استفاده از ماه مصنوعی در مخابرات رادیوئی

گردآورنده :

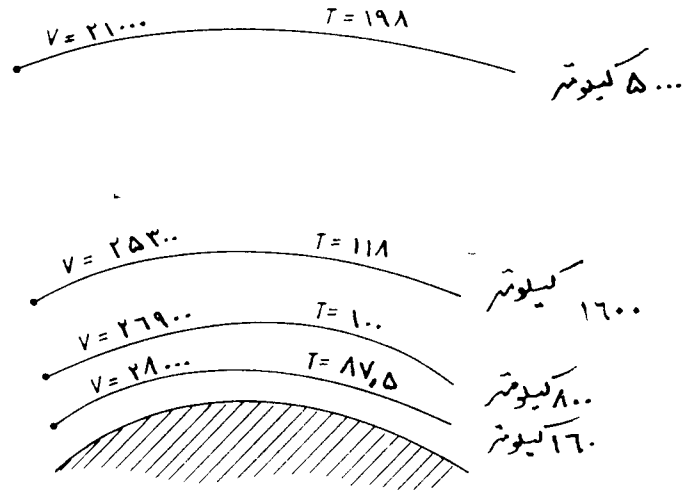
مهندس محمود زارع

مقدمه : امروزه قدمهای مؤثری در صنعت مخابره‌ی از دور درحال برداشت میباشد. برخلاف پیشرفتهای گذشته در این زمینه که عبارت از اکتشافهای تازه در الکترونیک وفن مخابره بوده است ترقیهای تازه مدیون تسلط روز افزون بشر برطبیعت است. ماههای مصنوعی تازه‌ترین نتیجه‌ی این پیشرفتهاست. بوسیله‌ی آنها بشر میتواند دستگاههای هوا شناسی تلویزیونی و ایستگاههای تقویت رادیو وحتی‌مرکزهای تلفنی در ارتفاع های بسیار زیاد از سطح زمین قرار دهد و درنتیجه وسعت عمل آنها را چندین برابر کند. دراین مقاله ماههای مصنوعی زمین و استفاده‌ی آنها درمخابره‌ی از دور بحث میشود.

درسال ۱۲۶۷ میلادی شخصی بنام Roger Bacon پیشنهاد کرد که مخابره‌ی از دور بوسیله‌ی مغناطیسی امکان دارد. پانصد سال بعد این پیش بینی بوسیله‌ی سیمهائی بطول دومیل بمرحله‌ی عمل رسید. بلافاصله پس از آن درسال ۱۸٤٤ مرس وسیله‌ی مخابره‌ی خود را ساخت و از آن پس ارتباط تلگرافی با سرعتی روز افزون‌در تمام کشورها مورد استفاده قرارگرفت. اختراع تلفن ورادیو وسپس موجهای سانتیمتری و تلویزیونی باعث شد که تمدن جهانی به پیشرفتهای بیشتری نائل شود. لیکن‌باوجود بهبودی که باکشف‌رویه های‌جدید درکار مخابره‌امکان پذیر شده‌است هنوز ارتباط با این وسیله ها گرانقیمت است. ساختمان ایستگاهها وسیمها وکابلهای رابط ودستگاههای تقویت رادیوئی وغیره همه باعث بالا رفتن هزینه‌ی مخابره از دور و انحصار آن بمکانهائیکه از نظر اقتصادی متناسب میباشند شده است. باین باین ترتیب درحالیکه کابل زیر دریائی که دارای چندین کانال مخابره‌ی تلفونی و تلگرافی است باوجود قیمت زیاد بواسطه‌ی احتیاج مبرم بآن ساختمانش لزوم پیدا کرده است ولی هیچگاه استفاده‌ای ازکابل در اقیانوسها بمنظور ارتباط تلویزیونی از نظر اقتصادی مجاز نشده است. بهمین ترتیب درجائیکه مورد استعمال تلفون و تلگراف‌زیاددنیست شایدبرقراری هیچ نوع کابل از نظر اقتصادی ضروری‌نباشد. درچنین مکانها بار مخابره بدوش رادیوی کوتاه موج‌افتاده است. حتی این وسیله ارتباط هم نسبتاً گران تمام میشود.

