NATO

MODELLING & SIMULATION

A SUPPORTO DELLE OPERAZIONI ELETTROMAGNETICHE

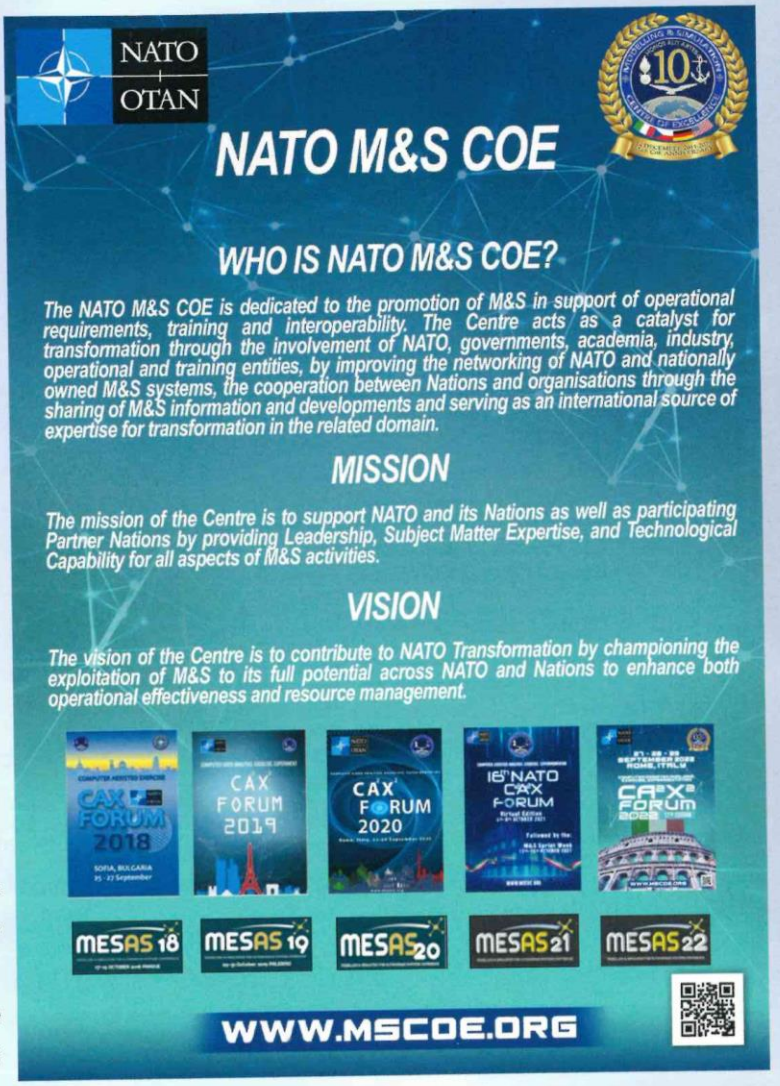
Salvatore DE MATTIA

Il progressivo aumento delle tecnologie militari nell'ambiente operativo futuro (*Future Operating Environment*) sta conducendo all'impiego di sistemi sempre più interconnessi tra di loro. In tale ambito, lo spettro elettromagnetico rappresenta una cruciale porta di ingresso per il controllo di apparati e sistemi tecnologicamente avanzati.

Pertanto, il ruolo della Guerra Elettronica risulta essere progressivamente in espansione, soprattutto nel controllo delle dinamiche che pervadono lo spettro elettromagnetico durante un'operazione militare, rappresentando un imprescindibile punto cardine per il raggiungimento di un vantaggio operativo.

