

Opereren in het Electromagnetisch Spectrum

Impact op militaire operaties

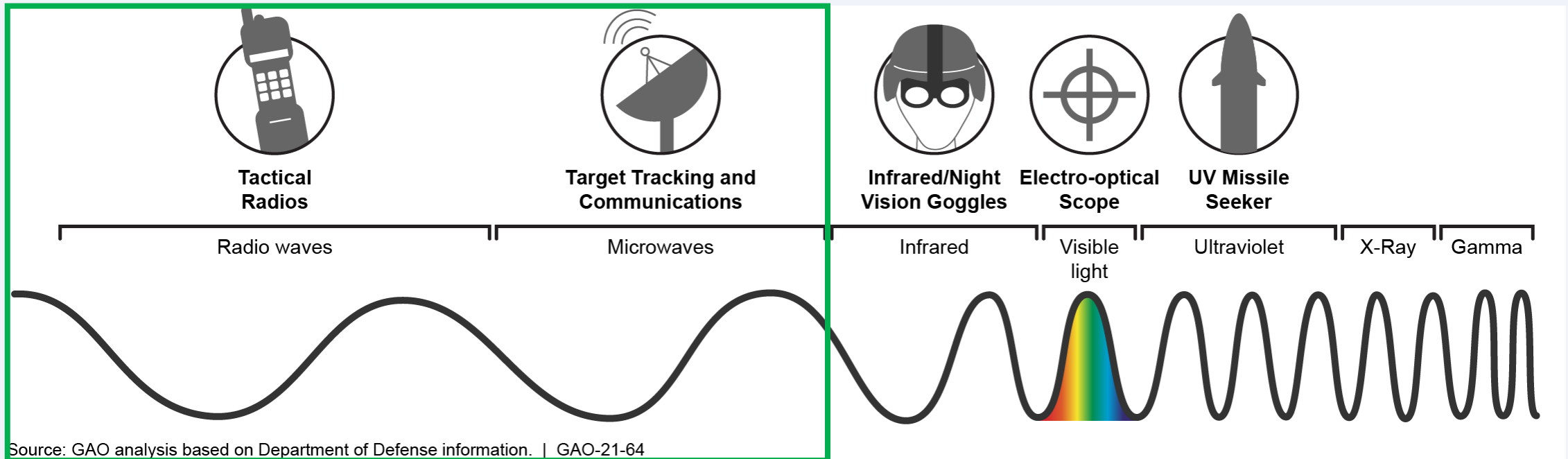
Nanda Kol & Jan Punt

C5ISR Symposium 25 maart 2025



Elektromagnetisch Spectrum

- We beperken ons hier tot het "radiofrequente" deel (RF)



