Científica

ISSN 1665-0654

Precio $70.00 ▪ Volumen 18 Número 1 ▪ edición trimestral: enero-marzo 2014 ▪ *Científica: The Mexican Journal of Electromechanical Engineering* ▪ México

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
«La Técnica al Servicio de la Patria»

Instituto Politécnico Nacional
México
Escuela Superior de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
Sección de Estudios de
Posgrado e Investigación

Revista Científica
ISSN 1665-0654

volumen 18, número 1,
enero-marzo 2014

La Revista Mexicana
de Ingeniería
Electromecánica
The Mexican Journal of
Electromechanical
Engineering

DIRECTORIO

Guillermo
Urriolagoitia
Calderón
Editor en Jefe

Alma Vicenta
Miranda
Godínez
Coordinación
Editorial

Cuauhtémoc
Jiménez
Pérez
Edición
Técnica

Miguel Ángel
Tenorio
Trejo
Producción
Editorial

Margarita
Sam
Rodríguez
Revisión

Contenido

Determinación de la fuerza necesaria para el desprendimiento de la *Eichhornia Crassipes* (lirio de agua)
Determining the Force of Loosening of *Eichhornia Crassipes*
María Victoria **Gómez-Águila**, Dayvis **Fernández-Valdés**,
Arturo **Ocampo-Ramírez**, R. **Flores-Moreno**.
México-Cuba 3-7

Caracterización fractal de la dinámica de cambios del desempeño del sistema en el transporte de carga del estado de México
Fractal characterization of the dynamics of performance changes in the trucking system at the State of Mexico
Adrián E. **Elizalde-Medrano**, Ricardo **Tejeida-Padilla**, Jorge **Rojas-Ramírez**,
Oswaldo **Morales-Matamoros**, Julián **Patiño-Ortiz**, Héctor **Cortés-Fregoso**.
México 9-17

La aplicación del método de fragmentación en la enseñanza de cinemática de mecanismos
Learning of kinematic analysis of articulated mechanisms
Boris F. **Voronin**
México 21-29

Proveedores de Tecnología, *spin-off* universitarios a partir de los Laboratorios de Innovación Tecnológica
Providers of technology, university spin-off from Labs Technological Innovation
Joaquín **García Ortega**, José Bernardo **Parra-Victorino**,
Maria Laura **Santos-Palacios**, Gildardo **Zarza-Arronte**.
México 31-37

Electronic system to save water due to their decrease in Mexicali by the coating of the All American canal in USA
Sistema electrónico para ahorro de agua debido a su disminución en Mexicali por el revestimiento del Canal Todo Americano en EU
Gustavo **López-Badilla**, Elizabeth **Romero-Samaniego**,
Sandra Luz **Toledo-Perea**, Miriam M. **García-Castrellón**.
México 39-44

Indizada en:

Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
www.latindex.org

Periódica:
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
http://www.dgbiblio.unam.mx/
http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=PER01

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica Redalyc.
redalyc.org

Comité Editorial

Guillermo Urriolagoitia Calderón
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Alexander Balankin
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Jesús del Castillo
Instituto Venezolano de Investigación Científica (VENEZUELA)

María Teresa Alonso Rasgado
University of Manchester (REINO UNIDO)

Manuel Elices Calafat
Universidad Politécnica de Madrid (ESPAÑA)

Marco Ceccarelli
University of Cassino (ITALIA)

Héctor Pérez Meana
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Jinhui Shao
University of Shuo (JAPÓN)

Editores Asociados

Apolinar Reinoso Hernández
Centro de Investigación y de Estudios Superiores de Ensenada (MÉXICO)

Baltasar Mena Inesta
Universidad Nacional Autónoma de México (MÉXICO)

Édgar Sánchez Sinencio
Texas A&M University College Station (ESTADOS UNIDOS)

Francisco Sánchez Sesma
Universidad Nacional Autónoma de México (MÉXICO)

Garret Sautis
University de Shieffield (REINO UNIDO)

Guillermo Urriolagoitia Sosa
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Hidilberto Jardón Aguilar
Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (MÉXICO)

Israel Sauceda Meza
Universidad de Baja California (MÉXICO)

Joaquín Fernández Valdivia
Universidad de Sevilla (ESPAÑA)

Jorge Sosa Pedroza
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

José de Jesús Álvarez Ramírez
Universidad Autónoma Metropolitana (MÉXICO)

José Luis del Río Correa
Universidad Autónoma Metropolitana (MÉXICO)

José Manuel de la Rosa
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Juan Alfonso Beltrán Fernández
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Luis Héctor Hernández Gómez
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Luis Niño de Rivera y Oyarzábal
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Mariko Nakano Miyatake
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Manuel A. Duarte Marmoud
Universidad de Chile (CHILE)

Michael Shapiro Fihman
Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (MÉXICO)

Miguel Ángel Rodríguez Díaz
Instituto de Física de Cantabria (ESPAÑA)

Miguel Castro Fernández
Centro de Investigación y Pruebas Electromagnéticas de Cuba (CUBA)

Miguel Cruz Irisson
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Pablo Rogelio Hernández Rodríguez
Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (MÉXICO)

Patricia Camarena Gallardo
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Rafael Castro Linares
Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (MÉXICO)

Régulo López Callejas
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (MÉXICO)

Valery Kontorovich
Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (MÉXICO)

Víctor Champac Vilela
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (MÉXICO)

Victor Kravchenko
Moscow Institute of Physics and Technology (FEDERACIÓN RUSA)

Vladislav Kravchenko
Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados Querétaro (MÉXICO)

Volodymir Ponomaryov
Instituto Politécnico Nacional (MÉXICO)

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

Revista Científica
ISSN 1665-0654

volumen 18, número 1, enero-marzo 2014

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

The Mexican Journal of Electromechanical Engineering

Revista **Científica** ESIME, ISSN 1665-0654, **Volumen 18**, **Número 1**, enero-marzo de 2014. Revista trimestral editada por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. Edificio 5, 1er piso, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI-ESIME Zacatenco), Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, CP 07738, México, DF, Tel. 5729 6000 ext. 54518. correo electrónico: revistacientifipn@yahoo.com.mx. Página en Internet: www.cientifica.esimez.ipn.mx. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo. Reserva: 04-2004-053109300500-102, 31-V-06. Certificado de Licitud de Contenido 7611, 10-I-00. Certificado de Licitud de Título 10962,10-I-06. Suscripción anual: $ 400.00 (pesos). Annual fee including airmail charges US $ 50.00 (fifty US Dollar). El contenido de los artículos firmados es responsabilidad del autor. Impresión: Talleres Gráficos de la Dirección de Publicaciones del IPN, Tresguerras 27, Centro Histórico, México, DF. Tiraje 500 ejemplares.

EDITORIAL

Científica, en su primer número del volumen 18, publica cinco artículos de investigación que cubren las disciplinas que le competen y le invita, además, a consultar los artículos y números completos en línea (desde 2005) en su página electrónica www.cientifica.esimez.ipn.mx.

La *Eichhornia Crassipes* conocida en México como 'malan-gueta', 'lirio de agua' o 'chaya' es una planta que habita en los embalses de agua y su reproducción es enorme, por lo que provoca serias dificultades para la pesca y el mantenimiento de las presas, aunque bien utilizada reporta grandes beneficios económicos y sociales. Un problema mundial y también de México consiste en la limpieza de los embalses de agua de esta planta y su posterior utilización como materia prima para elaborar diferentes productos artesanales, medicinales, fertilizantes, etc. La recolección manual es fatigosa e improductiva, por lo que se hace imprescindible mecanizarla. El primer trabajo tiene por objetivo: determinar la fuerza necesaria para el desprendimiento de la *Eichhornia Crassipes,* parámetro importante a tener en cuenta en el diseño de los órganos alimentadores de la máquina cosechadora, se planifica el experimento y se obtiene la función polinómica de segundo grado que permite obtener dada la cantidad de plantas a desprender la fuerza necesaria a aplicar.

En este segundo trabajo se presentan los resultados de una investigación de campo, que permiten explicar que la geometría fractal y su conexión con la teoría sistémica visualizan un nuevo paradigma de complejidad en la industria de transportación de carga del estado de México. Este proyecto desarrolla una caracterización fractal del desempeño de una compañía transportista durante 10 años. Específicamente se estudia la dinámica de los cambios de comportamiento de las series de tiempo autoafines y autosimilares, de los ingresos por periodo y su posibilidad de mejora por la implementación de tecnología de posicionamiento global, GPS, para un mejor control de la información de localización, monitoreo, y recepción y envío de la carga. Asimismo, se muestra que el comportamiento de las variaciones de ingresos está gobernado por las propiedades principales de los fractales y por la validez de los resultados que surgieron del método utilizado que fue el de rango reescalado (R/S). Finalmente se presenta la comparación detallada de exponentes de Hurst obtenidos antes y después de la implementación del sistema global de posicionamiento GPS.

El material expuesto en terce lugar está dedicado al análisis de la página más complicada de la Teoría de Mecanismos y Máquinas, a saber, la presentación de análisis cinemático de mecanismos articulados. El análisis presente toca problemas de mecanismos articulados solamente de segunda clase. Se muestra, que para facilitar el estudio de la cinemática hay que presentar el mecanismo compuesto por un solo eslabón móvil y el par cinemático. En el material se muestra el método de la formación de los fragmentos, los razonamientos para la deducción y resolución de las ecuaciones vectoriales para estos. El método mostrado esencialmente facilita el estudio de la parte más complicada de la materia, sin perjudicar a los conocimientos de los estudiantes y los estimula a resolver problemas usando su capacidad de razonamiento.

El cuarto documento expone la conformación de spin-off universitarios a partir de los Laboratorios de Innovación Tecnológica (LIT). Integrado por académicos y alumnos de las diferentes facultades de los IES quienes prestaron sus servicios al LIT y conformaron paquetes tecnológicos que maduraron a un producto. El producto involucró investigación de varios asesores especializados en procesos de creación del LIT. Las empresas quienes resolvieron sus problemas tecnológicos apoyados en los LIT, cuentan ahora con un proveedor directo conformado por los spin-off universitarios quienes les ayudarán a resolver sus problemas tecnológicos en un futuro y quienes obtendrán una recompensa. Estos grupos de trabajo quienes conforman un spin-off resuelven un problema de la sociedad en la que vivimos tal como el desempleo y se espera que motive la apertura de nuevas Pymes. Con esto se busque mermar las altas tasas que reflejan las estadísticas de desocupación poblacional, ofreciendo un trabajo, para los profesionistas y demás colaboradores que participen en los LIT bajo un programa dirigido por el mismo laboratorio en la creación de spin-off universitarios.

El uso eficiente del agua es un factor esencial en el desarrollo de la sociedad en cada país, y la implementación de sistemas de control automatizados (SCA) es para mantener el flujo adecuado del agua es vital para las actividades humanas realizadas en cada región del país. Una ciudad en la que va a haber problemas en futuro a corto plazo, con el agua es la ciudad de Mexicali, Esto debido al recubrimiento del Canal Todo Americano (CTA), que proviene del norte de los Estados Unidos (en el Estado de Wyoming), y pasa a través de México por el valle de Mexicali y provee al valle de agua para operaciones agrícolas y a la ciudad en actividades industriales, domésticas, comerciales y gubernamentales. Por esta razón se realizó un estudio para evaluar la posibilidad de utilizar un SCA básico de bajo costo y fácil de fabricar, para ahorrar agua en las operaciones de esta ciudad y su valle. El análisis se realizó debido a la intención del gobierno de E.U. de revestir el CTA, lo que implica la colocación de una placa de revestimiento, por el que determinadas zonas de la región fronteriza de Baja California y California, se van a presentar problemas por falta del vital líquido dentro de algunos años por la falta de precipitaciones en el suelo. Por lo tanto no se obtendrá agua de pozos ubicados en el valle de Mexicali, donde se extrae el vital líquido para el abastecimiento a las actividades agrícolas e industriales, principalmente.

Científica agradece su preferencia y le invita a participar con sus aportaciones en las áreas de la ingeniería que difunde: ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica, ingeniería en telecomunicaciones, ingeniería en sistemas y temas sobre educación en ingeniería.

Científica, vol.18, núm. 1, pp. 3-7, enero-marzo 2014.
ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO

Determinación de la fuerza necesaria para el desprendimiento de la *Eichhornia Crassipes* (lirio de agua)

María Victoria **Gómez-Águila**[1]
Dayvis **Fernández-Valdés**[2]
Arturo **Ocampo-Ramírez**[3]
R. **Flores-Moreno**[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo,
Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA).
Carretera México-Texcoco, km 38.5,
Chapingo, Estado de México, CP 56230.
MÉXICO.
[2]Universidad Agraria de La Habana,
Facultad de Ciencias Técnicas.
Carretera de Tapaste y Autopista Nacional,
San José de las Lajas, Mayabeque, CP 32700.
CUBA.
[3]Instituto Politécnico Nacional,
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
Edificio 5, 3er piso, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n,
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos",
Col. Lindavista, México, DF, CP 07738.
MÉXICO.

Tels. [1](595) 952 1500; [2](53) 047 864176; [3](57) 29 6000 ext. 54586.

correo electrónico (email): mvaguila@hotmail.com,
dayvisf@isch.edu.cu, ingaor@hotmail.com, raudelfm@isch.edu.cu

Recibido 02-08-2012, aceptado 21-10-2013.

Resumen

La *Eichhornia Crassipes* conocida en México como 'malangueta', 'lirio de agua' o 'chaya' es una planta que habita en los embalses de agua y su reproducción es enorme, por lo que provoca serias dificultades para la pesca y el mantenimiento de las presas, aunque bien utilizada reporta grandes beneficios económicos y sociales. Un problema mundial y también de México consiste en la limpieza de los embalses de agua de esta planta y su posterior utilización como materia prima para elaborar diferentes productos artesanales, medicinales, fertilizantes, etc. La recolección manual es fatigosa e improductiva, por lo que se hace imprescindible mecanizarla.

El presente trabajo tiene por objetivo: determinar la fuerza necesaria para el desprendimiento de la *Eichhornia Crassipes,* parámetro importante a tener en cuenta en el diseño de los órganos alimentadores de la máquina cosechadora, se planifica el experimento y se obtiene la función polinómica de segundo grado que permite obtener dada la cantidad de plantas a desprender la fuerza necesaria a aplicar.

Palabras clave: fuerza, desprendimiento, *Eichhornia Crassipes*.

Abstract
(Determining the Force of Loosening of *Eichhornia Crassipes*)

Eichhornia Crassipes knowing in México as "malangueta", is an acuatic plant that lives in retaining basin. Eichhornia Crassipes has an enormous reproduction capacity. It brings serious difficulties for fishing and retaining basin maintenance. Nevertheless *Eichhornia Crassipes* can give great economic and social benefits. A world wide problem, also in México, is cleaning retaining basin of *Eichhornia Crassipes* and its later utilization to elaborate artisaner, medical or fertilizing product. Nevertheless *Eichhornia Crassipes* manual collection is troublesome an un productive, so it is indispensable to achiere a mechanize collection. This work is deroted to determining the force of loosening, important parameters desing of the feeders organs of the *Eichhornia Crassipes* harvester.

Key words: force, loosening, *Eichhornia Crassipes*.

1. Introducción

La *Eichhornia Crassipes* conocida también por malangueta, lirio de agua, patico o jacinto de agua o chaya, es una planta acuática cuyo hábitat se enmarca en presas, lagunas, ríos y

embalses de agua [1][2] en general, muchos de ellos contaminados [2]. Estas no se presentan en aguas litorales donde la salinidad sea mayor al 15%. Es originaria de América del Sur (Brasil) y la misma se distribuye ampliamente por países tropicales y subtropicales del mundo. Su posibilidad reproductiva es grande: según estudios realizados la reproducción sexual de la planta alcanza hasta 488 vástagos por cada miembro de la colonia [2][4]: la malangueta en la mayoría de los países ha crecido en número sin control por parte del hombre [5][6] representando un problema, pues las aguas explotadas con fines económicos se ven afectadas en muchos aspectos debido a la explotación excesiva.

Las mantas verdes de la *Eichhornia Crassipes* que flota sobre el agua obstruye la corriente, la navegación y los medios de irrigación; disminuye el volumen de las capacidades disponibles para el almacenamiento de agua en los embalses; su presencia reduce el contenido de oxígeno del agua debajo de las poblaciones provocando así la muerte de la vegetación sumergida, incrementa la pérdida de agua por evaporación, afecta la pesca y otras actividades recreacionales [7][8][2][9][4].

La malangueta crea condiciones favorables para el desarrollo de vectores de enfermedades en las presas o embalses [5][1][10]. Estos inconvenientes están presentes en los lagos del estado de Veracruz como: Catemaco, El Plan, Farallón, La Mancha, Oralites, Pajarillo, Salado, San Julián, Tortuguero, entre otros.

Sin embargo, esta planta debidamente controlada puede aportar grandes beneficios, ya que constituye una fuente de alimentación para el ganado vacuno, porcino y equino [11] y es fuente de abono orgánico; puede emplearse como combustible en la producción de biogás [4]; también se emplea en lagunas de oscilación para dar tratamiento a aguas residuales [2][9][12][13][6]. En la Facultad de Medicina en UNIKIN en Bélgica se está utilizando en servicios de medicinas tropicales contra la difteria [13], en la purificación del nitrógeno [9], en la fabricación de objetos artesanales en general, además le sirve al hombre de materia prima en renglones económicos no explotados hasta el momento. En México la cosecha se realiza de forma manual [12].

Existe la problemática de que las colonias que son de alrededor de 488 plantas flotan en el agua de manera entretejida, lo cual imposibilita la extracción de la misma. Según Castillo, Luna y Torres [4] la limitante encontrada en el diseño del prototipo de máquina fue la separación de las mantas y su dificil recolección (desprenderlas unas de otras). Teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por ambos, nos propusimos realizar la presente investigación cuyo objetivo principal: la determinación la fuerza necesaria para el desprendimiento de las plantas, dato importante a considerar en el análisis cinético y geométrico de la máquina.

El objetivo general de este trabajo es la determinación de la fuerza necesaria para el desprendimiento de la *Eichhornia Crassipes*, parámetro que interviene en el diseño de los órganos alimentadores de la máquina cosechadora.

2. Materiales y método

Planificación del experimento

Lugar de ejecución del experimento

Para realizar la fase experimental de la presente investigación se visitan y estudian diferentes presas y embalses de agua del estado de Veracruz en México, entre las que se encuentran los lagos: Catemaco, El Plan, Farallón, La Mancha, Oralites, Pajarillo, Salado, San Julián, Tortuguero, entre otros. De todos estos lagos el más representativo se considera el lago Catemaco por los siguientes aspectos: la profundidad del agua llega hasta los 4 m, tiene gran cantidad de materia orgánica acumulada, la vegetación de Malangueta es abundante y no está dañada ni maltratada por los pescadores; otra cuestión ventajosa es que el lugar se encuentra cerca del poblado de Catemaco y se puede simular el laboratorio donde se ubican los instrumentos de medición.

Condiciones de realización del experimento

El experimento se desarrolla a una temperatura atmosférica promedio de 310°C, presión atmosférica de 0.1 MPa (760 mm de Hg) y una humedad del aire del 96%, entre los meses de febrero y mayo de 2011.

Selección del tamaño de la muestra de la población

Para seleccionar el tamaño de la muestra se desarrolla primeramente un preexperimento donde se define el valor del

error standard para un nivel de confianza del 95%. El tamaño de la muestra se determina por la fórmula 1:

$$\sqrt{nf} = t_{(1-a/2;n-1)}(S/\varepsilon) \quad (1)$$

donde :

nf, tamaño de la muestra mínima necesaria para estimar a la media con una confianza dada.

$t_{(1-a/2;n-1)}$, valor de la t de student para una distribución normal con estimación del nivel de confianza prefijado. Para las mediciones se toma un nivel de confianza del 95%.

S, desviación standard: la misma se tiene en cuenta ya que se desconoce la desviación media cuadrática de la población.

ε, error máximo permisible para una confianza dada.

El error máximo permisible se determina a través de la expresión 2:

$$\varepsilon = t_{(1-a/2;n-1)}\, S/\sqrt{n} \quad (2)$$

donde:

$S/\sqrt{n}$, error máximo de la medición.

Medios de medición

El medio de medición que se emplea es un dinamómetro. Este se comprueba, calibra y ajusta según las exigencias planteadas para este tipo de trabajo.

Descripción del experimento

El prototipo de máquina avanzará sobre el embalse de agua. En la parte frontal de la máquina con 1.6 m de ancho de trabajo, se le colocará un cilindro con un saliente helicoidal, capaz de desprender las plantas según la frecuencia de rotación del cilíndro. La altura de colocación del cilíndro dependerá de las exigencia agrotécnicas de la planta y de la zona a cosechar. La misma se regula por medios mécánicos. La velocidad de rotación y el torque necesario a entregar dependerá de la fuerza necesaria para el desprendimiento de las plantas.

