



APOLO - MADRID

INSTALACION DE LA
RED DE VUELOS TRIPULADOS

APOLO - MADRID

INSTALACION DE LA RED DE VUELOS TRIPULADOS

Enero 15, 1969

Preparado por

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION
GODDARD SPACE FLIGHT CENTER
GREENBELT, MARYLAND

INTRODUCCION

Una de las principales misiones de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) es conseguir poner un hombre en la Luna, antes de finalizar la presente década, y hacerlo volver, sano y salvo, a la Tierra. Para poner en práctica este propósito se han desarrollado ya dos programas de vuelos tripulados, el Mercury y el Gemini, y el plan culminará con el proyecto Apolo. El éxito de este amplio programa de vuelos tripulados depende grandemente del buen funcionamiento de las comunicaciones entre las naves espaciales y la Tierra, lo cual se logra a través de la cadena mundial de instalaciones de seguimiento y comunicaciones denominada "Manned Space Flight Network" (Red de Vuelos Espaciales Tripulados). La Instalación Apolo de la Estación Espacial de Robledo de Chavela (Madrid) es un eslabón de esta cadena; en ella se utilizan equipos y técnicas de gran complejidad, que han sido desarrolladas por NASA para el seguimiento de astronaves a distancias lunares y para permitir cualquier tipo de comunicaciones con las mismas.

Pretende este folleto hacer una breve descripción de la Instalación Apolo de Madrid, atendiendo exclusivamente a los aspectos técnicos y operativos de mayor importancia. No se describirá el proyecto Apolo ni los cometidos generales de la Red de Vuelos Espaciales Tripulados, sino solamente el papel encomendado a esta Instalación.

INSTALACIÓN APOLO DE MADRID

La Instalación Apolo de Madrid, que forma parte de la Red de Vuelos Espaciales Tripulados, funciona bajo el control del "Goddard Space Flight Center" de NASA en cooperación con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), Organismo Autónomo dependiente del Ministerio del Aire. Su objective principal es proporcionar datos de seguimiento y facilitar comunicaciones de todo tipo, durante los vuelos tripulados de las aeronaves de la NASA.

Todas las Instalaciones de la Red están estratégicamente localizadas alrededor del mundo, en puntos cuidadosamente elegidos para una cobertura óptima en el seguimiento de las naves espaciales. En las zonas en que es físicamente imposible construir estaciones terrestres de seguimiento, existen instalaciones móviles montadas en barcos apropiados o en aviones volando a gran altitud, con el fin de evitar zonas de sombra en la cobertura de la red.

Las estaciones terrestres, tales como está, son de dos clases. Su principal diferencia estriba en los tamaños de sus antenas. En su mayor parte son parabólicas, de 10 metros de diámetro y sólo existen en el mundo tres de 26 metros, una de las cuales es la de la Instalación Apolo de Madrid, y las otras dos, las situadas en las proximidades de Barstow (California) y Camberra (Australia.) En principio, se puede afirmar que las antenas pequeñas son más adecuadas para los vuelos tripulados alrededor de la Tierra (órbitas de aparcamiento, inserciones hacia la trayectoria luna, etc.) mientras que las antenas grandes se emplean cuando las aeronaves se encuentran a más de 16.000 Km. de la superficie terrestre, en vuelos hacia la Luna, etc. La localización de las tres antenas de 26 metros es tal, que su separación angular viene a ser aproximadamente 120 grados de longitud terrestre, lo que permite un contacto continuo entre las aeronaves y alguna de ellas, cualquiera que sea la

situación en el espacio de dichas astronaves.

Como las señales de radio que llegan a la tierra procedentes de las naves espaciales son extremadamente débiles, las estaciones receptoras han de estar muy bien protegidas contra cualquier tipo de interferencias o ruidos electricos producidos por el hombre. En consecuencia, es imprescindible situarlas lejos de los núcleos urbanos, donde las interferencias de emisoras de radio y televisión podrían crear problemas. Asimismo, es aconsejable que la Estación se instale en el centro de un "circo" natural formado por cerros y montañas, lo que asegura una protección adicional contra otros posibles tipos de interferencias. El área donde se encuentra la Instalación Apolo de Madrid (Fig. 1) reúne todas estas condiciones.

