

مفاهیم پایه آموزش

فن آوری به صورت انتقال پیوسته

شماره ۳ - دی ۱۳۷۷

آشنایی با شبکه ارتباط ماهواره ای VSAT

گروه علاقم و ارتباطات - سرویس تبلیغاتی

مقدمه

در سالهای اخیر استفاده از ایستگاههای زمینی با آنتن های خیلی کوچک در سیستم ارتباطات ماهواره ای متداول شده است. به این نوع ایستگاهها VSAT یا پایانه های با درجه خیلی کوچک گفته می شود اولین بار اصطلاح تجاری VSAT توسط شرکت Telecom General برای این ایستگاههای زمینی کوچک بکار برده شد، که مقبولیت عام یافت. گیرنده های VSAT در باند فرکانسی Ku یعنی 11-14 GHz کار می کنند. مشخصات عمومی این ایستگاهها عبارتند از:

- 1- آنتن قطری کمتر از 2-3 m
- 2- تقویت کننده های قدرت نیمه هادی
- 3- مبدل های فرکانس ارزان قیمت
- 4- پردازش دیجیتال

ویژگیها و تواناییهای گسترده VSAT در ارائه خدمات مجتمع داده صوت و تصویر (Multi Media) فصل جدیدی در مخابرات اطلاعات دیجیتال در مسافت های زیاد فراهم ساخته است.

تاریخچه

در اواخر دهه ۸۰ قابلیت های تکنولوژی VSAT به اثبات رسید و توانایی ارسال و دریافت اطلاعات با ایستگاههایی با قطر زیر ۴ متر عملی شد. نسل اول VSAT که در باند 4-6 GHz کار می کرد برای سرویس های انتقال داده سرعت پایین، کمتر از 9.6 kb/s بصورت یک طرفه بکار می رفت سرویس های خبری تجاری، دومین مرحله تکامل نسل اول با بهبود طرح های دستیابی تصادفی شروع می شود که امکان ارتباط دو طرفه را فراهم می سازد و دسترسی به یک ماهواره از چندین محل دور از هم، با تاخیر زمانی قابل قبول را امکان پذیر می سازد. نسل دوم شاهد تغییر باند فرکانسی از باند C به باند Ku بود. VSAT های باند Ku سرعت بالاتر به لحاظ نرخ انتقال بیت داشتند و به لحاظ تجهیزات کوچکتر بودند و ملازمات کنترل مرکزی کمتری داشتند. این سیر تکاملی با نسل سوم در حدود سال 1987 ادامه یافت و هم اکنون تحقیقات روی نسل چهارم که از اواسط سال 1990 آغاز بکار کرده ادامه دارد.

ویژگی های نسل چهارم بطور خلاصه عبارتند از:

- 1- شبکه های VSAT تمام نرم افزاری
- 2- مدیریت شبکه منسجم تر
- 3- ترمینال کوچکتر که به USAT (Ultra Small) معروف هستند با قطر آنتن کمتر از 1.2 m
- 4- طراحی پیشرفته آنتن
- 5- ارتباط VSAT، VSAT بدون دخالت Hub.

عوامل اصلی توسعه این سیستم ها کاربردهای جدید تکنولوژی ماهواره ای به جز مواردی که پهنای باند زیاد مورد نیاز بوده و از سیستم فیبر نوری استفاده می شود، گرایش بسمت خصوصی کردن مخابرات هزینه ارتباطات زمینی خطوط اجاره ای، نصب سریع، شبکه مستقل از شرکت مخابرات، تقاضای بازار برای شبکه های ارتباط جدید داده ها و تقاضای ارتباط تلفنی برای نقاط دور و روستایی کشورهای در حال توسعه.

موضوع های مورد نظر

- روشهای تعمیر و نگهداری
- فن آوری جدید
- تبلیغ



ابتدا به معرفی اجزاء تشکیل دهنده شبکه پرداخته سپس نحوه ارتباط و کارکرد آنها را مورد بررسی قرار می دهیم اجزاء اصلی شامل سه بخش می باشد.