La fuerza necesaria para el desprendimiento de las plantas (*Fd*) se obtiene con el dinamómetro de 0.3 kN con 0.01 mm de precisión al desprender hacia arriba desde 1 hasta 19 plantas, que es la cantidad máxima de plantas a cosechar en 1.6 m de ancho de la máquina.

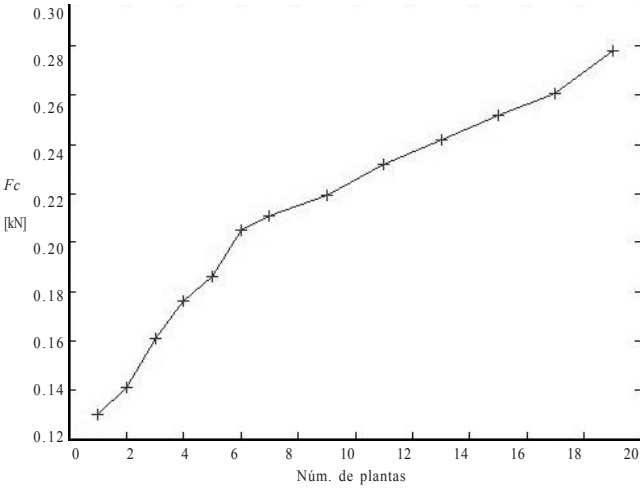


Fig. 1. Valores de la fuerza de desprendimiento en función de la cantidad de plantas.

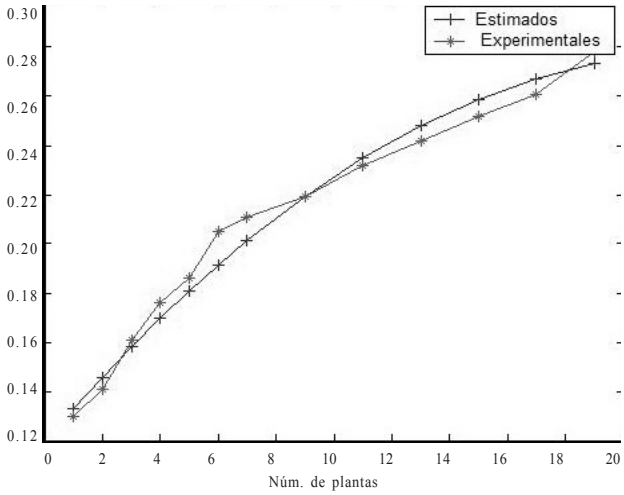


Fig. 2. Diagrama del ajuste de la fuerza de desprendimiento a una función polinómica de segundo grado.

Tabla 1. Resultados estadísticos obtenidos para la fuerza de desprendimiento de las plantas.

Plantas	nf	T	$S/\sqrt{n}$	ε	Fc, kN
1	54	2.000	4.0386×10^{-4}	8.076×10^{-4}	0.130
2	60	2.000	7.2318×10^{-5}	14.463×10^{-5}	0.141
3	82	2.000	1.3953×10^{-4}	1.395×10^{-4}	0.161
4	55	2.000	3.0458×10^{-4}	6.091×10^{-4}	0.176
5	43	2.021	6.0162×10^{-4}	12.032×10^{-4}	0.186
6	38	2.021	5.2553×10^{-4}	10.510×10^{-4}	0.205
7	34	2.042	2.4419×10^{-4}	4.883×10^{-4}	0.211
9	50	2.021	4.0101×10^{-4}	4.042×10^{-4}	0.219
11	35	2.042	2.1694×10^{-4}	4.429×10^{-4}	0.232
13	45	2.021	2.9337×10^{-4}	5.929×10^{-4}	0.242
15	55	2.021	1.2973×10^{-4}	2.621×10^{-4}	0.252
17	67	2.000	1.0058×10^{-4}	2.011×10^{-4}	0.261
19	60	2.000	1.2758×10^{-4}	2.511×10^{-4}	0.278

3. Resultados y discusión

Los datos primarios se elaboran con el paquete estadístico *Statgraphics plus* 5.1 *code*. Con estos datos y las ecuaciones 1 y 2 se determinan el error máximo permisible del experimento. Estos resultados aparecen en la tabla 1. Los valores promedios de fuerza de desprendimiento, se procesan por *MatLab* y se obtiene el diagrama de fuerzas de desprendimiento para diferentes números de plantas (figura 1).

A partir de los datos experimentales y el análisis estadístico, definiendo la función para predecir los valores de fuerza de desprendimiento (Fc), según la cantidad de plantas (n) a través del programa *Curvefit*, se obtiene en el *MatLab* el diagrama de ajuste (figura 2). Como resultado del análisis que satisface la función y al mismo tiempo lograr que esta sea lo más simple posible, con un coeficiente de determinación R^2 elevado e igual a 0.9832 se logró la función polinómica de segundo grado (fórmula 3).

$$Fc = 0.1193 + 0.0138n - 0.0003n^2 \quad (3)$$

donde:
Fc, fuerza de desprendimiento (kN)
n, cantidad de plantas.

Empleando la función, fórmula 3 se determina la fuerza necesaria para el desprendimiento de las plantas para un ancho de trabajo del molinete deseado.

4. Conclusiones

La función que permite predecir la magnitud de la fuerza necesaria para el desprendimiento (Fc) en función del número de plantas es:

$$Fc = 0.1193 + 0.0138n - 0.0003n^2$$

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Chapingo (UACh) por el apoyo brindado.

Referencias

[1] Biobaku, W.O., y Ekpenyong, T. E. *Effect of feeding graded levels of water lettuce and b water hyacinth*. 1991.
[2] Bowmer, K. H. *Aquatic plant*. 2009.
[3] Cuevas, J. R. *El Jacinto de Agua, Bioecología y posibilidades de utilización económica*. Instituto de Zoología, La Habana, Cuba, 1981.
[4] Castillo, M. A., Luna-López, A., y Torres-Castro, M. *Cosechadora de malangueta*. Certificado de invención. 93/10/07. 1990.
[5] Aneiros-Parada, J. M. *Problemas de diseño de elementos de máquinas. Ingeniería Mecánica* ISJAE. MES. Ediciones ENSPES. p. 550.
[6] Casabianca-Chassany, M. L. de, Boonne, C., Basseres, A., De Casabianca-Chassany, M. L. *Eichhornia crassipes systems on three ammonium-containing industrial effluents (pectin, carcass-treatment wastes and manure): production and purification*. CNRS, Laboratoire d'Aquaculture, case 102, Université de Montpellier II, France. Bioresource-Technology. 42: 2, pp. 95-101, 1992.
[7] Armenteros-Mirieles, J. *Sistema de recolección del Jacinto de agua de las presas*. Centro de Mecanización Agropecuaria. La Habana, Cuba. 2007.
[8] Alfonso-Santos, E., y Heres-Álvarez, C. *Sistema de recolección del Jacinto de Agua.* Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. Cuba: pp. 9-24, 60, 2008.

[9] Basseres, A, y Pietrasanta, Y. "Mechanisms for the purification of effluents with high nitrogen content by a plant cover of water hyacinths (Eichhornia crassipes)". *Water Science and Technology*. vol. 24, núm. 9, pp. 229-241, 1991.

[10] Bagnall, L. O. "Performance of a fixed-site water hyacinth harvesting system". University Centre of Dschang; B.P. 135, Dschang, Cameroon. *Paper American Society of Agricultural Engineers*, núm. 90-7035, p. 9, 2010.

[11] Cary, P. R., y Bowmer, K. H. *Aquatic plants - friend or foe ?* Griffith Laboratory, CSIRO Division of Water Resources. Private Bag, P. O. Box Griffith, NSW 2680, Australia. BIOTROP Special Publication. 1991, núm. 40, pp. 7-23; 1990.

[12] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. *Control y aprovechamiento del Lirio Acuático en México/ IMTA*, Control y aprovechamiento del lirio acuático en México. México.

Periódica

Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

http://www.dgbiblio.unam.mx/

http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=PER01

Científica

indizada en

Latindex
Sistema Regional de Información en Línea
para Revistas Científicas de América Latina,
el Caribe, España y Portugal.
www.latindex.org

Periódica
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-
0&local_base=PER01

Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina
y el Caribe, España y Portugal.
Sistema de Información Científica Redalyc.
www.redalyc.org

Científica, vol.18, núm. 1, pp. 9-17, enero-marzo 2014.
ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO

Caracterización fractal de la dinámica de cambios del desempeño del sistema en el transporte de carga del estado de México

Adrián E. **Elizalde-Medrano**[1]
Ricardo **Tejeida-Padilla**[2]
Jorge **Rojas-Ramírez**[1]
Oswaldo **Morales-Matamoros**[1]
Julián **Patiño-Ortiz**[1]
Héctor **Cortés-Fregoso**[3]

[1]Instituto Politécnico Nacional,
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación.
Edificio 5, 3er piso, Unidad Profesional Adolfo López Mateos,
México, DF.
MÉXICO.
[2]Instituto Politécnico Nacional,
Escuela Superior de Turismo,
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación.
México, DF.
MÉXICO.
[3]Universidad de Guadalajara,
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas.
Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, 45100,
Zapopan, Jalisco.
MEXICO.

Teléfonos: [1]55 57296000 ext. 54805, [2]55 57296000 ext. 55736,
[3]33 3770 3300 ext. 25223

Correos electrónicos (email): elizaldeadrian6@gmail.com,
texpa80@yahoo.com.mx, jrojasr@ipn.mx, omoralesm@ipn.mx,
jpatinoo@ipn.mx, cortesfregoso@hotmail.com

Recibido 06-11-2013, aceptado 27-02-2014.

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación de campo, que permiten explicar que la geometría fractal y su conexión con la teoría sistémica visualizan un nuevo paradigma de complejidad en la industria de transportación de carga del Estado de México. Este proyecto desarrolla una caracterización fractal del desempeño de una compañía transportista durante 10 años. Específicamente se estudia la dinámica de los cambios de comportamiento de las series de tiempo autoafines y autosimilares, de los ingresos por periodo y su posibilidad de mejora por la implementación de tecnología de posicionamiento global, GPS, para un mejor control de la información de localización, monitoreo, y recepción y envío de la carga. Asimismo, se muestra que el comportamiento de las variaciones de ingresos está gobernado por las propiedades principales de los fractales y por la validez de los resultados que surgieron del método utilizado que fue el de rango reescalado (R/S). Finalmente se presenta la comparación detallada de exponentes de Hurst obtenidos antes y después de la implementación del sistema global de posicionamiento GPS.

Palabras clave: geometría fractal, teoría sistémica, dinámica del cambio, compañía de transporte de carga, tecnología satelital.

Abstract
(Fractal characterization of the dynamics of performance changes in the trucking system at the State of Mexico)

This article presents the results of a field research which allow explaining that the fractal geometry and its connection to the systemic theory observe a new complexity paradigm in the trucking industry of State of Mexico. This project develops a fractal characterization of the performance of a trucking company during 10 years. Specifically it studies the dynamic of the behavioral changes of the self-affine and self-similar time series of incomes per period and its possibility to improve because of the implementation of the global positioning system, GPS, for better control information in positioning, monitoring, receiving, and delivering loads. Moreover it is shown that the behavior of the incomes variations is governed by the main properties of fractals and by the validity of results emerged from the applied method that it was the rescaled range. Finally, the detailed comparison of Hurst exponents is presented with those obtained before and after GPS implementation.

Key words: fractal geometry, systemic theory, dynamics of change, trucking company, satellite technology.

1. Introducción

La presencia de continuos cambios en los avances tecnológicos en los sistemas existentes, regularmente considera anticipadamente que el desempeño mejora, pero esto sólo es válido si se conoce la manera de evaluar dicho desempeño. En el presente artículo se aborda una caracterización fractal del desempeño de una compañía transportista de carga en el periodo 2004-2013, aplicando 100 series de tiempo y algunas trazas en forma transversal, para conocer la caracterización del comportamiento de los ingresos de esa compañía, que siguen antes y después de implementar GPS.

Haciendo una recapitulación a través de la historia, en la contrastación de opiniones sobre el desempeño del transporte, surgen investigaciones sobre algún enfoque en particular, como el de la inteligencia remota, donde Giannopoulos [1] revisa los avances en investigación en transporte de carga en Europa hacia los denominados sistemas inteligentes y concluye que en el futuro deben desarrollarse modelos y métodos para optimizar la productividad de las operaciones, como resultado de la creciente utilización de tecnologías de vanguardia como el GPS. Asimismo, en el estudio de un caso regional en los Estados Unidos, efectuado durante más de un año sobre 2500 camiones de compañías que utilizan GPS [2], los autores sugieren establecer un programa a nivel estatal para uniformizar la métrica para el desempeño, en razón de la gran cantidad de datos recolectados y del requerimiento de contar con un procesamiento informático para el filtraje y la síntesis de la información relevante para las decisiones en las compañías transportistas.

En la misma línea de ideas, otros artículos se enfocan preponderantemente hacia aspectos matemáticos, como en el caso de la productividad probabilística para satisfacer una demanda variable y con el uso de algoritmos de redes de optimización [3].

En el mismo tenor, una investigación llevada a cabo en Francia por Blanquart y Burmeister [4] establece un marco de indicadores basado en la economía del servicio. Por otro lado, Thompson y Suter [5] proponen el uso específico de un conjunto de medidas de desempeño para los sistemas de transporte, en apoyo de la legislación municipal, regional y estatal en ese país, para resaltar tendencias y prácticas observadas.

A partir de la teoría sistémica, se propone un análisis para la evaluación del desempeño de una empresa de transportación de carga del Estado de México, en el que se plantea una caracterización fractal de sus ingresos con y sin implementar tecnología GPS.

Los datos obtenidos de 100 series de tiempo de muestra son procesados con el programa informático Benoit 1.3 [6].

En la etapa numérica subsecuente del estudio de caso, se construye una tabla comparativa del resultado obtenido del método del rango escalado para trazas utilizado. Además, se lleva a cabo la explicación del procedimiento y la obtención de los resultados en el antes y el después de la implantación de la tecnología de GPS. Por último, se generan la interpretación de los resultados y las conclusiones.

2. Marco teórico-conceptual

En este apartado se plantea la relación conceptual entre la instrumentación fractal y el método para las trazas, así como con el impacto por la implementación del sistema de posicionamiento global en el transporte en cuestión.

2.1 Instrumentación fractal

El soporte teórico-conceptual de esta investigación abarca, por una parte, la fundamentación del análisis fractal del desempeño, a través del análisis de la dinámica de cambios [7] de ingresos en la transportación de carga, así como el método por utilizar para el cálculo de las trazas fractales, dentro del conocimiento de los sistemas. Por otra, el contexto de los sistemas de transportación de carga y de GPS [8] respectivamente.

Entrando en materia, un fractal es un conjunto matemático que permanece invariante al cambio de escala y se aplica a los objetos en espacio o fluctuaciones en tiempo [9], que posee una forma de autosimilitud y no pueden ser descritos dentro de una escala absoluta individual de medición. Un fractal es recurrentemente irregular en espacio o tiempo, con interacciones repetidas como las capas de una cebolla en diferentes niveles o escalas.

Asimismo, un sistema dinámico puede ser cualquier grupo de ecuaciones que proporciona el estado evolutivo de un

sistema en el tiempo, a partir del conocimiento de sus datos históricos y dicho sistema es aquel cuyas reglas de evolución requieren ser investigadas [10].

En consecuencia, se detalla el método empleado en la presente investigación.

2.2 Método del rango reescalado

El método estadístico del rango reescalado (R/S) permite el cálculo del parámetro de autosimilitud H, para medir la intensidad de dependencia a largo plazo de una serie de tiempo [11].

La exactitud en la determinación de H en todos los intervalos de tiempo depende del número de datos que sean utilizados en el cálculo [12]. Si dicho número es razonablemente grande (es decir cuando el intervalo de tiempo máximo es trazado varias veces), se espera que la curva R/S proporcione información sobre la autosimilitud de todos los intervalos de tiempo [13].

2.3 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global o GPS es un sistema de tecnología de vanguardia que permite ubicar un objeto receptor de señales de radio sobre la superficie de la tierra gracias a una red de 24 satélites que orbitan el planeta. Al identificar la señal del cuerpo por localizar, desde el punto de vista geométrico, basta contar con los datos de hora y proximidad a tres satélites para encontrar su posición. Con la sincronización de relojes, se puede obtener la distancia por triangulación, denominada trilateración espacial [14]. La resolución en la ubicación del cuerpo de interés sobre la tierra es menor a 15 metros.

Su cobertura es para todo el globo terrestre, por lo que para una empresa transportista en México la tecnología del GPS está disponible. La administración de los tractocamiones de la compañía puede, desde una central de comunicaciones, recibir la información individual de cada vehículo de su flotilla y ubicarlo en el mapa de su zona de servicio, en este caso, el estado de México y los estados de la República Mexicana que lo rodean. Con esta mayor cantidad y, sobre todo, calidad de la información, es de esperar que mejore la administración de la empresa transportista que lo adopte.

3. Desarrollo

Dentro de este rubro, se plantea la mecánica de aplicación de la caracterización fractal a través de su dinámica de cambios, la preparación de la base de datos seleccionada y su aplicación por medio del programa informático Benoit 1.03 para la obtención de dicha caracterización.

3.1 Dinámica de los cambios de desempeño de las empresas transportistas de carga

En las variaciones de los ingresos semanales de los transportistas, muchos de los problemas que se han detectado versan en los siguientes: viajes en vacío, demoras en tiempos de entrega o de recibo de mercancías, viajes fuera de ruta, inseguridad de la carga de los vehículos y operadores, robos, accidentes, deficiencias de planeación logística y altos costos de operación, se deberán reducir al contar con el GPS. El acceso financiero al mismo no es problemático, debido a que se cuenta con planes de arrendamiento que permiten a los transportistas propietarios y permisionarios adquirir los equipos, que pueden ser pagados con el equivalente de un viaje adicional por mes, por cada tractocamión de la compañía.

3.2 Preparación de los datos para el análisis fractal

Los datos se obtuvieron por medio de un análisis de productividad [15] que se aplicó, filtró y cuantificó en una compañía transportista permisionaria de 2004 a 2013. Asimismo, se formaron series de tiempo pivote o de arranque en el análisis, de las cuales se tomaron los últimos 2,048 registros.

Por otro lado, se procedió a calcular las desviaciones típicas para cada par de datos del total de cada serie, obteniendo 100 n^s por cada una.

3.3 Caracterización fractal

Partiendo de los datos que se obtuvieron en la ordenación de las series de datos, con sus respectivas desviaciones estándar de las 100 n^s, se construyeron archivos TS (*Time Series*) para ser procesados con el programa informático Benoit 1.3. Después de procesadas las series de tiempo, se grafica el resultado del método del rango reescalado en los escenarios del antes y del después de implementación del GPS, el cual es mostrado en la Figura 2.

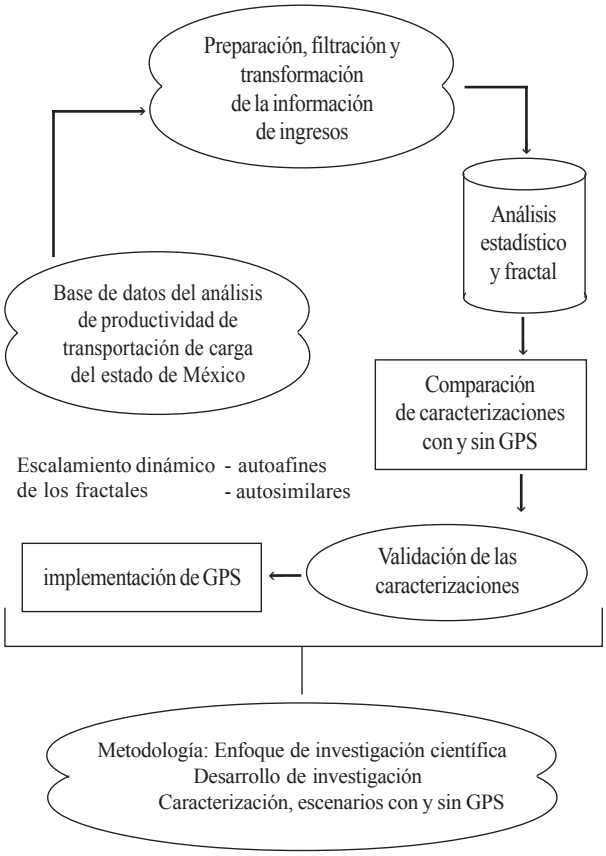


Fig. 1. Diagrama de proceso para la caracterización fractal en el análisis de ingresos.

La Figura 2 muestra que la curva de rango reescalado es poco consistente y en consecuencia, se puede decir que al utilizar este método la curva manifiesta un comportamiento caótico no lineal [16], y va a ser explicada a través de la descomposición de las series de tiempo del comportamiento de la variable ingreso. Asimismo, este método permitirá mostrar que hay autoafinidad en función de las desviaciones estándar de las series de datos.

