

ارتباط پهن باند ماهواره ای برای قطار

تصور کنید که مسافران قطار در حال سفر از منطقه ای خالی از سکنه باشند. در اینگونه مناطق معمولاً در فواصل چند کیلومتری، فقط صحرا یا جنگل، بدون وجود نشانه ای از زندگی می باشد. در این مناطق به دلیل هزینه بر بودن، برقراری ارتباط مخابراتی وجود ندارد. قطار مسافربری حامل افرادی است که در حال رفتن به محل کار خود، دیدار همبستگان و خویشاوندان و یا تفریح و گردش می باشند. هر کدام از مسافران، در هنگام سفر، فعالیت های روزمره ی خود را دارند و علاقه دارند که آن را متوقف نکنند. در زندگی روزمره ی آن ها، ارتباط پهن باند برای مصارفی همچون اینترنت، ایمیل، ویدیو کنفرانس و غیره به اندازه ی کافی وارد شده است. برای مثال یک خانم تاجر، فایل ارائه ی خود را که با لپ تاپ یا تبلت خود دریافت کرده است را به روز می کند، توریست در اینترنت به دنبال مکان های گردشگری و رویدادهای مقصد خود می گردد، مادر با کودکان خود که آن ها را در خانه گذاشته است با Skype چت می کند، مدیر فروش شرکت بازرگانی با تماس صوتی و یا تصویری، وقت ملاقات خود را برای بستن معامله تنظیم می کند، پسران و دختران نوجوان با دوستان خود در فیسبوک در ارتباط هستند و تعدادی از مسافران برای تماشای مسابقه ی ورزشی، نمایشگر بزرگی را در جلوی خود می بینند. زمانی که مسافران درون قطار مشغول روزمرگی خود هستند، عملکرد قطار با در اختیار داشتن سیستم های نظارتی و امنیتی، کاملاً ایمن و تحت کنترل است. این دنیای کوچک شده ی امروزی ما است که در آن ارتباط مخابراتی جزو لاینفک آن شده است. امروزه دیگر این مسئله مطرح نیست که بپرسیم آیا لازم است انجام شود؟ بلکه لازم است بپرسیم چگونه انجام شود؟

مقرون به صرفه ترین و قابل دسترس ترین راه حل برای ارتباط پهن باند وسایل محرک، ماهواره می باشد. شما در این بخش دعوت می شوید تا نیازهای بازار و راه حل های موجود که توسط شرکت ایکاست تهیه شده است را در ادامه ببینید.

نیازهای بازار

سازمان ها و اپراتورهای مسافربری قطار شاهد افزایش روزافزون تقاضا برای اطلاعات زنده ی (Real Time) مسافران و ترانزیت بارهای واگن می باشند. وجود نیازمندی های ارتباطی، مجموعه ی گسترده ای از سرویس ها

که شامل فراهم آوردن رفاه و آسایش مسافران از طریق ارائه ی خدمات سرگرمی، تجاری و امنیتی نیز می باشد را به همراه دارد. همچنین وجود این خدمات می تواند به همراه افزایش بهره وری عملیات و کنترل قطار باشد.

به طور کلی ارتباط مخابراتی قطار برای دو دسته نیاز تعریف می شود. وجود ارتباط مخابراتی برای تامین نیازهای کنترل، نظارت و امنیت عملیات های قطار مانند مانیتورینگ، پیام های هشدار و ممانعت از برخورد ضروری به نظر می رسد. در اولویت دوم ایجاد بستر لازم جهت رفاه و آسایش مسافران و قرار دادن امکان وبگردی، ایمیل، شبکه های اجتماعی، اخبار، تماس صوتی و تصویری و تلویزیون نیز از دیگر موارد قابل ارائه می باشد.

امکان ارائه ی سرویس های مخابراتی در همه ی مسیر حرکت قطار یکی از چالش های بزرگی است که شبکه های زمینی با مشکلات زیادی همراه هستند. مشکلاتی از قبیل عبور مسیر قطار از مناطق خالی از سکنه و صعب العبور، عبور از مرزهای کشورهای مختلف، هزینه ی بالای نصب تجهیزات زمینی در مناطق دور و متفاوت بودن قوانین رگولاتوری در کشورهای مختلف از این دست مشکلات می باشد. در این حالت، مخابرات ماهواره ای می توانند همه ی این مشکلات را با هزینه ی پایین تر، برطرف کنند.