La Instalación Apolo de Madrid -en la que hay empleadas unas 160 personas entre técnicos, administrativos y personal de mantenimiento- dispone

de un emplazamiento primario cerca del pueblo de Fresnedillas de la Oliva, a unos 60 Km. al Oeste de Madrid, y de un emplazamiento auxiliar en la Instalación de Robledo, en el término municipal de Robledo de Chavela. Esta última Instalación, además de cooperar con la Instalación de Fresnedillas en el seguimiento y comunicaciones con naves tripuladas, participa en el seguimiento y comunicaciones con vehiculos no tripulados lanzados hacia el espacio lejano.



Figure 1. Instalación Apolo de Madrid

La Instalación de Fresnedillas consta esencialmente de tres edificios; el de Operaciones, el de Servicios Auxiliares y el de Cafetería y Dormitorios. En la Instalación de Robledo existe un ala especial o edificio de Operaciones, para complementar la instrumentación propia de aquella Instalación.

CENTRO DE OPERACIONES

El edificio principal de operaciones alberga la mayor parte del material electrónico de la Instalación, así como las oficinas administrativas, técnicas y logísticas. Se trata de una estructura de hormigón de 4.600 m² de superficie. Un sistema especial de aire acondicionado, que se hace circular por debajo del suelo y comunica con todos los bastidores que contienen equipos electrónicos, permite un control muy riguroso de la temperatura y de la humedad del ambiente.

Las grandes dificultades del proyecto Apolo -asi como las previsibles en los futuros vuelos espaciales tripulados- tienen un fiel reflejo en la cantidad y complejidad de los equipos electrónicos que se requieren para asegurar las comunicaciones durante su realización. Estos equipos comprenden desde un sistema especial de radar banda S, con su gigantesca antena de, aproximadamente, 300 toneladas de peso, hasta aparatos para la grabación de datos de muy alta fidelidad, máquinas de calcular digitales de gran velocidad, equipos multi-canales para telecomunicación por microondas, etc.

La Instalación Apolo de Madrid tiene del orden de 160 bastidores de 1,80 metros de alto, repletos de material electrónico y casi todos montados en el edificio principal de Operaciones, si bien seis de ellos se encuentran alojados en una especie de habitación existente en la parte posterior de la parábola de la antena y otros dos en un pequeño edificio situado debajo de ella, que también contiene

todo el equipo hidro-mecánico utilizado para moverla.

El equipo electrónico está transistorizado casi al cien por cien, con el fin principal de lograr la seguridad de funcionamiento que se requiere en misiones en que la vida de los astronautas depende, en gran medida, del buen funcionamiento de las estaciones en tierra. Cuando ha sido posible, los equipos electrónicos se han construido a base de módulos independientes, con el fin de conseguir el máximo grado de flexibilidad y una mayor facilidad en el mantenimiento y conservación. Este tipo de construcción, unido a un inventario muy completo de módulos de repuesto, permite la rápida localización y recambio de cualquier unidad que funcione defectuosamente. Tratándose de equipos y aparatos cuya función en el conjunto de la Estación es de importancia crítica -pues una avería podría traducirse en pérdida de contacto con la nave espacial- se han previsto circuitos redundantes o en paralelo.

La Estación Espacial realiza simultáneamente, durante cualquier misión, gran número de operaciones individuales, todas ellas coordinadas entre sí. La gigantesca antena apunta al vehículo espacial y sigue con gran precisión todos sus movimientos, estableciendo una doble vía de telecomunicación entre dicho vehículo y la Estación terrena. Entre la variedad de señales que circulan por esta vía se pueden citar: la voz de los astronautas y de sus interlocutores en tierra, una multitud de señales de control y mando para la astronave, cientos y cientos de datos sobre el estado físico de los astronautas y sobre el funcionamiento de la nave que tripulan, etc. La Estación de tierra determina además interrumpidamente la posición de la astronave y mide con extraordinaria precisión su distancia a tierra. Una vía para la transmisión de imágenes de televisión queda abierta entre la nave espacial y el Centro de Control de los Vuelos Espaciales Tripulados en Houston (Texas). Para esta

vía servirá como estación repetidora la Instalación Apolo de Madrid o cualquiera de las otras dos con antenas de 26 metros, pudiéndose transmitir a través de ella, imágenes de las andanzas de los astronautas por la superficie de la Luna.

La enorme cantidad de datos que se reciben en la Estación durante cualquier vuelo tripulado deben grabarse en equipos magnéticos de gran fidelidad instalados en la propia Estación. Muchos de estos datos hay que retransmitirlos simultáneamente a Houston, por circuitos especiales de transmisión de datos a altas velocidades, y una vez en el Centro de Control de Vuelos Espaciales Tripulados, son utilizados por el Director del Vuelo y sus colaboradores, responsables de cada misión.