La Figura 3 muestra que la curva del rango reescalado es más consistente con respecto a la curva del mismo método sin GPS y, en consecuencia, se puede decir que al utilizar dicho método se explicarán las funciones lineales en cuestión y se muestra que la curva de rango reescalado manifiesta un comportamiento caótico no lineal, y va a ser a través de la descomposición de las series de tiempo, que se podrá explicar el comportamiento de esta variable ingreso y a la consistencia respecto al mismo método y la autoafinidad temporal [17], que ésta produce.

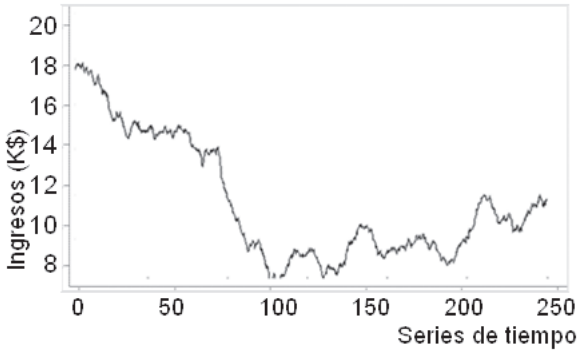


Fig. 2. Gráfica del método del rango reescalado sobre ingresos sin GPS.

4. Análisis y discusión de resultados

En la Figura 4 se obtuvieron inicialmente tres líneas de tendencias (1, 2 y 3) que muestran un exponente de Hurst cercano a 0.5 (0.48) y esto indica que hasta el punto 38 los datos son completamente aleatorios. Sin embargo, a partir del dato 39 y de las subsecuentes líneas de tendencia, se puede percibir que la distribución se empieza a saturar o a linealizar con una tendencia persistente y, en consecuencia,

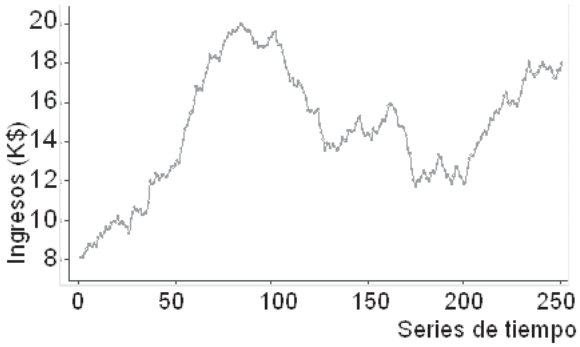


Fig. 3. Gráfica del método del rango reescalado sobre ingresos con GPS.

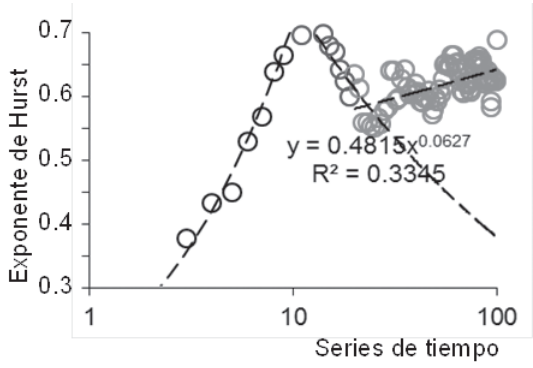


Fig. 4. Gráfica de trazas fractales de ingresos sin GPS de 100 n^s.

se podrán tomar detalles de la caracterización por medio de trazas fractales para poder predecir el cambio de comportamiento futuro [18], toda vez que se haya definido el modelo que se adapta a este fenómeno y mediante la aplicación de las series de tiempo en el programa informático Risk 4.5, para generar, caracterizar y analizar series temporales a diferentes escalas.

Como se observa en la Figura 5, se obtuvieron inicialmente dos líneas de tendencias (1 y 3), que muestran un exponente de Hurst mayor a 0.5 (0.52) [19] y esto indica que hasta el punto 19 los datos son completamente aleatorios. Sin embargo, a partir del dato 20 y de las subsecuentes líneas de

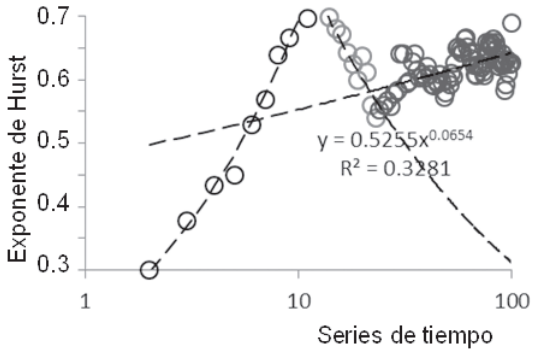


Fig. 5. Gráfica de trazas fractales de ingresos con GPS de 100 n^s.

tendencia, se puede percibir que la distribución se empieza a saturar o a linealizar con una tendencia persistente y, en consecuencia, se podrán tomar detalles de la caracterización de las distribuciones estadísticas [20] por medio de trazas fractales para poder predecir el comportamiento futuro, toda vez que se haya definido cuál modelo se adapta a este fenómeno y mediante la aplicación de las series de tiempo en el programa informático Risk 4.5, para generar, caracterizar y analizar series temporales a diferentes escalas.

En la Tabla 1 se muestra que la desviación estándar de los ingresos sin GPS es más grande que los ingresos con GPS y la misma tiende a 1, lo que permite confirmar que el grado de error se reduce cuando se implementa el GPS.

En la comparación de las Figuras 4 y 5, los resultados pueden explicar el horizonte amplio de los cambios en comportamiento observado en ($n > 0.20$ para ingresos con GPS $n > 0.39$ para ingresos sin GPS y $n > 0.51$ para el total de cambios en ingresos son persistentes, esto es, los cambios en los ingresos con GPS están correlacionados más positivamente que en los ingresos sin GPS (un valor amplio está usualmente seguido por otro valor amplio, y un valor corto es seguido por otro de igual magnitud), en cualquier área, los ingresos de horizonte corto ($n > 0.20$ para ingresos con GPS $n > 0.39$ para ingresos sin GPS y $n < 0.51$ para el total de ingresos) despliegan correlaciones negativas en datos semanales [21]. Desde antipersistente a persistente, el comportamiento indica la existencia de una escala de horizonte intrínseco [22] de cambios de ingresos $n = 0.51$. Para obtener una señal más profunda dentro de la dinámica de cambios de ingresos sin GPS, hubo también un análisis de series de tiempo de cambios en ingresos con GPS.

Por otro lado, para los horizontes cortos $n \leq 0.39$, la probabilidad condicional de los cambios de ingresos obtenidos es el mejor ajuste para la distribución beta de cola ligera

Tabla 1. Los mejores valores ajustados de exponentes de Hurst para cambios de comportamiento en ingresos.

Método	Ingresos sin GPS	Ingresos con GPS	Total
R/S	0.4800	0.5200	1.0000
Desviación estándar	0.2449	0.2380	0.4829

(para ingresos con GPS y cambios totales de ingresos) y la distribución Pearson (para ingresos sin GPS).

A continuación, en cada una de las gráficas de las Figuras 6, 7 y 8, con las barras se señala la información experimental, mientras que con las líneas sólidas se muestra el ajuste para la distribución de probabilidad en cada caso.

Las correlaciones que decaen suficientemente rápido pueden ser explicadas por una escala de tiempo de correlación descrita [23].

Al mismo tiempo, para horizontes amplios $0.51 \leq n < 0.39$, la probabilidad condicional de los ingresos sin GPS es la distribución log-logística de cola pesada para los ingresos sin GPS (Figura 6a), egresos con GPS (Figura 7a), y el total de ingresos (Figura 8a), esto es, hay correlaciones que decaen suficientemente lentas que una escala de tiempo de correlación característica y no pueden ser definidas.

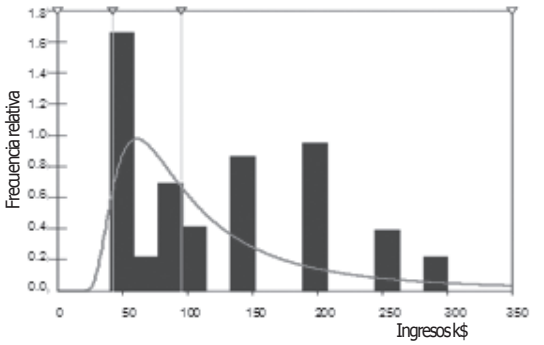
Asimismo, la probabilidad condicional de los cambios observados es la distribución log-logística de cola pesada para los ingresos sin GPS (Figura 6b), ingresos con GPS (Figura 7b), y el total de ingresos (Figura 8b), esto es, hay correlaciones que decaen suficientemente lentas en una escala de tiempo de correlación característica y no pueden ser definidas.

Finalmente, se obtiene que para horizontes de tiempo $n \geq 0.51$, la probabilidad condicional de los ingresos totales obtenidos [24] es la distribución triangular para los ingresos sin GPS (Figura 6c), ingresos con GPS (Figura 7c), y el total de ingresos (Figura 8c).

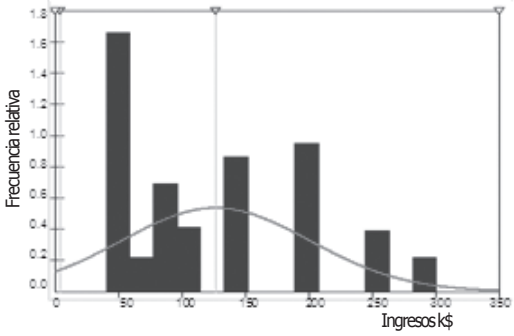
La Figura 6 muestra las distribuciones de probabilidad condicional de cambios de ingresos sin GPS para horizontes: (a) $n = 0.39$ (ajuste a distribución general beta); (b) $n = 0.20$ (ajuste a distribución general log-logística); y (c) $n = 0.51$ (ajuste a distribución triangular).

La Figura 7 muestra las distribuciones de probabilidad condicional de cambios de ingresos con GPS para horizontes: (a) $n = 0.39$ (ajuste a distribución general beta); b) ($n = 0.40$ (ajuste a distribución general log-logística); y (c) $n = 0.51$ (ajuste a distribución triangular).

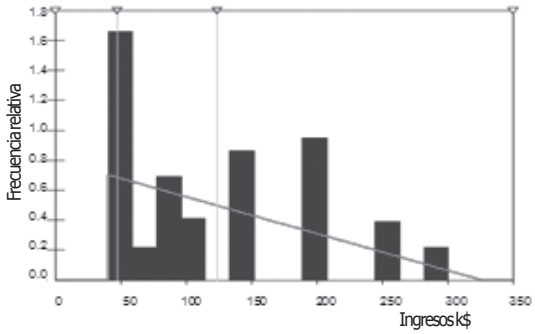
La Figura 8 muestra las distribuciones de probabilidad condicional de cambios de ingresos totales para horizontes: (a) $n = 0.39$ (ajuste a distribución general beta); (b) $n = 0.30$ (ajuste a distribución general log-logística); y (c) $n = 0.51$ (ajuste a distribución triangular).



(a) $n = 0.39$

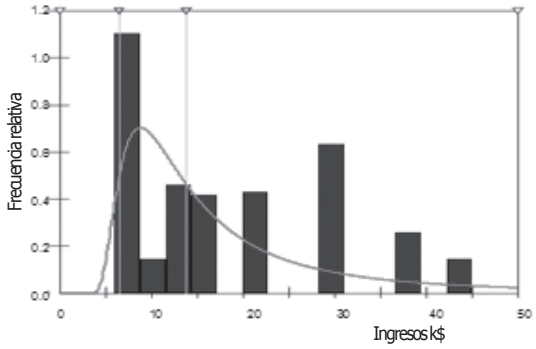


(b) $n = 0.20$

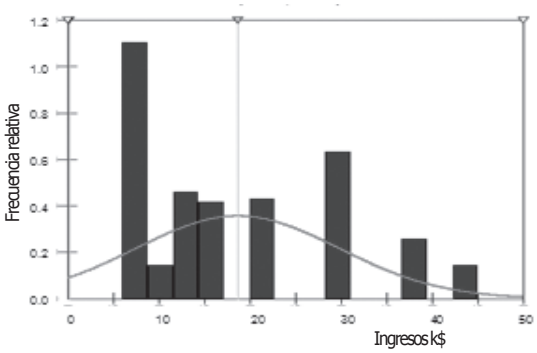


(c) $n = 0.51$

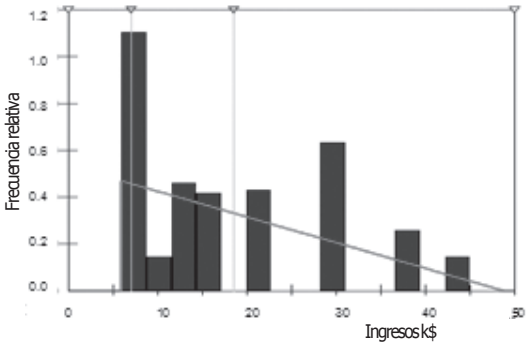
Fig. 6. Distribución condicional de ingresos sin GPS.



(a) $n = 0.39$

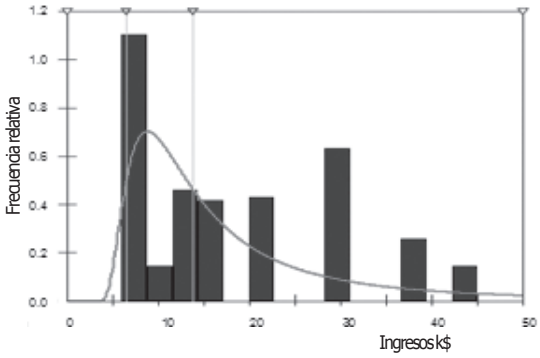


(b) $n = 0.40$

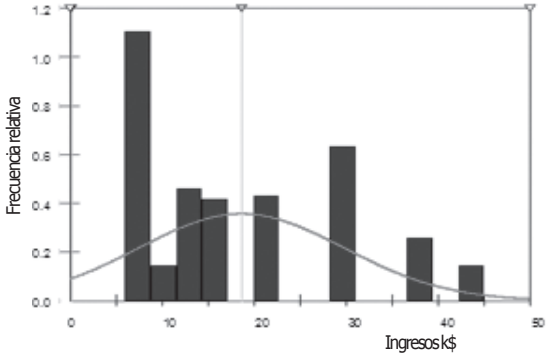


(c) $n = 0.51$

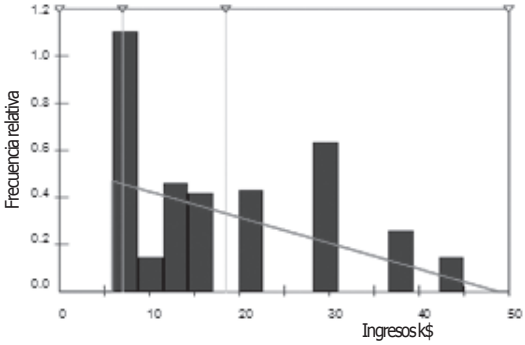
Fig. 7. Distribución condicional de ingresos con GPS.



(a) $n = 0.39$



(b) $n = 0.30$



(c) $n = 0.51$

Fig. 8. Distribución condicional de ingresos totales.

Con lo anterior se desarrolló una caracterización fractal de los ingresos con y sin GPS, con una estandarización del desempeño [25], a través de sus índices, como lo muestra la Tabla 2. En general se observa que los gastos se reducen en un 50% del antes al después de instalar el GPS. En los renglones de seguridad y administración se redujeron en un 80%

Tabla 2. Índices de desempeño obtenidos antes y después de implementar GPS.

Variables relevantes	Importe total sin GPS	Importe total con GPS
Gastos de Servicio	$26,175.00	$13,500.00
Gastos de Productividad	$1,681.49	$0.00
Gastos de Operación	$56,200.00	$56,200.00
Gastos por Seguridad	$3,750,000.00	$750,000.00
Gastos de Administración	$292,500.00	$37,200.00
Total de Egresos	$4,126,556.49	$857,200.00
Economía del Rendimiento de Combustible	$3,000,000.00	$6,000,000.00
Viajes Programados	$14,177,500.00	$14,177,500.00
Viajes Adicionales	$0.00	$4,253,250.00
Total de Ingresos	$17,177,500.00	$24,430,750.00
Flujo Neto de Efectivo	$13,050,943.51	$23,573,550.00
Índice de desempeño	1.0000	1.5536

los gastos del antes al después. Por otro lado, los ingresos en el rendimiento de combustible se muestran incrementados en un 100%, debido principalmente por el reenrutamiento de viajes y al mejor monitoreo y control de tractocamiones en ruta. Finalmente se percibe una atención a viajes adicionales por la optimización de tiempos reales.

5. Conclusiones

Como resultado de esta investigación, se puede concluir que la geometría fractal ha sido útil en la caracterización de la dinámica de cambios de los ingresos sin GPS y con GPS y, por ende, para analizar su flujo de efectivo, ya que se observan estructuras fractales en los registros. Al aumentar sus trazas, se aprecia que tienen el mismo comportamiento.

Por lo anterior, se puede argüir que se desarrolló una metodología que caracteriza los cambios de desempeño de los ingresos en la compañía transportista estudiada, con un enfoque sistémico y sistemático, empleando técnicas y herramientas de la estadística. Además, el análisis establece que la distribución probabilística log-logística podría ser la que mejor ajusta los datos de cambio de ingresos.

Asimismo, las distribuciones encontradas en las series de datos de ingresos con GPS y sin GPS son simétricas, lo que indica que la probabilidad de obtener un incremento positivo o negativo es del 50%, conforme al exponente de Hurst obtenido. En el mismo tenor, la dimensión fractal puede ser calculada con la fórmula $D = 2 - H$, ya que se trata de una distribución no lineal con tendencia caótica.

Por otro lado, se determinaron los valores de escalamiento para cada variable, y estos son: ingresos sin GPS $H = 0.00$ e ingresos con GPS $H = 0.55$, lo que indica un comportamiento con tendencia a persistencia de los cambios de niveles de ingresos de la compañía transportista, por la implementación del sistema GPS, y en añadidura, un incremento mensual del índice de desempeño total que se vería reflejado directamente en el nivel de ingresos y utilidad anual en cada caso en particular y en el total de la flotilla a nivel nacional.

Finalmente, se enfatizan la confianza y la seguridad que las compañías transportistas brindarán a los clientes provenientes de empresas que requieren de transportar sus cargas secas de un origen a un destino justo a tiempo y a bajo costo. En añadidura, se asegurará el abasto de bienes y servicios a los consumidores finales y la obtención de niveles aceptables de satisfacción.

Referencias

[1] G. A. Giannopoulos, "Towards a European ITS for Freight Transport and Logistics: Results of Current EU Funded Research and Prospects for the Future", *European Transport Research Review*, vol. 1, núm. 4, pp. 147-161, 2009.

[2] X. Ma, E. D. McCormack y Y. Wang, "Processing Commercial Global Positioning System Data to Develop a Web-Based Truck Performance Measures Program", *Transportation Research Record*, núm.2246, pp. 92-100, 2011.

[3] Y.-K. Lin, "Performance Evaluation for a Transportation System in Stochastic Case", *Computers and Operations Research*, vol. 39, núm.8, pp. 1901-1908, 2012.

[4] C. Blanquart y A. Burmeister, "Evaluating the Performance of Freight Transport: A Service

Approach", *European Transport Research Review*, vol. 1, núm. 3, pp. 135-145, 2009.

[5] R. Thompson y S. Suter, "Development of Standard Performance Measures for Transportation Demand Management Programs", *Transportation Research Record*, núm. 2319, pp. 47-55, 2012.

[6] TruSoft International, Benoit 1.3 *Fractal Analysis System*, 2010. http://www.trusoft-international.com

[7] R. L. Flood y M. C. Jackson, *Creative Problem Solving: Total Systems Intervention*, Chichester: Wiley, 1991.

[8] E. D. Kaplan y C. J. Hegarty (eds.), *Understanding GPS: Principles and Applications*, 2a ed., Norwood, MA: Artech House, 2006.

[9] J. Alvarez-Ramirez, M. Cisneros, C. Ibarra-Valdez y A. Soriano, "Multifractal Hurst Analysis of Crude Oil Prices", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 313, núm. 3-4, pp. 651-670, 2002.

[10] N. de Liso y G. Filatrella, "Econophysics: The Emergence of a New Field?", *Economia Politica*, vol. XIX, núm. 2, pp. 297-332, 2002.

[11] A. Balankin, "Fractal Behavior of Complex Systems", *Científica*, vol. 7, núm.3, pp. 109-128, 2003.

[12] G. Parisi, "Complex Systems: A Physicist's Viewpoint", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 263, núm. 1-4, pp. 557-564, 1999.

[13] P. J. Brockwell y R. A. Davis, *Introduction to Time Series and Forecasting*, 2a ed., Nueva York: Springer, 2002.

[14] S. Kumar, "The Evolution of Global Positioning System (GPS) Technology", *Journal of Science Education and Technology*, vol. 11, núm.1, pp. 59-80, 2002.

