

Innovando sistemas de energía para submarinos convencionales en beneficio de requerimientos operacionales

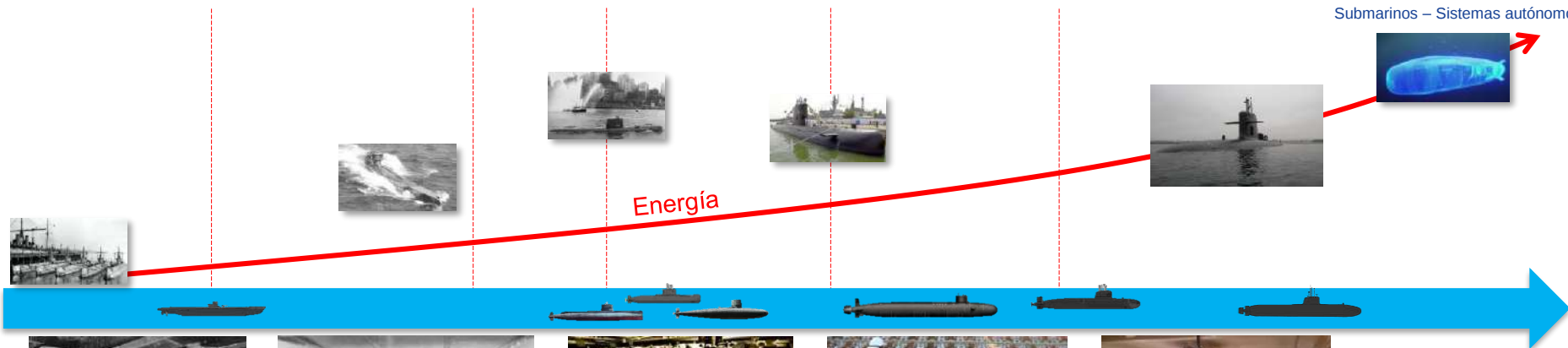
Cartagena de Indias

Anthony Covarrubias Castro
Submarine Business Development Senior Manager
Naval Group



INTRODUCCIÓN

Submarinos – Sistemas autónomos

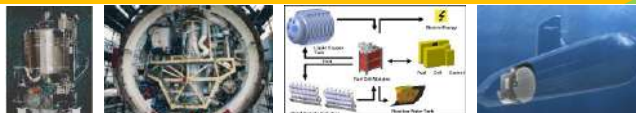


Energía



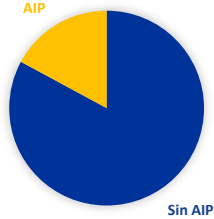
Evolución de baterías plomo-ácido

Ion-Litio



AIP como solución intermedia

Submarinos convencionales en servicio



100% SSK deben estar equipados de baterías



La batería sigue siendo la principal fuente de energía para submarinos convencionales

Misión típica de 50 días (batería plomo ácido + AIP)

Sólo batería (que puede ser cargada durante la misión)

Energía AIP disponible sólo 28% del tiempo

¿Cómo administrar esta energía a bordo?

Sólo batería (que puede ser cargada durante la misión)

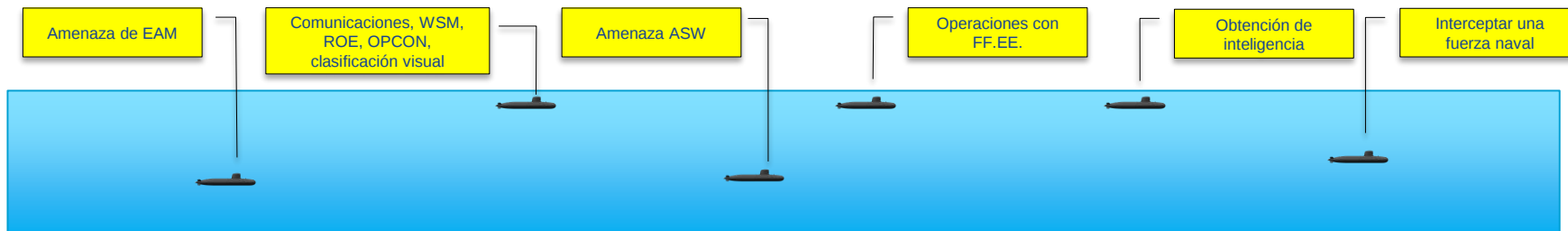
Energía AIP disponible
sólo 28% del tiempo

¿En qué momento utilizo esta energía?

