

Advanced Situation-Specific Modeling, Sensing and Vulnerability Mitigation Using Passive Radar Technology

(STO-TR-SET-207)

Executive Summary

The objective of SET-207 was to extend the valuable lessons learned from SET-164 by developing and validating a robust and inclusive model for passive radar. A robust model-based approach to radar design and procurement is in accord with the approach desired by the more sophisticated military sensor research and planning agencies.

In particular, SET-207 undertook three propagation measurement campaigns. One trial was performed in Florida, USA, the second in Switzerland and the third in South Africa. The three trial regions were significantly different in topology and climate and the analysis and associated models contribute greater insight into passive radar performance. The individual studies focus on propagation effects in VHF and UHF as a function of multipath and climatic conditions.

Several conclusions can be drawn from the measurements and models that appear in this report:

- FM based Passive Radar receivers that are positioned close to the ground (elevated less than 10 meters) and reasonably far from the reference transmitter (baseline longer than 20 km) will most likely be within the first multipath null and will suffer from multipath losses.
- The depth of the multipath null depends (amongst other factors) on the electromagnetic properties of the reflecting surface. Changes in conductivity and permittivity due to changing soil conditions can have significant effects on the reflection coefficient.

Freely available terrain data is not accurate enough to predict bistatic low grazing angle multipath losses to an acceptable degree of confidence.

Chapter 2 will show that there is no conclusive evidence that precipitation or other weather phenomena have a significant effect on the received power.

In Chapter 3 the characteristics of tropospheric radio propagation were studied given its importance to passive radar. Errors in its prediction will ultimately affect the anticipated detection statistics of the radar, which could have consequences on network planning and overall performance. Similarly, variations in the link losses will cause SINR variations, through the influence on the direct path, interferer, echo, and clutter signals. This work has explored methods of both modelling and measuring these effects.

Atténuation de la vulnérabilité, modélisation et détection sophistiquées propres à une situation particulière, utilisant la technologie du radar passif

(STO-TR-SET-207)

Synthèse

L'objectif du SET-207 était de prolonger les précieux enseignements du SET-164 en développant et en validant un modèle robuste et inclusif de radar passif. Une approche de conception et d'achat des radars robuste et basée sur un modèle est en accord avec l'approche souhaitée par les agences de recherche et de planification des capteurs militaires plus sophistiqués.

Le SET-207 a notamment entrepris trois campagnes de mesure de la propagation. Un essai a été réalisé en Floride, aux États-Unis, un autre en Suisse et le dernier en Afrique du Sud. Les trois régions d'essai présentaient une topologie et un climat très différents. L'analyse et les modèles associés apportent donc une plus grande connaissance des performances des radars passifs. Les études se concentrent sur les effets de propagation dans les bandes VHF et UHF en fonction des trajets multiples et des conditions climatiques.

Les relevés et les modèles apparaissant dans le présent rapport permettent de tirer plusieurs conclusions.

- Les récepteurs des radars passifs en bande FM qui se trouvent près du sol (à une hauteur de moins de 10 mètres) et raisonnablement loin de l'émetteur de référence (base de radionavigation supérieure à 20 km) se situeront très probablement dans le premier creux de propagation par trajets multiples et pâtiront de pertes de signal.
- La profondeur du creux de propagation par trajets multiples dépend (entre autres facteurs) des propriétés électromagnétiques de la surface réfléchissante. Les changements de conductivité et de permittivité dus aux changements d'état du sol peuvent avoir des effets importants sur le coefficient de réflexion.

Les données de terrain librement accessibles ne sont pas suffisamment précises pour prédire avec un degré de confiance acceptable les pertes par trajets multiples à un faible angle d'incidence en mode bistatique.

Le chapitre 2 montre qu'il n'existe aucune preuve concluante que les précipitations ou autres phénomènes météorologiques aient des effets significatifs sur la puissance reçue.

Le chapitre 3 étudie les caractéristiques de la propagation radioélectrique troposphérique, étant donné son importance pour le radar passif. Les erreurs relatives à sa prédiction nuisent en fin de compte aux statistiques de détection anticipée du radar, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la planification des réseaux et sur les performances globales. De même, les variations de perte de la liaison entraînent des variations du SINR, par le biais de l'influence sur le trajet direct, le brouilleur, l'écho et les interférences radar. Le présent rapport explore à la fois des méthodes de modélisation et de mesure de ces effets.