



EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y SU IMPLICACIÓN EN LA SEGURIDAD NACIONAL

Presentado por:
Capitán de Navío CG. DEM.
Juan Francisco Robles Camacho

(UNINDETEC MÉXICO)

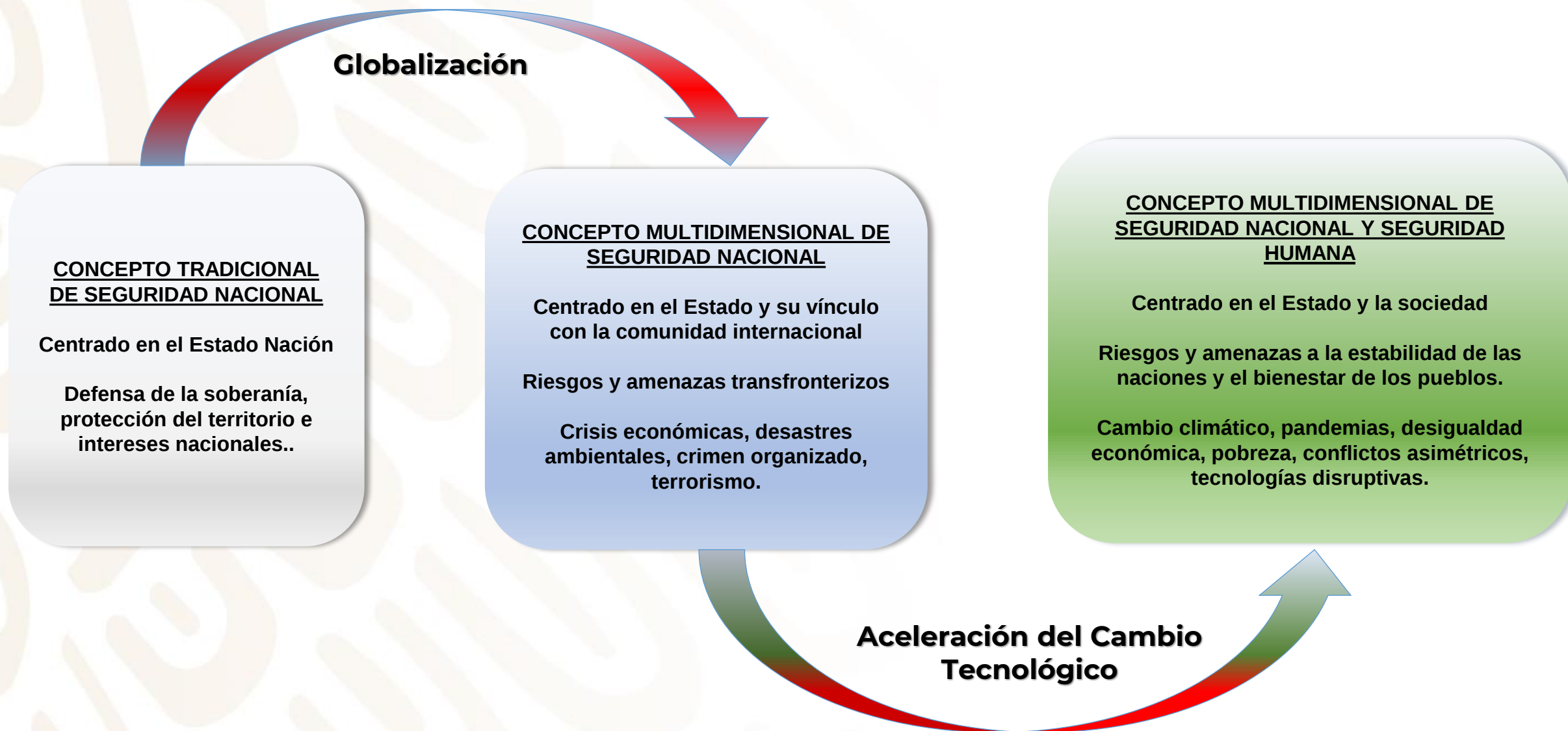
CONTENIDO

1. EVOLUCIÓN Y CONCEPTO DE SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA.
2. CONCEPTO DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.
3. OPERACIONES EN EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.
4. PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN EL AMBIENTE OPERACIONAL.
5. PRODUCTOS TECNOLÓGICOS DESARROLLADOS POR LA SEMAR PARA OEM.
6. RETOS DE SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA.
7. CONCLUSIONES.



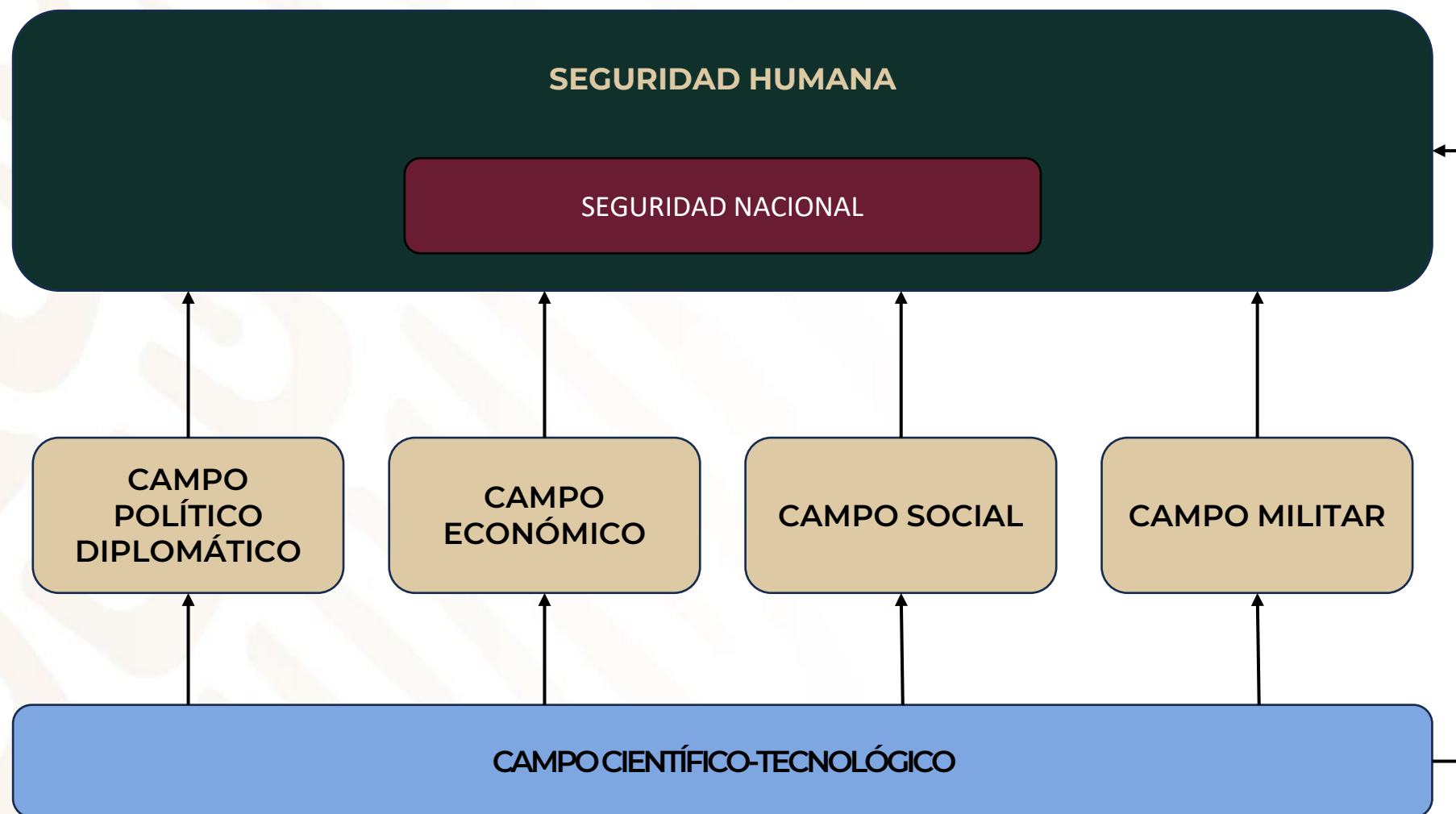


EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE SEGURIDAD NACIONAL





CONCEPTO MULTIDIMENSIONAL DE SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA



SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA

Seguridad Humana para bienestar de todas las sociedades:

- ❖ Orden Social
- ❖ Seguridad Alimentaria
- ❖ Salud
- ❖ Mayor riqueza económica
- ❖ Acceso al conocimiento
- ❖ Seguridad Ambiental

Seguridad Nacional para el fortalecimiento de los Estados Nación:

- ❖ Poder político
- ❖ Poder económico
- ❖ Poder social
- ❖ Poder militar
- ❖ Poder Científico-Tecnológico





PROBLEMÁTICAS DE SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA

Campo Político-Diplomático

- Orden geoestratégico global reconfigurado.
- Polarización Internacional.
- Desequilibrio de poder global.
- Cooperación internacional y multilateralismo comprometido.
- Descontento social con corrientes políticas.

Campo Económico

- Dependencia económica entre naciones.
- Rivalidad comercial entre EE.UU. y China.
- Disrupción significativa en el comercio global, el suministro de energía y los mercados de materias primas.
- Repliegue del capital hacia mercados considerados más seguros.
- Desaceleración económica a nivel global.

