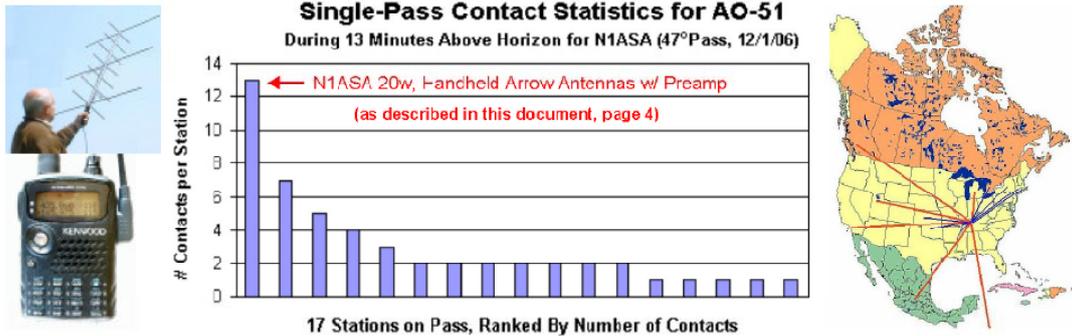


## COMUNICACIÓN SATELITAL

**Resumen:** usando un sistema manual de antena para mantener un máximo de señal de bajada y acoplamiento de polarización, junto con un preamplificador para una ganancia adecuada, el número de contactos por cada pasada del satélite puede superar fácilmente lo que se logra con los sistemas de antena de rastreo computarizado (ver gráfica abajo). Las pasadas del satélite AO-51 pueden oírse de forma continua de horizonte a horizonte. Cualquiera puede lograr resultados similares a un costo mínimo, basándose en la experiencia, el equipo y las técnicas descritas en este documento.



Comunicaciones satelitales “Hacia la Tierra”

Richard Hackney, N1ASA  
Profesor de física y astronomía, en la Western Kentucky University  
Director del NASA Kentucky Space Grant Center  
[N1ASA@arrl.net](mailto:N1ASA@arrl.net)

### Propósito y objetivo

Estoy interesado en compartir mi experiencia con los repetidores de FM de los satélites OSCAR de baja órbita terrestre LEO (Low Earth Orbit), con cualquiera que esté interesado en las comunicaciones de aficionados usando esos satélites. En particular, quiero tratar lo más detalladamente posible los aspectos básicos de tal manera que la iniciación en esta modalidad sea sencilla, describiendo sistemas simples y económicos que le facilitarán a usted salir al aire rápidamente. Describo lo que he trabajado mejor en mi experiencia, tratando varios niveles de enfoque, y describiendo paso a paso cómo se estructuran, cómo se operan y los resultados que se pueden esperar con los diferentes equipos. No voy a describir los costosos sistemas con rotores dobles de elevación-azimut, controlados por computador que además son de bastante tamaño. Si usted quiere, más tarde puede construir uno de esos sistemas. Satélites y modalidades (como el VO-52, transpondedores lineales, etc.) son más fáciles de trabajar con esos sistemas. Sin embargo, voy a mostrar cómo hacer - y *hacerlo mejor* - los contactos utilizando los satélites LEO en FM, con mucho menor costo, con sistemas que son fáciles de transportar y de manejar en cualquier parte. En la última página se da un resumen de este documento para revisión y referencia durante la operación de los “satélites FM”. Usted puede decidir **leer primero la última página** para una visión general y posteriormente leer el resto del documento para un manejo detallado.

### Visión general de las posibilidades de los satélites de tipo LEO

Actualmente, hay dos satélites tipo LEO completamente operacionales que poseen repetidoras analógicas de voz en FM, orbitando la Tierra a una altura de aproximadamente 670 km. Ellos son el AO-51 (“Echo”) y el SO-50 (SaudiSat-1C). Cada uno de ellos pasa sobre su localidad varias veces al día (tienen un período orbital de unos 100 minutos) y en cualquier momento de las pasadas de 2 a 4 o hasta 15 minutos de duración (para cada satélite) el satélite tendrá una elevación mayor a los 20° sobre el horizonte de su localidad. Mientras mayor sea la elevación, más cerca estará el satélite de su localidad y la señal será de mayor intensidad. Cuando el satélite se encuentra encima de su localidad (elevación de 90°), está a sólo uno 650 km de

distancia. Las potencias de salida de los repetidores van desde 0.25 Watts hasta 0.5 Watts – son radiadas por los dipolos de los satélites. Aún con estas potencias cada uno de los satélites puede ser oído hasta a 2800 km de distancia (línea de visual directa) con un equipo fácilmente obtenible y sin sobre-costo. Usted puede operar las repetidoras de los satélites con potencias del orden de los 5 Watts (potencia típica de los “handies”) y se han logrado contactos ocasionales usando potencias de “subida” de menos de 1 watt. Con un equipo sencillo, pueden contactarse brevemente dos estaciones separadas 5000 km. Esto quiere decir un contacto intracontinental y aún intercontinental, DX entre varios países con un handie de 5 Watts con enlace de subida en VHF y de bajada en UHF. Se necesita un equipo “dual band” (VHF y UHF) que sea capaz de transmitir en 2 metros y recibir en 440 MHz (70 cm) (no es necesario que lo haga en forma simultánea). Algunos operadores gustan de usar un transceptor con capacidad “full dúplex”, pero esto no es completamente necesario. Yo prefiero el equipo simple, puesto que el sistema full dúplex puede ocasionar problemas en las grabaciones de audio que uno necesita hacer durante las pasadas del satélite para el registro posterior del comunicado. Prefiero también grabar desde el micrófono en lugar de la modalidad directa para lograr ambas partes del QSO y toda la información. Si usted no posee un “handie” de doble banda, entonces puede usar dos radios.