زیرا بوسطه محدودیتهای ناشی از وسعت باند و مشخصهای انتشار موج کانال‌های مورد استفاده تعدادشان کم است.

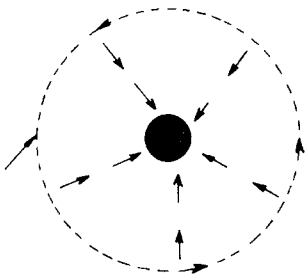
چنین بنظرمیآید که ماههای مصنوعی راه حل مفیدی برای مسئله‌های مورد بحث بالا باشند چون ماهها در ماوراء جو بدورزمین میگردند میتوانند رابطه‌ی رادیوئی میان نقطه‌های دور ازهم در روی زمین باشند.



شکل ۱ - همهمه‌های‌جوی در بسامدهای بالاتراز (۱۰۹) بشدت افزایش‌مییابد بخصوص هنگامیکه زاویه آنتن با سطح افق کم باشد. ستارگان کمکی وگازهای موجود درفضای میان ستارگان در بسامدهای کمتر از ۲۸ میلیون ایجاد همهمه میکنند

ماه مصنوعی : اولین مسئله دراستفاده از ماه مصنوعی قرار دادن آن در مدار میباشد. وسیله‌های رادیوئی که ممکن است درماه مصنوعی قرارگیرد باید دارای مشخصه‌های مخصوصی باشند تادر شرط‌های ناسازگار موجود در فضا بتوانند دوام یابند وبکار خود بپردازند بسیاری از عامل‌های فنی باعث رجحان ارتباط بوسیله‌ی‌ماه‌مصنوعی میگردد. موجهای‌سانتیمتری با وسعت باند وظرفیت مخابره‌ای زیاد برای‌اینکار مناسب است. علامتهای که بسامد حامل آنها میان یک تا ده هزار مگاسیکل میباشد بدون ضعیف شدن از درون فضای اطراف زمین میگذرند. یعنی برای موجهای مذکور در فضای زمین یکدریچه‌ی عبور وجود دارد. بسامدهای کمتر از این توسط فضای ایونیزه پراکنده‌رمیشوند وهمهمه‌ی Noise موجود در جو علامتهای مخابره‌ای را مغشوش میکند درفرکانسهای بالاتر اکسیژن وبخار آب هوا سویعاً انرژی موجها را جذب میکند وجود این‌دریچه‌ی فضائی فرستادن علامتهای تلویزیونی وصدها کانال صوتی را بماه مصنوعی وبازگرداندن آن را بنقطه‌هائی که هزاران کیلومتر در روی زمین از هم فاصله دارند امکان پذیر میکند و حال آنکه با روشهای معمولی میبایست صدها ایستگاه تقویتی برای مخابره میان همین نقطه‌ها بکار برود.

بزرگترین برتری ماه مصنوعی آنست که دیدار رادیوئی باوسعت بسیاری از سطح زمین دارد ومیتواند رابطی مشترك میان این نقطه های دورازهم باشد. همین خاصیت باعث میشود که ارتباط مخابره‌ای باوسعتیکه تابحال ممکن نبوده است میان نقطه‌های دور زمین انجام گیرد. بعلاوه چون تنها یکدستگاه تقویتی در ارتباط میان نقطه‌ها مورد استفاده است کیفیت مخابره‌هم بر رویه های دیگر برتری خواهد داشت.



شکل ۲ - سرعت مماسی ماه مصنوعی آنرا ازسقوط بطرف زمین محفوظ میدارد ولی در حقیقت ماه دائماً در حال سقوط از امتداد سرعت بمدار دورانیش میباشد. هنگامیکه به اندازه‌ی معینی است که نیروی گریز مرکز نیروی جاذبه راخنثی کند ماه دائماً بمدار دورانیش برقرارمیماند

پرتاب سفینه بمدار : بمدار افکندن ماههای مصنوعی امروزه بسهولت انجام میگیرد. زیرا بکمك آزمایشهای چند سال اخیربشر میتواندمقدار بسیاز زیادی انرژی را که برای اینکار لازمست ایجادو کنترل کند.

