

Desarrollo del Sistema Espacial Mexicano

Cirilo G. LEÓN VEGA
ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, 07300, México

Ciro D. LEÓN HERNÁNDEZ
ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, 07300, México

Luis A. ITURRI HINOJOSA
ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, 07300, México

RESUMEN

El Estado mexicano, instituciones educativas y centros de investigación han realizado esfuerzos fundando organismos, programas y proyectos, a fin de propiciar el desarrollo tecnológico espacial, los cuales surgen y desaparecen sin llegar al objetivo.

Para lograr desarrollo tecnológico es necesario la integración gobierno-academia-industria, y es la Agencia Espacial Mexicana, encargada de llevar a cabo esta actividad; la Agencia establece lo que se debe hacer para llegar al desarrollo tecnológico pero no se menciona cómo lograrlo. Por esta razón se propuso diseñar un modelo sistémico, que permita integrar la investigación científica en las empresas con base en las metas, objetivos y estrategias de mercado de éstas.

El modelo sistémico tiene tres etapas dentro de las cuales se encuentran cinco fases y dentro de ellas se encuentran ocho subfases: Las tres etapas son: entrada (E); caja (C); salida (S); $S = EC$, es decir, E y C se pueden ajustar para lograr S. Manteniendo fijos E y S, C tendrá infinidad de soluciones. Idealmente $C = S/E = 1$, en la práctica será menor que 1. Por tanto el modelo sistémico para el desarrollo de el sistema espacial mexicano tiene soluciones infinitas.

Palabras clave: desarrollo tecnológico, modelo, investigación, base de lanzamientos.

1. INTRODUCCIÓN

México está mejor ubicado en latitud con respecto al Ecuador que EUA, Rusia y China, por lo que se tienen más ventajas para la industria espacial. El Estado de Quintana Roo, es el más indicado para la construcción de una Base de Lanzamiento Espacial Mexicana (BLEM) ya que solamente se encuentra a 18° de latitud.

Se calcula que el costo para una base de lanzamiento espacial es de 300 millones de dólares, y si se pagaron alrededor de 150 millones de dólares aproximadamente por el lanzamiento del satélite Bicentenario, obviamente con dos lanzamientos se recuperaría la inversión.

Con la instalación de la BLEM se fundarán en los alrededores empresas constructoras de satélites, lanzadores, productoras de combustible, de servicios turísticos, etc., a fin de evitar costos de traslado, es decir, se generarían infinidad de empresas que coadyuven al desarrollo tecnológico (DT) del país.

El municipio Othón Pompeyo Blanco, Uno de los diez municipios de Chetumal, al sur de Quintana Roo, tiene buena ubicación estratégica para ese proyecto, por su cercanía con la línea del Ecuador; por lo que podemos ahorrar combustible, y la trayectoria de los artefactos espaciales se sería hacia el este, y no cruzarían ninguna población, para evitar accidentes [11]. Por tanto se propone la BLEM para comenzar con el desarrollo tecnológico del sistema espacial mexicano (DTSEM).

2. MODELO SISTÉMICO

El uso de modelos ha mostrado ser eficaz en esta tarea de planeación; un modelo es una serie de pasos o puede ser una elaborada estructura matemática que represente el problema abstractamente. Un modelo se considera una conceptualización del problema por la cual se adelantará una solución, en este sentido, los modelos son una metodología para buscar soluciones [27].

Al analizar algunos modelos de planeación, entre otros, los de Ackoff [1], Steiner [23], Ozbeckhan [12] y Sainz [16] se concluye que cualquier modelo de planeación se puede diseñar en cinco fases: 1. Información; 2. Detección de la problemática; 3. Planeación para resolver la problemática y proyectar el sistema; 4. Evaluación y 5. Resultados.

En la Fig. 1, se presenta el modelo sistémico (MS) para el DTSEM con base a las tres etapas del modelo de Weiner y Shannon y con las cinco fases determinadas, que a la vez se dividen en ocho sub fases.

A continuación se describen las cinco fases correspondientes con sus sub fases respectivas, y todo dentro de las tres etapas mencionadas.

