

Satelites LEO (Low Earth Orbit)



Indice

1. Historia e Introducción de las comunicaciones satelitales.
2. Como funcionan los diferentes tipos de Satelites (Geo-estacionarios, LEO y MEO).
3. Proyectos de Satelites LEO (*ICO, Globalstar, Constelation, Iridium, Teledesic, Ellipso*).
4. LEO vs GEO.
5. Conclusión.
6. Bibliografías.

Desarrollo

1. Historia e Introducción.

- La primera teoría de cómo un objeto podría orbitar alrededor de un cuerpo celestial fue conceptualizado primeramente por *Isaac Newton* en 1687. Cuando dos fuerzas (gravedad y momentum) están balanceados, el objeto en movimiento se encuentra en un estado de constante movimiento llamado orbitar.



- Luego, más de 250 años después en 1945 *Arthur C. Clark*, propuso la idea de que era posible de proveer comunicación global con solo tres satélites en orbita alrededor de la tierra. En esos tiempos el desarrollo de cohetes estaba en sus principios y la tecnología de satélites todavía no existía. El 4 Octubre, de 1957 Russia, con la tecnología de los cohetes desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial, se lanzó el primer satélite en orbita. Sputnik1 orbitó alrededor de la Tierra transmitiendo "beep" a la estación base, iniciando así la primera "comunicación" entre satélites en el espacio y la Tierra.

- En 1963 EEUU puso su primer satélite de comunicación en el espacio, COMSAT. Seguido de INTELSAT en 1965, también conocido como "Early Bird" que fue el primer satélite comercial, proveyendo retransmisiones de teléfono y televisión entre continentes. Actualmente, existen 15 satélites INTELSAT en orbita y en operación. Las primeras versiones de satélites eran pocas, alcanzó un numero limitado de gente y utilizó tecnología de transmisión analógica. Hoy en dia los satelites son muchos mas complicados enviando y recibiendo un numero largo de mensajes y a una gran

cantidad de gente y haciendolo mediante la utilización de transmisión digital.

2. Como funcionan los Satelites

La efectividad de los satelites o redes de satelites depende de una serie de factores.

- **Altitud**: La altura por encima de la tierra determina la cobertura de un satélite puede proveer. Cuanto más alto está el satelite más grande es la cantidad de area que puede cubrir, pero es mayor el un tiempo de transmisión requerido. Por el otro lado los satelites de una orbita inferior reducen el tiempo de transmisión pero la cobertura es menor.

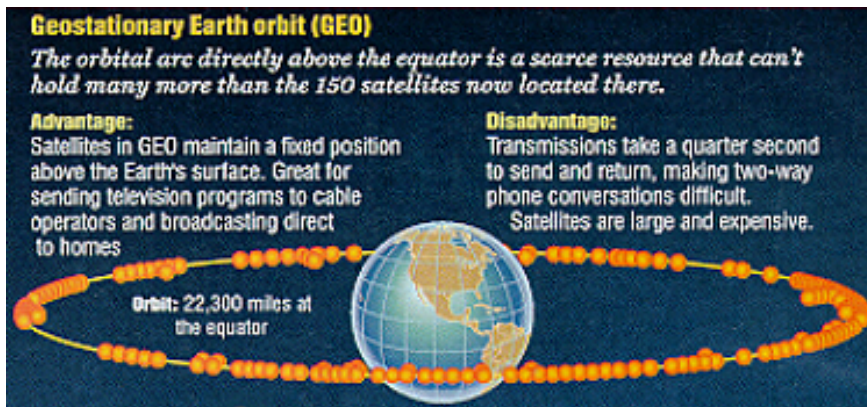
- **Inclinación Orbital**: El ángulo de la orbita de los satélites con el ecuador también determina el área de la cobertura efectiva. Los satélites que orbitan en cero grados o cerca de cero grados relativos al ecuador terrestre pueden proveer buena cobertura a las regiones ecuatoriales pero las regiones polares podrán recibir poca o ninguna cobertura. Por otro lado, los satelites en angulos más grandes relativos al ecuador terrestre pueden alcanzar regiones polares, pero las comunicaciones continuas pueden solamente ser realizadas incrementando el número de satelites en orbita.