MODELLING & SIMULATION
HONOS ALIT ARTES
CENTRE OF EXCELLENCE

Il campo di battaglia, in un contesto multi-dominio, sta progressivamente mutandosi in una sovrapposizione di strati, ove la virtualizzazione assume un ruolo fondamentale nella comprensione multi-fattoriale dell'ambiente operativo. Infatti, l'interconnessione tra gli elementi tecnici, operativi ed informativi sta mutevolmente divenendo l'infrastruttura di riferimento per le future missioni militari.
Anche da un punto di vista dottrinale, la NATO ha riconosciuto l'ambiente elettromagnetico (*ElectroMagnetic Environment* - EME) alla stessa stregua di un ambiente operativo, dando pertanto vita ad una disciplina denominata EMSO (*ElectroMagnetic Spectrum Operations*). Le EMSO, oltre alla convenzionale e tradizionale componente di Guerra Elettronica (EW – *Electronic Warfare*), includono ulteriori e diversificate discipline, quali: *Information Operations*, CEMA (*Cyber ElectroMagnetic Activity*) e *Spectrum Management*. Da ciò si denota il ruolo cardine e primario che coinvolge le attività militari nello spettro elettromagnetico le quali si fondano sulla trattazione dello spettro elettromagnetico come un vero e proprio campo di battaglia, in cui azioni coordinate e sinergiche della componente elettronica e cibernetica si fondono per il perseguimento di obiettivi militari.
Il *Modelling & Simulation* (M&S) è uno strumento cardine impiegato per il supporto alle operazioni e per lo studio concettuale/capacitivo di tecnologie emergenti ed innovative. La caratteristica di trasversalità della dimensione elettromagnetica assume maggiore valenza nelle operazioni militari moderne ed in quelle future per il diretto impatto che, tramite la gestione, il controllo e l'impiego dello spettro, si ottiene in fase di pianificazione ed in fase condotta dal punto di vista operativo. La versatilità offerta dal *Modelling & Simulation* risulta essere una componente determinante per la creazione dell'ambiente elettromagnetico operativo, che, in maniera virtuale, riesce a fornire elementi essenziali per lo studio e la caratterizzazione delle azioni perpetrate nello spettro, in riferimento alle finalità operative. Tramite la virtualizzazione e la modellazione di sistemi ed apparati elettromagnetici impiegati in operazione, si giunge alla creazione di un ambiente sintetico per la simulazione di EMSO, dando la possibilità di "vedere" ciò che l'occhio umano non percepisce. In questo modo, sia per supportare operazioni militari, sia per finalità addestrative, la virtualizzazione tangibile di ciò che pervade il dominio elettromagnetico, risulta essere una chiave di volta per evincere potenziali vulnerabilità, armonizzare un approccio interforze e valorizzare eventuali sviluppi capacitivi. Ad esempio, riuscire a generare dei modelli logici e comportamentali di peculiari sistemi impiegati nel dominio elettromagnetico, disegnando architetture e definendo algoritmi di funzionamento, conduce alla creazione di *digital twins*, consentendo di effettuare una coerente analisi dello scenario ed agevolare lo sviluppo concettuale/capacitivo. Sussiste una stretta interconnessione e correlazione tra quanto avviene nello spettro elettromagnetico e quello che si proietta in ambito tattico/operativo all'interno dei principali domini dello scenario. Infatti, ciò che potrebbe sembrare a primo impatto di natura altamente tecnica e specialistica relativamente alla trattazione di argomentazioni elettromagnetiche, ha un'interdipendenza naturale con la componente informativa ed operativa.

