

Petite histoire du régulateur de vitesse adaptatif et des insignes automobiles

Par F. Gerhardes, ingénieur, Anritsu Allemagne.

Il y a quelques temps déjà que le régulateur de vitesse adaptatif (ou AAC, pour *Adaptive Cruise Control*) n'est plus considéré comme une option de luxe réservée à certaines marques automobiles, et qu'il est devenu une fonction familière sur les voitures milieu de gamme. Le radar à longue portée (LRR, *Longue Range Radar*) utilisé par les systèmes AAC fonctionne à une plage de fréquences comprise entre 76 et 77 GHz. Les radars à faible portée (SRR, *Short Range Radar*), utilisés pour les systèmes avancés d'assistance au conducteur (ADAS, *Advanced Driver Assistance Systems*), tels que la détection des angles morts, les systèmes anti-collision et les systèmes d'avertissement de franchissement de ligne, migrent peu à peu de 24 GHz à la plage de fréquences 77 à 81 GHz, ceci pour éviter d'interférer avec les applications de radio-astronomie et d'exploration terrestre.

La manière dont sont montés les capteurs sur le véhicule peut avoir un impact significatif sur les pertes d'insertion, ce qui influence la distance de perception et la capacité du système radar à offrir un niveau de confort et de sécurité auquel les conducteurs vont devoir se fier étant donné les conditions de circulation de plus en plus denses.

Certains constructeurs automobiles exhibent leur technologie d'assistance au conducteur en installant des capteurs bien visibles. D'autres les rendent plus discrets en les intégrant aux pare-chocs du véhicule, qui fait alors office de radôme (un dôme radar qui offre une protection aux capteurs contre l'environnement), ou derrière l'insigne de la marque, dans la grille du radiateur.

Le radôme, qu'il s'agisse du pare-choc ou de la grille du radiateur, doit atténuer au minimum les signaux du radar, voir être transparent pour ces derniers. Avec des pare-chocs faits en plastique composite et peints ou laqués, certains revêtements (tels que les peintures métallisées, qui possèdent une concentration élevée en particules métalliques), vont créer des réflexions et des pertes de transmission plus élevées. Certains insignes de marque offrent potentiellement une solution plus propre, sous réserve que l'insigne lui-même possède un effet minimal.

Le système AAC avec radar à longue portée utilise un radar à signaux d'onde continue à fréquence modulée (FM CW), qui permet de déterminer à la fois la distance d'un objet et sa vitesse relative. C'est la comparaison de la fréquence du signal transmis avec celle du signal réfléchi reçu qui permet d'obtenir la distance de l'objet réfléchi. Cependant, à cause de l'effet Doppler, la fréquence reçue sera réduite si l'objet s'éloigne de l'émetteur-récepteur, et augmentée si l'objet s'en rapproche. En faisant varier la fréquence de transmission en dent de scie, avec une fréquence de transmission qui augmente puis diminue, tandis que le décalage de fréquence dû à l'effet Doppler reste le même des deux côtés de la dent de scie, il est possible d'extraire la vitesse relative de l'objet et sa distance. En pratique, l'environnement réel renvoie une multitude d'échos. Le véhicule à l'avant doit pouvoir être clairement distingué, entre autres, par rapport aux cyclistes, aux panneaux de la route, aux piétons, aux autres véhicules, aux camions, aux virages et aux immeubles le long de la route. Afin d'exclure ces objets fantômes, plusieurs rampes de fréquences dotées de différents gradients sont envoyées l'une derrière l'autre. Ces paramètres influencent également la portée maximale du radar, la vitesse maximale qui peut être mesurée, ainsi que leurs résolutions correspondantes.

L'unité du régulateur de vitesse adaptatif est ainsi capable d'identifier les objets qui sont pertinents, leurs caractéristiques de mouvement (immobile, en déplacement, leur accélération, leur direction, etc.) et d'effectuer une prédiction de trajet pour estimer la trajectoire de déplacement. Le véhicule est ensuite capable de suivre automatiquement le véhicule qui le précède à une distance de sécurité constante, puis d'accélérer jusqu'à la vitesse de croisière désirée contrôlée si (ou quand) la voie est libre, jusqu'à ce qu'un obstacle apparaisse dans sa voie.

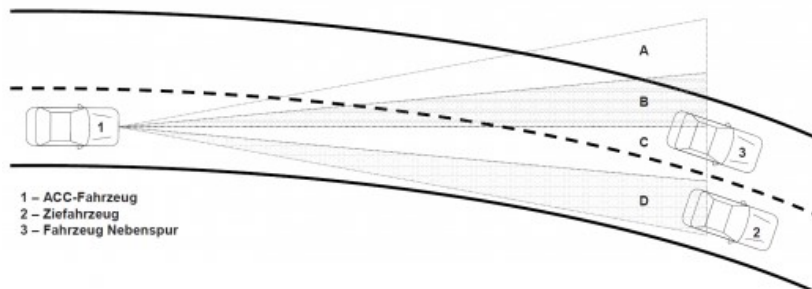


Figure 1 : Sélection d'un objet cible pendant le braquage (A - D sont les cônes du radar)

