

ISSN: 1870-056X

Revista CiBiyT

Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Publicación de difusión científica e investigación multidisciplinaria



La adecuación de la Ley Federal del Trabajo ante el Covid-19

Año XVI, número 47, mayo-agosto de 2021
Costo de recuperación: \$ 55.00 M.N.

Presentación

Sale de nuevo a la luz CiBlyT a pesar de la pandemia y de los obstáculos que ella ha representado para la realización de muchas actividades. Sigue habiendo muertes y contagios sobre todo en aquellos que todavía creen que es cosa del Gobierno para controlarnos. Quizá leyeron *1984* de George Orwell y se creyeron lo del «gran hermano te vigila».

Todavía hay quien no quiere vacunarse a pesar de que la vacuna ayuda a no morir y tener más probabilidades de sobrevivir al Covid-19 y, tal vez, con menos secuelas. Hay quien todavía dice que te inyectan un microchip para rastrearnos con más eficiencia que el SAT, lo cual ya es mucho decir. Hay, también, quien decide irse a vacunar al extranjero porque las vacunas nacionales no le parecen buenas y olvidan que Pfizer, Astra-Zeneca, y todas las demás son laboratorios internacionales con filiales en todo el mundo.

Pero, lo importante es que la gran mayoría de los habitantes del país ya se vacunaron y siguen guardando las medidas precautorias que se dieron desde el comienzo de esta pandemia. Tenemos que aprender a vivir con este nuevo virus como la humanidad a aprendido a vivir con otros muchos que están desde antes de que el hombre apareciera sobre el planeta.

Y, quizá, tengamos que poner los ojos en los cambios climáticos que están provocando caos a nivel mundial. Los deshielos de los polos, la contaminación de las fuentes de agua potable, la basura, los desechos tóxicos, la invasión del hábitat de los animales, la contaminación del aire y un largo etcétera.

Índice

La adecuación de la Ley Federal del Trabajo ante el COVID 19.....	3
Sinopsis de la Ingeniería en México (230 años de historia)	7
Proyecto integrador «líneas de influencia-puentes»	12
Implementación de un modelo de <i>neural machine translation</i> (nmt) dentro de un servidor django para traducción automática del lenguaje náhuatl.....	17
Despliegue de un servidor de aplicaciones para la traducción náhuatl utilizando Docker	20
Control de un robot móvil aplicando la técnica de ajuste lambda.....	23

Revista CiBlyT

Directorio editorial

Arnulfo Sánchez Cortés

Director y Editor

Ivonne Ilhuicatzí Cortés

Coordinador Editorial

Roberto Carlos Cruz Becerril

Coordinador de Arbitraje

Silvia Tomasa Rivera del Ángel

Asesora Editorial

José Botello Hernández

Coordinador de Diseño Gráfico y Edición

María Isabel Silva Aldrete

Corrección y Maqueta

María de los Ángeles Patiño Dorantes

Denise Ivonne González Salcedo

Traductoras

Revista CiBlyT está indizada en Latindex

Revista CiBlyT, mayo-agosto de 2021, año 16, número 47, es una publicación cuatrimestral de difusión científica e investigación multidisciplinaria, fundada en 2004. Editada por Arnulfo Feliciano Sánchez Cortés. Mariano Matamoros 702, Col. Centro, Apizaco, Tlax. C. P. 90300, Tel: 24 14 17 58 44, e-mail: cibiyt@hotmail.com y cibiyt@gmail.com.

Reserva de Derechos de uso exclusivo de título otorgado por el INDAUTOR: 04-2007-090509361300-102. ISSN: 1870-056X, con Licitud de Título y Licitud de Contenido en trámite. Impresa por *Digitimagen*, Esmeralda 501, San Luis Apizaquito, Apizaco, Tlax. C.P. 90401, Tel: 24 11 13 03 60. Este número se terminó de imprimir el 30 de abril de 2021 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

El **material de investigación publicado es original e inédito** en las áreas de Ingeniería, de Ciencias Sociales y de Ciencias Exactas. La **autorización** para la publicación de los artículos es **responsabilidad exclusiva de los autores**. Cada artículo es propiedad intelectual de su autor(es), así como la institución de procedencia del autor(es) es propietaria del resultado de esas investigaciones. Las opiniones expresadas por los autores no reflejan la posición del editor. Se podrá autorizar solo la reproducción parcial de los contenidos para fines académicos y sin fines de lucro con previa autorización del editor y con la mención de la fuente. Los requisitos de publicación aparecen en cada número publicado.



Fotografía tomada de <https://estadovirtual.cl/wp-content/uploads/2020/09/Subsidio-al-Empleo.jpeg>

Agradeceremos sus comentarios y sugerencias a:

cibiyt@hotmail.com

cibiyt@gmail.com

Consejo de Arbitraje

- Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo*
Dr. Jorge Álvarez Mena
Dr. Jorge Bedolla Hernández
Dr. Marcos Bedolla Hernández
Dr. Saúl Cano Hernández
Dra. María Enedina Carmona Flores
Dr. Miguel Ángel Carrasco Aguilar
Dra. Shirley Carro Sánchez
Dr. Jorge Luis Castañeda Gutiérrez
Dr. Jorge Castillo Tejas
Dr. José Manuel Cervantes Vázquez
Dra. Barbarela Dávila Carmona
Dr. Nery Delgadillo Checa
Dr. Héctor Domínguez Martínez
Dr. Arturo Elías Domínguez
Dra. Adelina Espejel Rodríguez
Dr. Norberto Farfán García
Dra. Rosa María Flores Hernández
Dr. Vicente Flores Lara
Dra. Leticia Flores Pulido
Dr. Abelardo Flores Vela
Dr. Alan Augusto Gallegos Cuéllar
Dr. Brian Manuel González Contreras
Dr. Antonio Guevara García
Dra. María Elena Hernández Hernández
Dr. Héctor Hugo Hernández Mendoza
Dra. Lidia Patricia Jaramillo Quintero
Dra. Friné López Medina
Dra. Araceli López y López
- Dra. Ana Berta Luna Miranda*
Dra. Margarita Martínez Gómez
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras
Dr. Roberto Morales Caporal
Dr. Miguel Ángel Munive Rojas
Dr. Arturo Ortiz Arroyo
Dr. José Erasmo Pérez Vázquez
Dr. Fernando Pérez Villaseñor
Dr. Alberto Portilla Flores
Dr. Edgar Alfredo Portilla Flores
Dr. P. Malaquías Quintero Flores
Dr. Federico Ramírez Cruz
Dra. Gloria Ramírez Elías
Dr. Carlos Alberto Reyes García
Dr. J. Margarito Rivera Badillo
Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada
Dr. Héctor Rosas Lezama
Dr. Rogelio Alberto Sánchez Cortés
Dr. Carlos Sánchez López
Dra. Alejandra Torres López
Dr. Adrián Trevera Juárez
M. C. Antonio Durante Murillo
M. C. Verónica Hernández Ruiz
M. A. María Elena Jiménez Lorenzini
M. C. Marlon Luna Sánchez
M. C. Juventino Montiel Hernández
M. I. A. Carlos Pérez Corona
M. C. Carlos Santacruz Olmos
M. C. Ángela Suárez Rojas

ISSN: 1870-056X

Fecha: mayo-agosto de 2021

La adecuación de la Ley Federal del Trabajo ante el COVID 19

The adaptation of the federal labor law to COVID 19

¹Rogelio A. Sánchez Cortés, ²Nelly Flores Luján, ³Gloria Ramírez Elías,

⁴Luis Corona Velázquez, ⁵José Luis Moreno Rivera

Universidad Autónoma de Tlaxcala

Facultad de Ciencias Económico – Administrativas

¹rogelios_@prodigy.net.mx, ²angelne87@hotmail.com, ³glory1708@hotmail.com,

⁴lcoronav@gmail.com, ⁵moreno_rivera@hotmail.com

Fecha de recepción: 8 de junio de 2021. Fecha de aceptación: 2 de agosto de 2021

Resumen

Bajo los criterios normativos de los últimos tiempos, en esta época todos los que sobrevivieron han sido testigos de varios brotes de enfermedades que obviamente son infecciosas las cuales han dado muestra de una gran velocidad de transmisión y amplitud de la misma que, evidentemente son consideradas peligrosas, por ello crece la preocupación por las infecciones del covid-19. Es importante considerar que la principal tarea tanto de los gobiernos, como de las dependencias de salud es mantener la disminución de los contagios entre el público en general, los empleadores y las organizaciones las cuales se enfrentan a enormes desafíos mientras se trata de combatir la pandemia y, en todo caso, proteger la seguridad de la salud en el trabajo.

Palabras clave: pandemia, desafíos, seguridad y salud

Abstract

Under the normative criteria of recent times, at this time all those who survived have witnessed several outbreaks of diseases that are obviously infectious, which have shown a great speed of transmission and amplitude of the same that, obviously, are considered dangerous, for this reason the concern about covid-19 infections is growing, it is important to consider that the main task of both governments and health agencies is to maintain the decrease in infections among the general public, employers and organizations which face enormous challenges while trying to combat the pandemic and in any case protect occupational health security.

Keywords: pandemic, challenges, safety and health

Introducción

Actualmente, la pandemia esta teniendo un gran impacto económico y social para los gobiernos, las empresas y los trabajadores pudiendo generalizar que es para todos los sectores de la economía, así como todo tipo de negocios especialmente en las Pymes y en la economía informal tomando en consideración una reducción sin precedentes en los ingresos con sus variantes en los distintos tipos de trabajo. Por ello es necesario tomar en consideración lo que la

Organización Internacional del Trabajo, muestra respecto a las pérdidas en horas de trabajo las cuales vinieron en decadencia en el primer semestre de 2020, especialmente en la gran mayoría de los países en desarrollo, por ello en este mismo año se consideró el 5.4% de las horas de trabajo globales equivalentes en promedio a 155 millones de empleos a tiempo completo los cuales a nivel mundial se perdieron en relación al tiempo recorrido por ello se estima que las

pérdidas de horas de trabajo para el tercer periodo del 2020, fue equiparable en un 14% globalizando a nivel mundial lo que resulta en un promedio de empleos perdidos a tiempo completo de 400 millones generando crisis, es decir, que estos datos indican que el sector informal es aún más vulnerable, dado que la Organización Internacional del Trabajo estima que 1.6 billones de trabajadores de la economía informal fueron severamente afectados con respecto a las medidas de confinamiento establecidas por las autoridades federales.

Debido a la normatividad emitida no se puede dejar de observar que por obligación existen actividades y empleos que deben de continuar trabajando de forma presencial, tales como: hospitales, servicios de vigilancia, empresas manufactureras, maquiladoras, tiendas de autoservicio que evidentemente no pueden generar confinamiento, aquí es donde se presenta el panorama general motivo del presente artículo donde necesariamente intervienen los factores de carácter legal apegados a la nueva normalidad que en este caso lo establece la Ley Federal del Trabajo.

Desarrollo

En primer lugar, se citan los principales criterios que emanan de esta pandemia donde se generan leyes supletorias y de observancia normativa. Por ejemplo, debido a la pandemia, el covid-19 no se contempla como una enfermedad profesional, pero se contempla la supletoriedad con base en el artículo 513, referente a la tabla de enfermedades en su fracción 136, donde a la letra se indica virosis (hepatitis, eteovirosis, rabia, psitacosis, neumonía, a virus, mononucleosis infecciosa, poliomielitis, y otras), se puede establecer que como tal el rango de la enfermedad no se define, pero se presume un criterio de aplicación por ello es necesario observar que dentro del rango de la Ley del Seguro Social y la Ley Federal del Trabajo como tal el covid-19, no es una enfermedad profesional pero con base en lo expuesto con anterioridad sí lo es, por tal motivo se puede decir bajo una presunción legal, que todos los beneficios que de acuerdo con los instrumentos legales citados serán aplicables a quienes lleguen a contraer la enfermedad por contagio entendiendo con ello que se emitirán las incapacidades respectivas a quienes sufran de esta afección obviamente dentro del rango laboral, por ello todos los trabajadores tienen derecho a recibir información adecuada sobre los beneficios regulares con respecto a este tipo de enfermedades entendiendo que la Organización Internacional del Trabajo observa las mismas condiciones ya expuestas anteriormente, es importante tomar en consideración las regulaciones que hay al respecto, por ejemplo, los criterios referentes que tienen los

trabajadores a sus derechos como tal es donde se manifiesta que ellos pueden retirarse de peligros eminentes y graves, de esta forma deben de estar consientes de los derechos que hay al respecto tomando en consideración que pueden alejarse de una situación de trabajo, interrumpirla o, en su caso, cuando su vida se encuentre en peligro en estos casos el gobierno, las Instituciones, así como las empresas establecerán procedimientos e información inmediata a los trabajadores, proveer de todos los implementos que sean necesarios para resguardar su integridad física y su salud, en este tenor se subraya que estas normas son previstas por ley como todos los resguardos físicos pertinentes, es decir, deben ser otorgadas por la parte patronal o empresarial, sin embargo, se habla solo de un detalle por ejemplo: el gel antibacterial que al ingresar el trabajador a la fuente de trabajo debe aplicarse (en estas condiciones generando un criterio universal sobre qué tipo de gel y la calidad del mismo otorga el patrón), al existir alguna duda el trabajador optará por adquirir su propio gel antibacterial con una calidad que a criterio del trabajador sea buena; este mismo razonamiento se puede establecer en el caso del cubrebocas, lentes, caretas, guantes y algún otro implemento que se considere necesario.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se citan las características que define el ámbito legal, se expone una serie de acciones en conjunción con la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, que definen los retos a los que actualmente se enfrenta la sociedad, los patrones y los trabajadores en los centros de trabajo, por ello de forma pronta y expedita se emitió una guía en donde señalan las acciones que los patrones deberán implementar en los centros de trabajo que tienen el mismo rango e importancia como las medidas de protección civil para efectos de siniestros, tal es el hecho como generar una planeación adecuada para sustentar las medidas de apremio, designar personal responsable, mantener una información continua, establecer un programa de capacitación, establecer información gráfica y bajo los criterios ya descritos, definir cuál es la normativa legal en caso de contagio; por ejemplo; a qué unidad médico familiar asistir, mantener el aislamiento y establecer todas las medidas de apremio que se dan para estos casos. Ahora bien ¿qué dice la ley al respecto?