### Factores clave para el éxito

Los factores más importantes para hacer contactos confiables a través de los satélites LEO, son en mi experiencia:

1. Capacidad para **ajustar la frecuencia del receptor (en 440 MHz) para el desplazamiento Doppler** durante la pasada del satélite.
2. Capacidad para rastrear el satélite – no sólo a través del cielo (**Azimut o indicación de la brújula y ángulo de elevación sobre el horizonte**) – sino también muy importante, mantener el **ángulo de polarización** alineado con la polarización del satélite.
3. Suficiente **ganancia en el sistema de antena de recepción**.

Discutiré las técnicas básicas para lograr cada uno de los factores anteriores con un handie, un sistema portátil manual de rastreo, usando un handie de dos bandas (con pasos de 5 kHz almacenados en las memorias), un sistema manual de antenas Yagi, y un preamplificador para 440 MHz.

#### 1. El “efecto Doppler”

- Cuando un transmisor y un receptor **se aproximan uno a otro**, la **frecuencia recibida es más alta** que la frecuencia que fue transmitida. El transmisor y el receptor se **“alejan” uno del otro**, la **frecuencia recibida es menor** que la frecuencia que fue transmitida. (Similar a lo que ocurre con el sonido el pito de un vehículo cuando se aproxima a usted y luego se aleja).
- En el **centro de la pasada del satélite**, la repetidora se está moviendo **a través** de la línea de visión (ni hacia delante ni hacia atrás de la estación de Tierra), entonces el **desplazamiento del Doppler es cero** en ese punto. De otra forma: hay un rango durante la pasada del satélite que va desde un máximo (arriba o abajo), a través de cero en la mitad de la pasada, hasta un máximo en sentido inverso (arriba o abajo).
- En las frecuencias de subida de 2 metros, el rango del Doppler es menos de 5 KHz, por lo cual no es necesario reajustar la frecuencia del transmisor para que la señal de FM sea capturada por el satélite.
- En 440 MHz el desplazamiento por el Doppler es tres veces mayor, y la señal recibida aparece 10 KHz más alta que la frecuencia nominal cuando el satélite se aproxima (Adquisición de Señal) (en inglés AOS: Acquisition Of Signal) y hasta 10 KHz más baja cuando el satélite se aleja (Pérdida de Señal) (en inglés LOS: Loss Of signal). Usted necesitará resintonizar el receptor (un click de 5 KHz cada vez) durante la pasada del satélite desde que la señal comienza a sonar “áspera” pasando hacia el siguiente click de 5 KHz.
- La tabla de abajo muestra la lista de las frecuencias de subida y el grupo de frecuencias de bajada que debe programar en las memorias de su radio para las repetidoras más comúnmente usadas en los satélites LEO.

Tiempo de la pasada (duración aprox. 15 min)	AO-51 (Echo)		AO-51 segundo repetidor (ocasionalmente disponible)		SO-51 (SaudiSat 1C)	
	Uplink Transmisión	Downlink Recepción	Uplink Transmisión	Downlink Recepción	Uplink Transmisión	Downlink Recepción
Inicio de pasada (AOS)	145.920 (67.0 Hz)	435.310	145.880 (67.0 Hz)	435.160	145.850 (67.0 Hz)	436.805
	145.920 (67.0 Hz)	435.305	145.880 (67.0 Hz)	435.155	145.850 (67.0 Hz)	436.800
Mitad de pasada	145.920 (67.0 Hz)	435.300	145.880 (67.0 Hz)	435.150	145.850 (67.0 Hz)	436.795
	145.920 (67.0 Hz)	435.295	145.880 (67.0 Hz)	435.145	145.850 (67.0 Hz)	436.790
Final de pasada (LOS)	145.920 (67.0 Hz)	435.290	145.880 (67.0 Hz)	435.140	145.850 (67.0 Hz)	436.785

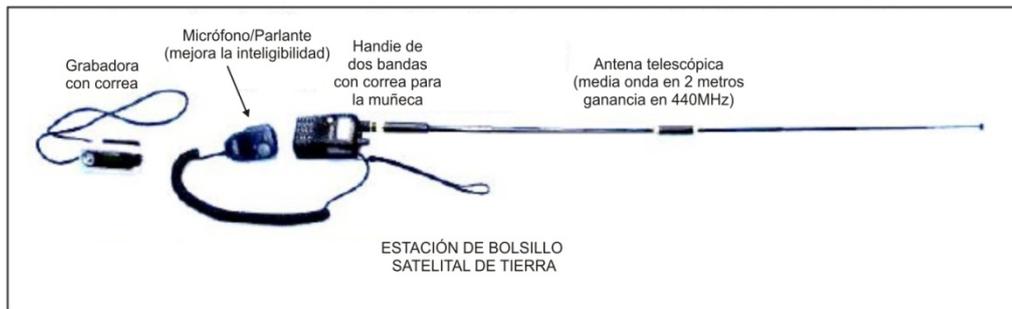
\*Es buena idea al usar el SO-50 tener almacenado también un canal de VHF en 145.850 con un tono de 74.4 Hz. Al transmitir esta señal se activa o se reactiva el temporizador del SO-50 durante diez minutos si ya se había apagado.

