

## **Implementación del algoritmo el menos recientemente usado (LRU) en la asignación de sinodales**

HERNÁNDEZ, Roberto†\*, ALVARADO, Eduardo y ESCARCEGA, Liliana

*Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Pachuca, Carretera México-Pachuca Km. 87.5 Pachuca, Hgo. CP. 42080*

Recibido Abril 13, 2017; Aceptado Junio 5, 2017

### **Resumen**

Entre las actividades académicas que un docente de tiempo completo realiza ya sea para cumplir o no con los requisitos del Perfil Deseable, el cual es un reconocimiento por parte de la SEP a los docentes universitarios que están calificados para ejercer la profesión de la docencia es asesorar y revisar trabajos profesionales de titulación. Estos trabajos profesionales son dirigidos por el asesor y los revisores otorgan el visto bueno para su trámite de titulación. Los docentes involucrados pasan a ser los sinodales del Jurado en el Acto de Recepción Profesional. Este artículo presenta la implementación del algoritmo LRU (Least Recently Used) Menos Recientemente Usado e incluye las bondades de otros como FIFO (First-In First-Out) y Round Robin en la asignación de sinodales. La implementación se llevó a cabo utilizando herramientas avanzadas de Excel y se comprobó que funcionara en diferentes plataformas como Windows, Mac y Ubuntu (Linux). De igual manera se implementó el envío de las notificaciones de dichas asignaciones vía correo electrónico y en tiempo real.

**Asignación de sinodales, algoritmo LRU, aplicación de ingeniería en Excel**

### **Abstract**

Among the academic activities that a full-time teacher performs either to meet or not with the requirements of the Desirable Profile, which is a recognition by the SEP to university teachers who are qualified to practice the teaching profession is to advise and review professional degree works. These professional works are directed by the consultant and the reviewers grant the approval for their titling process. The teachers involved will be the Synod of the Jury in the Professional Reception Act. This article presents the implementation of the Least Recently Used (LRU) algorithm and includes the benefits of others such as First-In First-Out (FIFO) and Round Robin in the synod assignment. The implementation was carried out using advanced Excel tools and was proven to work on different platforms such as Windows, Mac and Ubuntu (Linux). In the same way was implemented the sending of notifications of such assignments via email and in real time.

**Synod assignment, LRU algorithm, Engineering application in Excel**

**Citación:** HERNÁNDEZ, Roberto, ALVARADO, Eduardo y ESCARCEGA, Liliana. Implementación del algoritmo el menos recientemente usado (LRU) en la asignación de sinodales. Revista de Tecnología Informática 2017, 1-1: 52-60

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: hp7mx@itpachuca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Muchas aplicaciones automatizadas nacen por el simple hecho de estar a la vanguardia en la tecnología, sin importar si tienen o no errores. A veces, cuando las cosas salen mal, se culpa de los errores a las personas porque el proceso se hace manual pero no siempre es así. Un proceso manual es utilizar formatos de papel que hay que llenar con lápiz o pluma de acuerdo a las evidencias que se visualizan. Es el caso de la asignación de sinodales para el proceso de titulación de los alumnos egresados que se lleva a cabo en el Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Pachuca perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM). Los presidentes de las titulaciones resultan ser los presidentes de una asignación de una comisión o por la asignación del proyecto de residencia profesional. Si los alumnos no se titulaban se procedía a una nueva asignación. La asignación de los otros 3 sinodales, el secretario, vocal y suplente se toman de acuerdo a un rol de la misma opción.

En nuestra implementación, los problemas a corregir del caso manual sería evitar que algunos sinodales se vean más favorecidos que otros por el simple hecho de un descuido y no pensando que hay mala fe. Esta implementación puesta como una aplicación nace por actualizarse en la tecnología y se desarrolla bajo un hoja de cálculo, Excel, haciendo uso de sus grandes ventajas de funciones simples y complejas así como de las macros y de las opciones de los objetos como los botones de modo que todos los docentes tuviesen la misma cantidad de sinodalías.

El artículo describe sobre las sinodalías y las opciones de titulación que maneja el TecNM, se menciona el porque es importante Excel y se comentan algunos algoritmos de planificación de procesos que se podrían emplear para hacer eficiente la asignación de las sinodalías.

