

GENERACION AUTOMATICA CON MICROCOMPUTADORA DE  
MODELOS GEOMETRICOS TRIDIMENSIONALES PARA EL  
ANALISIS TERMICO Y ESTRUCTURAL DE SATELITES

G. Sánchez Sarmiento

MECACOMP - Arenales 1999 (1124) Buenos Aires.

R. Alonso, M.V. Andrés y J. Bratina

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES  
Centro Espacial San Miguel, Avda. Mitre 3100,  
(1663) San Miguel, Prov. Buenos Aires.

RESUMEN

El programa computacional GENSUP, que se describe en el presente trabajo, tiene por objeto la generación automática de modelos geométricos de satélites artificiales, tanto para el control térmico de los mismos como para su análisis estructural. Los modelos se consideran como constituidos por conjuntos de elementos de superficie distribuidos en un espacio tridimensional, contemplándose en el programa tres tipos diferentes de elementos: a) triángulos planos de finidos por las coordenadas tridimensionales de sus tres vértices; b) cuadriláteros planos definidos de manera análoga; y c) superficies axisimétricas de sección meridional rectilínea arbitraria. El programa ha sido desarrollado para ser ejecutado en microcomputadoras tipo PC, XT o AT.

ABSTRACT

A computer program (GENSUP) for the automatic generation of geometrical models of satellites, in order to its thermal control as well as to its structural analysis, is described in this paper. Models are considered as composed by surface elements of the following kinds: a) plane triangles; b) plane quadrilaterals; and c) axisymmetric surfaces with arbitrary rectilinear meridional section. The program has been specially developed for its running in microcomputers (PC, XT or AT).

#### A.- DESCRIPCION DEL METODO.

El análisis estructural y el cálculo de la transferencia de calor en satélites artificiales, a través de programas computacionales basados en metodologías numéricas de resolución, generalmente se efectúan sobre modelos geométricos de dichos dispositivos que se conciben como conjuntos de elementos de superficie definidos dentro de un recinto tridimensional [1-6].

Como componente básica de un paquete de programas [7-10] que se está desarrollando actualmente para la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, orientados al control térmico de satélites artificiales, se ha desarrollado un programa (denominado GENSUP) para la generación automática de dichos modelos. En el presente trabajo se reseñan las características básicas del método y se muestra una selección de ejemplos de aplicación, en tanto que los detalles algorítmicos e instrucciones de uso se encuentran documentados en ref. [7].

Atendiendo a las características comunes a estos satélites, en el programa GENSUP se considera que un objeto tridimensional queda aproximado por un conjunto de elementos de superficie (que pueden simular placas o porciones de cáscaras) de los tipos siguientes:

- a) Triángulos planos.
- b) Cuadriláteros planos.
- c) Superficie de simetría axial respecto de un dado eje (que generalmente tiene la dirección vertical).

Un elemento de superficie plana (tipos a ó b) queda definido por las coordenadas de sus vértices en un plano local de referencia HV, y por la posición de este plano respecto del sistema global de coordenadas (x,y,z). Esta última posición es fijada mediante las coordenadas de tres de sus puntos: a) el origen ( $H = 0$ ;  $V = 0$ ); b) un punto cualquiera h sobre el eje H; y c) otro punto arbitrario v sobre el eje V (ver figura 1). Por su parte, un elemento del tipo c) con eje de simetría coincidente con el eje z, puede describirse mediante las coordenadas (r,z) de los dos contornos circulares que lo limitan.

Se entiende por generación computacional de un elemento de superficie, el cálculo de las coordenadas de todos sus vértices respecto del sistema global de referencia, y al almacenamiento y visualización de esta información de una manera cómoda teniendo en cuenta las posteriores opera-