## 2. Rastrear el satélite a través del cielo y mantener el acoplamiento de la polarización

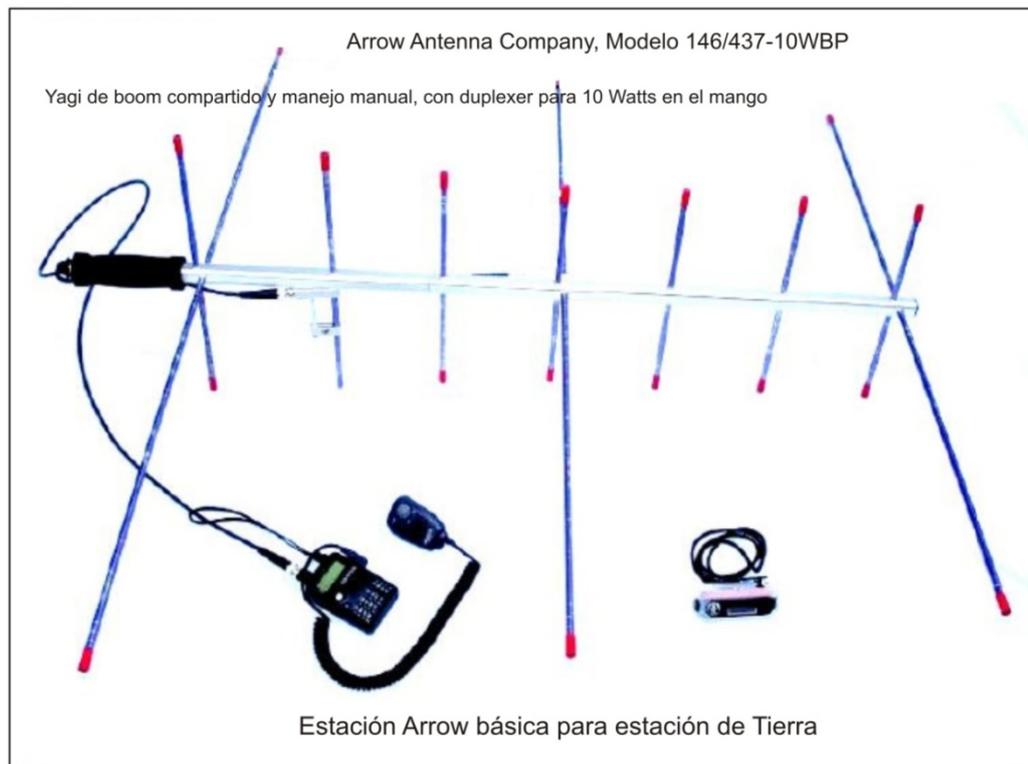
- Básicamente, usted desea mantener el punto de dirección de su antena de recepción orientado hacia el satélite, lo cual conduce a maximizar la señal recibida.
- Las antenas de los satélites por lo general son látigos o dipolos. **El satélite puede dar tumbos leves**, cambiando la orientación de las antenas. Si sucede que usted está “en el punto nulo” de la antena del satélite, la señal puede ser muy débil para operar. Aún si usted permanece por fuera de ese “punto nulo”, la dirección de la polarización lineal de la señal de bajada del satélite cambia con relación a usted durante la pasada. Si en un determinado momento sucede que la polarización está perpendicular a su antena receptora, hay una pérdida de señal de unos 20 dB (100x).
- Si usted usa una antena cuya polarización no puede ajustar (digamos un dipolo fijo, un plano a tierra, un J-pole o una Yagi), experimentará **largos periodos de caída de señal o “desvanecimientos”** de la señal del satélite durante la pasada. Podrá hacer algunos contactos, pero gran parte de la pasada será inutilizable.
- Para lograr un cubrimiento casi continuo durante toda la pasada, debe **ajustar frecuentemente el ángulo de polarización** de su antena receptora para mantenerse en la polarización real del transmisor del satélite. Una Yagi de manejo manual es óptima para lograr este acoplamiento, pues usted sencillamente gira su muñeca y rota la Yagi teniendo el boom como eje para encontrar la polarización del satélite (la señal más fuerte). Puede variar manualmente la dirección de la antena para maximizar la señal a medida que “rastrea” el satélite a través del cielo, teniendo en cuenta la predicción de la trayectoria de la pasada que se describirá más adelante en este documento.

## 3. Ganancia en la señal de bajada (downlink)

- Cuando un satélite tipo LEO alcanza los 90° de elevación, se encuentra a unos 650 km de usted. Cuando está sólo unos cuantos grados sobre el horizonte, está a unos 4000 km de distancia de usted (4 veces más y 16 veces más débil, o -12 dB comparado con la señal cuando el satélite está a 90° de elevación (perpendicular a usted). Por lo tanto, la señal generalmente es más fuerte para las elevaciones mayores del satélite sobre el horizonte. Con un determinado sistema de recepción, usted debe ser capaz de trabajarlo sólo con elevaciones muy grandes. Para trabajar las elevaciones menores y usar mayor parte del tiempo de la pasada, usted necesita mayor ganancia en su sistema de recepción.
- **Lo mínimo:** Algunas veces es posible trabajar un satélite tipo LEO a altos ángulos de elevación usando tan solo un handie y una antena telescópica de dos bandas tipo látigo. Para oír al satélite, mueva lentamente la antena a través de un rango de orientaciones (algunas veces ligeramente hacia abajo) hasta lograr acoplar la polarización (y la verifique constantemente para mantenerla). Con este equipo (mostrado abajo), logro un promedio de un contacto por cada pasada de ángulo de elevación alto (algunas veces no logro contacto alguno). Agregando el preamplificador descrito en una sección más adelante, se pueden lograr dos contactos por pasada (Cuando el satélite UO-14 estaba activo con 2.5 Watts de bajada, este sistema trabajó fácilmente un promedio de 4 contactos y hasta 9 por pasada. Los satélites tipo LEO actuales son 7 a 10 dB más débiles, por lo cual se hace necesaria mayor ganancia).