La primera fase del MS para el DTSEM consta de las sub fases 1 y 2 *análisis del desarrollo del sistema espacial internacional* y *análisis del desarrollo del sistema espacial mexicano*. La segunda fase está constituida por la sub fase 3, correspondiente al *diagnóstico*. La tercera fase está conformada por la sub fase 4, en la cual se hace la *propuesta*. La cuarta fase representa a la planeación para resolver los problemas y para proyectar la organización, está constituida por las sub fases: 5, *misión, visión, valores y objetivos estratégicos* de la propuesta; la sub fase 6, *estrategias* y la 7, *plan estratégico*. La quinta fase, *resultados y evaluación*, conforman la sub fase 8, correspondiente a la obtención de DTSEM.

El diseño del MS para el DTSEM se debe situar dentro del proceso de planeación global, y exponer esquemáticamente las fases para su elaboración. El MS debe tener vigencia en el largo plazo, y jamás podrá realizarse a partir de los planes de corto plazo. Es más, a partir del plan sistémico debe continuar transformándose el sistema indefinidamente [16].

Según Ackoff [1], un conjunto de dos o más problemas interdependientes constituyen un sistema. A este conjunto se le conoce como problemática y su solución debe estar enfocada al sistema y no a cada una de sus partes; el autor establece que la planeación interactiva considera el presente pasado y futuro como partes inseparables de la problemática, y si no se toman en cuenta los tres aspectos temporales, el plan será obstruido. Las fases de la planeación interactiva no necesitan de un orden específico ya que son interdependientes del MS; cada una alimenta y es alimentada por las demás. Los resultados de cualquier fase pueden ajustarse en algunas otras. Por lo tanto no hay un orden de inicio y terminación, es más puede dejarse una incompleta y comenzar otra. Con base y fundamento en lo expuesto anteriormente se describe el diseño de las sub fases del MS para el DTSEM.

Sub Fase 1. Análisis del Desarrollo del Sistema Espacial Internacional.

El éxito del DT espacial internacional se debe fundamentalmente a la intervención del Estado de los países que lo han logrado, y lo han hecho a través de las agencias espaciales tales como la Administración Nacional y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos de América (EUA); la Agencia Espacial Federal de Rusia (ROSCOSMOS); la Administración Espacial Nacional de China (CNA) y la Agencia Espacial Europea (ESA).

Con base a trabajos realizados, entre otros, por Voss, [28] Meacham, [8] Ellis, [5]. Lucena, [7]. Las agencias espaciales son consideradas como una estrategia de la política de Estado de cada país; fortalecen la investigación básica y aplicada, de las instituciones educativas y centros de investigación, en particular la espacial, y la vinculan e integran al sector industrial del espacio. Los organismos de seguridad nacional, defensa y marina, tienen su propio desarrollo, basado en la investigación científica básica y aplicada ya que cualquier ventaja tecnológica es la principal estrategia de las fuerzas armadas, sin embargo participan y colaboran con las agencias espaciales, dando como resultado gran impacto en el DT.

Las agencias espaciales de cada país desarrollado o comunidad de países, tienen estrecha relación entre ellas y por tanto participan en proyectos espaciales conjuntos. El análisis de la situación del desarrollo del sistema espacial internacional (DSEI) debe permitir la definición de los factores clave de éxito para el DT espacial, tomando en consideración factores internos y externos que estén dentro o fuera de control.

Sub Fase 2. Análisis del Desarrollo del Sistema Espacial Mexicano.

México adquirió su primer paquete de satélites propios, Morelos I y Morelos II, puestos en órbita en 1985, en las dos posiciones geostacionarias con sus respectivas frecuencias C y Ku asignadas por la UIT en la 113.5°O y 116.8°O respectivamente; operados a través del centro de control de Iztapalapa que comenzó a operar con este sistema satelital. Estos satélites proporcionaron servicios de voz, video y datos al territorio nacional [26]. Para el manejo de ambos satélites y los centros de control, en 1989 se creó Telecomunicaciones de México (Telecom) con sede en la Ciudad de México [22].

Para ofrecer servicios de banda C y Ku en México y el Continente americano, se lanzaron los satélites Solidaridad 1, el cual ocupó la nueva posición orbital 109.2°O, proporcionada por la UIT, y Solidaridad 2, que ocupó la 113.5°O; puestos en órbita en 1993 y 1994 respectivamente [26].

México privatizó su sistema satelital, otorgó a la empresa Satmex, el 23 de octubre de 1997, la concesión por 20 años; la cual se renovó el 26 de mayo de 2011, para comenzar el 24 de octubre de 2017 hasta el 24 de octubre de 2037. El sistema Satmex contó con tres satélites: Solidaridad 2, Satmex 5 y Satmex 6 [18].