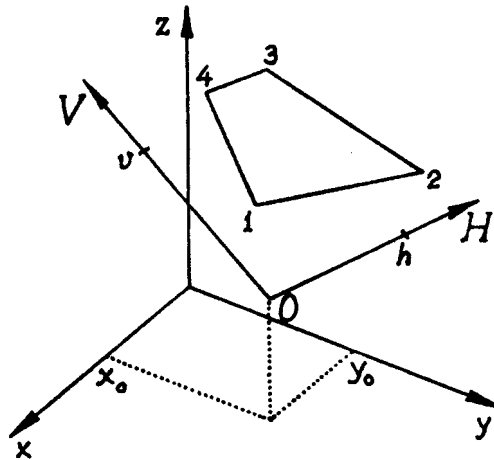


Figura 1.- Definición geométrica de un elemento de superficie

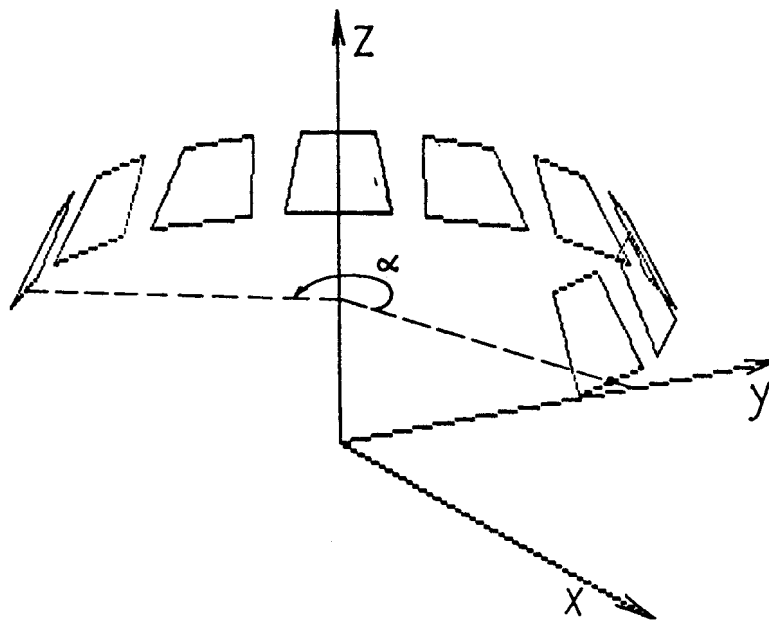


Figura 2.- Generación de un elemento de superficie por rotación de un elemento prefijado alrededor del eje vertical  $z$ .

ciones de cálculo a realizar con este modelo, en el mismo o en diferentes programas. Las características geométricas de dichos modelos son tales que, a los fines de automatización computacional, puede considerarse que hay dos maneras diferentes de generar un elemento de superficie plana:

- a) mediante la especificación de los parámetros arriba descritos (figura 1); y
- b) mediante una rotación de un elemento prefijado alrededor de un eje vertical (figura 2).

En el primer caso, el cálculo de las coordenadas  $(x,y,z)$  de cada vértice se obtiene en término de los cosenos directores de la transformación  $(x,y,z)$   $(H,V)$ . Para la alternativa b), en cambio, el cálculo de las coordenadas se basa en relaciones geométricas elementales [7].

Inversamente, a los fines de graficación por pantalla de los modelos (y de su eventual impresión posterior), es necesario conocer las coordenadas de los vértices del elemento respecto de su sistema local HV y las coordenadas globales de los puntos O, h y v, en término de las coordenadas  $x,y,z$  de dichos vértices. Ello se realiza siguiendo el procedimiento que para otros fines (cálculo de los factores de vista entre diferentes elementos) se describe en otro trabajo de este mismo Simposio [10].

#### B.- EJEMPLOS DE APLICACION.

A los fines ilustrativos del empleo del Programa GENSUP y de sus potencialidades de graficación por pantalla, se ha elegido un modelo geométrico que simula las características básicas propuestas para un satélite de aplicaciones científicas. En la figura 3 se muestra la parte del modelo correspondiente al cilindro exterior, y en las figuras 4 a 6 diferentes vistas de la modelización del conjunto de equipos electrónicos a montar sobre la plataforma principal del satélite. Por su parte, en las figuras 7 a 10 se reproducen gráficos por pantalla e impresora del modelo del satélite con los paneles de células solares desplegadas, en los que se ha eliminado por simplicidad el cilindro exterior. Finalmente, en las figuras 11 y 12 se aprecian algunas vistas del modelo del cilindro exterior simultáneamente con el de la cofia de protección.