Campo Científico-Tecnológico

- Seguridad nacional y humana influenciada por avances tecnológicos.
- Competencia tecnológica entre EE. UU. y China.
- Conflictos actuales muestran la importancia de la ciberseguridad y el control de la información.
- Aceleración en la I+D de tecnologías emergentes (IA, Ciberseguridad y robótica).
- Dominio de la industria de los semiconductores.

Campo Social

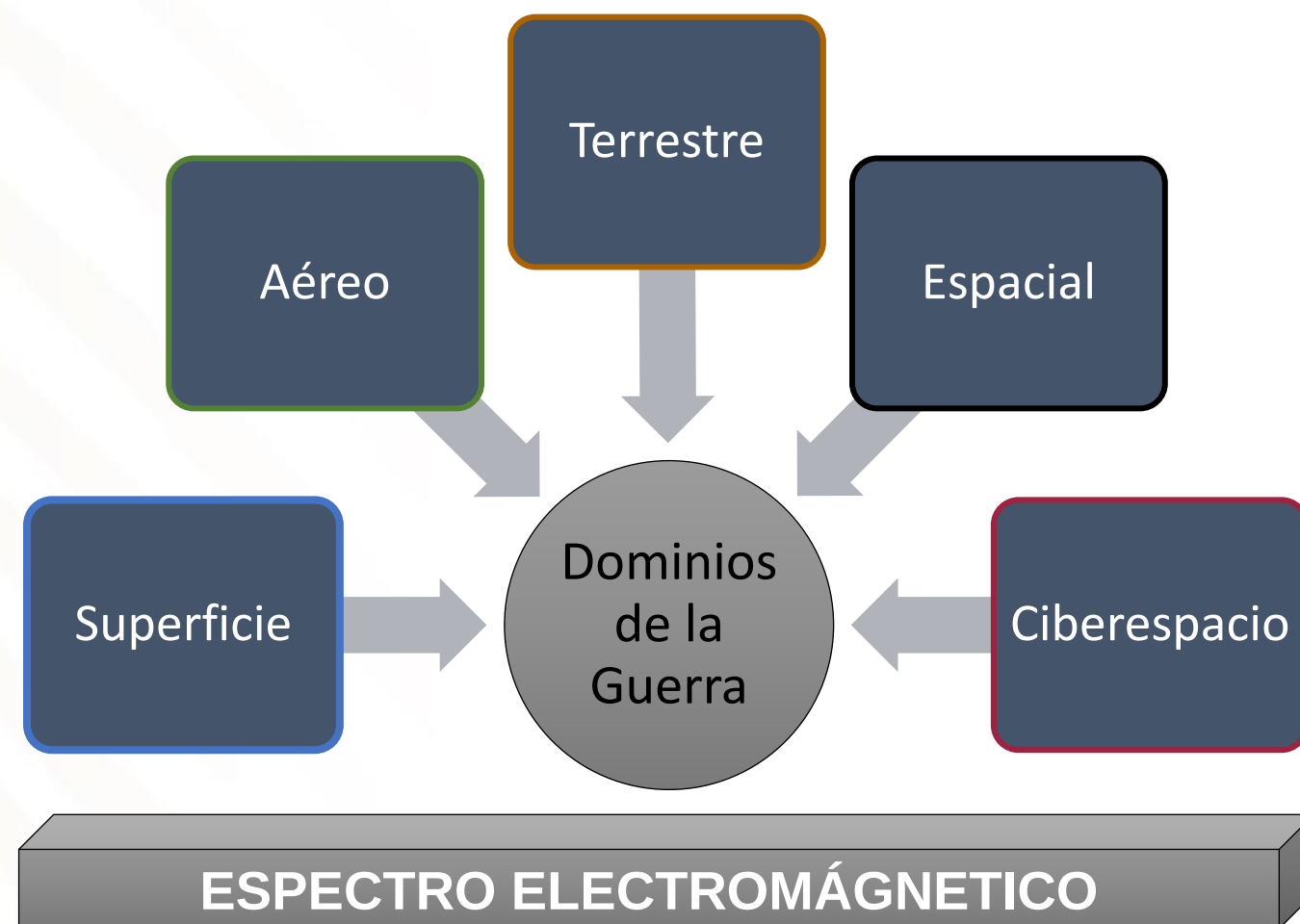
- Desplazamientos masivos de población.
- Crisis Humanitarias.
- Pobreza y desigualdad.
- Cambio Climático y degradación ambiental.
- Salud Pública.
- Inseguridad Alimentaria.
- Control social.

Campo Militar

- Conflictos armados y guerras civiles.
- Terrorismo internacional.
- Tensiones entre grandes potencias.
- Militarización del espacio y el ciberespacio.
- Carrera armamentista entre China y EE.UU., centrada en la inteligencia artificial.
- Amenaza Nuclear y de Armas de Destrucción Masiva.

DOMINIOS DE LA GUERRA MODERNA

- Entornos en los que se pueden realizar operaciones militares.
- Requiere estrategias, tecnologías, y tipos de unidades especializadas para operar eficazmente dentro de su entorno específico.
- Actualmente implica operaciones conjuntas entre dominios para lograr objetivos estratégicos, operacionales y tácticos.
- Son complejos y dependientes de la tecnología, requiere el uso de sistemas integrados.
- El Espectro Electromagnético no se considera un dominio de guerra por varias razones claves:
 1. Integración Transversal
 2. Soporte a las Operaciones
 3. Naturaleza Ubicua
 4. Doctrina y clasificación



CONCEPTO DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

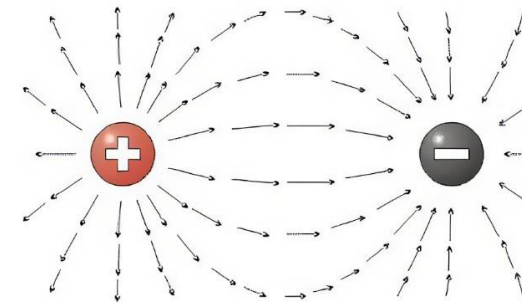
- **James Clerk Maxwell** (1865), creó el concepto de **campo electromagnético** y sentó las bases de la **teoría electromagnética**.
- La **radiación electromagnética** es una **forma de energía emitida y absorbida** por partículas cargadas, con propiedades eléctricas y magnéticas específicas.
- El **rango de longitudes de onda** correspondiente a esta radiación se denomina **espectro electromagnético**.

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

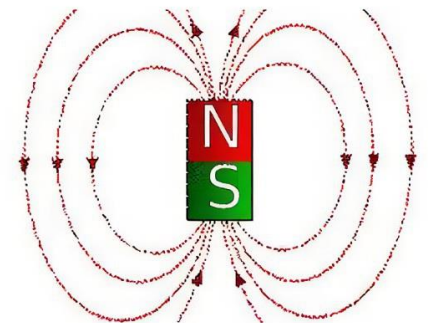
$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$



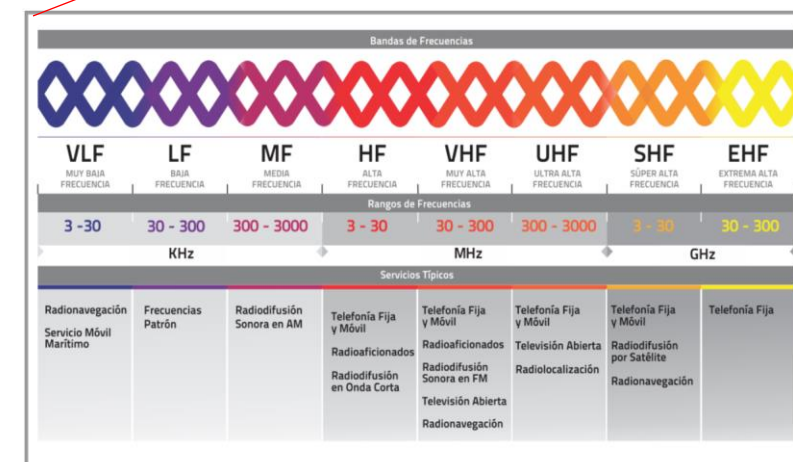
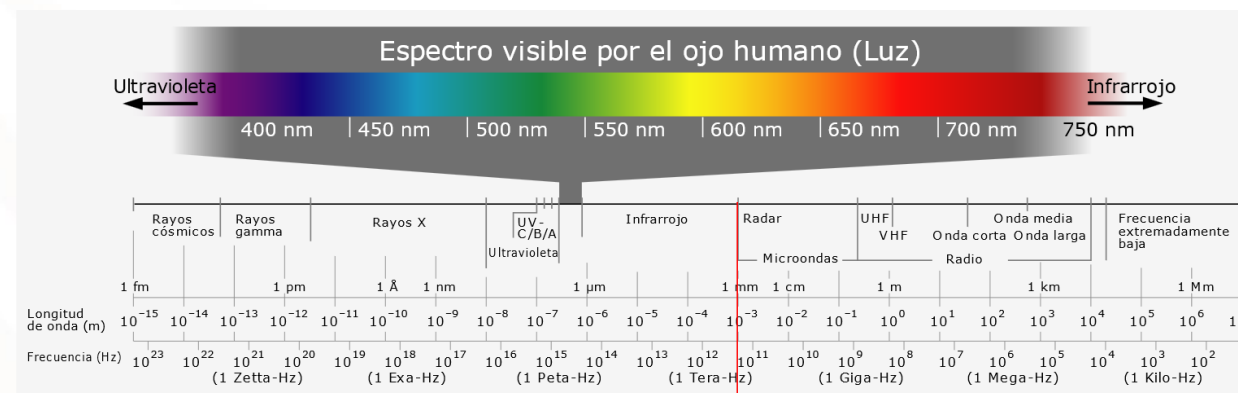
Campo Eléctrico



