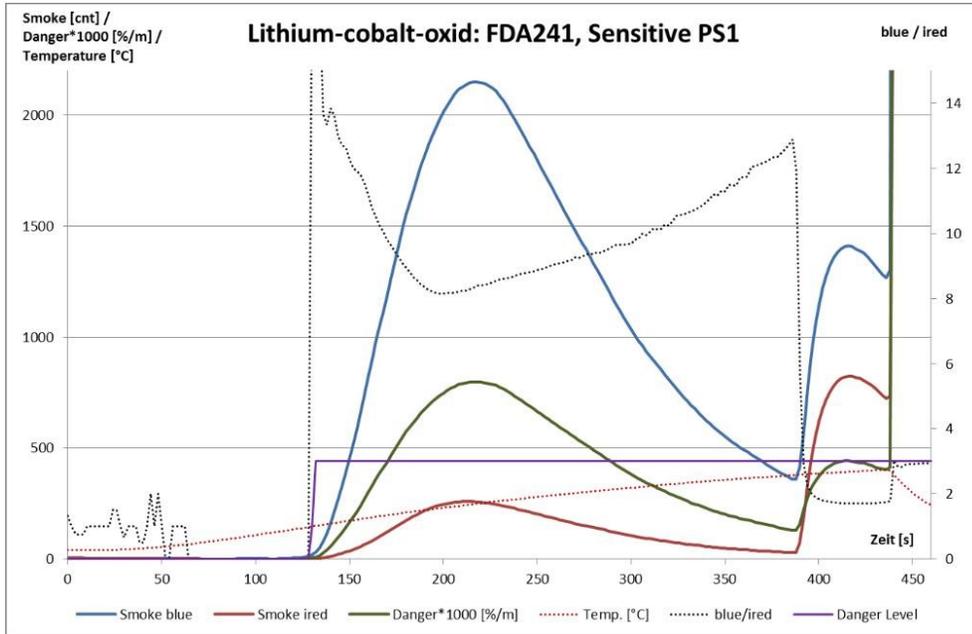


Figura 16: Desarrollo de fugas térmicas de celdas LCO

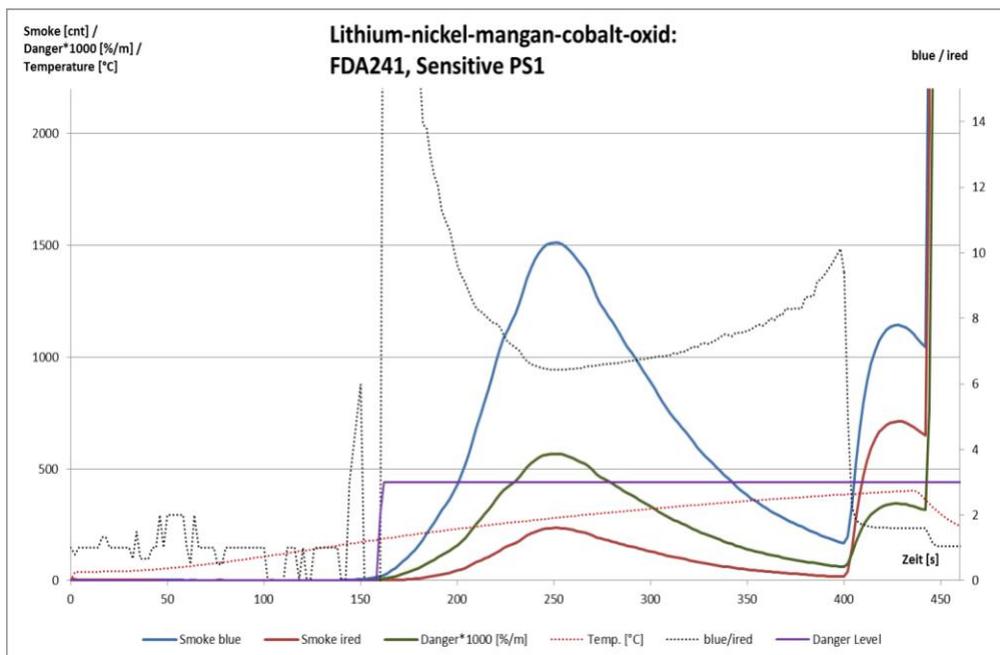


Figura 17: Desarrollo de fugas térmicas de celdas NMC

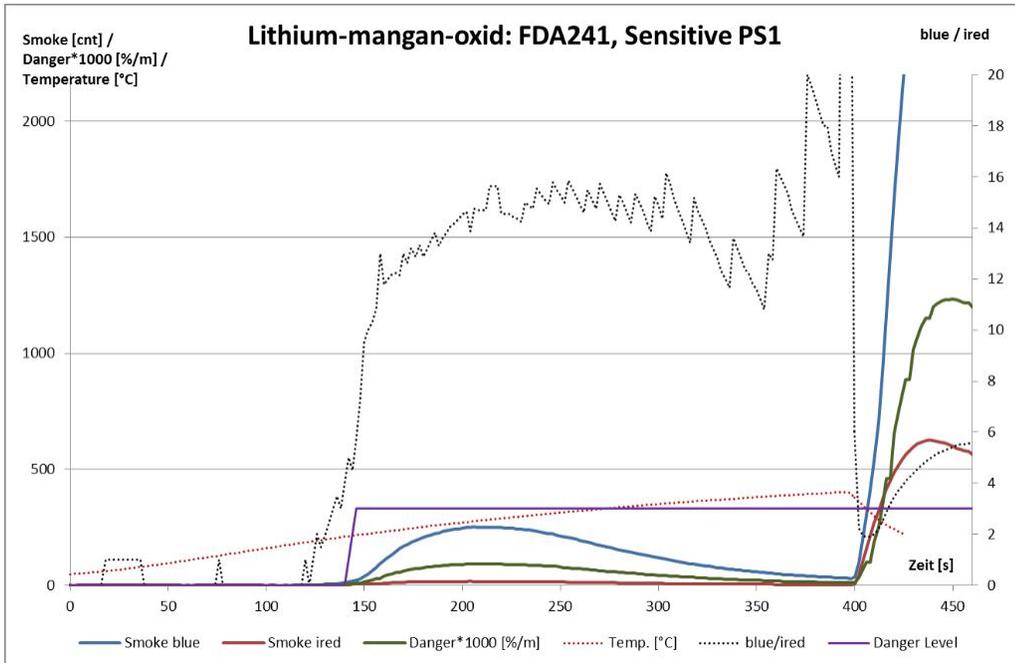


Figura 18: Desarrollo de fugas térmicas de celdas LMO

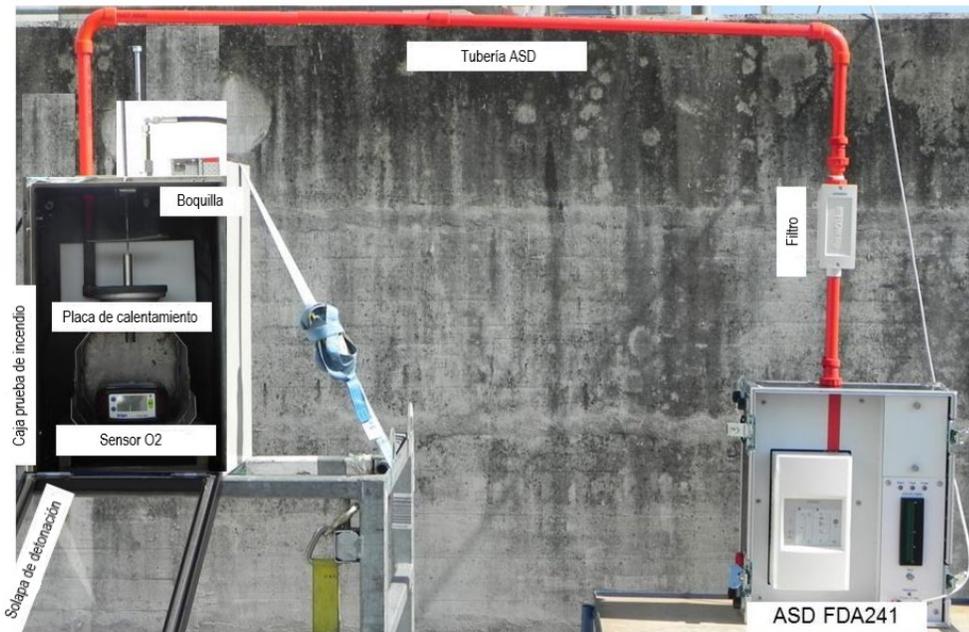


Figura 19: Configuración de la detección de fugas térmicas

## 10.2 Figuras

Figura 1: Sistema de protección contra incendios integrado.....	3
Figura 2: Aplicaciones ESS.....	4
Figura 3: Desarrollo batería .....	4
Figura 4: Sistema de gestión de la batería.....	6
Figura 5: Riesgos de incendio en sistemas de almacenamiento de energía de batería de ión litio .....	7
Figura 6: Estructura batería ión-litio .....	5
Figura 7: Fuga térmica.....	7
Figura 8: Estructura principal de la configuración de prueba de detección de una fuga térmica .....	8
Figura 9: Señales del sensor FDA241 durante el desarrollo de una fuga térmica .....	9
Figura 10: Configuración de prueba propagación de una fuga térmica .....	10
Figura 11: Curvas de temperatura durante el ensayo de propagación .....	11
Figura 12: Prevención de la propagación de una fuga térmica .....	12
Figura 13: Típica disposición del módulo de batería.....	13
Figura 14: FDA241.....	14
Figura 15: Sinorix N <sub>2</sub> .....	15