[15] D. J. Sumanth, *Ingeniería y Administración de la Productividad*, México: McGraw-Hill, 1997.

[16] G. Nicolis y C. Nicolis, *Foundations of Complex Systems*, 2a ed., Singapur: World Scientific, 2012.

[17] O. Susarrey Huerta, D. Morales Matamoros, L. H. Hernández, G. Urriolagoitia Calderón, A. Bravo Ortega y A. Balankin, "Comportamiento Mecánico de Redes Multifractales", *Científica*, vol. 7, núm. 3, pp. 157-160, 2003.

[18] O. Morales Matamoros, A. Balankin y L. M. Hernández Simón, "Metodología de Predicción de Precios del Petróleo basada en Dinámica Fractal", *Científica*, vol. 9, núm. 1, pp. 3-11, 2005.

[19] H. E. Hurst, "Long Term Storage Capacity of Reservoirs", *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, vol. 116, pp. 770-799, 1951.

[20] D. Sornette, "Probability Distributions in Complex Systems", en *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, R. A. Meyers (ed.), pp. 7009-7024, Nueva York: Springer, 2009.

[21] H. E. Stanley, "Scaling, Universality, and Renormalization: Three Pillars of Modern Critical Phenomena", *Reviews of Modern Physics*, vol. 71, núm.2, pp. S358-S366, 1999.

[22] M. Schroeder, *Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise*, Nueva York: W. H. Freeman and Company, 1991.

[23] A. S. Balankin, *Synergetics of Deformed Solid*, Moscú: Department of Defense of the USSR Press, 1992.

[24] A. Stevens, D. Inaudi y H. Zackor, "Implementation Aspects of Road Transport Telematic Systems", en: *Towards an Intelligent Transport System*, ERTICO (ed.), vol. 6, pp. 3170-3180, Boston, MA: Artech House, 1995.

[25] W. F. Sharpe, G. J. Alexander y J. V. Bailey, *Investments*, 6a ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.

www.cientifica.esimez.ipn.mx

presente en

Latindex, Periódica y Redalyc

Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

revista
Científica

Nombre: _____

Dirección: _____

_____

Ciudad: _____ Estado: _____

CP: _____ Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

Institucion o Empresa: _____

Publicación trimestal
Suscripción por un año:
$ 400.00

Deposite en cualquier sucursal **BBVA Bancomer** a la cuenta núm. **01340 31954** a nombre de la **Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Zacatenco IPN (ESIME Zacatenco IPN)** y envíe un facsímil de este cupón con sus datos en forma legible. Posteriormente comuníquese por teléfono o correo electrónico para verificar que su solicitud se registró correctamente.

Edificio 5, 1er piso (ala poniente), oficina de la revista *Científica*,
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación,
ESIME Zacatenco, Unidad Profesional Adolfo López Mateos,
Col. Lindavista, CP 07738, México, DF.
Tel. 5729 6000 ext. 54518
revistacientifipn@yahoo.com.mx

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

Promedio de descargas mensuales de artículos:

2007	2 571
2008	2 864
2009	3 651
2010	**4 916**

121 artículos descargados por día en 2009

163 artículos descargados por día en 2010

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
http://redalyc.uaemex.mx/

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana
de Ingeniería Electromecánica

Número de artículos descargados por región (2007-2012):

México
54 024

América Latina y el Caribe
40 194

Estados Unidos y Canadá
13 254

Europa
15 967

Asia, África y Oceanía
6 025

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
http://redalyc.uaemex.mx/

Científica, vol.18, núm. 1, pp. 21-29, enero-marzo 2014.
ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO

La aplicación del método de fragmentación en la enseñanza de cinemática de mecanismos

Boris F. **Voronin**

Universidad de Guadalajara,
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,
Departamento de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
Av. Juárez núm. 976, Col. Centro, CP 44100,
Guadalajara, Jalisco.
MÉXICO.

correo electrónico (email): : boris.voronine@cucei.udg.mx

Recibido 12-02-2013, aceptado 28-08-2013.

Resumen

El material expuesto está dedicado al análisis de la página más complicada de la Teoría de Mecanismos y Máquinas, a saber, la presentación de análisis cinemático de mecanismos articulados. El análisis presente toca problemas de mecanismos articulados solamente de segunda clase. Se muestra, que para facilitar el estudio de la cinemática hay que presentar el mecanismo compuesto por un solo eslabón móvil y el par cinemático. En el material se muestra el método de la formación de los fragmentos, los razonamientos para la deducción y resolución de las ecuaciones vectoriales para estos. El método mostrado esencialmente facilita el estudio de la parte más complicada de la materia, sin perjudicar a los conocimientos de los estudiantes y los estimula a resolver problemas usando su capacidad de razonamiento.

Palabras clave: educación, teoría de mecanismos y máquinas, análisis cinemático de mecanismos articulados planos.

Abstract
(Teaching kinematic analysis of mechanisms applying fragmentation method)

The exposed material is devoted to the analysis of the most complicated page of the Theory of Mechanisms and Machines, namely, the presentation Kinematic Analysis of articulated mechanisms. This analysis touches problems only articulated mechanisms of the second-class. Shown, in order to facilitate the study of the kinematics, the mechanism must be presented composed of a single movable link and kinematic pair. In the material exposed the methodical of forming of the fragments, the reasoning of deduction and resolution of vector equations for these are shows. The methodical displayed essentially facilitates the study of the most complicated part of the material without harming the knowledge of students and estimated their ability to solve problems using reasoning.

Key words: education, theory of mechanisms and machines, kinematic analysis of plane articulated mechanisms.

1. Introducción

El análisis cinemático de mecanismos articulados planos dentro de la Teoría de Mecanismos y Máquinas es una parte de mucha importancia. Con esto se confirma la validez de la síntesis geométrica del mecanismo, la correspondencia de la ley del movimiento de uno de los eslabones. Los resultados del análisis cinemático se utilizan en el cálculo de fuerzas y en la síntesis dinámica de los mecanismos. Esta parte es la más importante, ya que abre todas las puertas para el aprendizaje de Teoría de Mecanismos y Máquinas.

El movimiento de un eslabón se caracteríza por la velocidad y aceleración de un solo punto y la velocidad y aceración angular de este eslabón. En el aprendizaje de Teoría de Mecanismos y Máquinas las velocidades y las aceleraciones se determinan mediante los métodos analíticos [1-6] y gráficos [7-13].

Los métodos gráficos en la enseñanza son más preferibles aunque no tienen alta exactitud, aproximadamente de tres a cinco por ciento, pero son muy claros y evidentes. En el sistema educativo los métodos analíticos no pueden jugar papel independiente ya que ocultan los procesos físicos. El uso en la enseñanza de los métodos analíticos independientemente de los métodos gráficos perjudica al estudio de la materia. En este caso al finalizar el estudio los alumnos, en general,

quedan sin conocimientos, son incapazes realizar cálculos y construcciones correctamente ya que no entienden los procesos físicos, todo lo realizan a ciegas. Los métodos gráficos abren los ojos y la mente de los alumnos. Si un alumno ha llegado a dominar los métodos gráficos, no tendrá dificultades en el uso de las técnicas analíticas. Por eso, el uso de los métodos gráficos tiene una importancia primordial en la enseñanza en la escuela superior.

Para la determinación de las velocidades y aceleraciones de los puntos concretos de un eslabón de un mecanismo pueden ser usados los siguientes métodos gráficos: el método de centros instantáneos de velocidades y centros instantáneos de aceleraciones, el método de diagramas cinemáticos y el método de polígonos vectoriales. Entre estos el más usado es el método de polígonos vectoriales a base de los grupos estructurales de Assur [7]. Los fundamentos de este método para los mecanismos planos fueron elaborados en el siglo XIX por O. Mor y luego desarrollados por otros científicos. Finalizó el desarrollo de este método al inicio del siglo XX el profesor de Petersburgo (Rusia) L.V. Assur. Este método es universal y válido para el análisis cinemático de mecanismos de cualquiera complejidad

Se menciona el método de Assur de manera breve, en el cual mostró, que cualquier mecanismo articulado puede ser formado mediante la unión de uno o varios mecanismos primarios, con el número de grados de libertad igual a uno, con una o varias cadenas cinemáticas con la movilidad nula nombradas como grupos estructurales. El significado de igualdad a cero del número de grados de libertad de un grupo estructural se puede presentar en la siguiente forma: si uno o varios mecanismos primarios se unen con los grupos estructurales con movilidad nula, entonces el número de grados de libertad del mecanismo compuesto será igual al número de mecanismos primarios. El mecanismo primario, o el mecanismo de primera clase [8], es una cadena cinemática abierta compuesta por la base y un eslabón móvil.

En la figura 1a se muestra un mecanismo de primera clase en que el eslabón móvil está unido con la base mediante el par cinemático de rotación. Grupo estructural es una cadena cinemática abierta compuesta por eslabones móviles. Los grupos estructurales se dividen en clases. Se distinguen los grupos estructurales de segunda clase, de tercera clase, etc. Un grupo estructural de segunda clase está formado por dos eslabones móviles y tres pares cinemáticos, en las figuras de 1b a 1f se muestran los grupos estructurales de segunda clase. Los eslabones *k* y *m*, presentados en los esquemas mediante líneas discontinuas, no entran en los grupos estructurales pero forman con sus eslabones pares cinemáticos externos. Los mecanismos también se dividen en clases. La clase de un mecanismo la determina el grupo estructural de la mayor clase que entra en su estructura. Por ejemplo, si un mecanismo consta de un solo mecanismo de primera clase y grupos estructurales de segunda clase entonces este será de segunda clase. Pero si en el mecanismo entra un solo grupo estructural de tercera clase se identificará como de tercera clase. Esto se define de antemano mediante el análisis estructural ya que el método de la construcción del esquema cinemático, de la síntesis y del análisis cinemático de mecanismos de diferentes clases es diferente. Por ejemplo el esquema cinemático del mecanismo de segunda clase construye mediante el método de marcas, el de tercera clase mediante el método de superposiciones geométricas, el análisis cinemático de los mecanismos de segunda clase se realiza mediante polígonos vectoriales y el de los meca-

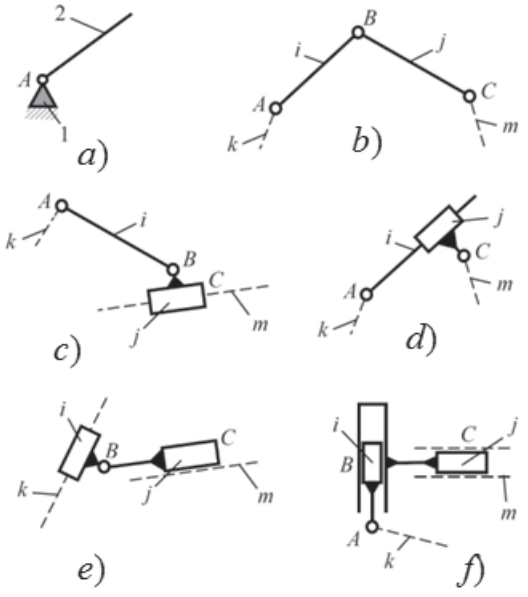


Fig. 1. Diagrama en que se muestran:
a) mecanismo de primera clase, b) grupo estructural de segunda clase de primera variedad; c) grupo estructural de segunda clase de segunda variedad; d) grupo estructural de segunda clase de tercera variedad; e) grupo estructural de segunda clase de cuarta variedad y f) grupo estructural de segunda clase de quinta variedad.

nismos de la mayor clase con el uso de los puntos especiales de Assur [4, 8, 9, 11, 12]. Para obtener un mecanismo de segunda clase de un solo grado de libertad se toma un mecanismo de primera clase y a este se adjunta un grupo estructural de segunda clase de modo que un eslabón del grupo estructural se une con el eslabón móvil del mecanismo de primera clase y el otro con la base. El siguiente grupo estructural se adjunta al mecanismo obtenido del modo igual, un eslabón del grupo estructural se une con el eslabón móvil del mecanismo de primera clase o con uno de los eslabones del grupo estructural anterior y el otro con la base, etcétera.

En correspondencia con el método de polígonos vectoriales el mecanismo se descompone en los mecanismos de primera clase y los grupos estructurales. El análisis comienza con el desprendimiento del mecanismo de primera clase, deducción de las ecuaciones vectoriales para este y su resolución mediante polígonos vectoriales. Luego sucesivamente uno tras otro se desprenden los grupos estructurales y para estos, partiendo del mecanismo de primera clase o del grupo estructural anterior, se deducen las ecuaciones que se resuelven mediante polígonos vectoriales.

2. Presentación de dos métodos del análisis cinemático

Método tradicional que usa los grupos estructurales de Assur

El método tradicional que se usa en la enseñanza está presentado en diferentes libros, así como en [7-12] pero aquí se muestra solamente para presentar con mayor evidencia la diferencia entre el método tradicional y la propuesta. El método se presentará en ambos casos con el uso del igual mecanismo de biela-manivela-corredera. En la figura 2a se presenta dicho mecanismo a escala μ_L. Este mecanismo está compuesto por el mecanismo de primera clase, que incluye la base 1 y la manivela 2, y el grupo estructural de segunda clase de segunda variedad compuesto por la biela 3 y la corredera 4. Los eslabones del grupo estructural están unidos mediante el par cinemático de rotación *C*, que es interno. Para que el grupo estructural sea completo se adicionan a este los pares cinemáticos externos: el de rotación *B*, que une el eslabón 3 con el 2, y el par cinemático deslizante *C*, que une el eslabón 4 con la base 1. El análisis se realiza para el movimiento uniforme ω_2 = constante .

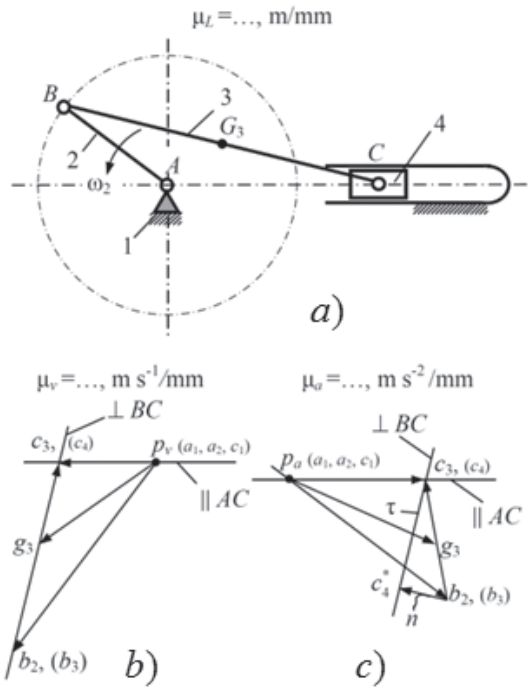


Fig. 2. Método de polígonos vectoriales en forma tradicional: a) presentación del esquema cinemático; b) polígono vectorial de velocidades; c) polígono vectorial de aceleraciones.

Así pues, al principio se deduce la ecuación vectorial para el mecanismo de primera clase. Para esto, al principio se analizan los parámetros cinemáticos del movimiento de los puntos de los eslabones de este mecanismo. Los puntos A_2 y A_1 están situados en el mismo eje geométrico del par cinemático de rotación *A* por consiguiente tienen igual velocidad. La velocidad del punto A_1 es conocida por magnitud y dirección $v_{A1} = 0$, ya que pertenece a la base, por consiguiente la velocidad del punto A_2 también es conocida por magnitud y dirección. Entonces para el mecanismo de primera clase queda desconocida la velocidad del punto B_2, para este punto se deduce la ecuación vectorial. Ahora se analiza el movimiento relativo del punto B_2. Ya que los puntos B_2 y A_2 pertenecen al mismo eslabón entonces ellos no tienen movimiento relativo entre si [1] por consiguiente el punto B_2 realiza el movimiento relativo solamente respecto al A_1 por eso la velocidad de este punto en la ecuación vectorial se tomará como de traslación y la ecuación vectorial para el punto B_2 se presentará en la siguiente forma:

$$\vec{v}_{B2} = \underline{\underline{\vec{v}_{A1}}} + \underline{\underline{\vec{v}_{B2A1}}} \quad (1)$$

En la ecuación (1) ambos términos del miembro derecho se conocen por magnitud y dirección: $v_{A1} = 0$, $v_{B2A1} = \omega_2 L_{AB}$, y el término izquierdo, la velocidad $\vec{v}_{B2}$, no tiene parámetros conocidos, por consiguiente la ecuación (1) tiene dos incógnitas. Puesto que una ecuación vectorial puede ser sustituida por dos escalares, entonces la ecuación (1) es determinada y puede ser resuelta mediante polígono vectorial. En el estudio de Teoría de Mecanismos y Máquinas, para la mayor comodidad, a los estudiantes se les recomienda los vectores conocidos por magnitud y dirección subrayar por dos líneas, los vectores conocidos solamente por dirección por una sola línea. Adicionalmente los vectores conocidos solamente por dirección se les recomienda indicar la dirección del vector.

El método tradicional de la resolución de la ecuación (1) es el siguiente: se elige la escala $\mu_v = v_{B2A1}/a_1b_2 = ...$ ms^{-1}/mm y se traza el vector $\overrightarrow{a_1b_2}$ que es representante de la velocidad relativa v_{B2A1} en el polígono vectorial. Con esto se resuelve la ecuación (1) en que resulta que $v_{B2} = v_{B2A1}$, por consiguiente $\overrightarrow{p_vb_2} = \overrightarrow{a_1b_2}$ en donde p_v es el polo del polígono vectorial de velocidades. Este está presentado en la figura 2b. Aquí hay que mencionar que en la enseñanza es muy importante presentar la diferencia estos dos vectores para la fijación en la mente de los estudiantes la diferencia entre el movimiento absoluto y relativo. Aunque las longitudes de los segmentos de los vectores $\overrightarrow{p_vb_2}$ y $\overrightarrow{a_1b_2}$ son iguales, pero su significado es diferente, el primero representa la velocidad absoluta y el segundo la relativa.

Ya que el eslabón 3 está unido con el 2 mediante el par cinemático *B* que es de rotación, por consiguiente $\vec{v}_{B3} = \vec{v}_{B2}$ por eso el final del vector $\overrightarrow{p_vb_2}$ adicionalmente se marca con el símbolo b_3. Para la mayor comodidad en los polígonos vectoriales deben ser presentados los símbolos de todos los puntos que tienen igual magnitud de la velocidad o de la aceleración.

Para deducir las ecuaciones vectoriales de las velocidades para el grupo estructural de segunda clase de segunda variedad, los eslabones 3 y 4 mentalmente se separan en el par cinemático interior *C* y se deducen las ecuaciones vectoriales para los puntos C_3 y C_4 separadamente:

$$\vec{v}_{C3} = \vec{v}_{B2} + \vec{v}_{C3B2} \quad (2)$$

$$\vec{v}_{C4} = \vec{v}_{C1} + \vec{v}_{C4C1} \quad (3)$$

en que $v_{C1} = 0$

Cada una de las ecuaciones (3) y (4) tiene tres incógnitas la magnitud y dirección de las velocidades absolutas $\vec{v}_{C3}$ y $\vec{v}_{C4}$ y la magnitud de las velocidades relativas $\vec{v}_{C3B2}$ y $\vec{v}_{C3C4}$ por consiguiente no pueden ser resueltas separadamente. Para disminuir la cantidad de incógnitas los eslabones 3 y 4 nuevamente se unen mediante el par cinemático de rotación *C*. Esta unión se expresa mediante:

$$\vec{v}_{C4} = \vec{v}_{C3} \quad (4)$$

que permite las ecuaciones (2) y (3) presentar en forma de una sola:

$$\underline{\underline{\vec{v}_{B2}}} + \underset{\perp BC}{\underline{\vec{v}_{C3B2}}} = \underline{\underline{\vec{v}_{C1}}} + \underset{\square AC}{\underline{\vec{v}_{C4C1}}} \quad (5)$$

La resolución de la ecuación (5) se muestra en la figura 2b, en que los vectores $\overrightarrow{b_2c_3}$ y $\overrightarrow{a_1c_4}$ en el polígono vectorial son representantes de las velocidades relativas v_{C3B2} y v_{C4C1}, respectivamente. Luego se determinan las magnitudes de las velocidades: $v_{C4} = \mu_v p_v c_4$,..., m/s, $v_{C3B2} = \mu_v p_v c_3$,..., m/s y la velocidad angular del eslabón 3 en una forma $\omega_3 = v_{C3B2}/L_{BC}$ =..., s^{-1} o en otra $\omega_3 = \mu_v b_2c_4/\mu_L BC$ =..., s^{-1}.

El polígono vectorial de aceleraciones se construye mediante los razonamientos iguales. Al principio se deduce la ecuación vectorial para el punto *B* del eslabón 2:

$$\vec{a}_{B2} = \underline{\underline{\vec{a}_{A1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,n}_{B2A1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,\tau}_{B2A1}}} \quad (6)$$

en donde $\vec{a}_{A1} = 0$, la aceleración normal $a^n_{B2A1} = \omega^2 L_{AB}$ y la aceleración tangencial $a^\tau_{B2A1} = \alpha^2 L_{AB}$ ya que ω^2 = const.