EMS in het nieuws

- Nieuwsuur, 22 nov 2024

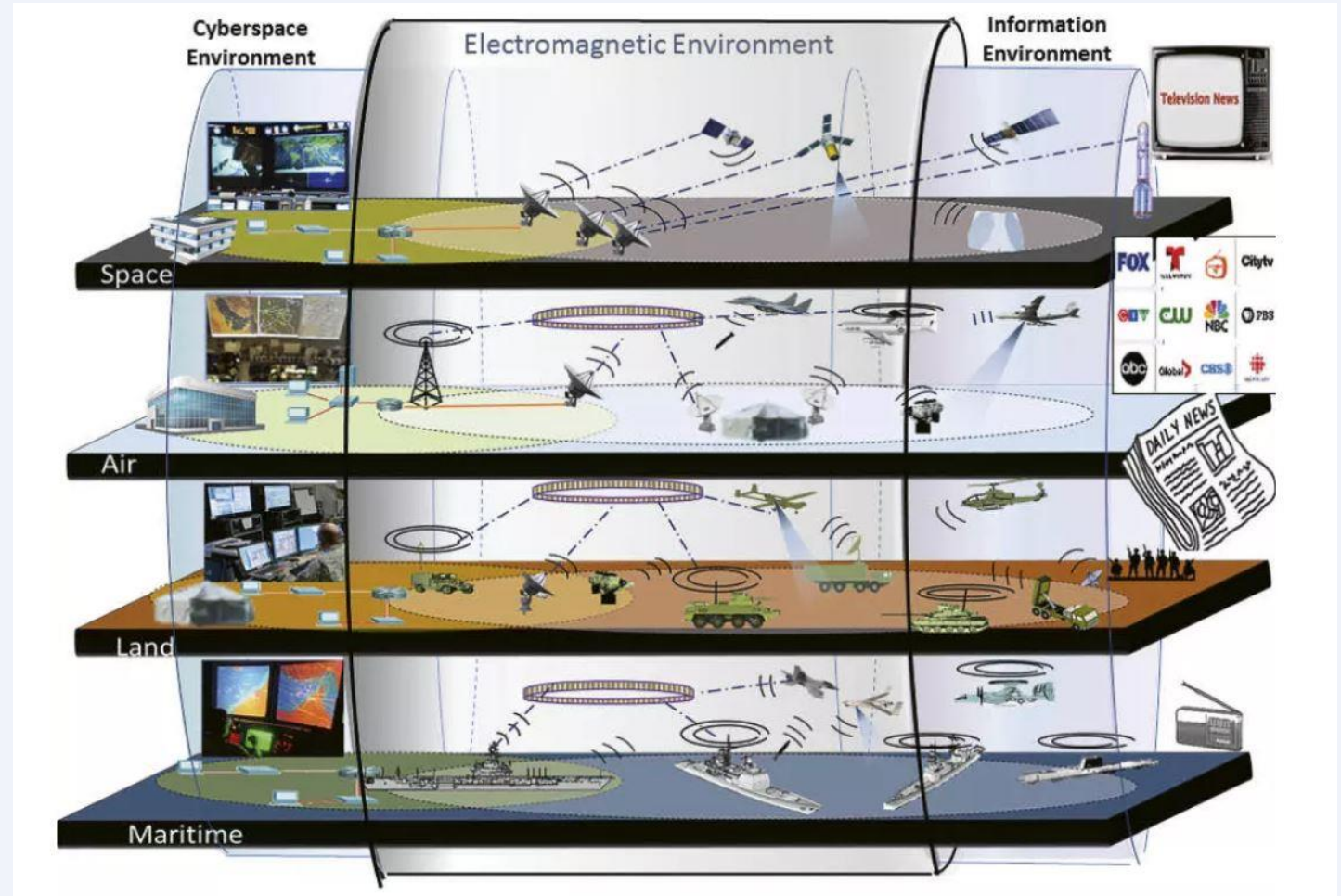


Filmmateriaal

- Nieuwsuur, 22 nov 2024
- Ingekorte versie van
URL=<https://nos.nl/nieuwsuur/video/2545436-meekijken-in-de-cockpit-vliegtuig-denkt-ineens-dat-ie-200-km-verderop-is>

Belang EMS voor C5ISR

- Capabilities
 - Communicatie
 - Radar (Surveillance)
 - PNT
 - EO / SIGINT
- EME
 - Doorsnijdt alle domeinen
 - Leent zich bij uitstek voor een MDO-aanpak



Overzicht

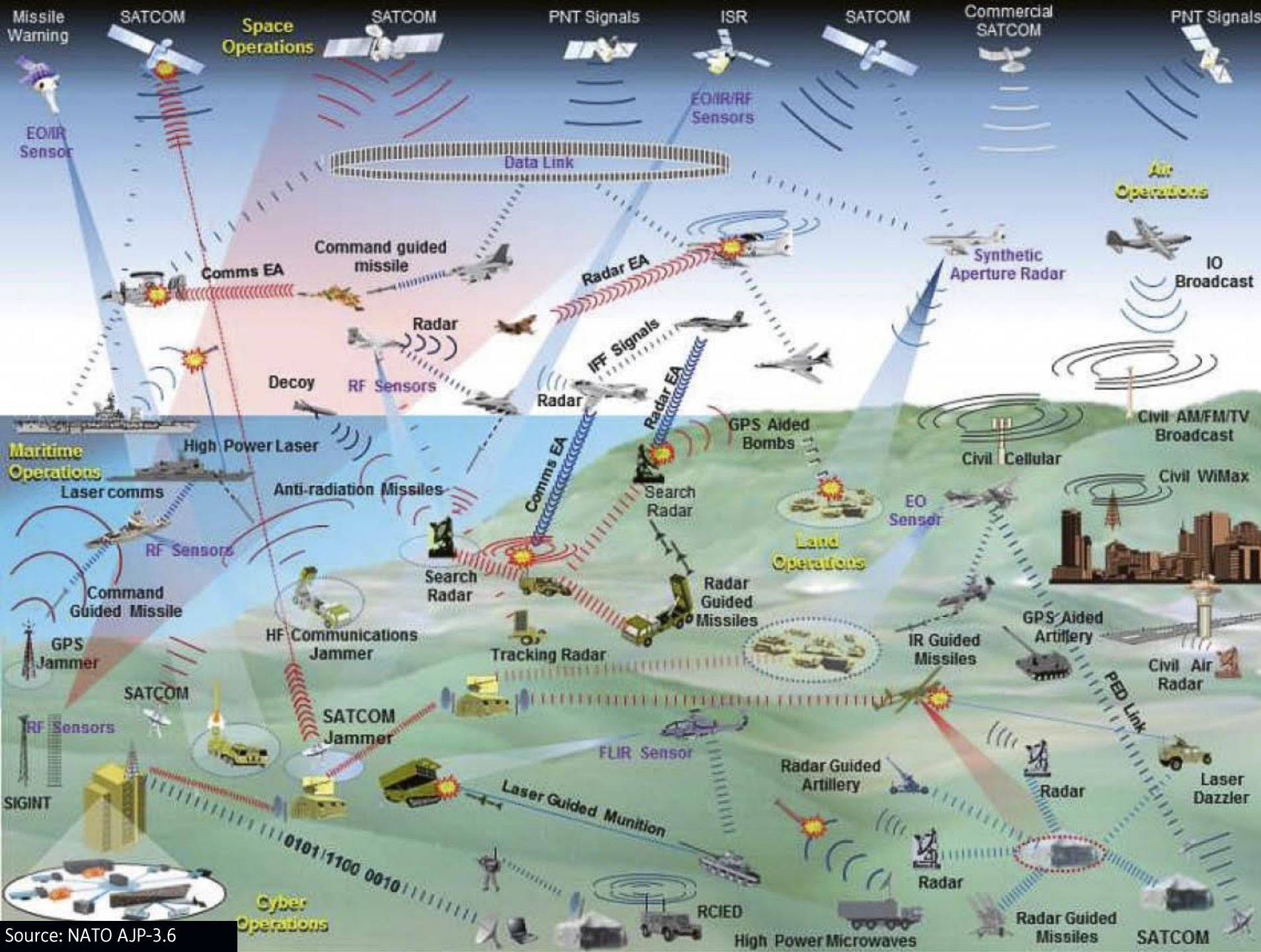
- Workshop scope
 - Elektromagnetische oorlogsvoering: EW in MDO
 - Integrale blik op het geheel: IEMSO
 - Aanstippen: ander onderzoek
- Buiten scope deze workshop
 - Radar, Comms, PNT