Figura 16: Desarrollo de fugas térmicas de celdas LCO.....	16
Figura 17: Desarrollo de fugas térmicas de celdas NMC.....	16
Figura 18: Desarrollo de fugas térmicas de celdas LMO .....	17
Figura 19: Configuración de la detección de fugas térmicas.....	17

## 10.3 Referencias

- Balakrishnan, P.G.; Ramesh, R.; Kumar, T.P. (2006): Safety mechanisms in lithium-ion batteries, Journal of Power Sources
- Dorn, R. et al., Köhler, U. Leuthner, S Handbuch Lithium-Ionen-Batterien (2013): Springer Vieweg, Heidelberg
- Kunkelmann, J. Studie zur Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien (Akkus) und Lithium-Metall-Batterien (2017):  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe
- Rahimzei, E; Sann, K; Vogel, Dr. M. (VDE)Kompendium: Li-Ionen-Batterien (2015): VDE Verband der Elektrotechnik Schadenursachen von Großschäden im Zeitraum 1992 – 2001. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

## Aviso legal

Todas las declaraciones, información y recomendaciones de este documento se consideran exactas pero se presentan sin garantía de ningún tipo, expresa o implícita. Estos documentos se proporcionan únicamente con fines informativos y Siemens no garantiza ni declara que satisfarán los requisitos específicos de ningún proyecto. La información de este documento puede contener especificaciones o descripciones generales relacionadas con las posibilidades técnicas de productos individuales que pueden no estar disponibles en determinados casos (por ejemplo, debido a cambios en el producto). Usted es el único responsable de determinar si los documentos son adecuados y coherentes con los requisitos de cualquier proyecto en el que esté trabajando. Además, Siemens no garantiza que los documentos estén completos en lo que respecta a los pasos de planificación que deben realizarse para cualquier proyecto concreto, ni que representen soluciones específicas para el cliente. Tan solo están destinados a proporcionar información básica para aplicaciones típicas. El usuario renuncia y libera cualquier derecho de recuperación contra Siemens que pueda tener relacionado con el uso de estos documentos y acepta que Siemens no será responsable de ningún tipo de pérdida, daño, reclamación o gasto, independientemente de su origen, incluidos los actos u omisiones negligentes, incluso si Siemens ha sido advertido de la posibilidad de tales daños. Nos reservamos el derecho a realizar cambios en estos documentos en cualquier momento y sin previo aviso.

Artículo nº. BT\_0173\_EN (Estado 01/2019)

[www.siemens.com/sinorix](http://www.siemens.com/sinorix)

Todos los derechos reservados. Todas las marcas utilizadas  
Son propiedad de Siemens o de sus respectivos propietarios.