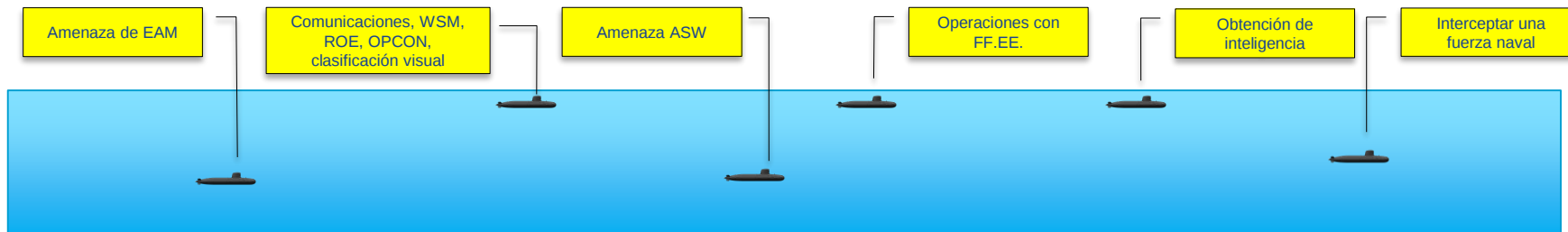
Uso operacional teórico



Vida operacional real: alta demanda para diferentes tipos de misiones → Movilidad táctica



Vida operacional real: alta demanda para diferentes tipos de misiones → Movilidad táctica



Una de las principales preocupaciones del Comandante de Submarino es la energía (capacidad de la batería para aproximar, cumplir la misión y evadir)

El empleo táctico del submarino, incluye la optimización de la energía

La tasa de indiscreción no es sólo un problema de especificación técnica

REQUERIMIENTOS OPERACIONALES

Los SSK han mejorado sus capacidades en sensores, armas, tipos de misión.

Incremento en tamaño, desplazamiento.

Fin del pequeño submarino en áreas de patrulla reducidas y baja velocidad.

Operaciones oceánicas.

Permanencia en la mar.

Ser capaz de enfrentar medios ASW modernos (superficie y aéreos).



Necesidad de mayor energía disponible



Necesidad de movilidad táctica



Reducir la tasa de indiscreción
Aumentar la autonomía sumergido

Nuestro principal objetivo: resolver la demanda de energía de un SSK moderno para una movilidad táctica creíble

EJEMPLO PARA LA REFLEXIÓN

La experiencia japonesa



SSK clase Oyashio
Baterías de plomo ácido



SSK clase Soryu



Evolución de baterías plomo-ácido

Ion-Litio

Baterías Ion-Litio

AIP como solución intermedia

NUEVA GENERACIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA PARA SSK

En los últimos tiempos, las tecnologías de **almacenamiento de energía** han experimentado un **notable avance**, especialmente en los sistemas de **baterías recargables de iones de litio**.

Esto se debe principalmente al mercado de la **movilidad eléctrica**, en el que los requisitos de **rendimiento y compacidad son cada vez mayores**.



NUEVA GENERACIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA PARA SSK

Una ventaja y al mismo tiempo un desafío de diseño en términos de desarrollo para nuestros futuros submarinos:



Una ventaja dada la **gran densidad de energía disponible** incrementando **significativamente las capacidades del SSK**.



Un desafío de diseño en términos de capacidad de desarrollo de nuevos productos para hacer frente a una **mejora tecnológica en progreso**.



