

به نام خدا

اصول طراحی فضا پیمایها

مراجع:

1-Satellite communications Miya

2-Digital communications for satellites

3-Satellite communication systems Richharia

4-Space mission analysis and design. Wertz

5- Michael D. Griffin_ James R. French, "Space vehicle design", American Institute of Aeronautics and Astronautics, (2004)

6-Satellite communication systems systems techniques and technologies G. Maral. M. Bousquet

تبصره: جزوه حاضر توسط دانشجویان اینجانب تایپ شده است و ممکن است دارای اشکالات

تایپی یا اشکالات دیگر باشد. ممنون خواهیم شد اگر استفاده کنندگان جزوه اگر اشکالی دیدند یا

نظری داشتند ما را از نظرات خود مطلع نمایند.

مقدمه:

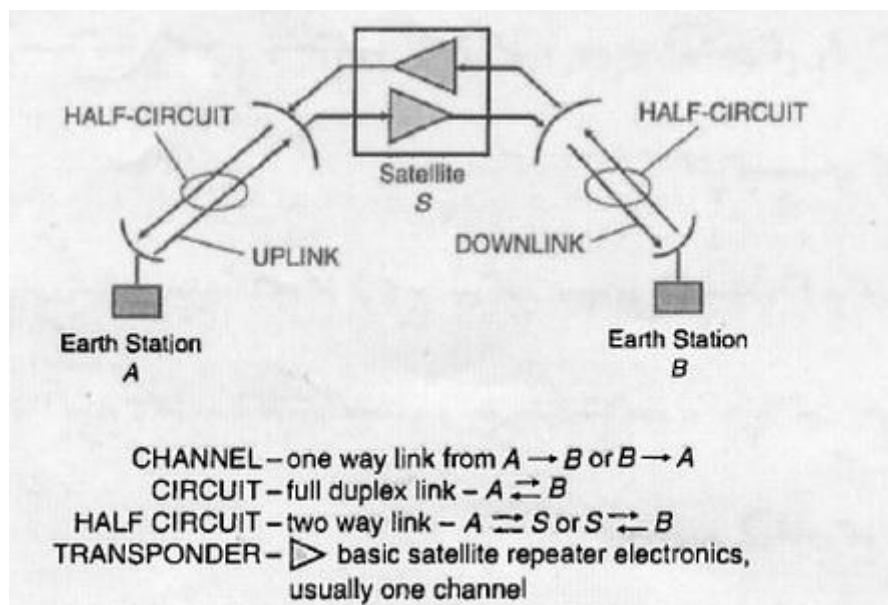
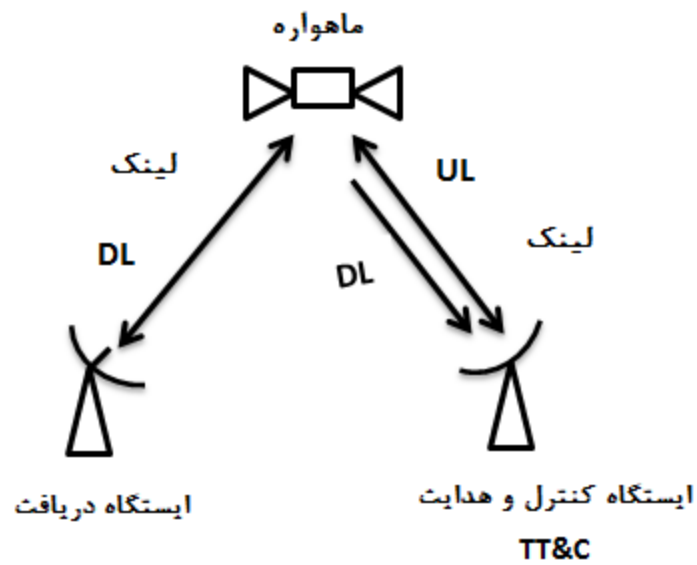
عصر فضا با پرتاب اولین ماهواره اسپوتنیک ۱ (Sputnik 1) توسط شوروی در ۴ اکتبر ۱۹۵۷ شروع شد. این ماهواره یک ماهواره ساده مخابراتی کوچک بود که در مدار LEO قرار گرفت. پس از آن ماهواره Explorer آمریکا در ۳۱ ژانویه ۱۹۵۸ به فضا پرتاب شد. البته اولین موشک توسط آلمان ها در سال ۱۹۴۲ پرتاب شد و پس از آن ایده پرتاب ماهواره مطرح گردید. آقای آرتور کلارک نویسنده داستانهای علمی در سال ۱۹۴۵ مخابرات ماهواره ای را به صورت واضح تشریح کرد.