La Ley indica que el trabajador tendrá derecho a una incapacidad de acuerdo con los criterios que emita el Instituto Mexicano de Seguro Social con respecto a medicina del trabajo, subsidiar las prestaciones en especie y las prestaciones en dinero y por el lado del patrón justificar la ausencia por incapacidad temporal generando una suspensión de la relación de trabajo según lo establece la Ley Federal del Trabajo en su artículo 42, tomando en consideración previa afiliación

del trabajador ante el Instituto o, en caso contrario, asumir las responsabilidades que por efecto de negligencia se consideren al respecto como sería la aplicación y constitución de un capital por omisión de obligaciones, toda vez que la misma Ley del Seguro Social establece que la incapacidad por riesgo de trabajo se puede prolongar hasta por cincuenta y dos semanas, según sea el caso y tendrá derecho a las prestaciones en dinero hasta su alta respectiva o, en todo caso, a la muerte del trabajador las pensiones de viudez, orfandad y ascendencia.

De acuerdo con lo establecido por la Ley Federal del Trabajo y debido a las últimas modificaciones llevadas a cabo producto de una necesidad global emanada de los tratados de libre comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, la misma tuvo que cumplir con las principales exigencias de dicho tratado, por ello una de las adecuaciones es buscar la equidad y garantizar la igualdad en el entorno laboral, así como velar por los derechos de los trabajadores por lo tanto, es importante considerar las prerrogativas sobre derechos, tanto para el patrón como para el trabajador. Hablando de algunos requerimientos se menciona el Reglamento Interior de Trabajo, como un reglamento laboral, el reparto de utilidades, y actualmente considerar los factores de riesgo psicosocial en el trabajo la identificación, análisis y prevención según la norma 035 y de igual forma considerar los convenios de terminación de trabajo el *outsourcing*, la prelación de descuentos salariales según el artículo 132, así como el artículo 97 y 110 y, por último, definir lo que la reforma ha establecido hasta el momento como el teletrabajo, que se considera esencialmente un factor importante para la productividad el hecho de no suspender labores y realizarlas en el domicilio en estos casos las empresas han echado mano de indicadores claves que miden el desempeño conocidas como KPI (key performance indicators), este valor de indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado previa y normalmente está expresado en valores porcentuales.

Con base en lo antes expuesto, debido a todo el panorama de modificaciones y de sustento de ley es inevitable hacer el señalamiento de que hacer en el caso de suspensión de labores por declaratoria de contingencia como ya lo ha establecido se llevará a cabo una suspensión de manera temporal con toda la observación de la misma ley a su vez los patrones tienen la obligación de cubrir todos los rubros y conceptos que la ley señala así como todas las prestaciones a las cuales el trabajador tiene derecho según la misma ley, que establece que estos son conceptos generales, también se define que estos no son conocidos por los trabajadores en forma general y para este caso se debe considerar for-

zosamente que los trabajadores requieren de información objetiva y veraz para poderse conducir en estas situaciones, sin olvidar que todo ello es cuestión de idiosincrasia que en la mayoría de los casos los trabajadores hacen caso omiso de ello sin considerar los probables beneficios o perjuicios que la ley declara.

Conclusión

Por último se hace mención que la prestación de un servicio personal y subordinado genera criterios tales como conocimiento de la ley, conocimiento de prestaciones, conocimiento de obligaciones y, conocimiento de derechos, mismos que se encuentran plasmados en los instrumentos legales y que a su vez deben de ser del conocimiento de los trabajadores y de la totalidad de los patrones con la única finalidad de salvaguardar los intereses de ambas partes, tampoco se pueden separar de los criterios de orden internacional y general que versan respecto de una universalidad y que están plasmados en la Organización Internacional del Trabajo, esta determina algunos postulados que se consideran globalmente generales pero que se aplican de una forma particularmente individual, lo mismo se sustenta en tratados de orden comercial que implica una relación laboral de observancia obligada entre países y que debe ser homogénea y benéfica para las partes, también se debe citar a los indicadores de rendimiento, plusvalía y productividad que cuya única finalidad de su creación es la de beneficiar a ambas partes, por ello, es indispensable observar todas y cada una de las normas así como todas y cada una de las leyes que se aplican para mejorar una sustentabilidad ante los cambios en los diferentes ámbitos empresariales.

Referencias

Ley Federal de trabajo.

Ley del Seguridad Social.

Observatorio de la OIT: La COVID-19 y el mundo del trabajo cuarta edición. 27 mayo 2020.

Observatorio de la OIT: La COVID-19 y el mundo del trabajo quinta edición. 30 junio 2020. www.cdc.gov/media/subtopic/images.htm Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.

<https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/critical-workers/implementing-safety-practices.html> Implementar prácticas de seguridad para trabajadores de infraestructuras críticas que pueden haber estado expuestos a una persona con COVID-19 presunto o confirmado.

Requisitos de publicación para la *Revista CiBlyT*

1.– Sobre los artículos y el material para publicar:

- § El enfoque de los contenidos debe referirse al área de las ciencias básicas y la tecnología así como ciencias sociales y administrativas, educación continua y formación de profesionales, educación basada en competencias, enseñanza virtual, TIC y nuevas tecnologías educativas, docencia y comunicación.
- § Los contenidos promoverán el conocimiento, la difusión, el análisis y la investigación de las ciencias básicas, la tecnología, las ciencias sociales y administrativas, la pedagogía y comunicación.
- § Se empleará un lenguaje claro y sencillo sin que se afecte la calidad científica del artículo ni se atente contra el español.
- § Se recibirán todos los artículos sin compromiso de ser publicados, ya que esto dependerá de la respuesta del Comité Técnico y/o el dictamen de pares.
- § Los artículos serán originales e inéditos y deberán estar siendo considerados para su publicación en otra revista, impresa o electrónica, y se ajustarán a las normas éticas internacionales de propiedad intelectual y autoría.
- § La publicación y su contenido será responsabilidad de cada autor, por lo que tanto la Revista CiBlyT como el editor no son responsables en caso de reclamo de derechos de autor. El responsable del artículo deberá entregar al editor una carta de compromiso ético donde declara que es el propietario intelectual del artículo y que es una obra original, resultado de su trabajo de investigación y reflexión documentada.
- § Con el hecho de enviar los artículos a nuestra dirección física o electrónica, los autores conceden los «derechos de autor» a Revista CiBlyT. Por lo tanto, los trabajos enviados para publicación no deberán tener «derechos de autor» otorgados a terceros, a la fecha de envío del artículo. En ningún caso, la propiedad intelectual, que es propia de los autores, se verá afectada por esos derechos.

2.– Envío–recepción:

- Los documentos se entregarán al *M. C. Arnulfo Sánchez Cortés* en la Coordinación Académica de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología (turno vespertino) o por correo electrónico a cibiyt@hotmail.com o cibiyt@gmail.com.

3.– Lineamientos del documento:

- § El **texto** deberá presentarse en procesador de textos **Word**, **sin formato especial** y en **una sola columna**. Las **tablas**, en hoja de cálculo **Excel**. Las **fórmulas matemáticas en JPEG**. Una carta compromiso en la que se incluye el compromiso ético y una tabla de revisión debidamente apliada al artículo. Estos dos documentos serán enviados previamente por el editor.
- § Se empleará la **fuerza Times New Roman** tamaño 11 puntos, interlineado de 1.5. En los caracteres griegos, se debe usar la misma fuerza **Times New Roman**.
- § Las **referencias**, las **notas** y las **citas textuales** se anotarán de acuerdo con los lineamientos de la **APA**.

4.– Se requiere para la entrega de cada artículo:

- § **Impresión** completa del artículo por publicar, que indique el orden del artículo, tablas, figuras, etc.
- § Nombre completo, correo electrónico y lugar de trabajo del autor o autores.

- § Título del artículo (no más de 200 caracteres) en **español e inglés**.

- § Incluir introducción, antecedentes, metodología, resultado o discusión, conclusiones, agradecimientos (en su caso) y referencias bibliográficas.

- § **Resumen** del artículo con **palabras clave** (no más de 150 palabras) en **español e inglés**.

- § Se deberá solicitar la publicación del artículo. En caso de ser aceptado, se entregará un convenio de **no conflicto de intereses**.

- § Los **dibujos, fórmulas e imágenes** se entregarán **por separado en formato JPEG o TIF en escala de grises (CMYK) con resolución superior a 150 pixeles/pulg.**, y en un tamaño mínimo de **1024 x 768 o 768 x 1024 pixeles**. Se debe cuidar que los dibujos o imágenes no hayan sido publicados y deben respetarse los derechos de autor.

- § Referencias al final del artículo: Mercado, H. S. (1996); *¿Cómo hacer una tesis?* (2ª ed). México: LIMUSA. pp 23, 24–30

- § Referencias dentro del texto: (Mercado, H.S. 1996).

- § El número de artículos que se podrán enviar es ilimitado con la salvedad de que solo se publicará uno por autor en cada edición.

5.– Notificación de recepción de documentación:

- § Una vez que se haya recibido su documentación completa y el artículo, el autor será notificado por correo electrónico u oficio, mediante acuse de recibo y también se le informará si su proyecto fue aceptado por el Comité Técnico para participar en la edición correspondiente.

- § De la misma forma, una vez editado se enviará una separata electrónica en formato PDF, correspondiente a una copia fiel del artículo, incluyendo descriptores de volumen, número, año, y páginas, a fin de que el autor revise la prueba de galeras y dé su visto bueno.

6.– Facultades del Comité Técnico:

- Cada artículo será analizado por el Editor y por los miembros del Comité Técnico quienes realizarán un arbitraje ciego y considerarán su aceptación o rechazo y sugerirán cambios, en caso de ser necesario. El Comité se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos por publicar; asimismo se definirá la fecha de publicación.

- Nota: Las funciones del Comité Técnico y del Editor conllevan exclusivamente fines académicos.

7.– Descalificación:

- Todos los trabajos recibidos serán revisados por el Comité Técnico y serán descalificados aquellos que no sean inéditos ni originales.

8.– Permisos:

- Será responsabilidad de los autores obtener los permisos de otros autores para citar o emplear materiales publicados sin importar el carácter del material empleado: tesis, reportes, artículos, memorias, etc.

9.– Aclaraciones o dudas:

- Favor de dirigirlas al Editor a cibiyt@hotmail.com o cibiyt@gmail.com

10.– Fechas de recepción de documentación:

- 1 al 31 de octubre para el periodo de enero-abril.

- 1 al 28 de febrero para el periodo de mayo-agosto.

- 1 al 30 de junio para el periodo de septiembre-diciembre.

Sinopsis de la Ingeniería en México (230 años de historia)

Synopsis of engineering in México (230 Years of History)

*Miguel Munive Rojas, Arnulfo Sánchez Cortes,
Barbarela Dávila Carmona, José Manuel Cervantes Vázquez*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México

Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Fecha de recepción: 31 de junio de 2021. Fecha de aceptación: 4 de agosto de 2021

Resumen

La ingeniería es el conjunto de hechos o información intelectual que se adquiere a través del entendimiento teórico-práctico de un determinado campo del conocimiento. Los productos del quehacer de la ingeniería son todas aquellas invenciones, técnicas y herramientas que le permiten al hombre y a la sociedad satisfacer sus necesidades más elementales. Siglos atrás los trabajos de ingeniería en México tales como construcción de caminos, puentes, monumentos etc., se ponían en manos de militares. Fue precisamente bajo el florecimiento de la revolución industrial como la ingeniería se consolida como pieza fundamental de la industrialización del siglo XIX. Actualmente y debido a que los problemas que se presentan en ingeniería son complejos el ingeniero que trabaja en alguna de estas disciplinas debe poseer conocimientos de otras áreas afines ya que se requiere de soluciones multidisciplinarias para abordar dicha incertidumbre.

Palabras clave: Ingeniería, innovación, universidad

Abstract

Engineering is the set of facts or intellectual information that is acquired through the theoretical-practical understanding of a certain field of knowledge. The products of the engineering work are all those inventions, techniques and tools that allow man and society to satisfy their most basic needs. Centuries ago, engineering works in Mexico such as: construction of roads, bridges, monuments, etc., were placed in the hands of the military. It was precisely under the flourishing of the industrial revolution that engineering was consolidated as a fundamental part of the industrialization of the 19th century. Currently, and because the problems that arise in engineering are complex, the engineer who works in any of these disciplines must have knowledge of other related areas since multidisciplinary solutions are required to address said uncertainty.

Key words: Engineering, innovation, university

La Ingeniería en el México prehispánico

La Ingeniería del imperio tenochca fue verdaderamente esplendorosa y singular; tanto que los primeros españoles llegados a México quedaron ampliamente sorprendidos de esta civilización. Muestra de la Ingeniería de aquella cultura son las islas al centro del lago de Texcoco, una intrincada red hidráulica que bañaba a la ciudad y los palacios de los

gobernantes, el empleo de las sales alcalinas para condimentar sus alimentos y como detergente para su limpieza, uso de la calcita, la mica, el alumbre y yeso para elaborar colorantes, el trabajo artesanal de piedras preciosas como el cuarzo, el rubí, el jade y el ámbar, mezclas de cal, arcilla negra y barro para edificar sus construcciones, armas de

pedra volcánica unidas con diversas resinas, el empleo de papel con cortezas de árbol y sus tejidos que eran confeccionados con las fibras de maguey y algodón, el endulzado de sus alimentos con aguamiel y la fermentación para obtener pulque, los trabajos de metales en oro, la plata y el cobre. Los conocimientos de los mexicanos en materia de Ingeniería eran vastos, pero toda aquella grandeza científica y tecnológica fue sepultada con la invasión de los españoles en México en el año de 1521.

