HF Interference, Procedures and Tools

(RTO-TR-IST-050)

Executive Summary

This Report presents the results of the work carried out by IST-050/RTG-022, the Research Task Group (RTG) on "HF Interference, Procedures and Tools", to address the concerns raised by the potential for unintentional radio interference to be caused by the widespread operation of broadband wire-line telecommunications systems.

PowerLine TeleCommunications (PLT, PLC) and various forms of Digital Subscriber Line (xDSL) transmissions use the existing mains electricity or telephone wiring including in-premises cables for telecommunications with data rates higher than 1 MBit/s. As these lines were not designed for such broadband transmissions, they will cause unintentional RF emissions which may adversely affect the established radio noise floor directly, or by cumulative propagation from many such sources. The existing HF background noise possibly may be increased via ground wave and/or sky wave propagation.

Increase of the existing HF noise floor by widespread use of PLT and/or xDSL will bring up problems for Military Radio Users as well as for HF Communication Intelligence (COMINT) in all NATO countries. The signal-to-noise ratio thus may be reduced for tactical and strategic HF radio as well as for fixed sensitive COMINT sites.

Exact calculations of HF radio noise emissions from the new broadband wire-line telecommunications networks were impossible because of missing models for these transmission systems. Therefore methods have been investigated to find procedures, models and tools applicable for being able to determine the influence of PLT and xDSL on reception of HF radio signals. These are described in this report.

The RTG addressed itself to the HF radio emission effects of the new broadband cable transmissions. It investigated and found means that allow calculation of cumulative field strengths of HF noise radiated by PLT or xDSL. This will enable NATO and its nations to determine the threat to military HF radio communications and COMINT systems from PLT and xDSL and to take the appropriate steps. It should be noted here that the determination of the nature and the severity of any possible detrimental effect upon the military systems was outside the RTG's expertise and ToR.

The RTG chose to concentrate its work on the PLT issue rather than xDSL because PLT will produce the most problems regarding HF interference (power lines have less symmetry and will have impedance discontinuities), they will be deployed in large numbers, and finally the current versions of xDSL have no documented HF interference-causing problems, while the VDSL variants covering the entire HF range are still in the definition phase.

In the course of the studies, the RTG determined that ITU-R P.372-8 noise curves (based on measurements carried out in the 1970s) are still valid in Europe. Recent measurements carried out in Germany and Great Britain indicated that there is no remarkable difference between these measurements, specifically no increase of the ambient noise in quiet rural zones within the last 30 years.

Based on these measurement results, the cumulative interference field strengths far away from telecommunication networks should not be higher than **–15 dBµV/m** (9 kHz bandwidth) across the entire

HF range, if no measurable increase in minimum noise levels are to be tolerated. The RTG refers to this criterion as the **Absolute Protection Requirement**. It should be noted that this value is in the range of 10 to 1 dB below the ITU-R P.372-8 Quiet Rural noise curve, which are median values, across the HF band.

A couple of important tasks in the RTG's work, namely, the appropriate measurement techniques and the most suitable propagation path loss models for interference studies, were addressed and completed.

The quantity of interest when considering cumulative effects in the far-field is the EIRP (equivalent (or effective) isotropic radiated power) per unit bandwidth caused by each signal source, in units of dBm/Hz, at different frequencies. The radiation pattern might also be of interest in some cases, but when summing up many different sources with different wiring geometries over a wide area, it is reasonable to approximate the average radiation pattern as isotropic (in elevation as well as in azimuth).

In modelling the emissions from an overhead Access PLT line, the PLT wires can be modelled as a successive set of dipoles, assuming that the standing waves present are the dominant emission source. Given the PLT geometry, the cylindrical coordinate system is more practical rather than the spherical coordinate system generally used in electromagnetics. In the vicinity of a PLT, up to 200 metres, the use of the expression for the exact solution of a dipole is recommended, which is valid at any distance in both near-field and far-field.