تعداد ماهواره های پرتاب شده تا ۲۰۰۶:

۶۳۷۶ ماهواره پرتاب شده است. ۵۶۴۸ پرتاب موفقیت آمیز بوده است و ۷۲۸ پرتاب ناموفق بوده است. از این تعداد

روسیه: ۳۴۶۱، آمریکا: ۱۷۰۶، اروپا: ۲۷۱ که ۳۹٪ ماهواره ها تجاری بوده اند، ۳۰٪ مخابراتی، ۱۴٪ سفینه فضایی، ۹٪ کاوشگر، ۵٪ ماهواره های هواشناسی، ۳٪ پژوهشی. بوده اند.
یک سیستم فضایی از بخش های زیر تشکیل شده است:

- ۱- فضاپیما
- ۲- ایستگاه های کنترل و هدایت
- ۳- ایستگاه های زمینی دریافت داده
- ۴- لینک مخابراتی ارسال و دریافت (شامل Up link , Down link , Inter satellite)
- ۵- پرتابگر



شکل 1. پارامترهای اساسی اتصال در اتصال ارتباطاتی ماهواره



پرتابگر Cosmos 3M

از مزیت های مخابرات ماهواره ای می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- مقرون به صرفه بودن برای فواصل دور از لحاظ اقتصادی
- ۲- پهنای باند وسیع و امکان ارسال اطلاعات با نرخ بالا
- ۳- امکان پذیری پوشش سطح زمین توسط ۳ تا ۴ ماهواره در مدار GEO و ۴۰ تا ۷۰ ماهواره در مدار پایین
- ۴- عدم تاثیر موانع طبیعی مانند کوه ها، اقیانوس ها و... در انتقال داده
- ۵- فارغ از مرزهای طبیعی بودن
- ۶- انعطاف پذیری: امکان برقراری ارتباط با پایانه ارتباطی کوچک با ماهواره
- ۷- امکان پذیری سنجش از دور کامل، نقشه برداری، کنترل محیط زیست و...

بطور کلی می توان اهم مأموریت های ماهواره را بصورت زیر بیان کرد:

- ۱- ناوبری و هدایت دریایی، زمینی، هوایی (GPS، GLONASS، گالیله)
- ۲- نقشه برداری و عکس برداری، دوربین های مرئی، IR، حرارتی، راداری
- ۳- مأموریت های سنجش از دور: نقشه برداری، هواشناسی، نجوم و...
- ۴- مأموریت های مخابراتی: ارتباطات تلفنی LEO و ارتباطات سیار
- ۵- کارکردهای امنیتی
- ۶- مأموریت های علمی و تحقیقاتی

۷- مأموریت های تبلیغاتی و سخن پراکنی

۸- مأموریت نظامی

مدارهای مختلف ماهواره ای:

انواع مدارهای ماهواره ای Satellite Orbits:

۱- ماهواره های GEO با ثابت ماندن نسبت به زمین:

پریود حرکت برابر طول حرکت وضعی زمین و ۲۴ ساعته است و سرعتی حدود ۳ کیلومتر در ثانیه دارند. (ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتر)

مزایا:

۱- پوشش زمینی وسیع

۲- عدم نیاز به سیستم ردیابی به دلیل موقعیت ثابت نسبت به زمین

۳- عدم نیاز به جبران سازی داپلر

۴- عدم تاثیر تشعشعات کمربند وان آلن

معایب:

۱- عدم پوشش کامل مناطق قطبی

۲- تأخیر حدود ۲۷۰ میلی ثانیه در دریافت سیگنال ماهواره

۳- نیاز به پرتابگر خوب و قدرتمند

نیاز به موتور برای جبران انحرافات جزئی ماهواره

با فرض اینکه مرجع فضا است

الف- مدار زمین ثابت GEO (Geostationary Orbit)