۱- ایستگاههای زمینی ۲- ایستگاه مرکزی HUB ۳- بخش فضایی یا ماهواره. مستقر در فضا
۱- ایستگاه زمینی (PES)

ایستگاههای زمینی VSAT بنام Remote یا PES خوانده می شوند و سرویس های مختلفی شامل انتقال دیتا، تلفن و فاکس در اختیار استفاده کننده های شبکه قرار می دهند. هر PES مطابق شکل از دو بخش واحد بیرونی (ODU) و واحد درونی (IDU) تشکیل شد. که بخش ODU شامل آنتن و RF Hed که معمولاً در خارج از اتاق استفاده کننده نصب شده و بخش IDU در داخل اتاق و نزدیک کاربر قرار می گیرد. قسمت RF Head شامل فرستنده و گیرنده مایکروویو می باشد. قسمت IDU در واقع بخش داخلی VSAT بوده که از یک طرف توسط کابل به RF Head و از طرف دیگر به دستگاههای جانبی کاربر شامل تلفن، فاکس و کامپیوتر متصل میگردد.

پارامترهای اصلی پایانه های زمینی عبارتند از:

۱) اندازه تقویت کننده های پر قدرت (HPA)

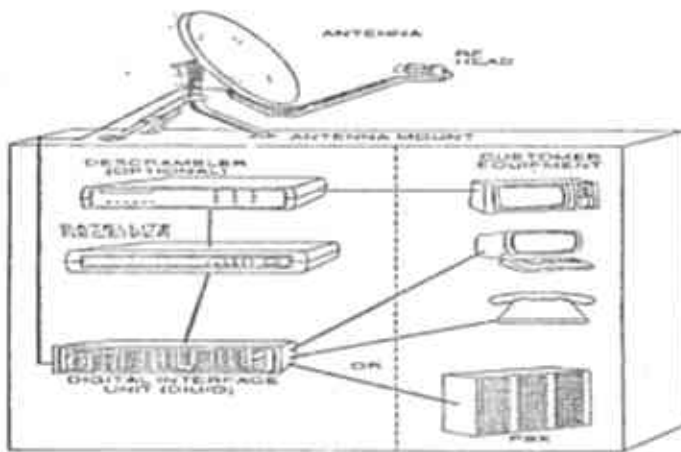
۲) اندازه آنتن

۳) تکنیک دسترسی

۴) نرخ انتقال داده ها

۵) تکنیک مدولاسیون

۶) کدهای تصحیح خطا (FEC)



شکل ۱- اجزای یک ایستگاه زمینی PES

۲- ایستگاه مرکزی (HUB)

ایستگاه مرکزی زمینی موسوم به HUB کار مدیریت پشتیبانی و کنترل شبکه VSAT را به عهده داشته و ایستگاههای مختلف PES توسط ماهواره و ایستگاه زمینی HUB با یکدیگر ارتباط رایویی برقرار می کنند. برخی از وظایف این مرکز عبارتند از:

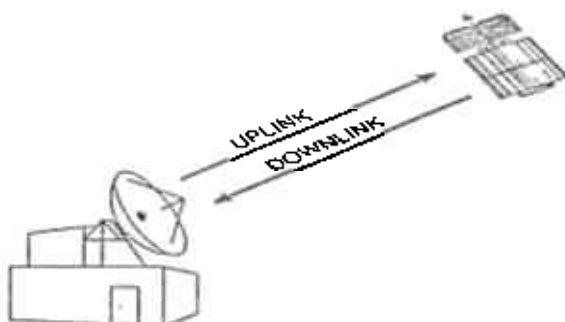
۱) مدیریت کل شبکه و مانیتور کردن پارامترهای VSAT های شبکه.

۲) مشخص کردن VSAT های معیوب در شبکه و خارج نگاهداشتن آنها از شبکه تارفع عیوب.

۳) مشخص نمودن نقص و عیب ماهواره ها.