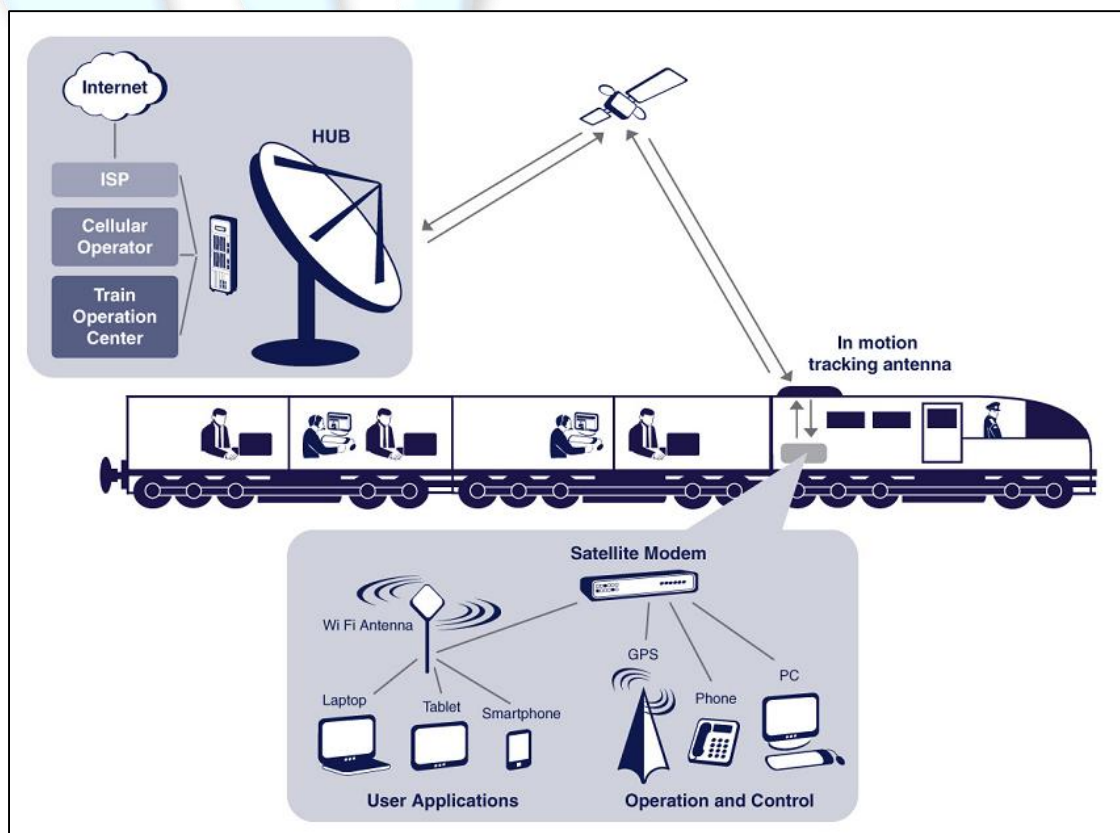
اصول کلی ماهواره های مخابراتی

مخابرات ماهواره ای نقش حیاتی در سیستم مخابرات جهانی ایفا می کنند. این ماهواره ها معمولا می توانند نیازهای مخابراتی را برای مسافت های بسیار دور و کاملا مستقل از مسیر و محدوده ی تحت پوشش شبکه های زمینی، برآورده سازند. راه اندازی تجهیزات آن بسیار سریع و آسان بوده و نیازی به حفر زمین و از این قبیل کارها ندارد.

کاربردهای امروزی ستکام (SATCOM) بیشتر بر اساس ماهواره های GEO استوار هستند که در مدار دایروی شکل و در ارتفاع تقریبا ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارند. این گونه ماهواره ها به دلیل ثابت بودن از دید ناظر زمینی، مزیت بالاتری نسبت به ماهواره های Non-GEO دارند. برای کاربردهای ستکام متحرک، آنتن های ردیابی کننده همواره باید در دید مستقیم با ماهواره باشند. همچنین جهت دسترسی به

لینک های پرسرعت پهن باند، استفاده از باند های فرکانسی Ku/Ka برای کاهش هزینه ی بخش فضایی (ماهواره)، توصیه می شود.