Overzicht

- Workshop scope
 - **Elektromagnetische oorlogsvoering: EW in MDO**
 - Integrale blik op het geheel: IEMSO
 - Aanstippen: ander onderzoek
- Buiten scope deze workshop
 - Radar, Comms, PNT





Space

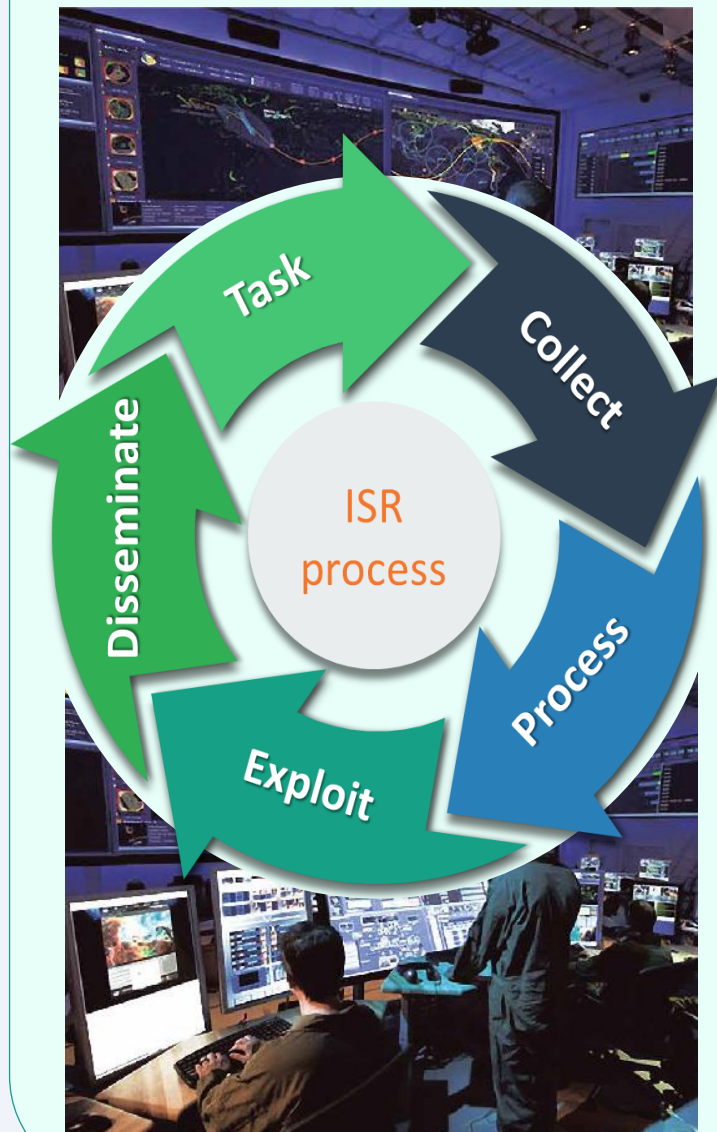
Cyber & EM

Air

Maritime

Land

C5ISR



Electromagnetic Warfare

Electronic Defence Electronic Attack



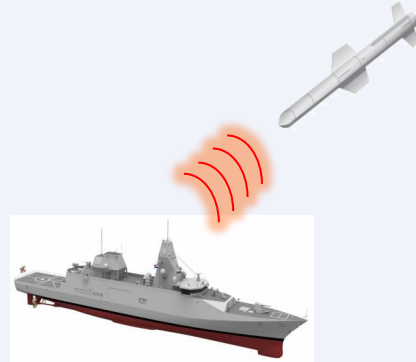
Electronic Surveillance



Electromagnetic Warfare in MDO

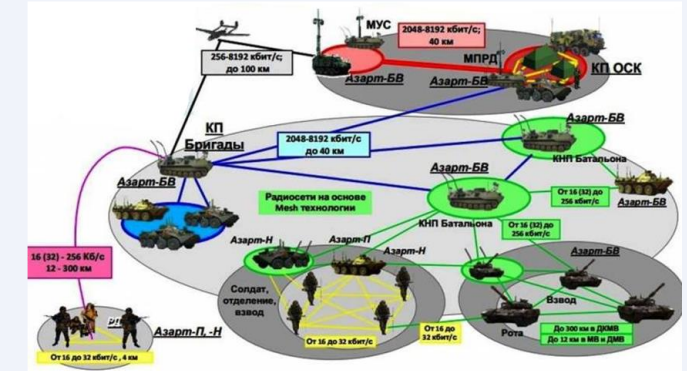
• Radar EW

- Threat analysis
 - Missile Seeker Model
- Counter measure development
 - Modelling & Simulation
- Implementation
 - Digital RF memory → Technology requirements
- Test and Evaluation
- Development toward an operational capability



• Comms EW

- System identification
 - Signal analysis / reverse engineering
- Counter measure development
 - Modelling & Simulation
- Implementation
 - Smart Jamming → Technology requirements
- Test and Evaluation
- Development toward an operational capability



Electromagnetic Warfare in MDO

Cognitieve EOv

Radar EW challenges

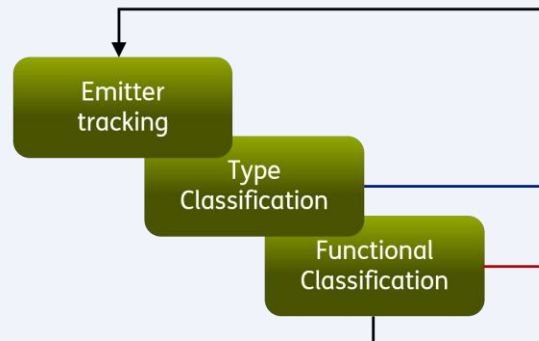
The modern ESM system must manage:

- Spectrum congestion
- Solid-state radars
- Multi-function radars
- Adaptive radars, cognitive radars

Communications EW challenges

Communication systems and networks:

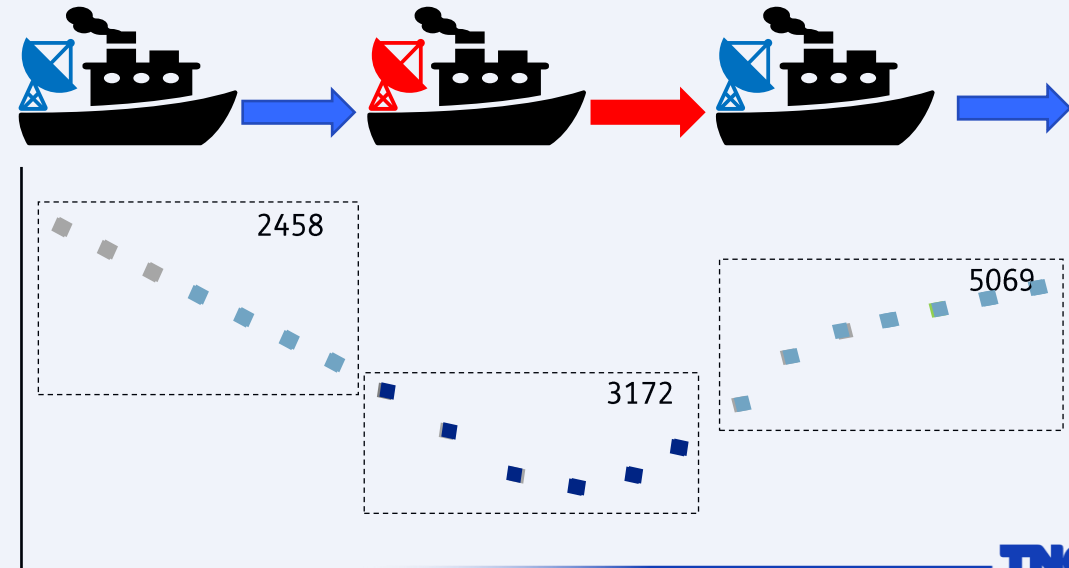
- Signal classification / identification
- Dynamic (cognitive) communication signals
- Spectrum congestion



Cognitieve EOv

Gedistribueerde / hybride EOv

Moderne stoortechnieken voor ED en EA



Electromagnetic Warfare in MDO

Cognitieve EOv

Radar EW challenges

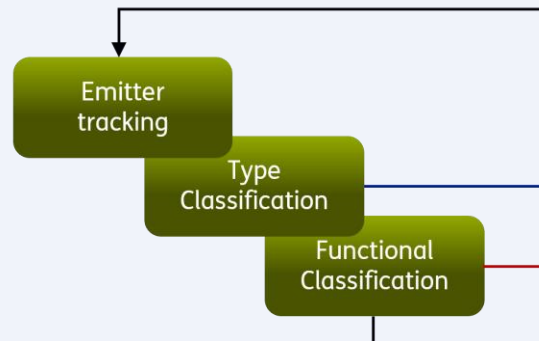
The modern ESM system must manage:

- Spectrum congestion
- Solid-state radars
- Multi-function radars
- Adaptive radars, cognitive radars

Communications EW challenges

Communication systems and networks:

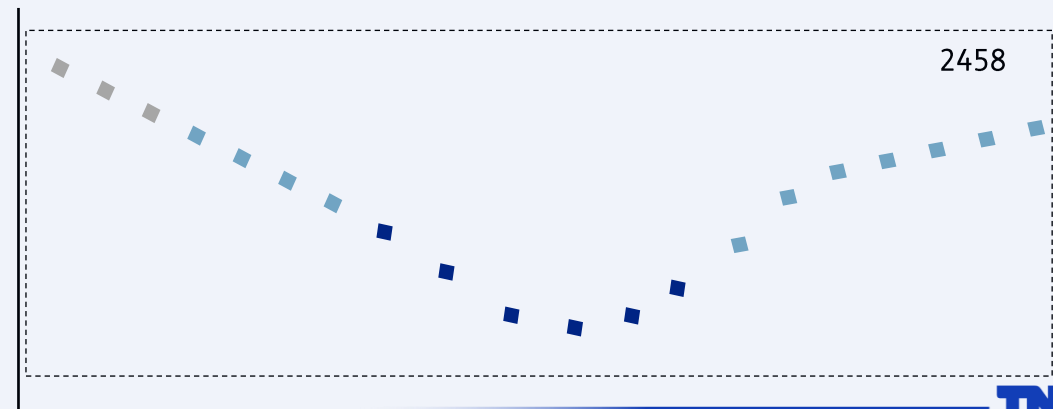
- Signal classification / identification
- Dynamic (cognitive) communication signals
- Spectrum congestion



