



Profesor emérito Neftalí Rodríguez Cuevas, tutor del posgrado en ingeniería de la UNAM

Editorial

Hace unas cuantas semanas se nos informó que en el campo de conocimiento de la ingeniería civil, la maestría fue aceptada finalmente en el Padrón Nacional del Posgrado (PNP) de CONACYT, pero el doctorado no. Aunque ya se ha presentado la apelación correspondiente, las probabilidades no son muy favorables.

Este par de casos obliga a algunas reflexiones, en especial sobre el papel del Instituto y de su personal académico en el posgrado de la UNAM, así como so-

bre la relación natural que existe entre la investigación y la formación de especialistas en el posgrado. Además, debe comprometernos a enfatizar la eficiencia de graduación de nuestros estudiantes.

Como sabemos, el posgrado de la UNAM se reorganizó a fines de los años 90 como un sistema compartido de responsabilidades y obligaciones entre escuelas, facultades, centros e institutos. En este nuevo arreglo, el Instituto decidió participar en los posgrados de ciencias e ingeniería de la computación, ingeniería y urbanismo. En

Índice

• Editorial	1	• Impacto de proyectos	6
• Profesores visitantes	3	• Tesis graduada	14
• Actividades académicas	4	• Noticias	15

estos tres programas la participación en cuanto al número de tutores y estudiantes graduados es muy diferente: en el posgrado de ciencias e ingeniería de la computación mantenemos un número discreto de tutores y de alumnos; mientras en el posgrado de urbanismo participamos con un número mucho mayor de tutores que de alumnos. Es en el posgrado de ingeniería, dentro de sus varios campos de conocimiento, donde nuestra participación, tanto cuantitativa como cualitativa, es mayor y, en varios de ellos, determinante.

Si bien la nueva organización no ha estado exenta de desajustes temporales, generalmente de tipo administrativo, el posgrado ha permitido al personal académico del Instituto involucrarse en la toma de decisiones más relevantes, es decir, las de tipo académico. Así presidimos los subcomités académicos de los campos de las ingenierías civil y ambiental, disciplinas donde participamos con el mayor número de tutores y estudiantes en comparación con otras entidades. En otros campos de conocimiento participamos en los subcomités académicos o en comisiones con propósito específico.

En general, los resultados del posgrado de la UNAM muestran tendencias de mejoría de la calidad académica. Éste es el caso de los posgrados donde participa el Instituto, entre los que destacan el de ciencias e ingeniería de la computación, en primer lugar, y el posgrado de ingeniería después.

Sin embargo, en todos los casos de evaluación del CONACYT, nuestro *talón de Aquiles* ha sido, hasta ahora, la eficiencia terminal. Este indicador se define como el porcentaje de estudiantes de tiempo completo que ingresaron en una generación y se gradúan en el lapso previsto en el programa de posgrado. Conviene aclarar que este lapso no ha sido impuesto arbitrariamente, sino establecido por la propia UNAM. El rubro de eficiencia terminal fue determinante para que los doctorados de ingeniería ambiental e ingeniería civil fueran rechazados en su primera instancia. Aunque se aprecia una sensible mejoría en este indicador, no fue suficiente para alcanzar la meta establecida para el ingreso al PNP. Esto también se debe a una evolución dispareja dentro de un mismo campo de conocimiento, como ocurre en ingeniería civil entre las áreas de estructuras, mecánica de suelos e hidráulica.

A estas alturas, nadie puede cuestionar la estrecha relación que debe existir entre investigación y posgrado. Aún más, ya debemos concebir a la investigación como un trabajo académico serio y formal dentro de la licenciatura. Por ahora, hablemos del posgrado en el sentido canónico con que se entiende en los países avanzados: maestría y doctorado (excluyo a las especializaciones de manera consciente). En los proyectos de investigación sobre los temas y líneas de frontera, indispensables en todo centro de investigación como el nuestro, la participación de estudiantes de maestría y, sobre todo, de doctorado, es fundamental. Por ejemplo, en el ámbito de la innovación tecnológica, es mediante la formación de estos especialistas y su participación en las invenciones tecnológicas como las universidades incidimos en el proceso.

Para que la relación investigación-posgrado se desarrolle de manera eficiente, los investigadores deben poner especial énfasis en que el proyecto de investigación en el que participe un estudiante tenga el componente académico necesario y suficiente para que de su realización se genere una tesis de posgrado. Es decir, desde el inicio se debe establecer un compromiso entre el investigador y el educando de que trabajarán y aprenderán juntos durante el desarrollo del proyecto de investigación que el académico ofrece al estudiante. La relación investigador-estudiante no es la de patrón-trabajador, en la cual el investigador puede disponer libremente de la fuerza de trabajo intelectual del estudiante para que participe en proyectos que lo distraigan de su meta, es decir, la obtención de su grado académico. Esta relación equivocada se traduce en demoras, en todos los casos inaceptables, que frecuentemente se tratan de justificar con argumentos en el sentido de que la participación en varios proyectos permite al estudiante lograr una mejor preparación. Esto desconoce que los estudios de posgrado no son un fin en sí mismo, sino una etapa previa, necesaria para ejercer la profesión de manera más amplia y con mayor calidad. No en balde prospectos de buen nivel académico rechazan ingresar al posgrado de ingeniería en la UNAM, y más concretamente, al Instituto, porque su estancia en él implica más semestres de los que ellos están dispuestos a emplear, y peor aún, más tiempo (a veces, mucho más) del que estarían en otros institutos de investigación de gran prestigio. Algunos de estos candidatos han buscado becas en el extranjero sólo por el hecho de



hacer estudios de posgrado con menor duración que en la UNAM.

Las demoras en la graduación de nuestros estudiantes frecuentemente se achacan a su participación en proyectos con ingresos externos. Con este argumento se busca, falazmente, establecer una contradicción al señalar que para resolver problemas nacionales, mediante proyectos externos, los estudiantes deben participar en ellos, participación que se traduce *automáticamente* en que éstos se gradúen tardíamente. Se debe recordar que la obligación del investigador y el derecho del estudiante son que el proyecto en el que trabajan para alcanzar la meta académica se desarrolle en tiempo y forma. Un proyecto adicional, por muy relevante que sea para el patrocinador y para el propio Instituto, no debe ser visto como un pretexto para no cumplir nuestra obligación, ni para atentar contra los derechos de los estudiantes de graduarse con una tesis de calidad y a tiempo. Para estos casos, existen otras salidas, de índole académica y administrativa. Sin duda, debemos repensar nuestra relación con los estudiantes y establecer los compromisos que corresponda. La investigación y la formación de especialistas son un binomio indisoluble.

Sergio M Alcocer Martínez de Castro

Profesores visitantes

La Coordinación de Ingeniería Sismológica invitó al doctor Roel Snieder, investigador del Departamento de Geofísica de la Universidad de Colorado, Center for Wave Phenomena (CWP), Colorado School of Mines, EUA, quien impartió en el II el seminario *Inverse problems in Geophysics* y tres conferencias: *Extracting the building response from incoherent waves*, *Seismic interferometry and its applications*, *Oportunidades para estudios de posgrado en Colorado School of Mines, EUA*, el 29 y 30 de agosto.