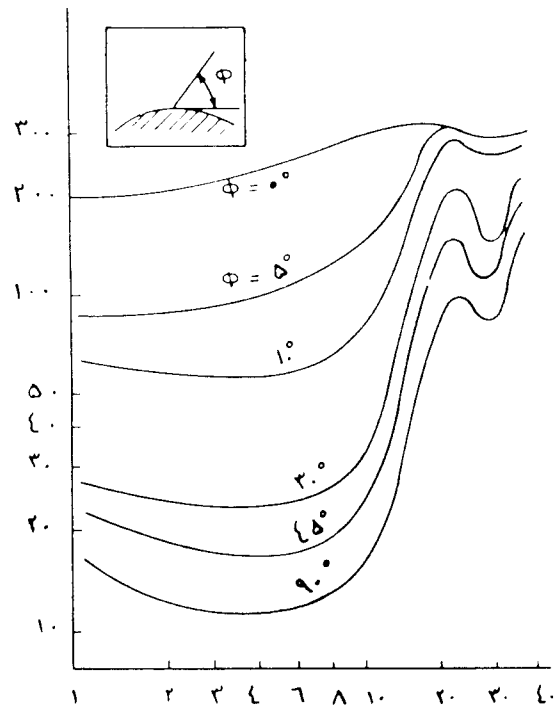
جسمهائیکه در نزدیکی زمین قرار دارندبوسیله‌ی نیروی کشش زمین جذب میشوند. این نیرومستقیماً با جرم و معکوساً بامجذور فاصله‌ی جسم از مرکز ثقل زمین متناسب است. باین ترتیب هرقدر جسم از زمین دورتر باشد وزن یعنی نیروی کشش زمین روی آن کمترست. برای آنکه یکماه مصنوعی بمدار بیفتد باید ابتداء بفضای ماوراء جو پرتاب شده سپس باسرعتی تقریباً یکنواخت بحرکت دور زمین ادامه دهد. نیروی گریز ازمرکزی که بواسطه‌ی این سرعت دورانی بوجودمیآید بانیروی کشش زمین درآن ارتفاع باید سرعت برابر و مختلف‌الجهت باشد. بزبان دیگر میتوان گفت که ماه آزادانه بطرف زمین سقوطمیکند ولی بخاطرسرعت مماسیش (که در غیبت نیروی جاذبه ماهرا از مدارش خارج مینمود) درهمان ارتفاع باقی‌میماند(شکل ۲) هرگاه سرعت مماسی بزرگتر از اندازه‌ای لازم برای خنثی کردن نیروی کشش باشد جسم میل به خارج شدن ازمدار وفرار در فضا میکند. اگربعکس سرعت ماه مصنوعی بواسطهٔ‌ی وجود عاملی مانندتماس با هوای جوکاهش یابد ماه بطرف زمین کشیده میشود. چون نیروی جاذبه در ارتفاعهای زیاد ضعیف است درنتیجه مدت لازم برای دوران بدور زمین تابعست از فاصله ماه تا زمین. درحقیقت این زمان باید تابع جرم ماه‌هم باشد (کسر $\frac{m}{M}$ که برابرست با $\frac{\text{جرم ماه مصنوعی}}{\text{جرم زمین}}$ در رابطه‌ی زمان یکدوران وارد میشود) ولیکن چون معمولاً جرم ماه در مقابل جرم زمین ناچیز است میتوان از اثر جرم ماه مصنوعی صرف نظر نمود. ولی هنگامیکه جرم ماه مصنوعی همردیف جرم ماه معمولی (درحدود ۱٪ جرم زمین) باشد جرم آن اثر قابل ملاحظه‌ای در زمان پیمایش یک مدار دارد. درفرضی ناچیزبودن نسبت $\frac{m}{M}$ رابطه‌ی زیر میان فاصله ماه (a) تا مرکز زمین به کیلومتر و زمان پیمایش یکمدار (برحسب دقیقه) برقرار است :

$$T^2=\frac{a^3}{K}$$

K مقداریست ثابت و با واحدهای مفروض بالا مقدار عددش تقریباً مساوی $۳٫۷ \times ۱۰^{۸}$ میباشد .