Satmex 5 fue puesto en órbita el 5 de diciembre 1998 en la 116.8°O, sustituyendo al Morelos II [9]. Satmex 6 fue lanzado el 27 de mayo de 2006 en la 113°O, en lugar de la posición 113.5°O, debido a los ajustes que realizó la UIT. El solidaridad 2 ocupó la 114.9°O, en lugar de la 109.2°O [18]. Satmex 8 fue lanzado el 26 de marzo de 2013 en la 116.8°O y el Satmex 5 que estaba en esa posición se colocó en la 114.9°, en consecuencia el Solidaridad 2 quedó fuera de órbita.

En enero de 2014, Satmex, fue vendida a la empresa francesa Eutelsat Communication (Eutelsat), el 75% de Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. así como el 25% que correspondía al Estado mexicano; por lo que los satélites que manejaba Satmex cambian de nombre:

1. Eutelsat 117 West A, antes Satmex 8
2. Eutelsat 115 West A, antes Satmex 5
3. Eutelsat 113 West A, antes Satmex 6

El 2 de febrero de 2005, la SCT, otorgó a la empresa mexicana Med Com una concesión por 20 años para explotar la posición orbital 77°O. El satélite Quetzat 1 fue lanzado el 29 de septiembre de 2011; tiene cobertura nacional, Estados Unidos, Centroamérica y el Caribe, con una vida útil estimada de 15 años [15].

El gobierno mexicano, a través de la SCT, decidió participar en el DTSEM por lo que fundó Mexsat. El satélite Bicentenario se lanzó el 19 de diciembre de 2012 para comunicaciones fijas en las bandas C y Ku extendida; el Morelos III fue lanzado el 2 de octubre de 2015 en la órbita 113°O.

Mexsat depende desde el punto de vista funcional de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Esta entidad ha designado a Telecom como operador del SSM, atribuyéndole diversas responsabilidades en los procedimientos de adquisición, fabricación, desarrollo y puesta en operación del sistema.

En 2012 se construyeron dos centros de control, el primario en Iztapalapa y el secundario en la región del aeropuerto de la Ciudad de México. Existe otro en Hermosillo, Sonora, para el Sistema Mexsat. En estos centros de control se lleva a cabo el monitoreo satelital mexicano, la telemetría y comando, así como maniobras de análisis orbital de los satélites; por lo que estos centros de control presentan principios de vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo y con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes de México [24].

Sub Fase 3: Diagnóstico del DTSEM.

Los satélites mexicanos que proporcionan servicios al continente americano se diseñan, construyen y lanzan en otros países por lo tanto no se tiene DTSEM; esta importación

tecnológica eleva hasta un 40% el valor real, debido a los servicios aunados a esta compra [13].

En 11 años (1985- 1997) que el gobierno mexicano operó el Sistema Satelital Mexicano (SSM), compró cinco satélites geostacionarios; en cambio Satmex, que tuvo la concesión por 17 años, solamente compró dos, lo que indicó la ineficiencia de la empresa. En la época de Satmex se canceló por parte de la UIT la órbita 109.2°O; el satélite Solidaridad 2 nunca se sustituyó y el Satmex 5, el cual comenzó a fallar en 2010 se sustituyó hasta el 2012 con el Satmex 8. El SSM está funcionando parcialmente ya que el Satmex 5, ahora Eutelsat 113A, se encuentra en órbita inclinada. Existen tres órbitas satelitales asignadas a México por la UIT que no están siendo aprovechadas: 69.2°O, 127°O y 136°O [19].

Satmex al no sustituir el satélite Solidaridad 2 el cual junto con el Solidaridad 1, operaban en frecuencia Ku, C y L, obligó al Estado mexicano a fundar Mexsat para no perder las órbitas con sus frecuencias correspondientes. La banda L, es la frecuencia que el Gobierno se había reservado para la seguridad nacional al privatizar el SSM [19].