Cognitieve EOv

Gedistribueerde / hybride EOv

Moderne stoortechnieken voor ED en EA

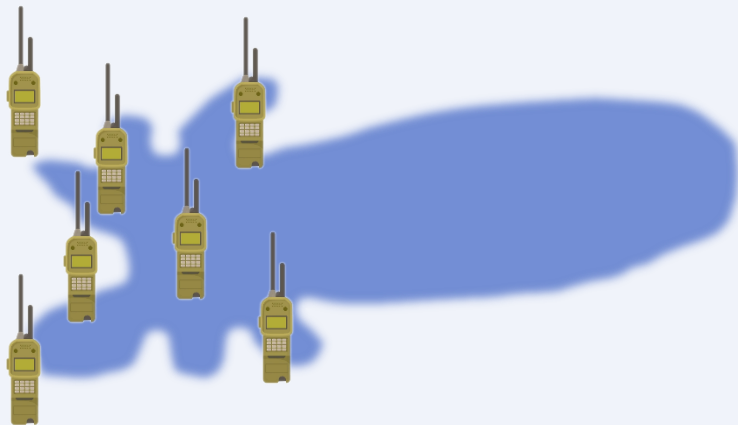


Electromagnetic Warfare in MDO

Gedistribueerde / hybride EOVS

Gedistribueerde beamforming:

- Richt zich op het verbeteren van elektronische oorlogsvoering door **samenwerking van meerdere radio's**.
- Deze radio's werken gelijktijdig als een gedistribueerde array, waarbij ze hun **signalen combineren** om energie te **concentreren** op een doelwit of signalen van een doelwit te **ontvangen**.
- Dit **verhoogt het zend- en ontvangstvermogen, verbetert de robuustheid, en verlaagt de detecteerbaarheid** van communicatie- en radar EOVS-systemen.



Cognitieve EOVS

Gedistribueerde / hybride EOVS

Moderne stoortechneken voor ED en EA

Andere onderwerpen:

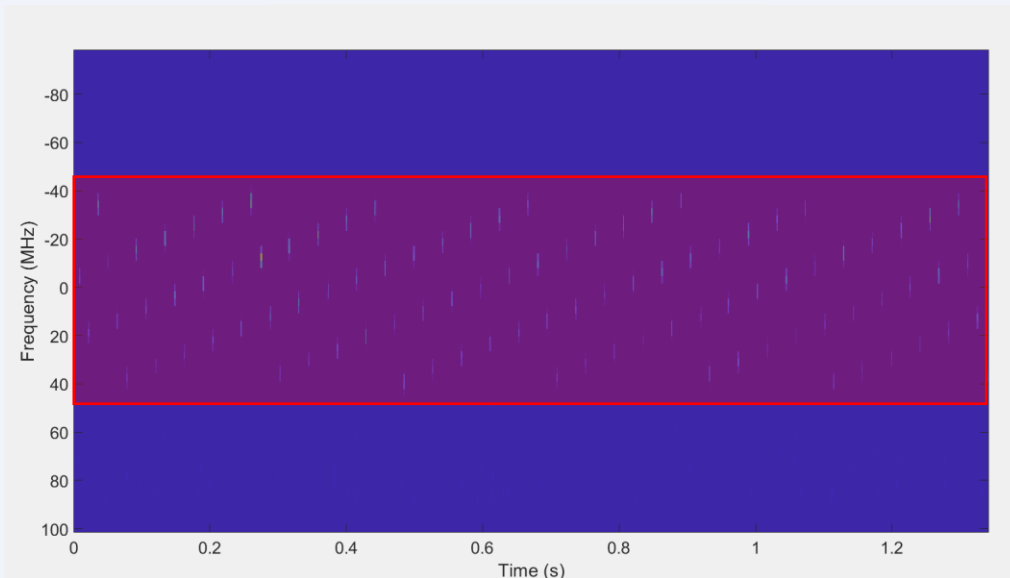
- Gecoördineerde inzet EW-middelen
- Hoe C2 inrichten voor optimale inzet EOVS capaciteiten?
- Inzicht in effectiviteit eigen EOVS middelen
- Hybride radar en comms ESM

Electromagnetic Warfare in MDO

Moderne stoortechnieken voor ED en EA

Smart Jamming

- Voorspellen waar en wanneer transmissies plaatsvinden
- Zwakke plekken in een transmissieprotocol zoeken en gericht aangrijpen
- Enkel uitzenden wanneer dat nodig is



Cognitieve EOv

Gedistribueerde / hybride
EOv

Moderne stoortechnieken
voor ED en EA

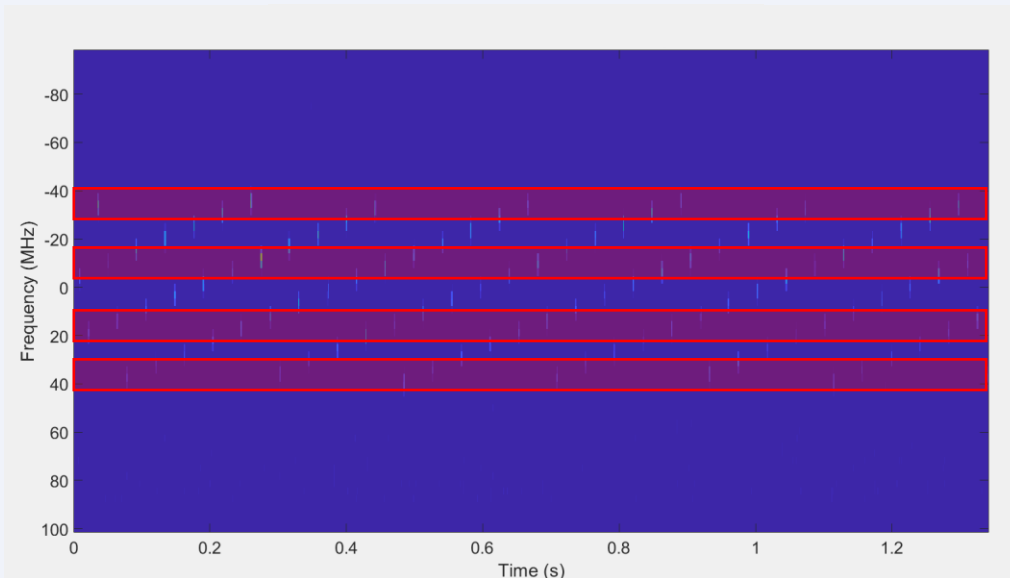
- Minder vermogen / grotere afstand
- Minder zichtbaar in het spectrum
- Selectief → minder neveneffecten
- Meerdere doelsystemen gelijktijdig aangrijpen