برای سادگی عمل محاسبه فرض میکنیم شعاع زمین ۶۴۰۰ کیلومتر وارتفاع ماه مصنوعی ازسطح زمین ۱۶۰ کیلومتر باشد دراین صورت زمان یکدوران ۸۷٫۵ دقیقه ودر ارتفاع ۱۰۰۰ کیلومتری ۱۰۰ دقیقه وارتفاع ۱۶۰۰ کیلومتری ۱۱۸ دقیقه خواهد بود . اگر فاصله‌ی ماه از زمین به ۳۶۰۰۰ کیلومتربرسد زمان یکدوران بدور زمین با زمان یکدوران زمین بدور خودش (کمی کمتر از ۲۴ ساعت) برابر میشود و درنتیجه اگر جهت دوران از غرب بشرق ودر صفحه‌ی استوا باشد ماه مصنوعی هرکجا از سطح زمین که دیده شود ساکن بنظر خواهد آمد وباین سبب آنرا ماه ساکن ویا ماه همزمان مینامیم .

ماه فعال و غیرفعال : برای انتخاب وطرح خصوصیت‌های یک ماه مصنوعی بمنظور ارتباط بایدمیان چند عامل متضاد توافق برقرار شود . برخی از این عامل ها عبارتند از کیفیت مخابره (که تابعی از نسبت میان شدت علامتها وهمهمه میباشد) مخارج ، قابلیت اطمینان ووسعت میدان عمل . ماه مصنوعی ممکن است فعال ویا غیر فعال باشد . ماه غیر فعال آنست که مانند آینه برای موجهای نورانی فقط بمنظور انعکاس موجهای فرستنده‌ی زمینی بکاررود . برخلاف ماه فعال شامل دستگاه رادیو برای گرفتن و باز فرستادن موجهای رادیوئی



شکل ۳ – سرعت ودوره‌ی دوران ماه مصنوعی در فاصله های مختلف از سطح زمین . اگردر ازتناعهای زیاد سرعت لازم برای ماه کمتر است در عوض انرژی لازم برای
افکندن آن بمدار بسیار زیاد است
V – سرعت برحسب کیلومتر در ساعت
T – زمان یکدوران برحسب دقیقه

است . ماه غیر فعال ساده وکم خرج وقابل اطمینان است وهیچ نوع مسئولیتی جز موجودیت در فضاندارد وممکن است بدون آنکه بتنظیم و تعمیر احتیاجی داشته باشد تا ابد دوام یابد .

اولین ماه مخابراتی از این نوع (Echo I) اکوی شماره یک میباشد که ازکشور آمریکای شمالی در مرداد سال ۱۳۳۹ بمدار افکنده شد . فاصله‌ی این ماه تا زمین ۱۶۷۰ کیلومتر میباشد . اینماه عبارتست

از یک بالون بقطر ۳۰ متر که سطح خارجیش با فلز پوشانده‌شده است. بوسیله‌ی اکوی یک صدا وموسیقی وبرنامه های تلویزیونی‌میان فاصله های بسیار دور از هم مانند امریکاواروپا مخابره شده است. اگر چه‌ابنماه هنوز درمدار خود میباشدولی‌سطح آن فرورفتگی پیدا کرده است و درنتیجه موجهائی که از آن منعکس‌میشود بنسبت یک بده شدید و خفیف‌میشود. نقص بزرگ ماه غیر فعال لزوم فرستنده‌ی بسیار قوی درایستگاههای زمینی است. صرف نظر از اندازه‌ی آنتن وبسامد مورد استفاده قدرت لازم در فرستنده با توان چهارم فاصله‌ی زمین از ماه ومعکوساً با مجذور قطرآن متناسب است.