La Ingeniería en tiempos de la Colonia

La Nueva España busco defender siempre sus posesiones ante los embates europeos y para ello destinó a ingenieros militares la encomienda del trazado de mapas y la actividad minera y metalúrgica. Los oficios eran bien dominados por los españoles, dichas operaciones militares consistían en la fundición de metales y herrería para la fabricación de armas, así como las habilidades para construir, edificaciones, barcos y puentes. Una vez iniciada la invasión a México se construyeron caminos y puentes por mandato de la Corona española ya que los conquistadores tenían serias dificultades para transportar el botín. El saqueo de metales preciosos incrementó la búsqueda de yacimientos y su explotación; tales son los casos de plata y oro en Taxco, Pachuca, Guanajuato, Durango y Chihuahua. Por otra parte, la educación en la Nueva España corría a cargo de las diferentes órdenes religiosas: franciscanos, dominicos, agustinos y jesuitas (1572). Muy en particular la Compañía de Jesús (1572) se encargó de una educación muy sólida en artes y profundamente humanista. Sin embargo, por intereses mercenarios de la Corona española fueron expulsados en 1767 y se perdió todo intento por consolidar una educación técnico-científica y humanista.

El Real Seminario de Minería

En el año de 1783, la Corona española a través de Carlos III expide las bases para la formación del Real Seminario de Minería (RSM), integrado por un banco de avío, un tribunal y un colegio de metálica. Con este expediente daba inicio una fecunda etapa de la Ingeniería en México. El Real Seminario de Minería se inauguró el 1º enero de 1792 y su primer rector fue el químico e ingeniero de minas Fausto Fermín de Elhuyar descubridor del tungsteno. Rápidamente el RSM se convirtió en una de las ocho escuelas más prestigiadas del mundo, sobrepasando a las europeas y de la región. Su primer programa de estudios se fundamentaba en los cursos de matemáticas, física, química y mineralogía. Sus contribuciones a la ciencia dieron fruto con el descubrimiento del vanadio. A los primeros egresados del RSM en México se

les otorgaba el título de Peritos de Minas y fue hasta 1843 cuando se empezó a usar el término de Ingeniero. Los estragos de la Independencia de México 1810 repercutieron drásticamente en la decadencia de esta institución y no fue hasta que su situación se estabilizó en 1883, cuando se transforma en la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI).

La Escuela Nacional de Ingenieros en México

Una vez lograda la independencia de México y haberse restaurado la república en 1867, Benito Juárez García reorganiza el antiguo Colegio de Minería y establece la Escuela Especial de Ingenieros que más tarde se convertiría en la Escuela Nacional de Ingenieros, semillero de los actuales ingenieros de nuestro país. México inicia reformas en la ENI y en sus planes de estudios se incluyen áreas tales como la termodinámica, el electromagnetismo y la física. La Ingeniería Mecánica destacó por la construcción de máquinas para la industria. Para el año de 1843 ya se tenían los cursos de Mecánica Aplicada a las Minas y el de Mecánica Industrial.

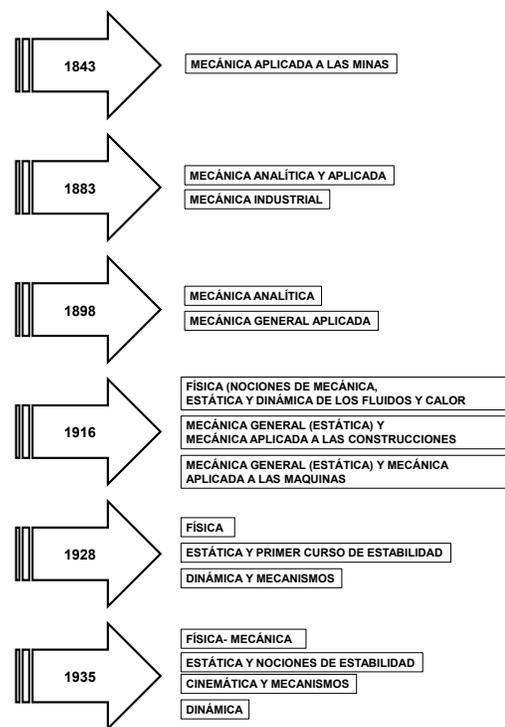


Figura. 1. Evolución de las materias de Mecánica en la ENI - México

Fuente: Revista Mexicana de Física (2012)

El número de carreras en la ENI no fue muy variable. Los planes de estudio tuvieron diferentes formatos curriculares de acuerdo con las condiciones políticas y económicas de

aquella época. Estas carreras eran de corta duración, dos años, y de larga duración de hasta seis años. Algunas carreras nacieron en el seno de la Física como los ingenieros mecánicos también denominados industriales, así como los ingenieros electricistas. En 1910 la ENI se incorpora a la Universidad Nacional de México producto de la revolución mexicana. Fue en 1935 con las reformas educativas que todos los estudios de ingeniería deberían tener como base la física y matemática, piezas fundamentales de la ingeniería de esa época.

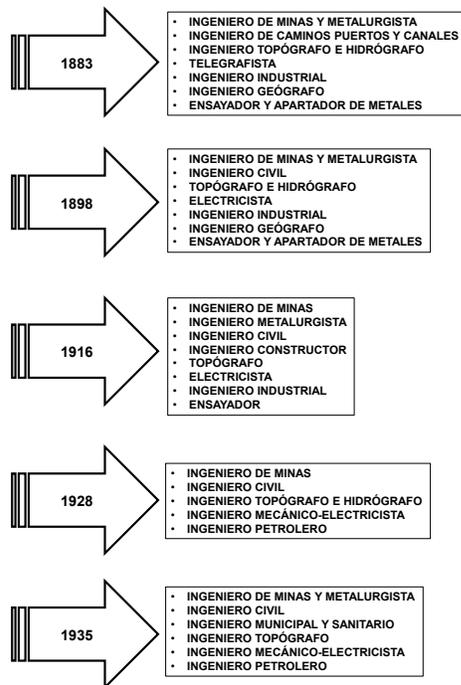


Figura 2. Carreras en la ENI – México
Fuente: Revista Mexicana de Física (2012)

En cuanto a las evaluaciones en la ENI se pasaron de exámenes anuales a mensuales, así como se debería tener un mínimo de asistencia para presentarlos. Se adicionaron también los exámenes orales-escritos, así como de un jurado de tres integrantes antecedente del examen profesional de nuestro tiempo. A los estudiantes de la ENI se les obligaba a realizar prácticas profesionales en obras, plantas y talleres, tanto públicas como de la iniciativa privada. Se buscaba siempre dar prioridad a la enseñanza pragmática sobre la teórica. Para continuar su preparación los ingenieros egresados de la ENI podían perfeccionar sus estudios en el extranjero con el apoyo económico del gobierno.

La modernización de México

Después de la Revolución mexicana y andados los proyectos ferroviarios para la industrialización del país se crearon

las carreras de telegrafista y se fortaleció la de ingeniero civil, de minas, mecánico, electricista, topógrafo, hidrógrafo y agrimensor. Ya en el año de 1910, el presidente Porfirio Díaz Mori decretó la creación de la Universidad Nacional de México y en 1936 el presidente Lázaro Cárdenas del Río anuncia el funcionamiento del Instituto Politécnico Nacional.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

La UNAM tiene sus orígenes en la Real y Pontificia Universidad de México fundada en septiembre de 1551 por el emperador Carlos V. Después de su creación en 1910, sus primeras décadas de vida estuvieron marcadas por una crisis política producto de la revolución mexicana. En mayo de 1929 obtiene su autonomía y deja de depender de la Secretaría de Educación Pública. En la década de los 70, la UNAM se expande con la creación de los Colegios de Ciencias y Humanidades (CCH) y las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales (ENEP), que evolucionaron a Facultades de Estudios Superiores (FES).

Población escolar	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
Escuela Nacional de Ingenieros	685	785	901	1119	1324	1423	1510	1539	1594
Ingeniería Civil	555	618	696	886	1009	1058	1059	1088	1172
Ingeniería Geológica			10	7	10	17	27	19	21
Ingeniería Mecánica-Eléctrica	36	53	81	109	147	180	191	195	234
Ingeniería Petrolera	38	37	31	29	53	48	66	57	42
Ingeniería Topográfica y Geodésica	13	22	34	38	49	35	37	47	57
Ingeniería de Minas y Metalurgia	39	52	48	46	45	40	58	55	25
Ingeniero Municipal y Sanitario	4	3	1	4	11	11	23	35	18
Ingeniero Aeronauta						34	49	43	25

Población escolar	1964	1981	1984	1987	1990	1994	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Facultad de Ingeniería	6687	9593	10280	12355	11378	9796	9603	9125	9199	8329	7376	8249	8501	8663
Ingeniería Civil	2547	2767	2872	2893	2526	2323	2349	2362	2276	1903	1555	1654	1588	1509
Ingeniería Geológica		283	314	267	252	230	229	233	269	249	226	254	174	276
Ingeniería Mecánica	89	592	651	546	414	322	313	297	318	293	222	258	258	256
Ingeniería Industrial								572	633	580	549	670	733	796
Ingeniería Mecánica								600	682	604	620	726	801	869
Ingeniería Mecánica Eléctrica	1526	3546	4279	4431	4102	3445	3341	451	19	121	2	1	612	661
Ingeniería Petrolera	156	760	1096	1052	804	577	519	439	459	452	437	536	612	661
Ingeniería Topográfica y Geodésica	20	182	284	309	292	286	276	270	288	253	186	203	203	196
Ingeniería de Minas y Metalurgia	17	124	241	191	180	156	154	166	234	200	170	189	198	198
Ingeniería de Computación		1337	2519	2646	2808	2442	2391	2266	2271	2067	1835	1991	2011	2006
Ingeniería Eléctrica y Electrónica								1394	1621	1414	1344	1539	1624	1692
Ingeniería en Telecomunicaciones						17	31	73	129	193	230	228	199	174
Ingeniería Meca-trónica														32

Figura 3. Carreras y matrícula en la ENI-UNAM
Fuente: Revista Digital Universitaria (2010)

Instituto Politécnico Nacional (IPN)

En 1936 el general Lázaro Cárdenas del Río dicta la creación del IPN cuya coordinación estuvo a cargo de ingenieros militares tales como Juan de Dios Bádiz Paredes, Wilfrido Massieu Pérez y Carlos Vallejo Márquez. El IPN se integró de otras instituciones independientes: Escuela Superior de Comercio y Administración (1845), Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía (1895), Escuela Practica de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Mecánicos-Electricistas (1915), Instituto Técnico Industrial (1921), Escuela Superior de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos (1921), Escue-

la Superior de Ingeniería y Arquitectura (1922), Escuela Superior de Ingeniería Textil (1933), Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (1947), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (1961), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Ciencias Sociales y Administrativas (1971), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (1988), Escuela Superior de Cómputo (1993), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (1997).

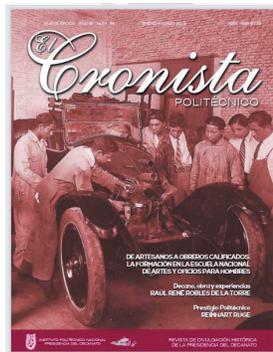


Figura 4. De Artesanos a Obreros Calificados.
El Cronista – Revista IPN
Fuente: El Cronista Politécnico (2015)

Tecnológico Nacional de México (TecNM)

Los institutos tecnológicos nacen con el sólido propósito de impulsar la ciencia y tecnología de la región. Los primeros institutos tecnológicos fueron fundados en los estados de Durango y Chihuahua (1948); y poco a poco se consolidaron los de Coahuila, Tamaulipas y Veracruz. Hacia finales de los 50 dejan de depender del IPN y son administrados por la Secretaría de Educación Pública. En 2014 se integran para formar el TecNM y hoy en día se encuentran repartidos en todo el territorio nacional y cuentan en su haber con 254 instituciones, que atienden a una población de más de 500,000 estudiantes. Sus primeros planes de estudios fueron carreras de capacitación técnica, Ingeniería Industrial en Eléctrica, Mecánica y Química.