ایجاد سرویس مخابراتی باند پهن ماهواره ای بر روی قطاری که حرکت می کند یکی از چالش های تکنولوژیکی می باشد. راه حل های مختلفی برای این کار در بازار وجود دارد. یکی از این راه حل های مناسب و مقاوم که می تواند پوشش ممتدی بوجود آورد SOTM (Satellite On The Move) می باشد که بنابر پهنای باند و کاربرد نهایی می تواند از میان چندین گزینه ی مختلف انتخاب شود. طبیعتاً، مسیر جغرافیایی، شرایط محیطی، مکانیک قطار و البته کاربرد موردنظر، از جمله موارد مهم انتخاب راه حل نهایی SOTM می باشد که با انتخاب بهینه ی آن می توان از هزینه های اضافی کاست و منجر به افزایش درآمد شد. در شکل زیر اجزای مختلف شبکه ی SOTM نشان داده شده است. در این شکل اجزای شبکه را می توان به سه بخش فضایی (ماهواره)، هاب و تجهیزات SOTM تقسیم کرد.



همانطور که در شکل دیده می شود، هسته ای اصلی SOTM ماهواره ی GEO می باشد. این ماهواره همچون یک آینه ی رادیویی، امواج را از سمت زمین گرفته و به سمت زمین مجددا منعکس می کند. هاب، که در اصل تشکیل دهنده ی مرکزی شبکه می باشد، توسط شرکت ارائه دهنده ی سرویس SOTM برقرار شده و خدمات مربوطه را ارائه می دهد. هاب ماهواره ای در تله پورت به انواع شبکه های زمینی عمومی مانند اینترنت و خصوصی مانند شبکه های اختصاصی سازمان های مورد نظر مشتری نهایی، متصل است. در بخش تجهیزات SOTM، آنتن، سیگنال های Uplink و Downlink را به ماهواره ارسال یا از ماهواره دریافت می کند. مودم ماهواره ای نیز که در خود روتر (Router) نیز به همراه دارد وظیفه ی دیکد کردن سیگنال های ماهواره ای و تحویل آن به روتر را بر عهده دارد. وسایل متعددی از جمله دستگاه های کاربر همچون لپ تاپ، تلفن، تبلت و دستگاه های کنترل عملیات قطار به مودم ماهواره ای از طریق پروتکل ها و روش های مختلف (سیمی، بیسیم) عرضه می شود و در نهایت در دسترس کاربر نهایی قرار می گیرد.

چالش های SOTM

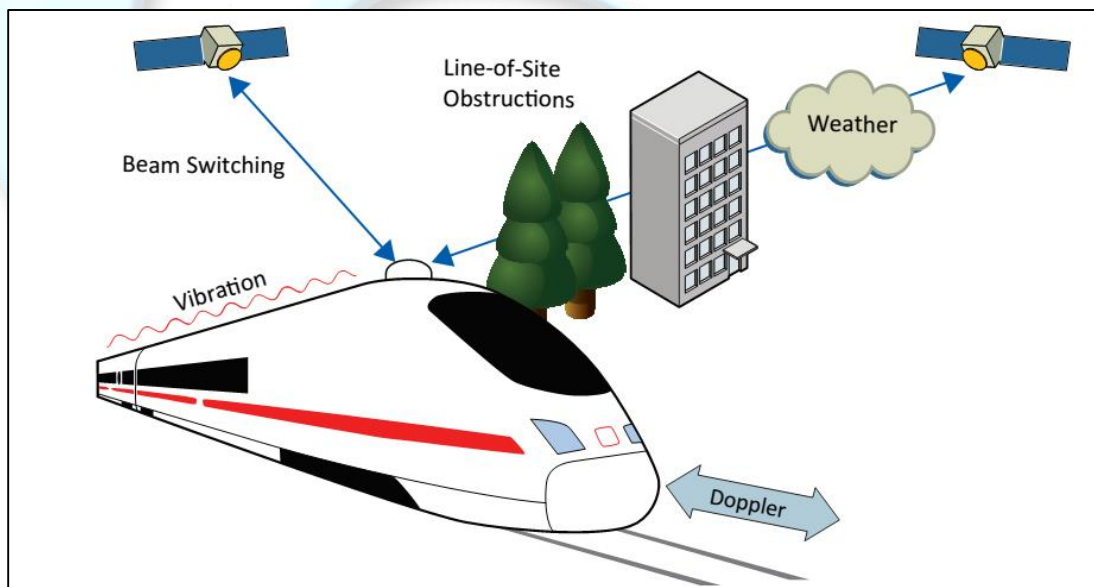
نیازمندی های SOTM نسبت به تجهیزات ثابت ستکام متفاوت است، از آنجایی که همه ی تجهیزات نصب شده بر روی سقف یک قطار که همان آنتن می باشد، باید به گونه ای طراحی شده باشند که با چالش های آیرودینامیک تطابق داشته باشند و همچنین دارای ارتفاع کم باشند تا قطار بتواند از تونل های کم ارتفاع عبور کند. همچنین آن ها باید بتوانند در دماهای پایین نیز کار کنند و در مقابل شوک ها و ضربه های سخت مقاومت کنند. این آنتن ها باید بتوانند ماهواره ها را ردیابی کرده و سرعت عمل بالایی در حصول مجدد (Reacquisition) لینک ماهواره ای داشته باشد. علاوه بر موارد ذکر شده، آنتن باید دارای بهره ی بالا در ارسال و دریافت سیگنال های رادیویی باشد و پهنای باند کافی به آن اختصاص دهد.