Estos ejemplos sencillos ilustran las facilidades del sistema para la visualización del modelo según distintos ángulos, factores de escala y eliminación de líneas ocultas, teniendo en cuenta que la versión del programa con

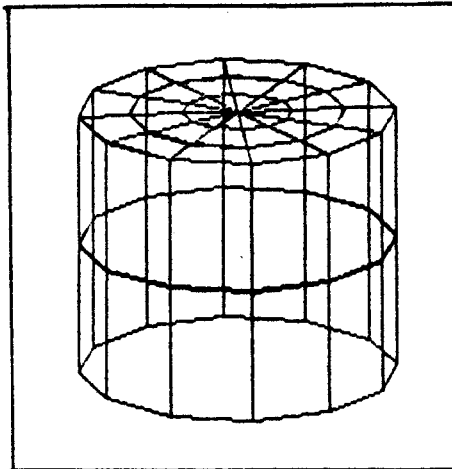


Figura 3.- Modelización según superficies planas del cilindro exterior de un prototipo de satélite artificial para aplicaciones científicas.

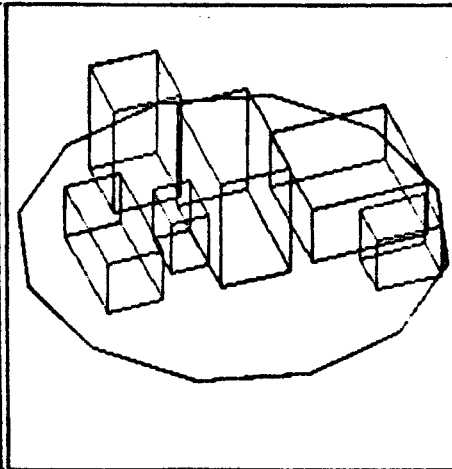


Figura 4.- Modelización según superficies planas del conjunto de equipos electrónicos a montar sobre la plataforma principal del satélite de la figura 3.

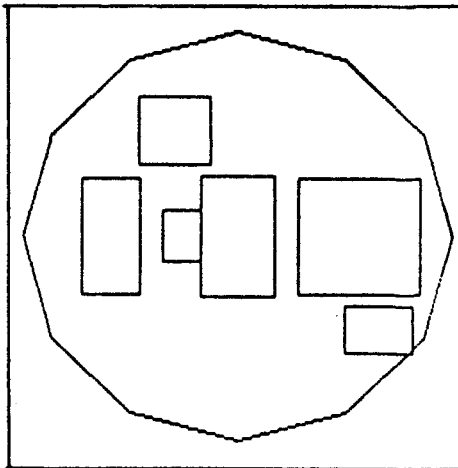


Figura 5.- Vista en planta del detalle de la figura 4.

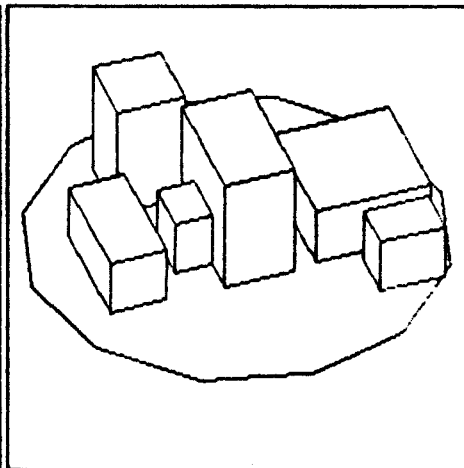


Figura 6.- Opción alternativa de graficación del mismo conjunto de la figura 4, con eliminación de líneas ocultas.

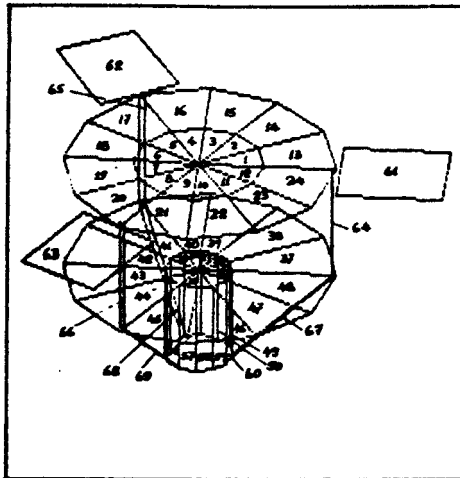


Figura 7.- Modelo de satélite con enumeración de los elementos de su superficie, con los paneles de células solares desplegados y sin el cilindro exterior de la figura 3.