La construcción del polígono vectorial comienza con la elección de escala:

$$\mu_a = \frac{a^n_{B2A1}}{a_1b_2} = ..., \text{ ms}^{-2}/\text{mm} \quad (7)$$

En la figura 2c se muestra la solución gráfica de la ecuación (6) donde el vector $\overrightarrow{a_1b_2}$ es el representante del vector de la aceleración relativa a^n_{B2A1}.

Luego, así como en la construcción del polígono vectorial de velocidades, los eslabones 3 y 4 se separan en el par

cinemático de rotación C y se deducen las ecuaciones para los puntos C_3 y C_4 separadamente. Después los eslabones nuevamente se unen mediante el par cinemático C y las ecuaciones se presentan en forma de una sola:

$$\underline{\underline{\vec{a}_{B2}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,n}_{C3B2}}} + \underset{\perp BE}{\underline{\underline{\vec{a}^{\,\tau}_{C3B2}}}} = \underline{\underline{\vec{a}_{C1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,c}_{C4C1}}} + \underset{\square m\text{-}m}{\underline{\underline{\vec{a}^{\,\tau}_{C4C1}}}} \qquad (8)$$

En la ecuación (8) $a^{n}_{C3B2} = \omega_3^2 L_{BC} = ...$, m/s^2 y $a^{c}_{C4C1} = 2\omega_1 L_{BC} = 0$ ya que $\omega_1 = 0$. A pesar de que el vector aceleración de Coriolis es nulo, del punto de vista educativo a los estudiantes se les recomienda presentarla en la ecuación ya que el eslabón 4 con la base 1 está unido mediante el par cinemático deslizante.

La resolución de la ecuación (8) se ilustra en la figura 2c. Con la resolución de la ecuación (8) se determina:

$$\underline{\underline{\vec{a}_{C3B2}}} = \underline{\underline{\vec{a}^{\,n}_{C3B2}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,\tau}_{C3B2}}} \qquad (9)$$

en que a_{C3B2} es desconocida tanto por magnitud como por dirección. Luego se calculan:

$$a_{C4} = \mu_a p_a c_4 = ..., \text{ m/s}^2 \qquad (10)$$

$$a_{C3B2} = \mu_a b_2 c_2 = ..., \text{ m/s}^2 \qquad (11)$$

y

$$\alpha_3 = \frac{a^{\tau}_{C3B2}}{L_{BC}} = ..., \text{ s}^{-2} \qquad (12)$$

en donde $a_{C3B2} = \mu_a c_3 c_3 = ...$, m/s^2

Para determinar la velocidad y la aceleración del punto G_3 se utiliza el teorema de semejanza conocida en geometría que, para el ejemplo presente, se presentará en forma:

$$\frac{b_2 c_3}{BC} = \frac{b_2 g_3}{BG_3} \qquad (13)$$

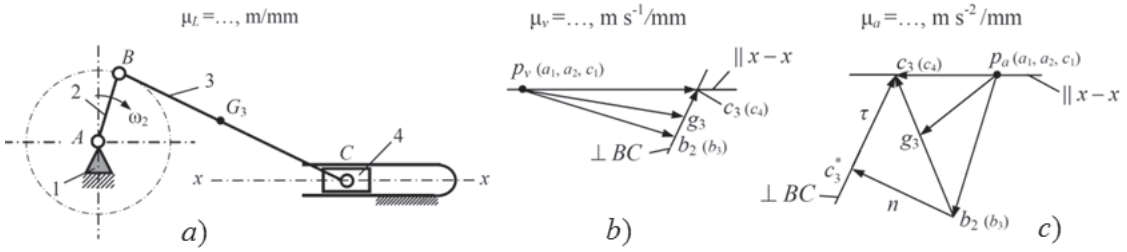
Sin embargo para muchos alumnos este método resulta complejo. El problema radica en el conflicto entre el tiempo, que es dado para el estudio de esta disciplina, y la cantidad y calidad de la información, que debe aprender el estudiante. Durante el aprendizaje el estudiante debe obtener altos conocimientos teóricos, aprender en automático a solucionar varios problemas de Teoría de Mecanismos y Máquinas así como: distinguir el movimiento relativo del absoluto y del de traslación, relacionar la forma del movimiento relativo de un punto del eslabón con el tipo del par cinemático que une este eslabón con el otro. Además, debe tener bajo el control todos los puntos para los cuales, formalmente, es posible deducir las ecuaciones vectoriales (ya que en el grupo estructural entran tres pares cinemáticos entonces tales puntos son seis). Además, el estudiante debe liberarse de la multitud de confusiones uno de que es la existencia del movimiento relativo entre dos puntos que pertenecen al mismo eslabón que realiza el movimiento giratorio.

Para evitar estas y otras dificultades, sin perjudicar a los conocimientos, se propone el método que se presenta en adelante.

Uso del método de fragmentación

El método de fragmentación consiste en la disminución de la cantidad de objetos que debe analizar el estudiante. Para esto el mecanismo se descompone en los fragmentos más simples que el mecanismo de primera clase y los grupos estructurales de Assur. Los fragmentos tienen en su estructura un solo eslabón móvil y un par cinemático que determina el tipo del movimiento relativo del eslabón. El eslabón que forma el par cinemático pero no entra en el fragmento en la presentación esquemática se muestra en líneas discontinuas.

El método en forma general se puede presentar en la siguiente forma. Al principio, del mecanismo se desprende el primer fragmento compuesto por el eslabón móvil y el par cinemático que lo une con la base. Este fragmento debe tener conocidos las velocidades y aceleraciones angulares designados al eslabón móvil, si el par cinemático es de rotación. En este fragmento las ecuaciones vectoriales se deducen para un solo punto que tiene parámetros cinemáticos (la velocidad y la aceleración) desconocidos. Los parámetros cinemáticos del otro punto del eslabón se consideran conocidos. Luego se desprende el siguiente fragmento compuesto por el siguiente eslabón móvil del mecanismo y el par cinemático que lo une con el eslabón móvil del primer fragmento. Este eslabón también tiene un solo punto con los parámetros cinemáticos desconocidos. Entonces para este punto se deducen las ecuaciones vectoriales. El último fragmento se compone por el eslabón móvil y el par cinemático que lo une con la base. Así de esta manera, se desprenden



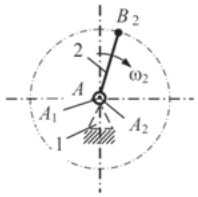
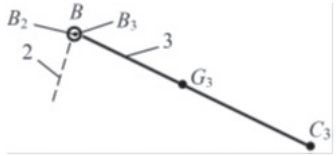
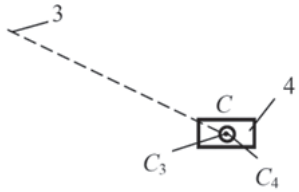
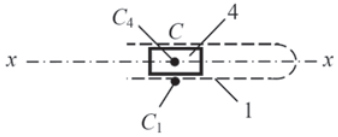
Núm. fragmento	Esquema	Ecuación vectorial de velocidades	Ecuación vectorial de aceleraciones
1		$v_{A1} = 0$ $\vec{v}_{B2} = \underline{\underline{\vec{v}_{A1}}} + \underline{\underline{\vec{v}^{\,n}_{B2A1}}}$ $v_{B2A1} = \omega_2 L_{AB}$ $\mu_v = \dfrac{v_{B2A1}}{p_v b_2} = ..., \text{ms}^{-1}/\text{mm}$	$a_{A1} = 0$ $\vec{a}_{B2} = \underline{\underline{\vec{a}_{A1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,n}_{B2A1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,\tau}_{B2A1}}}$ $a^n_{B2A1} = \omega_2^2 L_{AB}$ $\mu_a = \dfrac{a_{B2A1}}{p_a b_2} = ..., \text{ms}^{-1}/\text{mm}$
2		$\vec{v}_{B3} = \vec{v}_{B2}$ $\vec{v}_{C3} = \underline{\underline{\vec{v}_{B2}}} + \underline{\vec{v}^{\,n}_{C3B2}}_{\perp BC}$	$\vec{a}_{B3} = \vec{a}_{B2}$ $\vec{a}_{C3} = \underline{\underline{\vec{a}_{B2}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,n}_{C3B2}}} + \underline{\vec{a}^{\,\tau}_{C3B2}}_{\perp BC}$
3		$\vec{v}_{C4} = \vec{v}_{C3}$	$\vec{a}_{C4} = \vec{a}_{C3}$
4		$\vec{v}_{C4} = \underline{\underline{\vec{v}_{C1}}} + \underline{\vec{v}_{C4C1}}_{\square CD}$	$\vec{a}_{C4} = \underline{\underline{\vec{a}_{C1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\,c}_{C4C1}}} + \underline{\vec{a}^{\,\tau}_{C4C1}}_{\square CD}$

Fig. 3. Construcción de polígonos vectoriales de velocidades y aceleraciones mediante el método de fragmentación.

todos los fragmentos del mecanismo, se determinan los puntos para los que se deducen las ecuaciones vectoriales. Así, como en el método tradicional, las ecuaciones de los fragmentos, se resuelven mediante polígonos vectoriales. Ya que el análisis se reduce al de un solo punto del eslabón móvil, entonces la determinación de este y la deducción de las ecuaciones vectoriales no tienen ningunas dificultades.

Al principio se muestra la construcción del polígono vectorial de velocidades.

Para mayor comodidad, el método se muestra en forma de tabla en la figura 3. En la figura 3a se muestra el esquema del mismo mecanismo de biela-manivela-corredera, que antes fue presentado.

Así pues, según la presentación general del método, al principio desde el mecanismo completo se desprende el fragmento 1. Este está compuesto por la manivela 2 y el par cinemático de rotación A mediante que el eslabón 2 se une con la base 1. Al eslabón 2 pertenecen dos puntos A_2 y B_2 que se ubiquen en los extremos del mismo. Entre estos dos puntos la velocidad del punto A_2 es conocida por magnitud y dirección $\vec{v}_{A2}= \vec{v}_{A1}$ por consiguiente queda desconocida solamente la velocidad del punto B_2. Para este punto la velocidad del punto A_1 será la de traslación, por consiguiente la ecuación vectorial obtendrá la siguiente forma:

$$\vec{v}_{B2} = \underline{\underline{\vec{v}_{A1}}} + \underline{\underline{\vec{v}_{B2A1}}} \tag{14}$$

en que $v_{A1} = 0$ y $v_{B2A1}= \omega_2 L_{AB}$.

De igual modo, como en el ejemplo anterior, se elige escala $\mu_v = v_{B2A1}/a_1b_2 =...$, ms^{-1}/mm y mediante el polígono vectorial se resuelve la ecuación (14). La solución de la ecuación (14) se reduce a la construcción del vector $\overrightarrow{p_v b_2}$ y $\overrightarrow{a_1 b_2}$ presentado en la figura 3b.

Luego se forma el segundo fragmento compuesto por el eslabón 3 y el par cinemático de rotación *B*. Así pues, en este fragmento se observa, que el punto B_3 va a adquirir la velocidad igual a la del B_2, entonces resulta desconocida la velocidad solamente del punto C_3 que, debido al par cinemático *B*, gira respecto al B_2. Entonces para el punto C_3 la velocidad del punto B_2 será la de traslación y la ecuación vectorial obtendrá la siguiente forma:

$$\vec{v}_{C3} = \underline{\underline{\vec{v}_{B2}}} + \underset{\perp BC}{\underline{\vec{v}_{C3B2}}} \tag{15}$$

La ecuación (15) tiene tres incógnitas la magnitud y dirección de la velocidad absoluta $\vec{v}_{C3}$ y la magnitud de la velocidad relativa v_{C3B2}. Entonces la ecuación (15) en esta etapa no puede ser resuelta completamente y tiene la solución parcial que se reduce a la construcción de la línea perpendicular a *BC* trazada a través del punto b_2 del polígono vectorial. Sobre esta línea debe estar el vector velocidad relativo $\vec{v}_{C3B2}$. Ya que la resolución de la ecuación (15) es parcial entonces se forma el tercer fragmento compuesto por el eslabón 4 y el par cinemático *C* que lo une con el eslabón 3. Ya que el par cinemático *C* es de rotación entonces el punto C_4 va a adquirir la velocidad del punto C_3. Aquí, en este fragmento no hay otros puntos a que podría ser prestada la atención.

Luego se pasa a la formación del cuarto fragmento que se compone por el eslabón 4 y el par cinemático deslizante *C* que une el eslabón 4 con la base 1.

En el cuarto fragmento la velocidad del punto C_1 es conocida por magnitud y dirección, $v_{C1}= 0$, entonces para el punto C_4 debe ser tomada como de traslación. Teniendo en cuenta que el par cinemático *C* es deslizante la ecuación vectorial para este punto será presentada en la siguiente forma:

$$\vec{v}_{C4} = \underline{\underline{\vec{v}_{C1}}} + \underset{\square x-x}{\underline{\vec{v}_{C4C1}}} \tag{16}$$

Ya que el punto C_1 pertenece a la base entonces $v_{C1} = 0$, por consiguiente el origen y final del vector velocidad de este punto se ubicará en el polo p_v y la línea, sobre el cual que estará el vector velocidad relativo $\vec{v}_{C4C1}$, pasará a través del polo p_v hasta la intersección con la línea perpendicular a *BC*. Entonces el representante de la velocidad v_{C4} en el polígono vectorial será el vector $\overrightarrow{p_v c_4}$, el representante de la velocidad relativa v_{C4C1} será el vector $\overrightarrow{c_1 c_4}$.

Todavía queda no resuelta la ecuación (15) en que queda desconocida la magnitud de la velocidad relativa v_{C3B2}. Al analizar el polígono vectorial en la figura 3*b* se observa que el segmento b_2c_3 en el polígono vectorial es representante de la velocidad v_{C3B2}, por consiguiente:

$$v_{C3B2} = \mu_v b_2 c_3 =..., \text{ m/s}^2 \tag{17}$$

y la velocidad angular del eslabón 3 queda como:

$$\omega_3 = \frac{v_{C3B2}}{L_{BC}} =..., \text{ s}^{-1} \tag{18}$$

Empleando los razonamientos iguales se construye el polígono vectorial de aceleraciones. Para el primer fragmento la ecuación vectorial tendrá forma:

$$\vec{a}_{B2} = \underline{\underline{\vec{a}_{A1}}} + \underline{\underline{\vec{a}_{B2A1}}} + \underline{\underline{\vec{a}_{B2A1}}} \tag{19}$$

en donde $a_{A1} = 0$, $a^n_{B2A1} = \omega_2^2 L_{AB}$ y $a^\tau_{B2A1} = 0$
ya que $\omega_2 = const$.

Así, como en el ejemplo anterior se elige la escala $\mu_a = a^n_{B2A1} / a_1b_2 =...$, ms^{-2}/mm y se construye el polígono vectorial que se reduce al vector $\overrightarrow{a_1 b_2}$ presentado en la figura 3*c* en que $\overrightarrow{p_a b_2} = \overrightarrow{a_1 b_2}$.

Para el segundo fragmento la ecuación vectorial para el punto C_3 será presentada mediante:

$$\vec{a}_{C3} = \underline{\underline{\vec{a}_{B2}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{n}_{C3B2}}} + \underset{\perp BC}{\underline{\vec{a}^{\tau}_{C3B2}}} \qquad (20)$$

En la ecuación (20) son conocidos por magnitud y dirección $\vec{a}_{B2}$ y $a^{n}_{C3B2} = \omega_3 L_{BC}$ el vector aceleración $\vec{a}^{\tau}_{C3B2}$ es conocido solo por dirección y el vector $\vec{a}_{C3}$ es desconocido tanto por magnitud, como por dirección, por consiguiente la ecuación (20) es indeterminada y puede ser resuelta solo parcialmente. Así pues, según la ecuación (20) al final del vector $\vec{a}_{B2}$, el que en el polígono vectorial representa el vector $\overrightarrow{p_a b_2}$, se aplica el origen del vector $\vec{a}^{c}_{C3B2}$. Ya que este vector está aplicado al punto C_3 y representa uno parcial, entonces el final de este se marca con el símbolo c^{*}_{3} y a través de este punto se traza la línea perpendicular a BC.

Puesto que la ecuación (20) fue resuelta parcialmente se pasa a la deducción de la ecuación vectorial para el punto C_4 del tercer fragmento en que el eslabón 4 se une con el 3 mediante el par cinemático de rotación C. La ecuación vectorial para este punto será presentado así:

$$\vec{a}_{C4} = \vec{a}_{C3} \qquad (21)$$

Se realiza el siguiente paso, deducción de la ecuación para el último fragmento compuesto por el eslabón 4 y el par cinemático deslizante C. Para este la ecuación vectorial tendrá la siguiente forma:

$$\vec{a}_{C4} = \underline{\underline{\vec{a}_{C1}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{c}_{C4C1}}} + \underset{\square x-x}{\underline{\vec{a}^{\tau}_{C4C1}}} \qquad (22)$$

En la ecuación (22) $a_{C1} = 0$, ya que el punto C_1 pertenece a la base, la aceleración de Coriolis $a^{c}_{C4C1} = 2\omega_1 v_{C4C1} = 0$ ya que $\omega_1 = 0$ y a^{τ}_{C4C1} es conocido por dirección ya que el movimiento relativo se realiza en el par cinemático deslizante.

La ecuación (22) se resuelva del siguiente modo. Como $a_{C1} = 0$ y $a^{c}_{C4C1} = 0$ entonces el origen y final de ambos vectores se ubicarán en el polo p_a. Así pues la línea paralela a x-x, sobre que debe estar el vector aceleración $\vec{a}^{\tau}_{C4C1}$, pasará a través del polo p_a hasta la intersección con la línea perpendicular a BC. Resulta que el vector $\overrightarrow{c_1 c_4}$ en el polígono vectorial será representante del vector a^{τ}_{C4C1} y $\overrightarrow{p_a c_4}$ será representante de la aceleración absoluta $\vec{a}_{C4}$.

Ahora se puede pasar a la resolución de la ecuación (20) en que queda desconocida la magnitud de la aceleración a^{τ}_{C3B2}. Examinando la figura 3c se llega a la única conclusión que el segmento $c^{*}_{3} c_3$ es representante de la aceleración a^{τ}_{C3B2} en el polígono vectorial y la aceleración angular del eslabón 3 se calculará por la formula (12).

En el capítulo presente no se muestra el modo de la determinación de la aceleración sumatoria

$$\vec{a}_{C3B2} = \underline{\underline{\vec{a}^{n}_{C3B2}}} + \underline{\underline{\vec{a}^{\tau}_{C3B2}}}$$

ni de la velocidad y aceleración del punto G_3 ya que es idéntico al del método tradicional, solamente la fórmula (13) luce más clara y evidente.

3. Conclusiones

En el material expuesto se mostró un método de la construcción de polígonos vectoriales de velocidades y aceleraciones de los mecanismos planos de segunda clase. Este método tomó como elementos básicos del mecanismo fragmentos más simples que el grupo estructural de Assur. Estos incluyen un solo eslabón móvil y un par cinemático. El tipo del par cinemático determina el tipo del movimiento relativo del eslabón que alivia mucho la determinación del punto para que sea necesario deducir la ecuación vectorial. En el material se muestra el método de la formación de los fragmentos, deducción y resolución de las ecuaciones vectoriales para estos. Para que sea más evidente la diferencia entre el método tradicional y el nuevo se tomó el igual mecanismo de biela-manivela-corredera. El método presentado esencialmente alivia el estudio de la parte más complicada para el aprendizaje sin perjudicar a los conocimientos de los estudiantes y acelera el proceso de la enseñanza. Este método fue probado por el autor en la impartición de clases de Cinemática y Dinámica de Máquinas en la Universidad de Guadalajara.

El método está dirigido a los profesores que imparten clases de Teoría de Mecanismos y Máquinas en la escuela superior.

Referencias

[1] Boris F. Voronin, Jesús A.Álvares Sánches. "Un método Analítico de Análisis Cinemático de Mecanismos

Articulados." *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica*. vol. 12, núm. 1, 2008, p. 7.

[2] Dan B. Marguithu, Malcolm J. Crocker. Analisis *Elements of Mechanisms*. Cambridge, University Press, 2001, pp. 21-82.

[3] Norton, Robert L. *Diseño de maquinaria*. 3a ed. McGraw-Hill. 2005, pp. 231-328.

[4] Levitskiy N.I. *Teoría de mecanismos y máquinas*. Nauka. Moscú. 1979, pp. 52-84.

[5] S.N. Sumskiy. *Cálculo de características cinemáticas y dinámicas de mecanismos articulados*. Mashinostroenie. Moscú, 1980, pp. 8-31.

[6] Joseph Edward Shigley, John Joseph Uicker Jr. "Teoría de mecanismos y máquinas." McGraw-Hill, 1990, pp. 74-203.