به طور کلی همه ی کاربردهای محرک مانند هواپیمایی، دریایی و کشتیرانی، زمینی، همگی با چالش های مشابهی از نظر وجود موانع دید-مستقیم (Line Of Sight) روبرو هستند. در عین حال به نظر می آید که از میان کاربردهای ذکر شده، نوع زمینی با موانع متعدد و بیشتری برخورد می کنند. چالش های مشترک برای کاربردهای ریلی و زمینی شامل موارد زیر است:

- موانع دید-مستقیم توسط ساختمان ها، درخت ها، تونل ها و دیگر ساختارها

- عبور از مرزهای کشورهای مختلف و یا مناطق تحت پوشش اپراتورهای مختلف ماهواره
- محیط های خشن محیطی مانند گرما، لرزش و تداخل های الکترومغناطیسی
- در قطارهای سریع السیر چالش های زیر نیز بر موارد فوق افزوده می شوند:

- جابجایی فرکانسی ناشی از پدیده ی داپلر (Doppler)
- تغییرات قدرت سیگنال ناشی از جابجایی در مناطق تحت پوشش یک بیم (Beam)
- عبور از Footprint و یا بیم نقطه ای ماهواره
- محدودیت در ابعاد آنتن



تجهیزات اصلی SOTM

یک راه حل کامل و جامع SOTM حاوی المان های سخت افزاری گوناگون می باشد که با در کنار هم قرار گرفتن، سرویس مخابرات ماهواره ای قابل اعتماد، امن، مقرون به صرفه و قابل مدیریت را ارائه می دهد. تجهیزات زمینی سیستم SOTM شامل موارد زیر است.

آنتن SOTM با مقطع کوچک : آنتن، به تنهایی یکی از عوامل محرک فناوری SOTM می باشد. آنتن ردیاب کننده، باید مقطع کوچکی داشته باشد، سخت و تنومند باشد و بتواند بهره ی مناسبی را در گستره ی دید وسیعی ایجاد کند. در عین حال باید مقرون به صرفه بوده و نیازهای مخابرات پهن باند را برطرف کند. در شکل زیر نمونه ای از آنتن های مرسوم SOTM به همراه تصویر بدون پوشش روی آنتن (Radom) نشان داده شده است.