Toute perte de signal due à la présence d'un radôme ou d'un insigne est à double sens, à cause de l'atténuation des signaux envoyés comme des signaux reçus, ce qui réduit la distance de détection initiale d'un objet. Par exemple, si la distance de perception maximale sans radôme est de 157 m et que la perte dans les deux sens est de -3 dB (soit la moitié de la puissance du signal), alors la distance de perception ne sera plus que de 132 m, soit une réduction de 25 m. Avec une vitesse différentielle de 60 km/h, cela équivaut à 1,5 secondes de temps perdu sur le temps de réaction. Bien entendu, ces calculs ne sont plus valables en cas d'utilisation d'un système de radôme de piètre qualité, qui pourrait entraîner de nombreuses rétro-réflexions d'énergie à proximité immédiate du système radar, et mener à un chargement de l'étage d'entrée du capteur, en particulier si le radôme est (quasiment) perpendiculaire à la direction de la propagation.

Effet de l'insigne sur la distance de perception.

Le capot de l'insigne, faisant office de radôme, est constitué d'une plaque en plastique transparent. Pour imiter l'aspect chromé normal de l'insigne, une couche métallisée moléculaire, c'est-à-dire de l'indium, est appliquée, qui reproduit l'aspect bombé de l'insigne. Cette couche métallique est assez mince pour offrir une transparence qui laisse passer les ondes millimétriques, tout en restant nettement visible dans les bandes d'ondes plus courtes perceptibles par l'œil humain.

Deux mesures sont requises pour évaluer les propriétés en transmission des matériaux. Les pertes d'insertion offrent une mesure de l'atténuation du signal du radar causée par le capot de l'insigne, ce qui entraîne une réduction de la distance de perception. Le déphasage à travers l'insigne doit également être mesuré car le calcul de la direction de l'objet détecté se fait en utilisant le déphasage entre les signaux envoyés et reçus. Puis, afin de dresser un tableau complet, ces mesures doivent être effectuées sur la plage de fréquence du capteur longue portée, et répétées sur toute la surface du radôme.

Pour ces mesures, on a utilisé un VNA en mode transmission. Le MS46522B ShockLine d'Anritsu avec option 82 constitue un VNA en bande E économique et prêt à l'emploi pour les applications de 55 à 92 GHz (voir figure 2). Ce type de VNA, compact et durci, doté entre autres d'une interface

graphique standard, d'un logiciel et d'une syntaxe de commande, se révèle particulièrement adapté pour la caractérisation de matériaux et antennes en environnement industriel, où un paramétrage rapide et une connexion facile aux guides d'onde se révèle avantageuse, tout comme l'utilisation de l'interface native WR12. Pour tester le capot de l'insigne, la capacité de placer les modules réflectomètres miniaturisés au plus près de l'objet sous test, et leur stabilité en température à court et long terme, permettent d'obtenir la précision et la stabilité en amplitude et en phase requises. Comme les tests doivent être répétés à de nombreuses reprises, la compatibilité de programmation du VNA avec les instruments virtuels interchangeables IVI (*Interchangeable Virtual Instruments Foundation*) permet d'obtenir le temps de test total le plus bref possible.



Figure 2 : Analyseur de réseau vectoriel ShockLine MS46522B-082 E-Band à 2 ports

Le capot est maintenu sur un plan fixe dans un porte-plateau avec deux axes de déplacement. Les deux antennes elliptiques PTFE sont maintenues en position fixes au-dessus ou en-dessous, et à proximité du porte-plateau. Ce système d'antenne maintient les effets en champ proche à un niveau minimum car l'onde de front est plane quasiment immédiatement après le bout de l'antenne.

Une autre variable doit être prise en compte : la distance entre l'antenne et le capot de l'insigne sous test. Avec une séparation de 80 mm, la largeur du faisceau (à 3 dB) de l'antenne est d'environ 5 degrés, ce qui correspond à un diamètre du spot d'environ 7 mm.

Résultats et conclusions

La figure 3 montre les mesures des pertes d'insertion en fonction de la fréquence, à 5 points de l'insigne. L'atténuation maximale observée à ces 5 points distincts est d'environ -1 dB (voir fig. 4), ce qui devrait en théorie limiter la réduction de la distance de perception du radar à 10 mètres. La figure 5 montre la mesure de la phase déroulée à ces 5 points ; à cause de la dispersion, la phase change en fonction de la fréquence. Bien que la position de départ des phases des 3 mesures verticales soit différente, sans doute parce que l'insigne était mal placé sur le porte-plateau, les courbes sont plus ou moins linéaires sans anomalies visibles ; on peut donc en conclure que la perméabilité de l'insigne n'a pas d'impact significatif sur la capacité du radar à détecter la direction d'un objet.

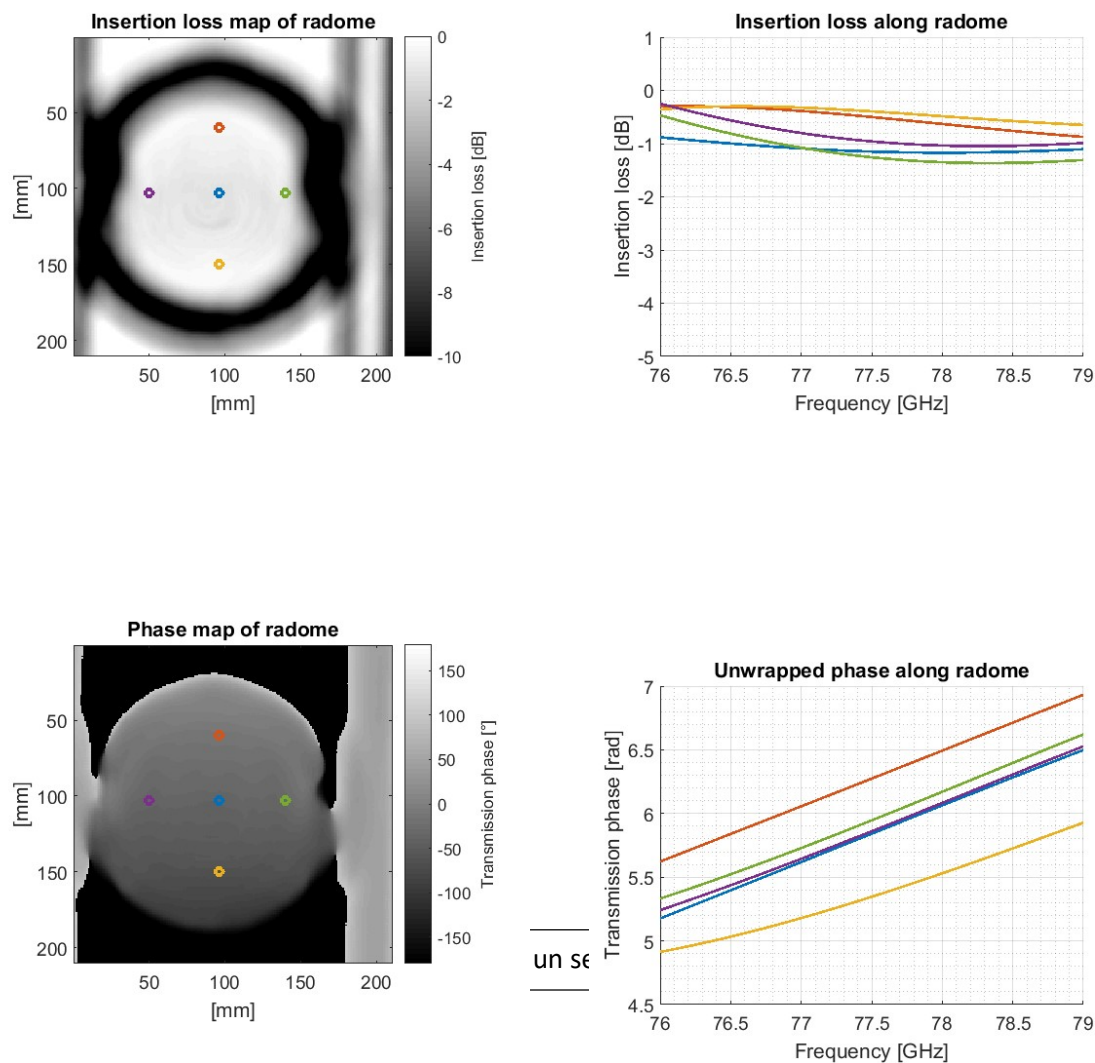


Figure 5 : Phase déroulée en fonction de la fréquence

Les résultats des mesures continues, qui ont été effectuées à 77 GHz selon deux axes perpendiculaires au milieu de l'insigne, corroborent ces conclusions.

D'autres tests ont été menés pour simuler l'effet de plusieurs autres matériaux, comme des pièces en caoutchouc ou en cuivre.

Bien que les matériaux placés face à un radar automobile FM CW peuvent avoir un impact significatif sur sa distance de perception, les résultats de ces tests montrent que les pertes d'insertion dans les deux sens causées par l'insigne ont peu de chance de se révéler problématiques.

On peut supposer cependant, que la présence de matériaux entraînant plus de pertes, comme de la peinture métallisée, de la neige ou de la boue, pourrait potentiellement augmenter les pertes d'insertion dans les deux sens et réduire la distance de perception.

Ce principe offre donc aux constructeurs automobiles plus d'options au moment de choisir le positionnement des capteurs, et/ou leur degré d'exposition, alors même que le nombre de capteurs

installés sur les véhicules ne cesse d'augmenter. Une étude complémentaire en 2D sera menée pour définir les propriétés diélectriques des différents matériaux multi-couches, leur permittivité et leur perméabilité.