به مداری گفته می شود که دوره تناوب مداری ماهواره در آن دقیقا برابر دوره تناوب چرخش وضعی کره زمین باشد (23h & 56min & 4.1sec)

برای آنکه مدار یک ماهواره GEO ثابت باشد سه شرط لازم است که عبارتند از:

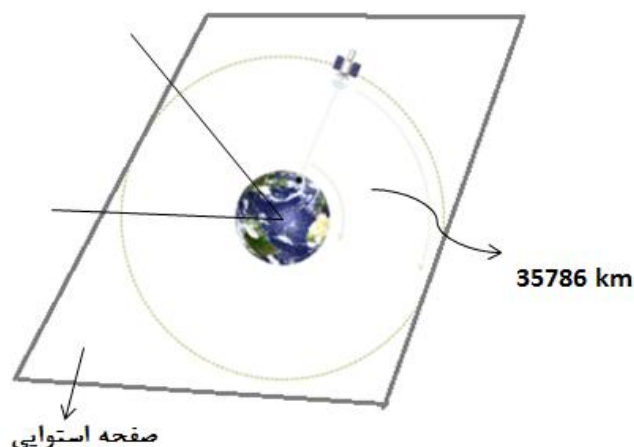
۱- مدار باید کاملا دایروی باشد.

۲- مدار باید در ارتفاع صحیح باشد (دوره تناوب مداری صحیح داشته باشد)

۳- مدار باید در صفحه استوایی واقع شده باشد. (دارای زاویه میل (inclination Angle) صفر باشد)

زاویه inclination Angle ماهواره های Geo صفر است ولی در LEO نزدیک ۹۰ درجه و حدود ۸۷ درجه می باشد.

- صفحه عمود بر خط استوا یعنی صفحه از خط استوا می گذرد.



با فرض اینکه مرجع کره زمین است

ب- مدار زمین آهنگ GSO: GeoSynchronous Orbit

اگر زاویه میل ماهواره صفر نباشد یا آنکه دوری از مرکزش صفر نباشد ولی دوره تناوب مداری صحیح باشد (23h & 56min & 4.1sec) در این صورت به مدار مربوطه GSO می گویند.

- **MEO: ارتفاع متوسط ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ کیلومتر.**

مزایا:

۱- پوشش بهتر نسبت به LEO

۲- زمان دید بیشتر نسبت به LEO (۲۰۰۰ کیلومتر حدود ۶ ساعت)

۳- پوشش مناطق قطبی

معایب:

۱- پوشش کم ماهواره

۲- عبور از کمربند تشعشعی وان آلن (محدوده ۱۹۰۰ تا ۴۵۰۰ و ۱۳۴۰۰ تا ۱۹۷۰۰ کیلومتر)

۳- داشتن سرعت های متفاوت در مدار

۴- پدیده داپلر

- **LEO: مدار ارتفاع پایین (بیشتر از ۳۰۰ و کمتر از ۲۰۰۰ کیلومتر)**

مزایا:

- ۱- حجم کم و طراحی ساده ماهواره
- ۲- تأخیر انتشار خیلی کم
- ۳- امکان استفاده از فرکانس های پایین و کاهش هزینه و پیچیدگی تجهیزات
- ۴- عدم نیاز به پرتابگر قوی
- ۵- هزینه ساخت کم و پرتاب راحت

معایب:

- ۱- سرعت زیاد نسبت به زمین (پریود ۹۰ دقیقه تا ۲ ساعت)
- ۲- شیفیت داپلر زیاد
- ۳- محدود بودن پوشش به دلیل ارتفاع کم (۳ تا ۴ هزار کیلومتر)
- ۴- نیاز به ردگیری ماهواره
- ۵- قرارگیری در کمربند تشعشعی وان آلن

• HEO: مدارهای بیضوی کشیده (High Elliptical Orbit)

مدار بیضوی با خروج از مرکز بزرگ، ارتفاع حضیض ۵۰۰ کیلومتر و اوج حدود ۵۰۰۰۰ کیلومتر، زمان تناوب ۸ تا ۲۰ ساعت است. پوشش مناطق قطبی توسط این مدارها صورت می گیرد. سیستم های Molniya و Tundra روسیه از این جمله اند.