



**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
Instituto Tecnológico de Tapachula

# IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE SINCRONIZACIÓN DE SEMÁFOROS USANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Titulación Integral:  
(Informe Técnico de Residencia Profesional)

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

PRESENTAN:  
DARCY MICHELLE CAMACHO BELLO  
CARLOS ESCOBAR ZAMORA  
JAVIER ANTONIO FARRERA RAMOS

ASESOR:  
L.I. ANAMIM VILLARREAL WONG

TAPACHULA, CHIAPAS; MARZO 2019



Tapachula, Chiapas, 18/02/2019  
OFICIO No. DEP-0135/19

ASUNTO: APROBACIÓN Y REGISTRO DE  
TRABAJO PROFESIONAL

**C. CARLOS ESCOBAR ZAMORA**  
**C. DARCY MICHELLE CAMACHO BELLO**  
**C. JAVIER ANTONIO FARRERA RAMOS**  
**PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**  
**PRESENTE**

En base al dictamen de la Academia de Ingeniería en sistemas computacionales comunico a usted que con esta fecha queda **APROBADO Y REGISTRADO**, con el Trabajo Profesional Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE SINCRONIZACIÓN DE SEMÁFOROS  
USANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL”**

El cual ha sido aceptado mediante la **Titulación Integral: Informe Técnico de Residencia Profesional**, del Instructivo de Titulación vigente para el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.

Como asesor del trabajo se designó al **C. L.I. Anamim Villarreal Wong**

Al término del mismo, presentará por escrito el trabajo preliminar para su revisión y autorización, engargolado a la División de Estudios Profesionales, en tres ejemplares de acuerdo a los requisitos de Titulación.

- 1.- Escrito en computadora, tamaño de la letra de 10 a 12 Arial o Times New Roman, en hoja tamaño carta, con espacio entre renglones de 1.5 cm. con margen izq. de 3 cm. y márgenes superior, inferior y derecho de 2.5 cm.
- 2 - Observación escrita de las reglas gramaticales.
- 3 - Índice.
- 4 - Dibujos, tablas, gráficas y diagramas de buena calidad.
- 5 - Uso de sistema internacional de medidas.
- 6 - Bibliografía.

**ATENTAMENTE**

*EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®*  
*“LIBERTAD DE ESPÍRITU EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA”*

**ING. GABRIELA GUADALUPE GARCÍA SAMPEDRO**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

c.e.p. Archivo

c.e.p. Candidato

c.e.p. Departamento de Servicios Escolares



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE TAPACHULA  
VV. DE EST. PROFESIONALES



Km2 Carretera Puerto Madero, Tapachula, Chis. México.

Tel. 01 (962) 6254873, Ext. 101 e-mail: [director@ittapachula.edu.mx](mailto:director@ittapachula.edu.mx)  
[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.ittapachula.edu.mx](http://www.ittapachula.edu.mx)







Tapachula, Chiapas, 18/02/19  
OFICIO No. DEP-0136/19

**ASUNTO:** Se autoriza impresión de Trabajo Profesional

C. CARLOS ESCOBAR ZAMORA  
C. DARCY MICHELLE CAMACHO BELLO  
C. JAVIER ANTONIO FARRERA RAMOS  
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES  
PRESENTE

Habiendo recibido por parte de los Integrantes, Asesor y de la Comisión Revisora: **L.I. Anamim Villarreal Wong, Dra. Jehiely Belem Hernández., Ing. Rosel Muñoz López.,** La comunicación en el sentido de que se encuentra satisfactorio el contenido y forma de su **TRABAJO PROFESIONAL**, AUTORIZO que se proceda a la impresión del mismo, con el título denominado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE SINCRONIZACIÓN DE SEMÁFOROS  
USANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL”**

El cual ha sido presentado mediante la **Titulación Integral (Informe Técnico de Residencia Profesional)** del instructivo de Titulación vigente para el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.

**ATENTAMENTE**

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®  
“LIBERTAD DE ESPÍRITU EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA”

  
**ING. GABRIELA GUADALUPE GARCÍA SAMPEDRO**  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.e.p. Archivo  
c.e.p. Candidato  
c.e.p. Departamento de Servicios Escolares



Km2 Carretera Puerto Madero, Tapachula, Chis. México.