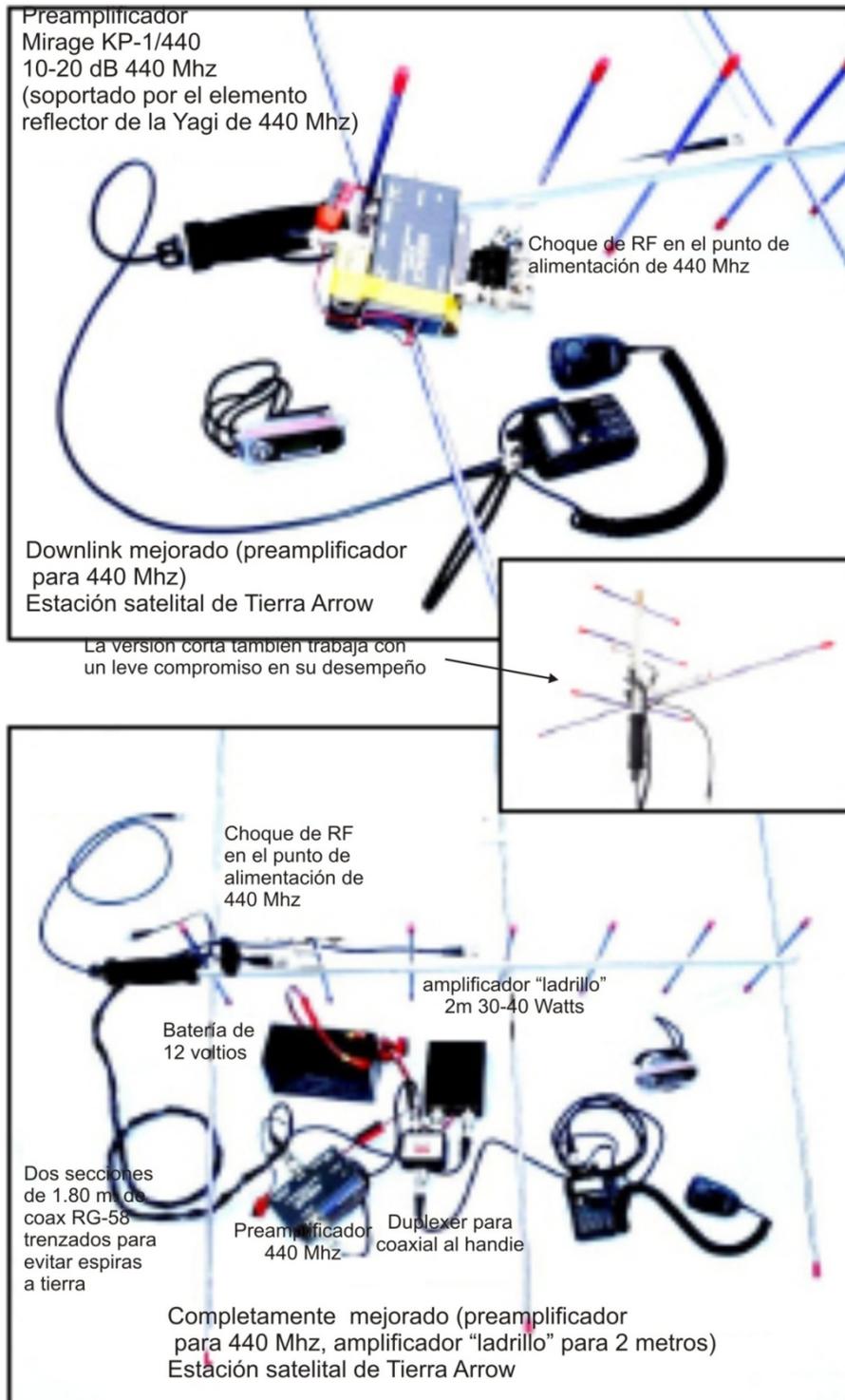


- Mejor:** Arrow Antenna Company vende una antena Yagi de dos bandas y manejo manual que es utilizada ampliamente para trabajar satélites. El modelo es la 146/437-10WBP, la cual se arma y desarma fácilmente en partes transportables, que no miden más de 36 cm. También vende un maletín o una correa con bolsillos para asegurar todas las partes para su transporte o para empacarlas. Este modelo de antena contiene un duplexer de 10 Watts en su manija para combinar las dos señales de la antena en un solo cable para conectarlo al handie. Este sistema proporciona aproximadamente 6 dB de ganancia en la señal de subida y unos 10 dB de ganancia para la señal de bajada en 440 MHz. Con este sistema, yo logré un promedio de contactos de 2 – 4 por cada pasada del satélite (con algunas pasadas sin lograr contactos).



- Super:** un preamplificador de bajo ruido para 440 MHz da un “empujón” (10 a 20 dB) a la sensibilidad de la señal de bajada y hace más utilizable la mayor parte del tiempo de la pasada, permitiendo contactos cuando el satélite está sólo a unos grados sobre el horizonte. Yo he utilizado el amplificador Mirage KP-1/440, el cual puede alimentarse con una fuente de 12 voltios (generalmente uso 18 voltios mediante dos baterías de 9 voltios en serie pegadas a la caja del preamplificador). **Este conjunto realmente es un sistema óptimo – es muy transportable, y con él yo he logrado un promedio de 7 contactos por pasada (en un rango de 4 a 12).** El preamplificador hace una enorme diferencia para lograr contactos. El choque de RF en el punto de alimentación de 440 MHz también es importante para evitar la pérdida de una señal débil.

- Impenante:** si usted quiere lograr muchos más contactos puede hacerlo logrando una mejor señal mediante el uso de un pequeño amplificador de "ladrillo" para VHF. Yo utilizo uno que produce 20 Watts de salida con el handie trabajando a 5 Watts. El esquema de conexión puede verse en la fotografía de abajo.