Roel Snieder obtuvo su maestría en la Universidad de Princeton, estudiando dinámica de fluidos en geofísica, y el doctorado en sismología, en la Universidad de Utrecht, donde ha sido profesor. Tiene la Cátedra de la Fundación Keck en Ciencia Básica de Exploración.



La visita de Roel Snieder propició un importante intercambio de ideas, con el grupo que dirige el doctor Francisco José Sánchez Sesma, sobre aplicaciones de interferometría sísmica a la respuesta y detección de cambios en las propiedades de las estructuras y el suelo.



Del 9 al 19 de septiembre de 2006 el II UNAM recibió a la doctora Carmen García Jares, Profesora Titular en el Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología e investigadora en el Instituto de Investigación y Análisis Alimentario de la Universidad de Santiago de Compostela, en España.



Dentro de las actividades realizadas por la doctora García, destacó la conferencia *Microextracción en fase sólida en el análisis de contaminantes prioritarios y emergentes*, así como un curso corto titulado *Nuevos avances en las técnicas de preparación de muestras para análisis de contaminantes medioambientales: fundamentos y aplicaciones seleccionadas a muestras de agua, sedimentos y lodos*.

Además, Carmen García Jares brindó asesoría sobre la metodología analítica para determinar diversos contaminantes en agua y suelo.

El área de ingeniería ambiental estrecha así los lazos con investigadores de otros países.



Por su parte, la Coordinación de Ingeniería Ambiental organizó una conferencia y un curso en el que participó el doctor Curtis C Travis de la Corporación Internacional de Aplicación de las Ciencias. La conferencia se tituló *Perspectivas sobre el análisis del riesgo ambiental* y tuvo lugar el 18 de septiembre. Al concluir esta disertación se inició el curso *Evaluación del riesgo ambiental, principios y aplicaciones*. Este último tuvo gran éxito pues se registraron 80 personas provenientes de instituciones como el IMP, IPN, SEMARNAT, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ambos de la UNAM) y lugares como Yucatán y Cuernavaca.



Al concluir esta disertación se inició el curso *Evaluación del riesgo ambiental, principios y aplicaciones*. Este último tuvo gran éxito pues se registraron 80 personas provenientes de instituciones como el IMP, IPN, SEMARNAT, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ambos de la UNAM) y lugares como Yucatán y Cuernavaca.

Los sucesos académicos de este mes cerraron con broche de oro al efectuarse dos conferencias: *A risk based*



Los sucesos académicos de este mes cerraron con broche de oro al efectuarse dos conferencias: *A risk based*

framework for predicting long term beach evolution y Stability of the slaptan barrier beach system presentadas por el profesor Andrew John Chadwick de la Universidad de Plymouth, en Inglaterra, las cuales se llevaron a cabo el 18 de septiembre en la Torre de Ingeniería. Los doctores Chadwick y Silva Casarín, este último de la Coordinación de Ingeniería Hidráulica, intercambiaron experiencias profesionales de interés.



Actividades académicas

Seminario internacional de desalación con energías renovables

El 29 y 30 de agosto se llevó a cabo el *Seminario internacional sobre desalación de agua con energías renovables*, con el propósito de abordar el tema del agua y la energía.

Durante la inauguración, el doctor Diego Valadés, director del Instituto de Investigaciones Jurídicas, dio las gracias al doctor Sergio M Alcocer Martínez de Castro, director del II UNAM, por haber hecho posible que ambas instituciones participaran en la organización de este *Seminario*. Asimismo, agradeció el entusiasmo y la dedicación de los doctores Gerardo Hiriart y César Nava, responsables del mismo.



Este tema es muy importante desde el punto de vista científico, económico y político, en especial para los países en desarrollo. La desalación y la energía son temas que se deben abordar desde el punto de vista técnico y jurídico. En este seminario —dijo Valadés— se van a presentar experiencias de otros países y participarán funcionarios públicos e investigadores. El seminario es una muestra de la preocupación de la UNAM por impulsar estudios de relevancia social y académica con una visión multidisciplinaria.

El doctor Valadés señaló la celebración de los 50 años de la fundación del II UNAM y expresó sus felicitaciones a la institución "que se ha caracterizado por su participación en el fortalecimiento de la infraestructura mexicana con amplio reconocimiento internacional".



Doctores César Nava, Sergio Alcocer, Diego Valadés y Gerardo Hiriart en el Seminario internacional de desalación con energías renovables

Por su parte, el doctor César Nava Escudero, dijo estar muy contento por la unión de esfuerzos para realizar este evento. En el seminario —agregó— ingenieros y abogados abordarán los temas de desalinización y energía renovable, que carecen de regulación y a partir de él se plantearán alternativas de regulación que esperamos sean consideradas por el próximo gobierno.

Al tomar la palabra, Sergio M Alcocer Martínez de Castro, agradeció la hospitalidad del Instituto de Investigaciones Jurídicas y el interés en la realización del evento. Señaló que la idea de este seminario fue del propio Diego Valadés, quien preocupado por la relación entre los temas jurídicos y los tecnológicos, planteó la conveniencia de discutir la desalinización de agua con energías renovables desde la óptica de las leyes y la gobernanza.

Una característica fundamental del proyecto IMPULSA, apoyado por los doctores Juan Ramón de la Fuente y René Drucker, es su carácter transdisciplinario.

La desalación de agua de mar por métodos tradicionales implica, en números gruesos, la quema de un litro de petróleo para producir un metro cúbico de agua dulce lo que conlleva a desechar otro metro cúbico de agua salada o salmuera, con el doble del contenido de sales original. El desecho adecuado de esta salmuera implica también una revisión y adecuación de la normatividad existente. Sabemos del gran esfuerzo que actualmente hace la Comisión Nacional del Agua por emitir normas adecuadas en este tema.

En lo relativo a las energías renovables, que serán las que finalmente nos llevarán a una producción sustentable de agua dulce, es necesario buscar técnicas para aprovechar los manantiales de agua de mar muy caliente que se encuentran localizados a pocos metros de las costas de Baja California y Sonora, con el consiguiente ahorro de energía. La abundancia de radiación solar y el potencial eólico en esta zona están bajo estudio y pronto tendremos resultados prácticos para incorporarlos a la desalación sustentable. Dentro de las energías renovables no hemos soslayado la abundancia de energía de las mareas ni de las corrientes en el golfo de California, donde se aborda el problema desde todos los ámbitos, destacando los aspectos ambientales en este santuario ecológico.

En nombre del Instituto de Ingeniería, que cumple este año 50 años de realizaciones y desarrollos que han contribuido a la construcción de la infraestructura mexicana, deseo a todos los asistentes a este evento un intercambio franco y fructífero de experiencias y opiniones, en la búsqueda de establecer redes para que todos ganemos y para que salga beneficiado nuestro México —concluyó el doctor Alcocer—.

5th IWA World Water Congress

Del 10 al 14 de septiembre, investigadores del II UNAM participaron en el *5th IWA World Water Congress*, en Pekín, China.