LICENCIATURA	MATRÍCULA		
1 INGENIERÍA INDUSTRIAL	110,838	23 GASTRONOMÍA	6,138
2 INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL	72,816	24 INGENIERÍA PETROLERA	5,160
3 INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	59,318	25 LICENCIATURA EN BIOLOGÍA	4,558
4 INGENIERÍA MECATRÓNICA	31,731	26 INGENIERÍA FORESTAL	2,511
5 LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN	29,814	27 INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	2,300
6 INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	25,124	28 INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES	2,206
7 INGENIERÍA CIVIL	24,589	29 INGENIERÍA EN MATERIALES	2,138
8 CONTADOR PÚBLICO	20,941	30 INGENIERÍA EN GEOCIENCIAS	2,080
9 INGENIERÍA MECÁNICA	18,704	31 INGENIERÍA EN DESARROLLO COMUNITARIO	1,867
10 ARQUITECTURA	16,723	32 INGENIERÍA BIOMÉDICA	1,638
11 INGENIERÍA ELECTRÓNICA	16,339	33 LICENCIATURA EN TURISMO	1,311
12 INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN	15,825	34 INGENIERÍA EN MINERÍA	1,008
13 INGENIERÍA QUÍMICA	14,777	35 INGENIERÍA EN ANIMACIÓN DIGITAL Y EFECTOS VISUALES	759
14 INGENIERÍA INFORMÁTICA	11,812	36 INGENIERÍA EN AERONÁUTICA	633
15 INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES	11,082	37 INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL	465
16 INGENIERÍA BIOQUÍMICA	10,532	38 INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA	435
17 INGENIERÍA EN AGRONOMÍA	9,876	39 INGENIERÍA NAVAL	423
18 INGENIERÍA ELÉCTRICA	9,181	40 INGENIERÍA EN ACUICULTURA	280
19 INGENIERÍA AMBIENTAL	8,824	41 INGENIERÍA HIDROLÓGICA	271
20 INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS	7,743	42 INGENIERÍA EN PESQUERÍAS	101
21 INGENIERÍA EN LOGÍSTICA	7,176	43 INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA	90
22 INGENIERÍA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE	6,882	TOTAL LICENCIATURA	576,473
23 GASTRONOMÍA	6,138		
24 INGENIERÍA PETROLERA	5,160		

Figura 5. Matrícula por licenciatura TecNM
Fuente: SNETecNM (2020)

Conclusiones

Muchos años atrás la ingeniería en México se dejaba al cuidado de personal militar y de la construcción. Con el paso del tiempo la ingeniería se puso en manos de los hombres de ciencia que buscan el saber de las cosas. A medida que el fenómeno de la industrialización crecía en México, se sentaban las bases para permitir el impulso de la tecnología y con ello una nueva figura había nacido «el ingeniero». La Ingeniería es el collage de una amplia gama de diferentes campos de la ciencia y la matemática que se traducen en el pragmatismo de los dispositivos, herramientas, procesos y máquinas dentro de especificaciones bien definidas y encaminadas a satisfacer las necesidades de la sociedad.

Hoy en día, la ingeniería en México es el producto de la ciencia y la tecnología, herencia de nuestros antepasados y factores globalizadores. La metalurgia en México dio origen a la ingeniería química y la ingeniería mecánica; la telegrafía impulsó a la ingeniería eléctrica, electrónica y computacional; todas estas carreras soportadas por una sólida base fisicomatemática que permiten hoy en día detonar los conocimientos teórico-prácticos multidisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios que deben poseer los ingenieros de este siglo.

La formación de un ingeniero no es nada fácil; pues debe garantizarse que posee la suficiente formación práctica y académica que hará que sus decisiones en el ejercicio de su profesión no impacten de forma negativa y se traduzcan en la pérdida de vidas humanas tal como lo demuestran los casos del colapso de la línea 12 del Sistema de

Transporte Colectivo Metro (2021), la explosión por fuga de gas en San Juanico (1984), el derrame de gasolina en Guadalajara Jalisco (1992), el descarrilamiento en la Feria de Chapultepec (2019), el accidente aéreo del vuelo 940 de Mexicana (1986) y el incendio en la Subestación de CFE (2020).

En los albores de este siglo la formación de los ingenieros por ningún motivo debe ser segmentada. Muy por el contrario, los planes de estudio en ingeniería deben contener los suficientes conocimientos en física, matemáticas, química, mecánica, eléctrica, electrónica, computación, automatización y una amplísima dosis de práctica profesional en campo que les permitan ser sujetos conscientes de la problemática de su entorno, y luego especializarse en detalle en alguna subdisciplina de su preferencia. Solo es que a través de una formación sólida se puede formar ingenieros responsables y éticamente comprometidos con su país y su comunidad.

Referencias

- Tanamachi, G., Ramos, M. (2014). *La Escuela Nacional de Ingenieros, fundamental en el nacimiento de la física profesional en México*. Revista Mexicana de Física. Volumen 60, pgs: 116 -129. https://rmf.smf.mx/pdf/rmf-e/60/2/60_2_116.pdf
- Vega, L.R. (2010). *Una rápida mirada a la evolución de la industria, su plataforma tecnológica, y las carreras de ingeniería en la UNAM*. Revista Digital Universitaria. Volumen 11, pgs: 1-13. <https://www.revista.unam.mx/vol.11/num2/art19/art19.pdf>
- Ávila, J. (2015). *Portada principal de la Revista*. Revista El Cronista POLITECNICO. Volumen 64, pgs: 1. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/21305/1/CronistaPolitecnico64.pdf>
- SNETecNM. *Programas Educativos de Licenciatura 2016-2017*. Sistema Nacional de México – TecNM. <https://sne.tecnm.mx/public/licenciatura>

Proyecto integrador «líneas de influencia-puentes»

Integrating Project “Lines of Influence-bridges”

José Luis Hernández González¹, Myrna Enedelia González Meneses², Teresa Rodríguez Hernández³,
Néstor Manuel Rezza Díaz⁴, Miguel Ángel Daza Merino⁵

Tecnológico Nacional de México/I. T. Apizaco

¹luis.hg@apizaco.tecnm.mx, ²myrnagm@yahoo.com, [³teresa.rh, ⁴nestor.rd, ⁵miguel.dm]@apizaco.tecnm.mx

Fecha de recepción: 8 de mayo de 2021. Fecha de aceptación: 29 de julio de 2021

Resumen

Se presenta una propuesta de proyecto integrador correspondiente al «reto docente», durante el encuentro de mejores prácticas en el uso de las TIC en la educación. La propuesta se trabajó con dos grupos de la materia de Análisis Estructural de la carrera de Ingeniería Civil del TecNM/Instituto Tecnológico de Apizaco. La necesidad surge principalmente por dos razones: dar a conocer de manera introductoria algunos elementos del trabajo colaborativo entre docentes y alumnos de diferentes áreas de especialidad de la Ingeniería Civil, e introducir al alumno en identificar la representación matemática, geométrica y numérica del Análisis Estructural en las diferentes áreas que comprende un proceso de solución a problemáticas específicas. Se introduce al alumno en el uso de algunas herramientas computacionales que permiten optimizar el cálculo de líneas de influencia debido a cargas móviles en una viga simple que idealiza un puente.

Palabras clave: línea de influencia, proyecto integrador, software educativo, GeoGebra

Abstract

An integrating project proposal corresponding to the “teaching challenge” is presented during the meeting of best practices in the use of ICTs in education. The proposal was worked with two groups of the Structural Analysis subject of the Civil Engineering career of the TecNM / Technological Institute of Apizaco, the need arises mainly for two reasons, to introduce in an introductory way some elements of the collaborative work between teachers and students from different specialty areas of civil engineering and introduce the student to identify the mathematical, geometric, numerical representation of the structural analysis in the different areas that comprise a process of solution to specific problems. The student is introduced to the use of some computational tools that allow optimizing the calculation of lines of influence due to mobile loads in a simple beam that idealizes a bridge.

Keywords: lines of influence, integrating project, educative software, GeoGebra.

Introducción

La desarticulación de contenidos didácticos en las diferentes carreras que se imparten a nivel ingeniería, provoca que los alumnos se enfoquen en acreditar sus cursos y, difícilmente, intentan relacionar contenidos entre las diferentes materias, aun siendo de la misma carrera. En el caso de la

Ingeniería Civil, tales contenidos son aparentemente aislados; sin embargo, es posible vincular conceptos desde diferentes ópticas y relevancia de cursos específicos. Además, en la propuesta se identificó que los alumnos en el caso del Análisis Estructural, tienen una concepción limitada y realizan

el desarrollo de ejercicios sin comprender el significado y/o utilidad de los resultados en cursos posteriores; el desarrollo del esquema propuesto de proyecto integrador planteado en esta propuesta, les permite ahondar y clarificar el uso posterior de conceptos como diagramas de cortantes, momentos y, en este caso particular, el diagrama de líneas de influencia.

Desarrollo

Antecedentes

De acuerdo con el documento «Proyectos Integradores para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del Tecnológico Nacional de México», la definición de proyecto integrador es:

Una estrategia didáctica que consiste en realizar un conjunto de actividades articuladas entre sí, con un inicio, un desarrollo y un final con el propósito de identificar, interpretar, argumentar y resolver un problema del contexto y, así, contribuir a formar una o varias competencias del perfil de egreso, teniendo en cuenta el abordaje de un problema significativo del contexto disciplinar-investigativo, social, laboral-profesional, etc. TecNM (2014).

Por otro lado, el *Manual de Lineamientos del Tecnológico Nacional de México*, considera como opción válida de titulación «un proyecto integrador». TecNM (2015).

Aunado al concepto de proyecto integrador, la Coordinación de Tecnologías para la Educación-Hábitat Puma (CTE) de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED), la Dirección General de Revalidación de Estudios (DGIRE), la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) y el Consejo Académico del Bachillerato (CAB), Escuela Nacional de Trabajo Social (ENTS), convocan al *6º Encuentro universitario de mejores prácticas de uso de TIC en la educación, #educatic2020*, donde se retoma el concepto de proyecto integrador y se adopta una metodología de aprendizaje activo como *aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas o el estudio de caso*.

De acuerdo con la figura 1, se realizó una propuesta basada en proyectos denominada «Requerimientos previos para el diseño y construcción de puentes». La propuesta inicial, intenta vincular al menos tres áreas multidisciplinarias y se eligieron las materias de Topografía, Diseño de Pavimentos y Análisis Estructural Avanzado (Figura 1).

Tal bosquejo permite al alumno iniciar un proceso de búsqueda de información que al mismo tiempo lo introduce en



Figura 1. Etapas para la realización de un proyecto #Educatic2020

algún tema de interés natural en el proceso de construcción de un puente. Dada la complejidad de los diferentes tipos de puentes, el alumno podrá incrementar su nivel de búsqueda de información tanto como su interés personal y profesional de la disciplina y/o área de especialidad que él elija.

Se presentan preguntas claves siguiendo la estructura con base en la plantilla de proyectos de #Educatic2020.

Pensando en los alumnos, se debe responder:

¿Qué van a hacer?

Documentar información, correlacionar contenidos de materias transversales al problema propuesto, elaborar un ensayo donde los estudiantes describan la importancia del proceso de planificación y análisis de información (estudios preliminares, documentar información de campo, consideraciones para realizar el análisis estructural, consideraciones para realizar un diseño de pavimentos), dado que la información es vasta y vistosa, sería conveniente que los alumnos realicen un folleto o infografía de los puentes que les parecen más interesantes.

Los alumnos consultarán la dirección: <https://bpo.sep.gob.mx/#/recurso/3263/document/1> Correspondiente al libro digital *Los puentes de México 1985-2014*, la cual, es una antología que describe los tipos de puentes en el país, una descripción de la zona, así como tipo de construcción, planos y fotografías. El alumno podrá complementar la información a través de una búsqueda en internet con la finalidad de elaborar una infografía del puente que la parece más interesante de acuerdo con sus expectativas profesionales.

Los alumnos consultarán el libro «Puentes con AASHTO-LRFD 2010», de la dirección https://www.academia.edu/30075087/Con_AASHTO_LRFD_2010_Fifth_Edition. En el capítulo 1, tal material le permitirá al alumno conocer los conceptos generales para el desarrollo de un proyecto en referencia a los puentes.

El alumno correlacionará la información proveniente de las materias: Topografía y Diseño de Pavimentos, a través de la consulta en el libro *Diseño de Puentes AASHTO*, en la materia de Diseño de Pavimentos.

Ambos libros incluyen la información necesaria para calcular diagramas de momentos de cargas móviles, y se corrobora el cálculo a través de un Applet de GeoGebra, para ejemplificar el proceso.

¿Qué van a producir?

Infografía. Los alumnos podrán presentar una infografía del material consultado: *Los puentes de México*; existen varios tipos de puentes y dado que los alumnos tienen diferentes intereses personales, se podrían generar interesantes contenidos en las infografías.

Actividad con GeoGebra. Los alumnos desarrollarán un ejemplo de cálculo de elementos mecánicos (fuerza cortante y momento) para determinar el valor máximo y mínimo de fuerza según la unidad 3, del temario de la materia de Análisis Estructural. Para ello se requiere que los alumnos vean previamente el video <https://www.youtube.com/watch?v=QYIfH8gFQ8k>. Posteriormente, se mostrará el funcionamiento del Applet y el alumno podrá comprobar sus resultados con un ejercicio propuesto.

Ensayo. El alumno elaborará un ensayo donde se describe el proceso requerido para elaborar un proyecto en referencia a puentes.

¿Qué van a aprender?

Deben aprender a relacionar contenidos de cursos transversales, así como a identificar elementos relevantes para presentar una propuesta de análisis.

La actividad finaliza con el análisis de cargas móviles y diagramas de cortantes y momentos. El alumno ha cubierto entre el 50% y 60% de materias de su currícula, por lo que se reafirmarán los contenidos de las materias: Topografía y Diseño de Pavimentos (es importante hacer notar, que se han propuesto estos contenidos porque los docentes involucrados, quienes imparten las mencionadas materias; sin embargo, existen otras materias que son transversales al tema, como Software en Ingeniería Civil y Dibujo en Ingeniería Civil, además de los cursos de Hidráulica e Hidrología).

Documentar diferentes tipos de información, escrita, visual (imágenes y video), procedimientos de construcción y métodos de análisis.

Discriminar información referente a los diferentes tipos de puentes, métodos de análisis estructural y el diseño de pavimentos.

Ampliar su nivel de conocimientos y poder elegir el tipo de estudio y metodologías adecuadas durante la ejecución de una obra civil (puente)

¿Con quién van a compartir el producto o solución del problema o caso?

Estudiantes de las materias involucradas, se creará un foro en curso Moodle. Se podrá compartir la información a todos los alumnos de la carrera en el instituto, a través de un curso Moodle donde podrán acceder sin restricción, además, se podrá configurar el curso con la finalidad de que otros participantes puedan acceder como invitados.