Estación de Tierra completamente mejorada



Maletín con estación de Tierra completamente mejorada



Estación de Tierra completamente mejorada  
(preamplificador de 440 Mhz, amplificador  
tipo "ladrillo" para 2 m) lista para viajar

### Cómo saber cuándo pasan los satélites y a dónde apuntar su antena

Utilice el programa "J pass" del Marshall Space Flight Center de la NASA que se baja de internet, para predecir las pasadas del AO-51 y el SO-50 (los dos contienen repetidores de voz simples) El más conveniente es el J-pass **email service** el cual pasa regularmente información en forma de predicción para tres días, enviadas cada Lunes (M), Miércoles (W) y Viernes (F). Para suscribirse a este servicio gratuito:

1. Vaya a: <http://science.nasa.gov/realTime/JPass/20/>
2. Seleccione: J-Pass E-Mail
3. Proporcione su dirección de correo electrónico y proceda con las opciones más avanzadas, preguntando por TODAS LAS PASADAS del AO-51 y el SO-50 (o Saudisat 1C).
4. Escoja M, W o F para la frecuencia de los E-mails

Abajo se encuentra una **muestra** de un E-mail con las predicciones de las pasadas del AO-51 para la localidad de Bowling Green, KY, para el 9/30-10/03/2005:

>>AO-51 approx. Vis. Mag. 10						
Date Mm/dd	Rise Time	Rise Dir.	Set Dir.	Dur. mm:ss	Lit dur. mm:ss	Max. Elev/Dir
9/30	08:28:39pm	ESE	N	13:01	03:30	17 ENE
<b>9/30</b>	<b>10:05:58pm</b>	<b>S</b>	<b>NNW</b>	<b>15:14</b>	<b>02:59</b>	<b>54 WSW</b>
10/01	10:15:55am	NNE	S	15:15	15:15	61 E
10/01	11:55:30am	N	WSW	12:45	12:45	15 WNW
10/01	07:51:44pm	E	NNE	09:54	02:59	6 NE
10/01	09:26:47pm	SSE	N	15:24	03:30	62 E
10/01	11:07:19pm	SW	NNW	12:39	01:15	13 W
10/02	09:37:08am	NNE	SSE	14:15	14:15	25 E
10/02	11:15:46am	N	SW	14:45	14:45	35 WNW
10/02	08:48:20pm	SE	N	14:19	03:30	26 ENE

La entrada en negrilla nos dice que:

- Septiembre 30 a las 10:05:58pm CDT,
- El AO-51 aparecerá por el Sur,
- Se ocultará por el Nor-noroeste (NNW) después de 15 minutos y 14 segundos,
- (brillará como una estrella durante 2 minutos y 59 segundos, lo cual no importa pues es muy débil la luz)
- Su máxima elevación es de 54 grados mirando en la dirección Oeste-Suroeste (WSW)

Preparándome para la pasada, yo llevo una pequeña libreta en la cual anoto:

#### **AO-51 9/30 10:06pm S(54WSW) NNW**

(La máxima elevación ocurrirá en dirección Oeste-Suroeste (WSW) aproximadamente a la mitad de la pasada, +/- 7 minutos después de su aparición en el horizonte).

Entonces, en el momento de comenzar, dirijo mi antena hacia el horizonte en dirección Este-Sureste y escucho, rotando axialmente el boom de la antena para conseguir acoplamiento con la polarización. Algunas veces la señal se escucha tan pronto aparece el satélite sobre el horizonte, pero con más frecuencia se demora dos o más minutos antes que se pueda escuchar la señal. Sea paciente, mueva y rote la antena en la dirección del punto de aparición del satélite. Después de unos minutos de espera, sin oír nada, pruebe en la siguiente frecuencia Doppler, la cual puede ser la apropiada. Cuando logro la señal, la sigo a través del cielo, manteniendo la mayor intensidad de recepción mediante el ajuste de la dirección de la antena y la rotación del boom para acoplar la polarización. En el ejemplo de arriba, se alcanza la máxima elevación de 17° en dirección Este-Noreste a la mitad de la pasada (aproximadamente 6-7 minutos). Continúo siguiendo el satélite hasta que se oculta en el horizonte por el Norte. Todo al mismo tiempo, llamo y escucho, para hacer contactos y para practicar el movimiento de la antena desde el punto de aparición del satélite hasta el punto de su máxima elevación y hasta el punto de su desaparición en el horizonte. De la lista del programa **J-Pass**, planifique cuáles pasadas quiere usted aprovechar. Eso depende de su

programa, y en alguna medida, de la máxima altitud de las pasadas. Las pasadas con una altitud superior a los 10° generalmente trabajan con las antenas Yagi Arrow y preamplificador, y las pasadas más altas posiblemente permitirán un mayor número de contactos. Seleccionar las pasadas me ayuda a **colocar un reloj con alarma** para recordarme, debido a que es fácil estar trabajando en otros proyectos y olvidar las pasadas del satélite.

**Importante:** existen otros factores que determinan cuáles pasadas puede usted trabajar. Por ejemplo, el AO-51 algunas veces opera en modos diferentes al V/U (L-band, S-band), de tal manera que usted debe visitar periódicamente el **sitio AMSAT en internet**, para anotar los programas actualizados y saber cuáles pasadas serán las más útiles.

### **Algunos sitios de internet muy prácticos para planificación y programación:**

**AMSAT página principal:** <http://www.amsat.org/amsat-new/index.php>

**AMSAT estado de los satélites:** <http://www.amsat.org/amsat-new/satellites/status.php>

**AO-51 (Echo) Schedule Ops:** <http://www.amsat.org/amsat-new/echo/controlTeam.php>

**AMSAT NEWS:** <http://www.amsat.org/amsat-new/news/>

**J-PASS 2.0:** <http://science.nasa.gov.co/realtime/Jpass/20/>

Las predicciones por E-mail o las **predicciones inmediatas** (si usted tiene activado el Java en su navegador):

La carta celeste que se ve abajo, describe la pasada a las 10:37 del AO-51 que fue seleccionada de la carta del día que se ve a la derecha



### **Protocolo y técnica de la repetidora de los satélites LEO y de la estación espacial internacional (ISS)**

- **Llame sólo cuando las señales se están oyendo!**
- **Nunca llame “CQ satélite”** (aquellos que lo hacen, por lo regular no están escuchando nada)
- **Simplemente repita su indicativo, frecuentemente, y espere a que alguien le conteste.**
- Llame durante la **pausas** o anticipese a las pausas durante la recepción.
- Proporcione su **indicativo** y tal vez su **grid locator** como información de intercambio.
- En baja potencia, usted puede tener más suerte sólo **llamando repetidamente**, para que otros lo contacten.
- Para los satélites tipo LEO cambie la frecuencia 440 MHz de recepción, hacia abajo a medida que la señales se “deslizan” en ese sentido durante la pasada.
- Muchas señales recibidas de la “mancha caliente que se mueve en el cielo”, proceden de estaciones con handies de sólo 5 Watts.