مثلاً برای استفاده از اکوی یک ۰٫۱ کیلووات قدرت کافیست. حال اگر ارتفاع ماه به ۵۰۰۰ کیلومتر افزایش یابدقدرت‌به ۸۰٫۱ کیلووات ویا قطرماه به ۳۰۰ متریابد برسد. درارتفاع ۸۰۰۰ کیلومتری قدرت لازم درحدود ۶۰۰۰ کیلووات واگرقدرت همان ۰٫۱ کیلووات باشد قطر بالون باید ٤ کیلومتربشود.

در مورد ماه غیر فعال وسعت نوار موج مسئله‌ای بوجود نمیآورد. لیکن افزودن آن ایجاب‌میکند که قدرت فرستنده هم بهمان نسبت زیاد شود. باین ترتیب بطور غیر مستقیم محدودیت برای استفاده ازماه غیر فعال بوجود میآید حتی اگر استفاده‌ی از فرستنده‌ی قوی از نظر اقتصادی اشکالی نداشته باشد اشکال دیگری که‌عبارت‌از تداخل با ارتباط‌های رادیوئی دیگر است‌پیش میآید. اگرهم آنتنهای جهت‌دار بکاررود گلبرگهای کناری Pattern آنتن وهمچنین قسمتی از انرژی موجها که در فضای مجاور زمین منعکس ویا پراکنده میگردد با مخابره‌هائی که روی بسامدهای نظیر انجام میشود تداخل میکند واین تداخل تا فاصله های بسیار دوراز فرستنده موجود خواهد بود. اگر بخواهیم قدرت راکم ویا وسعت نوار را با پائین آوردن ارتفاع ماه کم کنیم مسئله های دیگری پیش‌میآید. در ارتفاعات کمتراز ۴۰۰ کیلومتر ماه بواسطه‌ای نزدیک بودن بفضای‌دور زمین کم‌میشود. مسئله‌ی سهمتر کاسته‌شدن‌وسعت عمل ماه مصنوعی در ارتفاعهای کم میباشد. در ارتفاع کم سرعت ماه زیاد و برقراری ارتباط با آن و تعیین مکان صحیحش در آسمان نیز مشکلتر میشود. همچنین مدت موجود برای مخابره بواسطه‌ی سرعت زیادش کمتر میگردد برعکسی ماه‌فعال از لحاظ ارتفاع سطح زمین محدودیتی ندارد. ولی آنهم مشکلهای دیگری دارد که مهمترین آنها قابلیت اطمینان ماه میباشد. در ماه فعال یک یا چند فرستنده و گیرنده‌ی رادیو ویک منبع انرژی قراردارد. این دستگاهها باید پس از پرتاب به مدار با صحت عمل سالها بکار خود ادامه دهند واحتیاجی به نگهداری و تنظیم ویا تعمیر نداشته‌باشند. از طرفی‌فضای ماوراء جوبسیار ناسازگارست. سیل اشعه و ذره‌هائی که دارای انرژی فوق‌العاده هستنداز خورشید بماه‌تابیده‌ودر کار دستگاهها وباتریهای سیلیکون آفتابی که برای تأمین انرژی لازم بکار میرود. خرابی ایجاد میکنند. جسمهای ذره بینی که باسرعتهائی چندین برابر سرعت گلوله تفنگ درحرکتند بسطح خارجی ماه مصنوعی زیان میرسانند و ممکن است برخی از اجزاء حیاتی دستگاهها را خراب کرده و ماه را بکلی بدون استفاده سازند. باوجود این تقویت زیادیکه بوسیله ماه فعال بدست میآید مشوق بزرگ‌در مطالعه و صرف بودجه‌ی زیاد برای عملی ساختن آن است با محاسبه معلوم شده‌است که با قدرت دووات میتوان علامتهای مخابره‌ای با وسعت باندهای زیاد از ماههائیکه در ارتفاع کمتراز