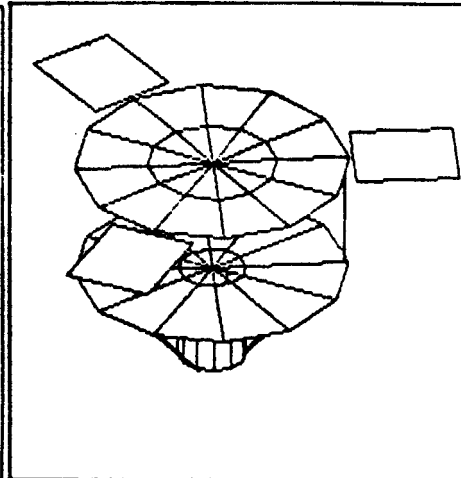


Figura 8.- Opción alternativa de graficación del modelo de la figura 7, con eliminación de líneas ocultas.

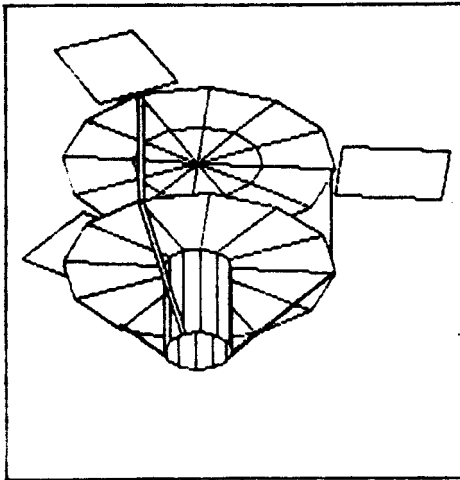


Figura 9.- Otra vista del modelo de la figura 7 con eliminación de líneas ocultas.

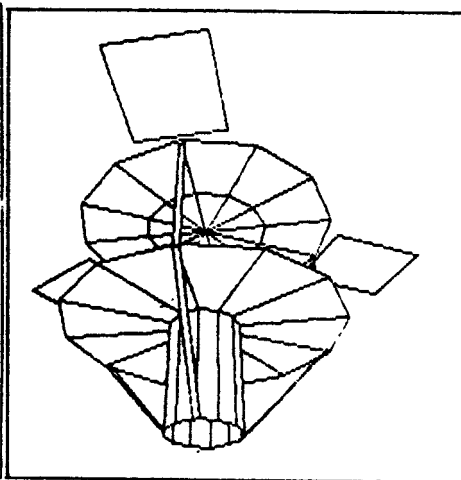


Figura 10.- Opción de graficación en perspectiva del modelo de la figura 7.

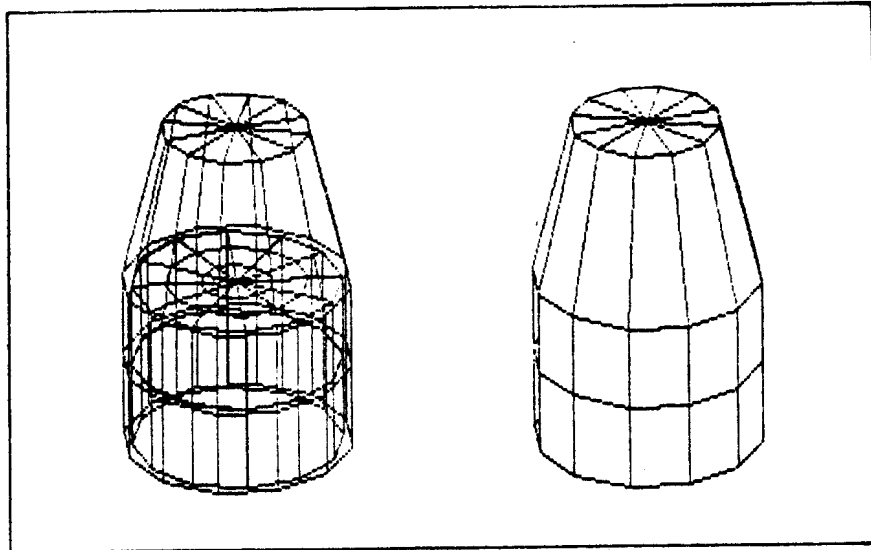


Figura 11.- Graficación simultánea del modelo del cilindro exterior mostrado en la figura 3 junto con la cofia de protección, sin y con eliminación de líneas ocultas.