### **Comenzando**

Practique durante algunas pasadas escuchando solamente, desarrollando sus técnicas de rastreo y de ajuste de frecuencia Doppler. Observe el ritmo y el protocolo de los contactos y los intercambios. Pruebe su sistema de grabación para asegurarse que resulta inteligible. Cuando se sienta seguro después de algunas pasadas, dé el salto!.



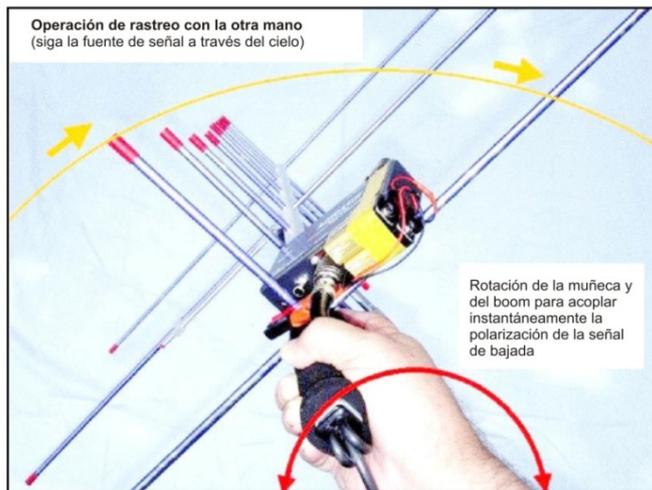
Control de operación con una mano

PTT

Manija del handle para asegurarlo

monitoreo de tiempo de pasada

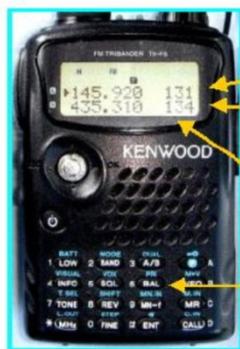
Teclas PF arriba del micrófono (cambio de frecuencia para seguir el cambio Doppler)



Operación de rastreo con la otra mano (siga la fuente de señal a través del cielo)

Rotación de la muñeca y del boom para acoplar instantáneamente la polarización de la señal de bajada

### Ejemplo 1 – Kenwood TH-F6A y satélite AO-51



Tranceptor dual

Transmisor en A (subida)

Receptor en B (bajada)

Frecuencias y tonos programados en las memorias

Coloque el balance de audio del receptor sólo para la banda B, y el Squelch en OFF

Teclas programables:

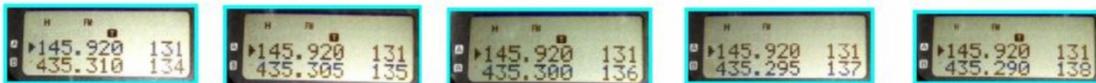
A/B MemUp MemDn

El micrófono con parlante ayuda con la claridad y el control



Seleccione siempre **A** para transmitir - Frec. 145.920, Tono 67.0 Hz

Durante la pasada, cambie la frecuencia del receptor a medida que la señal se pierde del canal



Escuche en 435.310

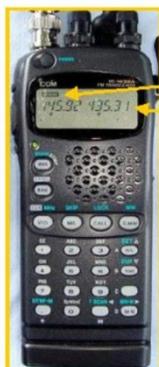
Seleccione B 435.305  
Seleccione A

Seleccione B 435.300  
Seleccione A

Seleccione B 435.295  
Seleccione A

Seleccione B 435.290  
Seleccione A

### Ejemplo 2 – Icom IC-W32A y satélite AO-51



Transceiver Dual Band

Transmite en A (izquierda)

Recibe en B (derecha)

Squelch OFF

Volumen bajo en la banda de Transmisión

Volumen normal en la banda de Recepción

Siempre **seleccione A** ("Main") para transmitir  
Frecuencia 145.920, Tono 67.0 Hz

Micrófono y parlante incorporados mejoran la claridad



Durante la pasada, cambie la frecuencia del receptor a medida que la señal se pierde del canal



Escuche en A 435.310 → Dial a 435.305 → Dial a 435.300 → Dial a 435.295 → Dial a 435.290

### Ejemplo 3 – Yaesu FT-817 y satélite AO-51



VFOs dobles  
Use el modo "Split"  
Modo FM  
Squelch OFF



Coloque el VFO A (transmisión) fijo en 145.920 con Tono 67.0 Hz

Modo Split - se activa con el PTT, y pasa a VFO A

Coloque el VFO B para recepción durante la pasada



VFO B (recepción) comienza en 435.310



Sintonice hacia abajo para seguir la señal durante la pasada

El fotodiagrama de abajo ilustra un sistema simple de antena "sin rastreo" para una localización fija o para una instalación portátil. Proporciona una forma de operación de tipo estación fija sin el costo de los rotores Acimutal – Elevación y rastreo por computador.

Las antenas tipo "batidores de huevo" están polarizadas circularmente en la dirección de su eje (y linealmente perpendicularmente a su eje). La antena de bajada (recepción) utiliza radiales para incrementar la ganancia (polarizada circularmente) en dirección axial. Ella supera la polarización variante de la señal de bajada, pero necesita un preamplificador para proporcionar una ganancia total adecuada.

Debido a que la antena tipo "batidor de huevos" para 440 MHz está ajustada para ganancia axial máxima, trabajará muy bien para los 4 a 5 minutos centrales de la pasada del satélite, permitiendo típicamente de 2 a 4 contactos con el AO-51. Trabaja mejor para pasadas altas, por encima de los 30° de elevación. Antes de una pasada, el ángulo de elevación de la antena debe ser ajustado aproximadamente en la mitad entre los 30° de elevación y la elevación máxima pronosticada. Para la pasada. El mástil debe rotar para que el eje de la antena quede apuntando en la dirección del punto más alto de la pasada. Utilizar un poco más de potencia para la señal de subida puede también ser de ayuda en este sistema.