Tel. 01 (962) 6254873, Ext. 101 e-mail: [director@ittapachula.edu.mx](mailto:director@ittapachula.edu.mx)  
[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.ittapachula.edu.mx](http://www.ittapachula.edu.mx)



**A NUESTROS PADRES, PROFESORES Y AMIGOS**

*Que nos han apoyado en nuestra trayectoria universitaria, en especial a aquellos  
que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.*

# Agradecimientos

**Nuestros Padres** Por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y privilegio ser sus hijos, son los mejores padres.

**Dra. Anamim V. Wong.** Asesora de tesis, deseamos reconocer su valiosa guía, trabajo y dedicación permanente y continua al presente trabajo, así como sus sugerencias y observaciones, siempre inteligentes y oportunas.

**Dra. Jehiely Belem H. C. & Ing. Rosel Muñoz López** Por todas sus aportaciones para el desarrollo de esta tesis, así como reconocer todos los conocimientos que han logrado transmitirnos en las innumerables horas que hemos pasado juntos trabajando en los últimos años, siempre les estaremos agradecidos.

**Nosotros** Por proteger al mundo de la devastación, por unir a los pueblos dentro de nuestra nación, por denunciar los males de la verdad y el amor, por extender nuestro reino hasta las estrellas.

**Stack Overflow** A la gente hermosa de la comunidad.



**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
Instituto Tecnológico de Tapachula

# IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE SINCRONIZACIÓN DE SEMÁFOROS USANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Titulación Integral:  
(Informe Técnico de Residencia Profesional)

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

PRESENTAN:  
DARCY MICHELLE CAMACHO BELLO  
CARLOS ESCOBAR ZAMORA  
JAVIER ANTONIO FARRERA RAMOS

REVISORES:  
ING. ROSEL MUÑOZ LÓPEZ  
DRA. JEHIELY BELEM HERNÁNDEZ CASTILLO

TAPACHULA, CHIAPAS; MARZO 2019

# Índice general

<b>1. Generalidades del proyecto</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Descripción de la empresa . . . . .	2

# Índice de figuras

1.1. Organigrama del Instituto Tecnológico de Tapachula . . . . .	6
1.2. Macro-localización del Instituto Tecnológico de Tapachula . . . . .	7
1.3. Micro-localización del Instituto Tecnológico de Tapachula . . . . .	8



# Índice de tablas

# Capítulo 1

## Generalidades del proyecto

### 1.1. Introducción

En la ciudad de Tapachula Chiapas el índice demográfico se encuentra en constante crecimiento por lo que la movilidad urbana o el total de desplazamientos que se realizan en la ciudad es un factor importante que genera congestión vehicular. La adecuada operación de los semáforos en las intersecciones es otro factor importante, debido a que, son estos quienes dirigen el flujo del tráfico.

Desafortunadamente los semáforos convencionales tienen asignados tiempos fijos para el cambio de luces, esto a menudo ocasiona largos tiempos de espera innecesarios. Por ejemplo, cuando un semáforo asigna una fase verde con tiempo considerable a la avenida en que hay pocos o incluso, ningún automóvil.

En el presente documento se redacta el desarrollo de un sistema “inteligente” que hará uso de herramientas y técnicas de Inteligencia Artificial para la sincronización de los semáforos.

El sistema desarrollado será capaz de gestionar los semáforos de una intersección de 4 vías con doble sentido. Para esto el sistema reaccionará a variables de su entorno como:

- Cantidad de carriles de las avenidas.
- Congestión de toda la intersección.

Con este proyecto se espera alentar a los alumnos a que sigan investigando sobre el tema, ya que una buena gestión de tráfico no solo favorece la movilidad vehicular, sino también, disminuye la emisión de gases contaminantes (producto de los autos varados en los cruces), lo cual es un tema muy importante actualmente debido al calentamiento global.

## **1.2. Descripción de la empresa**

En el presente capítulo se describen los datos del “Instituto Tecnológico de Tapachula” lugar en donde se desarrolló el proyecto, también se encuentra información acerca de la localización y el área en donde se elaboró el proyecto.

### **Nombre o razón social**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tapachula.

### **Breve descripción de la empresa**

El Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tapachula es una institución educativa perteneciente al sistema nacional de tecnológicos, que a su vez forma parte de la dirección general de educación superior tecnológica. Cuenta con las siguientes carreras:

- Ing. Civil.
- Ing. Industrial.
- Ing. Química.
- Ing. Electromecánica.
- Ing. En Sistemas Computacionales.
- Ing. En Gestión Empresarial.