Campo Magnético

DEFINICIÓN DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO (EEM)

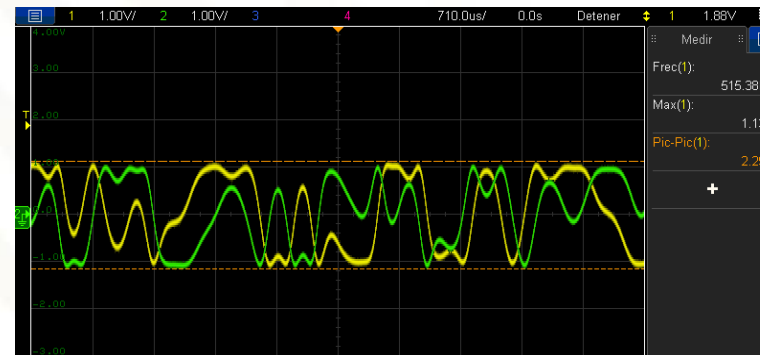
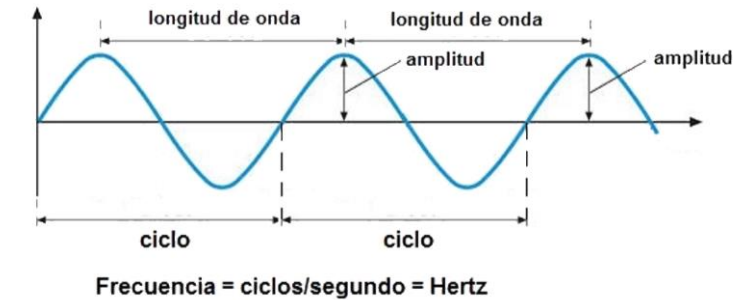
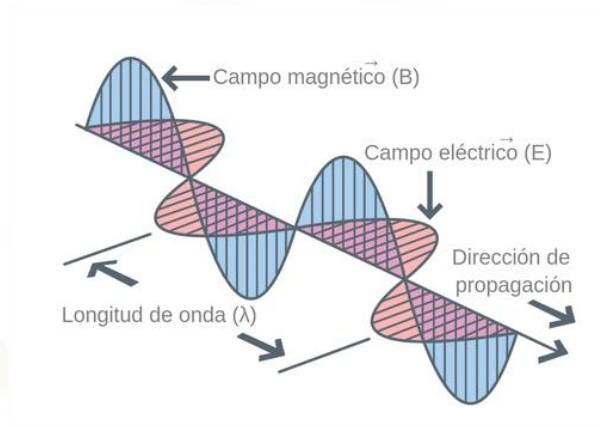
- **Espectro Electromagnético (EEM):** rango de todas las longitudes de onda o frecuencias de la radiación electromagnética, incluyendo desde las ondas de radio, pasando por las microondas, la luz visible, los rayos ultravioleta, los rayos X, hasta los rayos gamma.
- La **radiación electromagnética** puede ser producida por fuentes naturales o por fuentes artificiales.
- Se propaga a través del espacio, el aire y, en algunos casos, materiales sólidos en forma de ondas.



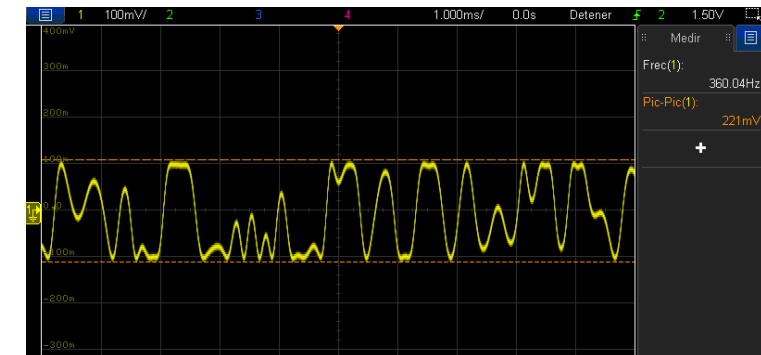
Fuente: <http://www.conatel.gob.mx/espectro-radioelectrico/>

VARIABLES FUNDAMENTALES DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

1. Longitud de Onda (λ)
2. Frecuencia (f)
3. Velocidad de Propagación (v)
4. Amplitud
5. Energía (E)
6. Polarización



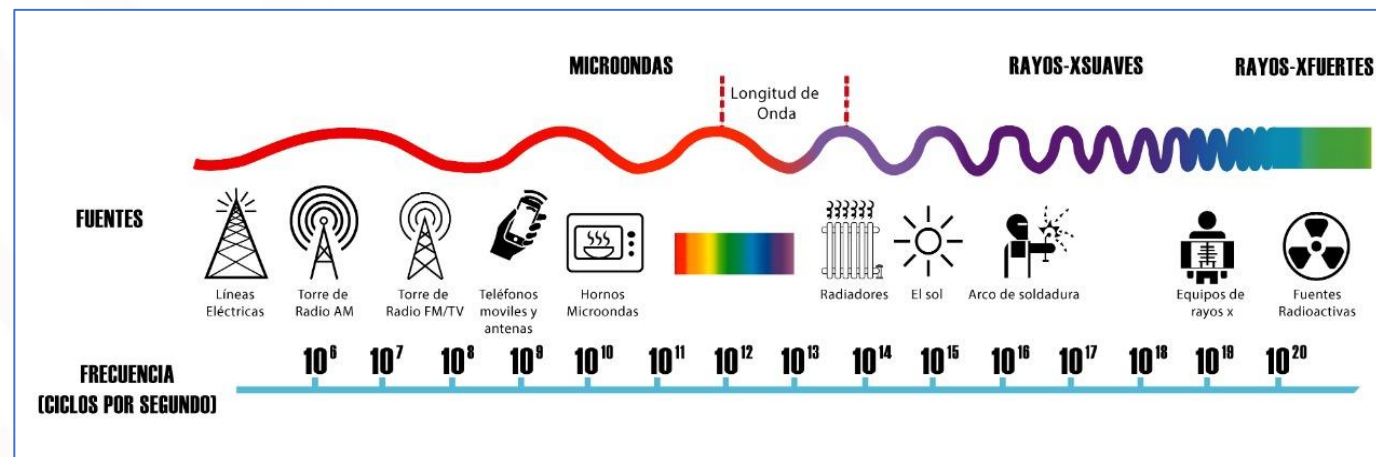
Señal I/Q



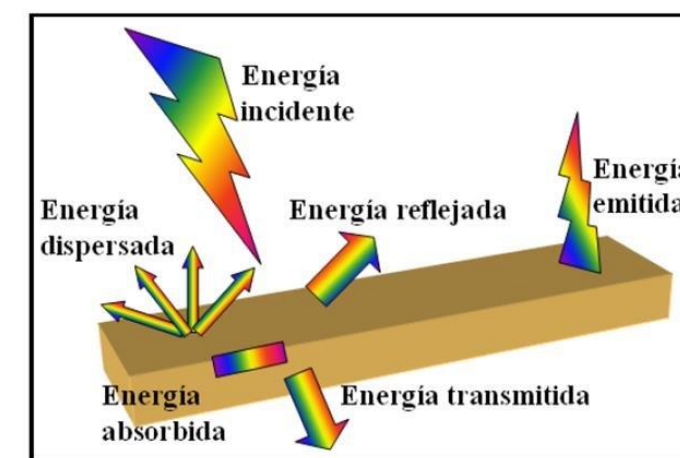
Señal demodulada

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

1. Rango de Longitud de Onda y Frecuencia
2. Diversidad de Radiaciones
3. Interacciones con la Materia
4. Naturaleza Dual
5. Espectro Continuo
6. Velocidad de Propagación
7. Generación y Detección
8. Aplicaciones
9. Absorción por la Atmósfera



Fuente: https://portalespectro.ane.gov.co/Style%20Library/ane_master/que-es-el-espectro-radioelectrico.aspx

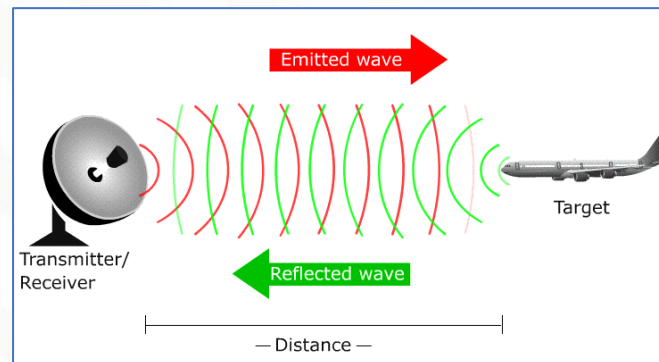


APLICACIONES DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

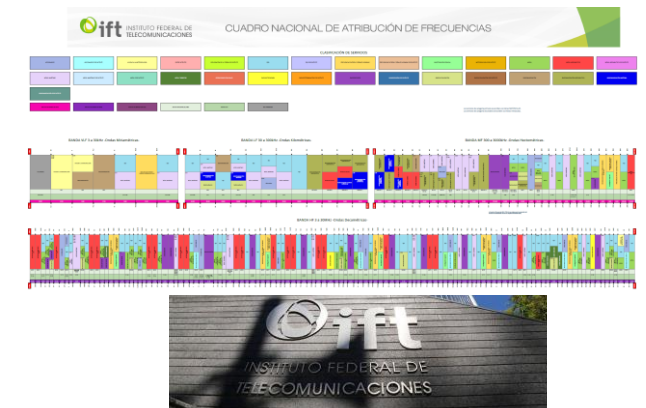
1. Comunicaciones
2. Radar y Vigilancia
3. Guerra Electrónica
4. Seguridad de Infraestructuras críticas
5. Espionaje y contrainteligencia
6. Normativa y gestión del espectro



Fuente: <https://global-strategy.org/el-valor-estrategico-de-las-operaciones-electromagneticas/>



Fuente: <https://www.electricalibrary.com/2018/05/06/como-funciona-o-radar/>



QUIEN REGULA EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



Unión Internacional de
Telecomunicaciones
(UIT)



Sector de
Radiocomunicaciones
(UIT-R)



México
Instituto Federal de
Telecomunicaciones
(IFT)



Américas
Comisión Interamericana de
Telecomunicaciones
(CITEL)



Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

¿Qué es el CNAF?