۴- بخش فضایی (Space Segment)

این بخش در واقع همان ماهواره بود (Transponder) که در مدار Stationary قرار دارد و چون پریود گردش آن مساوی پریود گردش زمین می باشد لذا از دید ناظر زمینی ساکن بنظر می رسد. ترانسپوندرها دارای پهنای باند فرکانسی متفاوتی می باشند که از جمله می توان ترانسپوندرهای 72MHz، 36MHz را نام برد. هر ماهواره دارای چندین ترانسپوندر میباشد که استفاده کنندگان می توانند با پرداخت مبلغی در سال



UPLINK FREQUENCIES	DOWNLINK FREQUENCIES	BAND
5.925-6.425 GHz	3.700-4.200 GHz	C
14.00-14.50 GHz	11.70-12.20 GHz	KU
10.95-11.26 GHz	8.65-8.9 GHz	X

شکل ۲- باندهای فرکانسی شبکه VSAT



تمام یا قسمتی از باند فرکانسی آن را گزیده کنند. قیمت گزایه یک ترانسپوندر با پهنای باند 72 MHz کمتر از 2 میلیون دلار در سال است.

وظیفه اصلی ترانسپوندر تکرار و تغییر جهت امواج دریافتی در جهت گیرنده است و به این ترتیب ارتباط رادیویی بین ایستگاههای زمینی PES و ایستگاه مرکزی را برقرار می نماید. | جهت ارتباط دریافت و ارسال از فرکانسهای متفاوت استفاده می شود.

شبکه های VSAT

شبکه های وی ست بصورت های مختلفی با توجه به نوع کاربردهای آن وجود دارد. نوع اول به صورت نقطه به نقطه (Single hop & MESH) است. تعدادی VSAT بصورت نرینال های ارتباطی برای کاربران داده بانخ بیست پائین که با کامپیوتر شخصی کار میکنند.

در نوع دوم ارتباط بین گروهی از کاربران به صورت شبکه، محلی با گروه دیگری از افراد در یک شبکه دیگر برقرار می شود که در این حالت از چندین HUB بصورت گسترده استفاده می شود و این HUB ها باید یکدیگر از طریق فیبر نوری نیز متصل هستند.

در نوع سوم که ارتباط از طریق ماهواره ها به صورت مستقیم است از HUB استفاده نمی شود و تمامی VSAT ها در ارتباط مستقیم با یکدیگر هستند که اغلب در انتقال نقطه به نقطه صوت داده و تصویر مورد استفاده واقع می شود.

آخرین نوع که به نام شبکه ستاره ای (STAR) معروف است یک HUB مرکزی با تعداد زیادی از VSAT ها بصورت مستقیم دسترسی دارد. بیش از 90% شبکه های نصب شده به این صورت بوده و برای تبادل داده استفاده می شود.

مهمترین پارامترهای طراحی شبکه با تعداد زیادی VSAT عبارتند از:

شکل شبکه تکنیک دسترسی چند راهه توان خروجی HPA مورد نیاز، مدولاسیون، رمز کردن، شکل داده پروتکل ها، مدیریت شبکه و روش آدرس دهی که در سیستم به کار رفته است. همگی این پارامترها ایجابی از کاربرد، قیمت پوشش ماهواره و قدرت مورد نیاز ماهواره می باشد. از جمله نکات فنی که در طراحی شبکه ها و کلی سیستم های VSAT بسیار مهم و قابل توجه می باشد، نوع مدولاسیون و نرخ بیت ارسالی می باشد. بطور کلی شبکه های وی ست برای انتقال داده طراحی و ساخته شده اند و انتقال صوت بعنوان یک کاربرد فرعی مطرح شد که البته باید متذکر شد این کاربرد روز به روز افزایش می یابد. نرخ داده، کاربران در ظرفیت های مختلف بوده که عبارتند از سرعت های انتقال (64 Kb/s, 19.2 Kb/s, 9.6 Kb/s, 2.4 Kb/s). البته وی ست هایی که با شبکه های با ایستگاه های مرکزی بزرگ کار می کنند و برای دریافت تصویر مورد استفاده هستند دارای نرخ بیت تا 128 Kb/s و آنتن با قطر 1.2 m هستند.