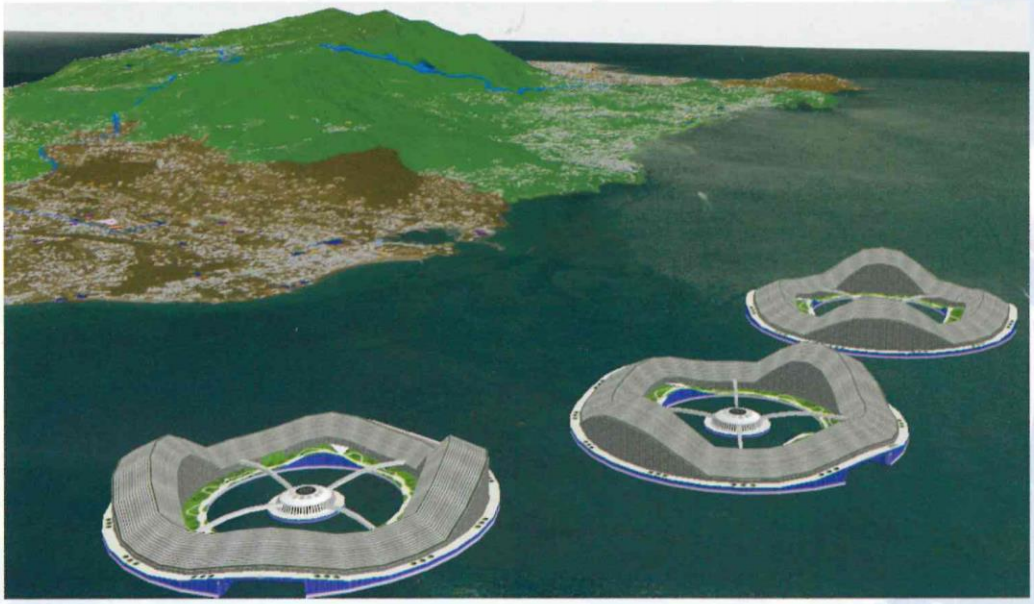


Fatte queste considerazioni si può pensare ad un utilizzo molteplice del *Modelling & Simulation* a supporto delle operazioni elettromagnetiche. In particolare, si potrebbero fondere le caratteristiche peculiari degli ambienti *contructive* e *virtual* a quelle di sistemi che consentono di delineare modelli e simulazioni basati su processi matematici. La generazione di un terreno urbano e/o rurale in un ambiente sintetico, un interfacciamento bidirezionale con modelli comportamentali funzionali matematici e calcoli propagativi contestualizzati ad oggetti virtuali presenti nello scenario, consentirebbero di aprire una nuova frontiera per supportare le missioni operative all'interno di un contesto elettromagnetico che diviene progressivamente sempre più complesso. A tal riguardo, il passaggio ciclico tra il mondo simulato e quello reale, avviene tramite un processo di traslazione bidirezionale fisica e comportamentale, divenendo un concetto fondante su cui basare applicazioni di *Modelling & Simulation* su tematiche innovative ed altamente tecnologiche.

La capacità di interoperabilità dell'ambiente sintetico elettromagnetico secondo i paradigmi classici delle simulazioni federate e distribuite, con particolare riferimento allo sviluppo di particolari strutture per l'interscambio di dati attraverso differenti applicativi *software*, risulta essere un fattore importante per la creazione di una piattaforma virtuale versatile e standardizzata. Questo aspetto consente di sfruttare molteplici peculiarità di differenti applicativi di *Modelling & Simulation*, al fine di essere conformi ad altre architetture sintetiche sviluppate da Nazioni ed Organizzazioni dell'Alleanza Atlantica, concretizzando un approccio interdisciplinare ed internazionale. Una possibile integrazione nello specifico ambito applicativo risulta essere la connessione di modelli virtuali di apparati elettronici basati su specifici algoritmi funzionali e un ambiente virtuale sintetico multi-dominio in grado di gestire e simulare i dati provenienti dai suddetti modelli.

Il *Modelling & Simulation* a supporto delle operazioni elettromagnetiche potrebbe consentire anche di effettuare particolari configurazioni sistemistiche, al fine di comprendere come contrastare nuove minacce elettroniche, studiando e caratterizzando, ad esempio, l'efficacia di sistemi di tipologia *gap filler*. La creazione di uno scenario virtuale urbanizzato complesso è una componente imprescindibile nelle analisi di efficacia tecnico-operativa degli apparati elettromagnetici impiegati in

operazione, sia da un punto di vista spettrale, sia fisico. In particolare, la virtualizzazione fisica dell'ambiente circostante, consente di simulare i principali effetti propagativi forniti dagli oggetti fisici presenti nello scenario, la cui comprensione ed analisi, consente di ottenere una quantificazione dell'efficacia prestazionale, in relazione alla massimizzazione dell'efficienza dei processi tecnici ed operativi connessi all'impiego degli apparati elettromagnetici.

Una svolta interessante che mostra ulteriori potenzialità applicative nella costruzione di un ambiente sintetico finalizzato alla gestione e alla sperimentazione nello spettro elettromagnetico, risiede nella nascente interconnessione con il dominio spaziale, confermando ed enfatizzando la caratteristica di trasversalità multi-dominio della dimensione elettromagnetica. Per citare una casistica pratica di ciò, sembrerebbe che durante il recente conflitto ucraino, la Russia abbia condotto intense attività di Guerra Elettronica contro sistemi di comunicazione e di navigazione, tramite mirate e complesse azioni di *jamming*. In tale contesto, è stato segnalato che i satelliti della costellazione *Starlink* di *SpaceX* sarebbero riusciti a sconfiggere un attacco elettromagnetico russo aggiornando in orbita i propri *software*, mostrando una capacità che ha destato un interesse da parte del Pentagono per futuri sviluppi operativi. Queste capacità, che implementano contro-contro-misure elettroniche e che sono di elevato interesse nel contesto delle missioni operative future, possono essere analizzate e caratterizzate in maniera deterministicamente agevole con il supporto di un ambiente virtuale. Ciò al fine di consentire ad un Comandante di comprendere e visualizzare meglio lo spettro elettromagnetico sul campo di battaglia durante un'operazione e comprenderne i potenziali impatti operativi nell'impiego di specifici sistemi elettronici.

In riferimento al dinamismo tecnologico in progressiva espansione all'interno del contesto militare, l'approccio vincente sarà sempre più di tipo globale (*comprehensive*), in cui saranno fondamentali figure professionali militari in grado di effettuare analisi e valutazioni interdisciplinari ed eterogenee, al fine di sintetizzare, all'interno di un'univoca direttrice tecnica, declinazioni ed applicazioni operative. Insomma, figure professionali con elevata comprensione tecnologica e naturale proiettività operativa, per modellare e gestire le complesse sfide militari del futuro all'interno di un substrato tecnologico vasto e diversificato.