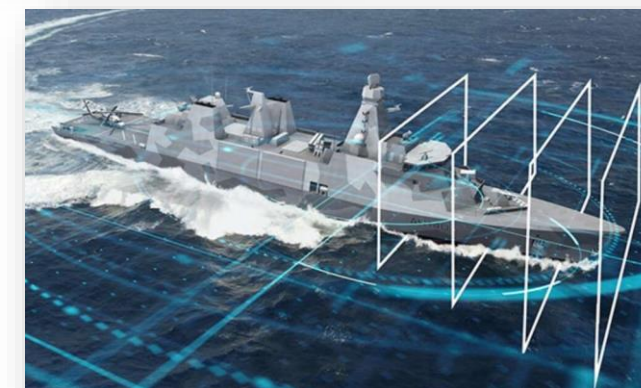
Disposición que indica los servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida una determinada banda de frecuencias del Espectro Radioeléctrico e información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencias

SUPERIORIDAD EN EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La superioridad en el espectro electromagnético (EEM) en una era de gran competencia entre potencias se destaca como un aspecto crítico para mantener la ventaja militar y la seguridad nacional.

Puntos claves para superioridad en el EEM:

1. Reconocimiento de la importancia del EEM
2. Inversión enemiga en tecnología de EEM
3. Necesidad de Tecnologías Innovadoras
4. Ventaja estratégica del EMS
5. Asimetría e inversión
6. Capacidades persistentes en el EEM
7. Reconocimiento del EMS como Espacio de Batalla



OPERACIONES EN EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO (OEM)

Las OEM son actividades militares diseñadas para aprovechar el espectro electromagnético (EEM) con el objetivo de obtener una ventaja táctica o estratégica sobre un adversario.

Las OEM incluyen, pero no se limitan a las siguientes áreas:

- Guerra Electrónica (EW)
- Gestión del EEM
- Operaciones de Información (IO)
- Ciberguerra
- Inteligencia Electrónica (ELINT)
- Inteligencia de Señales (SIGINT)
- Medidas de Control Electrónico (ECM)
- Medidas de Apoyo Electrónico (ESM)
- Medidas de Protección Electrónica (EPM)





PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN EL AMBIENTE OPERACIONAL DEL EEM





PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN EL AMBIENTE OPERACIONAL DEL EEM



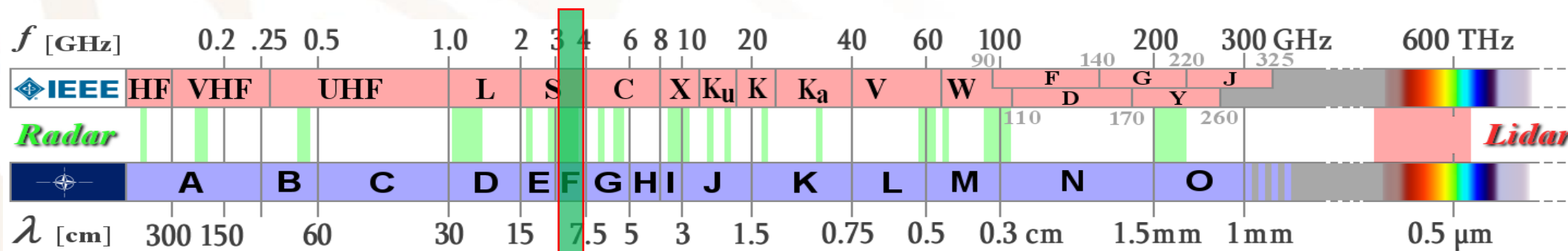
PRODUCTOS TECNOLÓGICOS DESARROLLADOS POR LA SEMAR PARA OEM

Ámbitos de Aplicación:

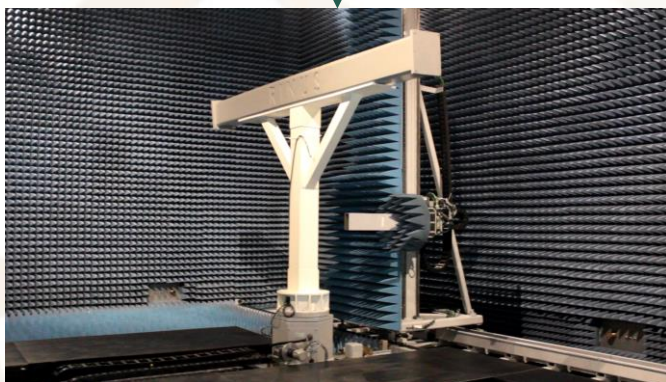
- ❖ Seguridad Nacional
- ❖ Seguridad Pública
- ❖ Protección Civil



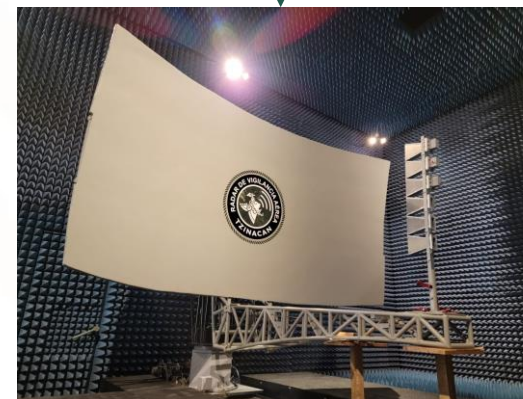
RADARES DE VIGILANCIA



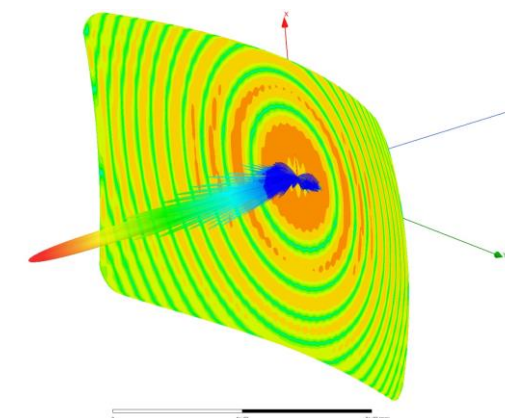
Banda "S" a 3.1 - 3.2 GHz.



RADAR INSTITUCIONAL DE NAVEGACIÓN PARA UNIDADES DE SUPERFICIE Y VIGILANCIA COSTERA (RINUS y RIN-VM).



RADAR DE VIGILANCIA AÉREA TZINACAN 200 "Plus" (TZ-200 "+")



RADARES DE VIGILANCIA

Módulos generales desarrollo de radares :

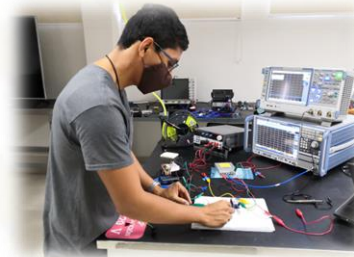
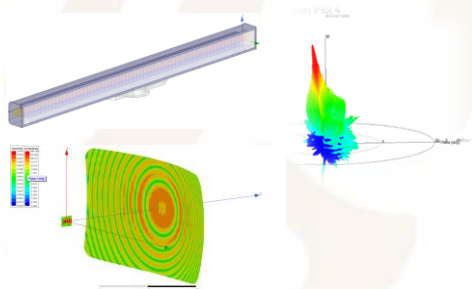
ANTENAS