تکنیکهای دسترسی به چند روش مختلف TDMA, FDMA, CDMA انجام می شود. در زمینه مدولاسیون بیشتر دو نوع BPSK, QPSK مورد نظر بوده و عملاً استفاده می گردد. سیستم های انتقال VSAT از طریق کانال ماهواره بصورت بسته ای (Packetized) می باشد. مجموعه ای از داده های حاوی تمامی اطلاعات مورد نیاز برای ارسال از طریق شبکه و ترکیب آنها با دیگر اطلاعات موجود در مقصد یک بسته (Packet) نامیده می شود. شبکه های سوچ بسته ای (Packet Switching) حداکثر تبادل داده را بین کاربران متعدد و ایستگاه مرکزی را مقدور می سازند.

اغلب سیستمهای وی ست نصب شده در آمریکا در باند فرکانسی Ku کار میکنند (11.7 GHz- 14.5GHz). این باند ها جایگزین مدارهای زمینی برای شبکه های خصوصی داده های بین ایستگاه مرکزی (Central HUB) پایانه های مستقر در نقاط مختلف جغرافیایی، گردیده اند. سیستمهای وی ست که در آسیا، اروپا و آمریکا جنوبی مورد استفاده قرار می گیرند اغلب در باند فرکانسی پائین تر یعنی باند C (3.9 GHz-6.2 GHz) کار میکنند. سیستمهای ارتباطی وی ست دارای مزایای مختلفی می باشد از جمله:

۱) هزینه های مدارهای ارتباطی بستگی به مسافت انتقال داده ها ندارد.

۲) دسترسی آسان به نقاط دور دستی که در فواصل دور از یکدیگر قرار می گیرند.

۳) عدم تداخل چند کاربر با یکدیگر.

۴) نیازی به سیستم ارتباطی تلفن شهری ندارد.

۵) پهنای باند کانال به صورت دینامیک به داده ها، صوت و یا تصویر اختصاص داده شده است.



تمام یا قسمتی از باند فرکانسی آن را کرایه کنند. قیمت کرایه یک ترانسپوندر با پهنای باند 72 MHz کمتر از 2 میلیون دلار در سال است.

وظیفه اصلی ترانسپوندر تکرار و تغییر جهت امواج دریافتی در جهت گیرنده است و به این ترتیب ارتباط رادیویی بین ایستگاههای زمینی PES و ایستگاه مرکزی را برقرار می نماید. در جهت ارتباط دریافت و ارسال از فرکانسهای متفاوت استفاده می شود. شبکه های VSAT

شبکه های وی سبت بصورت های مختلفی با توجه به نوع کاربردهای آن وجود دارد. نوع اول به صورت نقطه به نقطه (Single hop & MESH) است. تعدادی VSAT بصورت ترمینال های ارتباطی برای کاربران داده بانرخ بیست پائین که با کامپیوتر شخصی کار میکنند.

در نوع دوم ارتباط بین گروهی از کاربران به صورت شبکه، محلی با گروه دیگر از افراد در یک شبکه دیگری برقرار می شود که در این حالت از چندین HUB بصورت گسترده استفاده می شود. این HUB ها با یکدیگر از طریق فیبر نوری نیز متصل هستند.

در نوع سوم که ارتباط از طریق ماهواره ها به صورت مستقیم است از HUB استفاده نمی شود و تمامی VSAT ها در ارتباط مستقیم با یکدیگر هستند که اغلب در انتقال نقطه به نقطه صوت داده و تصویر مورد استفاده واقع می شود.

آخرین نوع که به نام شبکه ستاره ای (STAR) معروف است یک HUB مرکزی با تعداد زیادی از VSAT ها بصورت مستقیم دسترسی دارد. بیش از 90% شبکه های نصب شده به این صورت بوده و برای تبادل داده استفاده می شود.

