

Die Rolle einer GPS-Antenne

Signalstärke und Qualität der Signale, die der GPS-Empfänger empfängt, hängen stark von der Leistung und den Eigenschaften der GPS-Antenne ab.



Ein Dreiband-GPS-Antennenmontagesatz im NMO-Stil mit N-Koaxialsteckern und Kabeln
(Quelle: www.pasternack.com/tri-antenna-0-gain-nmo-mount-pe51ak1002-p.aspx)

Angesichts der Tatsache, dass GPS-Signale tausende von Kilometern und Abschnitte mit Dämpfung durch atmosphärische Gase zurücklegen und möglicherweise mit anderen Hindernissen konfrontiert werden, ist es von entscheidender Bedeutung, dass GPS-Antennen in der Lage sind, diese Signale optimal zu erfassen, indem Rauschen und Störungen auf ein Minimum reduziert werden. Aus diesem Grund sind einige GPS-Antennen aktive Antennen, die das GPS-Signal direkt nach dem passiven Empfangsteil verstärken.

Im Folgenden finden Sie eine kurze Beschreibung der Merkmale und Fähigkeiten, die bei der Auswahl einer GPS-Antenne für eine bestimmte Anwendung zu berücksichtigen sind.

GPS-Antennengewinn und Frequenz

GPS-Antennen sind nicht annähernd isotrop, sondern können omnidirektional sein, um GPS-Signale aus mehreren Quellen zu erfassen. Daher ist der einer GPS-Antenne zugeschriebene Gewinn im Allgemeinen eine Beschreibung des Spitzengewinns der Antenne in der Hauptkeule des Strahlungsdiagramms der Antenne.

Der Wirkungsgrad einer Sendeantenne ist das Verhältnis zwischen der Eingangsleistung der Antenne und der gesamten abgestrahlten Leistung. Aufgrund des Leiterwiderstands, dielektrischer Verluste und anderer Hochfrequenzphänomene kann der Wirkungsgrad einer Antenne praktisch keine 100% erreichen.

Je nach Anwendung kann es wünschenswert sein, eine GPS-Antenne mit geringerem Gewinn, aber besserem Strahlungsdiagramm zu wählen oder eine Antenne mit höherem Gewinn und besserer Richtwirkung zu verwenden, da die Position der Hauptkeule der Antenne in Bezug auf die Ziel-GPS-Satelliten bekannt und kontrollierbar ist. Bei mobilen Anwendungen kann dies eine Herausforderung darstellen, da die Platzierung einer GPS-Antenne aufgrund von Interferenzen und anderen Konstruktions-/Betriebsabwägungen eingeschränkt sein kann.

Der Antennengewinn ist auch eine Funktion der Frequenz, und die Gewinnparameter müssen für den vorgesehenen Frequenzbereich der Antenne angegeben werden. Je nach verwendetem GNSS muss eine Antenne mit einem Frequenzbereich gewählt werden, der mit den Frequenzen des Satellitensignals übereinstimmt. Dies wird als Bandbreite der Antenne bezeichnet. Da GPS-Satelliten sehr spezifische Frequenzen mit relativ schmalen Bandbreiten ausstrahlen, ist die Wahl einer GPS-Antenne mit einer Bandbreite, die die gewünschten Frequenzen umfasst, von entscheidender Bedeutung. Es gibt einige GPS-Antennen, die Dual-/Multiband-GNSS-Betrieb bieten und GNSS-Signale von zwei oder mehr Konstellationen effizient erfassen können.

Aktive versus passive GPS-Antenne

Eine passive GPS-Antenne besteht einfach aus leitenden Antennenstrukturen, einem Dielektrikum, einem Gehäuse und einer Steckerschnittstelle. Diese Art von Antennenbaugruppe ist vollkommen passiv, da sie keine externe Stromquelle benötigt, um zu funktionieren. Damit eine passive GPS-Antenne funktioniert, muss sie lediglich über eine Übertragungsleitung mit einem GPS-Empfänger verbunden werden. Obwohl der Gewinn einer Antenne mit der Größe der Antenne zusammenhängt, gibt es Antennentopologien und Design-Techniken, mit denen der Gewinn einer Antenne erhöht werden kann, ohne dass die Antenne wesentlich größer wird. Dies ermöglicht relativ kompakte passive GPS-Antennen, die leicht an der Außenseite eines Elektronikgehäuses, der Kabine eines Fahrzeugs oder außerhalb eines elektromagnetisch abgeschirmten Raums montiert werden können.