RADIO-FRECUENCIA

PROCESAMIENTO
DE SEÑALES EN FPGA

MECATRONICA Y
CONTROL

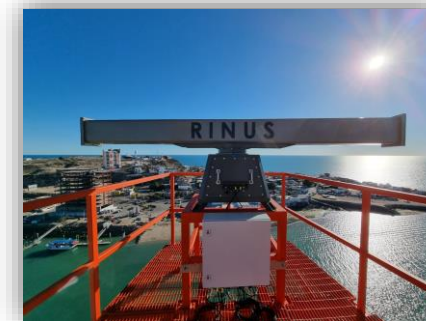
SOFTWARE DE
DESPLIEGUE Y
SEGUIMIENTO



RADAR AÉREO TINACAN-200+



RADAR DE VIGILANCIA MARÍTIMA RINUS

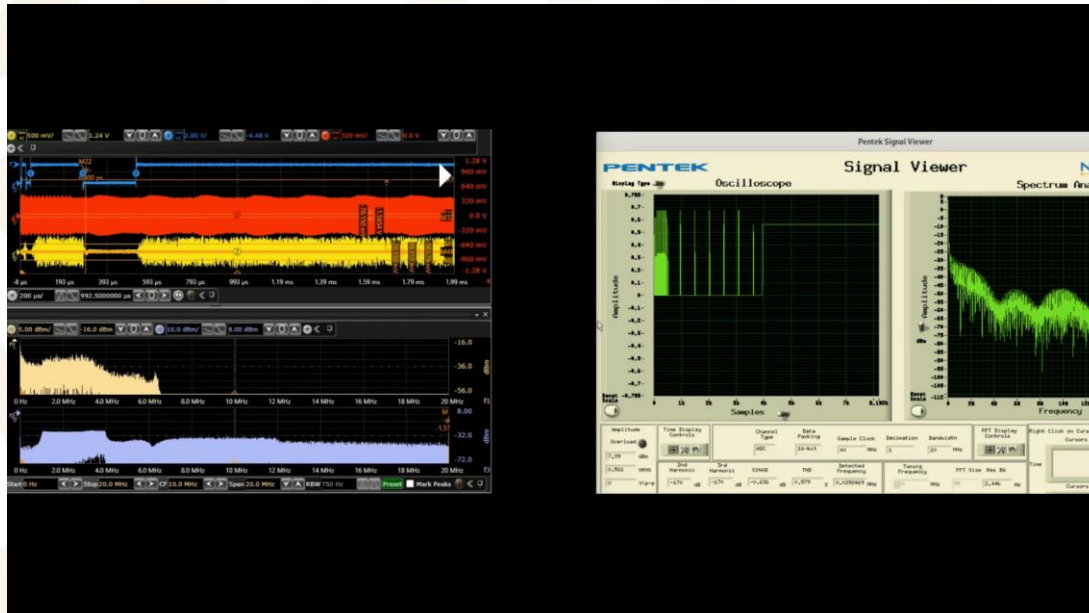




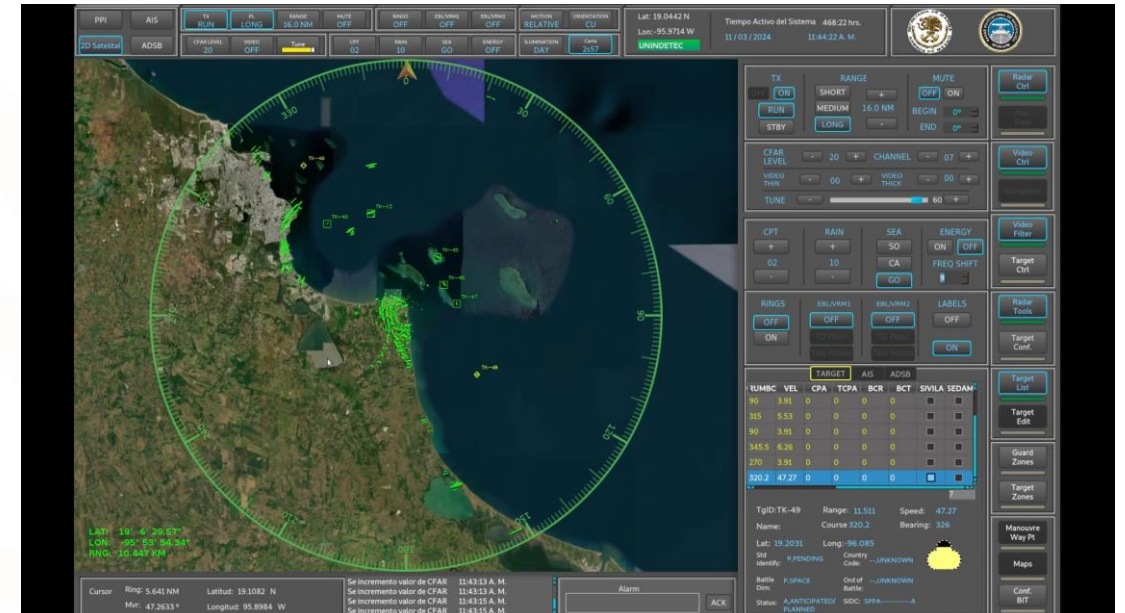
EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y SU IMPLICACIÓN EN LA SEGURIDAD NACIONAL



RADARES DE VIGILANCIA



PROCESAMIENTO DE PULSOS DE RADAR



DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN

LOS DRONES Y SU USO POR LA DELINCUENCIA ORGANIZADA Y FUERZAS REGULARES

Tácticas:

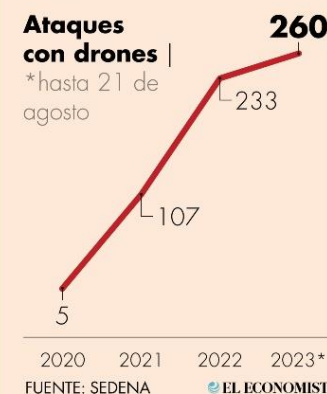
- **Ataques:** Los drones se utilizan para lanzar explosivos o municiones contra las fuerzas armadas.
- **Vigilancia:** Los drones se utilizan para espiar las posiciones y movimientos de las fuerzas armadas.
- **Transporte:** Los drones se utilizan para transportar drogas, armas y otros materiales.

Tipos de drones utilizados:

- **Drones comerciales:** Estos drones son relativamente fáciles de adquirir y operar.
- **Drones modificados:** Estos drones se modifican para aumentar su alcance, capacidad de carga o capacidad de ataque.
- **Drones caseros:** Estos drones son contruidos por la delincuencia organizada con materiales disponibles en el mercado.

Se intensifican

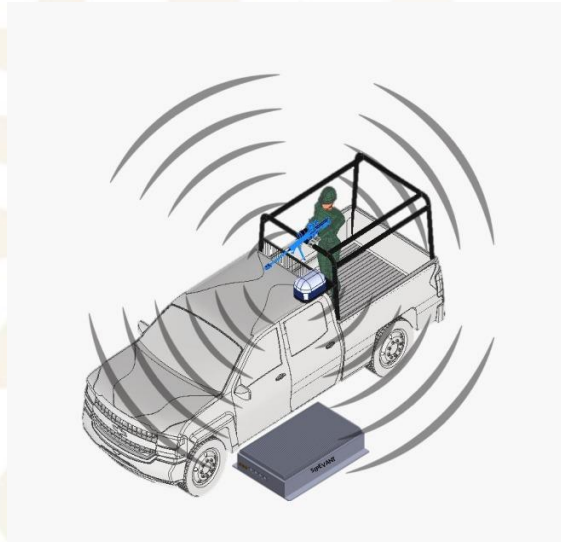
Los ataques con drones por parte del crimen organizado se han incrementando abruptamente desde el 2020.



Ataque con Drones en México

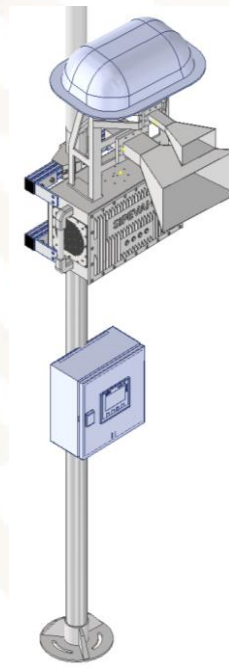


SISTEMA DE PERTURBACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS



SIPEVANT MÓVIL

Para protección a
unidades terrestres
móviles



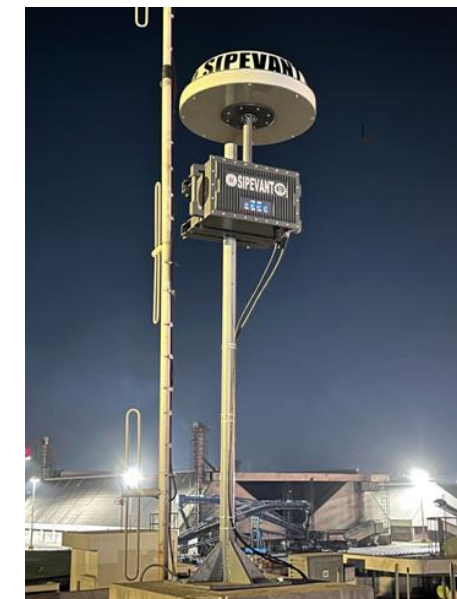
SIPEVANT DIRECCIONAL

Para protección
controlada y dirigida
en polígonos
navales o áreas
estratégicas



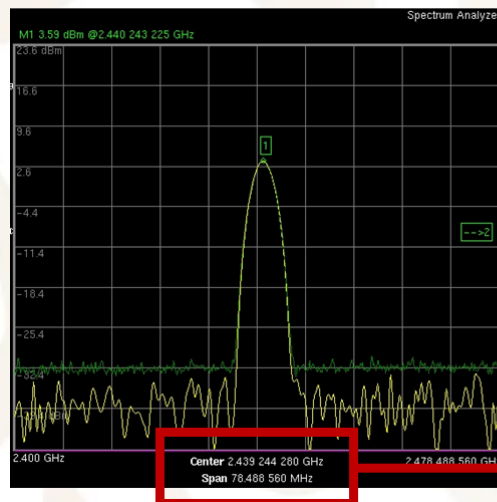
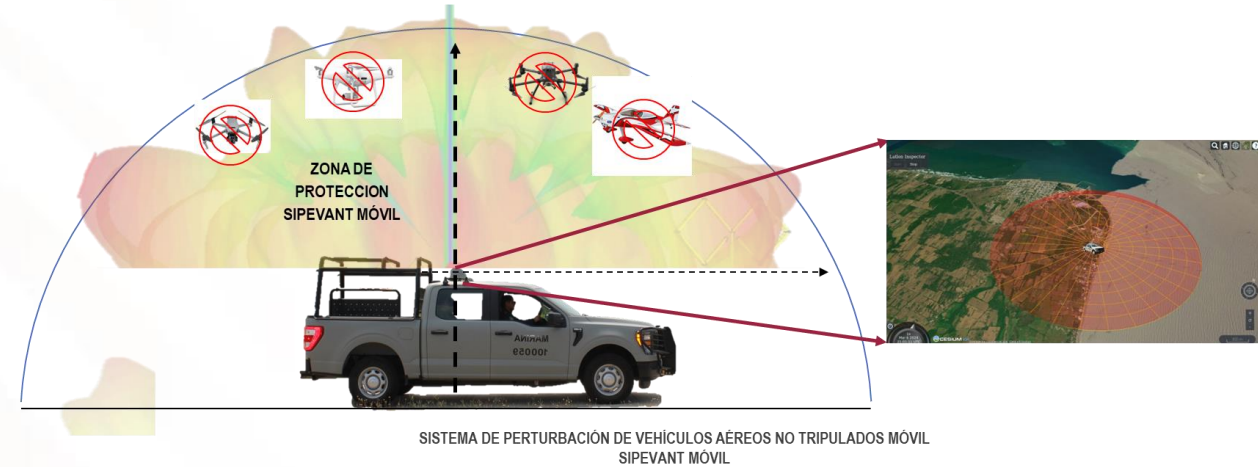
SIPEVANT OMNIDIRECCIONAL