NUEVA GENERACIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA PARA SSK

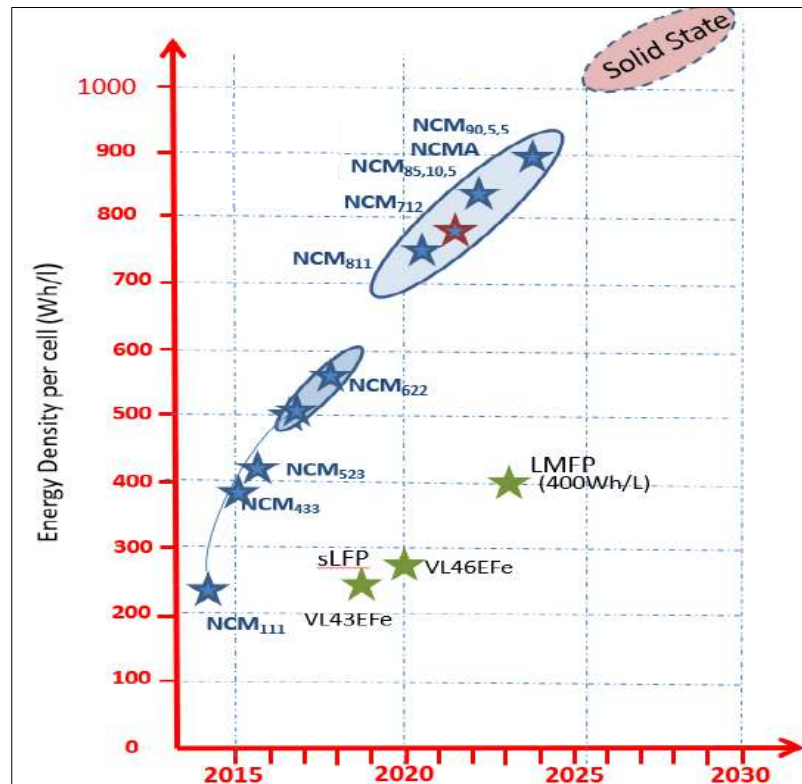
Hoja de ruta de la tecnología de celdas: un incremento de 4 a 5 veces de densidad de energía en los últimos diez años con NCM, pero:

Seguridad aún no suficiente para el ambiente de submarino

Hoy se privilegia desarrollar una mezcla entre LFP con NCM para una solución más segura (cátodo de química LMFP).

En el futuro, baterías de estado sólido podrán ser la solución ideal, combinando seguridad con capacidad.

NCM: Nickel Cobalt Manganese
NCMA: Nickel Cobalt Manganese Aluminium
LFP: Lithium Ferro Phosphate
LMFP: Lithium Manganese Ferro Phosphate



PRINCIPALES DESAFÍOS DE INTEGRACIÓN



Tecnología de baterías de Ion-Litio, fuertemente expandida en aplicaciones civiles

Gran cantidad de energía que debe ser almacenada, en comparación con aplicaciones civiles.

Una red eléctrica bien diseñada para el correcto funcionamiento y para soportar fallas.

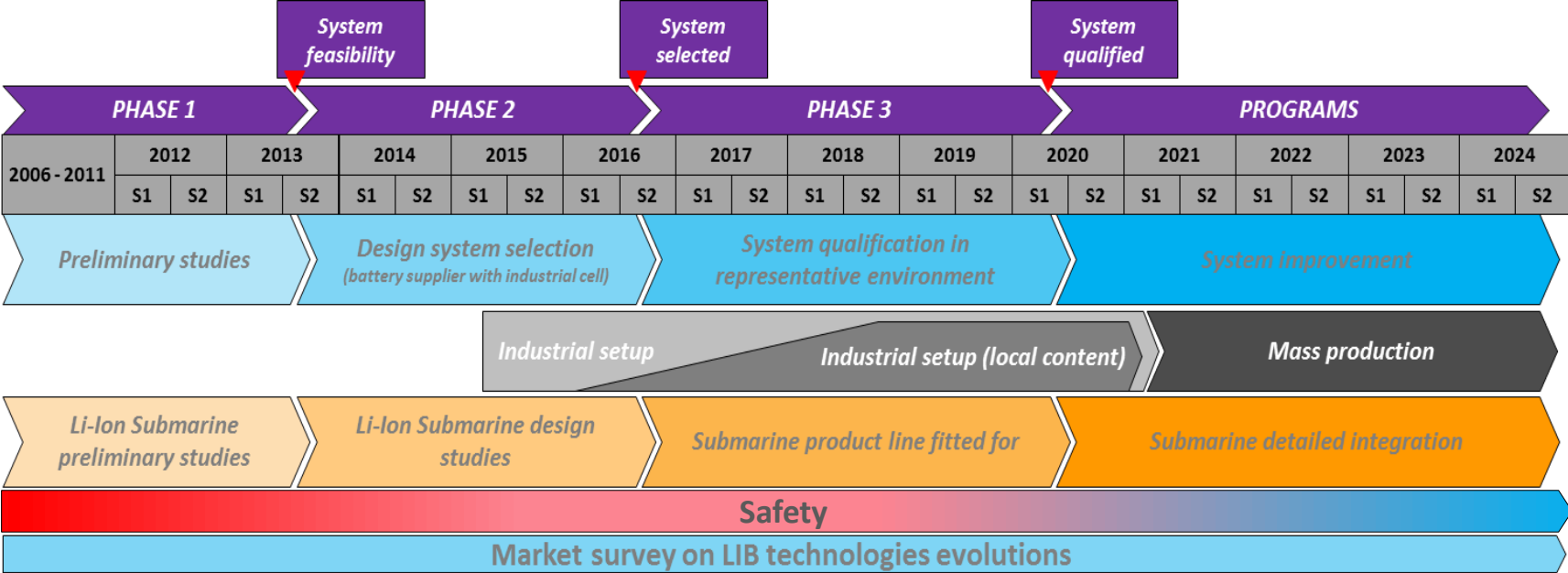
Mantener una capacidad de evolucionar y adaptarse al progreso de la tecnología.