- **Numero de Satelites**: Cuanto mas satelites interconectados dentro de una constelación haya, va a ser mas grande el area de cobertura y una comunicación mas larga puede ser mantenida con los satelites; la desventaja es que incrementa el costo a medida que aumenta el número de satelites.

2-1 Geostationary Earth Orbit Satellites

Generalmente orbitan alrededor de los 36000 km, los satelites GEO tienen un periodo de revolución de aproximadamente un día de modo

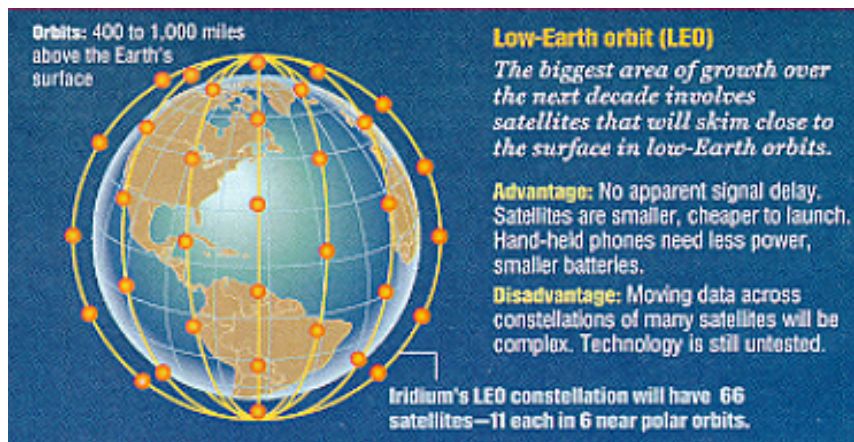
que ellos quedan en un SPOT sobre la tierra y tienen una gran cobertura. Los satelites GEO tienen muchas ventajas. La tecnología usada para operar estos satelites es probada y confiable, un pequeño



numero de satelites se necesitan y la vida útil es más larga que los sistemas LEO o MEO. Las desventajas a esta orbita son que hay una interferencia de comunicación mas grande y una mayor degradación de señal, retarda la señal y si uno o más satélites estan fuera de servicio la comunicacion se vuelve dificultosa y aún imposible.