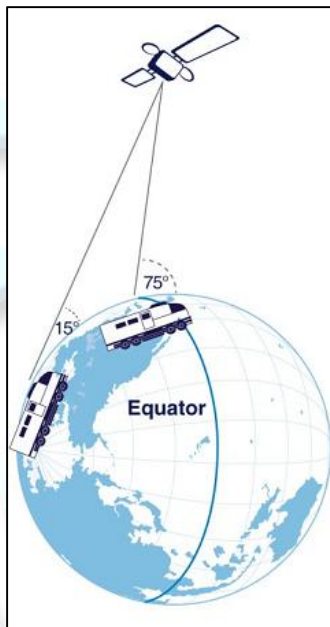


یکی از نیازمندی های کلیدی برای آنتن های SOTM این است که باید تداخل های آیرودینامیک را به حداقل برساند و ارتفاع آن، جهت عبور از تونل ها و زیر پل ها، از ۳۰ سانتی متر تجاوز نکند. همچنین باید به اندازه ی کافی مقاوم طراحی شده باشد که تا دماهای ۴۰- درجه ی سانتی گراد کار کند. وزن کم برای سهولت حرکت و نصب ایمن لازم است که ضرورت مقاوم سازی سقف لوکوموتیو/کابین قطار را کم می کند.

بهره ی آنتن بالا، نرخ انتقال بالا برای ارتباط های داده ای، صوتی و تصویری بهینه را تضمین می کند. این مسئله خصوصا برای SOTM ضروری است زیرا امکان اختصاص مقرون به صرفه ی پهنای باند و نرخ های بالای انتقال داده را جهت غلبه بر تضعیف سیگنال ناشی از وجود قطب های الکتریکی قوی در طول مسیر قطارهای الکتریکی، تسهیل می کند. آنتن های با بهره ی بالا یکی از فاکتورهای مهم هم در کاهش CAPEX (هزینه های اولیه ی سرمایه گذاری) (مانند تجهیزات LNB و BUC کوچکتر) و OPEX (مانند کاهش پهنای باند ماهواره) می باشد.

به دلیل استفاده از ماهواره های GEO که در بخش های قبل در مورد آن توضیح داده شد، ردیابی ماهواره وابسته به زاویه ی اوج (Elevation) آنتن می باشد که بستگی به موقعیت نسبی آنتن نسبت به استوا دارد، زیرا

ماهواره های GEO بر روی صفحه ی استوا واقع هستند. انتخاب آنتنی که بتواند گستره ی زاویه ی اوج زیادی را داشته باشد، حداکثر انعطاف پذیری در انتخاب ماهواره را به همراه دارد. شکل زیر نشان می دهد که موقعیت نسبی آنتن نسبت به خط استوا چگونه بر زاویه ی فراز آنتن تاثیر می گذارد.



مودم ماهواره ای : مودم ماهواره ای، یک ترمینال زمینی است که جهت ارسال و دریافت داده از طریق ماهواره طراحی شده است. پیکره بندی های مختلف شبکه توسط این مودم ها قابل اجراست که بسته به نحوه ی انتقال داده در شبکه قابل تنظیم بوده که در نهایت می تواند نیازمندی های فنی مشتری را برآورده سازد.

برای شبکه های بزرگ، VSAT فناوری مطلوب می باشد. درحقیقت VSAT پهنای باند را با کمک گرفتن از فناوری TDMA ذخیره می کند تا پهنای باند را نسبت به درخواست تنظیم کند. اما برای شبکه های کوچک تر که از تعداد ترمینال های کمتری استفاده می کنند و در عین حال نیازمند لینک پر بهره هستند، مودمی که بتواند لینک نقطه به نقطه ی SCPC را برقرار کند، نتایج بهتری را به همراه دارد و مقرون به صرفه تر خواهد بود. شکل زیر را به عنوان نمونه ای از مودم ماهواره ای SATCOM مشاهده می کنید.



هر دو نوع از مودم ماهواره ای نام برده شده، برای استفاده در محیط های ثابت/محرک و با آنتن های بشقابی بزرگ طراحی شده اند. SOTM نیازمند توانایی های دیگری برای فائق آمدن بر مسائل دیگری است. دو مسئله حائز اهمیت برای مودم های SOTM شامل موارد زیر است:

- زمان حصول-مجدد (re-acquisition) سریع: زمانی که مودم لازم دارد تا بعد از قرار گرفتن در مانع، دوباره لینک شبکه را برقرار کند باید به اندازه ی کوتاه باشد تا سطح کیفیت QoS معین و مناسبی را ارائه دهد. به طور متناوب و پی در پی قرارگرفتن در موانع انسداد مسیر دید-مستقیم لینک ماهواره ای، در طول مسیر حرکت قطار ناشی از عوامل زیادی مانند درخت، ساختمان و ایستگاه ها رخ می دهد. در این مواقع، لینک ماهواره باید به سرعت برقرار شود تا تجربه ی مطلوبی را برای کاربران بوجود آورد.
- مودم های تطبیق پذیر شکل موج (Adaptive Modem waveform): اینگونه مودم ها به این دلیل لازم هستند تا بتوانند در مدت زمان هوای بارانی/برفی، لینک ماهواره ای را نگه دارند و از طرفی دیگر پهنای باند اختصاص یافته به بهترین نحو ممکن بهره ببرند. تغییر تطبیق پذیر و پیوسته ی مدولاسیون، کدینگ و ضریب Spreading در مواقع باران کمک می کند تا مودم لینک را نگه دارد. علاوه بر این، اجرای سیستم شکل موج تطبیقی برای یک سناریوی خاص، پهنای باند بهینه ای را به ارمغان خواهد آورد و هزینه های عملیاتی OPEX را کاهش می دهد.

BUC و ترانسسمیتر : ممکن است اینگونه تصور شود که واحد رادیویی BUC را می توان به راحتی و از برندهای مختلف خریداری و نصب کرد اما BUC یک بخش بزرگ و نسبتا سنگین است. هنگامی که سیستم SOTM طراحی می شود، توان مصرفی، توان BUC، فضای اشغالی، هزینه و نیازمندی های سیستم خنک

کننده، معیارهای تعیین BUC را مشخص می کند. سیستم BUC باید دارای قابلیت اعتماد بسیار بالا بوده و مقاوم و بهینه باشد و بتواند در شرایط محیطی مختلف، توان و گین (بهره ی) پایداری را ارائه کند.

تله پورت ماهواره ای و ایستگاه هاب : تله پورت (Teleport) یا ایستگاه هاب (Hub)، دروازه ی مرکزی ارتباط با شرکت ارائه دهنده ی سرویس اینترنت (ISP) می باشد. تله پورت ماهواره ای ممکن است توسط یک شرکت خصوصی دارای سرویس های ارائه ی خدمات پهن باند ماهواره ای باشد یا توسط یک شرکت خصوصی وابسته به شرکت اپراتور ترابری ریلی تاسیس شده باشد. برای راه حل های SOTM، به طور معمول ابعاد آنتن هاب بسیار بزرگ است و بیش از ۴,۵ متر قطر دارد که بتواند جبران ابعاد کوچک آنتن های SOTM نصب شده بر روی قطار را کند. بزرگی آنتن هاب این اطمینان را می دهد که پهنای باند انتقال داده بالا باشد و لینک ماهواره بسته شود.



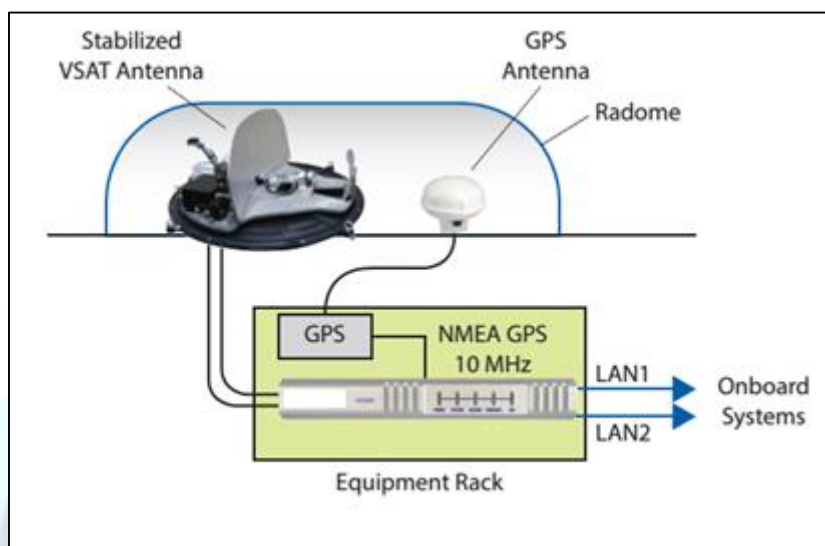
شرکت های متخصص در امر مخابرات ماهواره ای عموماً مشکلاتی در زمینه ی عدم توانایی در برآورد کردن نیازمندی های بازار SOTM دارند. جدای از راحتی نصب و راه اندازی دستگاه و سرویس های معمول حوزه ی ماهواره، برای بهینه کردن همه ی پارامترهای تاثیرگذار سیستم SOTM به تخصص بالایی نیاز است لذا تجربه ی کافی در امر اجرا و ارائه ی سرویس های مخابرات SOTM حرف اول را می زند.

