

Compréhension des orbites

Par définition, les satellites se trouvent au-dessus et en dehors de l'atmosphère terrestre et se déplacent le long de trajectoires courbes qui font le tour du globe, appelées orbites. Deux objets dans le vide spatial interagissent l'un avec l'autre en fonction de leur masse respective, de leur vitesse et des distances qui les séparent. Pour maintenir une orbite constante autour de la Terre, les satellites doivent se déplacer sur leur trajectoire orbitale à des vitesses différentes en fonction de leur distance orbitale par rapport à la Terre. Un déplacement trop lent entraînerait le retour du satellite dans l'atmosphère terrestre, tandis qu'un déplacement trop rapide entraînerait la sortie de l'orbite du satellite et son libre envol dans l'espace. En plus des vitesses variables en fonction de sa distance par rapport à la Terre, plus un satellite est éloigné de la Terre, plus sa trajectoire orbitale circulaire est longue.

Les différences de vitesse et la longueur du trajet qu'un satellite doit parcourir en orbite, combinées au fait que la Terre tourne sur son axe, donnent lieu à des expériences extrêmement différentes lorsque les satellites sont vus depuis un emplacement relatif à la surface de la Terre. Si un satellite unique est en orbite près de la Terre, il peut n'être « visible » que pendant une courte période depuis un point donné de la surface de la Terre. Si un satellite unique est en orbite près de la Terre le long d'une trajectoire prédéfinie qui ne change pas (le long de l'équateur terrestre par exemple), il peut ne jamais être « visible » depuis certains angles, comme les zones proches des pôles de la Terre.

Inversement, plus un satellite unique est éloigné de la Terre, plus son angle de vue est large, ce qui signifie qu'il peut être atteint de manière plus constante depuis n'importe quel point donné de la Terre. Toutefois, la vitesse à laquelle un satellite peut tourner autour de la Terre à une plus grande distance peut rendre le satellite inaccessible pendant des périodes plus longues, voire tout à fait inaccessible selon l'emplacement de l'observateur.

Comprendre le fonctionnement des satellites est essentiel pour les organisations humanitaires qui prévoient d'utiliser les communications par satellite comme partie intégrante de leurs propres interventions.

Orbite géosynchrone/géostationnaire

Lorsque le temps nécessaire à un satellite pour parcourir une orbite complète correspond au temps nécessaire à la Terre pour effectuer une rotation complète sur son axe, et lorsque le satellite est en orbite directement au-dessus de l'équateur et dans le même sens que la rotation de la Terre, il se trouve en orbite « géosynchrone ». Le résultat pratique d'une orbite géosynchrone est que, vu de la surface de la Terre, le satellite semble rester à tout moment à l'endroit exact au-dessus de la surface de la Terre et peut donc être appelé un satellite « géostationnaire ».

Un satellite géosynchrone se trouve toujours à une altitude fixe de 35 786 km et peut atteindre environ 40 pour cent de la surface de la Terre dans la zone située immédiatement sous le satellite. À la distance la plus courte, il y a toujours un décalage d'au moins 240 millisecondes, ou 0,25 seconde, entre le moment où les données ou le message sont envoyés et celui où ils sont reçus de l'autre côté. Toutefois, en fonction de la disposition du réseau, de la vitesse du matériel physique et de l'emplacement de l'émetteur/du récepteur dans cette zone de couverture de 40 pour cent, la latence peut être plus importante.

Les satellites en orbite géosynchrone sont pratiques lorsqu'un seul ou quelques satellites sont

nécessaires ou utilisés pour fournir un service continu à une vaste zone. Étant donné que les satellites ne bougent pas par rapport à l'observateur, les appareils de communication accédant à un satellite géostationnaire doivent être installés et orientés de façon permanente, et ne peuvent pas être déplacés ou réorientés facilement. Cela signifie que, bien que les récepteurs satellitaires ne soient pas mobiles, ils n'ont pas besoin d'être compacts et peuvent être aussi grands que nécessaire.

Malheureusement, le fait que des satellites géostationnaires uniques couvrent une vaste zone signifie qu'ils peuvent desservir et desservent effectivement un grand nombre de stations de base fixes, et que tous les utilisateurs dans la zone géographique de couverture dépendent d'une source unique pour transmettre et gérer leurs communications. Cela entraîne souvent une disponibilité limitée de la bande passante et peut causer des problèmes de sécurité, un seul satellite constituant un point de défaillance unique. En outre, les satellites géostationnaires sont faciles à bloquer ou à brouiller pour les gouvernements ou les armées disposant de la technologie appropriée, car la longueur d'onde globale reste constante et peut être équilibrée.

Orbite terrestre basse

Le terme « satellite en orbite terrestre basse » (Low Earth Orbit, LEO) est un terme fourre-tout utilisé pour décrire tout satellite fonctionnant à une altitude inférieure à 2 000 km, tandis que le terme « orbite terrestre très basse » (Very Low Earth Orbit, VLEO) est réservé à tout satellite dont l'orbite est inférieure à 450 km. Il n'y a pas de trajectoire ou de distance définie pour les satellites de communication qui peuvent occuper la gamme LEO, et il existe une grande variété de fournisseurs et de configurations de satellites différents qui utilisent ce système.

Les satellites LEO orbitent relativement rapidement par rapport à la rotation de la Terre, et parcourent au minimum 11,25 orbites de la Terre en une seule journée, et même plus pour les satellites LEO plus bas disposant de distances orbitales plus courtes. Étant donné que les satellites LEO sont beaucoup plus proches de la Terre, leur champ de « vision » est beaucoup plus réduit et chaque satellite LEO ne peut couvrir qu'un petit pourcentage de la surface de la Terre à la fois. Les satellites LEO ne sont pas non plus limités par la direction de leur orbite ; ils peuvent être en orbite du nord au sud le long des pôles, le long de l'équateur terrestre ou selon des schémas diagonaux qui modifient constamment leur zone de couverture relative.

Si un appareil de communication à la surface de la Terre ne devait communiquer qu'avec un seul satellite LEO, la communication serait impossible pendant une grande partie de la journée. Pour remédier à ce problème, les fournisseurs de communications par satellite mettent en place plusieurs satellites et les font communiquer entre eux dans une constellation ou un réseau de satellites. Les satellites LEO d'un réseau communiquent soit directement, soit par l'intermédiaire de plusieurs centres d'opérations du réseau (NOC) au sol. Le nombre et la zone de couverture approximative des satellites LEO dans un réseau sont extrêmement variables, et peuvent aller d'un petit nombre pour des applications spécifiques à des réseaux potentiels de centaines de satellites servant un seul objectif.

Les satellites LEO offrent des avantages dans la mesure où le nombre accru de satellites de communication opérationnels peut augmenter considérablement la disponibilité de la bande passante exploitable. Les réseaux de satellites LEO présentent également certains avantages en matière de sécurité : si un seul satellite connaît des problèmes techniques, cela n'aura probablement pas d'incidence sur les autres satellites de la constellation. Les satellites LEO sont aussi beaucoup plus difficiles à brouiller par radar, car leur mouvement rend l'interférence des signaux plus difficile sur le plan technique.

Malheureusement, les satellites LEO entraînent également des coûts de démarrage et d'utilisation nettement plus élevés, car l'envoi et le maintien de plusieurs satellites en orbite ajoutent des coûts supplémentaires au processus. En outre, comme les satellites LEO possèdent des champs de vision plus étroits, il peut être plus compliqué de maintenir un signal constant dans certains environnements opérationnels.

Le nombre de fournisseurs de services LEO et VLEO a récemment augmenté, car le fret spatial commercial devient plus viable financièrement et le matériel pour fabriquer des satellites de communication devient plus petit et moins cher.