2-2 Low Earth Orbit Satellites

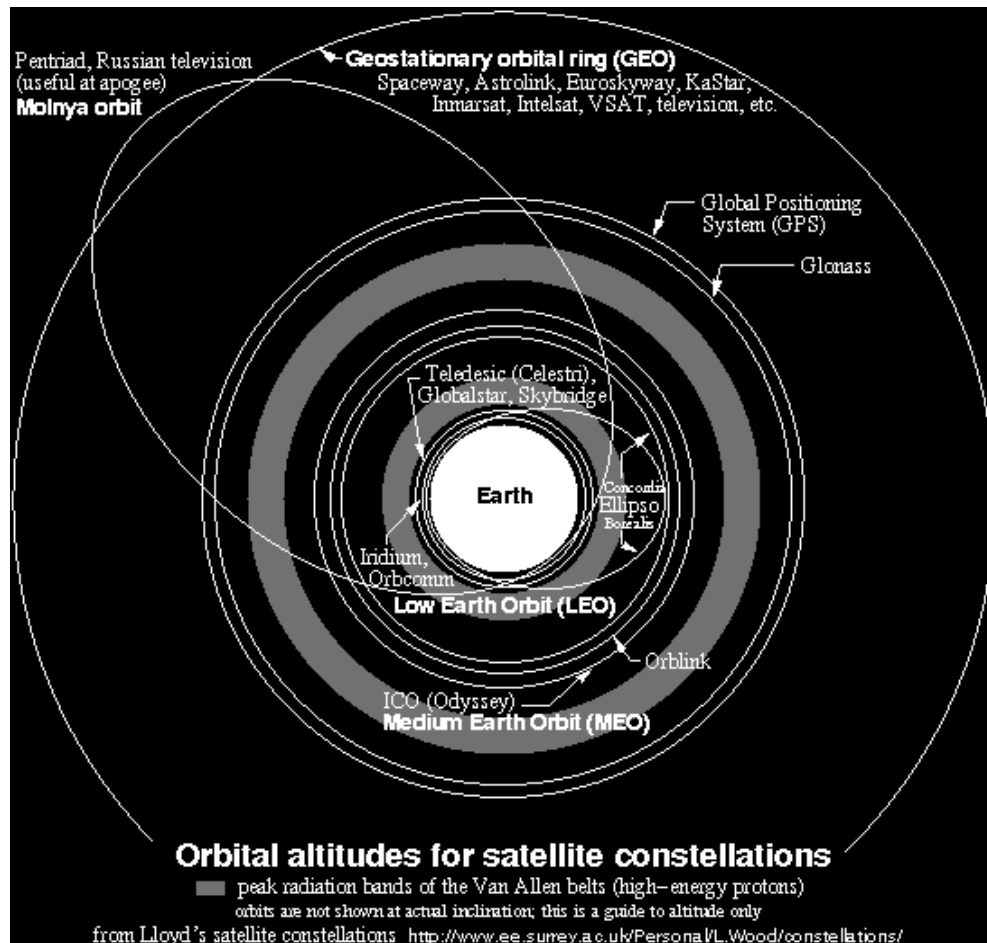
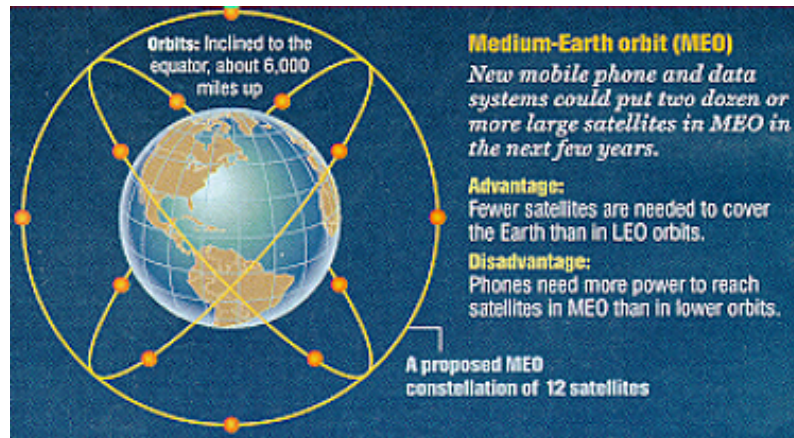
La orbita de satelites LEO estan a una altitud de 2000 km, proyectando una cobertura menor que la de GEO, pero los satelites LEO benefician las comunicaciones proveyendo rapido tiempo de transmisión con pequeño o ningún tiempo de retraso y las señales



son menos subetibles a interferencias y degradación. También si uno o más satelites estás deshabilitados hay un numero de otros satelites dentro de la constelación que pueden tomar y reenviar el mensaje. Por el otro lado iniciar una red compleja es costoso, requiriendo un gran numero de satelites y la tecnología necesaria para enlazar el sistema de satelites es complicado y no estan tan probados como las tecnologías mas viejas.