Los lanzamientos se retrasaron, y para que la UIT no cancelara la asignación de órbitas, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), pagó 417 mil dólares a la empresa Orbital Science Corporation para trasladar al Bicentenario por tres meses en las dos posiciones 113°O y 116°O. Este truco se realizó con base a la normatividad de la UIT, la cual permite que en primera instancia sean ocupadas las órbitas por ese tiempo para no ser canceladas. Esta operación además de costosa reduce la vida del satélite y lo pone en peligro de colisión con otros o con algún aparato de la basura satelital [25].

La investigación científica está completamente desvinculada del sector productivo por la falta de DT; México tiene el lugar 16, en artículos publicados en el mundo [6]; sin embargo de 18500 investigadores del SNI, más del 50% se encuentran en la UNAM y el IPN. La industria prácticamente carece de investigadores, solamente se reportan 14 empresas que tienen investigadores del SNI, sin embargo, tres tienen cierta trascendencia: Grupo Kou, S.A. de C.V, tiene 11; Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V, cuenta con nueve y Parcar Desarrollos y Servicios con siete y 10 empresas con uno. Por ejemplo Chrysler de México e Ingenieros Civiles Asociados, cuentan con uno [21].

Es necesaria una política del Estado [14], a fin de evitar los fracasos que se han dado hasta la fecha en la política espacial mexicana, tales como la cancelación de la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE) de 1962 a 1977; este organismo desarrolló investigación espacial que dio como resultado el lanzamiento de cohetes y globos espaciales; el Instituto Mexicano de las Comunicaciones (IMC) de 1987 a 1997, fue interlocutor e impulsor de los esfuerzos de investigación en las instituciones educativas [10]. Actualmente, la Agencia Espacial Mexicana (AEM) que comenzó a funcionar en 1911, tiene los mismos objetivos de las dos anteriores, los cuales consisten en impulsar la investigación científica espacial a fin de propiciar el DTSEM, es decir, se dice el propósito al que se quiere llegar pero no se dice cómo hacerlo.

A menos que nos organicemos, articulemos y desarrollemos de manera ordenada el sector espacial de nuestro país no pasaremos a ser un país desarrollado y dejar de ser usuarios de la tecnología, y tendremos que hacer otra inversión sustancial en algunos años, para mantener al país dentro del ritmo de

desarrollo. En México no está articulado el sector productivo con el sector educativo y el financiero. Existen proyectos de investigación y una infraestructura científica de buena calidad, no obstante, su impacto en el DT nacional es marginal para las necesidades del país [17]. Los organismos fundados por el Estado mexicano, surgen y desaparecen debido a la falta de una política de Estado que propicie el DTSEM.

Sub Fase 4: Propuesta.

Una vez realizado el análisis de la situación interna y externa del DTSEM; el diagnóstico del mismo, y después de describir qué se ha hecho y qué falta por hacer, se hace la propuesta para la transformación del DTSEM. En esta sub fase es importante plantear la propuesta de tal forma que se pueda llevar a cabo, es decir, que sea factible, y sobre todo tener claridad que la propuesta no es una mejora del sistema sino es cambiar todo lo que se ha venido haciendo por una nueva estrategia que permita el DTSEM.

La gestión tecnológica para el DTSEM se propone a partir de los preceptos que establece la AEM: misión, visión, formación de capital humano, ciencia y tecnología, desarrollo industrial, asuntos internacionales; ya que es el organismo del Estado mexicano encargado de la del DTSEM por lo tanto se hace la siguiente propuesta:

El estado mexicano como regulador de la economía y conductor de la política nacional, correlacionada con la internacional, puede establecer la política de integrar sistémicamente la investigación científica en las empresas, así como promover la inversión pública y privada para fundar empresas autofinanciables que generen riqueza, que pueden ser públicas, mixtas, o de la iniciativa privada, que integren sistémicamente la investigación científica básica y aplicada que permita el DTSEM, con el propósito de brindar servicio eficiente, rápido, seguro y barato que satisfaga la demanda de los usuarios nacionales e internacionales.

Sub Fase 5. Misión, Visión, Valores Y Objetivos De La Propuesta.

Misión: El núcleo de la política espacial mexicana debe tener profundas raíces sociales; promover el desarrollo social, el bienestar, la integración y el desarrollo nacional. Interconectarse con el sistema de comunicaciones nacional e internacional para proporcionar con racionalidad servicios espaciales.

Fortalecer, a través del DTSEM, la seguridad nacional, la infraestructura tecnológica para la cobertura eficiente de las comunicaciones en todas las regiones del país, así como los programas educativos, ecológicos, culturales y sociales.