شرکت عصر ارتباطات بین الملل پارس کار (ایکاسات) با داشتن یکی از بزرگترین تله پورت های ماهواره ای کشور، دارای تجربه ی چندین ساله در امر ارائه سرویس های تله پورت و پهن باند در سراسر کشور، آماده ی ارائه ی انواع خدمات ماهواره ای برای سازمان ها و شرکت های مرتبط با حوزه ی حمل و نقل ریلی و SOTM می باشد.

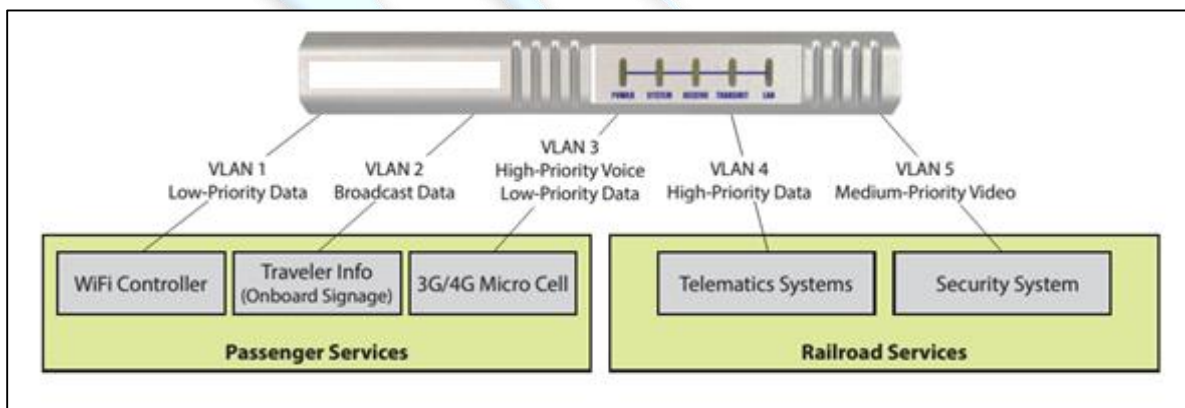
ساختار سیستم های SOTM

تجهیزات مخابرات ماهواره های GEO که بر روی قطار تعبیه می شوند، شامل یک آنتن VSAT استابلیزه شده (Stablized)، گیرنده ی GPS و مودم ماهواره ای است. در شکل زیر نمونه ای از این تجهیزات به همراه نحوه ی ارتباط آن نشان داده شده است. در این شکل سه بخش اصلی تشکیل دهنده ی آن شامل موارد زیر است:

- سیستم آنتن VSAT: این آنتن ها، آنتن های Auto Track و استابلیزه شده ی سه محوره هستند. شرکت هایی همچون Raysat، Orbit/OrTes، Seatel، Intellian، Aerosat، KNS، EPAK و غیره از جمله تولید کنندگان این محصولات هستند.
- دستگاه و آنتن GPS یا اسیلاتور کلاک مرجع ۱۰ مگاهرتز: برحسب آنتن استفاده شده و کاربرد نهایی، ممکن است که گیرنده ی GPS مرجع مورد نیاز باشد. در غیر اینصورت یک کلاک ۱۰ مگاهرتز مورد نیاز است.
- سیستم تغذیه ی توان (Power)