مهمترین پارامترها در طراحی شبکه با تعداد زیادی VSAT عبارتند از:

شکل شبکه، تکنیک دسترسی چندراهه، توان خروجی HPA مورد نیاز، مدولاسیون، رمز کردن، شکل داده پروتکل ها، مدیریت شبکه و روش آدرس دهی که در سیستم به کار رفته است. همگی این پارامترها ایجاب از کاربرد، قیمت پوشش ماهواره و قدرت مورد نیاز ماهواره می باشد. از جمله نکات فنی که در طراحی شبکه ها و کلی سیستم های VSAT بسیار مهم و قابل توجه می باشد، نوع مدولاسیون و نرخ بیت ارسالی می باشد. بطور کلی شبکه های وی سبت برای انتقال داده طراحی ساخته شده اند و انتقال صوت بعنوان یک کاربرد فرعی مطرح شد که البته باید متذکر شد این کاربرد روز به روز افزایش می یابد. نرخ داده، کاربران در ظرفیت های مختلف بوده که عبارتند از سرعت های انتقال (64 Kb/s, 19.2 Kb/s, 9.6 Kb/s, 2.4 Kb/s). البته وی سبت هایی که با شبکه های ایستگاه های مرکزی بزرگ کار می کنند و برای دریافت تصویر مورد استفاده هستند دارای نرخ بیت تا 128 Kb/s و آنتن با قطر 1.2 m هستند.

تکنیکهای دسترسی به چند روش مختلف CDMA, FDMA, TDMA انجام می شود. در زمینه مدولاسیون بیشتر دو نوع BPSK, QPSK مورد نظر بوده و عملاً استفاده میگردد. سیستم های انتقال VSAT از طریق کانال ماهواره بصورت بسته ای (Packetized) می باشد. مجموعه ای از داده های حاوی تمامی اطلاعات مورد نیاز برای ارسال از طریق شبکه و ترکیب آنها با دیگر اطلاعات موجود در مقصد یک بسته (Packet) نامیده می شود. شبکه های سوچ بسته ای (Packet Switching) حداکثر تبادل داده را بین کاربران متعدد و ایستگاه مرکزی را مقدور می سازند.

اغلب سیستمهای وی سبت نصب شده در آمریکا در باند فرکانسی Ku کار میکنند (11.7 GHz- 14.5GHz). این پایانه ها جایگزین مدارهای زمینی برای شبکه های خصوصی داده هابین ایستگاه مرکزی (Central HUB) پایانه های مستقر در نقاط مختلف جغرافیایی گردیده اند. سیستمهای وی سبت که در آسیا، اروپا و آمریکا جنوبی مورد استفاده قرار می گیرند اغلب در باند فرکانسی پائین تر یعنی باند C (3.9 GHz-6.2 GHz) کار میکنند. سیستمهای ارتباطی وی سبت دارای مزایای مختلفی می باشد از جمله:

۱) هزینه های مدارهای ارتباطی بستگی به مسافت انتقال داده ها ندارد.

۲) دسترسی آسان به نقاط دور دستی که در فواصل دور از یکدیگر قرار می گیرند.

۳) عدم تداخل چند کاربر با یکدیگر.

۴) نیازی به سیستم ارتباطی تلفن شهری ندارد.

۵) پهنای باند کانال به صورت دینامیک به داده ها، صوت و یا تصویر اختصاص داده شده است.



۶) نظارت بر انتقال داده ها به پایانه های وی ست توسط ایستگاه اصلی HUB

۷) ایستگاه HUB عمل عیب یابی وی ست هارا از راه دور انجام می دهد.

۸) امکان توسعه شبکه.

۹) راه حل مناسب برای هزینه ثابت شبکه.

در زمینه انتقال صوت سرویس های صوتی برای مناطق دارای ظرفیت محدود و کم ارتباطی از جمله روستاها، مزارع، دامداری ها، کارخانجات و همچنین ارتباط صوتی موقت گروه های شناسایی و کاوشگر معدن، نفت، امداد و... در مناطق دورافتاده می تواند کارگشا باشد. که در واقع این راه حل ارتباط ماهواره ای تنها راه حل عملی و اقتصادی برای این گروه می باشد. مناطق و شهرهایی که ارتباط تلفنی معمولی آنها در اثر حوادث، طبیعی و غیرطبیعی از کار افتاده باشد، به سهولت و به سرعت می توانند با نصب پایانه های VSAT در کوتاهترین زمان، ارتباط مجدد را برقرار سازند.