Electromagnetic Warfare in MDO

Moderne stoortechnieken voor ED en EA

Smart Jamming

- Voorspellen waar en wanneer transmissies plaatsvinden
- Zwakke plekken in een transmissieprotocol zoeken en gericht aangrijpen
- Enkel uitzenden wanneer dat nodig is



Cognitieve EOv

Gedistribueerde / hybride
EOv

Moderne stoortechnieken
voor ED en EA

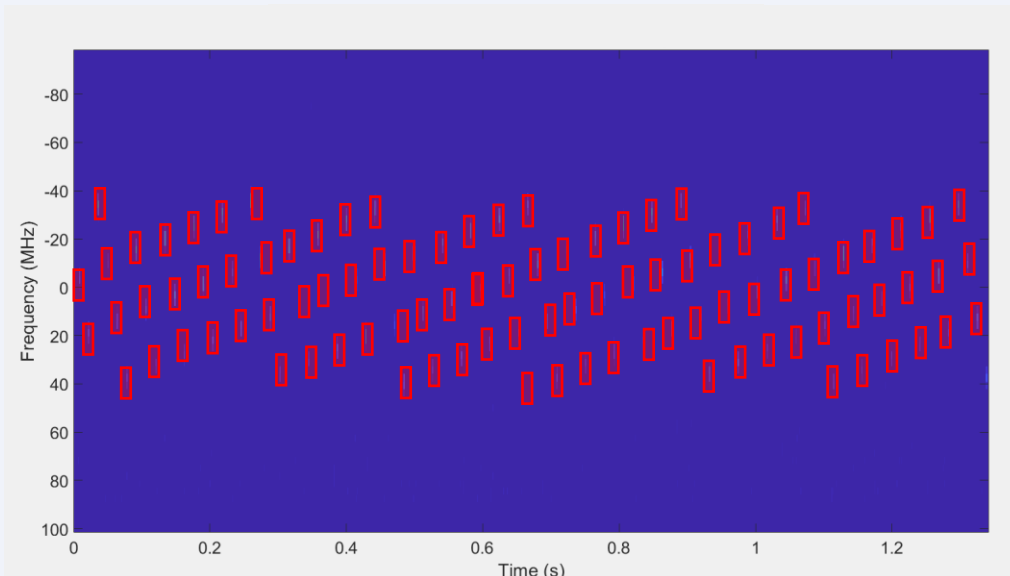
- Minder vermogen / grotere afstand
- Minder zichtbaar in het spectrum
- Selectief → minder neveneffecten
- Meerdere doelsystemen gelijktijdig aangrijpen

Electromagnetic Warfare in MDO

Moderne stoortechnieken voor ED en EA

Smart Jamming

- Voorspellen waar en wanneer transmissies plaatsvinden
- Zwakke plekken in een transmissieprotocol zoeken en gericht aangrijpen
- Enkel uitzenden wanneer dat nodig is



Cognitieve EOv

Gedistribueerde / hybride
EOv

Moderne stoortechnieken
voor ED en EA

- Minder vermogen / grotere afstand
- Minder zichtbaar in het spectrum
- Selectief → minder neveneffecten
- Meerdere doelsystemen gelijktijdig aangrijpen



Movie smart jamming test

Overzicht

- Workshop scope
 - Elektromagnetische oorlogsvoering: EW in MDO
 - **Integrale blik op het geheel: IEMSO**
 - Aanstippen: ander onderzoek
- Buiten scope deze workshop
 - Radar, Comms, PNT



Geïntegreerd optreden in EME

- Huidige situatie m.b.t. spectrum management
 - Doel: deconflictie
 - Probleem: statisch
- Onderzoek op gebied van
 - Integratie
 - Coördinatie
 - Synchronisatie
- Om
 - Toegang tot EMS te garanderen &
 - EMS optimaal te benutten



V2351 IEMSO

- Aspecten van EM-gebruik
 - Hoe al onze EM-functionaliteit in samenhang te gebruiken
 - Hoe om te gaan met een tegenstander
 - Hoe om te gaan met derde partijen
- Voor alle soorten functies
 - Doel, prio
 - Alternatieven
 - Instellingen
 - Andere middelen
 - ...