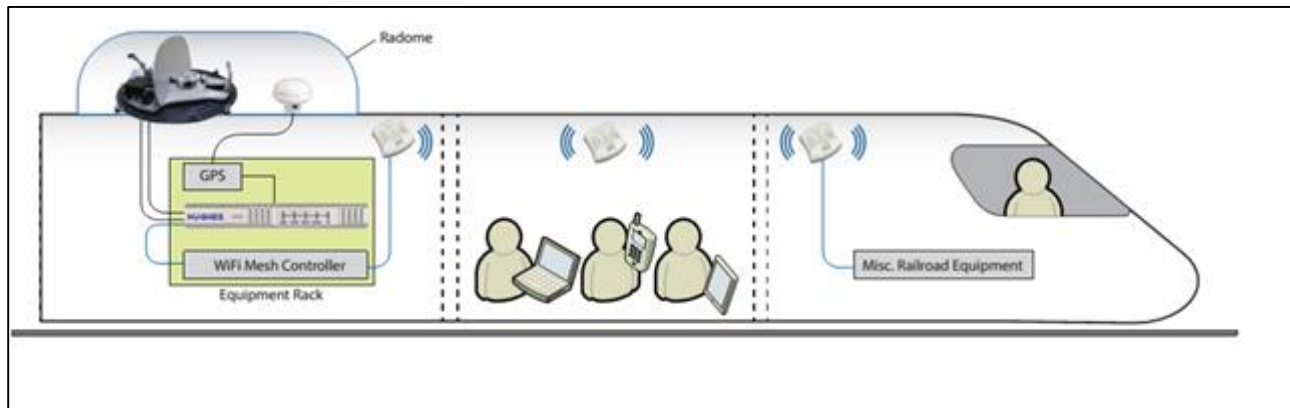


در داخل کابین قطار، سیستم های گوناگونی همراه با مودم و روتر (Router) ماهواره ای تعبیه می شوند زیرا ترافیک داده از یک خط انتقال به اشتراک گذاشته می شود و این یک مسئله ی حیاتی است که سرویس های مختلف از یکدیگر متمایز شوند. روترهای ماهواره ای عموماً دارای قابلیت های VLAN، QoS و سیستم روتینگ rule-based برای مسیرهای inbound و outbound می باشند. این امکانات می تواند ترافیک دارای بیشترین اولویت مانند ترافیک صوتی و کنترلی قطار را بر ترافیک های با کمترین اولویت مانند اینترنت را متمایز کند. در شکل زیر نمونه ای از جداسازی بر اساس اولویت و کاربرد مربوطه نشان داده شده است.



برای قطارهایی که به طور متناوب واگن های آن جدا نمی شوند، کابل ارتباطی فیبرنوری میان واگن های قطار گزینه ی ایده آلی هستند. در عین حال بعضی از قطارها اینگونه نیستند و واگن های قطار دائماً در حال افزوده

شدن و برداشته شدن هستند. در این حالت کابل های LAN نیز به دلیل محدودیت عمر که ناشی از وارد و خارج شدن از کانکتور شبکه می باشند، گزینه ی مناسبی نیست. لذا یک کنترلر مش Wi-Fi برای ارتباط بی سیم واگن ها از طریق VLAN به روتر ماهواره ای نیاز است. این پیکره بندی در شکل زیر نشان داده شده است.



شرکت ایکاست با نزدیک به یک دهه فعالیت در حوزه های ارتباطات ماهواره ای، به توانمندی کافی جهت مدیریت پروژه های SOTM و خدمات پهن باند اعم از اینترنت و شبکه های اختصاصی سازمانی و Enterprise رسیده است. استفاده از محصولات برندهای معتبری همچون iDirect، Hughes، Raysat، Intellian و Romantis یکی از نقاط قوت این شرکت محسوب می شود. جهت اطلاعات بیشتر و انجام مشاوره فنی و بازرگانی در خصوص پروژه های SOTM، می توانید از طریق وبگاه شرکت www.icasat.net و یا ایمیل cmo@icasat.net با ما در ارتباط باشید.

کلمات کلیدی: مخابرات ماهواره ای، ماهواره های ژئو، ماهواره های GEO، مخابرات متحرک ماهواره ای، مخابرات موبایل ماهواره ای، SOTM، COTM، Satellite On The Move، تله پورت، هاب، اینترنت پهن باند، Internet، آنتن SOTM، ارتباطات ماهواره ای قطار، Train Connectivity



تماس با ما:



شرکت عصر ارتباطات بین الملل پارس کار (ایکاسات)

تلفن: +۹۸۲۱۸۸۵۷۲۷۱۷ فکس: +۹۸۲۱۸۸۵۶۱۵۱۰

آدرس: تهران، شهرک قدس، خیابان سیف، کوچه ۲، پلاک ۱۱

کد پستی: ۱۴۶۶۷۱۳۸۸۳

وبگاه: <http://www.icasat.net> پست الکترونیک: info@icasat.net