### **Antecedentes**

El Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tapachula pertenece al sistema nacional de tecnológicos, que está integrado por 218 institutos tecnológicos y centros especializados, distribuidos en el territorio Mexicano. De ellos, 110 son de

carácter federal, entre los que destacan 104 Institutos Tecnológicos Industriales, dos Centros Especializados y cuatro Centros de Desarrollos Tecnológico. A lo mismo se unen 108 Tecnológicos Descentralizados, los cuales han servido al país durante más de 57 años de vida, siempre con el compromiso de hacer el mejor de sus esfuerzos; procurando que la educación que se imparten en dichas Instituciones Educativas responda a las exigencias de los más altos estándares de calidad educativa.

Atendiendo a las líneas de desarrollo regional para asegurar la pertenencia de los planes y programas de estudio; conscientes de que representan una vía de desarrollo, de esperanza, de inclusión y de movilidad social para los jóvenes de la provincia mexicana. El 16 de Mayo de 1983, el Instituto Tecnológico de Tapachula, abre sus puerta a la superación profesional a través de la carrera de Ingeniería Civil, además continúa a 148 alumnos con nivel medio superior con una carrera terminal en tecnólogos en construcción y tecnólogos en electrotecnia, de igual manera absorbe a la población de nivel de licenciatura del CeRETI, en las carreras de Ingeniería Industrial en alimentos e Ingeniería Civil, permitiendo a los alumnos de ésta última cambiarse al plan de tecnológico.

Se autoriza el 15 de Noviembre de 1984; la apertura de la carrera de ingeniería Química, inscribiéndose para el semestre inicial, Septiembre 85 - Febrero 86, un total de 73 alumnos, en ese entonces el C. Ing. Jorge Elí Castellanos Martínez, como director del plantel, fue el encargado de darles la bienvenida.

El 29 de Mayo de 1985, siendo el director del plantel el C. Jorge Carlos García Revilla, se autoriza la carrera de Ingeniería Industrial, matriculando 54 alumnos para el semestre Septiembre 86 - Febrero 87. Uno de los objetivos primordiales del instituto es brindar a la juventud estudiosa del estado de Chiapas, la oportunidad de formación y superación profesional a través de las diferentes carreras que se imparten, ampliando la oferta educativa; es por ello que en 1990 se crea la carrera de licenciatura en Informática, con una población de 70 alumnos, y es el C. Ing. Víctor Manuel Ibarra Balderas, director del plantel, el encargado de darle la bienvenida a los alumnos de nuevo ingreso.

Un nuevo estudio sobre la demanda educativa en el estado, muestra la necesidad de proporcionar una nueva opción de formación profesional, en respuesta a ello el 28 de Enero de 1993, siendo el director el C. Ing. José Luis Méndez Navarro, se autoriza la carrera de Ingeniería Electromecánica, iniciándose en el mes de Agosto del mismo año con una población de 29 alumnos. Las necesidades de la región, así como un nuevo

estudio de expectativas, dieron como resultado que el 18 de Junio del 2002, autorizaran la carrera de Ingeniería en Sistemas computacionales. El C. M.A. Juan Amado Rueda Ibarra, como máxima autoridad de la institución les da la bienvenida, el 18 de Agosto de 2003, a los 45 miembros de la primera generación de esta carrera. También comparte el conocimiento científico y tecnológico con el público en general, a través de su programa de educación continua, el cual está compuesto por diferentes cursos de interés general, destacándose los del idioma de inglés en sus diferentes niveles. Los programas de servicio social y residencia profesional han permitido atender en las peticiones a más de 150 Instituciones municipales, estatales y federales de los sectores públicos y privado.

Como parte del compromiso que se tiene con la sociedad como institución educativa, el Instituto Tecnológico de Tapachula orgullosamente ha obtenido la certificación del proceso educativo de acuerdo a la norma ISO 9001:2000, cuyo certificado RSGC 247 le fue entregado el 2 de Octubre de 2006, y que en nombre de los trabajadores del Instituto Tecnológico lo recibió el Ing. Herman Calderón Pineda, en ese entonces director.

Tapachula, Abril 14.- Con entusiasmo fue recibida la noticia por la “comunidad tecnológica” la designación del maestro en ciencias de la administración, Miguel Cid del Prado Martínez, como nuevo Director del Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT); designación realizada con fecha 24 de Marzo del año en curso por el doctor Carlos Alfonso García Ibarra, Director General de Educación Superior Tecnológica de la SEP.