[7] Assur L.V. *Dibujos de velocidades y aceleraciones de los puntos de mecanismos de planos*. SPB. Instituto Politécnico de San Petersburgo, 1913.

[8] Artobolevskiy I.I. "*Teoría de mecanismos y máquinas*". Nauka, Moscú, Rusia. 1988.

[9] Baranov G. G. *Curso de la teoría de mecanismos y máquinas*. Mir, Moscú, 1985.

[10] Boris F. Voronin. "Principios de la teoría de mecanismos y máquinas. Tomo I. Análisis y síntesis de mecanismos articulados". Universidad de Guadalajara, 2006. pp. 69-94, 105-110.

[11] Frolov K. V. (Ed.). *Teoría de mecanismos y máquinas*. MGTU, N.E. Bauman, Moscú, Rusia, 2002.

[12] Gavrilenko V. A. (Ed.). Teoría de mecanismos y máquinas". Moskú, "Vischaya Shkola". 1973, pp.18-19, 67-138.

[13] Rogue Gallego Pérez, José Antonio Carta González. *Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros*. McGraw-Hill. 1998, pp. 57-88.

DOAJ

Directory of Open Access Journals

DOAJ is an online directory that indexes and provides access to high quality, open access, peer-reviewed journals.

http://www.doaj.org

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

Promedio de descargas mensuales de artículos:

2007	2 571
2008	2 864
2009	3 651
2010	**4 916**

121 artículos descargados por día en 2009

163 artículos descargados por día en 2010

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
http://redalyc.uaemex.mx/

Científica, vol.18, núm. 1, pp. 31-37, enero-marzo 2014.
ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO

Proveedores de tecnología, spin-off universitarios a partir de los Laboratorios de Innovación Tecnológicos

Joaquín **García-Ortega**
José Bernardo **Parra-Victorino**
Maria Laura **Santos-Palacios**
Gildardo **Zarza-Arronte**

Instituto Tecnológico de Puebla,
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Av. Tecnológico 420, Col. Maravillas,
CP 72460 Puebla, Puebla.
MÉXICO.

correo electrónico (email): joaquingortega@gmail.com
bernardoparra@hotmail.com
gdzarza@hotmail.com
mlsp57@hotmail.com

Recibido 13-04-2013, aceptado 07-10-2013.

Resumen

El presente documento expone la conformación de spin-off universitarios a partir de los Laboratorios de Innovación Tecnológica (LIT). Integrado por académicos y alumnos de las diferentes facultades de las Instituciones de Educación Superior (IES) quienes prestaron sus servicios al LIT y conformaron paquetes tecnológicos que maduraron a un producto. El producto involucró investigación de varios asesores especializados en procesos de creación del LIT. Las empresas quienes resolvieron sus problemas tecnológicos apoyados en los LIT, cuentan ahora con un proveedor directo conformado por los spin-off universitarios quienes les ayudarán a resolver sus problemas tecnológicos en un futuro y quienes obtendrán una recompensa. Estos grupos de trabajo quienes conforman un spin-off resuelven un problema de la sociedad en la que vivimos tal como el desempleo y se espera que motive la apertura de nuevas pequeñas y medianas empresas (PyMEs).

Con esto se busque mermar las altas tasas que reflejan las estadísticas de desocupación poblacional, ofreciendo un trabajo, para los profesionistas y demás colaboradores que participen en los LIT bajo un programa dirigido por el mismo laboratorio en la creación de spin-off universitarios.

Palabras clave: desempleo, innovación, creatividad, spin-off universitarios, redes de conocimiento.

Abstract
(Providers of Technology, University Spin-Off from Labs Technological innovation)

This document describes the structure of the university spin-off based in Technological Innovation Laboratories (TIL). Composed of academics and students from different faculties of IES who provided their services to TIL. and formed technological packages that matured to a product. The product involved a lot of research from several specialized consultants in building processes of TIL. Companies who solved their technology problems supported by TIL, now have a direct provider: the university spin-off, who will help them solve their technological problems in the future and who will obtain a reward. These working groups, who make a spin-off, solve a problem of the society in which we live as unemployment and, we expect to encourage the opening of new SMEs.

This seeks to diminish the high rates that reflect the statistics of unemployment by offering a job to the professionals and other partners involved in the TILs under a program run by the same laboratory in the creation of university spin-off.

Key words: unemployment, innovation, creativity, university spin-off, coknowledge networks.

1. Introducción

Gracias a la transferencia del conocimiento a partir de los Laboratorios de Innovación Tecnológica (LIT) [1] se gene-

ran los spin-off universitarios quienes toman el papel de proveedores, que dan servicio y apoyo a las empresas en busca de una recompensa.

Los Laboratorios de Innovación Tecnológica (LIT) son conformados por la red del conocimiento (académicos y estudiantes). Estas redes se encuentran conformadas en su gran mayoría por universidades, y centros de investigación pública o privada [2].

Cuando una empresa solicita al LIT apoyo en la solución de un problema tecnológico. El LIT bajo la red del conocimiento expone a la empresa un proceso o producto plasmado en lo que se conoce como "paquete tecnológico", que es donde se establece lo términos de solución al problema. Los spin-off universitarios ofrecen sus servicios a partir de los paquetes tecnológicos generados por los LIT.

Los spin-off universitarios toman en cuenta que la creatividad debe ser inducida al negocio. Está claro que la creación de una empresa constituye una iniciativa individual o colectiva y que el desarrollo de los spin-off universitarios puede complementar una iniciativa de apoyo público a la innovación.

El emprendimiento de estos spin-off universitarios puede contribuir al crecimiento económico, convirtiéndose en el mecanismo que facilite el acceso al conocimiento y que este beneficie a una sociedad demandante de puestos laborales y de sueldos justos [3].

2. Perspectiva estadística de Puebla

En la actualidad, se establece los parámetros de puestos de trabajo con cupo limitado, llama la atención el porcentaje de egresados que busca trabajo y que durante el reinicio de la actividad escolar deja de buscar; este fenómeno expresa una nueva dinámica, continuar estudiando mientras se encuentra algo mejor.

En esta sociedad, cada individuo que nace, crece y se desarrolla en ella, demanda una mejor posición social, y con esto se denota la importancia de la aspiración del recién egresado de una licenciatura, que al concluir sus estudios universitarios, aspira a un empleo que recompense su esfuerzo académico.

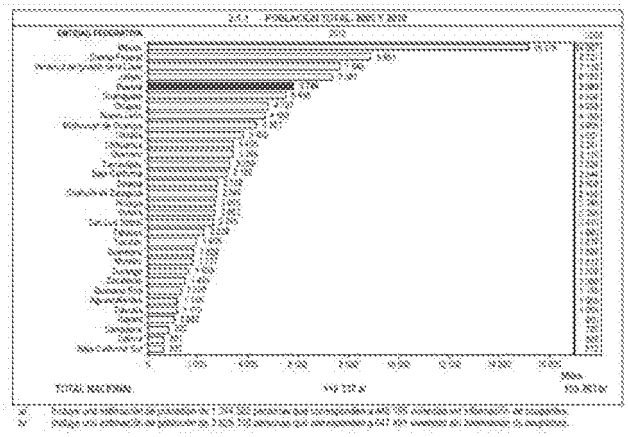


Fig. 1. Población Total 2005 y 2010
(Perspectiva estadística Puebla, septiembre 2011, INEGI).

Pero la realidad, es que cada individuo capacitado y titulado por esta sociedad sale a un océano rojo, donde se debate con su mejor colega, un puesto, que está fuera de lo que imaginó, cuando inició su proceso de aprendizaje. Queda claro con lo anterior, que los cientos de desempleados titulados anuales proliferan en la sociedad, en diferentes giros económicos e incluso siguen esperando un lugar, con un sueldo que ni siquiera satisface sus expectativas

Puebla es la entidad federativa que se posiciona en el 5° lugar más poblado del país tal y como se observa en la figura 1 [5].

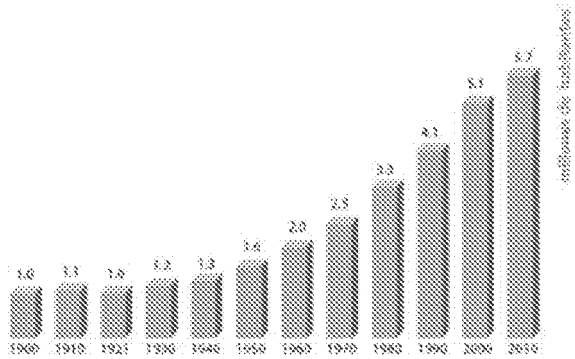


Fig. 1. Población total del estado de Puebla.
(Perspectiva estadística Puebla, septiembre 2011, INEGI).

Tabla 1. Población escolar total (http://www.anuies.mx/servicios/e_educacion/index2.php).

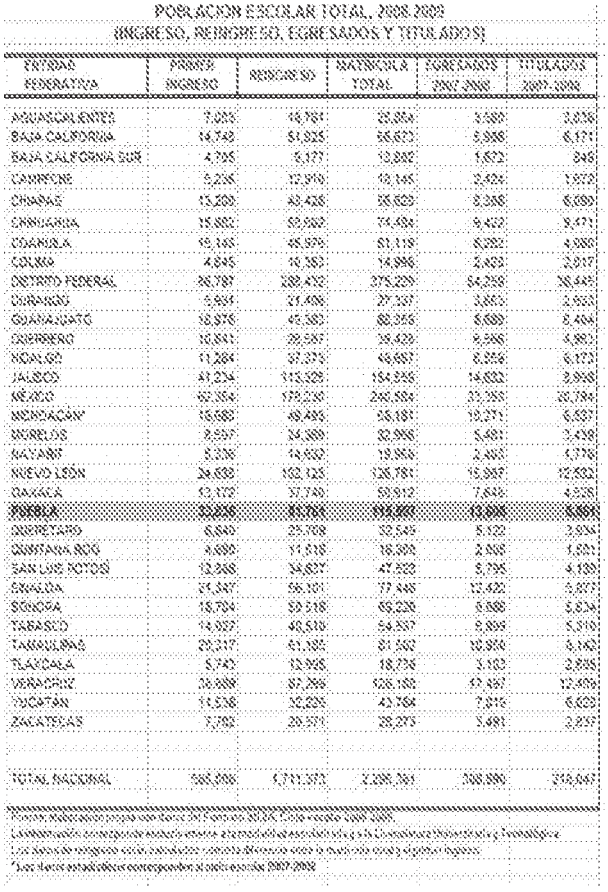


Fig. 3. Tasa de ocupación y desocupación 2011 (Perspectiva estadística Puebla, septiembre 2011, INEGI).

Esta entidad ha sufrido el fenómeno conocido como explosión demográfica al incrementar drásticamente su población en las últimas 4 décadas, como se muestra en la figura 2 [5].

Este aumento de población ha forzado el incremento de espacios educativos, mismo que se ha incrementado por la llegada de estudiantes foráneos, a quienes les gusta el estado y deciden permanecer en él, formalizando generaciones futuras de familias completas, las cuales impactan en las estadísticas de población; y que, además, demandan una posición social económica estable, al luchar en un mercado sobresaturado de profesionistas.

En los últimos 30 años se ha incrementado el número de Instituciones de Educación Superior de donde emanan más

Tabla 2. Rangos de empleados en el estado de Puebla.

ESTADO	EMPRESAS			
	Industria	Comercio	Servicios	Total
AGUASCALIENTES	767	4,231	1,322	6,320
BAJA CALIFORNIA	1,221	6,593	3,673	11,487
BAJA CALIFORNIA SUR	121	8,543	3,152	11,816
CAMPECHE	704	4,563	1,519	6,786
COAHUILA	1,569	6,887	4,439	12,895
COLIMA	267	902	369	1,538
CHIAPAS	877	2,358	1,412	4,647
CHIHUAHUA	3,530	20,720	8,104	32,354
DISTRITO FEDERAL	5,439	60,696	32,815	98,950
DURANGO	628	455	260	1,343
GUANAJUATO	6,008	34,303	7,178	47,489
GUERRERO	714	1,002	514	2,230
HIDALGO	1,097	20,816	4,030	25,943
JALISCO	5,019	65,528	29,183	99,730
ESTADO DE MEXICO	4,086	61,647	18,031	83,764
MICHOACAN	1,774	33,894	6,210	41,878
MORELOS	169	1,761	999	2,929
NAYARIT	165	9,566	1,861	11,592
NUEVO LEON	2,295	10,000	3,896	16,191
OAXACA	401	2,474	1,504	4,379
PUEBLA	1,995	12,639	7,764	22,398
QUERÉTARO	649	43,919	11,688	56,256
QUINTANA ROO	1,098	14,161	10,194	25,453
SAN LUIS POTOSI	302	10,416	2,566	13,284
SINALOA	976	7,092	1,809	9,877
SONORA	259	3,876	1,392	5,527
TABASCO	2,022	5,444	1,870	9,336
TAMAULIPAS	1,731	12,431	5,234	19,396
TLAXCALA	279	8,826	1,638	10,743
VERACRUZ	6,627	23,288	7,375	37,290
YUCATAN	923	27,165	5,754	33,842
ZACATECAS	441	9,508	952	10,901
TOTAL	54,135	535,704	188,707	778,564

de 8000 egresados de las diferentes casas de estudio en el estado de Puebla anualmente, como se detalla en la tabla 1.

La cifra es preocupante, ya que aunque las IES del estado cumplen con las normativas de calidad en educación no pueden hacerse cargo de buscar un puesto trabajo para todos sus egresados ya que estos puestos dependen de la situación económica del país, que elevan las tasas de desocupación en el estado, tal como se describe en la figura 3.

Es importante resaltar que la economía de esta entidad depende de los numerosos empresarios quienes ponen su confianza en la mano de obra poblana estableciendo compromisos con su gobierno, en la consolidación de empresas de diferentes ramos, quienes apoyan en la creación y concesión de empleos que son escasos ocupando sólo a 22, de 298 personas, tal como se muestra en la tabla 2.

Por todo lo anterior, los profesionistas de estas generaciones, deben de abandonar el pensamiento heredado, dejar de ser empleados por empleadores, y con ello bajo un liderazgo individual compartan la visión que ofrece un pensamiento creativo motivado por la esencia del compañerismo y la amistad, que alienten ideas, y que estas impulsen a construir una nueva sociedad, donde no falten los puestos trabajo y se obtenga un salario digno.

3. Spin-off universitarios: empresas del futuro

Algunos spin-off universitarios nacen a partir de las oportunidades que emanan de los Laboratorios de Innovación Tecnológica que fabrican paquetes tecnológicos que requieren las empresas para funcionar en algunos de sus procesos [4].

Un spin-off universitario está vinculado a la infraestructura ofrecida por el parque tecnológico o incubadora donde se ubica. Lo que impulsa a los spin-off universitarios es la creatividad, la capacidad emprendedora y los recursos técnicos de que disponen.

En realidad, un spin-off universitario se consolida como una empresa de *base tecnológica* donde esta se caracteriza por la fabricación de productos, prestación de servicios o desarrollo de procesos innovadores, mediante la aplicación de conocimientos técnicos y científicos. No solo abre las puertas al científico o investigador universitario para la generación sino también para aquellas personas de la sociedad que deseen intervenir en su crecimiento como el mundo empresarial.

Con las empresas de base tecnológica, la sociedad se beneficia de nuevos productos, desarrollados por mentes y manos especializadas derogadas por los LIT.

Los empresarios amplían su espectro de inversión en procesos de innovación para la mejora de sus productos teniendo como resultado nuevas relaciones, nuevos modelos y más interacción entre estos grupos de trabajo y el mundo de los inversionistas. Con el tiempo acaban adquiriendo independencia jurídica, técnica y comercial.

Este tipo de empresas están provocando cambios significativos, no solamente con el establecimiento de negocios alrededor de tecnologías o conocimientos, sino también con la creación de nuevos centros de investigación.

Este tipo de empresas tienen las siguientes características:
a) Participan miembros de los centros de investigación.
b) Implica un proceso de transferencia de tecnología: los resultados de la actividad investigadora son transmitidos por el centro de investigación a la empresa.

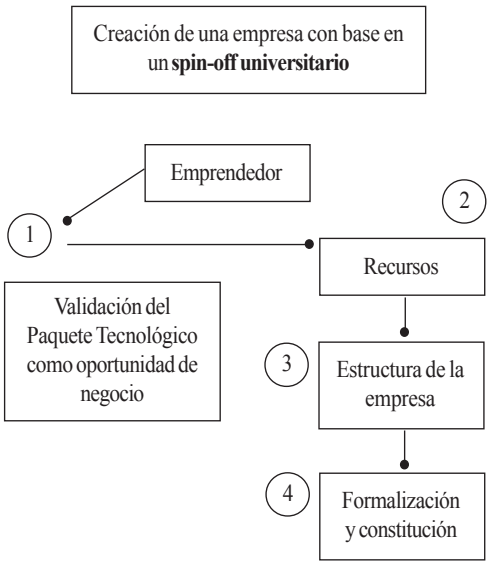


Fig. 4. Creación de una empresa de base tecnológica.

c) Cuentan con un gran componente de I+D.
d) Gozan de un alto potencial económico.

Algunas instituciones dan el servicio de apoyo y asesoramiento *ad hoc* para diversos proyectos empresariales.

4. Proceso de creación de una empresa de base tecnológica (spin-off universitario)

La oportunidad de negocio es una idea de atractiva, duradera, oportuna con el tiempo, visualizada como un producto o servicio que agrega valor o crea valor al comprador (empresarios).

La empresa de base tecnológica debe de considerar cuatro aspectos principales, tal y como se ilustra en la figura 4.

La validación del paquete tecnológico como oportunidad de negocio se estipula bajo los siguientes puntos:

a) *Descripción*. Informa las características del producto que se va a comercializar.
b) *Necesidad que cubre*. Informa de los parámetros que cumple en función a lo que se necesita.
c) *Diferencia con productos de la competencia*. Informa con detalle de los diferentes prototipos, productos e procesos que realizan la misma función.
d) *Existencia de derechos sobre el producto a comercializar*. Informa de los derechos de autor de los paquetes tecnológicos que se comercializan.

Establecido lo anterior se consideran los recursos como apartado 2 de la figura 4:

a) Determinación de los recursos necesarios.
b) Fuente de financiación.
c) Presupuesto.
d) Estructura financiera.
e) Análisis de rentabilidad.

Hay que tener en cuenta que toda empresa de base tecnológica debe de poseer ciertas cualidades para lograr una ventaja competitiva con otras empresas del mismo giro tal y como se anuncian a continuación [4].

1. Poseer la tecnología o conocimiento en su etapa madura.
2. Que toda tecnológica, servicio o proceso esté amparado por la propiedad industrial e intelectual.

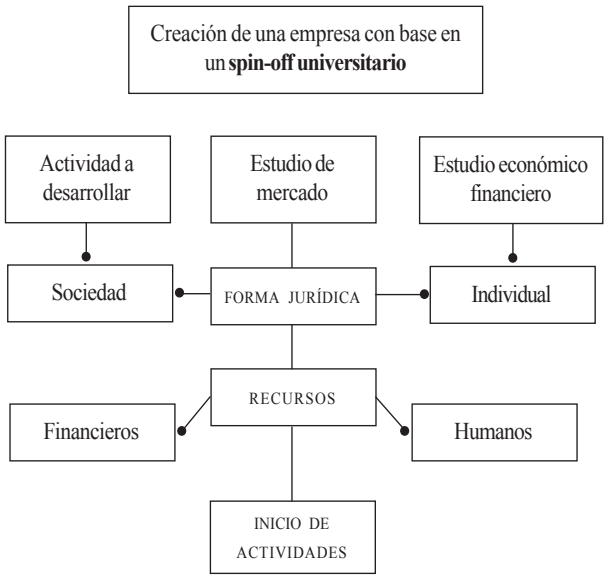


Fig. 5. Creación de una empresa de base tecnológica.

3. Poseer personal apto, capacitado para liderar con el proyecto.
   a) Percibir las oportunidades del mercado y dirigir los productos o servicios hacia los nichos más rentables.
   b) Poseer fuentes de financiación para potencializar a la empresa.

5. Etapas de creación de un spin-off

1. Innovación tecnológica. El proceso inicial de un spin-off universitario es, buscar la innovación la cual deberá de cumplir con ciertas características:

   a) Idea madura (en todos sus procesos).
   b) Poseer una patente.
   c) Presencia permanente en el mercado.

2. El capital humano. En toda organización el capital humano es un elemento clave. Todo spin-off universitario, debe de contar con un equipo multidisciplinario donde se combinen los conocimientos científicos.
3. El plan de la empresa. Es la parte fundamental de toda empresa ya que explica el funcionamiento de la misma, su visión, misión y valores fundamentales para el buen funcionamiento de esta.

4. Transferencia de la tecnología. Es el proceso de negociar en el punto donde se llega a un acuerdo entre la empresa y el cliente.

La conformación de un spin-off universitario a una empresa de base tecnológica parte de la figura 5.

Un spin-off universitario contiene seis puntos como organización, en los cuales establece su funcionamiento [5]:

- Infraestructura
- Participación de los usuarios
- Liderazgo
- Productos de innovación
- Métodos
- Herramientas

Infraestructura. Se hace mención a los servicios y tecnologías necesarias para poder realizar cualquier análisis de datos obtenidos en un proceso de investigación, por ejemplo: computadoras, servidores, herramientas estadísticas, y aplicaciones de medida, además que interactúen con equipos móviles para obtención de ideas oportunas cuando estas sean percibidas por el usuario.

Participación de los usuarios. La participación de los usuarios, forma parte de la fuente de toda creación ya que en ella se ejecuta de modo recursivo toda interacción de pensamiento, que potencializa toda idea innovadora.

En el proceso de desarrollo, la participación de los usuarios se establece en los roles definidos que involucran técnicas de conocimiento, para el éxito del proyecto.

De tal manera que cada individuo que conforma el equipo de trabajo, debe de compartir la visión del proyecto, con el propósito de concluir su realización.

Creación de servicios. Un spin-off universitario involucra específicamente un representante por área de conocimiento, con la cual se denota la participación de los LIT que interactura en las fases del proyecto. Además, se establece la matriz de servicios dividida en tres segmentos:

1) Servicios técnicos, entre ellos se tienen: comunicación, colaboración, demostración, prototipado y validación de proyectos.

2) Servicios al cliente: comprende la generación de ideas como proceso de innovación, bajo un marco de investigación de campo, donde se detectan necesidades que involucran oportunidades.

3) Métodos y herramientas: cada proceso de investigación debe estar evaluado bajo herramientas que den forma a la interpretación de los indicadores: gráficas, encuestas, etc. Con el fin de operar y hacer comparables los resultados, que mermen el retraso de las operaciones y, así, se dé cumplimiento al plazo de conclusión de proyecto.

6. Conclusiones

En una sociedad donde la producción de profesionistas es superior a las fuentes de empleo cabe destacar la importancia de los spin-off universitarios que son necesarios dentro de las universidades como estructura, donde se enfatice la creatividad y el conocimiento para la creación de nuevos productos. Generando emprendedores que promuevan el liderazgo bajo una visión compartida y, que sean estos, quienes sustenten una nueva economía bajo la apertura de mayores y mejores PyMEs, que den apertura a nuevos mercados apoyados por una cadena de productos innovadores creados por redes supervisadas por otros laboratorios.

Se debe promover que sea un spin-off universitario el que establezca los vínculos necesarios que impulsen el desarrollo de las ideas emprendedoras (redes sociales), con la participación de la triple hélice (gobierno, iniciativa privada e instituciones de educación superior externas).

Además, hay que tomar en cuenta que la formación de un spin-off universitario nace de la necesidad de la falta de infraestructura, recursos humanos y materiales, con los cuales puedan llevarse a cabo los proyectos asociados a la investigación.

Con la participación y la generación de clústeres de información se pretende encaminar el desarrollo entre un spin-off universitario donde se reforzará la intensión de una idea logrando un comienzo, evolución y finalización del proyecto propuesto basada en la supervisión. Además del descubrimiento de talentos que motiven el desarrollo y la innovación.

Referencias

[1] Parra, Bernardo, Garcia, Joaquin, Santos, Maria Laura, Sarza, Gilgardo. Modelo de Vinculación Multidisciplinar Basado en Proyectos Empresariales. Memorias de la XL Conferencia Nacional de Ingeniería de la ANFEI. San Luis Potosí, México, 2013.

[2] Preece, J. Online communities. Designing Usability, SupportingSociability. Sussex: John Wiley & Sons, 2000.

[3] Senge, P. The fifth discipline: the art and practice of the learning organization. New York: Doubleday, 1990.

[4] Capello, R. y Faggian, A. Collective learning and relational proximity in local. 2005.

[5] Huges, A. Innovation and Business Performance. Small Entrepreneurial Firms in the UK and the EU. *New Economy*, vol. 8, núm.3, 2001, pp. 157-163.

[6] INEGI, Censos Económicos 2011. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/perspectivas/perspectiva-pue.pdf

RedALyC

Red de Revistas Científicas
de América Latina y el Caribe,
España y Portugal
(Sistema de Información Científica)

www.redalyc.org

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana
de Ingeniería Electromecánica

Número de artículos descargados por región (2007-2012):

México
54 024

América Latina y el Caribe
40 194

Estados Unidos y Canadá
13 254

Europa
15 967

Asia, África y Oceanía
6 025

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
http://redalyc.uaemex.mx/

Científica, vol.18, núm. 1, pp. 39-44, enero-marzo 2014.
ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO

Electronic system to save water due to their decrease in Mexicali by the coating of the All American canal in USA

Gustavo **López-Badilla**[1]
Elizabeth **Romero-Samaniego**[2]
Sandra Luz **Toledo-Perea**[2]
Miriam M. **García-Castrellón**[1]
Luis A. **Gamero-Ríos**[1]

[1]Mexicali Technologic Institute
Basic Sciences Department
Mexicali, Baja California.
MÉXICO.
[2]Ensenada Technologic Institute
Industrial Engineering Department
Ensenada, Baja California.
MÉXICO.

correos electrónicos (email):
glopezbadilla@yahoo.com
rose65102@hotmail.com
stoled@hotmail.com
mgarcia18@gmail.com
lgameros22@gmail.com

Recibido 02-08-2012, aceptado 21-10-2013.

Abstract

Efficient use of water is an essential factor in the development of society in each country, and implementation of automated control systems (ACS) is to maintain adequate fluid flow is vital to human activities performed in each region of countries. One city where will be problems in a short future, with water is Mexicali city. This is for the covering of the All American canal, which is coming from the northern United States-USA (in the Wyoming State), and pass through Mexico by the Mexicali Valley and supply to valley for agricultural operations and to city to industrial, domestic, commercial and government activities. For this reason a study to evaluate the possibility use a basic ACS at low cost and easy to fabricate was made, to save water in the operations of this city and their valley. The analysis was made for the intends of the U.S. government to take the channel, which involves placing a foundation plate, whereby certain areas of the border region of Baja California and California, they will be problems in some years by the lack of water into the ground and thus not will obtain water of wells in Mexicali valley, where water is drawn for supply to farms and industries.

Key words: all American canal, electronic system, save water.

Resumen
(Sistema electrónico para ahorro de agua debido a su disminución en Mexicali por el revestimiento del Canal Todo Americano en E.U.)

El uso eficiente del agua es un factor esencial en el desarrollo de la sociedad en cada país y la implementación de sistemas de control automatizados (SCA) es para mantener el flujo adecuado del agua es vital para las actividades humanas realizadas en cada región del país. Una ciudad en la que va a haber problemas en el futuro, a corto plazo, con el agua es la ciudad de Mexicali. Esto se debe al recubrimiento del Canal Todo Americano (CTA), que proviene del norte de los Estados Unidos (en el estado de Wyoming), y pasa a través de México por el valle de Mexicali, este provee al valle de agua para operaciones agrícolas y a la ciudad en actividades industriales, domésticas, comerciales o gubernamentales. Por esta razón, se realizó un estudio para evaluar la posibilidad de utilizar un SCA básico de bajo costo y fácil de fabricar, para ahorrar agua en las operaciones de esta ciudad y su valle. El análisis se realizó debido a la intención del gobierno de E.U. de revestir el CTA, lo que implica la colocación de una placa de revestimiento, por el que determinadas zonas de la región fronteriza de Baja California y California, se van a presentar problemas por falta del vital líquido dentro de algunos años por la falta de precipitaciones en el suelo. Por lo tanto no se obtendrá agua de pozos ubicados en el valle de Mexicali, donde se extrae el vital líquido para el abastecimiento a las actividades agrícolas e industriales, principalmente.

Palabras clave: canal todo americano, sistema electrónico, ahorro de agua.

1. Introduction

The efficient use of water is important in the development of any country. To maintain an ecological behavior to water saving in any region is necessary install ACS. The northwest of Mexico, where they are located Mexicali in Baja California, are desert areas that require water for domestic, industrial and agricultural activities. For this reason, we propose the use of ACS to save water with electronic devices at low costs. This study was performed from 2007 to 2011 to support to people in the cities mentioned above. People of Mexicali city, is concerned because water levels will be decrease in the next five years by the covering of the All American Canal, which is a source to this region. When people use polluted water as water recycled of agricultural operations to domestic activities generate stomach and respiratory infections. The reduction of water in underground aquifers (UA) in this region, damage the soil and generate environmental deteriorate and droughts that affect the agricultural and economic operations [1].

1.1 The use of water

Experts in the field of water protection, think that water shortages in some countries have negative effect in the health of people. The World Health Organization (WHO) indicates that more than half the world population is victim of water scarcity, which has contributed to climate change in some regions and the generation and propagation of actual and new diseases [2]. In Mexico some regions has by water shortages and decrease the productivity in agricultural, commercial and industrial operations. The northwest of Mexico is prone to suffer the negative effects of water scarcity [3]. Specialists in this area, consider that the developing of environmental policies and engineering support are good methods to contribute to save water. With water scarcity, decrease the productivity of food vegetables, legumes, fruits, wheat, corn and food for animals that produce food the people, increasing the costs of its products, generating economic problems [4]. According to a report of the Comisión Nacional del Agua in Mexico (CNA), in this region, water decreased, and declined in UA and wells in the last 20 years and about of 12,000 hectares was damaged and is infertile zones to agricultural activities and to be used for people. Water of this All American Canal comes from the northern of United States, in Wyoming, and is a source to SLRC and Mexicali cities and valleys. This has been reducing the commercial and industrial operations in the last five years.

1.2 Water for life

Water is the key to the survival of life, and is essential for the viability and development of any civilization, in order to respond to the requirements and basic needs of communities. Some difficulties have been analyzed and proposed solutions for the provision of water to small and large populations to agricultural and industrial activities [5]. In the last 30 years water has been scarcited and is not enough to supply to people. A whole range of actions has been important factors to avoid the damage in sources of water used in human activities [6].

1.3 Ecological use of water

Is very important, approach the water resource adequality involving to public and private institutions and the people. Is very significant that government agencies, universities and public and private institutions know about it problem, and make new activities to present and future periods to ensure the sources of water [7]. Is necessary protect our environment to ensure to the present and future generations the sufficient food and water, that are the most important tasks to any society [8].

1.4 Domestic consumption

Many houses in developed countries consume already of 300 liters of water per each two persons in each home at week [9]. At the same time more than 1,700 million people not have access to this water. The WHO considers an ideal consumption of 100 liters per day [2]. Two thirds of Mexico have water shortages, while in other zones exist excessive use of this resource [4]. This unequal distribution, generate serious environmental problems, originating climate change and economic and social lack of balance.

1.5 Irrigation programs

Whit low productivity of water, the negative effects is the salinization, desertification and erosion [6]. This

result in infertile soils that immediately leads to food shortages that are a serious problematic situation in the world with a population, that growth very fast around 90 million people per year. According to the Food Agricultural Organization (FAO) since 1950, the water consumption increase at three times in the world. While the consumption was increased in 50% in the last 50 years, the sources have less levels of water. In the agricultural activities water is used at 70%, in industrial plants at 20% and only 10% to people. Today, a quarter of the world's countries have insufficient water in both cases: quantity and quality, by the inappropriate use, increasing the risks of health in the population, principally of stomach and respiratory infections [9]. Some studies estimate that 80% of all illnesses and 33% of deaths in developing countries are related to the inadequate quality water. According to the United Nations (UN) mentioned in a study called "four of five endemic diseases in developing countries are caused by dirty water or lack of health facilities", health of people is down every day. The WHO reported that water scarcity is responsible for three quarters of the 49 million of deaths that occur on the world each year, and 2500 world half-million people suffer from diseases associated with water pollution and lack of hygiene, indicating a strong correlation between the failure and quality of the resource and the occurrence of diseases [3].

1.6 Water scarcity and global economy

Simultaneously with the environmental degradation, the economic conditions of the population in most developing countries have stagnated or decayed with the reduction of water [8]. While in the 60's, water was enough to cities and towns, at the begin of 21th century, populations were immigrated to new regions by water scarcity. This produces problems in the economy and social factors. At this time, developed countries, with 20% of world population, poor countries have the 80% of population that around 60% have water shortages. Currently, more than one billion people live below the poverty line, with a dollar at day [10]. The reconfiguration process involves a strong economy and continued polarization in the distribution of water to have good life and avoid economic problems. Will it be possible to have life of high quality and can control the natural resources of this world?

2. Methodology

The method used in this study was a examination of use of water in the cities mentioned above and propose the use of ACS to save water, to be used in agricultural, industrial, commercial and domestic activities.

2.1 Steps of study

To realize the analysis was necessary elaborate four steps which are mentioned next:

2.1.1 Use of water in Mexicali city

According to the CNA, principally in Mexicali, Baja California, some areas of this region have an inappropriate use of water and estimates that can extend the problematic situation of lack of water in the next five years. For reason this public institution consider that is very important this study.

2.1.2 Covering of All American Canal and the negative effects in Mexicali city and their valley

It is of great concern, knowing that the precipitation of water into the subsoil and therefore in some parts of the valley of SLRC and Mexicali will reduce the water levels and is necessary to care water and decrease the food production.

2.1.3 Microscopic soil evaluation

Evaluation of different areas of this region, where was applied and nor used the ACS, with Scanning Electron Microscopy (SEM) in various areas of the cities evaluated.

2.1.4 Manufacture the ACS

In some areas of SLRC and Mexicali, is estimated that about in five years, will be a reduction of up to 80% of the water sources. For this reason is important use this electronic equipment to save water, at low cost with an efficiency of 100%, tested for five years in the cities.

2.2 Proposed water conservation

In this study, there is a proposal of the use of ACS, which operates with solar energy, at low cost (around $10 dlls)

and maintains the high levels of the sources of water. The first step involved an analysis of polluted water by solid residues in the cities evaluated with values of 43% in Mexicali and 39% in SLRC. The second step was developed to manufacture an ACS and the third step to probe the operation of the ACS.

2.3 Analysis in domestic activities

The ACS was probed in domestic activities with an efficiency of 100% in the five years of the study. There were some steps to develop with the 100% of efficiency of ACS (Fig. 1), such as evaluation of water consumption in agricultural, commercial, domestic and industrial activities, use a methodology for developing the ACS to promote the environmental awareness, analysis of electronic devices with an efficient design at low cost and proposal to be applied in domestic and educational activities to experimental testing (Fig. 2).

The ACS for water saving consists of four parts that generate the process of the operation: (a) with a power supply that generates the necessary energy to activate (b) the electronic devices (Integrated Circuits, IC) and activated, according to a timer device with the (c) electronic components to control the operation, and generated by electrical actuators. Automatic IC timer programmed is good to use to this activity, but is very expensive and not easy to program, only by specialists. Finally we have the signal indicators on and off, controlled by a device that identifies the periods in which automated equipment is activated and not activated. With this automatic system ensures a savings of approximately 80% of water in domestic, commercial, industrial, agricultural activities in the cities mentioned above from 2007 to 2011. The power supply is of 12 volts of direct current to provide the electrical energy to turn on the electronic system. The control devices to active and turn off is with electronic components used in the electronic

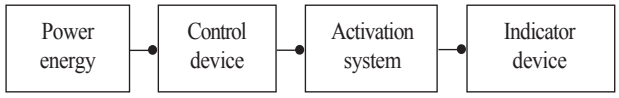


Fig. 1. Steps of ACS to save water probed in Mexicali.

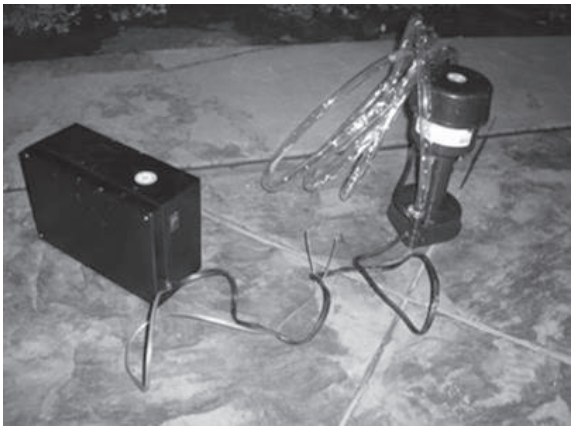


Fig. 2. ACS equipment used in Mexicali.

sensors and the process to maintain operating the electronic system depends of a value of electronic resistor, being represented by a luminescent indicator to indicate when is turn-on and turnoff the ACS.

3. Results

The ACS contributed to saving water for five years in the Sonora-Baja California region. This prevents water shortages, as they are proven to perform an ecological awareness in the society of this zone of Mexico. Table 1 shows percentages of efficiency of use or not of ACS from 2000 to 2009 in Mexicali, indicating the necessity of use the ACS that probed a saving process of water at 55% exactly. The water saving percentage was with a population of 1.000, 000 was 55%[11]. These populations required the use of ACS, which decreased by use of water in order of average of 50%. Water supply varies depending on the activities in each city in this arid region, where the consumption was evaluated in domestic activities, increase the water saving. The use of water in industrial activity was the more consumption. The use of water in agricultural operations, that is the second activity that consume a lot quantities of water, less than industrial and more than commercial and domestic areas. In Mexicali city people use inadequate the water, and the water consumption is a bit higher than diagnosed by WHO for use right, which is 1000 m3 per week on average for each person. The values were obtained by a process of study and statistical estimation in the five cities evaluated, and 50 colonies in each city, with data from 2007 to 2011.

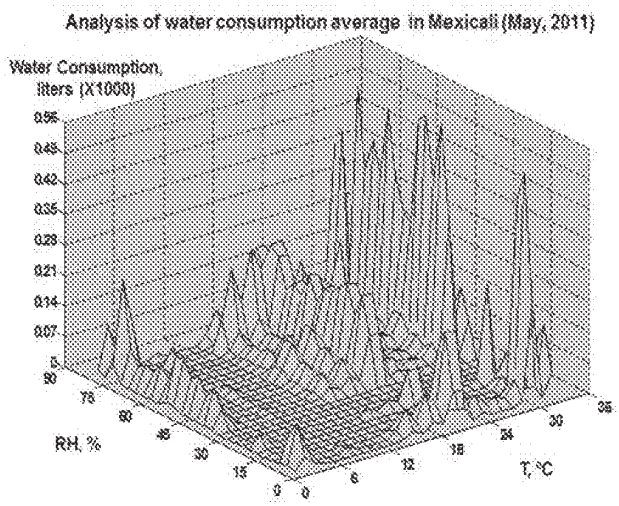


Fig. 3. Water consumption in Mexicali (May, 2011).

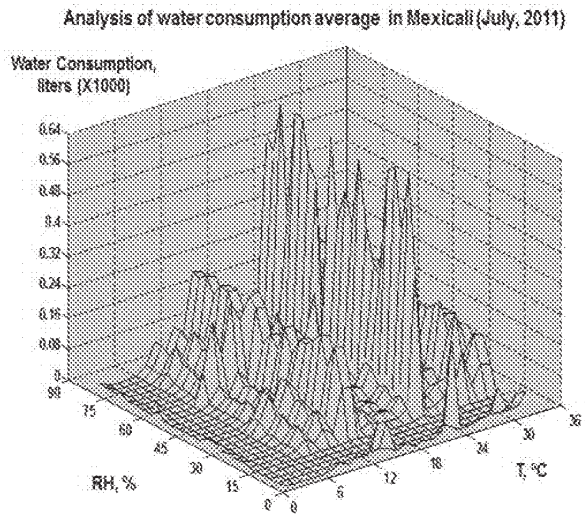


Fig. 4. Water consumption in Mexicali (July, 2011).

3.1 Numerical analysis

This analysis was made to know the relation between the environmental concretization and the use of water (liters / week by person) in each city. In the both cities evaluated the water consumption, can be observed the increase of water principally in the summer season. The analysis was made in house of citizens of this city.

In diverse levels of RH and around higher than 30°C of temperature with 560 liters as the maximum by each two persons in each house in this city in the evaluation of May 2011 and the next figure (Fig. 3) shows at levels of RH in different levels and around higher than 30 °C of temperature with 640 liters as the maximum by each two persons in each house in this city in July 2011, used to watering plants, wash cars, use in a domestic activities (in the kitchen, wash clothes and in the bath).

Figure 4 indicates that at 68% of RH and 26 °C, with a water consumption of 956 liters every three days by house in winter (December and January). The less level was 425 liters every three days, at 38% of RH and 7 °C of temperature. As represents the color, the level of awareness not was very several.

3.2 SEM evaluation

The advantage to use the ACS for saving water allowed having more fertile soils in agricultural, green areas in industrial, commercial and domestic zones and reduces at low percentage the high temperatures in summer. We can see that when not use the ACS, can damage the soil cracking showing in figure7a and change with the use of ACS observed in the next analysis (Fig. 5) that remains wet the soil and this require less water to irrigate.