Para protección a
edificios estratégicos

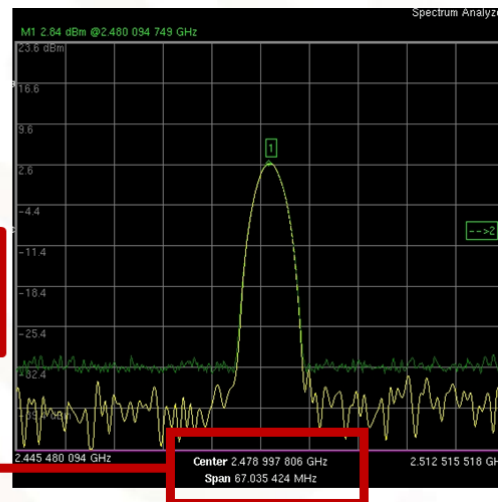


SISTEMA DE PERTURBACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS

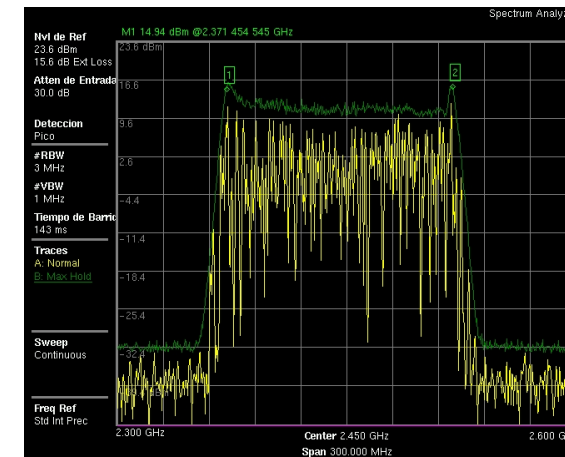
Diagrama a Bloques Sistemas JAMMING contra Drones



Salto de frecuencia de los drones



Señal de perturbación generada



Frecuencia Perturbada 2.4 GHz con 100 MHz de ancho de banda



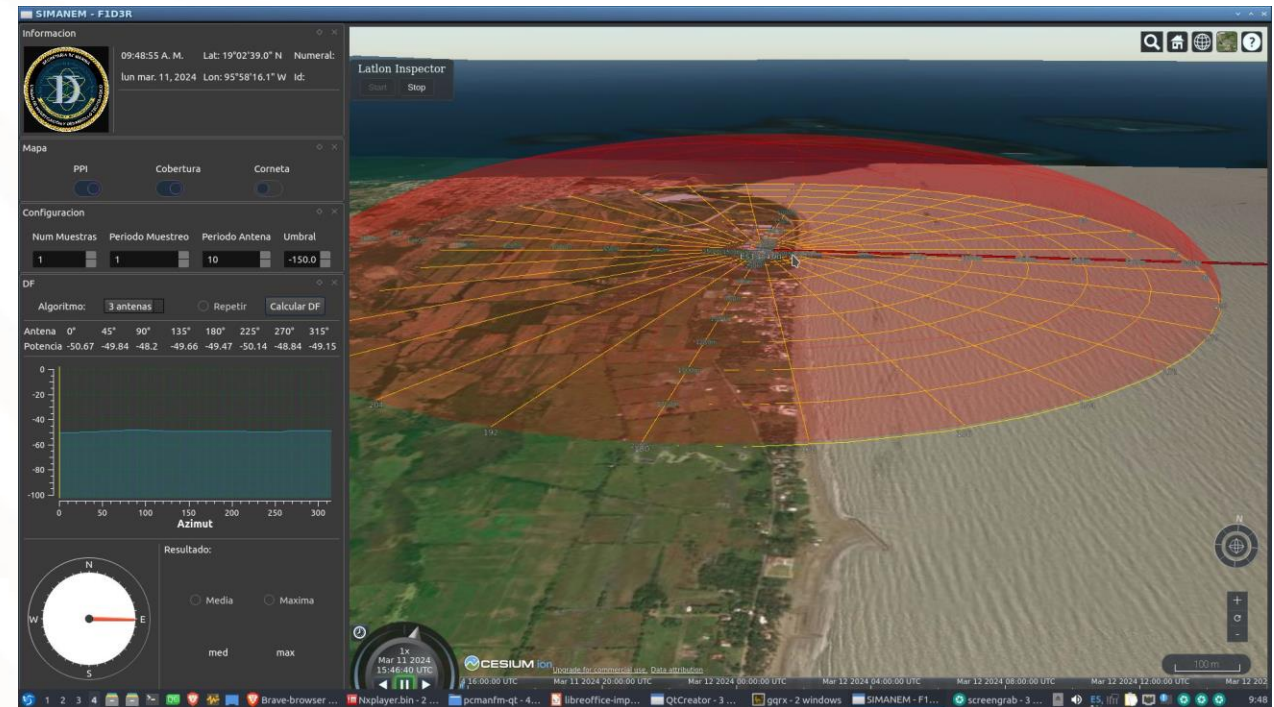
SISTEMA DE PERTURBACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS



SISTEMA DE MONITOREO Y ANÁLISIS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



Arreglo de antenas en 8 segmentos que permiten detectar la presencia de dron por una traza electromagnética.

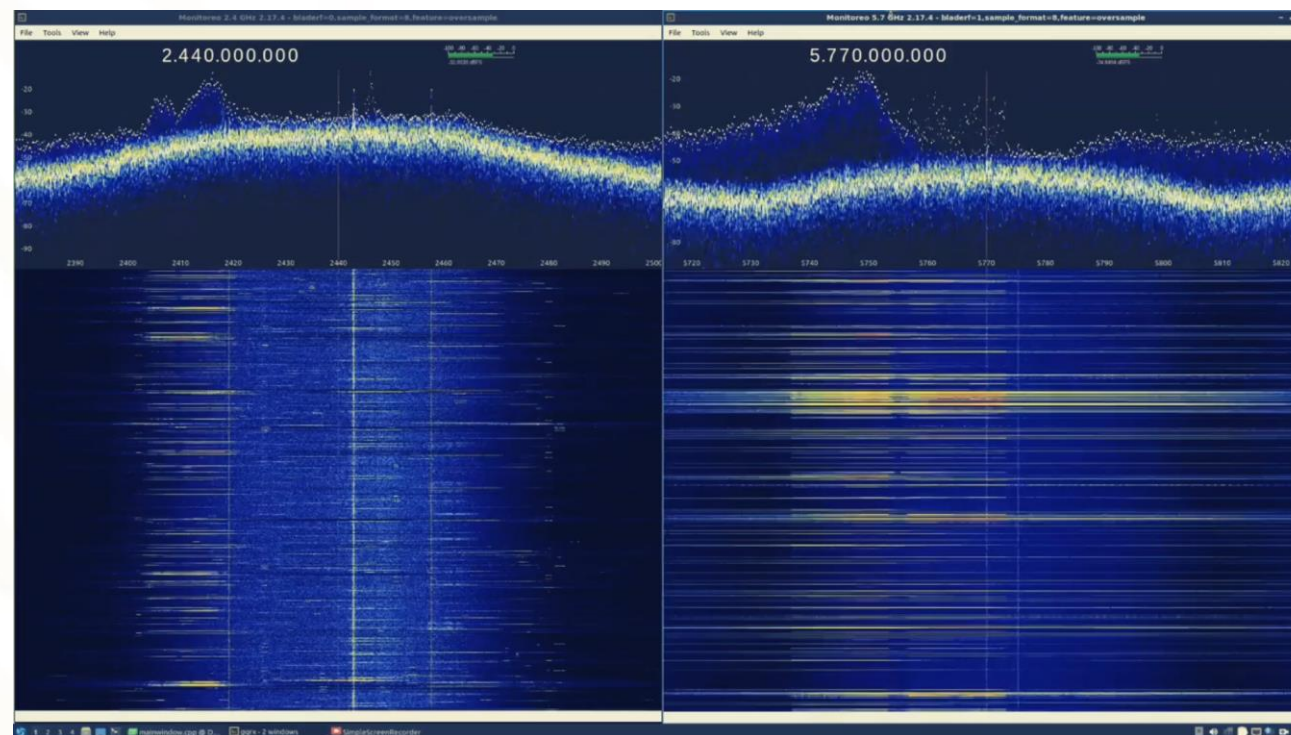
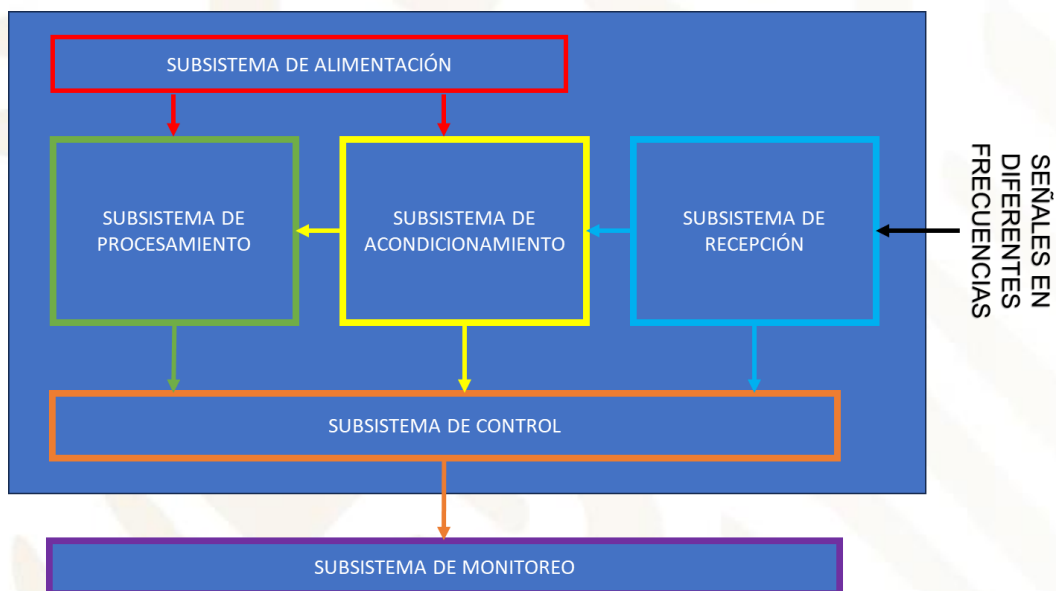