### **Mejoras opcionales para lograr una mejor recepción**

Las siguientes ayudas no son absolutamente esenciales, pero pueden agregarse por conveniencia y satisfacción al operar un handie, como se describe a continuación. No espere a tenerlo todo para salir al aire. Comience a operar y observará qué mejoras va adquiriendo para mejorar los resultados.

1. **Parlante y micrófono externos**, generalmente mejoran la inteligibilidad de la recepción y la grabación de los comunicados (ver abajo). El micrófono/parlante mío tiene tres teclas de función programables que me permiten efectuar los cambios de canales de memoria para seguir el desplazamiento Doppler de cada canal directamente con la mano que sostiene el micrófono.
2. **Grabadora**, de cinta o digital. El trabajo del satélite es continuo y de paso rápido. Con el handie, no es práctico el **registro escrito** de los comunicados (ambas manos están ocupadas) y, en ocasiones, uno no puede recordar los datos de cada QSO. Después de la pasada, se escucha la grabación para anotar los datos de los contactos. Yo uso una pequeña grabadora MP3 que tiene un modo de grabación de voz de alta calidad, y sólo necesito colgarla de mi cuello por con correa. Hace unos excelentes trabajos de grabación con su micrófono captando el audio del handie y mi voz.
3. **Lámpara de cabeza**, una pequeña linterna colocada en la cabeza con una banda elástica es de gran ayuda durante las noches para verificar las cosas visualmente durante la

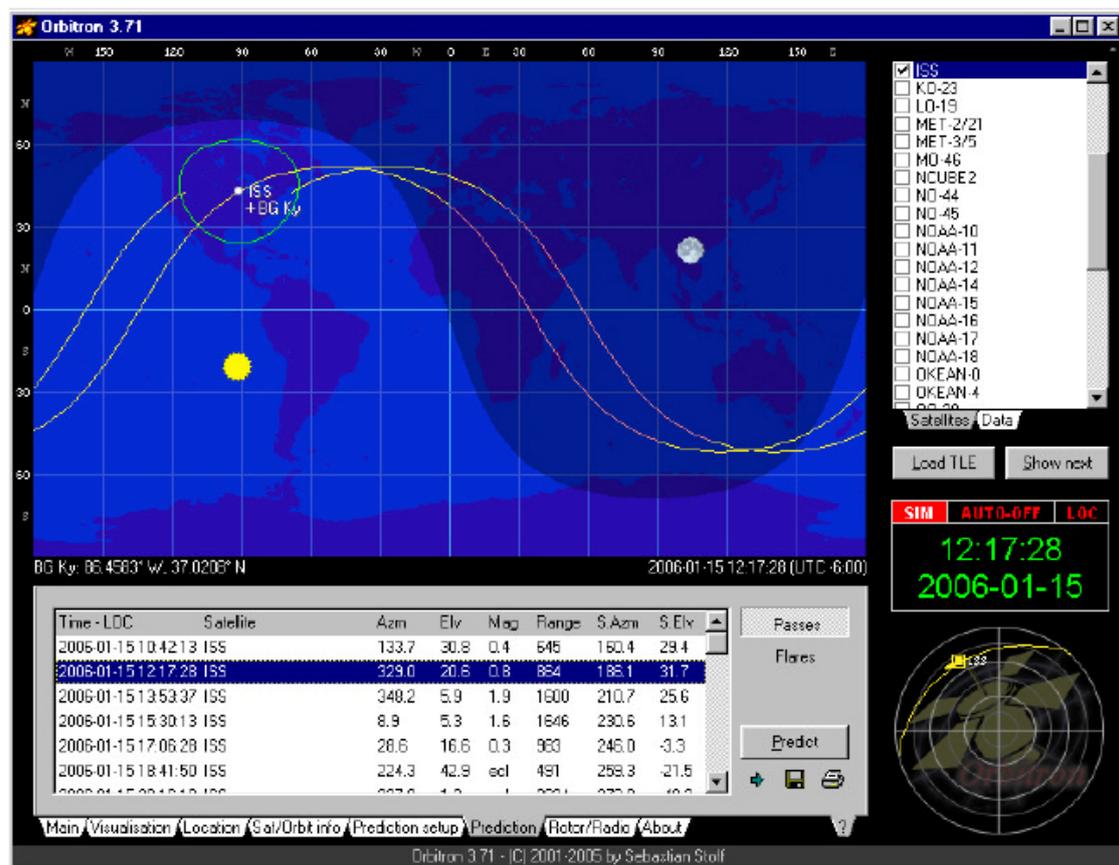
pasada, incluyendo la maniobra de ajuste de la frecuencia con el Doppler varias veces durante la pasada.

4. **Preamplificador de 440 MHz**, como ya se discutió, un preamplificador realmente puede hacer la diferencia en la calidad de recepción y logra aprovechar una mayor parte de la pasada del satélite, resultando en un mayor promedio de contactos por cada pasada del satélite.
5. **Guantes**, conveniente usarlos en climas muy fríos o durante la estación invernal.
6. **Operación desde el interior de la casa**, piense que también es posible trabajar desde el interior de su casa (con una ligera reducción en el número de contactos). Cuando estuve enfermo en el 2004, ensayé a comunicarme desde mi cama. Esa ocasión fue la que me decidió a usar un preamplificador. Pude hacer cientos de contactos durante varios meses de permanencia en mi lecho de enfermo. Es una alternativa agradable para el invierno.
7. **Reloj de cocina o reloj con alarma**, una ayuda muy práctica para recordarle que se aproxima la próxima pasada del satélite.