. . . ۵ کیلومتر درحرکتند دریافت نمود. در ارتفاعهای نامبرده احتیاجی بآنتن جهتدار درسفینه نیست. البته آنتنهای گیرنده در زمین باید بزرگ باشند. حال اگر آنتن موجود در ماه جهتدار باشد بقسمیکه تمامی انرژی برگشته از ماه بزمین برسد همان‌قدرت دووات برای‌انجام مخابره توسط ماه در هرارتفاعیکه قرارداشته باشد کافیست. برای ماه همزمان قطر دسته شعاعیکه از آنتن ماه برمیگردد برای آنکه تمامیش بزمین برسد باید ۱۷٫۵ درجه باشد. لزوم آنتن جهت‌دار مسئله‌ی جدیدی را بوجود میآورد و آن توجیه دائمی آنتن ماه بطرف زمین میباشد. برای سفینه در مدارش بالا و پائین وجود ندارد زیرا نیروی جاذبه‌ی زمین و نیروی گریزاز مرکزماه همدیگر را خنثی میکنند وسفینه بدون وزن است. درنتیجه نمیتوان از نیروی جاذبه بمنظور توجیه آنتن استفاده کرد. در برخی از سفینه‌های تجربی با گاز فشرده که بصورت فواره از ماه بیرون میجهد ویا باچرخ طیار جهت ماه را تامین میکنند. استفاده‌ی ازگاز فشرده‌ی پراکسید ئیدرژن عمرماه را به زمان مصرف گاز محدود میکند. این محدودیت برای چرخ طیارکه ممکن است یک موتور الکتریکی باشد که در سوی مخالف جهت مطلوب برای گردش سفینه دوران میکنند وجود ندارد ولی باچرخ طیار فقط نوسانهای کوچک و قوه‌ی نامنظمی که ممکن است روی سفینه اثر کنند میتوان از میان برد. بنابراین اضافه برچرخ طیار باید از وسیله‌ی دیگری که بتواند یک عزم ثابت را خنثی کند استفاده شود راه حل دیگری که پیشنهاد شده است نصب‌قرقره‌های مغناطیسی‌در ماه مصنوعی است. از این قرقره‌ها جریان برق‌میگذرانند تا مانند روتوریک‌موتور برق برخلاف میدان مغناطیسی‌زمین ضعیف بوده وعزمیکه باین ترتیب بوجودمیآید کوچک است‌لیکن همین مقدار برای انحراف سفینه که در فضای بدون اصطکاك حرکت میکند کافیست. درهرحال بهرطریقی که‌عمل‌توجیه آنتن‌مصنوعی بطرف زمین و گرداندن سطح نورگیر باطریهای آفتابی‌بطرف خورشیدصورت گیرد لازمست که‌این عمل قابل اعتماد دو خلل ناپذیر باشد و الا ماه مصنوعی ازکارمیافتد

فاصله‌ی ماه مصنوعی از زمین ـ اگر چه‌ماههای مصنوعی که‌بمنظور مخابره‌ی رادیوئی بکارمیروند هنوز درمرحله‌ی تجربی‌میباشند طرحهای وسیعی برای اصلاح کار آنها کشیده شده است. یکی از نکته‌های قابل ملاحظه درکار ماه مصنوعی فاصله‌ی آن از زمین میباشد. زیرا این عامل اثر مهمی درمخارج وهم چنین چگونگی کار دستگاه دارد. بیشتر دانشمندان فضائی معتقدند که دستگاه‌نهائی همان ماههای‌ساکن میباشند که بفاصله‌ی ۳۶۰۰۰ کیلومتری از زمین و درصفحه‌ی استوا درحرکتند چون زمان لازم برای فرستادن‌یک‌علامت مخابره‌ای از زمین بماه ساکن درحدود ۰٫۱ ثانیه است درنتیجه ۰٫۲ ثانیه میان‌فرستادن یک علامت مخابره ودریافت جواب تأخیر وجود دارد. این تأخیر هنگام مخابره‌ای تلفنی ایجاد انعکاس میکند یعنی گوینده در این مدت ۰٫۲ ثانیه کلمات خودش‌را مجدداً میشنود این موضوع برای مکالمه کننده ایجاد ناراحتی مینماید لیکن تجربه نشان داده است که اشخاص پس از مدتی باین نقصه عادت میکنند. در حقیقت تمام شبکه‌های تلفنی دچار این نقیصه هستند ولی در این شبکه‌ها زمان تأخیر آنقدرکمست که انعکاس غیرمحسوس‌میباشد. ابتدا تصورمیرفت که این‌عیب ماههای همزمان غیر قابل اصلاح است‌لیکن اختراع دستگاه جدید حذف انعکاس توسط آزمایشگاهها ژنرال تلفن رفع این نقیصه را ممکن ساخته است