El objetivo del congreso fue reunir a especialistas en el agua alrededor de la problemática de la contamina-



ción del agua y discutir sus avances técnicos y científicos, así como las políticas por seguir para mejorar las condiciones mundiales. El congreso tuvo gran éxito, y contó con la asistencia de cuatro mil personas.

Del II UNAM participaron Blanca Jiménez, María Teresa Orta, Rosa María Ramírez, Germán Buitrón y Simón González, principalmente.

Impacto de proyectos

Infraestructura para la localización industrial y logística en México

La infraestructura con que cuenta un país o una región representa un elemento fundamental para su competitividad. En el caso específico del establecimiento de actividades industriales y logísticas, la infraestructura requerida se puede dividir en dos tipos:

- De alcance general, que corresponde a la infraestructura que da servicio a diversas actividades productivas, incluyendo la industrial y logística: aeropuertos, carreteras, telecomunicaciones y energía, entre otras.
- De alcance específico, que corresponde a la destinada especialmente a apoyar actividades industriales y logísticas.

Un elemento relevante en este último tipo de infraestructura son las zonas o parques industriales. En ellos se concentra la infraestructura particular que requieren dichas actividades productivas y, además, son ordenadas territorialmente.

Desde 1999, el Grupo de Sistemas Tecnológicos e Industriales (GSTI) de la Coordinación de Ingeniería de Sistemas ha colaborado con la Secretaría de Economía (SE) y con la Asociación Mexicana de Parques Industriales (AMPIP) en diferentes actividades dirigidas a mejorar la infraestructura que requiere el desarrollo industrial y logístico en México.

Su primera actividad fue desarrollar una Norma Mexicana de Parques Industriales para establecer las condiciones mínimas de calidad en el desarrollo y operación

de los parques industriales en México. Esta norma busca que las empresas que se instalan en un parque industrial verificado bajo dicha norma, tengan la seguridad de contar con una localización adecuada para su operación en el corto, mediano y largo plazos. La norma se publicó por primera vez a finales de 1999 y con posterioridad se realizaron dos nuevas versiones integrando la experiencia acumulada durante sus primeros años de vigencia. En agosto de 2005 se publicó la última versión de esta norma.

Con el fin de sustentar la aplicación adecuada de la norma, en 2002 el GSTI actualizó el *Manual para la planeación y diseño de zonas y parques industriales*, elaborado originalmente en 1980.

Actualmente se prepara una actualización de la norma dentro del Comité Técnico de Normalización Nacional de Parques Industriales (CTNN-PI).

Por otra parte, las zonas y parques industriales en México se han concentrado en algunas regiones del país, lo que ha provocado que existan localidades con sobreoferta de parques industriales y en otras se carezca de espacios adecuadamente desarrollados para la instalación de industrias y actividades logísticas.

El GSTI desarrolló una base de datos en la que se identificaron más de 480 parques industriales en México. Con base en esta información y la actividad industrial de cada entidad federativa, se determinaron las regiones con sobreoferta y suboferta de parques industriales. En este último caso se encuentran entidades federativas como Guerrero, Chiapas, Yucatán, Michoacán, Veracruz y Puebla, en las que se recomienda que las diferentes instancias de gobierno intensifiquen la promoción del desarrollo de infraestructura industrial.

Otra actividad relevante ha consistido en la formación de recursos humanos en el campo. Para ello, el II UNAM, en colaboración con la Secretaría de Economía y AMPIP, desarrolló un diplomado en localización industrial y parques industriales, dirigido a profesionales vinculados con la localización de actividades industriales y logísticas, así como a promotores y desarrolladores de parques industriales.

El GSTI también está trabajando en las bases para el diseño y organización de parques industriales especializados; como es el caso de los dirigidos a la micro y pequeña empresa industrial, así como de los llamados





Vista aérea de un parque industrial



Interior de una nave industrial con pisos de altas especificaciones



Parque Industrial El Tepeyac, Querétaro, Qro



Parque Tecnológico Apodaca, N L



Parque Industrial Querétaro, Qro

parques tecnológicos que promueven el desarrollo de actividades basadas en conocimiento. En este último caso, se elaboró una *Guía para la planeación y desarrollo de parques tecnológicos en México* con el patrocinio de la Secretaría de Economía.

En el tema de infraestructura para la localización industrial y logística han trabajado Eugenio López Ortega, Margarita Moctezuma Riubí y Sonia Briceño Vilorio, de la Coordinación de Ingeniería de Sistemas, así como algunos becarios del posgrado de ingeniería de la UNAM.

Procesamiento ultrarrápido de información en el Instituto de Ingeniería

Ramón Gutiérrez-Castrejón

La distancia a la que los sistemas guiados de telecomunicaciones pueden transmitir información (datos, voz, imágenes) está limitada por los mecanismos físicos que reducen la energía de una señal conforme se propaga. Los sistemas de telecomunicaciones basados en el uso de fibras ópticas no son la excepción. Aun cuando las pérdidas que presentan, de alrededor de un cuarto de decibel por kilómetro, son bajas en comparación con otros medios guiados hechos de metal, la transmisión de información a lo largo de grandes distancias requiere el uso de amplificadores ópticos. En general, los amplificadores se colocan equidistantemente, de modo que compensen las pérdidas de una manera uniforme a lo largo de un enlace.

Los amplificadores ópticos más utilizados hoy en día son los EDFA (*Er-doped fibre amplifiers*), pero otras tecnologías como los amplificadores Raman o los hechos de material semiconductor, como el InGaAsP, también están siendo evaluados.

El comportamiento deseable de un amplificador es que independientemente de la potencia con que en él ingrese una señal, ésta se amplifique por el mismo factor. Es decir, que si al amplificador le inyectamos una señal de 0.1 o 1 mW, a la salida se obtenga una señal cuya potencia sea de 20 y 200 mW, respectivamente. En este caso el factor de amplificación es de doscientos. Bajo estas condiciones se dice que el amplificador se comporta de manera lineal, tal y como se muestra en la fig 1, donde la pendiente de la línea recta corresponde precisamente al valor de amplificación, que en este caso es 2. La ecuación de la recta es, por tanto, $P_{out} = A \times P_{in}$, donde A es el factor de amplificación. La importancia del comportamiento lineal del amplificador radica en que, como se podrá observar en la fig 1, del ingreso de una señal modulada, como una senoide, resulta precisamente otra senoide de mayor amplitud. En ecuaciones: $P_{out}(t) = A \times \sin(\omega t) = A \times (\sin(\omega t)) = A \times P_{in}(t)$. Como en la figura el factor de amplificación es 2 (pendiente $A = 2$), la señal de salida tiene una amplitud del doble que la señal de entrada.