Hacer sus propias predicciones para cada pasada

Eventualmente, usted querrá ser capaz de generar predicciones de las pasadas de los satélites usando su computador. Esta posibilidad es también útil para estudiar las características de cada pasada, tales como visualizar cómo varían las frecuencias con el efecto Doppler y qué tanto tiempo toma atravesar las distintas partes de la pasada. Existe una gran variedad de software comercial para este propósito, y para controlar la antena de rastreo y las frecuencias del equipo durante la pasada del satélite. Para la mayoría de los propósitos cuando se comienza a trabajar en esta modalidad, todo lo que usted necesita puede hacerlo el programa **Orbitron**, el cual puede bajarse gratis de la dirección:

<http://www.stoff.pl/>



De todos modos usted necesitará obtener tablas actualizadas de los “Keps” o elementos Keplerianos orbitales, para los satélites de su interés. Para los satélites de radioaficionados puede ir a la siguiente dirección:

<http://www.amsat.org/amsat-new/tools/keps.php>

y seleccionar los elementos de dos líneas de la NASA (TLE). Resalte sólo la porción de los datos que le interesa en la pantalla y luego péguela en un editor de texto y guarde el archivo. Ese archivo puede ser cargado en Orbitron para facilitar cálculos orbitales precisos y actuales. Los datos son actualizados aproximadamente una vez por mes.

### **La esencia del asunto – Puntos básicos destilados y resumidos**

1. **Antena:** compre o construya una antena similar a la Arrow Antenna Company 146/437-10WPB (Yagis portátiles de sujeción por el mango del boom), y un preamplificador para 440 MHz. Agarre la antena y siga la trayectoria (invisible) a través del cielo, apuntando y rotando la polarización lo que sea necesario para mantener un máximo de intensidad en la señal recibida. El rastreo se describe en el paso 3.
2. **Tranceptor:** trate de adaptarse al equipo que usted tiene, si es un equipo dual band (no se requiere operación dúplex) (también pueden usarse dos radios, uno para cada banda). Mantenga la potencia en 20 Watts o menos si está soportando la antena con la mano. Programe los modos y las memorias para corrección del efecto Doppler en la banda de 440 MHz. Varios tranceptores difieren en el modo de recibir en una banda y transmitir en otra (y no necesariamente al mismo tiempo). Lea el manual del handie y programe las siguientes frecuencias (y tonos) de una vez por todas:

Tiempo de la pasada	AO-51 (Echo)		AO-51 segundo repetidor (ocasionalmente disponible)		SO-51 (SaudiSat 1C)	
	Uplink Transmisión	Downlink Recepción	Uplink Transmisión	Downlink Recepción	Uplink Transmisión	Downlink Recepción
(duración aprox. 15 min)						
Inicio de pasada (AOS)	145.920 (67.0 Hz)	435.310	145.880 (67.0 Hz)	435.160	145.850 (67.0 Hz)	436.805
	145.920 (67.0 Hz)	435.305	145.880 (67.0 Hz)	435.155	145.850 (67.0 Hz)	436.800
Mitad de pasada	145.920 (67.0 Hz)	435.300	145.880 (67.0 Hz)	435.150	145.850 (67.0 Hz)	436.795
	145.920 (67.0 Hz)	435.295	145.880 (67.0 Hz)	435.145	145.850 (67.0 Hz)	436.790
Final de pasada (LOS)	145.920 (67.0 Hz)	435.290	145.880 (67.0 Hz)	435.140	145.850 (67.0 Hz)	436.785

3. **Predicciones de pasadas – Programas y direcciones:** Use el programa J-Pass 2.0 de la NASA para que le envíen información inmediata vía e-mail sobre el AO-51 y el SO-50. Verifique los modos actuales de operación con las referencias dadas. Cargue una libreta con la información de la pasada del satélite en términos como estos: **AO-51 9/30 10:06pm S (54 WSW) NNW**. Alístese unos minutos antes de la pasada del satélite, y practique brevemente la ruta moviendo la antena una y otra vez entre los puntos de salida y ocultada del satélite sobre el horizonte, pasando aproximadamente sobre el punto de máxima elevación. Recuerde, hay 90° entre el horizonte y el punto directamente sobre su cabeza.
4. **Protocolo y técnica de los satélites tipo LEO y de la estación espacial internacional (ISS)**
  - **Llame solamente cuando ha escuchado las señales!**
  - **Nunca llame “CQ satélite”** (aquellos que lo hacen, no están oyendo nada)
  - **Simplemente repita su indicativo, frecuentemente, y espere a que alguien le conteste**
  - Llame durante los **espacios** o adelántese a los espacios de la actividad de recepción
  - Dé su **indicativo**, y tal vez su **rejilla de localización** (grid locator), como información de intercambio.
  - Con baja potencia, usted puede tener más suerte sólo **llamando repetidamente** hasta que otros le contesten.
  - Para los satélites tipo LEO, cambie la frecuencia del receptor de 440 MHz hacia abajo a medida que las señales se desplazan por la banda.

5. Cuando sea necesario, agregue mejoras tales como un micrófono/parlante de extensión, una pequeña grabadora (para registro de los contactos), una lámpara para las pasadas nocturnas, y un preamplificador para 440 MHz para mejorar la recepción.

Después del comienzo y de unos pocos contactos, cada vez será más y más fácil hacerlo. Este documento está pensado para que usted comience rápidamente. **Los mejores deseos, y un buen DX con los LEO!**

(Copias de este documento pueden ser bajadas de forma gratuita de los siguientes URL:  
<http://www.wku.edu/ksgc/sats.pdf> o <http://www.wku.edu/ksgc/sats.doc>

Para que oiga lo que puede esperar una muestra grabada de una pasada típica del AO-51 (76° de elevación, Yagis Arrow con preamplificador, 20 Watts, 9 contactos terminando con un contacto con Méjico) puede bajarse de la siguiente dirección:

<http://www.wku.edu/ksgc/sats.mp3>

Versión 12/2/06