Describimos someramente ahora, los sistemas electrónicos de la Instalación Apolo de Madrid y las funciones que cada uno desempeña:

1. Sistema unificado en Banda S. (Fig. 2)

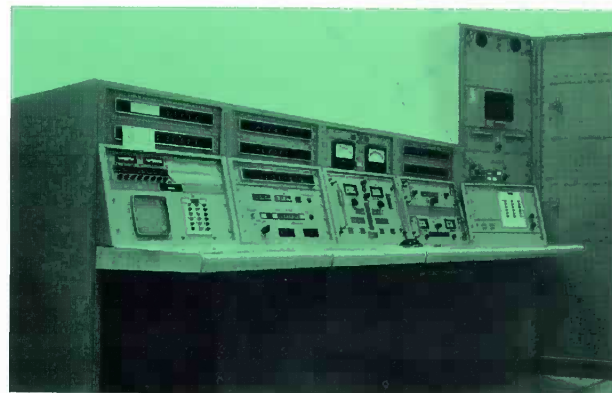


Figure 2. Sistema Unificado en Band S

Comprende los equipos de transmisión y recepción, los de control y dirección de la antena, los de proceso de datos de seguimiento, los de medida del tiempo y los de determinación de distancias. Este sistema proporciona el radio-enlace de telecomunicación entre las estaciones de tierra y la nave espacial.

2. Sistema de Telemetría. (Fig. 3)

Recibe los datos procedentes de la nave espacial a través de los equipos anteriores. Estos datos que llegan codificados, para su mejor transmisión, son decodificados por los equipos de telemetría y así preparados para su oportuna grabación o proceso por las máquinas de calcular.

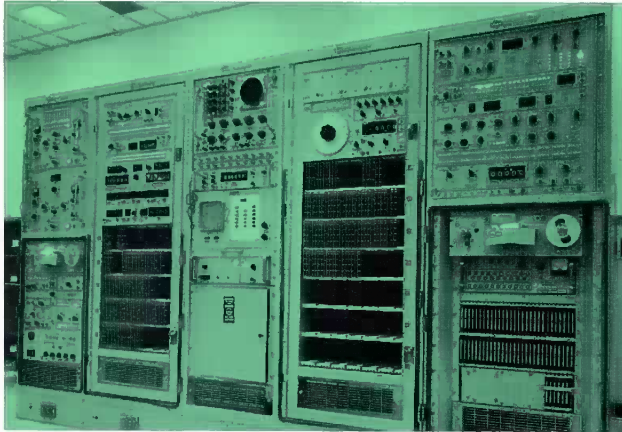


Figure 3. Sistema de Telemetría

3. Sistema de grabación (Fig. 4)

Para poder almacenar en forma continua los datos que se reciben de las naves tripuladas se utilizan grabadoras de cinta magnética, que pueden ser bien unidades de banda ancha (video) para las señales de TY y los datos de gran velocidad, bien equipos de banda estrecha para grabar la voz y los datos de baja velocidad.

4. Sistema de Máquinas de Calcular (Fig. 5)

Máquinas de calcular digitales se emplean para procesar los datos que provienen de o se quieren enviar a la nave espacial. En determinadas condiciones, la antena puede también ser controlada por una de estas máquinas para que siga, punto por punto, la trayectoria de una astronave determinada.

5. Sistema de Telecomunicación (Fig. 6)

Proporciona medios de comunicación para la palabra hablada, los datos y los teletipos, entre la