¿Qué van a producir?

Los docentes

Los docentes proporcionan una guía o preguntas específicas que permitan delimitar al alumno en la búsqueda de información, ya que la elección, estudios preliminares, diseño y análisis de puentes requiere de una gran cantidad de tiempo para desarrollo de un proyecto, se cuentan con versiones digitales de temas de tesis dedicadas al análisis de puentes. La propuesta se presenta para motivar al alumno y conocer un área particular de desarrollo profesional de la carrera.

Los docentes de los cursos: Análisis Estructural y Estructural Avanzado, proponen un ejemplo clásico de análisis de cargas y cálculo de diagramas de cortante y momentos. Se apoyan de un video que ilustra el proceso de cálculo, así como la consideración de cargas de acuerdo con la normativa AASTHO.

El docente del curso de Análisis Estructural, presenta un Applet para dibujar diagramas de cortantes y momentos de una viga simplemente apoyada, así como compartir el Applet con los alumnos, y considerando que el Applet es de carácter dinámico y se permite manipular la información necesaria para el desarrollo de cálculos como longitud, carga y selección de diagrama (véase la Figura 2).

Los estudiantes

Una infografía de las diferentes etapas del estudio de caso del material digital *Los puentes de México*, además de documentar información de Internet, se cuenta con grupos de Facebook que comparten diferentes fotografías y videos de puentes.

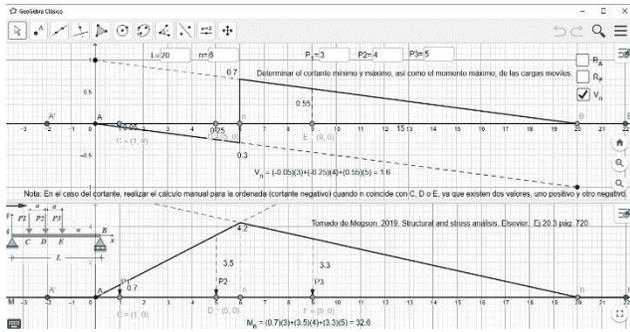


Figura 2. Diagramas de cortante y momento, líneas de influencia.

Un ensayo que evidencie la ventaja o desventaja antes de la ejecución de una obra civil (puente), selección de tipo de puente y posibles problemas que debe abordar el proyectista, calculista, etc., en sus diferentes vertientes del proceso, se ha mencionado la topografía, los pavimentos, la hidráulica, etc. El alumno podrá abundar en contenido de acuerdo con sus intereses personales y profesionales.

El alumno podrá manipular el Applet para comprender un procedimiento del análisis estructural. El Applet además de mostrar la construcción de diagramas, se ha generado de manera que el alumno pueda cambiar valores y mover objetos que le permita simplificar el cálculo y mejorar el entendimiento de los temas.

Resultados

Dada la relevancia de uno de los cursos considerados del proyecto integrador, se han seleccionado las actividades correspondientes a líneas de influencia del curso de Análisis Estructural. Se muestra la evolución del trabajo de los alumnos donde se evidencian actividades de cálculo desarrolladas a mano que consumen gran cantidad de tiempo (determinación de ecuaciones del momento en diferentes puntos), actividades con el uso de modelos matemáticos funciones $M(x)$ y $V(x)$ y su concepción geométrica (a través de trigonometría) para la simplificación del proceso operativo, se concluye con algunos diagramas con el uso de software (véase la Figura 3).

Los alumnos han aprendido a usar GeoGebra, y están desarrollando algunos Applets que les permiten comparar sus resultados a mano y mediante el uso de software comercial (se la Figura 4).

En la figura 5, se muestra la gráfica de tres cargas móviles durante el recorrido de una viga de inicio a fin, a lo largo de una viga simplemente apoyada; el alumno identifica el

o los puntos de máximo y mínimo cortante, así como del máximo cortante. Algunos autores, requieren determinar tal valor a través de máximos y mínimos de la función.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México/I. T. Apizaco y a las alumnas Daniela Muñoz Roldan con no. de control 18370446 y Guadalupe García Camargo con no. de control 18370372 de la carrera de Ingeniería Civil.

Referencias

GeoGebra. (2021). GeoGebra. Consultado el 12 de marzo de 2021 de: <https://www.geogebra.org>

Gobierno de México (2015). Los Puentes de México. Gobierno de la República. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Consultado de: <https://bpo.sep.gob.mx/#/recurso/3263/document/1>.

Influence. (2021). Udey. Software Educativo, consultado el 2 de mayo de 2021 de: <http://github.com/lab101Space/Influence>

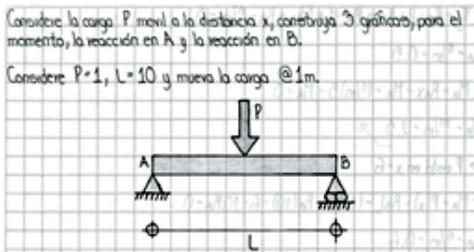
Pardo (2021). Marcelo Pardo. Líneas de influencias. Consultado el 20 de mayo de 2021 de: <https://www.youtube.com/watch?v=QYlfH8gFQ8k>.

Reto docente. (2020). #Educativ2020. 6º Encuentro universitario de mejores prácticas de uso de tic en la educación. Consultado el 23 de noviembre de 2020 de: <https://encuentro.educativ.unam.mx/educativ2020/index.html>

Rodríguez. (2012). Rodríguez Serquen Arturo. "Puentes con AASHTO-LRFD 2010", consultado de https://www.academia.edu/30075087/Con_AASHTO_LRFD_2010_Fifth_Edition

TecNM. (2014). Proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales del Tecnológico Nacional de México. Consultado el 22 de enero de 2021 de: https://www.academia.edu/31647967/PROYECTOS_INTEGRADORES_PARA_LA_FORMACION_Y_DESARROLLO_DE_COMPETENCIAS_PROFESIONALES_DEL_TECNOLOGICO_NACIONAL_DE_MEXICO

TecNM. (2015). Manual de lineamientos académicos administrativos del TecNM Ver. 2015. Consultado el 22 de enero de 2021 de: <http://moodle.apizaco.tecnm.mx/mod/resource/view.php?id=212>



$\rightarrow P$ está en $x=4$

$$\sum M_A = P(x) = P_0 L - (1)(4) = P_0(10) - 4 - 10P_0 = 0$$

$$P_0 = 4/10 = 0.4$$

$$\sum T_y = P_A - P + P_0 = P_A - 1 + 4/10 = P_A - 6/10 = 0$$

$$P_A = 6/10 = 0.6$$

$$\sum M_A = P_A x - M_A = (6/10)(4) - M_A = 0$$

$$M_A = 24/10 = 2.4 \times$$

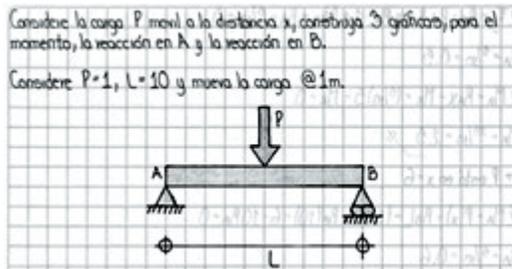
$\rightarrow P$ está en $x=4$

Partiendo de la ecuación: $M(x) = P(l-x) \cdot x$

Substituyendo: $M(4) = \frac{(1)(10-4) \cdot (4)}{10}$

$$M_A = \frac{(1)(6) \cdot (4)}{10} = \frac{24}{10} = 2.4$$

Figura 3. El alumno muestra diferentes esquemas de solución.



$\rightarrow P$ está en $x=4$

$$\sum M_A = P(x) = P_0 L - (1)(4) = P_0(10) - 4 - 10P_0 = 0$$

$$P_0 = 4/10 = 0.4$$

$$\sum T_y = P_A - P + P_0 = P_A - 1 + 4/10 = P_A - 6/10 = 0$$

$$P_A = 6/10 = 0.6$$

$$\sum M_A = P_A x - M_A = (6/10)(4) - M_A = 0$$

$$M_A = 24/10 = 2.4 \times$$

$\rightarrow P$ está en $x=4$

Partiendo de la ecuación: $M(x) = P(l-x) \cdot x$

Substituyendo: $M(4) = \frac{(1)(10-4) \cdot (4)}{10}$

$$M_A = \frac{(1)(6) \cdot (4)}{10} = \frac{24}{10} = 2.4$$

Figura 4. Comparativa de gráficas del alumno con GeoGebra y Software educativo Influence (2021).

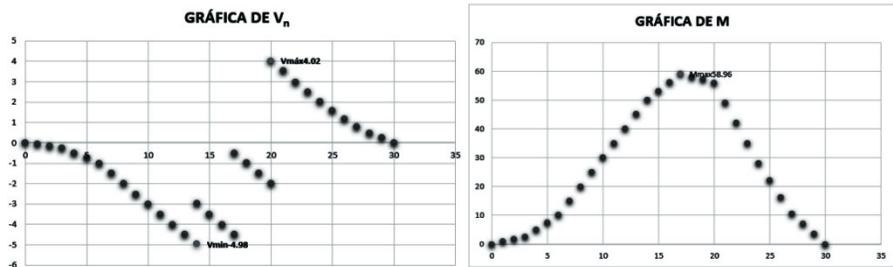


Figura 5. Gráfica de correspondiente al recorrido de 3 cargas móviles cortante y momento.

Implementación de un modelo de *neural machine translation* dentro de un servidor django para traducción automática de la lengua náhuatl

Implementation of a Neural Machine Translation Model within a Django Server for Automatic Translation of the Nahuatl Language

Eduardo Sánchez Lucero¹, Sergio Khalil Bello García², Edmundo Bonilla Huerta³, José Crispin Hernández Hernández⁴, José Federico Ramírez Cruz⁵, Blanca Estela Pedroza Méndez⁶, Emanuelle Reyes Juárez⁷

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco

[¹eduardo.sl(autor correspondiente), ²m19371364, ³edmundo.bh, ⁴crispin.hh, ⁵federico.rc, ⁶blanca.pm, ⁷M20371437]@apizaco.tecnm.mx

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2021. Fecha de aceptación: 13 de julio de 2021

Resumen

En este trabajo se muestra la implementación de un modelo de *neural machine translation* (NMT), como resultado de una implementación de mayor alcance para una plataforma. Este trabajo es continuación de la investigación: “Towards the implementation of an Attention-based Neural Machine Translation with artificial pronunciation for Nahuatl as a mobile application,” publicada en el año 2020, en donde se propone una implementación local en el dispositivo; sin embargo, para fines de recopilación de datos para la mejora continua del corpus el presente trabajo busca dar un servicio a través de un servidor Django. En este trabajo se busca dar un servicio para traducción automática para el náhuatl, es por ello que se requiere el despliegue de un servidor Python que pueda comunicar las peticiones hacia páginas web o dispositivos móviles en adición del manejo de la misma plataforma. La investigación continúa y, en un futuro, se efectuarán modificaciones y ajustes en el proyecto para el mejoramiento exponencial de los modelos de aprendizaje. Este trabajo de investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México (TecNM), campus Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA).

Palabras clave: náhuatl, traducción, automática, servicio.

Abstract

This work shows the implementation of a Neural Machine Translation (NMT) model, as a result of a more comprehensive implementation for a platform. This work is a continuation of an investigation: “Towards the implementation of an Attention-based Neural Machine Translation with artificial pronunciation for Nahuatl as a mobile application,” published in 2020, where a local implementation on the device is proposed, however For data collection purposes for the continuous improvement of the corpus, this work seeks to provide a service through a Django server. This work seeks to provide a service for automatic translation for Nahuatl, which is why it requires the deployment of a Python server that can communicate requests to Web pages or Mobile Devices in addition to managing the same platform. It is said that in the future modifications and improvements will be made for the exponential improvement of the learning models. This research work was carried out at the National Technological Institute of Mexico (TecNM), campus Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA).

Keywords: nahuatl, translation, automatic, service.

1. Introducción

Python ha sido el lenguaje de programación predilecto en *Machine Learning* para los investigadores, es así como

han surgido herramientas como FastAI [1], en donde modelos de NMT son entrenados para la traducción del ná-

huatl [2], derivado de esto es necesaria la implementación de un servidor en dicho lenguaje con el objetivo de poder servir las salidas de los modelos para aplicaciones móviles y páginas web.

2. Propuesta de implementación

Para cumplir los objetivos de la implementación, se debe tener un modelado robusto de la misma que pueda satisfacer las necesidades que se presentan, así como la facilidad de administrar la plataforma y se le pueda dar mantenimiento fácilmente. Lo anterior se alcanza con la implementación de los modelos inteligentes en cuatro fases. La primera se refiere al entrenamiento de los modelos inteligentes, la segunda es descrita en este trabajo que consiste en el desarrollo del Back-end que sea capaz de soportar la lógica del servicio, ejemplos de esto son los usuarios, las correcciones de traducciones, así como las solicitudes de predicción de los modelos y, finalmente la codificación de un Api-Rest que se comunicará con los clientes de los dispositivos móviles y páginas web. La tercera fase consiste en el desarrollo de los clientes que consumirán los servicios del Back-end. La cuarta fase consiste en el despliegue en un dominio web utilizando contenedores de Docker.