The RTG has developed a "Cumulative PLT Tool", which was used to perform cumulative PLT noise calculations at several hypothetical sensitive receiver locations. For each receiver location and frequency, the percentage of parameter combinations was computed where the estimated cumulative PLT noise level is above the quiet rural level, above quiet rural +6 dB, and above the rural noise level. The results indicated the following:

a) High probability that PLT would cause increased noise levels at sensitive receiver sites given the projected market penetration; and

b) The percentages are highly influenced by assumptions on transmitter EIRP, PLT market penetration, and duty cycle.

The percentage of parameter combinations was also computed where the estimated PLT noise level is above the Absolute Protection Requirement. Again, the probability of the cumulative effect of PLT exceeding the Absolute Protection Requirement is predicted to be relatively large for all frequencies and receiver locations investigated.

Currently, there are no commonly accepted regulatory emission limits from PLT. While it is highly desirable that the regulatory limits on PLT emissions be harmonised throughout the NATO countries, the RTG recognizes that NATO, by itself, has no regulatory authority over the emission limits. Therefore, it is recommended that NATO seek the implementation of this goal by working together with the national and international regulatory authorities.

Interférences HF, procédures et outils

(RTO-TR-IST-050)

Synthèse

Ce rapport rend compte des résultats du travail effectué par le groupe opérationnel de recherche (RTG) IST-050/RTG-022 sur les “Interférences HF, procédures et outils”. Il traite des questions soulevées par la génération involontaire possible d’interférences radio causées par l’exploitation généralisée de systèmes de télécommunications filaires à large bande. Les télécommunications via le réseau électrique courant, dites PowerLine Communications (PLT ou PLC) et diverses formes de transmissions xDSL (Digital Subscriber Line : ligne numérique d’abonné) utilisent le réseau électrique existant ou le téléphone filaire incluant les fils domestiques pour des télécommunications jusqu’à 1 Mo/s.

Comme ces lignes n’ont pas été conçues pour la transmission en large bande, elles généreront involontairement des émissions RF, qui auront un effet néfaste direct sur le plancher établi de bruit radio, ou par propagation cumulative de nombreuses sources de même type. Le bruit de fond HF existant risque d’être augmenté par propagation de l’onde terrestre et/ou aérienne.

L’augmentation du plancher de bruit HF existant par l’utilisation répandue des PLT et/ou xDSL engendrera des problèmes pour les utilisateurs de radio militaires, ainsi que pour le renseignement radio COMINT HF de toutes les nations de l’OTAN. Le rapport S/B peut ainsi être réduit pour la radio HF tactique ou stratégique, ainsi que pour les sites fixes, sensibles COMINT.

Le calcul exact des émissions de bruit radio HF à partir des réseaux de communication filaire en bande large a été impossible à cause du manque de modèles pour ces systèmes de transmission. Des méthodes ont donc été recherchées pour trouver des procédures, modèles et outils applicables, permettant de déterminer l’influence des communications PLT et xDSL sur la réception des signaux radio HF. Celles-ci sont décrites dans ce compte-rendu.

Le RTG s’est donc consacré à l’étude des effets des émissions radio HF des nouvelles transmissions filaires en bande large. Il a recherché et trouvé des moyens de calculer la force des champs cumulés de bruit HF rayonné par les PLT ou xDSL. Ceci permettra à l’OTAN et ses membres de déterminer la menace sur les communications radio HF et les systèmes de COMINT à partir des PLT et xDSL et, de prendre les mesures appropriées. Il faut noter ici que la détermination de la nature et de la gravité de tout effet néfaste possible sur les systèmes de communications militaires n’entre pas dans le champ de compétence du RTG ni du ToR.

Le RTG a décidé de se concentrer sur les problèmes PLT plutôt que xDSL, car la PLT générera le plus grand nombre de problèmes d’interférences HF – (les lignes électriques du réseau sont moins symétriques et souffriront de discontinuités d’impédance). Les PLT sont largement répandues, et en fin de compte, les problèmes d’interférences HF des versions courantes de la xDSL ne sont pas documentés, alors que les variantes VDSL couvrant toute la gamme HF sont encore en phase de définition.