Force Protection
EW and Cyber
Communication
Command and Control
ISTAR
PNT

Force Protection
EW and Cyber
Communication
Command and Control
ISTAR
PNT

Hostile EM
Operations

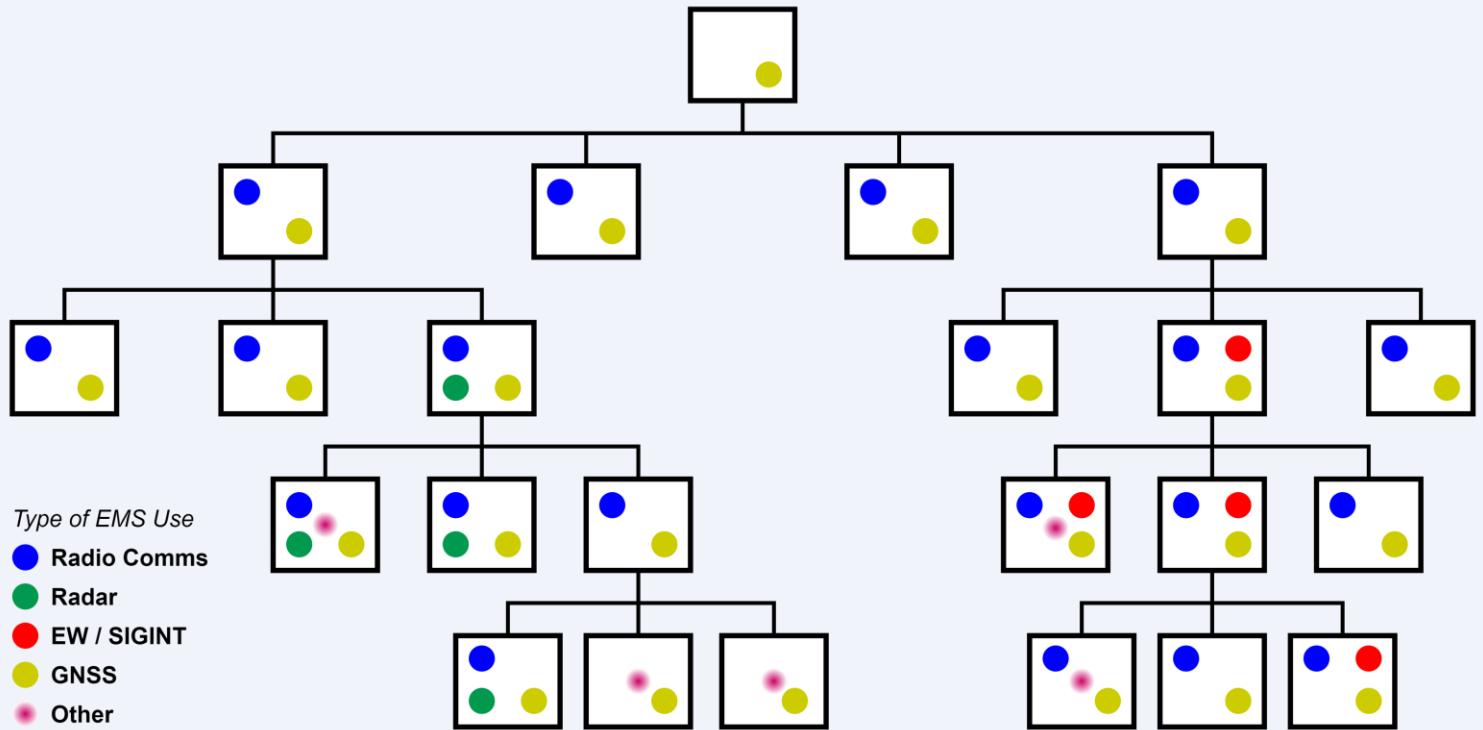
Friendly EM
Operations

Neutral/
Civil EMS

Communication
Positioning, Navigation and Timing (PNT)
IT

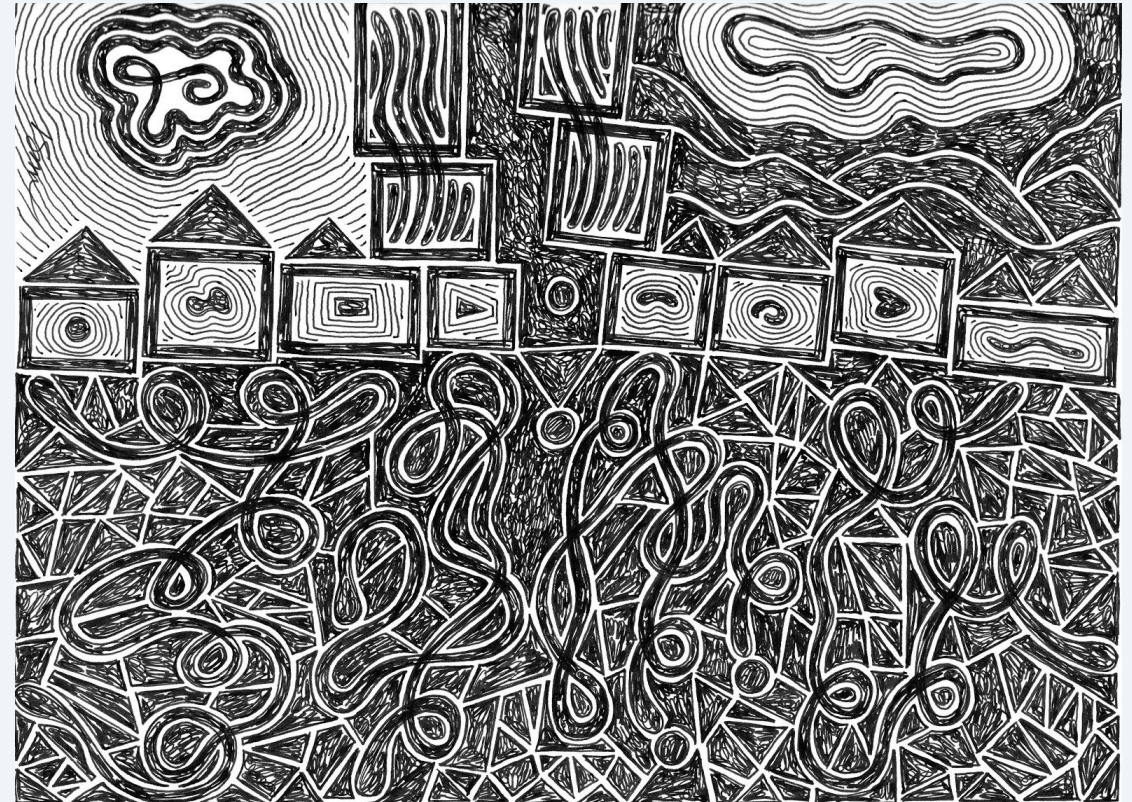
V2351 IEMSO

- Uitzoeken
 - EM-afhankelijkheid?
 - Functionaliteiten?
 - Koppelingen?
- Scenario
 - Operationeel doel
- Modelleren
 - "Model Based Systems Engineering"
 - Om verbanden te zien
 - Om te "ontdekken" welke (nieuwe) functionaliteit nodig is