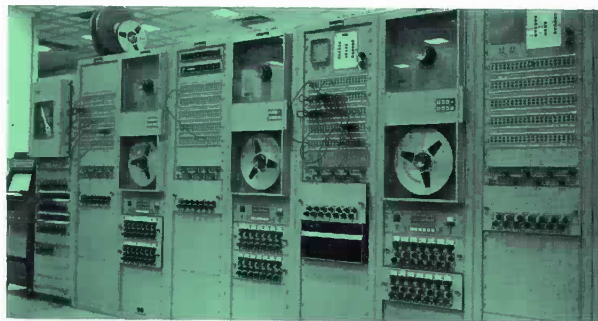


Figure 4. Sistema de Grabacion

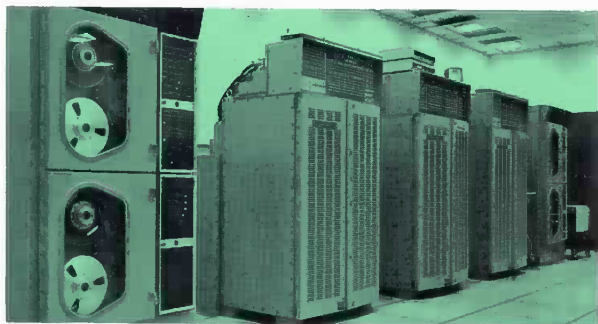


Figure 5. Sistema de Maquinas de Calcular

Instalación Apolo de Madrid y las otras estaciones de seguimiento de la Red de Vuelos Espaciales Tripulados, o el "Goddard Space Flight Center" (Washington D.C.) o el "Mission Control Center" en Houston (Texas). El sistema provee también las comunicaciones telefónicas de carácter administrativo o de servicio, dentro de la propia instalación.



Figure 6. Sistema de Telecomunicacion

EDIFICIO DE SERVICIOS AUXILIARES

Alberga los generadores de energía eléctrica, la central para su distribución, los equipos del sistema de circulación de agua caliente central y parte del sistema de aire acondicionado.

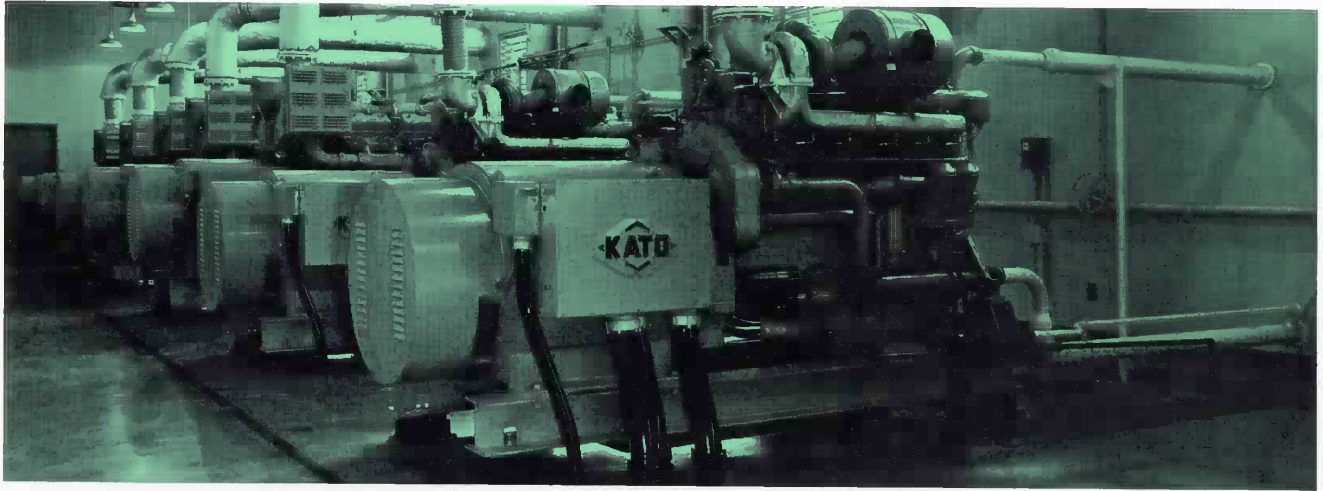


Figure 7. Planta de Generadores

1. Planta de Generadores (Fig. 7)

Es la que suministra toda la energía eléctrica que se utiliza en la Instalación. Consta de siete generadores diesel, tres de 500 KW., dos de 350 KW. y otros dos de 250 KW.



Figure 8. Central de Distribucion

2. Central de Distribución (Fig. 8)

Contiene el equipo de conmutación y el instrumental de medida y control necesarios para garantizar el suministro de energía eléctrica a la Estación. La energía eléctrica se suministra a través de dos líneas, una especial conectado a todo el instrumental electrónico, que ha de tener un alto grado de estabilización, y otra normal para alumbrado, etc.

CAFETERIA Y DORMITORIOS (FIGURES 9, 10 y 11)

Comprende un comedor, un servicio de mostrador, una sala de recreo y dormitorios, con capacidad para setenta camas, por si el personal de la Estación tiene que pernoctar con ocasión de alguna misión.



Figure 9. Cafeteria



Figure 10. Una Sala de Recreo



Figure 11. Dormitorios