نکته‌ای قابل توجه دیگر تأثیر ارتفاع ماه در مخلوج دستگاهست. ماه ساکن در روی زمین بنظر ساکن میاید اگر ارتفاع ماه از ۳۶۰۰۰ کیلومتر کمتر شود ماه نسبت‌بزمین حرکت خواهد کرد. اگر این ارتفاع به ۴۰۰۰ کیلومتر برسد سرعت ماه آنقدر زیاد میشود که فقط ۸٫۵ دقیقه در افق بیننده‌ی زمین قرار میگیرد و از این مدت‌هم فقط ۶٫۵ دقیقه میتواند مورد استفاده قرارگیرد زیرا هنگامیکه زاویه‌ی قائم خط دید ازماه از ده درجه کمترشود علامتها ازطریق‌ماه قابل تشخیص نیست در اثر وجود زمین وهوای مجاور آن همهمه وارد مخابره میشود.

باین ترتیب مسئله‌های‌فنی مربوطبه تشخیص وتعیین مکان ودریافت علامتها از ماه درارتفاعهای کم‌بسیار مشکل بوده وحل آنها منضمن مخارج زیاد خواهد بود. درفاصله‌ی ۱۶۰۰۰ کیلومتری ماه فقط ۲۰ دقیقه درافق دیده مخابره کننده قرار میگیرد و فقط نیمی از این مدت برای مخابره مفید خواهد بود. دو ایستگاه زمینی که بفاصله‌ی ۳۲۰۰۰ کیلومتر ازهم واقع شده‌اند فقط ده‌دقیقه میتواند باهم مخابره کنند وپس از این مدت یکی‌از آن دو قادر بتماس باماه نخواهد بود. اگر فاصله‌ی ماه ۵۰۰۰ کیلومتر باشد دوایستگاه که فاصله‌شان‌در همین حدود است ۲۴ دقیقه‌میتوانندباهم مخابره کنند (با این شرط که مدار ماه درصفحه‌ی دوایستگاه باشد).

برای تمدید زمان مخابره میان ایستگاهها در فرض استفاده از ماههای کم ارتفاع باید از چند ماه مصنوعی استفاده کرد. اگرچند ایستگاه در یک زمان بخواهند باهم مخابره کنند باید تعداد ماههائیکه در یکزمان رؤیت‌میشود هرایستگاه مخابره لااقل دو آنتن احتیاج دارد هنگامیکه یکی از ماهها با آنتن اول درتماس است آنتن دوم باید درجستجوی ماهی که بلافاصله پس از ماه اول در افق ظاهر میشود باشدیک ماشین محاسبه‌ی الکترونیکی Computer لازمست تا اطلاعهای مربوط بمدارهای ماهها را ذخیره کند و آنتنها را درلحظه‌ی معین درجهت لازم توجیه کند. درچنین دستگاهی قدرت لازم برای دنبال کردن‌ماهها در آسمان اندازه‌ی آنتنها ودر نتیجه میدان عمل آنها را محدود میکند. لیکن در نقطه‌ئیکه تعداد مخابره‌ها زیاد است صلاح در آن است که از دستگاههای بزرگ وگرانقیمت توجیه آنتن هم استفاده شود. اگرمدار ماه باندازه‌ی کافی بزمین نزدیک باشد تا لزومی برای توجیه آنتن ماه بطرف زمین نباشد از مخارج سفینه بسیار کاسته خواهد شد.