2-3 Medium Earth Orbit Satellites

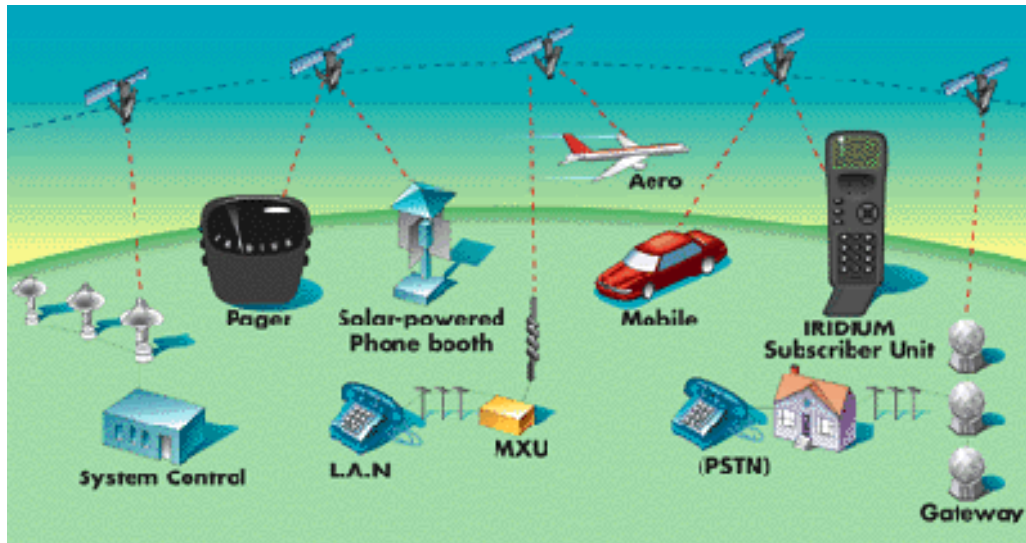
Las orbitas de satelites MEO es aproximadamente 10.000 km. MEO puede ser vista como un compromiso entre los complejos sistemas LEO y los limitados sistemas GEO. Esencialmente ellos proveen cobertura buena cobertura con retardo de transmisión mínimo pero hay poco interés comercial en desarrollar estos sistemas ya que no presentan ni la velocidad de transmisión de LEO ni la cobertura de GEO.



3. Proyectos de Satelites LEO

3-1 Sistema IRIDIUM

A finales de 1990, la MOTOROLA anuncia el lanzamiento del proyecto 'Iridium', que inicialmente iba a constituir un sistema de 77 satélites (correspondencia con el elemento químico Iridio, con 77 electrones orbitando en torno al núcleo). El proyecto final acabaría constituido por 66, pero la original denominación permanecerá.



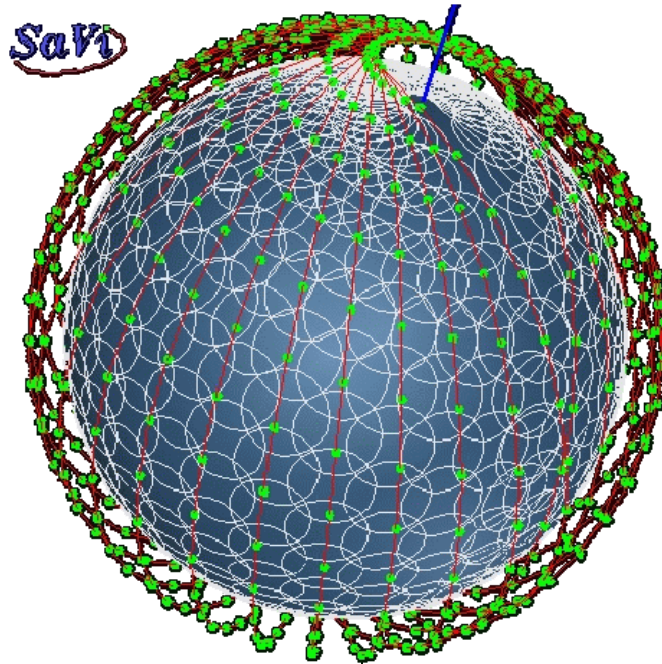
El símil es verdaderamente acertado para describir este nuevo tipo de cobertura para telefonía (empleado recientemente para servicios GPS), y reproduce con exactitud el objetivo que se pretende con el núcleo atómico, el planeta Tierra: una cobertura radioeléctrica global y completa. En la actualidad, Iridium tiene más competidores, que dependiendo del tipo servicio que ofrezcan y de la zona servida, adoptarán una u otra configuración. Sólo unos pocos alcanzarán su fase operativa.

Para una altitud dada, el objetivo de la constelación deberá ser maximizar el ángulo mínimo de recepción, en el peor punto y con el menor número de satélites (cuanto más vertical se halle el usuario con el satélite, menos riesgos de bloqueo por edificios, árboles,...). En principio, esto se conseguirá con coberturas de constelaciones LEO (Low Earth Orbit, o de órbita baja) o MEO (Medium Earth Orbit, o de órbita media). Ambas lo forman constelaciones de satélites que orbitan alrededor de la Tierra a grandes velocidades para no caer sobre ella (nótese su periodo orbital...de alrededor de los 100 min. para los LEO y de 6 h para los MEO). La distancia que ahora separa el satélite con el usuario y la estación terrena es relativamente pequeña si es comparada con sus primos mayores los geoestacionarios. De este modo, se

consiguen, para una calidad superior de servicio, terminales realmente portátiles y personales, al ser necesaria menos potencia para establecer el enlace y, lo que es más importante, tener en visión directa a más de un satélite con diferente orientación en la cúpula celeste.

3-2 Sistema Teledesic

- Teledesic planea comenzar el servicio en el año 2002.
- Teledesic no se propone poner servicios directamente para usuarios terminales. En vez de eso, proporcionará a una red abierta para la salida de tales servicios por otros.
- La red de Teledesic permitirá a las compañías del teléfono y a las autoridades locales del gobierno en los países extender sus redes, en términos del alcance geográfico y en las clases de servicios pueden ofrecer.
- Los Gateways terrestres permitirán a abastecedores de servicio ofrecer conexiones a otra línea y redes sin hilos. Teledesic utiliza las células pequeñas, " Fijas a Tierra" para la utilización eficiente del espectro y respetar los límites territoriales de los países.
- La red ofrece gran capacidad de anchura de banda por demanda, a través de las terminales estándares del usuario. Las anchuras de banda del canal se asignan dinámicamente y asimétricamente y se extienden de un mínimo de 16 kbps hasta 2 Mbps en el uplink, y de hasta 28 Mbps en el downlink. Teledesic también podrá proporcionar a un número más pequeño de los canales high-rate en 155 Mbps a 1,2 Gbps para las conexiones y los utilizadores del Gateway con necesidades especiales. La órbita baja y la alta frecuencia (30 GHz uplink /20 GHz downlink) permiten el uso de terminales y de antenas pequeñas, de baja potencia, con una talla y tienen costo comparable a un ordenador notebook.
- El número de satélites necesitó para proporcionar la cobertura del 100% de la superficie de la tierra es determinado por el ángulo de la elevación y de la altura el cual el satélite se moverá en órbita alrededor de la tierra.
- El ángulo de la elevación para los satélites de Teledesic es 40 grados con una altitud de 400-700 millas sobre la tierra. El plan original llamó para 840 satélites en 21 planos con 40 satélites a un plano. El reajuste de Boeing de los satélites llama para 288 satélites en 12 planos con 24 satélites a un plano.



- Los satélites se moverán a través de la tierra en 16.740 millas por hora.

- Los LEOs están en el movimiento constante y debido a la velocidad a la cual se mueven, todos los objetos en la tierra aparecen ser fijados a un satélite del LEO. Ésta es incluso la caja para los objetos terrestres móviles. Por lo tanto, para proporcionar a una conexión para dos usuarios terrestres los satélites deben tener la capacidad para pasar la señal adelante.

- Otra ventaja al sistema del LEO es la naturaleza distribuida de la red. Desempejante de un sistema de GEO, donde los satélites siguen siendo inmóviles concluído una punta fija concluído la tierra, cuando un satélite falla o se pierde el sistema está lastimado seriamente. La red distribuida, usada por Teledesic, las ayudas promueven confiabilidad en el sistema. El sistema puede encaminar dinámicamente una transmisión alrededor de un satélite fallado.

3-3 Sistema Globalstar

- Ya son 20 satélites de órbita baja.

- Globalstar anuncia el quinto lanzamiento exitoso de satélites

- Desde Baikonur Cosmodrome, Kazakhstan, Globalstar (NASDAQ:GSTRF) lanzó cuatro satélites más del tipo LEO (low-earth-orbit) que fueron transportados a bordo de un cohete Soyuz-Ikar como parte de la estrategia de lanzamientos programados para este año. De

esta manera, ya suman 20 los satélites que Globalstar posee actualmente en órbita.

- Los cuatros satélites Globalstar lanzados a una altitud de 920 kilómetros fueron supervisados por un grupo de ingenieros del centro de control de Globalstar en San José, California, quienes monitorearon el lanzamiento a través de los seis centros de telemetría y control ubicados en las estaciones terrenas de Aussaguel en Francia, Yeosu en Korea del Sur, Dubbo en Australia, Bosque Alegre en Argentina, Delareyville en Sudafrica y Clifton en Texas.

- Durante las próximas semanas el equipo de ingenieros de Globalstar llevará los satélites a su altitud operacional de 1414 kilómetros.

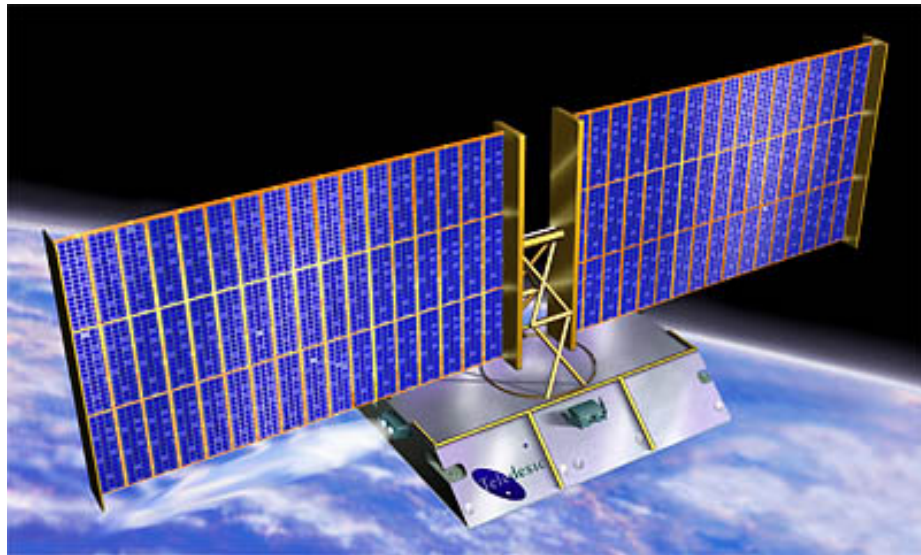
- El sistema Globalstar está compuesto por 48 satélites de órbita baja (LEO) y una red de estaciones globales terrenas que permitirá ofrecer a un precio competitivo un conjunto de servicios de telecomunicaciones de calidad, tales como la telefonía, la telecopia y la transmisión de datos con un acceso a partir de terminales portátiles, móviles o fijos. Globalstar ofrecerá a todos, particulares y empresas, telecomunicaciones seguras, eficaces y económicas.

- Este sistema permitirá a los usuarios permanecer comunicados desde cualquier lugar del mundo en todo momento, particularmente en las regiones aisladas. Globalstar tiene acuerdos de distribución en 105 países. La apertura comercial del servicio estará disponible a partir del 3º cuatrimestre de 1999.

	ICO	Globalstar	Constellation	Iridium	Teledesic	Ellipso
Service types	Voice, data, fax, paging, messaging, position	Voice, data, fax, paging, video	Voice, data, fax	Voice, data, fax, paging, video	Voice, data, fax, paging, broadband	Voice, data, fax, paging, video, messaging, position
Cost per minute	\$1.00	\$1.99	\$0.90	\$1.50 - \$3.00	\$0.04 sat cost only	\$0.50
User terminal cost	"Several Hundred"	\$1500	N/A	\$1,000	N/A	\$1,000
Operations scheduled	2000	Started	2001	Ended 2000	2003	2001
Voice (Kbps)	4.8	9.6	4.8	2.4, 4.8	16.0	4.2
Data (Kbps) up/down	2.4	7.2	2.4	2.4	16.0 kbits 2/64 mbs 64/64 mbs	0.3-9.6
System cost	\$4.6B	\$2.6B	\$1.1B	\$3.7B	\$9.0B	\$750M
Satellite lifetime	10 years	7.5 years	N/A	5 years	10 years	5 years
Number of satellites	10 + 2 spare	32+	46	66 + 6 spare	288	10 + 6 spare
Number Operational Guessed on 6/99	1	24	0	66 + 8 spare	0	0
Multiple access method	TDMA	CDMA	CDMA	FDMA, TDMA, TDD	TDMA, SDMA, FDMA, ATDMA	CDMA
Investors	Inmarsat, Hughes Space	Loral Qualcomm, AirTouch, Vodafone, Deutsche Aerospace, Dacom	<u>Orbital,</u> <u>Bell</u> <u>Atlantic,</u> <u>Raytheon</u>	Motorola, Raytheon, Great Wall Industry, Khrunichev Ent., DDI, Lockheed, Kyocera, Mitsui, Mawardi	Bill Gates, Craig McCaw	Westinghouse, Harris Corp., Israeli Aircraft Industries

4. LEO vs GEO

- Hay varias diferencias. LEOs están en las órbitas bajas, mucha más cercano a la tierra que GEOs. Esta diferencia tiene implicaciones para cuántos satélites son necesarios para la cobertura global: Las constelaciones basadas en los satélites del LEO requieren muchos satélites mientras que el sistema basado en los satélites de GEO puede cubrir el globo con solamente tres satélites.
- El sistema de Teledesic espera utilizar 288 satélites.



- Los satélites de GEO aparecen ser fijados conluido una localización dada en la tierra pero LEOs hacen no este hecho tienen impacto significativo en la complejidad de un sistema basado en los satélites del LEO concerniente a un sistema de GEO. La red es más compleja lejano porque la comunicación entre dos puntas en la tierra debe encontrar su manera a través del laberinto de satélites dentro de la constelación.
- LEOs también tienen algunas calidades muy atractivas GEOs en relación con. Por ejemplo, los retardos de la propagación y la pérdida grandes, experimentados con GEOs, son mucho más pequeños para LEOs.
- También, LEOs se puede utilizar para las transmisiones usando los dispositivos bloqueados de la mano.

5. Conclusion

- Ya que los satélites LEO se mueven con relación a la tierra, se tienen características importantes como la cobertura continua y global en cualquier punto de la tierra, transferencia de video, fax, mensajes, posicionamiento e internet. Para satisfacer las demandas de un mercado avanzado, en el intercambio de información a nivel global, los satélites LEO prometen un cambio radical en la economía de las telecomunicaciones.

- Los sistemas basados en los satélites del LEO pueden ayudar a resolver la demanda para la información proporcionando al acceso global a la infraestructura de telecomunicaciones actualmente disponible solamente en áreas urbanas avanzadas del mundo desarrollado.

- La evolución de geostacionario a los satélites del LEO ha dado lugar a un número de sistemas basados en los satélites globales propuestos, los cuales pueden ser agrupados en tres tipos distintos. Estos sistemas LEO pueden ser distinguidos por referencia a sus contrapartes terrestres: paging, celular y fibra.

6. Bibliografías

- Mercosur-News
Angel Bautista
Internet: mercosurnews@netgate.com.uy
<http://www.mercosur-news.com.uy>
- "Globalstar Homepage", 2000
<http://www.orbcomm.com/splash.html>
Feb 26, 2000
- Maral, G., Bousquet, M., Satellite Communication Systems - Systems, Techniques & Technology,
3rd ed. John Wiley & Sons, New York, 1998
- Murray, Tom., Rusk, Ryan., Kixmiller, Craig., "Satellite Communications" May 5, 1997
<http://mama.indstate.edu/users/tommy/mis430/netscpsat.htm>
Feb. 8, 2000

Trabajo Practico De TAI 2

Tema: "Satelites LEO"
Autores: - Daniel Chung
- Roberto Kropff
Profesor: Lic. Juan de Urraza