Hace poco más de una década, cuando los EDFA aparecieron en el mercado, también se evaluó la posibilidad de utilizar a los amplificadores ópticos hechos de material semiconductor, comúnmente conocidos como SOA (*semiconductor optical amplifier*), para efectuar la labor de amplificación óptica que se requiere en las redes de telecomunicación. El interés en aquél entonces radicaba en la gran amplificación que se logra con estos diminutos dispositivos (cuya longitud es de alrededor de uno o dos milímetros). La desventaja que presentan estos amplificadores, sin embargo, es que se comportan de manera lineal en un intervalo de potencias demasiado pequeño para que sean útiles. Por esta razón, tales dispositivos dejaron de tener interés para comerciantes e investigadores que buscaban la aplicación inmediata de los productos desarrollados. Afortunadamente, otros investigadores con visión a más largo plazo y convencidos de que las investigaciones más sólidas requieren de tiempo, convirtieron, como generalmente lo hacen las mentes brillantes, lo que aparentemente era un problema en una virtud. Efectivamente, la sólida formación de estos investigadores seguramente les permitió estar informados de que, a pesar de presentar una mayor complejidad, cuando un sistema opera en el régimen no lineal (en contraste con el régimen lineal, que en general no es más que una buena aproximación) se presentan fenómenos de mayor riqueza e interés, tanto por su propia naturaleza como

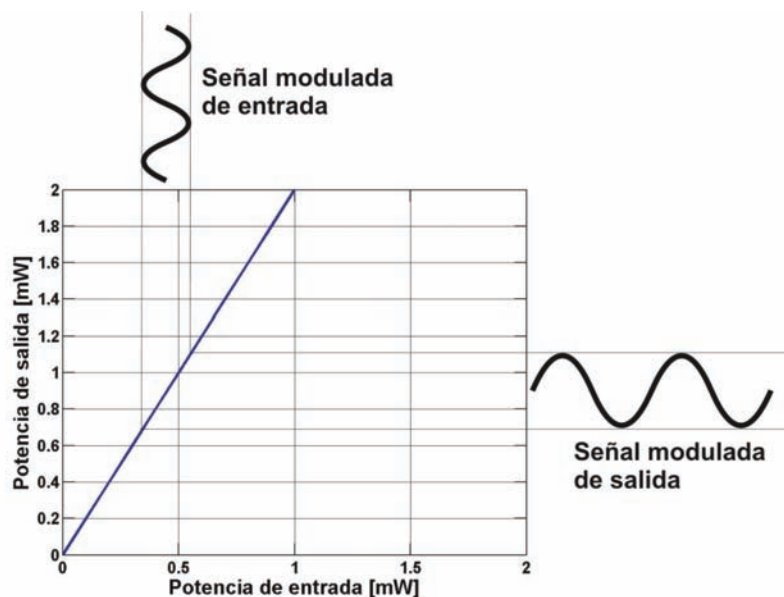


Fig 1 Gráfica del comportamiento de un amplificador lineal cuya amplificación es 2. La amplitud de la señal de salida es el doble que la señal de entrada



por las posibles aplicaciones que de ellos se pueden desprender. Así fue como a partir de la década de los noventa se exploró la posibilidad de utilizar las no linealidades físicas de los SOA para realizar tareas de procesamiento de información de señales ópticas por medios exclusivamente ópticos, es decir, sin tener que recurrir directamente a la electrónica. Dado que las interacciones radiación-materia son, en general, más rápidas que las interacciones puramente electrónicas, los SOA pueden realizar sus tareas de procesamiento a mayor velocidad que los circuitos convencionales. De hecho, dispositivos completamente ópticos que operan a tasas de 100 Gb/s, e incluso superiores, ya se han demostrado experimentalmente. La velocidad de procesamiento de los dispositivos electrónicos, en cambio, escasamente alcanza los 10 Gb/s. Entre las operaciones de procesamiento de información susceptibles de ser realizadas con SOA destacan la conmutación (*switching*) de bits o paquetes de bits y la conversión de longitud de onda por modulación cruzada de la ganancia, modulación cruzada de la fase y mezclado de cuatro ondas no degenerado, con aplicaciones inmediatas a sistemas ópticos de telecomunicaciones.

En el II UNAM, convencidos del impacto tecnológico que los SOA tendrán en los sistemas de telecomunicaciones y procesamiento de información de la próxima década, realizamos investigación de frontera acerca de estos complejos dispositivos fotónicos activos. Alenta-

dos por el conocido dicho soviético de que "no hay nada más práctico que una buena teoría"¹, en el Instituto de Ingeniería hemos desarrollado un sofisticado modelo dinámico de SOA. Dicho modelo consiste en un sistema de ecuaciones diferenciales parciales acopladas no lineales que, en principio, no pueden resolverse analíticamente, y que, por ende, han dado pie al desarrollo de un avanzado simulador que permite su resolución empleando métodos numéricos. Una imagen del panel frontal del simulador se observa en la fig 2. El conjunto de subrutinas que lo componen, escritas en un conocido lenguaje de programación gráfico que, curiosamente, rara vez se utiliza para desarrollar simuladores, ha demostrado ser muy eficiente en términos de memoria y tiempo de ejecución. Este simulador es el resultado de un proyecto conjunto realizado en colaboración con investigadores de los laboratorios Bell de la compañía de telecomunicaciones Lucent Technologies, de Estados Unidos. La buena relación que tenemos con dichos laboratorios, bien conocidos por descubrimientos como la radiación de fondo producida por la gran explosión que originó nuestro universo, o invenciones como el transistor, nos permitirá, esperamos, ampliar nuestra colaboración para evaluar el simulador desarrollado como parte de un proyecto más ambicioso. En tal proyecto se pretende diseñar un producto de alta tecnología consistente en un circuito microscópico en el que se integrarán, mediante técnicas fotolitográficas muy avanzadas, decenas de componentes, entre los que se encuentran algunos SOA. La formación de recursos humanos de alto nivel es una de las prioridades de esta colaboración, por lo que invitamos a estudiantes de ingeniería, física y matemáticas interesados a participar con nosotros.

Sistemas de telecomunicaciones basados en el uso de fibras ópticas

El conjunto de llamadas telefónicas, video-conferencias, correos electrónicos, archivos de imágenes, texto y datos en general que enviamos y recibimos desde una computadora, constituye lo que desde un punto de vista técnico se conoce como información. La necesidad del ser humano de intercambiar dicha informa-

¹No hay que olvidar que, a pesar de lo poco pragmática o contradictoria que, en principio, esta afirmación podría parecer, los científicos e ingenieros de la URSS pusieron por primera vez en órbita un satélite y contruyeron los submarinos más avanzados de su tiempo