GPS-Signale sind jedoch selbst bei GPS-Antennen mit hohem Gewinn in der Regel sehr schwach, und Energieverluste und Rauscheinstreuungen sind häufig auf die Verbindungen und Kabel zurückzuführen, die zur Übertragung der Signale von einer GPS-Antenne zum GPS-Empfänger verwendet werden.

Daher werden in der Regel aktive GPS-Antennen verwendet. Eine aktive GPS-Antenne profitiert von einem eingebetteten HF-Verstärker innerhalb der Antennenbaugruppe. Das bedeutet, dass eine aktive Antenne eine externe Stromquelle benötigt,

Quelle:

*White Paper
„GPS and GNSS Antenna
Configurations“
Pasternack
www.pasternack.com*

*Pasternack ist ein eingetragenes
Warenzeichen von Infinite Electronics, Inc.*

übersetzt von FS

und sowohl die Stromquelle als auch der Verstärker können Rauschen in das System einbringen. Bei Anwendungen, die den Einsatz einer aktiven Antenne erfordern, ist es daher wichtig, die zusätzliche Rauschzahl (NF) der Antenne, mögliches Rauschen der Stromversorgung, über die Übertragungsleitung eingekoppeltes Rauschen und die Grenzen des Rauschpegels des GPS-Empfängers zu berücksichtigen. In dieser Hinsicht kann eine aktive GPS-Antenne notwendig sein, wenn die GPS-Antenne nicht in der Nähe des GPS-Empfängers platziert werden kann und ein langes Übertragungskabel benötigt wird und eine zusätzliche Signalverstärkung erforderlich ist, um die zusätzlichen Verluste durch eine längere Kabelführung auszugleichen.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der berücksichtigt werden muss, ist die Nichtlinearität einer aktiven GPS-Antenne. Jeder HF-Verstärker ist von Natur aus nichtlinear, auch wenn im Allgemeinen so ausgelegt, dass er innerhalb von Schwellenwerten arbeitet, die eine optimale Linearität gewährleisten. Zwei wichtige Kenngrößen eines HF-Verstärkers, die seine lineare Leistung beschreiben, sind der 1-dB-Kompressionspunkt (P1dB) und der Ausgangsschnittpunkt dritter Ordnung (OIP3).

Damit ein HF-Verstärker wie vorgesehen funktioniert, müssen die Anforderungen an die Stromversorgung gemäß Datenblatt erfüllt werden. Aus diesem Grund sollte eine aktive GPS-Antenne neben der Minimierung des Rauschens eine hochwertige Stromversorgung verwenden oder eine minderwertige Stromversorgung filtern, um die Stromqualität zu verbessern. Zu den wichtigsten Faktoren, die bei der Stromversorgung zu berücksichtigen sind, gehören Spannung, Stromstärke und Stromqualität. Eine aktive GPS-Antenne benötigt eine bestimmte Leistung innerhalb eines bestimmten Spannungsbereichs, und das Netzteil muss in der Lage sein, den erforderlichen Strom zu liefern, um diese Anforderungen zu erfüllen, ohne zusätzliches Rauschen oder andere elektromagnetische Interferenzen (EMI) in das System zu leiten.

Einige aktive GPS-Antennen können auch eine eingebettete HF-Filterung enthalten, die eine Unterdrückung von Störungen außerhalb des Bandes ermöglicht. Diese Antennen verfügen in der Regel über ein Bandpassfilter mit einer Bandbreite, die speziell dafür ausgelegt ist, bestimmte GNSS-Frequenzen durchzulassen und andere zu unterdrücken. Einige GPS-Antennen mit Filterung können zur weiteren Verbesserung der Unterdrückung von Außenbandfrequenzen auch Bandsperrefilter enthalten,

die speziell dafür ausgelegt sind, bestimmte Frequenzbereiche zu unterdrücken und alle anderen Frequenzen innerhalb der Gesamtbandbreite des Filters durchzulassen. Eine zusätzliche Filterung führt jedoch zu einer zusätzlichen Einfügedämpfung und entsprechend zu einer höheren Rauschzahl.