3. Modelo del servidor

El modelo principal del servidor se compone de una base de datos en MySQL, la lógica de negocio y el propio Api-Rest; que sirve como comunicación entre una aplicación móvil y el servidor. Inherente al servidor, también se genera un cliente web que interactúa de manera más directa con este, ya que sirve como administrador. En la figura 3.1 se muestra la arquitectura detalla del servidor:

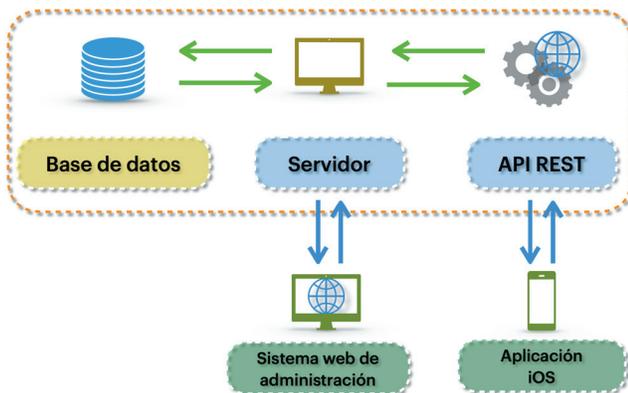


Figura 3.1 Arquitectura del servidor

3.1 Base de datos

La base de datos está desarrollada en MySQL y sirve como componente base para el funcionamiento del Back-end. En ella se encuentran diez tablas principales que se crearon específicamente para este proyecto. En la figura 3.2, se encuentra el diagrama E-R. Las principales tablas se encargan de la administración de los usuarios, tomando en cuenta las sesiones, las traducciones y fólderes que les pertenecen. El resto de tablas se encargan de soportar el servicio, tales como la administración de los lenguajes, ajustes y modelos disponibles en la plataforma.

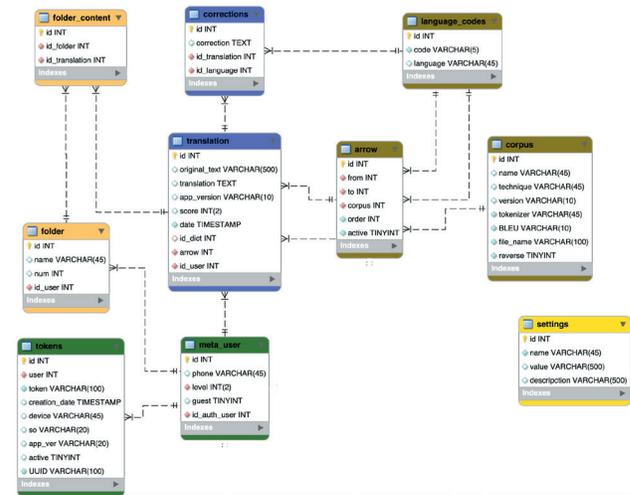


Figura 3.2 Modelo E-R de la base de datos

3.2 Django

Para las consultas a la base de datos, se usa el *object relational mapping* (ORM) de Django. Gracias al conector MySQL, se pueden crear modelos creados en la base de datos y así poder ejecutar la lógica de negocio necesaria para poner en funcionamiento a la plataforma, dados los requerimientos que una aplicación de traducción necesita.

3.3 Api-Rest

Finalmente para conectar la lógica del servidor a una aplicación, se requiere una capa que adopte los modelos del servidor a Json, para que puedan ser procesados por una aplicación móvil. Esto se logra con el framework Api-Rest [3] que ofrece Django [4], añadiendo una capa de protección extra gracias a Json Web Token (JWT) [5]. A continuación en la figura 3.3 se muestra un diagrama de procesos del caso de uso de traducción funcionando, al unir todas estas piezas.

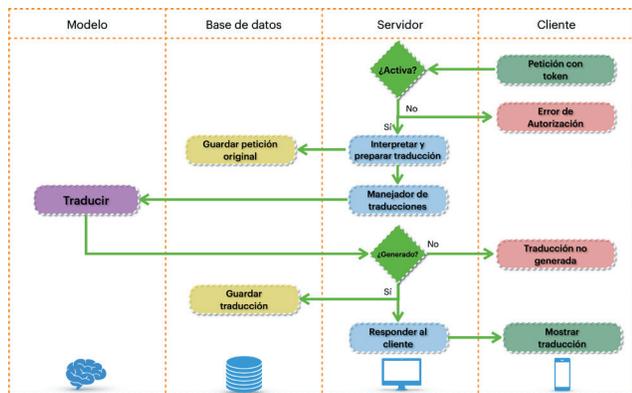


Figura 3.3 Diagrama de procesos para obtener una traducción

4. Resultados

Con la implementación de los modelos mencionados, se logró establecer el funcionamiento del servidor para permitir a los usuarios la conexión directa con el servidor, que atiende las peticiones en tiempo real y muestra los resultados en un tiempo de respuesta muy aceptable. Puede atender a un usuario cada dos segundos al realizar una traducción. A continuación, en la tabla 4, se muestra un ejemplo de respuesta exitosa de una de las URL.

Tabla 4. Especificaciones de la URL para obtener los lenguajes disponibles

Objeto	Lenguaje
Descripción	Obtiene uno o más lenguajes disponibles, generalmente usado en la vista de correcciones.
URL	Api/lenguaje/<int.id>
Métodos	GET
Respuestas	200, 400, 401, 404
Cuerpo	NA
Respuesta	<pre>[{ "id": 1, "code": "spa", "language": "Español" }, { "id": 2, "code": "nch", "language": "Nahuatl de la Huasteca Central" }, { ... }]</pre>

5. Conclusiones

Con la implementación presentada en este trabajo, se pudo demostrar que se pueden servir predicciones de modelos entrenados en Python hacia clientes móviles utilizando un Api-Rest que produce objetos Json. Esta alineación de metodología fue implementada con la orientación al servicio de un sitio web dedicado a la traducción en la lengua náhuatl.

6. Bibliografía

[1] J. Howard y S. Gugger, «Fastai: A Layered API for Deep Learning», Information, vol. 11, n.o 2, pág. 108, feb. de 2020, issn: 2078-2489. doi: 10.3390/info11020108. dirección: <http://dx.doi.org/10.3390/info11020108>.

[2] S. K. Bello García, E. Sánchez Lucero, B. E. Pedroza Méndez, J. C. Hernández Hernández, E. Bonilla Huerta and J. F. Ramírez Cruz, “Towards the implementation of an Attention-based Neural Machine Translation with artificial pronunciation for Nahuatl as a mobile application,” 2020 8th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT), 2020, pp. 235-244, doi: 10.1109/CONISOFT50191.2020.00041.

[3] A. Neumann, N. Laranjeiro y J. Bernardino, «An Analysis of Public REST Web Service APIs», IEEE Transactions on Services Computing, vol. PP, págs. 1-1, jun. de 2018. doi: 10.1109/TSC.2018.2847344.

[4] E. O. Ltd, Django REST framework documentation, 2011. dirección: <https://www.django-rest-framework.org/>.

[5] JWT. “JSON Web Token” <https://jwt.io>, 2021.

Despliegue de un servidor de aplicaciones para la traducción náhuatl utilizando Docker

Deployment of an Application Server for Nahuatl Translation Using Docker

José Crispin Hernández Hernández¹, Sergio Khalil Bello García², Eduardo Sánchez Lucero³,
Edmundo Bonilla Huerta⁴, Blanca Estela Pedroza Méndez⁵, José Federico Ramírez Cruz⁶,
Juan Carlos Araiza Jiménez⁷

Tecnológico Nacional de México (TecNM)/Instituto Tecnológico de Apizaco

[¹crispin.hh (autor correspondiente), ²m19371364, ³eduardo.sl, ⁴eduardo.bh, ⁵blanca.pm, ⁶federico.rc, ⁷M19371363]@apizaco.tecnm.mx

Fecha de recepción: 29 de abril de 2021. Fecha de aceptación: 19 de julio de 2021

Resumen

Como resultado de una integración de herramientas para una aplicación de traducción en náhuatl en diferentes servidores para maximizar el levantamiento de instancias, se realizó una implementación de entrega en Docker. Dicha implementación busca agilizar la operación de despliegue de los servidores para la traducción náhuatl, así como las actualizaciones del servidor de aplicaciones. Este trabajo de investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México (TecNM), campus Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA).

Palabras clave: Servidor de aplicaciones, náhuatl, docker, instancia.

Abstract

As a result of an integration of tools for a Nahuatl translation application in different servers to maximize the lifting of instances, a delivery implementation was carried out in Docker. This implementation seeks to streamline the deployment of servers for Nahuatl translation, as well as updates to the application server. This research work was carried out at the Tecnológico Nacional de México (TecNM), campus Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA).

Keywords: Application Server, Nahuatl, Docker, Instance.

1. Introducción

La implementación de un servidor de aplicaciones para la traducción de la lengua náhuatl en Python, resulta una operación complicada debido al número de dependencias o librerías que son necesarias para que los modelos puedan realizar predicciones de salida y el servidor pueda responder las solicitudes de parte de los clientes móviles. Por ende, la herramienta Docker [1] resulta ser ideal para contener el servidor de aplicaciones y se pueda instanciar (*sic*) sin generar problemas de compatibilidad y evitar la falta de disponibilidad de librerías.

2. Propuesta de implementación

Para comenzar se debe tener en cuenta el estado actual del servidor de aplicaciones y cómo es que se debe de ejecutar en Docker [2], para ello se configura un nuevo archivo llamado Dockerfile. Para propósitos de compatibilidad con FastAI [3], se elige cargar el servidor con una versión de Python 3.6.10-slim, esto significa que se descarga una versión de Debian lo más ligera posible para poder ejecutar Python, también se extraen los paquetes esenciales para el uso de FastAI y los modelos, y se vuelcan en un archivo requirements.txt para ejecutar las instalaciones necesarias

en Docker. Como punto extra en seguridad se crea un nuevo usuario para no comprometer al usuario root. Dicho archivo DockerFile representa la imagen del servidor web y se presenta en la figura 2.1.

```

1 FROM python:3.6.10-slim
2
3 ENV PATH="/scripts:${PATH}"
4
5 COPY ./requirements.txt /requirements.txt
6 COPY ./NahuatlAI-1.0.0-py3-none-any.whl
7   /NahuatlAI-1.0.0-py3-none-any.whl
8 RUN apt-get update -y
9 RUN apt-get update
10 RUN apt-get install -y apt-utils
11 RUN apt-get install -y gcc libc-dev
12 RUN apt-get install -y mariadb-server libmariadbclient-dev
13 RUN pip --no-cache-dir install -r requirements.txt
14   --no-cache-dir || true
15
16 RUN mkdir /nahuatl && mkdir /NMT
17 COPY nahuatl /nahuatl
18 WORKDIR /nahuatl
19 COPY ./scripts /scripts
20
21 RUN chmod +x /scripts/*
22 RUN mkdir -p /vol/web/media
23 RUN mkdir -p /vol/web/static
24
25
26 RUN useradd user
27 RUN chown -R user:user /vol
28 RUN chmod -R 755 /vol/web
29 RUN chmod -R 755 /vol/web
30
31 USER user
32
33 CMD ["entrypoint.sh"]

```

Figura 2.1 DockerFile para la creación de la imagen del servidor de aplicaciones

Acto seguido se debe componer el contenido con las imágenes necesarias, para esto se usa una imagen de MySQL en su versión 5.7 y la imagen creada anteriormente del servidor de aplicaciones. Cabe señalar que este archivo configura Docker para un entorno de desarrollo, así que se pueden hacer cambios directamente del código para ser reflejados en Docker automáticamente, esto gracias a la línea 16 de la imagen de la figura 2.2, que define el volumen a ser compartido por la Virtual Machine (VM) y el anfitrión (host).

```

1 version: '3.7'
2
3 services:
4   db:
5     image: mysql:5.7
6     ports:
7       - '3307:3306'
8     environment:
9       MYSQL_DATABASE: 'nahuatl'
10      MYSQL_USER: 'nahuatl'
11  web:
12    build:
13      context: .
14    ports:
15      - '8000:8000'
16    volumes:
17      - ./nahuatl:/nahuatl
18    command: sh -c "python manage.py runserver 0.0.0.0:8000"
19    environment:
20      - DEBUG=1
21    depends_on:
22      - db

```

Figura 2.2 Archivo de ejecución para contenedor Docker en el entorno de desarrollo

3. Docker para producción

Para poder desplegar el servidor de aplicaciones en un ambiente de producción, se requiere de un Proxy para mejorar el desempeño de la misma. Django por default usa el servidor uwsgi para ejecutar NGINX [4,5], el cual es un

servidor Web/Proxy inverso, ligero y de alto rendimiento, usado para aligerar la carga del flujo de información del servidor principal de aplicaciones. Para ello, también se debe de configurar un DockerFile, para este caso utilizando la propia imagen creada para NGINX (nginxinc/nginx-unprivileged :1-alpine) con el mismo usuario de NGINX por cuestiones de seguridad. En la figura 3.3, se muestra el archivo del DockerFile.

```

1 FROM nginxinc/nginx-unprivileged:1-alpine
2
3 COPY ./default.conf /etc/nginx/conf.d/default.conf
4 COPY ./uwsgi_params /etc/nginx/uwsgi_params
5
6 USER root
7
8 RUN mkdir -p /vol/static
9 RUN chmod 755 /vol/static
10
11 USER nginx

```

Figura 3.3 Docker file para creación de la imagen NGINX, lista para producción

Y el contenedor se compone con el archivo, mostrado en la figura 3.4.

```

1 version: '3.7'
2
3 services:
4   db:
5     image: mysql:5.7
6     ports:
7       - '3307:3306'
8     environment:
9       MYSQL_DATABASE: 'nahuatl'
10      MYSQL_USER: 'nahuatl'
11  web:
12    image: nahuatl_web:latest
13    volumes:
14      - static_data:/vol/web
15    environment:
16      - SECRET_KEY=
17      - ALLOWED_HOSTS=
18    depends_on:
19      - db
20  proxy:
21    build:
22      context: ./proxy
23    volumes:
24      - static_data:/vol/static
25    ports:
26      - "8080:8080"
27    depends_on:
28      - web
29      - db
30
31 volumes:
32   static_data:

```

Figura 3.4 Archivo final de composición para producción

4. Resultados

Al implementar Docker con un Proxy NGINX, se mejoró el tiempo de respuesta del servidor de aplicaciones tal como se muestra en la tabla 1.