Aspectos de seguridad propios del ambiente específico de un SSK.



NUESTRA INNOVACIÓN EN ION-LITIO

Hoja de ruta de la solución Ion-Litio:



NUESTRA INNOVACIÓN EN ION-LITIO

Desafío: integrar tecnología Ion-Litio en un submarino

- Ambiente complejo
- Requerimientos logísticos
- Gran cantidad de energía

Desarrollo incremental

Solución Ion-Litio de Naval Group:

- Integración de celdas en el pack → Alta densidad de energía
- Supervisión del Sistema de Baterías → Vigilancia de la batería
- Pruebas de calificación de no propagación → Efectuados con éxito
- Sistema de protección eléctrica → Optimización del sistema

Optimización de la arquitectura



Cell

- Lithium Iron Phosphate (LFP) => No hay producción de O₂ en caso de fuga térmica
- Dispositivo de interrupción de corriente => Corta la continuidad eléctrica en caso de descarga

Module

- Cells protección mecánica y térmica de “cells” (agresión interna y externa)

Pack

- Fusible en cada polaridad
- Extracción de gas de escape térmico

String

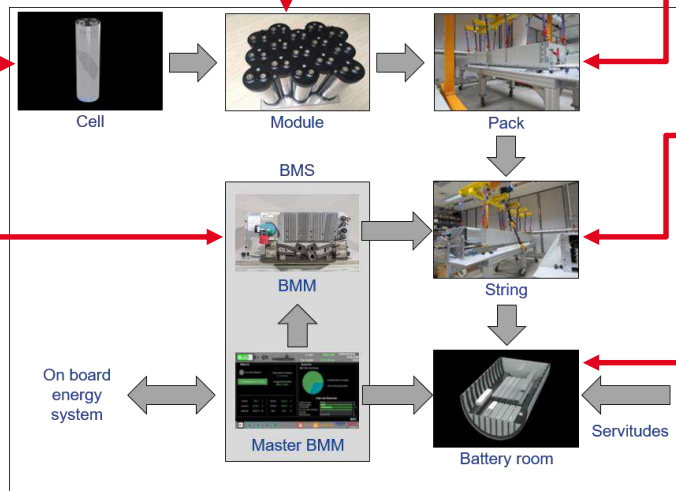
- Todas las funciones electrónicas de seguridad están integradas en su interior