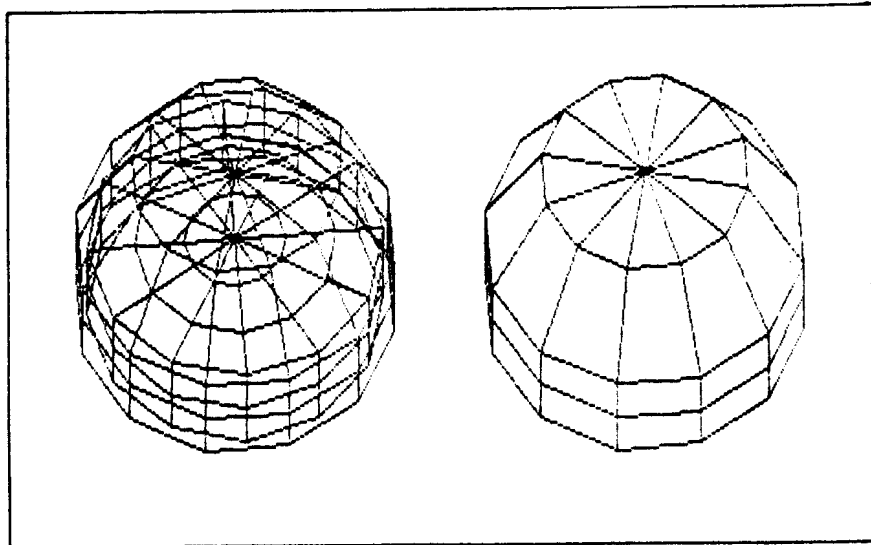


Figura 12.- Vistas desde otro ángulo del mismo modelo mostrado en la figura 11.

la que se han obtenido estos resultados corre en una micro-computadora tipo PC compatible IBM.

REFERENCIAS.

- 1.- J. MAUDUYT: "Thermal control of spacecrafts". Curso en la CNIE, San Miguel, 1983.
- 2.- L. BERNARD GARRETT: "Interactive modeling, design and analysis of large spacecraft". Symposium on Computational Aspects of Heat Transfer in Structures, NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia, E.E.U.U., Nov. 3-5, 1981.
- 3.- A.F. EMERY, H.R. MORTAZAVI y C.J. KIPPENHAN: "Interactive computation of radiation view factors". Symposium on Computational Aspects of Heat transfer in Structures. NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia, Nov. 3-5. 1981, pp. 947-952.
- 4.- A.F. EMERY, H.R. MORTAZAVI y M.N. NGUYEN: "Radiation exchange in large space structures and frames". AIAA Journal, Vol.23, Nº 6, June 1985.
- 5.- J.MAHANEY, E.A. THORNTON y P. DECHAUMPHAI: "Integrated thermal-structural analysis of large space structures". Symposium on Computational Aspects of Heat Transfer in Structures. NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia, Nov. 3-5, 1981.
- 6.- F.M. RAMOS y P. CARAJILESCOV: "Viabilidade da análise térmica en escala do primeiro satélite brasileiro". Rev. Brasileira de Ciências Mecânicas, Vol.IX, Nº 4, pp. 311-325, 1987.
- 7.- G. SANCHEZ SARMIENTO: "Generación automática de modelos geométricos para el control térmico de satélites artificiales - Programa GENSUP". Informe Técnico de MECACOMP Nº 3-87 (Febrero 1987).
- 8.- G. SANCHEZ SARMIENTO: "Resistencias térmicas entre nodos isotérmicos vecinos de un modelo matemático para la transferencia de calor en un satélite artificial. Subrutina CONDOC". Informe Técnico de MECACOMP Nº 1-87 (Enero de 1987).
- 9.- G. SANCHEZ SARMIENTO: "Factores de vista entre elementos de superficie isotérmicos. Cálculo numérico para geometrías arbitrarias y soluciones analíticas". Informe Técnico de MECACOMP Nº 4-87 (Abril de 1987).
- 10.-G. SANCHEZ SARMIENTO, R. ALONSO, M.J. ANDRES y J. BRATINA: "Cálculo numérico de factores de vista entre elementos de superficie isotérmicos dispuestos arbitrariamente en un espacio tridimensional". Esta Publicación.