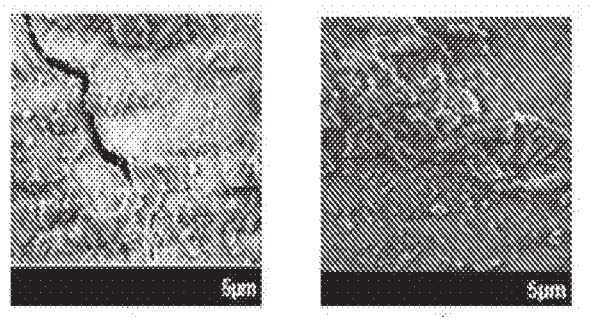


Fig. 5. Microphotography (5µm) of soil: (a) before use the ACS and (b) after use the ACS, in July of 2011.

4. Conclusions

The water saving system is very important in the care of water. It must be realized in the use of water because it is a nonrenewable resource, and in certain regions of the world have the problem of water scarcity. It begins to have serious social problems, and could be a possible cause of a war between countries, by the vital fluid. The water in Mexicali is consumed with a great lack of awareness, in some activities such as irrigation in fertile zones and green areas. There were two important reasons to develop this study: In this zone of Mexico is necessary have good awareness to save water, otherwise water will be decrease their level and will be more expensive and all products and operations to need water. We propose some improvements to save water as create an environmental assessment in the use of water, in cities evaluated and principally in SLRC and Mexicali, where will be problems in the next years for the covering of the All American Canal. Also was made the design and the cost of ACS is very accessible.

References

[1] Arévalo, G.,*Conciencia en el uso del recurso hidráulico del siglo XXI*. Veracruz: Trillas, 2001.

[2] World Health Organization. (2004). WHO, *Water Sanitation Health*. http://www.who.int/water_sanitation _ health/en/

[3] Romero A. & González R., *Efectos del revestimiento del Canal All American en los valles de San Luis y Mexicali, XX*, Mexicali, México: Oceánica, 2005.

[4] Sánchez P., Páez A. & Flores R. *Evaluación zonas de cultivo sustentables y el uso adecuado del agua*, México: Panamericana, 2006.

[5] López B. Gustavo, Rueda S. & Domínguez B., *Niveles de concientización del uso adecuado del agua*, Santa Ana, México: Trillas, 2002.

[6] Beltrán H. & Leyva C., *Deterioro del suelo por el mal uso del agua*. Hermosillo, México: Oceánica, 2001.

[7] Herrera M. & Sánchez R.,*Uso de la electrónica con sistemas solares para el cuidado del agua y medio ambiente*. Madrid: Panamericana, 2004.

[8] Soriano G., Torres A. & Zamudio J., *Aspectos para el cuidado del uso del agua y la economía de cada región mundial*. Puebla, Mexico: McGraw-Hill, 2006.

[9] Zarate O., *Uso básico de dispositivos electrónicos en la industria*. Monterrey, Mexico: Oceánica, 2000.

[10] Robles R. & Torres F., *La economía y el desarrollo sustentable*. Barcelona: Oceánica, 2003.

Científica

indizada en

Latindex

Periódica

RedALyC

http://www.cientifica.esimez.ipn.mx/

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

Promedio de descargas mensuales de artículos:

2007	2 571
2008	2 864
2009	3 651
2010	**4 916**

121 artículos descargados por día en 2009

163 artículos descargados por día en 2010

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
http://redalyc.uaemex.mx/

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana
de Ingeniería Electromecánica

Número de artículos descargados por región (2007-2012):

México
54 024

América Latina y el Caribe
40 194

Estados Unidos y Canadá
13 254

Europa
15 967

Asia, África y Oceanía
6 025

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
www.redalyc.org

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

Países de los autores que han publicado:

Cuba
Brasil
Colombia
Egipto
España
Japón
Marruecos
Perú
Portugal
Rusia
Reino unido
Ucrania
Venezuela

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
www.redalyc.org

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

Universidades de adscripción de los autores que han publicado:

Universidad Agraria de La Habana
Fructuoso Rodríguez Pérez
Universidade Federal de Minas Gerais
Universidad Autónoma de Baja California
Universidad de Pinar del Río
Hermanos Saíz Montes de Oca
Universidad Panamericana
Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad de Oriente
Universidad Autónoma Metropolitana
Universidad de Guadalajara
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Universidad de Quintana Roo
Universidad de las Américas Puebla
Universidad Central Marta Abreu de Las Villas
Universidad Tecnológica de México
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
www.redayc.org

Instituto Politécnico Nacional

Científica

La Revista Mexicana de Ingeniería Electromecánica

Institutos de adscripción de los autores que han publicado:

Instituto Mexicano del Petróleo
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Instituto Tecnológico de Celaya
Kyiv Polytechnic Institute
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
lectronics Research Institute
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Comisión Federal de Electricidad

Fuente: Sistema de Información Científica Redalyc
www.redayc.org

Indicaciones para los colaboradores que deseen publicar en la revista Científica

La revista *Científica* es una publicación trimestral editada por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, que presenta trabajos de investigación y propuestas originales e inéditas de la Ingeniería Eléctrica, Mecánica, en Sistemas, Electrónica, en Telecomunicaciones y de la Educación en Ingeniería.

Los manuscritos pueden estar escritos en español o en inglés y se reciben en formato electrónico (copia adjunta del archivo digital del trabajo), por medio del correo electrónico revistacientifipn@yahoo.com.mx con atención al Comité Editorial (Tel. (+52) 55 5729 6000 ext. 54518; Edificio 5, 1er Piso, oficina de la revista *Científica*; Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) de la ESIME Zacatenco, Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, CP 07738, ciudad de México, DF, México).

Los trabajos recibidos son revisados por el Comité Editorial quienes designan a un Editor Asociado (éste desconoce tanto la autoría y procedencia de los manuscritos) de acuerdo a la disciplina que cubren los artículos. El Editor Asociado selecciona dos árbitros para que evalúen el escrito (pares ciegos), él mismo recibe las observaciones de éstos e informa al Comité sobre los resultados de la revisión. Los trabajos pueden ser aceptados para su publicación, aceptados si se realizan modificaciones necesarias o rechazados. La aceptación está sujeta a la aprobación, en todos los casos, de dos revisores; cuando no hay consenso entre los dos primeros revisores el Editor Asociado resuelve el dictamen. Los trabajos deben ser investigaciones o propuestas originales inéditas, sin excepción, sobre las áreas mencionadas y no pueden estar sujetas a revisión en ninguna otra publicación de forma simultánea; además, el resultado del proceso de arbitraje es inapelable y se sujeta, estrictamente, a las políticas dictadas por el Comité Editorial en funciones. Una vez aceptado un artículo, el autor o autores transfieren los derechos de publicación a la institución editora que está representada por el Editor en Jefe de la revista.

Estructura de los artículos

Los manuscritos se deben ajustar a los lineamientos editoriales expuestos en este apartado.

Dentro del artículo se numeran, solamente, las secciones desde la introducción hasta las conclusiones y debe contener los siguientes elementos: *resumen* (con palabras clave en español), *abstract* (con palabras clave en inglés, «keywords»), *introducción*, *desarrollo* (con sus apartados correspondientes), *conclusiones* y *referencias*.

Título

El título debe ser lo más corto posible (sin utilizar abreviaturas de preferencia) y no exceder de tres líneas.

Datos del autor

Éstos muestran el o los nombres completos de los autores (los apellidos unidos por un guión), la dirección postal de la institución a la cual pertenecen, país, el teléfono (con la clave internacional de su país), fax y correo electrónico. En el caso de dos autores o más (de diversas instituciones), se deben mencionar los datos completos de cada uno.

Resumen

Debe contener 250 palabras como máximo. Consiste en una pequeña descripción de la investigación y una breve información de los resultados del trabajo que permite a los lectores identificar con rapidez los aspectos fundamentales del artículo y discernir la relevancia de éste.

Abstract

Se incluye un resumen en inglés.

Palabras clave y *keywords*

Se deben incluir de tres a cinco descriptores del trabajo con, al menos, dos de ellos pertenecientes al tesauro del IEEE, éste se puede obtener enviando un correo electrónico en blanco a keywords@ieee.org y de manera automática se recibe la lista *official keyword list from IEEE*.

Introducción

Expresa los antecedentes, límites, alcances y relevancia del problema. Plantea las premisas del mismo, y expresa el objetivo del trabajo. Se sugiere no extenderla como si fuera una exposición analítica.

Desarrollo

Se refiere al desarrollo del tema que puede ser teórico, experimental, teórico-experimental o la descripción de un nuevo diseño.

Conclusiones

Se establece la respuesta global del problema, son los objetivos alcanzados, las hipótesis comprobadas, modificadas o rechazadas.

Referencias

Es la lista de fuentes bibliográficas: libros, artículos, manuales, memorias, etcétera. Deben aparecer en el orden en el cual se mencionan dentro del artículo, señalándose con el número entre corchetes, con las siguientes especificaciones:

Artículo de revista científica:

[1] Autor, "Nombre del artículo", *Revista*, volumen, número, páginas, mes(es), año.

Ejemplo:

[1] S. A. Boggs, y N. Fujimoto, "Techniques and instrumentation for measurement of transients in gas-insulated switchgear", *IEEE Transactions on Electrical Installation*, vol. 19, núm. 2, pp. 87-92, abril, 2004.

Artículo de revista científica en línea:

[2] Autor, "nombre del artículo", *Revista*, volumen, número, páginas, mes(es), año, disponible en: 'dirección en Internet'

Ejemplo:

[2] J. A. Posada-Duque, y C. A. Cardona-Alzate, "Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiesel", *Ing. Univ. Bogotá*, vol. 14, núm. 1, pp. 9-27, enero-junio, 2010, disponible en: http://www.javeriana.edu.co/Facultades/ingenieria/revista/Iy UVol14N1/Biodiesel.pdf

Libro:

[3] Autor, *título*, número de edición, lugar de edición (ciudad): editorial, año.

Ejemplo:

[3] W. M. Kays, y M. E. Crawford, *Convection Heat and Mass Transfer*, 2ª ed., New York: McGraw-Hill,1993.

Tesis:

[4] Autor, "título de la tesis", grado, disciplina, institución, ciudad de la institución, país, año.

Ejemplo:

[4] N. Kawasaki, "Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow", tesis de maestría, Ingeniería Electrónica, Universidad de Osaka, Osaka, Japón, 1993.

Anexos

Los agradecimientos, simbología, notación y otros anexos, se consideran dentro del cuerpo del artículo y se dejan a consideración del autor. Se debe indicar si el trabajo ha sido previamente presentado en alguna institución científica o realizado con la ayuda de una subvención o fondo especial.

Consideraciones técnicas sobre el archivo electrónico

Para obtener la mejor calidad al realizar la edición de los manuscritos en el formato de la revista, se recomienda que:

a) El trabajo se capture en un procesador de textos (*word*) con páginas en tamaño 'carta';

b) El tipo de letra del texto sea 'Times New Roman' de 10 puntos, en una página con márgenes superior e inferior de 3 cm, márgenes izquierdo y derecho de 2 cm a dos columnas con espaciamiento de 0.6 cm entre ellas, interlineado sencillo y espacio entre párrafos sin sangría (párrafo moderno);

c) Las ecuaciones y fórmulas numeradas para mayor claridad, acrónimos y abreviaciones deben definirse la primera vez que sean usados en el texto;

d) Los pies de las figuras deben estar debajo de éstas con la indicación 'Fig. 1'; además, el título de los ejes en figuras a menudo es causa de confusión, por lo que se sugiere usar palabras en lugar de símbolos. Los encabezados de las tablas deben estar arriba de éstas. Se requiere el uso, en todo caso, de símbolos (SI) en lugar de abreviaturas;

e) Las figuras y tablas en el documento deben aparecer en el cuerpo del manuscrito y, además, entregarse en archivos por separado (.tif, .jpeg), es importante que al pasar cualquier imagen por un escáner debe hacerlo con una resolución de 300 ppp (puntos por pulgada). Se debe evitar el uso de colores en las figuras que señalen detalles o diferencias.

Científica considera que el material utilizado por los autores para su publicación está debidamente autorizado para tal propósito y le corresponde a los autores, no a *Científica*, obtener los permisos correspondientes para dicho material. La revista *Científica* se reserva el derecho de hacer modificaciones editoriales para el diseño de los manuscritos en el formato vigente. Cualquier duda o comentario se puede enviar a edicion.tecnica.cjp@gmail.com, de antemano gracias.

Científica ISSN 1665-0654
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
Instituto Politécnico Nacional, México.
Edificio 5, 1er Piso, Oficina de la revista *Científica*,
Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, CP 07738, México, DF, MÉXICO.
Tel. (+52) 55 5729 6000 ext. 54518,
www.cientifica.esimez.ipn.mx revistacientifipn@yahoo.com.mx.

Information for Authors Submitting Papers to Científica Journal

Científica is a quartely Journal sponsored by the Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) of Instituto Politécnico Nacional Mexico, it publishes theoretical and experimental research on Electromechanical and Electronics Engineering, Computer Engineering, Telecommunications, and also Education in Engineering.

Manuscripts could be written in English and sent by email to revistacientifipn@yahoo.com.mx addressed to the Editorial Board [Tel. (+52) 55 5729 6000 ext. 54518; Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), ESIME Zacatenco, Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, CP 07738, Mexico City, DF, Mexico].

Papers are reviewed by the Editorial Board and sent to an Associate Editor (AE doesn't know authors and their affiliations), he chooses two referees (blind peer review) selected for their expertise in a given field and reports to the Editorial Board the results. Authors should only submit original work that has neither appeared elsewhere for publication, nor which is under review for another refereed journal. Author accepts sending his/her paper the Editorial Board Policies. Once a manuscript has received the final approval of the reviewers and Editor-in-Chief, the author will be notified and sent a copyright form, in any event, authors must transfer copyright to *Científica*.

Manuscripts

The manuscript must be prepared in a *Word* format with the sections, starting with an abstract, as shown below:

- **Abstract**
- **Resumen (Spanish abstract)**
- **Introduction**
- **Body of the manuscript**
- **Conclusions**
- **References**

Title

Must be concise and no longer than 3 lines using capital and lower case letters.

Authors' Name and Affiliations

The authors' name must be written below the title using a one column format staring with the given name followed by one or two family names, if two family names applies, they should be joined by a hyfen. Below the authors names must be written the affiliation including the address quality, fax, telephone number and email.

Abstract

The abstract with about 250 words must give a brief description about the research including some comments about the experimental or simulation results and conclusion.

Resumen (Spanish abstract)

It is desirable that, if it is possible, a Spanish abstract be provided.

Key words (*palabras clave*)

All papers must contain index terms as provided by the authors. A list of keywords is available by sending a blank email to keywords@ieee.org. They must be incorporated in Spanish too.

Body of the Manuscript

The body of the manuscript must include an introduction in which the relevance of the research must be explained. A review of related research works by either, the same or another authors must be included. The body of the manuscript also must include the theoretical aspects of the research, as well as experimental or simulation results if any, together with a Conclusions Section.

Reference

A numbered list of references must be provided at the end of the paper. The list should be arranged in the order of citation in text, not in alphabetical order. List only one reference per reference number. It is not necessary to mention the authors of a reference unless such mention is relevant to the text.

Sample correct formats for various types of references are as follows.

Journal:

[1] Author, "Paper", *Journal*, volume, number, pages, month(s), year.

Example:

[1] S. A. Boggs & N. Fujimoto, "Techniques and instrumentation for measurement of transients in gas-insulated switchgear", *IEEE Transactions on Electrical Installation*, vol. 19, no. 2, pp. 87-92, April, 2004.

Journal on line:

[2] Author, "Paper", *Journal*, volume, number, pages, month(s), year, available: 'URL'

Example:

[2] J. A. Posada-Duque & C. A. Cardona-Alzate, "Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiesel". *Ing. Univ. Bogotá*, vol. 14, no. 1, pp. 9-27, January-June, 2010, available: http://www.javeriana.edu.co/Facultades/ingenieria/revista/IyUVol14N1/Biodiesel.pdf

Books:

[3] Author, *Title*, edition, city: editorial, year, pages (if any).

Example:

[3] W. M. Kays & M. E. Crawford, *Convection Heat and Mass Transfer*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill,1993.

Thesis:

[4] Author, "Thesis", degree, area, institution, city, country, year.

Example:

[4] N. Kawasaki, "Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow", Master Degree, Electronic Engineering, University of Osaka, Osaka, Japan, 1993.

Preparation for publication

The following is a list of general guidelines for the submission of electronic media by prospective authors:

a) The operating system and word processing software used to produce your document should be noted on your e-mail (postscript and Adobe Acrobat PDF files are not acceptable because the files cannot be edited);

b) Text in 'Times New Roman' at 10, margins of page in 3 cm top and bottom and 2 cm on the sides, two-column text, single spacing without paragraph indent;

c) Check that your files are complete. Include: abstract, index terms, text, references and figure captions;

d) Figures comments must be below them and tables comments above. It is necessary to use the International Systems of Units not abbreviations;

e) In order to achieve the highest quality of reproduction, resolutions of 600 dpi (1 bit/sample) at final printed size for line art (graphs, charts or drawing) and 300 dpi (8 bits/sample) at final printed size for photographs and other grayscale images are required;

Científica assumes that material submitted to its publication is properly available for general dissemination for the readership of this publication. It is the responsibility of the authors, not *Científica*, to determine whether disclosure of their material requires the prior consent of other parties and, if so, to obtain that consent. If an author uses charts, photographs, or other graphics from previously printed material, he/she is responsible for obtaining written permission from the publisher to use the material in his/her manuscript.

Científica does not provide drafting or art services. Thus, the better the quality of the material submitted, the better the published result. Try to adhere to the accepted style as much as possible. Of particular importance here is the reference list. Questions about preparation for publication can be sent to edicion.tecnica.cjp@gmail.com.

Científica
ISSN 1665-0654
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
Instituto Politécnico Nacional, México.
Edificio 5, 1er Piso, Oficina de la revista Científica,
Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos,
CP 07738, México, DF, MÉXICO.
Tel. (+52) 55 5729 6000 ext. 54518.

www.cientifica.esimez.ipn.mx
revistacientifipn@yahoo.com.mx.

Instituto Politécnico Nacional, México
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

Revista
Científica
ISSN 1665-0654

volumen 18, número 1, enero-marzo 2014

Comité Editorial

Guillermo Urriolagoitia Calderón
Instituto Politécnico Nacional
MÉXICO

Alexander Balankin
Instituto Politécnico Nacional
MÉXICO

Jesús del Castillo
Instituto Venezolano de Investigación Científica
VENEZUELA

María Teresa Alonso Rasgado
University of Manchester
REINO UNIDO

Manuel Elices Calafat
Universidad Politécnica de Madrid
ESPAÑA

Marco Ceccarelli
University of Cassino
ITALIA

Héctor Pérez Meana
Instituto Politécnico Nacional
MÉXICO

Jinhui Shao
University of Shuo
JAPÓN

Indizada en:

Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
www.latindex.org

Periódica:
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
http://www.dgbiblio.unam.mx/
http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=PER01

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica Redalyc.
redalyc.org.

Contenido

Determinación de la fuerza necesaria para el desprendimiento de la *Eichhornia Crassipes* (lirio de agua)
Determining the Force of Loosening of *Eichhornia Crassipes*
María Victoria **Gómez-Águila**, Dayvis **Fernández-Valdés**, Arturo **Ocampo-Ramírez**, R. **Flores-Moreno**.
México-Cuba 3-7

Caracterización fractal de la dinámica de cambios del desempeño del sistema en el transporte de carga del estado de México
Fractal characterization of the dynamics of performance changes in the trucking system at the State of Mexico
Adrián E. **Elizalde-Medrano**, Ricardo **Tejeida-Padilla**, Jorge **Rojas-Ramírez**, Oswaldo **Morales-Matamoros**, Julián **Patiño-Ortiz**, Héctor **Cortés-Fregoso**.
México 9-17

La aplicación del método de fragmentación en la enseñanza de cinemática de mecanismos
Learning of kinematic analysis of articulated mechanisms
Boris F. **Voronin**
México 21-29

Proveedores de Tecnología, *spin-off* universitarios a partir de los Laboratorios de Innovación Tecnológica
Providers of technology, university spin-off from Labs Technological Innovation
Joaquín **García Ortega**, José Bernardo **Parra-Victorino**, Maria Laura **Santos-Palacios**, Gildardo **Zarza-Arronte**.
México 31-37

Electronic system to save water due to their decrease in Mexicali by the coating of the All American canal in USA
Sistema electrónico para ahorro de agua debido a su disminución en Mexicali por el revestimiento del Canal Todo Americano en EU
Gustavo **López-Badilla**, Elizabeth **Romero-Samaniego**, Sandra Luz **Toledo-Perea**, Miriam M. **García-Castrellón**.
México 39-44

Equipo Editorial
Guillermo Urriolagoitia Calderón, **Editor en Jefe**
Alma Vicenta Miranda Godínez, **Coordinadora Editorial**
Cuauhtémoc Jiménez Pérez, **Editor Técnico**
Margarita Sam Rodríguez, **Revisora**