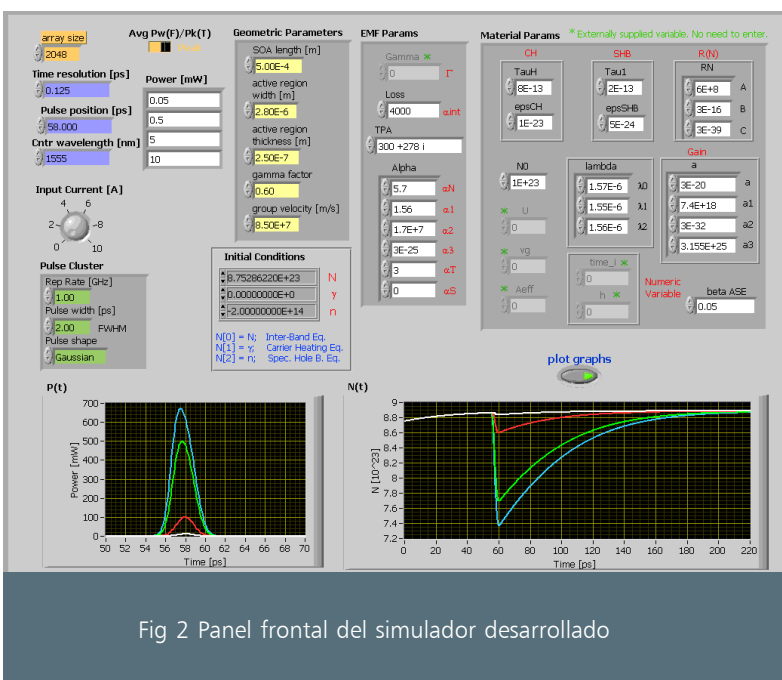


Fig 2 Panel frontal del simulador desarrollado

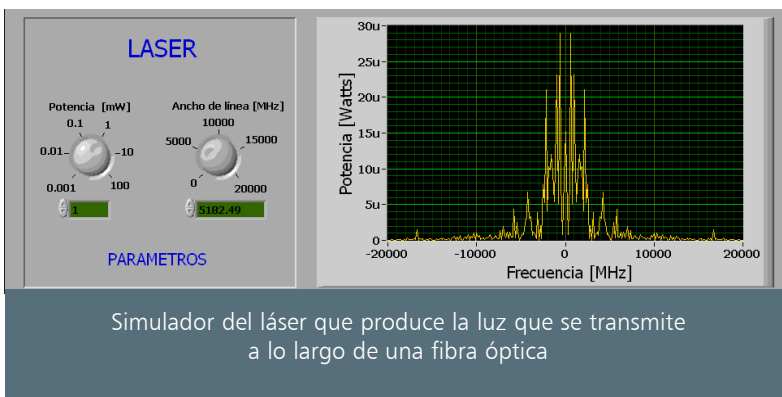
ción ha dado por resultado la creación de una red muy amplia e intrincada de vías por las que la información circula, similar a la red de carreteras que utilizamos para transportarnos de un lugar a otro. A diferencia de las carreteras en que circulan automóviles y camiones, esta novedosa red está hecha principalmente de fibra óptica. Algunas fibras ópticas utilizadas para transmitir información están hechas de plástico, pero la gran mayoría están fabricadas del mismo material del que está hecho el vidrio de nuestras ventanas, es decir, sílice (dióxido de silicio), aunque de una pureza mucho mayor que la que tenemos en nuestras ventanas. Así pues, podemos pensar en una fibra óptica como un hilo de vidrio no más grueso que un cabello humano (de 200 μ de diámetro aproximadamente) y que es sumamente transparente, o sea, que casi no absorbe la luz que viaja por ella. Por tanto, es precisamente luz, emitida generalmente por un láser, lo que se utiliza como medio para transmitir información a lo largo de las fibras ópticas y así poder comunicar ciudades, países y hasta continentes entre sí.

Para que la información pueda transmitirse a lo largo de una fibra óptica es muy conveniente que dicha información se encuentre digitalizada, es decir, que se encuentre representada por una secuencia de ceros y unos, a los que se les llama bits. Una de las ventajas que ofrece la fibra óptica sobre otros tipos de medio de telecomunicación es precisamente la gran cantidad de bits que se puede transmitir a través de ella en un tiempo determinado, por ejemplo, un segundo. Un sistema de telecomunicaciones está constituido no solamente del medio de transmisión (es decir, la fibra óptica) sino de una serie de aparatos que se encargan de que la información llegue sin errores al lugar correcto. En la actualidad muchos de esos aparatos utilizan tecnología electrónica para procesar la información que transmitimos.

Infelizmente, dichos aparatos resultan muy lentos para procesar la gran cantidad de bits por segundo (información) que en la actualidad necesitamos transmitir en forma de pulsos de luz a lo largo de las fibras ópticas.

En el II UNAM, en colaboración con instituciones internacionales de reconocido prestigio, realizamos investigación de punta para desarrollar aparatos de procesamiento de información que operan a velocidades mucho mayores que las de los aparatos que podemos encontrar instalados en los sistemas de telecomunicaciones que operan hoy en día. Los aparatos que estudiamos están basados en la tecnología conocida como fotónica (en vez de electrónica) en la que se pretende controlar la luz que viaja en las fibras ópticas utilizando, precisamente, otro rayo de luz. Esto nos permite procesar la información que viaja en la fibra, no solamente más rápido, sino evitando la conversión óptica-electrónica-óptica que los aparatos actuales realizan. De esta manera se obtienen ahorros tanto de energía como económicos, lo que permite así a nuestra llamada "sociedad de la información" comunicarse de una manera más eficiente, e incorporando un mayor número de usuarios y nuevos servicios. No debe sorprendernos, pues, que la telecomunicación sea una de las áreas de investigación prioritarias y con mayor potencial en nuestro país.

La metodología que utilizamos para nuestra investigación está basada actualmente en el diseño y optimización de los mencionados aparatos de procesamiento de información, para lo cual utilizamos sofisticados programas de cómputo que permiten simular (o reproducir virtualmente) el comportamiento de dichos aparatos, tal y como si trabajáramos con el aparato mismo. Así pues, no solamente estudiamos los mencionados aparatos, sino que además desarrollamos los programas, o mejor dicho, simuladores que nos permiten llevar a cabo nuestras investigaciones. Los simuladores están compuestos de un conjunto de módulos susceptibles de ser interconectados, lo que permite estudiar aparatos más complejos, e incluso sistemas de telecomunicaciones basado en el uso de fibra óptica, abarcando desde la generación hasta la detección y visualización de la señal transmitida. Por medio de la simulación es posible obtener un conocimiento más profundo de la interacción radiación-materia y los procesos no lineales que comúnmente se llevan a



cabo en los dispositivos y sistemas ópticos de telecomunicaciones. Además, un simulador permite analizar casos límite de la estructura o función del objeto en estudio sin correr el riesgo de dañar un, usualmente costoso, prototipo. Nuestro trabajo, pues, representa una etapa muy importante en el ciclo de desarrollo de la próxima generación de sistemas de telecomunicaciones.

Aplicaciones de electrónica de potencia a sistemas eléctricos

Un análisis profundo de las opciones disponibles para maximizar los sistemas eléctricos actuales, con altos grados de confiabilidad y estabilidad, apunta en la dirección de las aplicaciones de electrónica de potencia en los sistemas eléctricos.

Actualmente, la electrónica de potencia juega un papel primordial en la operación y control de los grandes sistemas eléctricos. Su aplicación se ha extendido a cada una de las áreas en que tradicionalmente se dividen los sistemas para su operación y análisis: *generación, transmisión y distribución*.

Dentro del área de *generación*, la electrónica de potencia permite la conexión de fuentes de generación a la red: esta generación se basa principalmente en fuentes renovables de energía como generación eólica, solar, oceánica, de biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas.

El área de *distribución* aprovecha los controladores denominados *custom power*, con base electrónica, que permiten controlar la calidad de la energía suministrada a los consumidores.

En el área de *transmisión* se están produciendo profundos cambios debido a la influencia de los llamados sistemas flexibles de transmisión de corriente alterna (FACTS, por sus siglas en inglés). FACTS es una tecnología de reciente desarrollo en sistemas eléctricos de potencia. El concepto FACTS está basado en la substancial incorporación de dispositivos de electrónica de potencia en los sistemas de transmisión, con la finalidad de hacerlos electrónicamente controlables.

Los beneficios obtenidos con la aplicación de controladores FACTS incluyen: reducción de costos de operación y transmisión, incremento de confiabilidad y

seguridad de los sistemas, incremento de la capacidad de transmisión de potencia de las líneas de transmisión existentes y un general incremento de la calidad de la energía eléctrica suministrada a los consumidores.

En esta área se realiza el modelado de las redes; para conducir investigación en el análisis de flujos de potencia en estado estable, análisis durante fallas y cambios topológicos de grandes redes eléctricas, para proponer soluciones y nuevos puntos de operación más económicos de las mismas, basados en el uso de dispositivos controladores FACTS.

Mediante el modelado y simulación de las redes es posible determinar el dispositivo por utilizar para la entrega de una energía de calidad. Diferentes modelos matemáticos basados en la operación real de los compensadores son incorporados a la red para validar sus características y los efectos en los demás componentes del sistema.

Este proyecto lo desarrolló César Ángeles Camacho, personal académico de la Coordinación de Automatización, con la colaboración de Esther Barios Martínez estudiante de maestría.

Satélite pequeño de demostración tecnológica

Nuestro país se ha insertado plenamente en el mundo de las telecomunicaciones satelitales, así como en el empleo de imágenes capturadas desde satélites para realizar importantes estudios relacionados con la seguridad nacional, entre ellos el seguimiento y análisis de los desastres naturales que agobian a nuestro país. Sin embargo, hasta el momento la tecnología satelital que emplea México se adquiere totalmente en países industrializados. Por tal razón, en el Instituto de Ingeniería, estamos desarrollando un satélite pequeño, de 4 a 6 kg de masa, pero además, tenemos un plan de desarrollo en el área satelital que persigue a mediano y largo plazos crear una infraestructura tecnológica para desarrollar satélites universitarios de 100 a 600 kg que generen productos útiles, sean de *percepción remota* (imágenes) o de *comunicaciones* (servicios de video, telefonía y datos).

El desarrollo de este tipo de pequeños satélites mexicanos abrirá el camino para que generemos produc-



tos de alta tecnología en el campo de las tecnologías de la información. Tendremos entonces en el mediano y largo plazos la capacidad de desarrollar satélites pequeños, útiles y económicos de acuerdo con las necesidades de nuestro país. Por otro lado, internacionalmente la industria satelital constituye un motor de desarrollo tecnológico e industrial que genera nuevos empleos e incrementa capacidades competitivas, por ello es importante para la UNAM y para México trabajar en este campo tecnológico.

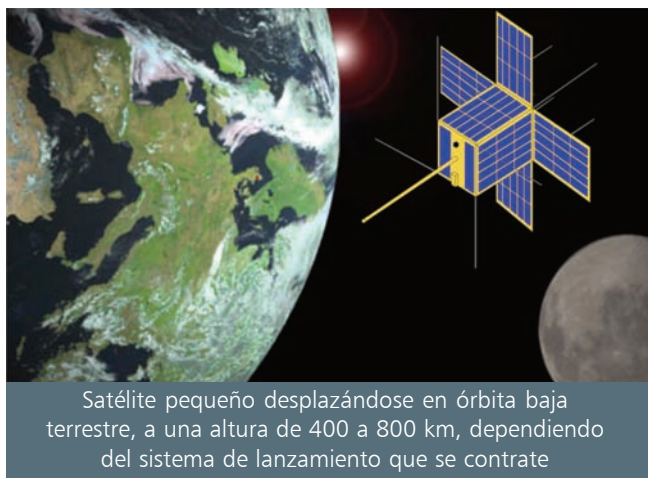
Los objetivos generales del proyecto inicial son la generación de conocimiento y tecnología satelital universitaria, así como la fabricación y validación de un modelo satelital de laboratorio que tendrá una masa de 4 a 6 kg. En cuanto a objetivos particulares, se persigue desarrollar, validar e integrar los subsistemas fundamentales de un satélite pequeño.

El proyecto satelital pequeño inició como parte del programa de la materia Desarrollo de Satélites Pequeños, que imparte el II en el posgrado de Ingeniería, de la UNAM. En esta materia se tratan casos internacionales novedosos en el área de satélites pequeños, se enseñan las experiencias y productos elaborados por el Instituto de Ingeniería para un proyecto satelital previo de 50 kg, llamado Satex (<http://pumas.iingen.unam.mx/satex/>), se presentan los subsistemas y el diseño conceptual del satélite pequeño que está en fase de desarrollo y, finalmente, se realizan grupos de trabajo e investigación en torno a los subsistemas proyectados para el satélite pequeño.

Hasta el momento ya se tienen resultados importantes en cuanto a los subsistemas: estructural, sensores de plataforma, computadora de vuelo, software de operación satelital y software de estación terrestre, además se tienen resultados parciales en los subsistemas de potencia y comunicaciones. En cuanto a los experimentos por realizar se encuentran una cámara digital infrarroja para percepción remota y un sistema de propulsión de gas frío que permitirá orientar al satélite y por tanto a la cámara satelital hacia la Tierra. Estos experimentos se encuentran en fase de definición y de desarrollo conceptual. Posteriormente se realizarán pruebas globales con todos los equipos unificados para dar forma al modelo de laboratorio del satélite pequeño.

Cabe resaltar que un proyecto como este requiere de profesionales de diversas áreas: computación, electrón-

ica, matemáticas, mecánica, telecomunicaciones y aeronáutica, entre otras, es decir un grupo de trabajo interdisciplinario. Por ello, para el desarrollo de este proyecto se cuenta con el apoyo de diversas instituciones nacionales, que hasta el momento interactúan informalmente, entre ellas: el Centro de Investigación en Matemáticas, de Guanajuato, Gto., los Institutos de Ingeniería y Geografía de la UNAM, la Escuela de Aeronáutica del IPN y el ITAM. De igual forma se están realizando convenios con instituciones internacionales para apoyar algunas fases del proyecto, entre ellas la líder Internacional EADS/Astrium y el Instituto de Aeronáutica y del Espacio, de Toulouse, Francia. Con esta última institución ya se tiene elaborado un convenio de colaboración que se espera firmar en los próximos meses, como parte del convenio un ex-becario de la Coordinación de Automatización ya se encuentra realizando una maestría en Toulouse en temas Espaciales y de Comunicaciones desde agosto pasado.



Para el lanzamiento espacial existen diversos sistemas disponibles internacionalmente; sin embargo, los que más se han empleado para orbitar satélites pequeños y los que resultan más económicos, son los cohetes Ru-



tos, como el lanzador Rockot que se presenta en la página anterior.