Bei aktiven GPS-Antennen muss außerdem sichergestellt werden, dass das Antennensystem innerhalb des angegebenen Betriebstemperaturbereichs bleibt. Wenn die empfindliche HF-Hardware in einer aktiven GPS-Antenne Umgebungsfaktoren ausgesetzt wird, die ihre Spezifikationen überschreiten, kann sie Schaden nehmen, der zu einer verminderten Leistung oder zur Zerstörung der aktiven Elemente in der Antennenbaugruppe führt. Weitere Umweltfaktoren, die beim Einsatz einer GPS-Antenne zu berücksichtigen sind, sind Feuchtigkeit und Stöße/Vibrationen. Passive GPS-Antennen sind möglicherweise widerstandsfähiger gegenüber rauen Umweltfaktoren, da passive Antennen keine zusätzliche Hardware enthalten und es relativ einfach ist, die Steckerschnittstelle abzudichten und zu schützen. Aktive GPS-Antennen haben jedoch zusätzliche Stromeingänge, Vorspannung, HF-Verstärkung und möglicherweise Filterschaltungen, die alle anfällig für Beeinträchtigungen durch raue Umweltfaktoren sind.

GPS-Antennen-Steckverbinder

GPS-Antennen werden mit einer Vielzahl verschiedener RF-Steckertypen geliefert. Bei diesen Steckern handelt es sich fast immer um Koaxialstecker, die für die Verwendung mit gängigen Koaxialsteckern und -kabeltypen ausgelegt sind. Die gebräuchlichsten GPS-Antennenstecker sind wahrscheinlich N- und SMA-Stecker, obwohl bei mobilen Fahrzeuganwendungen auch NMO-Stecker und Montagevorrichtungen verwendet werden können. Angesichts des extrem schwachen Signalpegels der GPS-Satellitenübertragung ist es wichtig, einen GPS-Antennenstecker und eine Verkabelung zu wählen, die die Verluste durch die Stecker und Kabel minimiert. Es gibt verschiedene verlustarme Stecker- und Kabeloptionen, die den Anforderungen der jeweiligen Anwendung entsprechen.

Eingebettete GPS-Antennen

Im Gegensatz zu anderen Arten von GPS-Antennen, die in der Regel außerhalb eines Fahrzeugs, einer Baugruppe oder eines Gehäuses montiert werden, wird eine eingebettete GPS-Antenne im Allgemeinen im Gehäuse eines Geräts installiert. Bei Geräten mit eingebetteten GPS-Antennen handelt es



Eine eingebettete GPS-Antenne und ein Mobilfunkmodul (Quelle: www.pasternack.com/multi-antenna-824-mhz-2.17-ghz-5-dbi-gain-umcx-pe51212-p.aspx)

sich in der Regel um tragbare Geräte oder Geräte mit kleinem Formfaktor, bei denen ein GPS-Modul innerhalb des Gehäuses wünschenswert ist. Eingebettete GPS-Antennen sind in der Regel aktive Antennen, sie sind oft mehrbandig und können GPS-Empfänger aus mehreren verschiedenen Konstellationen unterstützen. Da GPS häufig in Geräten zu finden ist, die in entfernten oder mobilen Anwendungen eingesetzt werden, unterstützen einige eingebettete GPS-Antennen auch mehrere Mobilfunkfrequenzen und separate Verbindungen zu Mobilfunkmodulen.

Da eingebettete GPS-Antennen in der Regel klein sind, ist der Gewinn dieser Module wahrscheinlich geringer als bei größeren externen GPS-Antennen, was oft auf eine geringere Antenneneffizienz zurückzuführen ist. Diese eingebetteten GPS-Antennenmodule sind oft für einen sehr geringen Stromverbrauch und für den Anschluss an gängige oberflächenmontierbare PCB-Koaxialstecker wie UMCX ausgelegt.

Schlussfolgerung

Die GNSS-Geolokalisierungs- und Zeitgebungstechnologie ist für praktisch jede Branche und für das Leben der meisten Menschen auf der ganzen Welt von entscheidender Bedeutung. Die Fähigkeit, Objekte in Echtzeit genau zu lokalisieren und Elektronik über große Entfernungen zu synchronisieren, ist für fast alle Anwendungsfälle im Verkehrswesen und im Bereich Militär/Verteidigung unerlässlich. Eine GPS-Antenne ist ein wichtiger Bestandteil eines GPS-Systems, und die richtige Auswahl einer GPS-Antenne für die spezifischen Anforderungen einer Anwendung kann den Unterschied zwischen Erfolg und Misserfolg einer Mission ausmachen. Mit der Inbetriebnahme zukünftiger GNSS/GPS-Systeme, die eine noch feinere Positions- und Zeitgenauigkeit versprechen, könnte die Nachfrage nach GPS-Antennen mit L5-Frequenzfähigkeit in Zukunft steigen. ◀