Se describe la metodología empleada. Se muestran los resultados y se dan las conclusiones.

## Sinodalías

De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española (dla.rae.es, 2017) sinodalía no existe, sin embargo, existe sinodal, el cual proviene del latín tardío *synodalis*. Como adjetivo indica que es perteneciente o relativo al sínodo, como sustantivo es un examinador. Considerando el mismo diccionario sínodo es una junta de eclesiásticos que nombra el ordinario para examinar a los ordenandos y confesores. En el ámbito académico, sinodal se ha aplicado al profesor que va a examinar a un candidato a obtener el grado de licenciatura, ingeniería, maestría o doctorado y de esto deriva a que el jurado calificador está formado por sinodales. En el Tecnológico Nacional de México, el evento cuando el alumno presenta su examen de titulación se denomina Acto de Recepción Profesional.

De acuerdo a los lineamientos de titulación del de los planes de estudio anteriores a 2010 del TecNM (Reglamento escolar, 2017), las opciones de titulación eran: I. Tesis profesional, II Elaboración de textos y prototipos didácticos, III. Participación en proyectos de investigación, IV Diseño o rediseño de equipos, aparatos o maquinaria, V Cursos especiales de titulación, VI Sustentación de exámenes por áreas de conocimiento, VII Memoria de experiencia profesional, VIII Escolaridad por promedio, IX Escolaridad por estudios de Maestría y X Titulación por residencias profesionales. Actualmente, algunas de ellas desaparecieron, otras se actualizaron y se crearon unas nuevas. Todas ellas se concentraron en una sola llamada Titulación Integral.

En ella se concentran los proyectos: Residencia Profesional, Proyecto de Investigación y/o Desarrollo Tecnológico, Proyecto Integrador, Proyecto Productivo, Proyecto de Innovación Tecnológica, Proyecto de Emprendedurismo, Proyecto Integral de Educación Dual, Estancia, Tesis o Tesina. O bien la Titulación Integral por la aprobación del Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) (Tecnológico Nacional de México, 2015). De esta opción de Titulación Integral prácticamente sólo se presentan exámenes profesionales bajo la opción tesis.

Los docentes como parte de sus actividades docentes esta en asesorar o revisar los trabajos profesionales de los alumnos que desean titularse y estos pasan a ser los sinodales del jurado en el Acto de Recepción Profesional.

### **Excel**

Microsoft Excel es una herramienta del análisis de datos utilizada por varias empresas de manera confiable para la automatización de varios de sus procesos debido a que proporciona todas los elementos de cálculo que se necesiten para modelar y analizar la información. Por ejemplo, Plant Truxure (Electric, S, 2009) es una empresa líder en la automatización de procesos y es la mejor en eficiencia energética. Plant Truxure ayuda a las empresas a identificar e implementar formas para reducir el consumo de energía y reducir los residuos ambientales. Plant Truxure emplea Excel para modelar sus procesos.

Frecuentemente se refiere a la hoja de cálculo de Microsoft con el nombre de Excel, Microsoft Excel o bien Office Excel por ser parte de la suite Office. También es común hacer referencia a la hoja de cálculo por su versión: Excel 2003, Excel 2007, Excel 2010, etc. Microsoft impulsa su ventaja competitiva lanzando al mercado su versión actual tanto para la plataforma Windows como para la Mac OS X, Excel 2016.

El manejo de datos en Excel se puede hacer de manera sencilla o compleja en base a la solución del problema que se desee resolver. La implementación que se presenta utiliza funciones predefinidas para incorporarlas en funciones más complejas llamada macros.

Entre las funciones predefinidas se encuentran:

- Suma: Realiza el cálculo de la suma de todos los números de un conjunto de datos (también denominado rango).
- Máximo y Mínimo: Nos indica el valor máximo y mínimo de un conjunto de valores.
- Contar.si: Cuenta el número de celdas que cumplen con la condición específica en el argumento de la función.

Para facilitar la introducción de fórmulas y la comprensión de las mismas una vez escritas Excel proporciona la utilidad de asignar un nombre a una celda.