Au cours de ces études, le RTG a déterminé que les courbes de bruit ITU-R P.372-8 (fondées sur des mesures effectuées au cours des années 1970) sont toujours valables en Europe. De récentes mesures effectuées en Allemagne et Grande Bretagne confirment qu’il n’existe pas de différences notables entre ces mesures : en particulier, il n’y a d’augmentation du bruit ambiant dans les zones rurales calmes sur les 30 dernières années.

En se fondant sur les résultats de ces mesures, la force des champs d'interférence cumulés très loin des réseaux de télécommunications ne devrait pas être supérieure à **-15 dBµV/m** (bande passante = 9 kHz) sur toute la gamme HF, si aucune augmentation mesurable des niveaux de bruit minimaux ne doit être tolérée. Le RTG fait référence à ce critère comme **Exigence de Protection Absolue**. Il faut noter que cette valeur se situe dans la gamme des 10 à 1 dB en-dessous de la courbe de bruit en milieu rural silencieux ITU-R P.372-8, qui sont des valeurs médianes sur la bande HF.

Deux tâches importantes dans le travail du RTG, à savoir : les techniques appropriées de mesure et les modèles les plus souhaitables de perte de voie de propagation pour les études sur les interférences, ont aussi été traitées et achevées.

Quand on considère les effets cumulés dans le champ lointain, la mesure intéressante se trouve être la PIRE (Puissance Isotrope Rayonnée Équivalente/Efficace), par unité de bande passante générée par chaque source de signal, en dBm/Hz à différentes fréquences. Le diagramme de rayonnement peut aussi, dans certains cas, présenter quelque intérêt, mais en sommant de nombreuses sources variées, dotées de différentes géométries de câblage sur une zone étendue, il est raisonnable d'envisager ce diagramme comme isotrope (en site comme en azimut).

En modélisant les émissions à partir d'une ligne PLT aérienne, les fils PLT peuvent être considérés comme une succession de dipôles, en supposant que les ondes stationnaires présentes constituent la source dominante d'émission. Étant donné la géométrie de la PLT, le système de coordonnées cylindriques est plus pratique que les coordonnées sphériques généralement utilisées en électromagnétique. Au voisinage d'une PLT, jusqu'à 200 m, l'utilisation de l'expression pour la solution exacte d'un dipôle est recommandée, ce qui est valable pour toutes les distances, dans le champ proche aussi bien que lointain.

Le RTG a conçu un "Outil cumulatif PLT", qui a servi à calculer, en divers lieux hypothétiques de réception sensibles, le bruit cumulé PLT. Pour chaque lieu de réception et sa fréquence correspondante, le pourcentage de combinaisons de paramètres a été calculé, c'est-à-dire là où le niveau estimé de bruit cumulé PLT est au-dessus du niveau rural calme, soit au-dessus des +6 dB par rapport au niveau rural calme, soit au-dessus du niveau de bruit rural. Les résultats sont mentionnés ci-après :

a) Forte probabilité que la PLT génère un surcroît de bruit sur des sites récepteurs sensibles, étant donné la pénétration projetée du marché ; et,

b) Ces pourcentages sont très fortement influencés par les suppositions sur la PIRE de l'émetteur, la pénétration du marché PLT et son coefficient d'utilisation.

Le pourcentage des combinaisons de paramètres a aussi été calculé, là où le niveau estimé de bruit PLT est au-dessus de l'Exigence de Protection Absolue. Répétons-le, la probabilité de l'effet cumulatif de la PLT dépassant l'Exigence de Protection Absolue s'avère être relativement élevée pour toutes les fréquences et lieux de réception examinés.

A ce jour, il n'existe pas de limites réglementaires acceptées pour la PLT. Alors qu'il est très souhaitable que les limites réglementaires sur les émissions PLT soient harmonisées parmi tous les membres de l'OTAN, le RTG reconnaît que l'OTAN, en lui-même, ne dispose pas d'autorité réglementaire chargée de fixer ces limites d'émission. Il est donc recommandé que l'OTAN cherche la mise en œuvre d'un tel objectif en travaillent avec les autorités réglementaires nationales et internationales.