Línea de marcación electromagnética que indica la ubicación de una frecuencia detectada, como las frecuencias utilizadas por los drones.

BARRIDO DE FRECUENCIAS:

400 Mhz. a 6 GhZ.

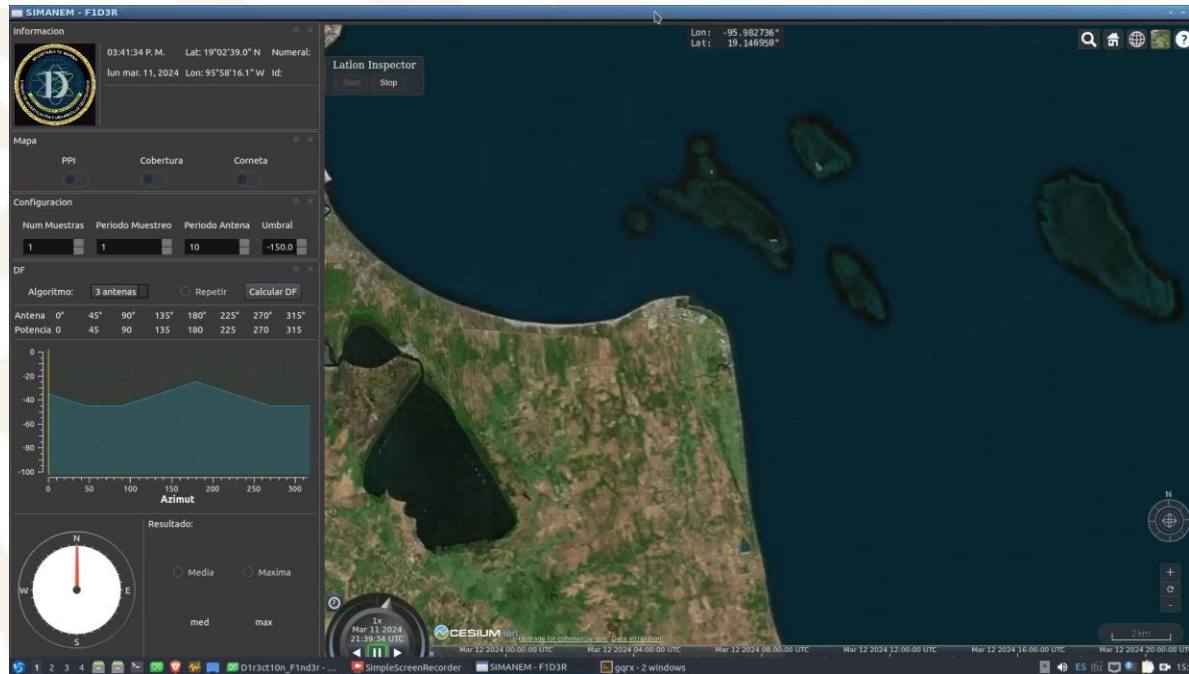
SISTEMA DE MONITOREO Y ANÁLISIS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



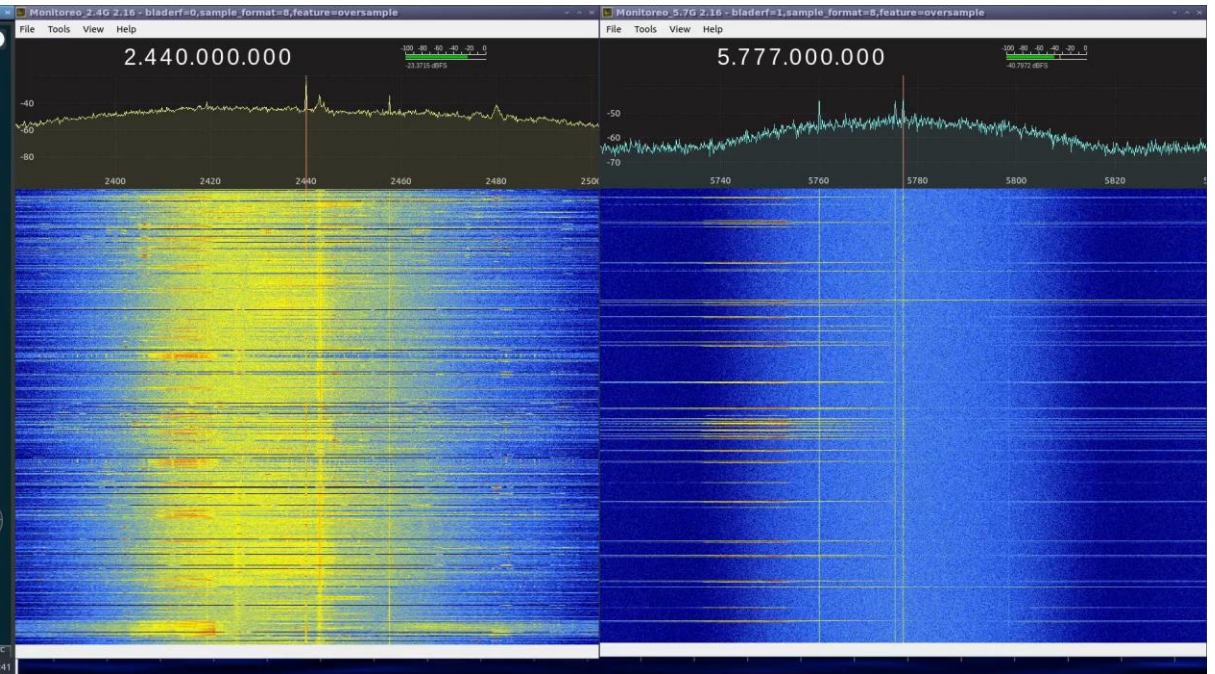


SISTEMA DE MONITOREO Y ANÁLISIS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Obtención de línea de marcación electromagnética



Barrido del EEM en 2.4 y 5.7 Ghz.

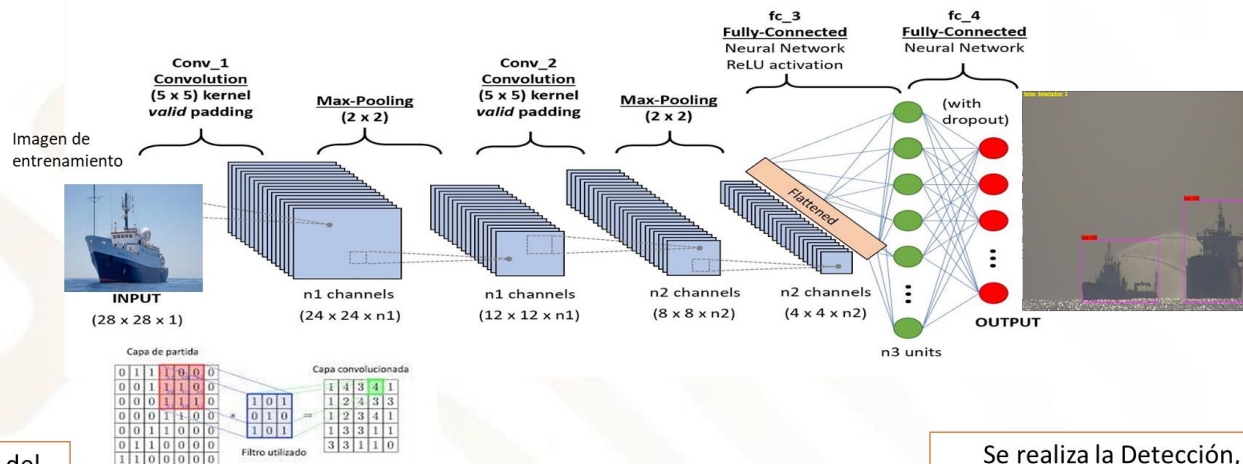


SISTEMA DE VIGILANCIA CON IA Y VISIÓN COMPUTACIONAL

Sensor Electro
Óptico



Redes Neuronales Convolucionales-CNN



A partir del sensor electro óptico

Se usan una data set de entrenamiento a la CNN

Se realiza la Detección, identificación y reconocimiento del objeto deseado

Datos de Entrenamiento

Detección de Drones



Vigilancia Marítima



Vigilancia Costera



RADIO DE COMUNICACIÓN MEXICANO

Funcionalidades de los Radios Vírgula:

1. Basado en Estándares Internacionales APCO P25
2. Comunicación Voz y datos, con troncalización digital APCO P25, FDMA Fase 1 y TDMA Fase 2.
3. Operación de radio digital troncalizado
4. Encriptación de datos AES 256
5. Frecuencias de operación 800 Mhz. (UHF)
6. Potencia de transmisión 3 watts (portátil) y 15 watts (semiportátil).
7. GPS integrado.
8. Alcance 5.0 km., línea de vista en modo convencional.
9. Cobertura nacional en modo de red troncalizada.

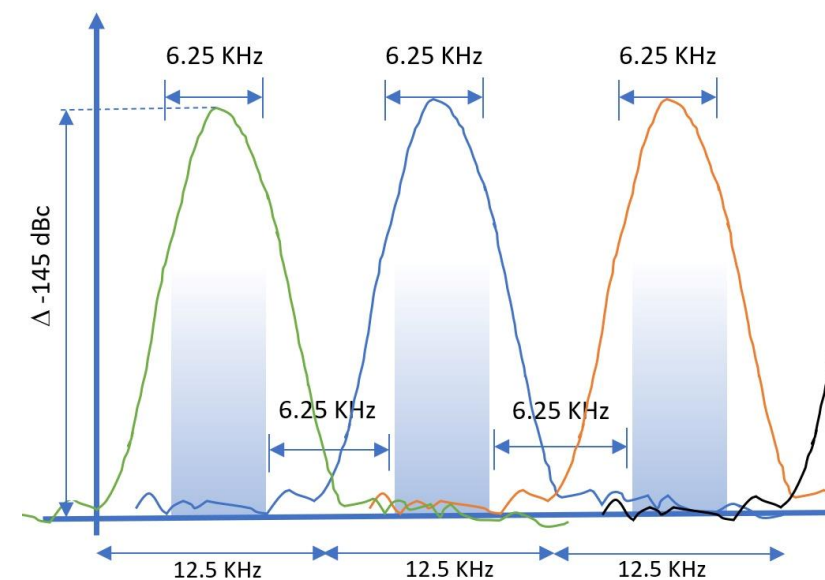
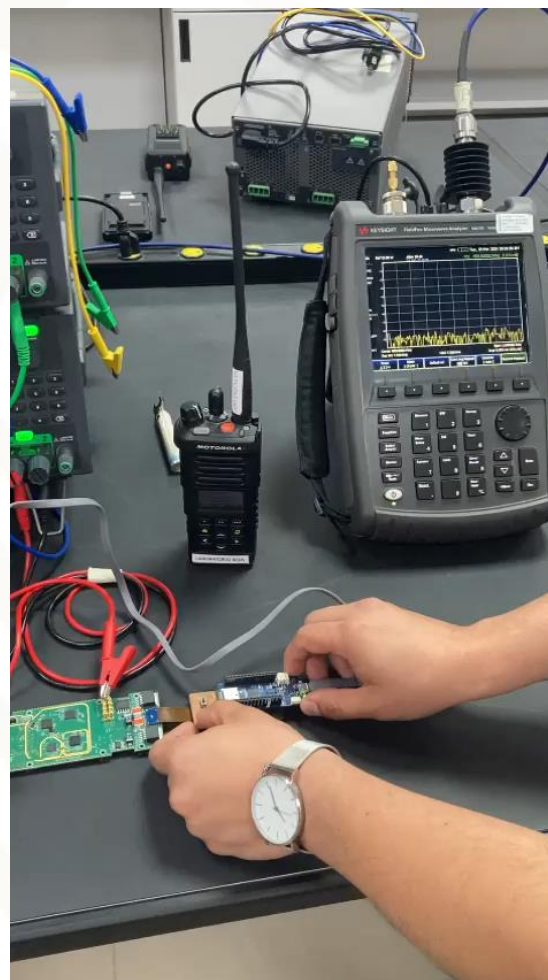
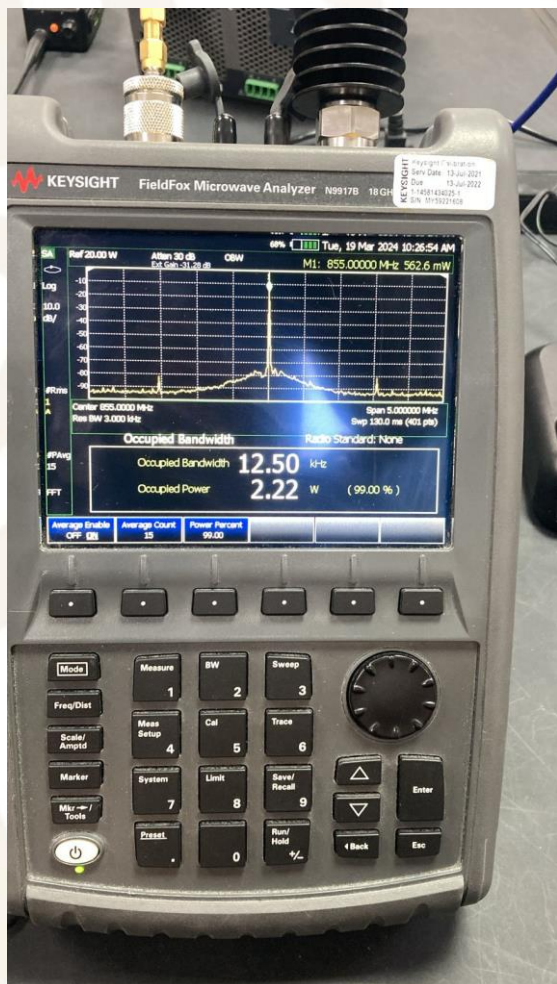


Radio Portátil

Radio Vehicular/Base



RADIO DE COMUNICACIÓN MEXICANO





RETOS DE SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA EN EL USO DEL EEM

Político-Diplomático

- ✓ Armonización Internacional
- ✓ Políticas de uso compartido
- ✓ Políticas de I+D para producción tecnología encaminadas a la superioridad en el EEM.
- ✓ Protección del EEM.
- ✓ Establecimiento de una gobernanza efectiva de EEM.

Social

- ✓ Asegurar el acceso equitativo a este recurso crítico.
- ✓ Proteger la salud y el bienestar público frente a posibles riesgos asociados con la exposición a radiaciones electromagnéticas.
- ✓ La educación y la conciencia pública sobre el uso y la gestión del espectro.
- ✓ Fomentar la cooperación internacional para enfrentar desafíos compartidos y aprovechar oportunidades en el ámbito global.

Económico

- ✓ Maximizar el beneficio neto social
- ✓ Incluir explícitamente factores económicos como el costo de oportunidad o incentivos para conservar el espectro
- ✓ Evaluación económica de tecnologías de gestión del espectro
- ✓ Uso de métodos tecnoeconómicos para la asignación del espectro
- ✓ capacidad económica para mantener el ritmo con los avances tecnológicos de los adversarios
- ✓ interés creciente del sector privado en frecuencias tradicionalmente reservadas para uso militar



RETOS DE SEGURIDAD NACIONAL Y SEGURIDAD HUMANA EN EL USO DEL EEM

Militar

- ✓ Necesidad de mantener la interoperabilidad entre los distintos servicios militares,
- ✓ Asegurar la capacidad de adaptarse a los avances tecnológicos de potenciales adversarios,
- ✓ Tecnología 5G ha incrementado la demanda por diversas bandas de frecuencia, lo que podría interrumpir las operaciones militares
- ✓ Anticipar las necesidades futuras del espectro tanto para usuarios comerciales como militares
- ✓ Entendimiento y gestión del entorno electrónico del campo de batalla
- ✓ Capacitación de los efectos y factores que afectan el uso del EEM.

Científico Tecnológico

- ✓ Tecnologías innovadoras para el uso eficiente del espectro.
- ✓ Rápido desarrollo de nuevas tecnologías plantea desafíos en cuanto a la asignación y gestión del espectro
- ✓ Diseño EEM y las prácticas de pruebas rigurosas son necesarias para prevenir problemas de interferencia
- ✓ proteger la privacidad de los usuarios
- ✓ Proliferación de dispositivos inalámbricos y la infraestructura asociada plantea preocupaciones sobre el impacto ambiental

CONCLUSIONES

- Desarrollar estrategias encaminadas a mantener el control y la superioridad en el EEM.
- Establecer una gobernanza efectiva del EEM.
- Incrementar investigaciones para determinar los efectos de la radiación electromagnética en la salud y deterioro del medio ambiente.
- Evolucionar hacia infraestructuras para OEM ágiles, integradas y seguras.
- Incrementar la preparación total de la fuerza en OEM.
- Incrementar la I+D+i propio en tecnologías emergentes para el uso y gestión del EEM (IA, Ciberseguridad, Semiconductores)





¡Gracias por su atención!