Correspondió al Doctor Héctor Francisco Macías Díaz, Director de Capacitación y Desarrollo de la DGEST, quien en calidad de representante del Director General hizo la presentación del nuevo director, Del Prado Martínez, quien -dijo- venía fungiendo como subdirector de los servicios administrativos del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, donde además desempeñó los cargos de profesor de licenciatura y posgrado, fue Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Jefe del Departamento de Ingeniería Química, Coordinador de la Especialización en Ingeniería Ambiental, Coordinador de la Maestría en Ciencias de la Administración y Coordinador de Educación a Distancia.

El Ing. Pedro Ancheyta Bringas, en su calidad de Director del Instituto Tecnológico de Tapachula, manifestó el doble compromiso que para él representa la nueva encomienda: como lealtad y responsabilidad por ser egresado del Tecnológico de Tapachula, pero hoy asume dicha función con todos los deseos de sumarse al trabajo”



El 5 de Abril del 2017.- El Maestro Manuel Quintero Quintero Director General del Tecnológico Nacional de México (TecNM), nombró a la maestra Rosa Aidé Domínguez Ochoa como nueva Directora del Instituto Tecnológico de Tapachula, quien asumió sus funciones con esta fecha.

Actualmente, se cuenta con una población estudiantil de: 1 mil 801 alumnos, distribuidos en las diferentes carreras.

El Instituto Tecnológico de Tapachula N° 51 se dedica a contribuir a la conformación de una sociedad más justa, humana y con amplia cultura científico-tecnológica, mediante un sistema integrado de educación superior tecnológica, equitativo en su cobertura y de alta calidad.

El Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Tapachula su giro es público.

### **Misión**

Contribuir a la conformación de una sociedad más justa, humana y con amplia cultura científico-tecnológica, mediante un sistema integrado de educación superior tecnológica, equitativo en su cobertura y de alta calidad.

### **Visión**

El Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos se consolidará como un sistema de educación superior tecnológica de vanguardia, así como uno de los soportes fundamentales del desarrollo sostenido, sustentable y equitativo de la nación y del fortalecimiento de su diversidad cultural.

### **Valores**

- El ser humano
- La calidad
- El trabajo en equipo
- El liderazgo
- El espíritu de servicio
- El alto desempeño