Battery room

- Estanco, respetando las normas de seguridad sumergido

BMM

- Funciones instrumentadas de seguridad: conforme a la norma IEC 61508



PRUEBAS Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA

Proceso incremental para cada sub sistema

- Desde elemento básico a la configuración final
- Pruebas de no propagación



Pruebas funcionales

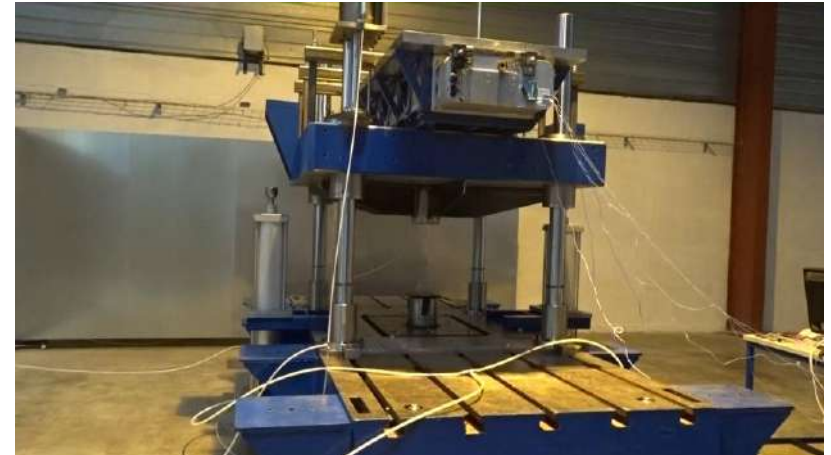
- Algoritmo de conexión de “string”
- Funciones de control y monitoreo : SOC, SOH, equilibrado ...
- Carga y descarga

Pruebas disfuncionales

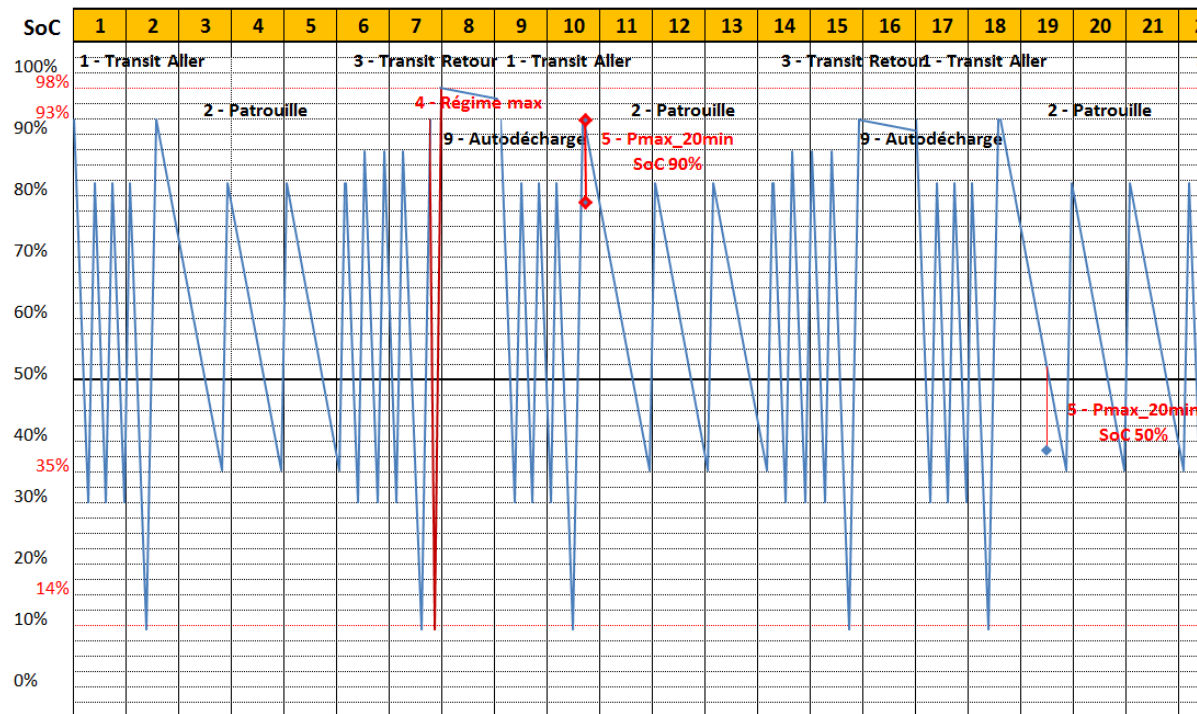
- Apertura del anillo de comunicación
- Pruebas de compatibilidad electromagnética (EMC)
- Corto circuitos en grupos de 10 “strings”
- Pruebas de choque y vibración

Pruebas de ciclado en progreso

- Configuración de 500V y 1kV
- Ciclos de C/D con perfiles operacionales
- Más de 60000 horas acumuladas de C/D



PRUEBAS Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA

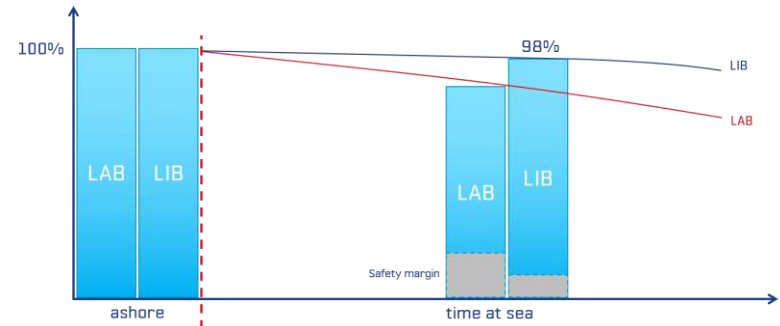


Probando perfiles operacionales

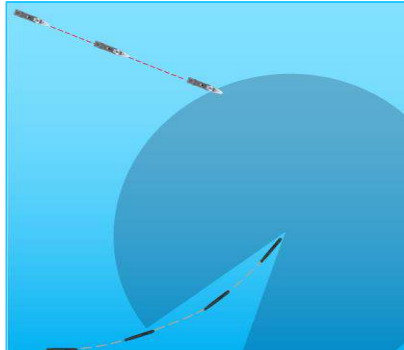
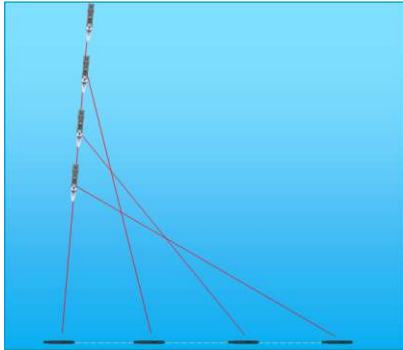
BENEFICIOS OPERACIONALES

No hay impacto en la capacidad durante la misión:

- Más energía disponible
- Aumento de la autonomía sumergido
- Reducción de la tasa de indiscreción



Velocidad máxima independiente de la capacidad remanente:



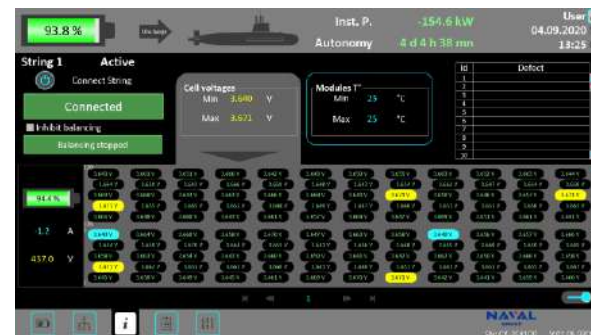
Necesidad de generar razón de cambio en demarcación para traqueo a larga distancia y favorecer TMA

Velocidad óptima de sonar, coherente con capacidad de sensores

Necesidad de interceptar una fuerza

Evasión de torpedo

NO OLVIDAR A LOS OPERADORES!



Hay que entregarles las herramientas que les permita explotar y mantener con seguridad un sistema de energía con confianza, en forma amigable e intuitiva



CONCLUSIONES

- El desarrollo de sistemas de energía para SSK debe responder a las necesidades operativas. En este caso, se trata de dotar a los submarinos modernos de la máxima **movilidad táctica**.
- Tras varios años de desarrollo y un proceso de **validación funcional y de seguridad fiable**, estamos listos para integrar baterías de Ion-Litio a bordo de submarinos.
- Las ventajas operativas ya superan a las de las baterías de plomo-ácido y se prevé que **evolucionen con el tiempo**.





Gracias por su atención