شبکه های VSAT و وضعیت فعلی آنها در ایران

در نتیجه پیشرفت های تکنولوژی ارتباطات ماهواره ای، هزینه ایستگاه های زمینی از حدود ۲ تا ۱ میلیون دلار به ۲۵ هزار دلار کاهش یافته سیستم های VSAT، این روند کاهش هزینه ها همچنان ادامه داشته و به دنبال آن شاهد افزایش کیفیت و کمیت ارتباطات ماهواره ای VSAT ها هستیم. این کاهش هزینه ها و به تبع آن، محبوبیت و افزایش تعداد شبکه های ارتباطی VSAT شده و به نحو چشمگیری باعث توسعه مخابرات ماهواره ای شده است.

شبکه های عمومی با توجه به ویژگی و گستردگی آنها چندان مورد نظر نمی باشد و استفاده از VSAT بیشتر در شبکه های خصوصی است که معنا پیدا می کند. این شبکه ها بخصوص به لحاظ مدیریت اختصاصی و سهولت استفاده نصب و راه اندازی سریع، امکان تغییر ترکیب شبکه مطابق با نیازها، امکان ایجاد ارتباط عاری از خطا و کاملاً حفاظت شده در مقابل استراق سمع و همچنین التزام به رعایت استانداردها و مقررات شبکه های عمومی چند سالی است که مورد توجه شدید مدیران شرکت ها و صنایع، هتل ها و فروشگاههای زنجیره ای، بانک ها، صنایع نظامی، شرکت های بیمه، روزنامه ها و خبرگزاری ها و بسیاری دیگر از مراکز تجاری بخش خصوصی و دولتی، قرار گرفته است.

امکان در اختیار قراردادن شبکه های اجاره ای و موقتی از جمله سرویس های قابل توجهی است که امروزه اغلب شرکت ها ارائه می دهند. این سرویس به خصوص برای مشتریان فصلی و موسمی و همچنین مشتریانی که توانایی و یا علاقه به نصب و نگهداری دائمی تجهیزات ریز پایانه ندارند، مناسب می باشد. برخی از شرکت های ارائه دهنده شبکه های VSAT همچون HUGHES, AT & T, CONTEL, ASC, NEC، بطور عمده امکانات خود را برای سرویس های شبکه های خصوصی گسترش داده اند.

اختصارات

- | | |
|--|---|
| 1) VSAT: Very Small Apertur Terminal | 6) FDMA: Frequency Division Multiple Access |
| 2) PES: Personal Earth Station | 7) CDMA: Code Division Multiple Access |
| 3) ODU: Out Door Unit | 8) QPSK: 4-Phase Shift Keying |
| 4) IDU: In Door Unit | 9) BPSK: 2-Phase Shift Keying |
| 5) TDMA: Time Division Multiple Access | 10) FEC: Forward Error Correction |

منابع و مآخذ:

- ۱- امیدرضا معروضی، VSAT مرکز تحقیقات راه آهن
- ۲- آموزش اپراتوری پایانه های VSAT برای راه آهن جمهوری اسلامی ایران، شرکت خوارزم ارتباط خاورمیانه
- ۳- محمد حکاک، سیستم های مخابرات ماهواره ای انتشارات سروش ۱۳۶۷
- ۴- پایانه های ماهواره ای خیلی کوچک، خبرنامه انفورماتیک شماره ۵۲.

نظاً نظرات و انتقادات خود را به نشانی: تهران، خیابان وصال، نبش خیابان اینالیا، شماره ۲۰۱ مرکز تحقیقات راه آهن ارسال نمایید.

تلفن: ۶۵۱۴۹۸-۶۵۱۴۵۸-۶۵۱۴۶۲ صندوق پستی: ۶۳۹۴-۱۴۱۵۵ E-Mail: MATRAJ@istn.irost.com