Visión: Generar empresas rentables que brinden a las personas, profesionistas e investigadores y egresados de la infraestructura educativa, de todas las áreas del conocimiento, la oportunidad de participar en DTSEM para disminuir la dependencia tecnológica y que impacte en el desarrollo político, económico y social de México, logrando resultados a través de la racionalización de los recursos.

Valores: *Integridad.* Actuar y comunicar con responsabilidad, honestidad y transparencia dentro y fuera de las empresas.

Aspiración. Actuar con pasión y sentido de urgencia, imponer desafíos y alcanzar metas y objetivos. Tomar decisiones con prudencia, sin temor al error o al fracaso.

Recursos humanos. Son la columna vertebral de las organizaciones, por tal motivo se debe buscar dentro de la empresa el bienestar de los mismos.

Recursos naturales. Ninguna empresa se justifica sino cuida y mejora la ecología y medio ambiente.

Objetivos estratégicos: Integrar la investigación y la gestión tecnológica para el desarrollo en las empresas espaciales.

Sub Fase 6. Estrategias.

Para plantear las estrategias se utilizan las combinaciones de las fortalezas oportunidades (FO), que permiten conocer las fortalezas del DTSEM para aprovechar las oportunidades que presenta la comunidad internacional en el área de las comunicaciones; así como tomar en cuenta las fortalezas frente a las amenazas externas con la combinación (FA). De la misma forma se obtienen las estrategias correspondientes a las combinaciones: debilidades oportunidades (DO) y debilidades amenazas (DA) [4].

Sub Fase 7: Plan Estratégico.

En esta sub fase se propone el diseño del plan estratégico, el cual debe estar basado en la coherencia, con todo lo expuesto en fases anteriores. El plan estratégico para el DTSEM, indica cómo se debe llevar a cabo la gestión tecnológica, es decir, permite al Estado Mexicano implementar las decisiones sobre las políticas, planes, programas, proyectos, etc. relacionados con la creación, difusión, transferencia y uso de la tecnología.

Sub Fase 8: Desarrollo Tecnológico.

Con esta sub fase cerramos nuestro MS para el DTSEM, es decir, realizamos la retroalimentación correspondiente al unir la fase del DT espacial, sub fase8 (salida) con las sub fases 1 y 2 correspondientes al análisis de los desarrollos de los sistemas espaciales internacionales y nacionales; al cerrar el ciclo podemos modificar cada una de las cinco fases que a la vez contienen las ocho sub fases.

3. VALIDACIÓN DEL MS PARA EL DTSEM.

Con fundamento en el MS para el DTSEM, propuesto en la fig. 1, comenzamos a hacer la validación del mismo, con base a los conceptos del modelo de Wiener [29], de la Teoría matemática de la información de Shannon [20] y la Teoría general de sistemas de Bertalanffy [2].

Si se conoce la entrada (E) y la salida (S) de un sistema, entonces podemos diseñar lo que se encuentra en la caja representada por C, fig.1. El significado de la caja consiste en que no sabemos qué existe dentro de ella, entonces los diseñadores de modelos tienen la libertad de proponer infinidad de soluciones siempre y cuando la salida sea la respuesta esperada, que en el caso que nos ocupa, es el DTSEM, comenzando por la construcción de una base de lanzamiento espacial en México ya que el modelo se puede aplicar a cualquier sistema en particular.

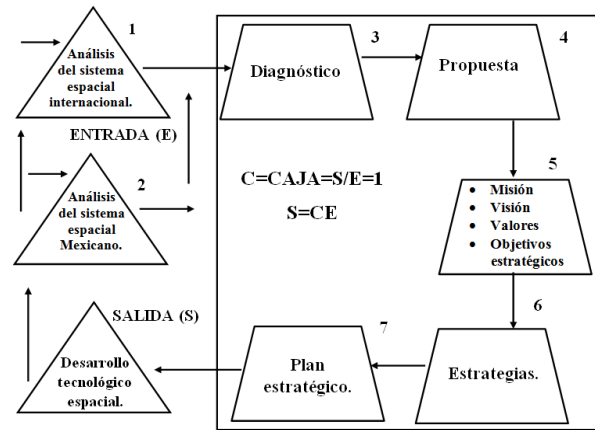


Fig. 1. Modelo Sistémico para el Desarrollo Tecnológico del Sistema Espacial Mexicano.