Categoría	Usuarios/seg	Peticiones	Error	Min (ms)	Max (ms)
Consulta	10	500	% 2	436 ms	3,009 ms
Escritura	10	500	% 0	37 ms	2,476 ms
Modelo + db	0.5	25	% 16	23,678 ms	35,008 ms

Tabla 1. Tiempos del test de estrés para las categorías con la consulta más representativa.

Los milisegundos son representados por ms.

En la figura 4, se muestra el contenedor corriendo con las instancias que se han creado.

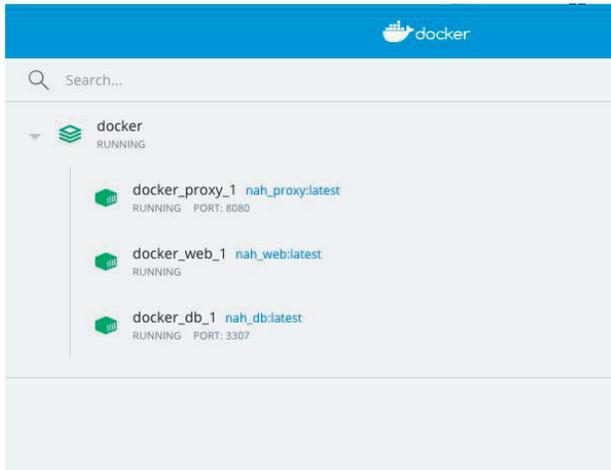


Figura 4. Ejecución del contenedor Docker

5. Conclusiones

Con la inclusión de Docker en el proyecto, con tan solo cuatro archivos y Docker instalado, es posible levantar una instancia del servidor para traducción náhuatl con tan solo una línea de código: `docker-compose up`. Por ende se puede levantar una instancia de manera más rápida con la posibilidad de automatizar el flujo de trabajo con herramientas más avanzadas como Terraform [6,7].

6. Bibliografía

- [1] Docker. Inc, "Docker" <https://www.docker.com>, 2021
- [2] C. Anderson, "Docker [Software engineering]", in *IEEE Software*, Vol. 32, N°. 3, pp. 102-c3, May-June 2015, doi: 10.1109/MS.2015.62.c <https://www.nginx.com>, 2021
- [3] J. Howard y S. Gugger, «Fastai: A Layered API for Deep Learning», *Information*, vol. 11, n.o 2, pág. 108, feb. de 2020, issn: 2078-2489. doi: 10.3390/info11020108. dirección: <http://dx.doi.org/10.3390/info11020108>.
- [4] Soni, R. (2016). *Nginx*. Berkeley: Apress. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4842-1656-9>.
- [5] F5 Networks, Inc. "NGINX", <https://www.nginx.com>, 2021
- [6] Shirinkin, K. (2017). *Getting Started with Terraform*. Packt Publishing Ltd.
- [7] HashiCorp, "Terraform", <https://www.hashicorp.com/products/terraform>, 2021

Control de un robot móvil aplicando la técnica de ajuste lambda

Control of a Mobile Robot Applying Lambda Tuning Technique

Mario González Moreno¹, José Federico Ramírez Cruz², Blanca Estela Pedroza Méndez³,
Eduardo Sánchez Lucero⁴, Crispín Hernández Hernández⁵, Edmundo Bonilla Huerta⁶

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Sistemas y Computación

[¹m193713671, ²federico.rc, ³blanca.pm, ⁴eduardo.sl, ⁵crispin.hh, ⁶edmundo.bh]@apizaco.tecnm.mx

Fecha de recepción: de 2021. Fecha de aceptación: de 2021

Resumen

La complejidad del entorno en el que se mueve un robot móvil son un factor fundamental para diferentes fallos de navegación, incluso invalidando el objetivo. Este trabajo aborda el diseño e implementación de un sistema para el control de un robot móvil que integra el método de ajuste lambda para controlar el movimiento de los motores del robot mediante un control proporcional, integral y derivativo (PID) que garantiza robustez, estabilidad y respuesta no oscilante. En consecuencia, el método lambda dio como resultado la resolución de problemas de oscilación que permiten al usuario adquirir parámetros de control fácilmente y con alto rendimiento. Este trabajo de investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México (TecNM), campus Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA).

Palabras clave: control PID, sintonización lambda, Robot móvil.

Abstract

The complexity of the environment in which a mobile robot moves is a fundamental factor for different navigation failures, even invalidating the objective. This work addresses the design and implementation of a system for the control of a mobile robot that integrates the Lambda adjustment method to control the movement of the robot's motors through proportional, integral and derivative (PID) control that guarantees robustness, stability and non-oscillating response. Consequently, the lambda method resulted in the resolution of oscillation problems allowing the user to acquire control parameters easily and with high performance. This research work was carried out at the Tecnológico Nacional de México (TecNM), campus Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA).

Keywords: Mobile robot, lambda tuning, navigation, ultrasound.

1. Introducción

Hoy en día, es muy común hablar de robots, ya que son máquinas programables con cierto grado de inteligencia, están compuestas por sistemas electromagnéticos y maquinaria artificial, capaces de realizar ciertas operaciones de forma automática en función de las decisiones que tenga la estructura de su programa, especialmente tareas pesadas, repetitivas y peligrosas. Por el momento, los robots móviles se consideran

un campo de tecnología avanzada para hacer frente a problemas muy complejos. Sus aplicaciones incluyen en los campos de control, programación, inteligencia artificial, percepción e instrumentación, y sirven como base para el progreso en diversos campos de la industria, proporcionando soluciones tecnológicas innovadoras para desarrollar mejores robots y ampliar el alcance de las aplicaciones disponibles.

El movimiento autónomo de cada máquina se consigue mediante la implementación de técnicas de control, como el control PID. Este es un mecanismo de control mediante el cual la velocidad y el flujo de otras variables de proceso generalmente se pueden ajustar a través de un bucle de retroalimentación (IEEC, 2021). El controlador PID calcula la diferencia entre nuestra variable real y la variable deseada, teniendo como objetivo principal asegurar el correcto funcionamiento del sistema de automatización. También cabe destacar que no existe un programa automático para ajustar el controlador para asegurar su robustez y respuesta óptima, por lo que la industria ha comenzado a aprovechar el método de ajuste lambda para generar un gran impacto económico.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: la sección 2 describe los antecedentes de la investigación y el trabajo realizado anteriormente. En el apartado 3, se presenta la metodología del conocimiento encargada de desarrollar, definir y sistematizar el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos utilizados, así como el procedimiento de desarrollo donde se verifica la arquitectura del codificador de cuadratura y la detección de la dirección del robot. En la sección 4, se presentan los resultados experimentales del sistema y, se finaliza, en la sección 5, con las conclusiones y los trabajos futuros.

2. Revisión de la literatura

Allagui y colaboradores (2019) proponen una estrategia de control robusta para abordar el problema de la navegación autónoma de los robots móviles. Esta estrategia utiliza el concepto de controlador proporcional integral derivativo de orden fraccionario FOPID (Tajjudin *et al.*, 2019).

Geetapriya y colaboradores (2019) se centran en los algoritmos de planificación de trayectorias y proponen un nuevo algoritmo para la búsqueda profunda modificada para que el robot pueda navegar en un entorno laberíntico, sin chocar contra obstáculos y planificando su camino a través del laberinto.

Gatesichapakorn y colaboradores (2019) presentan la implementación de un robot móvil autónomo con el sistema operativo de robots (ROS). El sistema utiliza un sensor laser 2D LiDAR y una cámara RGB-D (cámara de color y profundidad) con un módulo de navegación en 2D «ROS navigation stack». La contribución de este artículo es que se proponen dos configuraciones para el sistema de navegación «ROS navigation stack». El primer sistema se implementa con una computadora Raspberry Pi 3 utilizando solo un sensor de escaneo LiDAR 2D. El segundo sistema

se implementa en una pequeña computadora personal *Intel NUC* utilizando un sensor de escaneo laser 2D LiDAR y una cámara RGB-D.

Nilwong y Capi (2020) cuentan con un sistema de navegación basado en mapas para robots móviles. El sistema de navegación propuesto puede guiar al robot utilizando mapas en forma de imágenes 2D. También incluye el segmento de planificación de trayectoria donde se utiliza un algoritmo de búsqueda A* para planificarlos y el segmento de navegación. En el segmento de navegación, se aplica un algoritmo de aprendizaje automático denominado Q learning (Pandey & Pandey, 2010) para entrenar al robot a seguir las rutas planificadas en el mapa.

Serguéy (2020) considera un sistema de control para robots móviles basado en un sistema de navegación por ultrasonido. Los motores paso a paso «Nema 17» se utilizaron como hardware en los experimentos y el sensor inteligente BNO080, que combina el acelerómetro, el giroscopio y el magnetómetro, como el sensor de rotación relativa de la plataforma móvil. Para encontrar la trayectoria óptima se utilizó el «método probabilístico de carreteras» (probabilistic roadmap method), este procedimiento demostró su efectividad en el campo del análisis de señales sísmicas.

3. Materiales y métodos

3.1. Metodología

Inicialmente, se elaboró el control del robot, que está formado por complejos sistemas electrónicos (implementación de hardware: programación de motores Chihai CHR-GM25-370 de 140RPM a 12V, un controlador L298N y microcontrolador Arduino UNO) que controlan sus acciones mediante una computadora (implementación de software: Arduino IDE), a través del cual se introduce el programa que describe la acción a realizar por cada elemento.

3.2. Sistema de control del robot

En esta sección se describe la implementación de los materiales utilizados para el desarrollo del proyecto. La programación utilizando el entorno de desarrollo IDE Arduino y la su aplicación a los motores Chihai Motor CHR GM25-370 de 140 RPM a 12V, al controlador L298N y al microcontrolador Arduino Nano.

3.2.1. Sistema de Control PID

Codificador de cuadratura: Es un codificador incremental de tipo rotativo que tiene la capacidad de indicar tanto la posición como la velocidad y dirección de movimiento del

eje del motor. En la figura 1, se muestra que el codificador tiene dos sensores de efecto Hall (Akin & Bhardwaj, 2010), que se atribuyen al disco giratorio montado en el eje del motor trasero que genera dos señales de pulso digital con una diferencia de fase de 90 grados en cuadratura. Estas señales de salida se conocen comúnmente como A y B. La secuencia de activación y desactivación de estos dos sensores nos permite conocer la dirección y cantidad de desplazamiento que se produce en el codificador. La tabla 1 muestra la lista de parámetros del motorreductor utilizado en el sistema.

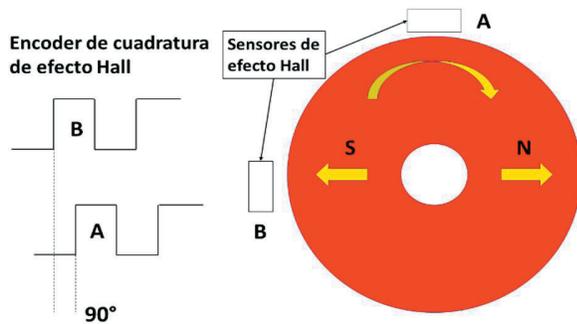


Figura 1: Diagrama interno de un codificador

Tabla 1: Parámetros del motorreductor

Lista de parámetros del motorreductor	
Voltaje	CC 12,0 V
Velocidad sin carga	140 rpm 0.1 A
Máxima eficiencia	Carga 1.7 kg.cm/110 rpm/2.1 W/0.33 A
Potencia máxima	Carga 4.3 kg.cm/70 rpm/0.75 A
Bloqueo y corriente de estancamiento	Par de parada 8,5 kg.cm, Corriente de parada 1,4 A
Relación de reducción del retardador	1: 45
Resolución Holzer	Motor Holzer 11 * relación 45 = 195 PPR

Resolución de precisión cuádruple: La resolución de un codificador es la medida del número de pulsos por revolución (PPR), es decir, el número de recuentos producidos. Para el motor Chihai CHR-GM25-370 de 140RPM a 12V, el Codificador Incremental de cuadratura genera 11 recuentos por revolución del eje del motor, lo que corresponde a 495 recuentos por revolución del eje de salida de la caja de engranajes de resolución Holzer.

Para aplicaciones robóticas, se utiliza una precisión cuádruple, que permite detectar la dirección de rotación del eje del motor. Por lo tanto, la resolución del codificador de precisión cuádruple (R) es diferente del método de cálculo de resolución Holzer.

$$R = mH \times s \times r \quad (1)$$

donde:

R – resolución del codificador,

mH – número de recuentos por resolución del eje del motor:

11 recuentos (motor Holzer),

s – número de estados generados por los canales AB: 4,

r – relación de reducción de la caja de cambios (relación): 45,

sustituyendo

$$R = 11 \times 4 \times 45 = 1980 \quad (2)$$

Posición en grados: Para medir la posición relativa del eje del motor.

$$P = (n \times 360)/R \quad (3)$$

donde:

P – posición en grados,

n – número de recuentos generados

R – resolución del codificador: 1980 recuentos por revolución.