V2351 IEMSO

- Waar gaat het heen?
 - Organisatie
 - Electromagnetic Battlestaff (EMB)?
 - Processen
 - Centrale richtlijnen?
 - Decentrale beslissingen?
 - Tools
 - Betere databases?
 - Gerichte communicatie?
 - ...



Overzicht

- Workshop scope
 - Elektromagnetische oorlogsvoering: EW in MDO
 - Integrale blik op het geheel: IEMSO
 - **Aanstippen: ander onderzoek**
- Buiten scope deze workshop
 - Radar, Comms, PNT

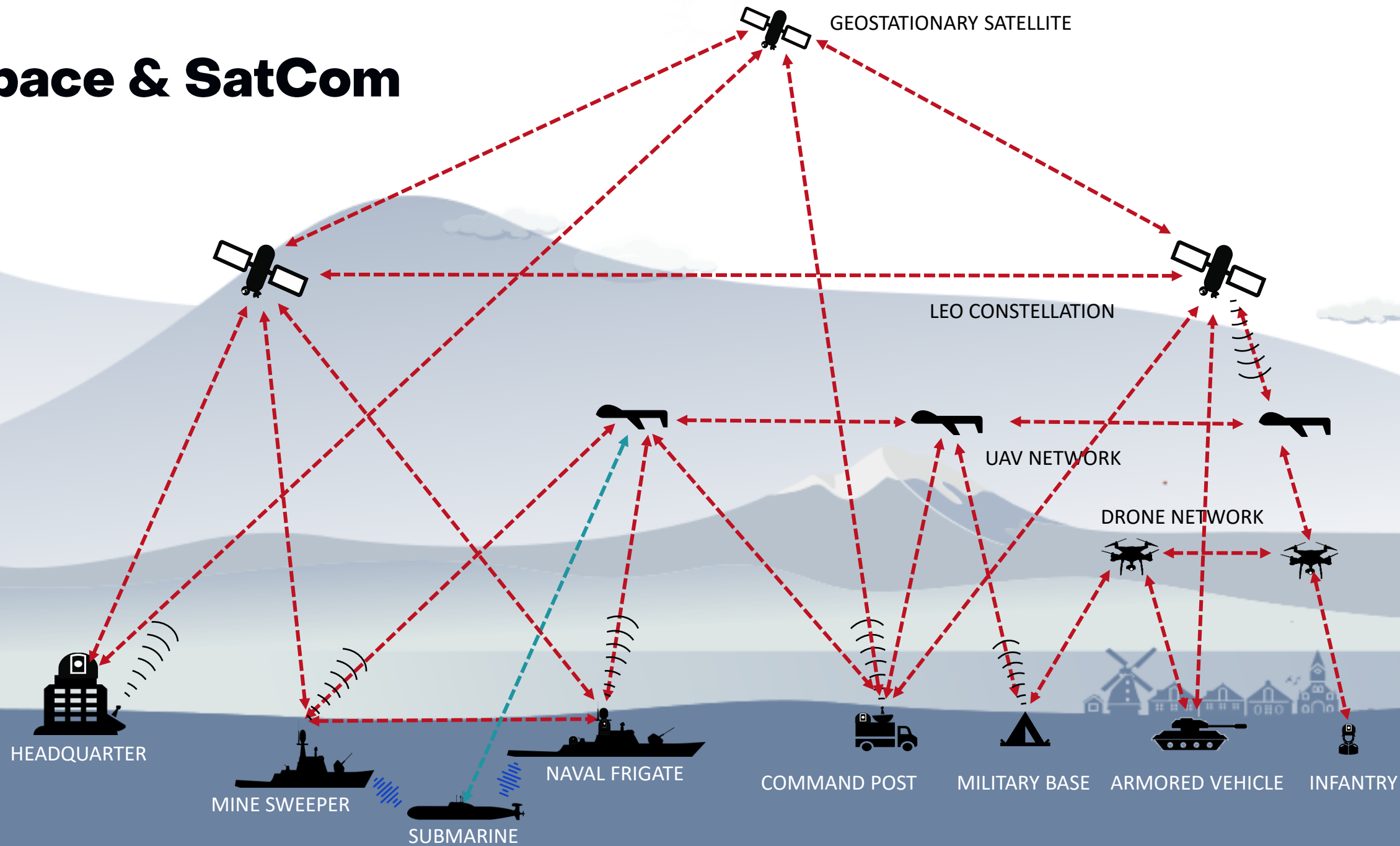


EM raakt aan (bijna) alles

- V2111 C-IED
- V2304 EM-propagatie
- V2313 C-UAS
- V2329 CEMA II
- V2356 Protection against Directed Energy Weapons
- V2412 Automated Cyber Operations
- V2413 Militair gebruik van de ruimte / MilSpace
- V2418 Robuuste PNT
- V2419 Winning the Battle of Signatures
- V2430 Effecten van EM-energie
- V2528 Space Security



Space & SatCom









Kennistoepassing



**The Hague
La Haye**

24-25 VI 2025
Summit | Sommet