Red convergente de cómputo y telefonía IP

Con el fin de apoyar las actividades de investigación, las administrativas y la formación de recursos humanos en el Instituto de Ingeniería se instaló la red convergente de cómputo y telefonía IP (Internet Protocol).

Esta red cuenta con la tecnología más avanzada, la que permite garantizar niveles altos de eficiencia, disponibilidad, flexibilidad, seguridad, compatibilidad, escalabilidad y confiabilidad en los servicios que ofrece, así como en su operación y administración.

Durante 2004 se llevó a cabo la revisión y análisis de las instalaciones de la red de cómputo del Instituto en lo que se refiere a su cableado, funcionamiento y capacidades de los equipos, así como los problemas de los usuarios con los servicios. En esta revisión se encontró cableado y equipos obsoletos, desorganizados y en mal estado; equipos de telecomunicaciones con más de 15 años de operación continua con constantes fallas, problemas graves de mantenimiento y saturación de tráfico de datos, así como carencia de puertos de red disponibles para los usuarios, que además de ser de tecnología de muy baja velocidad (10 Mbps) desaprovechaban las capacidades de las nuevas computadoras de los usuarios y ofrecían servicios poco confiables y con tiempos de respuesta muy lentos para los proyectos de investigación del personal académico y estudiantes, así como en las labores del personal administrativo.

Con este equipo de la más avanzada tecnología se ofrece, a los 400 miembros del personal académico y administrativo y a los 400 becarios del II UNAM, más y mejores servicios a través de la red convergente de cómputo, telefonía y video IP.

En un principio se llevó a cabo el análisis, diseño, definición de especificaciones técnicas, así como la evaluación técnica y selección de los equipos y cableado para la nueva red, utilizando tecnologías para unificar las redes de cómputo y telefonía (redes convergentes) basadas en estándares de la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y de la IETF (Internet Engineering Task Force) de Internet, así como estándares de cableado estructurado de la EIA/TIA (Electronic Industries Alliance/

Telecommunications Industry Association), para obtener la mejor relación costo-beneficio, protección de la inversión y más y mejores servicios para los usuarios, que permitiesen aprovechar al máximo todas las capacidades de la red y facilitar y hacer más eficiente la labor que realiza diariamente el personal encargado de la administración y operación de estas redes.

El proyecto se dividió en cuatro etapas: *Red de fibra óptica y cableado estructurado*, *Red de cómputo*, *Red de telefonía IP* y *Red inalámbrica WiFi*.

La *Red de fibra óptica y cableado estructurado* consistió en arreglar y modernizar las instalaciones de cableado, mediante el cambio de la topología física del cableado interno de red de todos los edificios y con el uso de gabinetes, cables y accesorios de interconexión con mejores especificaciones técnicas. Así mismo se instalaron enlaces adicionales de fibra óptica para ofrecer conexión directa con la Torre de Ingeniería y redundancia en los enlaces troncales entre edificios del Instituto.

La segunda etapa, *Red de cómputo*, consistió en instalar y poner en operación 70 equipos para la red de cómputo; dos equipos de *backbone* central redundante XRN, cuatro equipos de *backbone* para la granja de servidores centrales y sesenta y cuatro equipos de telecomunicaciones distribuidos en todos los edificios, coexistiendo con la vieja red, para que de manera coordinada con la instalación del cableado se migraran todos los equipos de los usuarios, servidores centrales, así como el enlace a Internet, a la nueva red. Este proceso de migración se llevó a cabo de manera gradual, rápida y transparente, con el mínimo de interrupciones en el servicio, hasta que el último equipo de usuario fue migrado y la vieja red quedó aislada y desconectada. Esta etapa también incluyó la conexión con la



red de la Torre de Ingeniería y la RedUNAM-Internet para formar una red integral redundante. Con esta nueva red se procesa el tráfico de datos de manera distribuida, con arquitectura de equipos y enlaces redundantes, mayor velocidad en los enlaces a los edificios (2000 Mbps) con mecanismos de balanceo de cargas de tráfico, mayor capacidad en las salidas a red de los usuarios (100 Mbps y 1000 Mbps), capacidad de enrutamiento y priorización de aplicaciones, mayor capacidad del enlace a Red UNAM-Internet (1000 Mbps), segmentación de tráfico para ofrecer mayor eficiencia en la transmisión de información entre aplicaciones y equipos conectados a la red; mecanismos de seguridad tanto en el *backbone* como en puertos de usuario para controlar las aplicaciones que viajan en la red y evitar el uso no autorizado a los recursos de red y, finalmente, una plataforma de administración centralizada para el monitoreo y administración de la red. Esta red ofrece actualmente 1567 puertos de red para los equipos de los usuarios y equipos con función de servidor.

En la tercera etapa, *Red de telefonía IP*, se puso en operación la red telefónica IP mediante la configuración y pruebas del nuevo conmutador telefónico (NBX), instalación de 25 equipos de alimentación eléctrica por medio de red (*power over ethernet*) IEEE 802.3af, y 400 teléfonos digitales IP conectados al conmutador a través de la red de cómputo. Esta red ofrece nuevos servicios como buzón de voz, avisos grupales, directorio en línea, operadoras automáticas en dos idiomas, conferencias, teléfonos virtuales, fax virtual, administración unificada con la de cómputo, administración y monitoreo del servicio telefónico local, de larga distancia y a celular, etc.

La *Red inalámbrica WiFi (Wireless Fidelity)* fue la cuarta etapa, durante la cual se instalaron 27 equipos

(*access points*) de servicio de comunicación inalámbrica WiFi, IEEE 802.11 bg, distribuidos en varios edificios y laboratorios, para dar servicio a los usuarios de equipos móviles como *laptops*, *PDA*s, *PocketPC*s, *tabletPC*s, etc, que requieren usar la red en los laboratorios, auditorios y salas de juntas, así como a lo largo de todo el campus del Instituto. Esta red ofrece comunicación segura a velocidades de 11 Mbps y 54 Mbps. Adicionalmente esta etapa también incluyó un enlace inalámbrico entre la zona del Laboratorio de la Mesa Vibradora (junto al jardín botánico) y la Torre de Ingeniería.

Con la puesta en operación de esta red se puso al Instituto de Ingeniería a la vanguardia en el uso de estas tecnologías en la UNAM.

Tesis graduada

Juana Luz Rivera Salas obtuvo el grado de doctora en ingeniería (estructuras) el 21 de agosto de 2006, dentro del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería de la UNAM. Su tesis doctoral se refiere a *Espectros de confiabilidad uniforme para sistemas estructurales con disipadores de energía*, y fue dirigida por la doctora Sonia E Ruiz Gómez, investigadora de la Coordinación de Mecánica Aplicada.

En la primera parte de su tesis propone y aplica un algoritmo útil para obtener espectros de diseño con tasa de falla uniforme (ETFU) para sistemas de un grado de libertad (S1GDL) con elementos disipadores de energía (EDES), llamados aquí sistemas combinados. El algoritmo se sistematiza mediante un programa de cómputo. El algoritmo implica excitar los sistemas combinados con un conjunto de movimientos sísmicos. Éstos se simulan aquí como procesos estocásticos gaussianos con amplitud y frecuencia evolutivas en el tiempo. También define la falla estructural de dos maneras diferentes: la primera se refiere a que la ductilidad demandada por el sistema combinado exceda su ductilidad disponible. La segunda se refiere a que el índice propuesto por Park y Ang exceda la unidad.

La segunda parte de la tesis propone un criterio por confiabilidad y por desempeño para el diseño del re-



Conexión inalámbrica de la Mesa vibradora-TI



Instalación de puntos de acceso inalámbrico



fuerzo de estructuras con EDES. El criterio de diseño se basa en el uso de ETFU. Se verifican condiciones de aceptación correspondientes a dos estados límite: servicio y último. Las incertidumbres implícitas en la transformación entre la respuesta del S1GDL y el sistema de múltiples grados de libertad con EDES se toman en cuenta mediante factores de corrección que se calculan a partir de sus correspondientes curvas de peligro de demanda.

El criterio de diseño propuesto se aplica a un edificio de concreto reforzado de diez niveles y tres crujiás que se refuerza con placas triangulares de acero (tipo TADAS). La estructura se localiza en un sitio con características similares a las del sitio SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) en la ciudad de México.

Al concluir el examen doctoral el Presidente del Jurado mencionó que ésta es la segunda ocasión en que una estudiante obtiene el grado de doctora con especialidad en estructuras dentro del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería de la UNAM. La primera persona de sexo femenino que obtuvo dicho grado fue la doctora Sonia E Ruiz.

Noticias

Lema

Se notifica que el concurso para elegir el lema con que se identificaría a este centro de investigación, al cual se convocó en enero del año en curso, fue declarado desierto por el jurado. Los sobres cerrados con la información de seudónimos estarán a disposición de los participantes en la Secretaría de Promoción y Comunicación del 2 al 6 de octubre, de 10 a 14 y de 17 a 19 horas. Después de estas fechas se procederá a destruir los sobres.

Feria de Servicio Social en la UNAM

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Secretaría de Servicios a la Comunidad, la Dirección General de Orientación y Servicios Educativos y el Sistema Universitario de Servicio Social de Facultades y Escuelas, organizó la Feria de Servicio Social UNAM

2006, que se llevó a cabo los días 7 y 8 de septiembre en Ciudad Universitaria.

La Feria es uno de los eventos organizados para recordar el 70 aniversario del servicio social en la máxima casa de estudios y el Instituto de Ingeniería montó un pabellón donde se proporcionó la información correspondiente a los servicios sociales en distintas disciplinas y campos de la ingeniería que están abiertos para que los interesados en ellos se inscriban. Además se distribuyó el Programa de Servicio Social para 2006, elaborado en el II UNAM con el fin de contribuir con la formación de recursos humanos y el desarrollo profesional de los futuros ingenieros.

El catálogo está disponible en la Secretaría Académica del II UNAM, con la maestra Maritza Galiote.

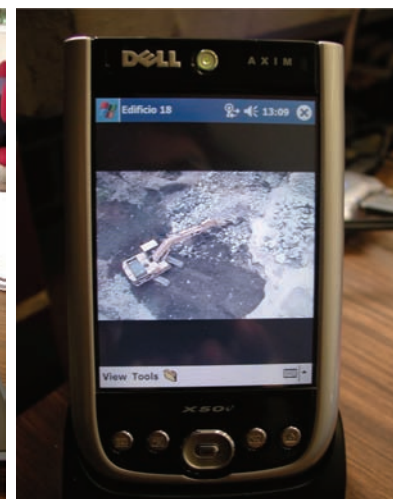
Sistema de videovigilancia IP en la construcción del edificio 18

Con el fin de que la comunidad del Instituto pueda observar el avance de las obras de la construcción del edificio 18, se puso en operación una página Web comunicada con una cámara robótica de video IP. Esta página Web puede ser consultada desde cualquier computadora de escritorio, PDA o *laptop* conectada a la red del Instituto a través de la red cableada o la red inalámbrica. Igualmente se puede consultar desde cualquier lugar con servicio de Internet.

La cámara se conecta directamente a la red de datos y utiliza los protocolos de comunicación de Internet (TCP/IP)



Vídeo desde una PDA inalámbrica



Vídeo desde una Laptop inalámbrica



Instalación terminada

para transmitir el video a un servidor, que a su vez es consultado a través de una página Web. La cámara también ofrece rutas programadas (*patrolling*), paradas predefinidas para realizar acercamiento (*zoom*) hacia algún detalle en particular que se requiera revisar, fotografiar o grabar en video; ofrece visión nocturna y generación de alarmas con la ayuda de sensores, puede girar en su eje vertical y también en el horizontal y maneja diferentes algoritmos de compresión para usar menor ancho de banda de la red de datos.

Esta solución es muy flexible y económica, a diferencia de los sistemas con cámaras analógicas y cable coaxial, ya que este tipo de cámaras IP, pueden ser conectadas en cualquier punto de una red de datos tanto alámbrica como inalámbrica y pueden ser controladas y administradas desde cualquier punto donde exista servicio de Internet.

Las imágenes de la cámara pueden ser vistas en la dirección:

<http://videoconferencia.iingen.unam.mx/canal25> y en el portal del Instituto:

<http://www.ii.unam.mx>

Directorio

UNAM

Dr Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic Enrique del Val Blanco
Secretario General

Mtro Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Institucional

Mtro José Antonio Vela Capdevila
Secretario de Servicios a la Comunidad

Mtro Jorge Islas López
Abogado General

Dr René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Lic Néstor Martínez Cristo
Director General de Comunicación Social

INSTITUTO DE INGENIERÍA

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro
Director

Dr José Alberto Escobar Sánchez
Secretario Académico

Dr Mario Ordaz Schroeder
Subdirector de Estructuras

Mtro Víctor Franco
Subdirector de Hidráulica y Ambiental

Dr Luis A Álvarez-Icaza Longoria
Subdirector de Electromecánica

Mtro Lorenzo Daniel Sánchez Ibarra
Secretario Administrativo

Mtro Xavier Palomas Molina
Secretario Técnico

Mtra María Olvido Moreno Guzmán
Secretaria de Promoción y Comunicación

GACETA II

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual éste muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, cursos y talleres que imparte, así como sus tesis graduadas e información de interés general. Se publica los días 25 de cada mes, con un tiraje de 1200 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2005 041412241800 109. Certificados de Licitud de Título y de Contenido en trámite. Instituto de Ingeniería, UNAM, Edificio Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, DF. Tel 5623 3615.

Editora responsable

Lic María Verónica Benítez Escudero

Correctora de estilo

L en L Olivia Gómez Mora

Colaboradora

I Q Margarita Moctezuma Riubí

Formación e impresión

Albino León Cruz

Distribución

Fidela Rangel



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

Visite la página del Instituto de Ingeniería:

<http://www.ii.unam.mx>

Envíe sus comentarios a: gaceta@pumas.ii.unam.mx