REFERENCIAS

- [1] Ackoff, R. L. (1986). Planeación de empresas. México: Limusa.
- [2] Bertalanffy, V.L. (1968). General System Theory: Foundations, Development, Applications, Canada. University of Alberta.
- [3] Beyhand, B. & Cetindamar, D. (2011). No escape from the dominant theories: The analysis of intellectual pillars of technology management in developing countries. *Technological Forecasting & Social Change*. 78 (2011) 103–115.
- [4] David, F. R. (2008). Conceptos de administración estratégica. México, Prentice-Hall Hispanoamericana.
- [5] Ellis, R. E. (2010). New Frontiers, China–Latin America Space Cooperation.
- [6] ISI (2010). Institute Scientific Information
- [7] Lucena, M. B. de López Cózar, L. Empresas innovadoras tienen mayores tasas de crecimiento y crean más empleo.
- [8] Meacham, P., Silva, N., & Lancaster, R. (2013). The Development of the Locomotion Performance Model (LPM) for the ExoMars Rover Vehicle. In ASTRA Conference 2013.
- [9] Mejía Guerrero, A. (2010, 29 de enero). Satélites Mexicanos tienen falla en Satmex 5. *El Universal*.
- [10] Méndez Docurro, E. (2009). Primer Taller Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial, La UNAM en el Espacio. México.
- [11] Miguel Ángel Gómez (2011, 12 de febrero) Viable, Un Centro De lanzamiento Espacial En México Boletín UNAM-DGCS-088.Ciudad Universitaria. Consultado septiembre del 2015 de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2011_088.html
- [12] Ozbeckhan, H. (1974). Thoughts on the emerging methodology of planning, in systems and management science. Wiley, EUA.
- [13] Percy C. S. y Sagan C. (1982). Ensayos científicos. México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- [14] Poveda R., A. (2009). Algunas reflexiones sobre la participación de la UNAM en la Agencia Espacial Mexicana. México. Instituto de Astronomía de la UNAM.
- [15] QuetzSat (2012). Empresa conformada por Grupo MedCom y SES S.A.
- [16] Sainz de Vicuña, A. J. M. (2012). El Plan Estratégico en la Práctica, México. Alfaomega.
- [17] Santillán Gutiérrez, S. D., Romo Fuentes, C., Ramírez Aguilar, A., De la Rosa Nieves, S. y Sánchez Medina, E. (2011). El espacio como una oportunidad para desarrollar alta tecnología en México. Foro de la Agencia Espacial Mexicana “El desarrollo de la Industria Espacial”, Juriquilla, Qro.
- [18] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011, 28 septiembre). Telecom y el SSM Mexsat.
- [19] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2012, 19 diciembre). Exitoso Lanzamiento del Satélite Bicentenario. Consultado el 14 de octubre de 2014 de <http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/exitoso-lanzamiento-del-satelitebicentenario/>
- [20] Shannon, E. C. & Weaver, W. (1949). The Mathematical theory and information. Illinois. University of Illinois.
- [21] SIICYT (2012). Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, DT e Innovación.
- [22] Soto Cesaretti Méndez, A., (2010). Satélites mexicanos. México. Saltus Caesar.
- [23] Steiner, G. (1969). Top management panning. New York. Macmillan.
- [24] Telecom (noviembre 2012). Construcción de los centros de control satelital Mexsat, Memoria documental, pág. 40 de http://www.telecomm.net.mx/telecomm/dmdocuments/mdocumental_mexsat.pdf, el 13/10/ 2014.
- [25] Tourliere M. (28/mayo/ 2015). Oculta el gobierno el verdadero costo de la pérdida del Centenario. *Proceso* 2012.
- [26] Tun Molina, D. y Beaujean, P. (2006). Satélites Mexicanos. México.
- [27] Van Gigch, J. P. (2008). Teoría general de sistemas. México, Trillas.
- [28] Voss, D., Clements, J., Cole, K., Ford, M., Handy, C., & Stovall, A. (2011). Real Science, Real Education: The University Nanosat Program. American Institute of Aeronautics and Astronautics Proceedings and presentations of the annual AIAA/ USU conference on small satellites -CD-ROM edition-; 75.
- [29] Wiener, N. (1948). Cibernética o el control y comunicación en animales y máquina.