Universitat Jaume (2008) indica que cuando repetimos muchas veces la misma tarea sería interesante automatizar dicha tarea de forma que no tuviéramos que repetir cada vez todos los pasos que la componen. Esta automatización la proporciona Excel mediante macros.

Las instrucciones de las macros se guardan en unas hojas especiales denominadas módulos y están escritas en el lenguaje de programación Visual Basic para Aplicaciones (VBA).

## Algoritmos de planificación de procesos

La planificación de procesos se refiere a como determina el sistema operativo el orden en que irá cediendo el uso del procesador a las tareas que lo vayan solicitando y a las políticas que empleará para que el uso que de a dicho tiempo no sea excesivo respecto al uso esperado del sistema, tal como lo dice Wolf, G. (2015). Para este efecto se emplea un algoritmo de planificación como los que a continuación se describen:

- FIFO
- SRT
- Round-Robín.

### FIFO

Tenenbaum, A. S. (2009) menciona que el algoritmo FIFO (First In First Out) Primero en Entrar Primero en Salir, rara vez se usa como esquema principal en los sistemas actuales, pero a menudo está incorporado en otros sistemas.

La implementación de algoritmo FIFO es fácil ya que sólo se necesita mantener una cola con los procesos listos ordenados para el tiempo de llegada, pero el problema es que tiene demasiado tiempo en espera.

El algoritmo FIFO puede usar prioridades. En este caso a cada proceso se le asigna una prioridad y los procesos de mayor prioridad tendrán preferencia sobre los de menor. La prioridad de un proceso se puede modificar a lo largo de su vida. A éste tipo de algoritmo se le llama cola de prioridades y se despacha siempre al primero de la cola.

### SRT

El algoritmo SRT (Shortest-Remaining Time) Tiempo Restante más Corto, de acuerdo a las ideas de Martínez, M. D. (2001), es tomar entre todos los procesos listos que tengan su próximo ciclo de CPU más pequeño.

Sin embargo, Wolf, G. (2015), menciona al algoritmo SRT con el nombre SJF (Shortest Job First) el Trabajo más Corto Primero, ya que es la misma función y nos dice que es óptimo porque ofrece el tiempo mínimo promedio para un conjunto de procesos dados. Un problema principal de este algoritmo es la longitud de la siguiente ráfaga de CPU por lo tanto no se puede implementar a nivel de la planificación pero se utilizan aproximaciones.

### Round-Robin

Este algoritmo se ocupa tanto para procesos largos como para procesos cortos y la diferencia con el algoritmo FIFO es que el Round-Robin se emplea en la multitarea. Tenenbaum, A. S. (2009) menciona sobre el Round-Robin que cada proceso que esté en la lista de listos puede ejecutarse por un sólo quantum de tiempo, si el proceso no se ha terminado de ejecutar será interrumpido y este será removido para que espere su turno nuevamente al final de la lista.

Una característica de un algoritmo de planificación es la expropiación, es decir, un algoritmo es expropiativo si se puede retirar un proceso que se está ejecutando para introducir otro nuevo. FIFO y SRT no son expropiativos y Round-Robin si lo es.

Para estudiar la bondad de un algoritmo de planificación se suelen estudiar algunos parámetros:

- Tiempo de espera. Tiempo que el proceso está parado o en espera desde que se lanza hasta que finaliza su ejecución.

- Tiempo de retorno. Tiempo que transcurre desde que el proceso se lanza hasta que finaliza su ejecución. Se puede ver como la suma del tiempo de espera más el tiempo de ejecución.
- Tiempo de respuesta. Tiempo que pasa desde que se manda ejecutar un proceso hasta que se ejecuta por primera vez.

### Algoritmo de sustitución de páginas LRU

El algoritmo LRU, es utilizado para reemplazar páginas de memoria cuando un nuevo proceso requiere tener el procesador. El remplazo de páginas intercambia las páginas que muestran la menor cantidad de actividad reciente debido a que éstas son las que tienen menor probabilidad de ser usadas nuevamente. La elección de este algoritmo para implementarlo en la asignación de sinodalías parte del hecho de comparar al sinodal como una página en la administración de la memoria de un sistema operativo. En este sentido, seleccionar la página menos usada recientemente se referirá al sinodal que menos titulaciones tenga recientemente. Una vez seleccionado le dejará el lugar a otro sinodal que tenga menos titulaciones recientemente.

### Metodología

En muchos procesos cuando se realizan manualmente se le asignan varios problemas por la misma cuestión que lo manejan las personas y a veces deliberadamente o no por distraerse pueden causar errores. La Figura 1 muestra como se llevaba a cabo la asignación de sinodalías de manera manual.

Pero esto siempre sucede aunque se automatice en algunas ocasiones (si la aplicación no está bien programada) Es típico o es tarea de la automatización reducir los posibles errores de captura. A esto se le llama validación de entrada.

Figura 1 Asignación de sinodalías de manera manual

### Solución manual

En la solución manual se inició formando un rol para cada opción de titulación con los docentes participantes. Con esta situación resolvimos que todos los docentes participaran, pero carecía de que fuera justo dado que según la opción unos docentes tenían más titulaciones que otros, por lo que se acordó hacer un sólo rol que incluyese todas las opciones y se empleó el algoritmo de Round Robin, en el sentido que a cada docente se le asigna una sinodalía y al finalizar la lista, se reinicia nuevamente.

La asignación era siempre los tres contiguos, esto es, se asignaba al secretario, el vocal y al suplente a los siguientes de la lista. Para la siguiente asignación el secretario era el que había sido vocal, el vocal es el que era suplente y el suplente es el siguiente de lista. Esto se puede reflejar en la Tabla 1. En las columnas se colocan a los docentes y en los renglones a los alumnos a titularse.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
A1	s	v	t	p			
A2		s	v	t			p
A3		p	s	v	t		
A4				s	p	v	t

Tabla 1 Asignación de secretario, vocal y suplente

Esta propuesta funciono por algún tiempo, pero mostro dos problemas: En las sinodalías siempre estaban presentes los mismos docentes y en ese orden y segundo, digámosle de mayor preocupación es que habría docentes con más titulaciones que otros. Como se ve en la Tabla 1, el docente D4 tiene 4 titulaciones y los docentes D1 y D6 sólo una.

### Implementación automatizada

Como primer estrategia fue implementar el proceso manual en una hoja de cálculo con Excel y utilizando el mismo algoritmo de Round Robin. Se formo una lista con los docentes participantes en orden alfabético (esto era indistinto), cada docente se colocó en una columna y en cada renglón se guardó un alumno que solicitaba titularse. Se incorporó un renglón para efectuar la suma de las titulaciones.

El tener el conteo automatico de cuantas sinodalías tenía un docente ayudó notablemente a ser más justo las asignaciones. En lugar de asignar las sinodalías de manera contigua como se indicó anteriormente, ahora se podía asignar viendo que docente tenía menos asignaciones y a ellos se les asignaba la nueva titulación. Sin embargo, siempre queda a expensas de quién asigna, quienes deben ser los sinodales.

Para determinar el total de titulaciones de presidente se ve en la fórmula 1. La fórmula 1 muestra el caso para el docente Carlos M. y ésta misma fórmula se replica para cada docente. De igual manera se aplica también para calcular el total de titulaciones como secretario y como suplente. La fórmula 2 determina el total de titulaciones asignadas para el docente en cuestion.

=CONTAR.SI(Asignaciones[Carlos M.],Asignaciones!\$D5) (1)

=SUMA(G5:G7) (2)

En esta versión automatizada y en la manual, los docentes participantes no estaban enterados sino hasta que el alumno le llevaba el documento oficial de que era parte del jurado varios días después. Aun más, el docente siempre tenía la sospecha de cuantas titulaciones tenía asignadas porque notaba que sus colegas tenían más. Esto fue resuelto con una segunda versión, automatizando el envío de correos electrónicos del aviso de la asignación.

La tercer versión, versión que nos ocupa proporciona los sinodales de modo que se cumpla el principio de que todos los docentes tengan titulaciones de todas las opciones y que el número asignado de ellas varíe en casi nada entre el más alto y el más bajo.

El algoritmo SRT es muy bueno para cuando se tiene un conjunto de varios procesos cortos y algunos largos y se le da prioridad al más corto para que en conjunto el tiempo promedio es mejor a que si se hubiesen sido atendidos en FIFO. Como nuestra asignación de sinodalía al sinodal es única, esto es, todos los procesos son del mismo tamaño, esta técnica no es práctica, por lo que se descarta.

Como variante de FIFO, la cola de prioridades del todo tampoco es muy útil porque siempre sería despachado el de mayor prioridad y es el caso inverso el que se desea, por lo que una variación a éste sería una lista de prioridades, el cual si es útil para nuestra implementación.

Se empleó una combinación de los algoritmos de lista de prioridades y LRU para administrar eficientemente las asignaciones de los sinodales.

Pensando en la semejanza en que los procesos sean equivalentes a los docentes donde se requiere que éstos tengan más o menos las misma asignaciones y que las páginas que no se hayan ocupado recientemente sean las que se empleen, sería el equivalente a que el docente que no haya tenido asignación reciente sea el que la tome.

Se considera una lista de prioridades y se actualiza dinámicamente cada vez que a un sinodal le es otorgada una asignación. Se le asigna prioridad 0, la mayor, al que tiene el máximo número de titulaciones y tiene la prioridad más baja, en número negativo, al que tiene menos. Las asignaciones de suplencia no se toman en cuenta para el conteo, debido a que normalmente no forma parte del jurado a menos que falte alguno de los titulares, presidente, secretario o vocal.

La fórmula 3 nos permite determinar cual es la cantidad mayor de titulaciones para poder determinar las prioridades.

$$=MAX(E11:V11) \tag{3}$$

La fórmula 4 determina la prioridad para el docente que tenemos como ejemplo Carlos M. y toma como base el resultado de la fórmula 3. Esta misma fórmula se aplica para cada docente.

$$=SI(H47="Susp",1,H11-$W$11) \tag{4}$$

En principio al aumentar la prioridad deja de ser el menos recientemente usado por lo que el de menor prioridad se le aplica el algoritmo LRU y así el último en esa prioridad será el primero en ser asignado.

**Resultados**

Uno de los factores importantes con las implementaciones son la compatibilidad con los diferentes sistemas operativos que hay en el mercado.

En nuestro caso son Windows, Mac OS X y linux y con las diferentes hojas de cálculos compatibles con Excel propias de cada sistema operativo como LibreOffice Cal para Ubuntu y Numbers para OS X. Las Figuras 2 y 3 muestran la implementación corriendo en Excel 2106 en Windows y LibreOffice Cal en Ubuntu respectivamente.

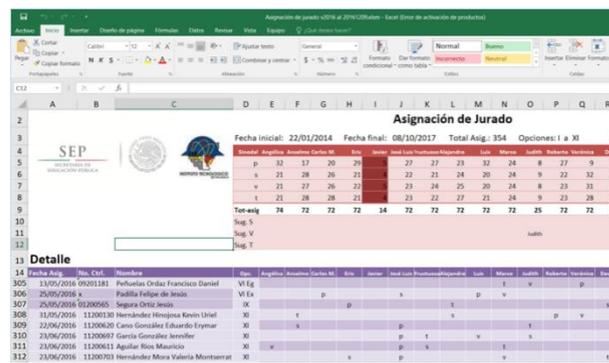


Figura 2 Impl. corriendo en Excel 2016 en Windows 10.

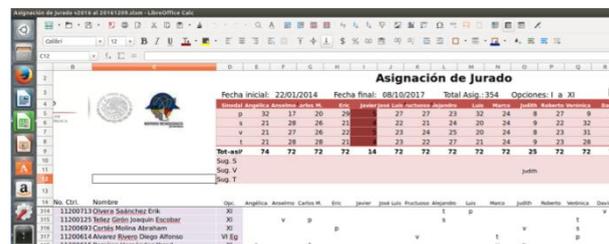


Figura 3 Impl. corriendo en LibreOffice Cal en Ubuntu.

El desarrollo de la implementación y los resultados mostrados se hicieron en una Mac con Excel el cual es parte del paquete Office 2011 Mac. A manera de ejemplo y sin perder confidencialidad, se muestran resultados parciales de la implementación al 20 de diciembre del 2016.

La Figura 4 muestra la actualización dinámica de las prioridades. De los datos mostrados, se ve que un docente tiene la mayor cantidad de titulaciones y por lo tanto tiene la prioridad cero, la más alta y cinco docentes la prioridad más baja, de éstos se escogera al sinodal de acuerdo al LRU. Esta selección se muestra en la Figura 5.

Al docente que tiene prioridad 1 es porque está suspendido temporalmente y de esta manera no participa en las asignaciones.

Sinodal	Angélica	Anselmo	Carlos M.	Eric	Javier	José Luis	Fructuoso	Alejandro	Luis	Marco	Judith
p	32	17	20	29	5	32	27	23	32	24	8
s	21	28	26	21	4	22	22	24	21	24	9
v	21	27	26	23	5	23	24	25	20	24	11
t	21	28	28	21	4	23	23	27	24	24	9
<b>Tot-asig</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>14</b>	<b>77</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>28</b>
<b>Reinici</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>47</b>
<b>Tot.Aju</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>52</b>	<b>77</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>75</b>
<b>Priorid</b>	<b>-3</b>	<b>-5</b>	<b>-5</b>	<b>-4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-4</b>	<b>-5</b>	<b>-4</b>	<b>-5</b>	<b>-2</b>

Figura 4 Actulización dinámica de prioridades

Sinodal	Angélica	Anselmo	Carlos M.	Eric	Javier	José Luis	Fructuoso	Alejandro	Luis	Marco	Judith
p	32	17	20	29	5	32	27	23	32	24	8
s	21	28	26	21	4	22	22	24	21	24	9
v	21	27	26	23	5	23	24	25	20	24	11
t	21	28	28	21	4	23	23	27	24	24	9
<b>Tot-asig</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>14</b>	<b>77</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>28</b>
Sug. S											Alejandro
Sug. V											Marco
Sug. T											Marco

Figura 5 Sugerencia para seleccionar al sinodal

La actualización dinámica y la selección del siguiente sinodal siempre se da a pesar de que si por algún motivo no se quiera respetar las sugerencias proporcionadas por el algoritmo, dado a que hace los ajustes y se repite el proceso.

La Figura 6 muestra como fueron asignados los sinodales a los últimos alumnos que solicitaron su titulación. Cabe aclarar que ésta asignación se hace a petición del Jefe(a) de Departamento.

Fecha Asig.	No. Ctl.	Nombre	Opc.	Angélica	Anselmo	Carlos M.	Eric	Javier	José Luis	Fructuoso	Alejandro	Luis	Marco	Judith
07/10/2016	11200405	García Mejía Víctor José	VII		v	p								
17/10/2016	11200124	De Lucio Soto Ana Karen	VI Eg				v							
17/10/2016	11200124	Zuñiga Peña Zitzaly Izamin	VII	p							t			
04/11/2016	10920052	Vázquez Mejía Pedro David	VI Eg				t				p		v	
18/11/2016	109200130	Domínguez Lugo Jesús	VI Eg				s				p			
20/12/2016	11200722	Rosas Cortes Juan Carlos	XI								p		t	v
20/12/2016	11200701	Gutiérrez Ojeda Hector Gerardo	XI								p		t	v
20/12/2016	11200711	Muñoz Pérez Oswaldo	XI								p		t	v
20/12/2016	11200887	Aguilar de la Cruz Nallely	XI					v			p		t	s
20/12/2016	11200624	Chavarría Alvarado Amairani	XI								p		s	

Figura 6 Asignación de sinodales

El envío de la notificación a los sinodales se hace a través de correos electrónicos de la propia implementación. La Figura 7 muestra como se conforma el contenido, el cual está en el recuadro y se elabora mediante el botón Asignar. El botón Enviar envía el correo a cada uno de los sinodales.

Asignación de Jurado.

Estimados colegas,

Les informo que han sido asignados para conformar el jurado de titulación de:  
Chavarría Alvarado Amairani  
Por la opción XI, quedando de la siguiente manera:

- ✓ Presidente: José Luis Aguilar Gómez
- ✓ Secretario: José Fructuoso Gutiérrez Díaz
- ✓ Vocal: Roberto Hernández Pérez
- ✓ Suplente: Salvador Martínez Pagola

La Jefa de Departamento les dará a conocer la fecha y hora.  
Saludos y éxito en su cometido.

---

Roberto Hernández Pérez  
Presidente de la Academia de Ciencias Computacionales  
Instituto Tecnológico de Pachuca

Figura 7 Notificación por correo electrónico

Otro factor importante que está involucrado en esta tercer versión es que si entra un nuevo docente se agrega en una nueva columna se hacen los ajustes de manera manual, entrando con la prioridad más alta.

### Conclusiones

Esta aplicación se esta utilizando hoy en día en el Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Pachuca el cual pertenece al Tecnológico Nacional de México asignando de manera satisfactoria y justa a los sinodales para las titulaciones de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Tecnologías de Información y Comunicaciones.

La oportunidad de que todos los docentes puedan ver el detalle de la hoja de cálculo sin que tengan la posibilidad de modificarla, se está planeando en este momento. Se tiene pensado poner la aplicación en un directorio en la nube con sus respectivos permisos. Como una oportunidad de mejora de la aplicación es que los docentes se les asignen de acuerdo a su productividad en la academia dado que actualmente se les asigna se manera por igual. Y se hace la observación que la productividad de cada uno es diferente. Por lo que se está considerando que éste factor se involucre.

Para nuevas versiones se piensa en automatizar la entrada de nuevos integrantes a la asignación de sinodalias y la baja de ellos también hay que considerarla. Si se incorporará la productividad, ésta también debería afectar la asignación.

Por el momento las bajas no están incorporadas, simplemente se le pone en su estatus “Susp” de suspendido y automáticamente su prioridad pasa a ser uno y por lo tanto ya no se le toma en cuenta en la sugerencia para la asignación y el programa proporciona la siguiente sugerencia.

En el caso de las suspensiones temporales de los docentes (por licencia o por año sabático entre otras) tampoco están considerados. Aquí hay otra oportunidad de mejora. Por el momento también se pone su estatus de “Susp” y con ello tiene el mismo efecto que de baja.

Excel es un buen producto para realizar aplicaciones de ingeniería y para muchos ingenieros es una de sus herramientas favoritas para automatizar sus procesos.

## Referencias

Dla.rae.es. (2017). Diccionario de la Lengua Española. [online] Disponible en: <http://dle.rae.es> [Accesado 18 Aug. 2017].

Electric, S. (Marzo de 2009). PlantsTruxure SCH20. Disponible en: [http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE\\_SCHC208.pdf](http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/solution/PLANTSTRUXURE_SCHC208.pdf) [Accesado 18 Aug. 2017].

Tecnológico Nacional de México (2015). Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México. Disponible en: [http://www.itq.edu.mx/lineamientos/Manual\\_de\\_Lineamientos\\_TecNM.pdf](http://www.itq.edu.mx/lineamientos/Manual_de_Lineamientos_TecNM.pdf) [Accesado 18 Aug. 2017].

Martínez, M. D. (2001). Sistemas Operativos. (págs. 34-46). Argentina.

Reglamento escolar – Instituto Tecnológico de Pachuca (2017), Reglamento Aplicable hasta Planes de Estudio 2004-2005. Disponible en: [http://www.itpachuca.edu.mx/pdf/reglamento\\_alumnos.pdf](http://www.itpachuca.edu.mx/pdf/reglamento_alumnos.pdf) [Accesado 18 Aug. 2017].

Tenenbaum, A. S. (2009). *Sistemas Operativos Modernos* Amsterdam, Holanda: Prentice Hall. (págs. 201-215).

Universitat Jaume. (2008) *Funciones avanzadas de Excel*. [En línea] Disponible en: <http://www3.uji.es/~gould/practica4-excel-807.pdf> [Accesado 18 Aug. 2017].

Wolf, G. (2015). Fundamentos de Sistemas operativos (págs. 131-151). Mexico.