ماههای همزمان : شرطهای مربوط بماههای مصنوعی ساکن با ماههای دیگر متفاوت است مخارج این سفینه‌ها زیاد ولی درعوض مخارج ایستگاههای زمینی مربوط بآنها بسیارکم است. قسمت مهم‌مخارج یکماه مربوط بپرتاب آن بمدار میباشد. علاوه بسرراکت گرانقیمتی که‌برای انجام آن لازمست وسیله‌های هدایت دقیق برای افکندن بمداریکه کاملاً درصفحه‌ی استوا بفاصله‌ی معین از زمین باشد باید دراختیار داشت. بوسیله‌ی ماه همزمان ایستگاههای بسیار دور ازهم میتوانند ازطریق رادیوباهم مخابره کنند. وسعت عمل آنقدر زیادست که با استفاده‌ازسه سفینه‌ی همزبان میان تمام نقاط زمین باستثنای منطقه‌های قطبی میتوان رابطه‌ی مخابره‌ای برقرار نمود. بایک سفینه که‌درطول ۲۰ درجه‌ی غربی واقع شودبیش‌از صد

مملکت میتوانندباهم مخابره کنید. مخابره‌ی همزمان میان چند ایستگاه درصورتی امکان دارد که بسامدهای فرستنده کاملاً مشخص وثابت باشد (تغییرهای کمتر از یک در ۱۰). شرطهای دیگر ایستگاههای مخابره خیلی ساده میباشند چون ماه مصنوعی همواره دریک نقطه‌ی ثابت از آسمان دیده میشود احتیاجی بماشین محاسبه‌ی الکترونیکی نیست وتنها یک آنتن برای ارتباط کافیست. اگرچه در اثر وجود نیروهای مختلف ممکن است وضع ماه همزمان درآسمان تغییر کندولی مقدار این تغییربسیار کوچک ودر نتیجه احتیاج بوسیله‌های توجیه آنتن که معمولاً گرانقیمت هستند نیست. وبهمین جهت ازآنتنهای بزرگ هم میتوان استفاده نمود. تاکنون چندین آنتن تجربی برای این منظور ساخته شده است. باحرکت دادن Feed آنتن بجای صفحه‌ی بزرگ انعکاس میتوان عمل توجیه را انجام داد. آنتنهای دیگرهم ساخته شده است که با تغییر اختلاف فاز میان آنتنهای جزئی آن میتوان عمل توجیه را اجرا نمود. باین ترتیب عاملهای مؤثر درمخارج زیاد ایستگاه زمینی از بین میرود. چون همانطورکه قبلاً اشاره شد عدم وجود ایستگاه مخابره در برخی ازنقطه‌های زمین بواسطه‌ی مخارج زیاد آنست باین ترتیب با استفاده از ماه ساکن این مانع از میان میرود. باوجود اینها مسئله‌های بسیار دیگری باید حل شود تا بتوان ماههای مصنوعی همزمان را از صورت تجربی بیرون آورد. باوجود پیشرفتهائی که در امر بمدار افکندن سفینه‌ها بوجود آمده است هنوز در استفاده‌ی از ماه همزمان اشکالهائی در کارست زیرا علاوه برلزوم راکتهای بسیار قوی باید دستگاههائی در ماه‌ها تعبیه شود که بتوانندمسیرماهرا تغییر دهند وسرعت حرکت آنرادقیقاً تنظیم کنند تا رسیدن بمدار مطلوب امکان داشته باشد همچنین پس از آنکه ماه همزمان بمدار افکنده شد باید بتوان گاهگاه اصلاحهای جزئی‌ای که برای کاهش لزوم توجیه آنتن زمینی مورد نیاز است انجام داد.

بیقراری ارتباط رادیوئی برای مبادلهٔ برنامه‌های تلویزیون واطلاعهای فرهنگی وغیره میان کشورهای مختلف برای همه‌ی مردم سودمند میباشد. بشرا کنون درمرحله‌های اولی چنین اقدام میباشد اگرچه در ابتدا بمدار افکندن شفینه‌ها با شکست روبرو شده بود ولی اکنون این عمل بسیار پیش پا افتاده است بهمین ترتیب باید در مورد استعمال ماههای همزمان انتظار شکستهای زیاد داشت لیکن این شکستها قدمهای لازم برای رسیدن بموفقیت نهائی خواهد بود.