## Organigrama

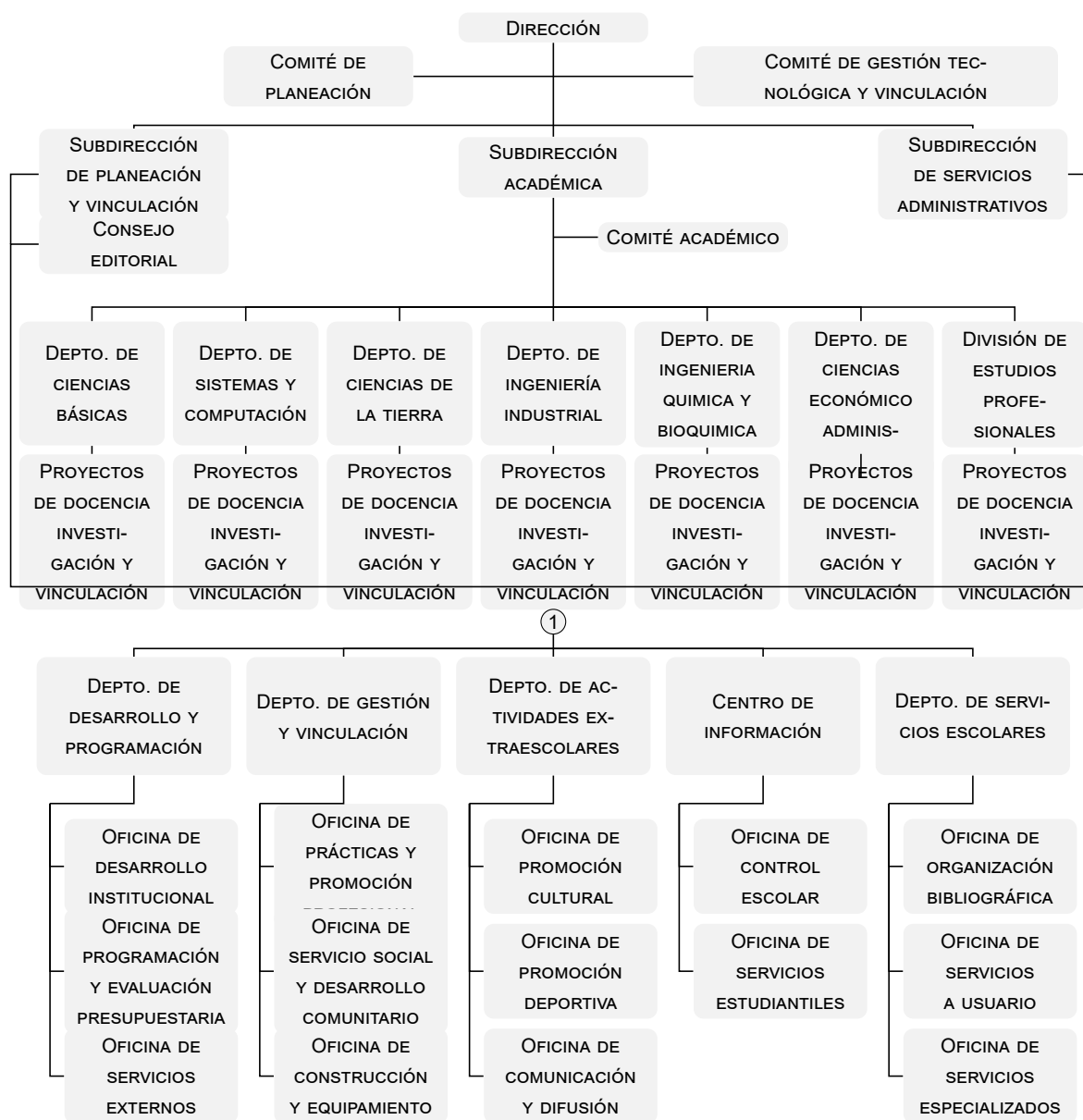


Figura 1.1. Organigrama del Instituto Tecnológico de Tapachula



## Ubicación del área en donde se elaboró el proyecto

El proyecto “implementación de un algoritmo de sincronización de semáforos usando inteligencia artificial” se desarrolla en el Departamento de Sistemas y Computación, en el área de Investigación y Desarrollo del Instituto Tecnológico de Tapachula, ubicado en el edificio “Centro de información”.



Figura 1.3. Micro-localización del Instituto Tecnológico de Tapachula

## Características del Área o Departamento

### Departamento de Investigación y Desarrollo

1. Planear, coordinar y evaluar las actividades de docencia, investigación y vinculación de las áreas correspondientes a sistemas y computación que se imparten en el Instituto Tecnológico de Tapachula, de conformidad a las normas y lineamientos establecidos por la secretaria de educación pública.
2. Elaborar el programa operativo anual y el anteproyecto de presupuesto y los procedimientos establecidos.
3. Aplicar la estructura orgánica autorizada para el departamento y los procedimientos establecidos

4. Coordinar con las divisiones de estudios profesionales y postgrado e investigación, y la aplicación de los programas de estudio y con el departamento de desarrollo académico los materiales y apoyo didáctico de las asignaturas correspondientes a las áreas de sistemas y computación que se imparten en el Instituto Tecnológico y controlar su desarrollo
5. Coordinar los proyectos de investigación educativa, científica y tecnológica en las áreas de sistemas y computación que se llevan a cabo en el Instituto Tecnológico y controlar su desarrollo
6. Coordinar los proyectos de producción académica y de investigación científica y tecnológica en las áreas de sistemas y computación relacionadas con la vinculación del instituto tecnológico con el sector productivo de bienes, servicios de la región y controlar su desarrollo.
7. Proponer a la subdirección académica el desarrollo de cursos y eventos que propicien la superación y actualización profesional del personal docente de las áreas de sistemas y computación en el Instituto Tecnológico.
8. Apoya a la división de estudios profesionales en el proceso de titulación de los alumnos del instituto.
9. Supervisar y evaluar el funcionamiento del departamento y con base en los resultados, proponer las medidas que mejoren su operación.
10. Coordinar las actividades del departamento con las demás áreas de la subdirección académica
11. Presentar reportes periódicos de las actividades desarrolladas a la subdirección académica.

## **Funciones**

Planear, organizar, dirigir, controlar y evaluar de acuerdo con las normas y lineamientos establecidos, las actividades de docencia, investigación y vinculación del instituto tecnológico. Elaborar el programa operativo anual y el anteproyecto propuesto a la subdirección del instituto tecnológico para lo conducente. Coordinar las actividades de la subdirección con las demás áreas para los cumplimientos de los objetivos del instituto tecnológico.