Velocidad angular en rpm: Para medir el número de revoluciones por minuto.

$$N = (n \times 60)/(t \times R) \quad (4)$$

donde:

N – velocidad de rotación en revoluciones por minuto (rpm),

n – número de recuentos generados en un tiempo dado (t),

t – tiempo de generación de pulsos en segundos (s),

R – resolución del codificador: 1980 recuentos por revolución,

Velocidad angular en radianes por segundo (rad/s): Encuentra la velocidad angular en rad/s con las revoluciones por minuto. Una revolución equivale a 2π radianes y 1 minuto equivale a 60 segundos. Por lo tanto, la velocidad angular se calcula de la siguiente manera:

$$\omega = (2\pi \times N)/60 \quad (5)$$

donde:

ω – velocidad de rotación en radianes por segundo (rad/s),

N – velocidad de rotación en revoluciones por minuto (rpm).

Velocidad lineal en metros por segundo (m/s): Para calcular la velocidad lineal en metros por segundo, la velocidad angular se multiplica por el radio de la llanta ensamblada al eje de salida de la caja de engranajes.

$$u = r_{wheel} \times \omega \quad (6)$$

donde:

u – velocidad lineal en metros por segundo (m/s),

ω – velocidad de rotación en radianes por segundo (rad/s),

r_{wheel} – radio de rueda en metros m.

3.2.2. Ajuste lambda del control PID

El método lambda, que se originó en la industria del papel y sigue siendo popular en esa industria hoy en día, este controlador es específicamente para el proceso (Olsen & Bialkowski, 2002). Cuando fue fundada por Dahlin en (1968), el ajuste lambda proporcionó un método novedoso para regular el ciclo de molido en la fabricación de papel, con el objetivo de lograr la estabilidad del proceso y un producto uniforme. Esta técnica de ajuste es relativamente nueva para otras industrias.

Para obtener el diseño PID, consideramos la función de transferencia PID serie o interactiva:

$$C'(s) = K'_c \left(\frac{(1 + sT'_i)(1 + sT'_d)}{sT'_i} \right) \quad (1)$$

donde:

K'_c – ganancia proporcional,

T'_i – tiempo integral,

T'_d – tiempo derivativo.

El modelo de planta correspondiente a un sistema de primer orden con retraso se da como:

$$G(s) = \frac{K}{1 + sT} e^{-sL} \quad (2)$$

donde:

K – ganancia del proceso,

T – constante de tiempo de lazo abierto,

L – retraso.

La expresión exponencial en (2), puede calcularse mediante la aproximación de Páde de primer orden (Álamo, 2007), es decir:

$$e^{-sL} = \frac{1 - L/2s}{1 + L/2s} \quad (3)$$

Luego, sustituyendo el valor aproximado en (3) en el modelo de planta (2), la función de transferencia se convierte en:

$$G(s) = \left(\frac{K}{1 + sT} \right) \left(\frac{1 - L/2s}{1 + L/2s} \right) \quad (4)$$

El método de ajuste lambda consiste en cancelar los polos de proceso con los ceros del controlador (Huang *et al.*, 2002). Por lo tanto, consideramos el tiempo integral como $T'_i = T$ y el tiempo derivativo como $T'_d = L/2$ entonces, la función de transferencia del lazo tiene la siguiente forma:

$$G_1(s) = G(s)C'(s) = \frac{KK'_c(1-sL/2)}{sT} \quad (5)$$

Entonces, la ecuación característica del sistema de lazo

cerrado está dada por:

$$s(T - KK'_c L/2) + KK'_c = 0 \quad (6)$$

El polo de bucle cerrado requerido es $s = -1/\lambda$, dando las siguientes reglas de afinación:

$$K'_c = \frac{T}{K(L/2 + \lambda)} T'_i - T T'_d - L/2 \quad (7)$$

Se observa en (7), un parámetro que regula la velocidad de respuesta del método. Aumentar λ disminuye la velocidad de respuesta y disminuir λ tiene el efecto contrario. Para un controlador fuerte, $\lambda = 3T$ y para una sintonización inmediata $\lambda = T$.

En este proyecto, se utiliza el controlador PID en forma no interactuante o estándar (ISA) (Åström & Hägglund, 1995). Por lo tanto, (7) se puede expresar como una forma estándar con la siguiente ecuación:

$$K_c = K'_c \frac{T'_i + T'_d}{T'_i} T_i - T'_i + T'_d T_d - \frac{T'_i T'_d}{T'_i + T'_d} \quad (8)$$

Para el diseño PID, el controlador con la función de transferencia se considera:

$$C_1(s) = K_c \left(\frac{1 + sT_i}{sT_i} \right) \quad (9)$$

El tiempo integral, $T_i = T$, si el retardo de tiempo se aproxima por la serie de Taylor e-sl. La ecuación característica del sistema de lazo cerrado es:

$$s(T - KK_c L) + KK_c = 0 \quad (10)$$

Dando las siguientes reglas de ajuste para controladores estándar y en serie:

$$K_c = \frac{T}{K(L + \lambda)} T_i - T \quad (11)$$

3.2.3. Diseño del robot

Robot diferencial, conexiones: En la figura 2a se presenta el diagrama de conexiones donde se puede observar un microcontrolador Arduino Nano que realiza el control de los motores y se comunica con la PC mediante un módulo Bluetooth HC-05, también se utiliza un driver L298N para manejar la potencia de los motores; además, se observan los motores reductores Chihai CHR-GM25-370 de 140RPM a 12V con su codificador incremental de cuadratura; el sistema está energizado con una batería Lipo de 11.1 V a 1600mAh y finalmente se muestra un interruptor general para encender y apagar todo el sistema.

Robot diferencial, estructura: La figura 2b muestra el

robot que ha sido fabricado con piezas fundidas de plástico impresas en 3D, como los acoplamientos del motor, el chasis, el soporte del motor, el soporte de las poleas de tensión y el soporte del chasis. El mecanismo de movimiento implementado es de tipo triciclo con sistema diferencial. El movimiento del robot es realizado por dos servomotores con codificadores de cuadratura, que pueden controlar el movimiento del robot.

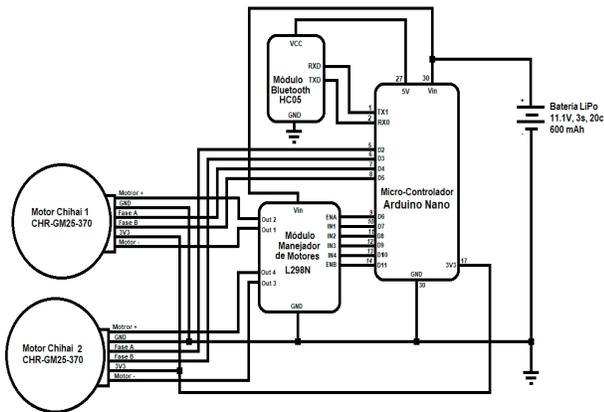


Figura 2. (a) Circuito de control de robot móvil

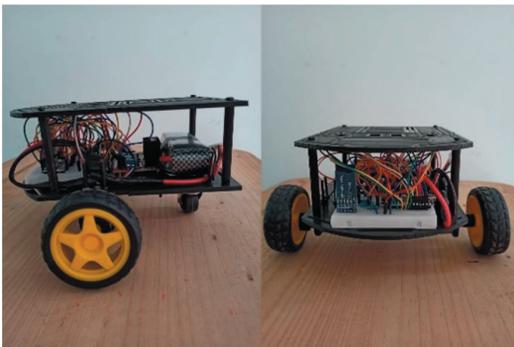


Figura 2 (b) Estructura física del robot móvil

4. Resultados experimentales

4.1 Respuesta de bucle abierto

En los gráficos de la figura 4, se muestran los resultados de la sintonización del controlador PID. El resultado de la variable real del proceso está representado por la línea de color naranja. La variable estimada por el algoritmo se muestra en color azul. La variable de control representada en color verde, se acerca al 40% a los tres segundos de revolución. El error se acerca a 0, como se muestra en el gráfico derecho de la figura 4. Esta es la respuesta a una señal de escalón, lo que significa alcanzar un punto óptimo de velocidad del motor al momento de encender el sistema. Con base en esto tiene la solución de lazo abierto para el sistema

de primer orden con retardo, luego se aplica la técnica de ajuste de lambda.

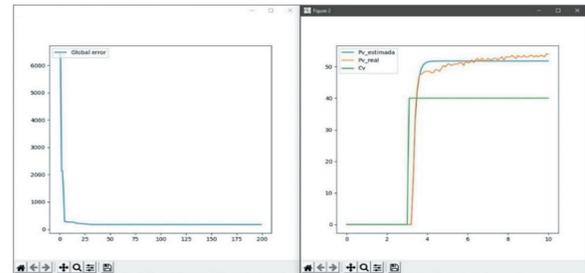


Figura 4: Modelo de salida de lazo abierto

4.2. Respuesta de lazo cerrado, ajuste de lambda

La figura 5 visualiza la acción de control con el valor deseado (*setpoint*) aplicando el método de ajuste lambda, el sistema responde completamente a la entrada escalón y una entrada de un *setpoint* variable, implementando el controlador PID. Tiene la característica de tiempo de estabilización de tres segundos sin rebasamientos del *setpoint* (*overshoot*) y buena respuesta de la acción de control.

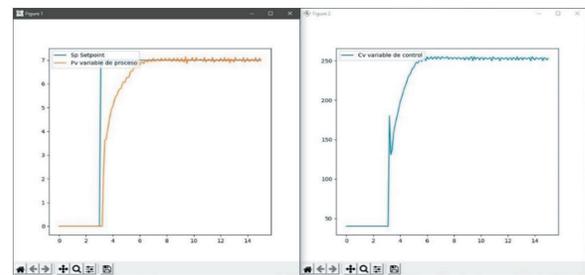


Figura 5: Modelo de pasos de punto de ajuste, ajuste de lambda

5. Conclusiones y trabajos futuros

Este artículo presenta la aplicación del método de ajuste lambda para un controlador PID que controla la velocidad de unos motores de un robot móvil. Este método se implementó con un microcontrolador Arduino. La ejecución de las reglas de ajuste lambda durante el proceso de autorregulación proporcionó una respuesta sin rebasamientos ni picos, lo que resultó en una respuesta uniforme. Este método utiliza un parámetro llamado constante de tiempo de lazo cerrado cuya función es aumentar o disminuir la respuesta del sistema.

Finalmente, los resultados experimentales demostraron el buen desempeño de la herramienta propuesta. Algunos puntos para desarrollar en el futuro son colocar al robot un sistema de visión artificial para moverlo de manera autónoma, además, implantarle un sistema de interacción humano-computadora para interactuar de manera verbal con

el robot; también se propone realizar un sistema de robots colaborativos para aplicaciones que así lo requieran.

Referencias

- Akin, B., & Bhardwaj, M. (2010). Trapezoidal Control of BLDC Motors Using Hall Effect Sensors_sprabq6. *Control, July*, 1–33.
- Álamo, T. (2007). Diseño del Controlador PID. *Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática*, 1–37.
- Allagui, N. Y., Abid, D. B., & Derbel, N. (2019). Autonomous navigation of mobile robot with combined fractional order PI and fuzzy logic controllers. *16th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, SSD 2019*, 78–83. <https://doi.org/10.1109/SSD.2019.8893176>
- Åström, K. J., & Hägglund, T. (1995). *PID controllers: theory, design, and tuning* (Vol. 2).
- Dahlin, E. B. (1968). Designing and Tuning Digital Controllers. In *Instruments and Control Systems* (pp. 77–84).
- Gatesichapakorn, S., Takamatsu, J., & Ruchanurucks, M. (2019). ROS based Autonomous Mobile Robot Navigation using 2D LiDAR and RGB-D Camera. *2019 1st International Symposium on Instrumentation, Control, Artificial Intelligence, and Robotics, ICA-SYMP 2019*, 151–154. <https://doi.org/10.1109/ICA-SYMP.2019.8645984>
- Geetapriya, S., Pillai, N. R., Aswin, C. K., & Menon, M. (2019). Graph-based algorithm for mobile robot navigation in a known environment. *Proceedings of the International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2019, Icoei*, 278–281. <https://doi.org/10.1109/ICOEI.2019.8862775>
- Huang, H. P., Roan, M. L., & Jeng, J. C. (2002). On-line adaptive tuning for PID controllers. *IEE Proceedings: Control Theory and Applications*, 149(1), 60–67. <https://doi.org/10.1049/ip-cta:20020099>
- IEEC. (2021). *Sistemas de Control y Proceso Adaptativo. Reguladores y Comunicación*. 1–16. http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE8_1_1.pdf
- Nilwong, S., & Capi, G. (2020). Effects of Training Difficulties on Reinforcement Learning Based Outdoor Robot Navigation System. *17th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, ECTI-CON 2020*, 300–303. <https://doi.org/10.1109/ECTI-CON49241.2020.9158278>
- Olsen, T., & Bialkowski, B. (2002). Lambda Tuning as a Promising Controller Tuning Method for the Refinery. *AIChE Spring National Meeting*, 42.
- Pandey, D., & Pandey, P. (2010). Approximate Q-learning: An introduction. *ICMLC 2010 - The 2nd International Conference on Machine Learning and Computing*, 317–320. <https://doi.org/10.1109/ICMLC.2010.38>
- Sergey, B. (2020). Ultrasonic navigation to control the movement of a mobile robot. *Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies, MWENT 2020 - Proceedings*, 17–20. <https://doi.org/10.1109/MWENT47943.2020.9067482>
- Tajjudin, M., Johari, S. N. H., Aziz, S. A., & Adnan, R. (2019). Minimum ISE Fractional-order PID (FOPID) Controller for Ball and Beam Mechanism. *ICSGRC 2019 - 2019 IEEE 10th Control and System Graduate Research Colloquium, Proceeding, August*, 152–155. <https://doi.org/10.1109/ICSGRC.2019.8837071>

La investigación en las Ingenierías
Revista

CiBlyT

Órgano de difusión científica e investigación

latindex

Órgano de Difusión Científica e Investigación

Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología