

TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es - Alumnos	Artículo
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas J. Francisco Alatorre Ávila	Pole Placement control of a Time-Discretized system in a State-Space Implementation with Matlab and Arduino.
M.C. J. Francisco Alatorre Ávila M.C. Nancy I. Arana De las Casas Dr. David Sáenz Zamarrón	Internal Communication System Using GPRS/GSM and Rasperry Pi
Ing. Carlos González Arredondo Ing. Pedro Martin Armendáriz Ing. Carlos X, Santoyo Parroquin Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Modelado de Bobinadora Operando a Tensión Constante.
Lic. José Luis Manríquez Legarda Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Temperature Control for Rotomolding
Ing. Alejandro I. Armendáriz Flores Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Pasteurization Automation with Siemens S7-1200 PLC
Ing. Ildfonso Jáquez Luna Ing. J. Eduardo Marín Rojo Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	2 DOF Horizontal Platform Control with MPU6050 and Pololu Micro-Maestro
M.C. Nancy I. Arana De las Casas Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. J. Francisco Alatorre Ávila	IoT Physical Variables Monitoring for Ergonomic Risk Assesment of Workplaces
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas J. Francisco Alatorre Ávila	Distributed Backpropagation Neural Network Algorithm Implemented in Matlab's Parallel Computer Toolbox
J. Francisco Alatorre Ávila Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	NAGIOS, como herramienta de monitoreo en redes de computadoras
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas J. Francisco Alatorre Ávila	Parallelization of Image Processing Algorithms on a Cluster Administrated by MATLAB®
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Diseño de un Prototipo de Brazo-Robot para Oncología.

## POLE PLACEMENT CONTROL OF A TIME-DISCRETIZED SYSTEM IN A STATE-SPACE IMPLEMENTATION WITH MATLAB AND ARDUINO

David Sáenz-Zamarrón<sup>1</sup>, Sergio R. Muñoz-Sandoval, Noé M. Ponce-Domínguez, Nancy Ivette Arana-de-las-Casas, Mario I. Chacón-Murguía, J. Francisco Alatorre-Ávila

<sup>1</sup>Metal-Mechanics Department, Technological Institute of Cuauhtémoc City [davszaenz@gmail.com](mailto:davszaenz@gmail.com).

### RESUMEN

En este trabajo se describe el diseño del control para un sistema dinámico SISO discretizado utilizando Matlab®, Simulink® y el Arduino Due. Se creó una plataforma que puede ser usada con fines educativos y de investigación. Se describen los componentes de hardware, software y control. Se presenta la forma en que se implementó el algoritmo de control corriendo en un sistema digital embebido. La variable a controlar es medida con osciloscopio y se discuten los compromisos entre la constante de tiempo del sistema con la tasa de muestreo. El diseño del sistema de control está escrito en código de Matlab, Simulink y está implementado en el Arduino Due. Se presenta el modelo matemático y se analiza el comportamiento de la respuesta temporal y de estado estable. La aportación del proyecto es la posibilidad de alcanzar un mayor entendimiento del comportamiento del algoritmo de control e implementarlo en una infraestructura digital.

Palabras Clave: Control digital, espacio de estados, Arduino Due.

### ABSTRACT

This paper describes the control design for a discretized dynamic system using Matlab®, Simulink®, and Arduino Due. A flexible platform was created that can be used for educational and research purposes. Hardware, software and control components are described throughout this document. The way in which the control algorithm runs in an embedded digital system is shown. The variable to be controlled is measured with an oscilloscope and the commitments between system's time constant and sampling rate are discussed. Control system design is written in Matlab code & Simulink and is deployed in Arduino Due. The mathematical model is presented, and temporal response behavior is analyzed. The main contribution of this project is the achieving of a greater understanding of control algorithms and the possibility of implement them in a digital infrastructure.

Keywords: Digital control, space state, Arduino Due.

### 1. INTRODUCCION

Control engineering is a multidisciplinary area of knowledge in which systems require to comply with performance specifications such as speed of reaction of a variable of interest. In recent years due to the availability of low-cost digital computers the use of digital controllers has increased in control systems. The flexibility in control programs is the main advantage of digital control systems.

In digital control systems their dynamics can be described through a difference equation that depends on discrete time  $k$ , when numerical values of all its coefficients are provided.

State space representation implies a mathematical model of an  $n$  order discretized dynamic system described through a set of inputs, states variables and outputs related by  $n$  first-order

difference equations which are chained to form a matrix structure.

Pole assignment control technique, among others reported in [1-7], requires the closed-loop transfer function poles allocation to a desired location that will meet some design requirement, but most of other works do not dedicate too much effort to implement algorithms on a digital platform.

This article describes the design procedure and report experiences gained during its construction and implementation. It contributes mainly with a detailed description of the system design and how a very accessible platform as the Arduino Due is used to implement real-time control algorithms.

Analysis was assisted using mathematical software, electronic circuit simulators, analog and digital computers; measurements were done in oscilloscope to verify mathematical results.

Digital controller design experimentation was done through pole placement technique with several discretized custom analog plants designed by using operational amplifiers to generate an oscilloscope easy-to-see response. Dynamic systems are discretized under state space model, a desired response specification is defined, and a controller was designed with Matlab & Simulink and was implemented in a digital system such as the Arduino Due.

Plants are defined as first and second order; they were characterized by their step input test response as time constant, overshoot and settling time.

The original response is obtained by injecting a step signal into a space state represented system, then the system response is tested with an analytically designed compensator by using Matlab and Simulink, then a code for Arduino Due was written to observe its real-time behavior in an oscilloscope.

After the discrete pole placement controller was designed, it also was modified to be able to precisely follow the input, and was programmed in the Arduino Due development platform.

### 2. SYSTEM MODEL

Three illustrative dynamic systems were created, two of them were second order and the other was the first order one, in table 1 the dynamic systems specifications are shown.

Table 1. The dynamic systems specifications

System	Original Specification	Wanted specification
S1 2nd Order	$t_s = 5\text{ ms}$ $M_p = 40\%$	$t_s = 5\text{ ms}$ $M_p = 24\%$
S2 2nd Order	$t_s = 1.6\text{ ms}$ $M_p = 45\%$	$t_s = 1\text{ ms}$ $M_p = 20\%$
S3 1st Order	$\tau = 1\text{ ms}$ $e_{ss} = 50\%$	$t_s = 2.2\text{ ms}$ $M_p = 16\%$ $e_{ss} = 0$

## INTERNAL COMMUNICATION SYSTEM USING GPRS/GSM AND RASPBERRY PI

<sup>1</sup>Enrique García-Grajeda, José Francisco Alatorre-Ávila, Nancy Ivette Arana-De Las Casas,  
David Sáenz-Zamarrón, Gladys Edilma Trejo-Márquez, María Angélica Villar-Estrada

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

Departamento de Sistemas y Computación

Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México. C.P. 31500

52 (625) 581 1707

[egarcia\\_grajeda@hotmail.com](mailto:egarcia_grajeda@hotmail.com)

### RESUMEN

Actualmente la mayoría de las personas utilizan un celular o dispositivo inteligente para organizar sus actividades diarias. Estas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) son útiles en organizaciones. Particularmente el envío de Mensajes Cortos de Texto (SMS) con el fin de cumplir con procesos administrativos. En los Institutos Tecnológicos es uno de los más importantes en el proceso de titulación.

Para realizar una aplicación con esa capacidad se utilizó el hardware Raspberry Pi 3B+ y modem GSM; los softwares Raspbian, Gammu, Apache, Sybase/MYSQL/MariaDB y PHP.

Se desarrolló una aplicación que envía mensajes de texto directo al celular con un tiempo de ejecución corto, de envío y llegada. Esto para mejorar la asistencia de los sinodales, mediante un recordatorio vía un mensaje un día antes del evento programado de titulación. Se ha registrado una disminución en el ausentismo del evento del 23%, respecto a cuando no se utilizaba SMS.

Palabras Clave: SMS, GSM, Raspberry Pi.

### ABSTRACT

Currently most people use a cell phone or smart device to organize their daily activities. These Information and Communication Technologies (ICTs) are useful to organizations. Particularly the sending of SMS (Short Text Services) messages in order to comply with administrative processes. In the Institutes of Technology is one of the most important in the final alumni qualification process.

To make an application with this capacity, the Raspberry Pi 3B+ and GSM modem hardware are used; together with the software Raspbian, Gammu, Apache, Sybase/MYSQL/MariaDB and PHP.

An application was developed that sends direct text messages to the cell phone with a short execution time, for sending and receiving. This to improve the attendance of the synods, by means of the reminder via the message one day before the scheduled event. There has been a decrease in the absenteeism of the event of 23%, compared to when the SMS was not used.

Keywords: SMS, GSM, Raspberry Pi.

### 1. INTRODUCTION

In any organization, one of the main activities is to offer a quality product/service. To achieve this, staff must be well informed about the general, administrative and technical processes of the organization. Organizational communication is integrated into the process of issuing and receiving messages from an organization, which has as its main objective the knowledge of all its members to be informed of the subsystems and variables

that make up the administrative process and more importantly, the changes that arise in the organization.

In today's times, information and communication technologies have taken a significant place in the communication processes that take place in organizations, as most people have smart devices and continuously accessing them seeking to establish communication with other people and/or update in different aspects, these are commonly news related to the different variables that integrate their work or personal life.

This project looks for the development of a system that automates internal communication in organizations, mainly seeking to improve the productivity of workers, by generating mass sending of short text messages, called SMS; efforts of this kind have been made in various activities such as: blood bank services [1], access to bitcoin wallets [2], field data acquisition [3], optimization of communication between students of a particular career [4], industrial applications [5], in fact there are some software on the market that allow to carry out this activity but with high costs of licensing and/or high monthly rents for its use. As one of the main objectives of this work is to develop a system that can be very accessible both economically and technically for all types of organization.

This research seeks to determine whether a free software platform, under Linux, improves communication processes adapted to the needs of the organization at a low cost. Taking advantage of the fact that most people use a mobile phone or smart device to organize their daily activities, these contain reduced rates offered by cell phone companies, including unlimited calls and text messages.

In the development is sought to use PHP, which is an open source software that serves for the management of email lists, it was specially designed for the dissemination of information of all kinds to a specific list of subscribers, also uses a MySQL database to store the information. The management of records-subscriptions, personal data, and lows is automatic [6], on the other hand, the Raspberry Pi, considered to be a computer the size of a credit card, but at a much lower cost than a full computer, as well as with a weight of no more than 50 grams,

## MODELADO DE BOBINADORA OPERANDO A TENSIÓN CONSTANTE

Carlos González-Arredondo<sup>1</sup>, Pedro Martín Armendáriz-Mancinas,  
Carlos X. Santoyo-Parroquín, David Sáenz-Zamarrón, Nancy Ivette Arana-de-las-Casas  
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc  
Maestría en Ingeniería  
Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México. C.P. 31500  
52 (625) 581 1707  
[carlos351.cg@gmail.com](mailto:carlos351.cg@gmail.com)

### RESUMEN

El proceso de bobinado de material flexible está presente en muchas aplicaciones como en los laminados de materiales diversos como papel, cartón, tela o metal. El control de la tensión garantiza que no se presenten problemas como arrugas durante la producción, el transporte o almacenamiento. En este trabajo se obtiene el modelo matemático de un prototipo para bobinado de material flexible que permite conocer los parámetros del sistema. Para este propósito se utiliza el System Identification Toolbox de Matlab® para calcular la función de transferencia del sistema en lazo cerrado. El control de la tensión se realiza mediante la celda de carga HX711, un motor DC XYD-6B2 controlado con Arduino por PWM con un sistema de frenado de disco accionado por un servo motor. El modelo obtenido es evaluado contra los datos experimentales con el Control System Toolbox de Matlab®.

*Palabras Clave: Modelado, Bobinadora, Tensión.*

### ABSTRACT

The process of winding of flexible materials is present in many applications such as in the laminates of diverse materials such as paper, cardboard, cloth or metal. The control of tension ensures that problems such as wrinkles do not occur during production, transport or storage. In this work, we obtain the mathematical model of a prototype for flexible material winding that allows knowing the parameters of the system. For this purpose, the Matlab's System Identification Toolbox is used to calculate the closed-loop system's transfer function. The control of tension is carried out by the HX711 load cell, a DC motor XYD-6B2 controlled with Arduino by PWM with a disk braking system driven by a servo motor. The model obtained is evaluated against the experimental data with the Control System Toolbox of Matlab®.

*Keywords: Modeling, Winder, Tension.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Con la evolución de los procesos industriales se han ido desarrollando controladores que han permitido la automatización de los procesos productivos, estos han permitido la reducción de costos y tiempo en los procesos de fabricación, gracias a ello, los operadores han sido liberados de la actuación física directa en la planta permitiendo a estos enfocarse en funciones más bien indirectas como la supervisión y vigilancia de los procesos. Esto se consigue por medio de un conocimiento detallado del comportamiento dinámico del proceso, incluyendo sus partes críticas.

El control o regulador de un sistema de embobinado, es un problema encontrado en algunos procesos industriales. Estos procesos requieren sistemas que permitan enrollar el material y a la vez controlar y regular la tensión de este.

Se han realizado estudios previos sobre embobinados industriales que toman como mecanismo de tensión el péndulo bailarín [1][2]. En las bobinadoras centrales, la potencia del motor se introduce en el eje central o en el centro del rodillo. Este tipo de bobinadoras son significativamente más complejas. A medida que el material se enrolla, el diámetro (o radio) aumenta y por lo tanto también aumenta la circunferencia si se tiene una velocidad constante MPM (metros por minuto) el motor será forzado a disminuir su velocidad a medida que el rollo se va construyendo, por lo tanto, la unidad de la bobinadora se enfrenta con un torque cada vez mayor y unas revoluciones continuamente decrecientes. Para mantener una tensión constante en una bobinadora central, un motor debe entregar el valor adecuado de torque y las revoluciones correctas en cualquier momento en la acumulación de rollo. El controlador presentado en este trabajo utiliza un mecanismo de bobinado de superficie, la potencia se aplica a la superficie del rodillo de bobinado. Las bobinadoras de superficie normalmente hacen uso de uno o dos tambores sobre los que se enrolla el rollo.

El controlador es un bloque electrónico encargado de controlar el proceso. La planta para controlar es un sistema bobinador accionado por un motor DC, uno de los elementos importantes para el control, es el error, que es el encargado de hacer las compensaciones necesarias para mantener la variable de interés en el valor deseado. En cuanto a la medición de la variable de interés, la tensión, en el bobinador es necesario utilizar una placa con sensor de tensión, de tipo celda de carga con el sensor

HX711 IC [3]. El censado, la actuación y el lazo de control se desarrolló en una placa Arduino MEGA [4]. El Matlab con su System Identification Toolbox es usado para modelar el sistema de acuerdo con los datos obtenidos en los experimentos desarrollados con el Arduino.

En este trabajo se describe los elementos que constituyen un sistema bobinador de material flexible desarrollado en la plataforma Arduino y el modelado de este con propósitos de control mediante Matlab.

### 2. BOBINADORA

La planta a controlar consta de un conjunto de rodillos donde se lleva un proceso de bobinado, ver Figura 1, se lee la tensión del

## TEMPERATURE CONTROL FOR ROTOMOLDING MACHINE

<sup>1</sup>José Luis Manríquez-Legarda, Silvia Judith Chávez-Valdez, David Sáenz-Zamarrón, Nancy Ivette Arana-de-las-Casas

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

Maestría en Ingeniería

Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México. C.P. 31500

52 (625) 581 1707

[jmanriquez@gmail.com](mailto:jmanriquez@gmail.com) [dvszaenz@gmail.com](mailto:dvszaenz@gmail.com)

### RESUMEN

El moldeo rotacional o roto moldeo es el proceso de transformación del plástico empleado para producir piezas huecas en el que plástico en polvo o líquido se vierte dentro de un molde luego se le hace girar en dos ejes biaxiales mientras se calienta. En este trabajo se establece un control para mantener estable la temperatura sin importar las perturbaciones y producir con calidad tinacos domésticos de 750 litros basados en esta técnica. En dicho control se utiliza un sensor de temperatura que permite saber en todo momento en que valor se encuentra; como actuador se utiliza un prototipo de servo válvula que permite el paso de gas al quemador que produce el calentamiento y finalmente todo esto está asociado a un sistema embebido basado en Arduino que permite cerrar el lazo y mantener el control dinámico de la temperatura.

**Palabras Clave:** Control, Temperatura, Embebido.

### ABSTRACT

The rotational molding or roto molding is the process of plastic transformation used to produce hollow parts in which plastic in powder or liquid form it is poured into a mold that is rotated in two biaxial axes while it is heated. In this investigation, a control is established to keep the temperature stable regardless of the disturbances and produce quality domestic water tanks of 750 liters using this technique. In this control, a temperature sensor is utilized which allows knowing at all times what value it is in, as an actuator a servo valve prototype is used that allows the passage of gas to the burner that produces the heating and finally all this is associated to an embedded system based on Arduino that allows to close the loop and maintain the temperature control dynamic.

**Keywords:** Control, Temperature, Embedded.

### 1. INTRODUCTION

There are currently many applications in the industry, of control systems for the different production areas. Such as food processing, in the metal-mechanical industry, pulp and paper processing, mining, dairy, polymer processing and transformation, etc. The study of these industries or the problems with which they have faced lead the engineer to delve into the subject. It is the case to generate prototypes or experimental plants that when perfecting their control system are scaled and implemented for the production. One of the main problems of roto molding equipment is its manual control which produces many types of defects in the manufacture of water tanks, this is the main reason why this work is developed looking to implement in the equipment a system of automatic control that allows maintaining a stable temperature regardless of the external agents or disturbances that may alter it, all this in

accordance with the production requirements already established in the process manuals that the company has.

For this paper a prototype is presented which has the design of a PID controller of a temperature control system for a roto molding machine that manufactures tanks of three layers of polymers for water storage with a capacity of 750 liters. It also shows the results obtained from the investigation that include the experiments carried out in the equipment to obtain the correct transfer function and the PID design to improve the response of the system.

The system has the capacity to constantly monitor the temperature of the flame of the machine burner using temperature sensors type K; also, it has as an actuator an experimental valve that is controlled by a 15 kilos servomotor which is linked by their central axis. Given the conditions and requirements of hardware, the Arduino oversees running the control algorithm thus allowing to associate both the sensors to monitor the temperatures as the actuator that is the servomotor to generate an opening angle and thus allows the gas to pass.

Due to hardware requirements a major advantage in the prototype is the reduced cost with which it can be implemented, compared to industrial-type hardware such as a PLC. This article describes the design and construction of a thermal system for heating a stainless-steel mold for a roto molding machine, showing the temperature control that is obtained by means of the prototype controller.

### 2. ROTATIONAL MOLDING

The rotational molding process is unique among molding methods for plastics in the plastic at room temperature is placed in a mold at approximately room temperature and the whole assembly is heated up to the melting temperature for the plastic. Both the mold and the plastic are then cooled back to room temperature. Normally, the only controls on the process are the oven temperature, the time in the oven, and the rate of cooling. Each of these variables has a major effect on the properties of the end-product. At this stage it is useful to be aware that if the oven time is too short, or the oven temperature is too low, then the fusing and consolidation of the plastic will not be complete. This results in low strength, low stiffness, and a lack of toughness in the end-product. Conversely, if the plastic is overheated then degradation processes will occur in the plastic and this result in brittleness. In a commercial production environment, the optimum "cooking" time for the plastic in the oven often must be established by trial and error. In recent years it has been

## PASTEURIZATION AUTOMATION WITH SIEMENS S7-1200 PLC

<sup>1</sup>Armendáriz-Flores Alejandro Ignacio, Sáenz-Zamarrón David, Arana-de-las-Casas Nancy Ivette

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

Maestría en Ingeniería

Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México, C.P. 31500

52 (625) 581 1707

chimo\_ar@hotmail.com davsaenz@gmail.com

### RESUMEN

Las operaciones en la industria láctea han cambiado rápidamente en los últimos años, la industria se maneja a base de equipos manuales que se han convertido en obsoletos y han sido reemplazados por unidades más grandes y automatizadas. Es por esto que en el proyecto actual se integra un sistema de control automático a un equipo pasteurizador con más de 15 años operando. La metodología que se utilizó consiste en una división modular del proceso completo. Se realizó el diseño de la automatización por medio de diagramas de flujo para ser llevados a la programación en escalera, para proceder a pruebas de calibración y validación se crea la interfaz de operador con capacidad de modificaciones durante la operación. Los resultados de este proyecto reflejaron que el sistema de automatización ayudó en la reducción de tiempos de producción al tener una secuencia del proceso controlada sin paros.

Palabras Clave: Automatización, Pasteurizador, Interfaz de Operador.

### ABSTRACT

Operations in the dairy industry have changed hastily in recent years, the industry is managed by manual equipment that has become obsolete and had been replaced by larger and automated units. This is why in the current project an automatic control system is integrated to a pasteurizing equipment with more than 15 years' operating. The methodology used consists of a modular division of the entire process. The design of the Automation was done using flowcharts to be carried to a ladder programming, to proceed to calibration and validation tests an operator interface is created with the ability to changes during the operation. The results of this project reflected that the automation system helped in the reduction of production times by having a sequence of the process controlled without stopping times.

Keywords: Automation, Pasteurizer, Operator Interface.

### 1. INTRODUCTION

Pasteurization is the thermal process made to liquids (usually food) in order to reduce the pathogenic agents that may contain, such as bacteria, protozoa, molds and yeasts, etc. The warning process is named after its discoverer, the French scientist-chemist Louis Pasteur. The first pasteurization was made on April 20, 1882 by Pasteur himself.

Currently the equipment that are counted in many companies is outdated. The regulators for different loops of control such as flow, level, temperature, etc. do not make their functions correctly, that causes problems with product safety and low production. In addition to cleaning problems caused by the lack of speed control, the operation staff requests support to the project department in order to design a work plan, which could

solve the present quality problems from the root cause and at the same time to be able to increase the production processed by the equipment. Reviewing previous works that were carried out by specialized companies in food and beverage industries, it is concluded that a better solution would be the implementation of an automatic control system, which provide the actions necessary to control a process with optimal efficiency through a control system based on programmed instructions, the process operator uses an operator interface to communicate with the control system and the equipment [1]. Furthermore, a typical modern automation system includes management data, information used for reports, statistics, analysis, etc. In an automated process the control system must communicate with each controlled component and each transmitter.

This work is divided into six sections determined as follows: In section two, the basic engineering of the system is described, section three shows the monitoring interface, the description of the Pasteurizer's operation. Section four describes the PID controller design, including the tuning process. Section five shows the results and performance of the controllers. Finally, the last section six presents the conclusions obtained from this work.

### 2. PASTEURIZATION SYSTEM

One of the objectives of the heat treatment is the partial sterilization of liquid foods, altering as little as possible the physical structure, the chemical components and the organoleptic properties of these. After the pasteurization operation, the treated products are rapidly cooled and hermetically sealed for food safety purposes; this is why, the knowledge of the mechanism of heat transfer in food is basic in pasteurization. Unlike sterilization, pasteurization does not

destroy the spores of the microorganisms, nor removes all cells from thermophilic microorganisms, but the constituents of milk degrade. To overcome these problems, heat treatment should be applied as quickly as possible after the milk has reached the company.

The intense heat treatment of milk is desirable from the microbiological point of view, but such treatment also implies a risk of adverse effects on the appearance, taste and nutritional value of milk. The proteins in the milk are drastically damaged by the intense heat treatment, the powerful heating produces changes in taste, first the cooked and then the burned flavor. The choice of the time/temperature combination is therefore a matter of optimization in which both the microbiological effects and the quality aspects should be considered [2]. Thus, heat treatment

## 2 DOF HORIZONTAL PLATFORM CONTROL WITH MPU6050 AND POLOLU MICRO-MAESTRO

Ildelfonso Jáquez-Luna<sup>1</sup>, Juan Eduardo Marín-Rojo, David Sáenz-Zamarrón, Nancy Ivette Arana-de-las-Casas

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

Maestría en Ingeniería

Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México. C.P. 31500

52 (625) 581 1707

[ja\\_li90@hotmail.com](mailto:ja_li90@hotmail.com)

### RESUMEN

Los dispositivos que conocen su propia orientación respecto a la vertical y que toman acciones respecto a este conocimiento, se han vuelto cada vez más comunes, ejemplos de ellos son los drones, dispositivos móviles de una y dos ruedas, smartphones, etc., todos ellos trabajan con el mismo principio fundamental.

En este trabajo se presenta el uso del procesador inercial (IMU) MPU6050, el cual provee señales de sus acelerómetros y giroscopios internos; a estas señales se les aplica el Filtro Kalman para obtener la orientación (ángulos  $X, Y$ ) de la base del sistema; los ángulos permiten que el servo-controlador Pololu Micro-Maestro realice la compensación adecuada para mantener la plataforma del sistema orientada permanentemente en forma horizontal, aun cuando la base esté inclinada. Se presenta la terminología, el diseño, las ecuaciones, algo de código y el desempeño del sistema.

*Palabras Clave: Equilibrio, Inercial, Kalman, Posición Angular.*

### ABSTRACT

Devices that know their own orientation with respect to the vertical and take actions regarding this knowledge, have become increasingly common, examples of them are drones, mobile devices with one and two wheels, smartphones, etc., they all work with the same fundamental principle.

This paper presents the use of the MPU6050 inertial processor (IMU), which provides signals from its internal accelerometers and gyroscopes; to these signals the Kalman filter is applied to obtain the orientation ( $X, Y$  angles) of the system's base; the angles allow the Pololu Micro-Maestro

servo controller to perform the appropriate compensation to keep the system platform permanently oriented horizontally, even when the base is inclined. Terminology, design, equations, some code and the system's performance is shown.

*Keywords: Balance, Inertial, Kalman, Angular Position.*

### 1. INTRODUCTION

As technology advances, more and more advanced characteristics are required in all types of equipment. One of these characteristics is the ability of the device to know its own orientation with respect to vertical. Nowadays it is very common to find orientation stabilization systems in different

electronic devices like: drones, vehicles with one and two wheels, smartphone and many others; all of them are handled under the same principle.

One of the areas that have been greatly benefited by the use of inertial sensors is photography. The first image stabilizers appeared in the early 60s, these systems were able to slightly compensate for the vibration of the camera and the involuntary movements. They were based on gyroscope-controlled mechanisms, which could cancel unwanted movements by changing the position of a lens or a group of them. Another field benefited is the one related to aerial navigation with drones, which are equipped with inertial sensors that allow autonomous actions to correct disturbances of the positions and angular velocities [1]. In the field of rockets launching, the inertial processors are used to determine the exertions to which the rockets are subjected, with this information the materials and fuels more suitable for the design of the rocket are determined [2]. The use of inertial sensors in medical applications is a booming field due to the advantages that this type of sensors presents. Due to the nature of the sensors, most of medicine applications involve motion measurement in tasks such as rehabilitation and diagnosis among others [3]. Specifically, in the problem of balancing a platform, some systems resort to putting cameras for the identification of the element on a surface (commonly a ball), and thus be able to make the appropriate adjustments using the vision system to stabilize the surface. In the project Ball-on-plate a control of balance system was designed and implemented using a system of vision controlling a platform, in this study the variables of input and output were presented, as well as the disturbances [4] [5]. This article replaces the camera with an inertial sensor, which is easier to use than the vision system. This paper

which is easier to use than the vision system, this paper presents the design of a prototype that provides two degree of freedom (2 DOF) independent position control, of a platform that remains in a horizontal position, even if the system's base changes its orientation. This potentially allows for a large variety of applications.

### 2. PLATAFORM DESCRIPTION

Figure 1 shows picture and block diagrams of the constructed prototype; there, the functional elements of the equilibrium platform can be seen; highlights, the developed Arduino-IMU-Pololu-Servo closed loop. The platform must remain horizontal even with changes in the orientation of its base, due to movements that presented impair of its position of equilibrium.

## IoT PHYSICAL VARIABLES MONITORING FOR ERGONOMIC RISK ASSESSMENT OF WORKPLACES

Nancy I. Arana-de-las-Casas<sup>1</sup>, David Sáenz-Zamarrón, José F. Alatorre-Ávila, Enrique García-Grajeda, Víctor Ordoñez-Castillo and Daniel Andazola-Escandón

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

Maestría en Ingeniería

Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México. C.P. 31500

52 (625) 581 1707

[narana@itcdcuauhtemoc.edu.mx](mailto:narana@itcdcuauhtemoc.edu.mx)

### ABSTRACT

Industrial engineering objective is to increase productivity and seek continuous improvement in every labor task. His focus is on improving working methods, reducing time, increase product quality and minimizing costs, among others. The environmental conditions are very important because they affect the productivity of the workers; physical variables such as: temperature, luminosity, noise, and working postures, condition the worker's degree of comfort with his work station. This satisfaction is reflected in less stress and, therefore, in making less impulsive and more logical decisions, improving quality and performance. In this project, a prototype is design to sense various environmental conditions of ergonomic interest; stores them in a database and allows them to be consulted online. This accomplishes the use of sensors, webcam and the Arduino and Raspberry Pi platforms.

Keywords: Ergonomics, IoT, Raspberry Pi

### RESUMEN

La ingeniería industrial desea elevar la productividad en las tareas laborales. Su atención se centra en la mejora de métodos de trabajo, la reducción de tiempos, el incremento de la calidad del producto y la minimización de costos, entre otros. Las condiciones ambientales son de suma importancia porque afectan la productividad del trabajo; variables físicas tales como: temperatura, luminosidad, ruido, y posturas de trabajo, condicionan el grado de comodidad del trabajador con su estación de trabajo. Esta satisfacción se refleja en menor estrés y por lo tanto, en una toma de decisiones menos impulsivas y más lógicas, mejorando la calidad y el rendimiento. En este proyecto se diseña un prototipo que censa diversas condiciones ambientales laborales de interés ergonómico, las almacena en una base de datos y permite consultarlas por internet. Lo anterior se logra utilizando sensores, cámara web y las plataformas Arduino y Raspberry Pi.

Palabras Clave: Ergonomía, IoT, Raspberry Pi

The ergonomic assessment of workplaces involves the monitoring of all variables that are related to the work environment, including physical/environmental factors such as temperature, relative humidity, ventilation, noise, illumination; it also includes analysis of physical and mental loads, postures, types of workplaces, tools, unsafe conditions, communication relation between worker and employer, schedules, etc.

Ergonomics is the most important of the improvements that can be made from the scientific work study, because it manages to make physical work more comfortable and safe for the operator [1], as a result, an increase in productivity is achieved.

In [2] it is illustrated, in a graphic way the interrelation between the human being, his psychology and anthropometry, biomechanics, psychomotor skills, tools and controls related to work activities, the design of controls, the workplace, the design of exhibitors, instruments and psychophysical perception, all these factors influenced/affected by the variables constituted by luminosity, ventilation, temperature, noise, postures, etc.

As ergonomics objectives various authors such as [1]-[4] establish:

- a) Reduction of occupational injuries and illnesses, consequently reducing compensation to workers, their illnesses and accident costs.
- b) Increase the comfort of the worker, seeking to adapt the position and working conditions to the characteristics of the operator.
- c) Increase motivation and satisfaction at work, also seeking to reduce work stress.

This article describes the design details of a measurement instrument that takes into account several physical variables at

### 1. INTRODUCTION

The ultimate goal in the design of any workstation is to seek greater productivity from all the factors related to it. However, on numerous occasions, the design of the workstations is done without considering important factors from the ergonomic point of view; this, in the long term, can lead to occupational injuries and illnesses, that is why companies are currently interested, in a more significant way, in the ergonomic assessment of workplaces, however, this task implies a direct observation, on the part of the ergonomist and the use of several measuring instruments, which causes this function to alter the performance of the workers being observed.

instrument that takes into account several physical variables at the same time (temperature, relative humidity, luminosity, and noise) generates a data base with the measurements, being able to register when the results come out of the pre-established limits by the ergonomic guidelines, obtaining statistics and publishing them online. It also monitors workplace activities producing video clips and stream the video to internet, ex. Internet of Things (IoT). This means that the ergonomist's interference with the worker is minimal, which does not affect their performance in any way. On the other hand, the process of ergonomic analysis of the workplace is done in a much shorter time and there is a record of all the evidences that support the obtained results.



## DISTRIBUTED BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK ALGORITHM IMPLEMENTED IN MATLAB'S PARALLEL COMPUTER TOOLBOX

David Sáenz-Zamarrón<sup>1</sup>, Nancy I. Arana-de-las-Casas, José F. Alatorre-Ávila, Enrique García-Grajeda, Cesar Sáenz-Zamarrón and Míriam A. Mendoza-Mendoza

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc  
Departamento de Sistemas y Computación  
Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México. C.P. 31500  
52 (625) 581 1707  
[davsaenz@gmail.com](mailto:davsaenz@gmail.com)

### RESUMEN

Para las redes neurales los algoritmos de aprendizaje involucran procesamiento intensivo en CPU y se han desarrollado implementaciones paralelas para reducir el tiempo de aprendizaje. Este artículo propone un esquema paralelo para el algoritmo de retro propagación, este consiste de una arquitectura del sistema distribuida, la cual desarrolla el entrenamiento paralelo mediante la partición de patrones. Esta implementación está basada en la estructura *parfor* de Matlab, la cual explota una clase de paralelismo inherente a las redes neurales alimentadas hacia adelante entrenadas con retro propagación, llamada paralelismo de tareas. Bajo este desarrollo, los cambios en los pesos son calculados concurrentemente, intercambiados entre *Workers* y ajustados apropiadamente hasta que el proceso de aprendizaje se completa. Se muestra el diseño de un soporte distribuido para aprendizaje paralelo de redes neurales usando el método de partición de patrones, resultados teóricos y experimentales de aceleración son analizados.

*Palabras clave:* Retro propagación paralela, partición de patrones, *parfor* de Matlab.

### ABSTRACT

In neural networks, learning algorithms engage CPU intensive processing and parallel implementations which can lead to reduce learning time. In this paper, a parallel scheme for a back propagation algorithm is proposed; it consists of Matlab's distributed system architecture, which develops a parallel training with a partition pattern scheme. This implementation is based on the Matlab's *parfor* structure, which exploits a kind of parallelism inherent in back propagation feed forward, layered neural networks, namely task parallelism. Under this approach,

weight changes are computed concurrently, exchanged between *Workers* and adjusted accordingly until the whole parallel learning process is completed. This article shows the design of a distributed support for parallel learning of neural networks using a pattern partitioning approach. Results on speedup theoretically and experimentally are shown.

*Keywords:* Parallelized back propagation, pattern partitioning, Matlab's *parfor*.

### 1. INTRODUCTION

Feed forward neural networks (FFNN) are extensively used to solve complex problems in pattern classification, system modeling and identification, among other things. One of the characteristics of the FFNN is its learning (or training) ability. Learning is the adjustment process of the neural network to external stimuli. By training, the neural network can give correct answers not only for learned examples, but also for the

inputs similar to the learned examples, showing its strong associative and rational ability, which are suitable for solving large, nonlinear problems with complex classification, some others require function approximation. These properties are attained during a slow learning process. The standard method for training FFNN is the back propagation (BP) algorithm which is based on the gradient descent optimization technique. Despite the general success of this algorithm it may converge to a local minimum of the mean squared-error objective function and requires a large number of learning iterations to adjust the weights of the FFNN.

Many approaches to speed up the training process have been devised by means of parallelism [1]-[7]. To parallelize BP either the network or the training pattern space is partitioned [4], and run in parallel into a multi-core processors computer or across a computer multi-node cluster connected via a communication network [8].

Parallel programming using supercomputers is not available for everyone, and the use of separated tools as C++/FORTRAN and MPI libraries is not easy, without mentioning that creating parallel code in these languages takes a long time [9]. To lessen this problem, Matlab offers an integrated development tool for parallel computing, allowing solving complex problems efficiently [10].

In pattern partitioning the whole neural net is replicated in different *Workers* (the Matlab's parallel processing unit) and the weight changes due to distinct training patterns are parallelized [2]. As a result, this parallel model creates and trains a separate network for each pattern in parallel. The

interconnection weights are updated by an amount based on the total weight change summed over all networks. This technique exploits task parallelism as well as architectural parallelism of the back propagation neural network algorithm.

The paper describes the development of a parallel back propagation algorithm, referred to as the PBP, and its implementation on Matlab's *parfor* parallel structure, also discusses its classification correctness, the PBP algorithm's speedup factor into the distributed Matlab implementation, and a GigaFlops performance benchmark.

### 2. FEED FORWARD NEURAL NETWORK

The network will be applied to solve a 26-class pattern classification problem, one for each letter of the alphabet. It involves classifying each input pattern into one of  $R=26$  possible classes. The data set consists of  $P=26$  patterns; each

## NAGIOS, COMO HERRAMIENTA DE MONITOREO DE REDES DE COMPUTADORAS

José Francisco Alatorre-Avila<sup>1</sup>, José Antonio Hoyo-Montaño, David Sáenz-Zamarrón, Nancy Ivette Arana-de-las-Casas, Enrique García-Grajeda, Miriam Aide Mendoza Mendoza.

<sup>1</sup>TECNM/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc  
Departamento de Sistemas y Computación  
Av. Tecnológico No. 137, Cuauhtémoc, Chih. México C.P. 31500  
01 52 (625) 581 1707.  
[jalatorre@itcdcuauhtemoc.edu.mx](mailto:jalatorre@itcdcuauhtemoc.edu.mx)

### RESUMEN

El requerimiento de servicios de cómputo confiables, en todo momento, es, hoy en día imprescindible. En este trabajo se describe un esquema de monitoreo de los recursos en una red de computadoras, este ofrece alertas para que un administrador realice las acciones correctivas pertinentes. Se instaló en tres computadoras con las mismas características las distribuciones Linux: Centos, Fedora y Ubuntu para comparar el comportamiento de cada una y decidir cuál de ellas es la más estable para utilizarla con la herramienta de monitoreo. Los elementos de monitoreo se configuraron en NAGIOS, estableciendo varios parámetros, antes de notificar, así como también el procedimiento para enviar las alertas SMS con GAMMU. Finalmente, se analizaron los resultados de las pruebas realizadas y la información obtenida en la instalación de las distribuciones LINUX, se obtuvo una configuración adecuada de alertas de NAGIOS en CENTOS.

*Palabras clave:* Nagios, Centos, Gammu.

### ABSTRACT

The requirement of reliable computing services, at all times, is nowadays essential. This paper describes an outline of resources monitoring in a computer network, offering alerts so that an administrator performs the relevant corrective actions. Linux distributions: Centos, Fedora and Ubuntu were installed on three computers with the same characteristic to compare the behavior of each one and decide which of them is the most stable for use with the monitoring tool. The elements of monitoring were configured in NAGIOS, establishing various parameters,

before notification, as well as the procedure to send SMS alerts with GAMMU. Finally, the results of the tests performed and information obtained from the installation of LINUX distributions was analyzed, obtaining a proper configuration of NAGIOS alerts on CENTOS.

*Keywords:* Nagios, Centos, Gammu.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las redes de telecomunicaciones siguen creciendo significativamente, muchos servicios y aplicaciones de gran importancia, se ejecutan en redes de baja confiabilidad. Un fallo de uno de los servicios puede resultar en gran pérdida para una empresa, como por ejemplo, en una institución educativa donde las inscripciones de los estudiantes se realizan por Internet y el servidor donde se encuentra la aplicación de inscripciones, se encuentre fuera de servicio, cada momento, produciría un caos en los estudiantes y se

perdería la credibilidad del proceso, en un ejemplo como este se manifiesta la gran importancia que los servicios de red estén funcionando el mayor tiempo posible, claro con la existencia de la posibilidad de fallo, pero que esta sea mínima[1].

NAGIOS es un Sistema Open Source para monitorizar la red, sus servicios y los recursos de los hosts, informa de la disponibilidad y de las posibles causas de errores. IT Central Station en su reporte de Mayo de 2017 de Software de Monitoreo de Redes [3], realiza un análisis de cuáles son los 10 mejores, estando como número uno NAGIOS.

Se puede acceder a él mediante una interfaz web donde se puede visualizar todo lo monitorizado para identificar las posibles fallas y lo que está funcionando adecuadamente, maneja un código de colores, donde: verde es correcto, amarillo algo no va del todo bien, rojo es estado crítico. Existe un sistema de alarmas que alerta al administrador de la red de este fallo enviando e-mail, mensajes de texto, o ambos. Cada una de estas actividades puede ser configurada modificando los archivos, según las necesidades del administrador [2]. Para este trabajo se utilizó la herramienta GAMMU para enviar mensajes de texto SMS por medio de un celular conectado al equipo de cómputo de pruebas. Así mismo está herramienta Open Source se instaló en tres distribuciones de Linux para realizar una comparación y obtener información que permita determinar cual de ellas es la mejor para utilizarse con NAGIOS.

### 2. IMPLEMENTACIÓN DE NAGIOS

NAGIOS es un sistema de monitoreo de redes de código abierto, para vigilar el hardware y servicios que se especifiquen, alertando cuando el comportamiento de los mismos no sea el deseado. Para este trabajo se utilizó la versión 3.2.3 para UBUNTU, y la versión 3.5.1 para CENTOS y FEDORA.

#### 2.1. Metodología

La detección oportuna de fallas y el monitoreo son actividades de gran relevancia para brindar un buen servicio de cómputo que se realizan, ya sea con un enfoque activo o pasivo [4].

Monitoreo Activo. Se realiza inyectando paquetes de prueba en la red, cada determinado tiempo.

Monitoreo Pasivo. Se basa en la obtención de datos a partir de recolectar y analizar el tráfico que circula por la red. Utiliza

# Parallelization of Image Processing Algorithms on a Cluster Administrated by MATLAB®

D. Sáenz-Zamarrón, E. A. Antillon-Muñoz, N. I. Arana-de las Casas, J. F. Alatorre-Ávila, E. García-Grajeda, F. R. Ibarra-Luna.

**Abstract**—Distributed computing represents a very efficient tool to minimize computational time using a cluster of multi-core computers, these systems are widely available now and they can be useful to solve extensive problems that can be separated into individual tasks, such as the those used with image processing techniques. This paper describes how the Parallel Computing Toolbox of MATLAB® was used to make processing algorithms of large images in the spatial and frequency domain, using several parallel programming structures of this toolbox as: *parfeval*, *parfor*, *spmd* and *blockproc*, reducing execution time. The performance evaluation is shown when different amounts of cores (workers) were used, these are also found in different computers (hosts) connected on a cluster of computers and administered by the MATLAB Distributed Computing Server. It was obtained a decrease in execution time as more workers were used: 2, 4 and 6 for all algorithms and parallel structures.

**Index Terms**—Distributed computing, MATLAB, Image processing.

## I. INTRODUCTION

In 1984 MathWorks developed Matlab (Matrix Laboratory) which is a fourth generation programming language [1] widely used in academia and industry as a mathematical computing environment for technical computing. Nowadays is estimated that about a million of professionals in the world are using Matlab [2] for a variety of jobs in the areas of science, humanities and engineering to mention just some [3]. Matlab is used to rapidly prototype and test computational algorithms by computational scientists and engineers in many areas due to its scripting language, integrated user interface

also because Matlab allows matrix manipulations, algorithms implementation, plotting of data, graphic user interfaces creation, and interfacing with programs written in even other languages [2], not to mention that it is easy to learn and use, is interactive and has excellent debugging capabilities [2].

The rapid growth in the complexity of numerical simulation of computer algorithms and the size of the datasets has made the

limitations of desktop computers more prominent, also simulations provide a mean to conduct virtual experiments of enormous scientific and technological problems, which takes to the limit the current computational capabilities and, in some cases, physical experiments of these systems could be economically unviable, which means, they have to be simulated. Thus, engineers require instant access to simulation results and the ability to simulate large datasets [4]. This comes to conclude that more accurate simulations or simulations of bigger problems need larger computational power and memory space.

In the area of image processing, problems are computationally intensive requiring good processing power to solve the mathematical models within a reasonable period of time [2], where these applications need to be faster [1]; and that is why Matlab can be considered as the de facto language of choice for algorithm development in image processing.

Applications in medicine such as reconstruction of computer tomography images to generate 3D models, analysis of high resolution images obtained from tissue biopsies and others involving automated image analysis in medicine tend to be very large, ranging in the several gigabytes. Therefore, it may not be possible to load the data into memory and analyze the images in a single computer; with the existing computer infrastructure limitation, due to the reading in images as large as 60000x60000 pixels in resolution on a normal single computer can take upwards of 30 minutes [4]. Running simple algorithms on such large images becomes impractical and studies often are constrained by time [1].

In such cases, a simple solution is to use parallel computing to process parts of the image on separate processors to address

High-Performance Computing (HPC) mayor objective is either to run applications faster or to run problems that cannot or will not run on a single computer. To achieve this, it is needed to run parallel applications into a multi-core processors computer or across a computer multi-node cluster connected via a network [6].

Parallel programming using C++/FORTRAN and MPI is not easy, without mentioning that creating parallel code in these languages takes a long time [7]. To access the problem mention before, parallel computing with Matlab has been an interesting area for scientists of parallel computing researches for a number of years. Been this the reason why scientists in MathWorks tried to apply the principle of parallel programming in Matlab in order to obtain benefits from the parallel computing to solve big problems as fast and efficient as possible [1].

This work was supported by the TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO (TECNM) under Grant No. 5700.16-P.

All authors are with the Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Av. Tecnológico #137, Cd. Cuauhtémoc, Chih. C.P. 31500

D. Sáenz (e-mail: davsáenz@gmail.com)  
 E. Antillon (e-mail: alex1392a@gmail.com)  
 N. Arana (e-mail: narana@itcdcuauhtemoc.edu.mx)  
 J. Alatorre (e-mail: jfa76@hotmail.com)  
 E. García (e-mail: egarcia\_grajeda@hotmail.com)  
 F. Ibarra (e-mail: ibarrafr@hotmail.com)

## DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BRAZO-ROBOT PARA ONCOLOGÍA

Dra. R. Leticia Corral Bustamante<sup>1</sup>, M.C. José Martín Berlanga Reyes<sup>2</sup>, M.A. Hortencia Mendoza Olivas<sup>3</sup>,  
Francisco Alexis Cordero Zúñiga<sup>4</sup>, José Ramón Acosta Cerda<sup>5</sup>, Paúl Eduardo Hernández Ríos<sup>6</sup>, Álvaro Adrián  
Pavón González<sup>7</sup> y Sergio Ledezma Ruelas<sup>8</sup>

**Resumen**—Este trabajo consiste en el diseño de un prototipo piloto de brazo-robot controlado por computadora para distintos fines de corte oncológico, tales como diagnóstico de tumores, dar terapia de cáncer mediante microondas o bien, realizar la ablación completa del tumor en órganos a pacientes, con el objetivo de contribuir con equipo automatizado que permita realizar labores sin una completa intervención de un cirujano oncológico en el Estado de Chihuahua, como hasta ahora se ha venido realizando. Se hará uso de la técnica de terapia de coagulación por microondas, mediante la cual se inserta una antena delgada de microondas que calienta el tumor, produciendo una región coagulada donde mueren las células cancerosas. El prototipo piloto para diagnóstico de tumores una vez evaluado en el sector salud, nos permitirá continuar con la elaboración del prototipo definitivo para dar terapia y ablación mediante microondas. En este artículo se describe el caso de terapia de cáncer mediante microondas.

**Palabras clave**—Brazo-robot, Terapia de Cáncer mediante Microondas, Ecuación de Biocalor, Antena, Temperatura

### Introducción

La búsqueda del hombre de crear herramientas para proporcionar la cura de tumores cancerígenos, ha impactado en el área de robótica (Croner 2015 y Tsung 2014), repercutiendo en el uso de tecnologías cada vez más avanzadas con miras a erradicar la enfermedad de cáncer cada vez más persistente desde el siglo pasado y hasta el presente. La creación de estas herramientas nos ha llevado a un mundo donde los sistemas automatizados y sus aplicaciones son la opción con mayor precisión a este respecto.

El objetivo de este proyecto es ofrecer una herramienta mecánica controlada mediante computadora, que pueda realizar un trabajo continuo y sistemático, y que pueda realizar labores sin una completa intervención de un cirujano oncológico, y que su función sea la de dar terapia mediante microondas sin poner en riesgo la vida o integridad física de las personas, sin exponer al experto a la radiación que se desprende de la realización de esta función manual en la actualidad en el Estado de Chihuahua, México.

Esta herramienta para diagnosticar tumores, tiene otras funciones de corte oncológico, tales como dar terapia de cáncer mediante microondas en órganos (Lee et al. 2016, Potretzke et al. 2016, Santambrogio et al. 2016, Roberts y Fazli, 2016; Chinnaratha, et al., 2016). La cual es una técnica en la que se inserta una antena delgada de microondas que calientan el tumor (Saito, et al., 2001; Bala, et al., 2013), produciendo una región coagulada donde se mueren las células cancerosas. En el área de oncología, se modela el campo electromagnético acoplado a la ecuación de biocalor (Saito, et al., 2001).

<sup>1</sup> R. Leticia Corral Bustamante es Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc (TecNM/ITCC), Chihuahua, México. leticiacorral16@gmail.com (**autora correspondiente**).

<sup>2</sup> M.C. José Martín Berlanga Reyes es Catedrático del Departamento de Metal-Mecánica y División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, martin.berlanga@gmail.com

<sup>3</sup> M.A. Hortencia Mendoza Olivas es Catedrática del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. solotenchita57@hotmail.com

<sup>4</sup> Francisco Alexis Cordero Zúñiga es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. alexiscz042@hotmail.com

<sup>5</sup> José Ramón Acosta Cerda es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. ramon.pepe.jr@gmail.com

<sup>6</sup> Paúl Eduardo Hernández Ríos es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. pchr98@hotmail.com

<sup>7</sup> Álvaro Adrián Pavón González es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. alvarito\_1298@hotmail.com

<sup>8</sup> Sergio Ledezma Ruelas es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. sergioldezma1998@gmail.com



TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es	Capítulos de Libro
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas M.C. J. Francisco Alatorre Ávila	Experiencia de Investigación del CA Optimización de Procesos. Libro: Investigaciones de Cuerpos Académicos en Innovación Productiva
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	A time-Discretized Phase Lag-Lead Compensator Design with Matlab and Arduino Implementation
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	PID Controller for a Discretized System Running in Arduino Due
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Diseño de un Prototipo de Brazo-Robot para Oncología.



# LA CIENCIA y TECNOLOGÍA

AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD



Título del libro  
La Ciencia y Tecnología  
al Servicio de la Sociedad

ISBN Obra Independiente:  
978-607-8262-07-6

Sello Editorial:  
Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez (607-8262)





# PID CONTROLLER DESIGN FOR A DISCRETIZED SYSTEM RUNNING IN ARDUINO DUE

David Sáenz-Zamarrón<sup>1</sup>, Lucio González-Enríquez, Nancy Ivette Arana-de-las-Casas, Eva Martínez-Loera

<sup>1</sup>Metal-Mechanic Department

Cuahtémoc City Institute of Technology

S/N Tecnológico Av.

Cuahtémoc City, Chihuahua, México C.P. 31500

[davsaez@gmail.com](mailto:davsaez@gmail.com)

**Abstract:** This paper describes the way that three analog and dynamic systems were developed with op-amps; a step-testing signal (square train of pulses) was applied to them. For these systems, digital PID controllers were designed with Matlab® by using the bilinear transform and they were physically implemented taken advantage of the 12-bits ADCs and DACs of the Arduino Due; all this was useful to match certain desired behavior specification, transitory and steady state, which must be easily measurable with an oscilloscope. All these actions are useful to improve the understanding of these control topics putting in practice the concepts.

**Keywords:** PID, discretization, bilinear, Arduino Due.

## 1. INTRODUCTION

The control systems in engineering represent an interdisciplinary application area. In different scopes, systems can be found that require the fulfillment of performance specification of any variable of interest.

PID controllers are by far, the main form of controller (90%) used in industrial practice (Yong and Hwang, 2014) and a number of gain tuning techniques based in models have been developed (Chen and Seborg, 2002; Panda, 2008; Seborg et al., 2004; Chien and Fruehauf, 1990; Lee et al, 1998; Nasution et al., 2011; Rivera et al., 1986; Shamsuzzoha and Lee, 2007; Skogestad, 2003; Phillips and Harbor, 1996). The PID is a control law that operates with the error signal, it is calculated in the summing point, which subtracts the set point and the output value; all this is applied as a correction action that adjusts the system's response in

accordance with certain specification.

The development of digital controllers working in computers presents advantages over the analog ones as its versatility to make changes in gains or even in the full control structure. With analog or continuous control systems, the dynamic modeling is developed for a set of differential equations. Digital control systems corresponds to a representation of an analog system but sampled, which is modeled with difference equations.

The calculus of the PID control algorithm is carried out to get three different parameters: proportional, integral and derivative. The proportional value can increment the phase margin and stabilize the system based in the current error. The integral generates a correction proportional to the integral of the error; this ensures that with enough control effort, the steady-state error can be reduced to zero. The derivative may increment



# A TIME-DISCRETIZED PHASE LAG-LEAD COMPENSATOR DESIGN WITH MATLAB AND ARDUINO IMPLEMENTATION

David Sáenz-Zamarrón<sup>1</sup>, Luis M. Prieto-Sedeño, Nancy Ivette Arana-De-Las-Casas and Teresita de Jesús Amador-Parra

<sup>1</sup>Metal-Mechanic Department  
Cuahtémoc City Institute of Technology  
S/N Tecnológico Av.  
Cuahtémoc City, Chihuahua, México C.P. 31500.

[davsaez@gmail.com](mailto:davsaez@gmail.com)

**Abstract:** This article will show the analysis and design of three continuous dynamic systems (plants), which meet certain specifications, these will be controlled digitally by using the Arduino Due, which is an electronic prototyping platform with great programming flexibility and very accessible price; their temporary response will be excited with the step test signal, it is generated in the proper Arduino (pulse train) and in real time (seen in an oscilloscope). The Matlab® design of Bode compensators will be detailed, they were discretized by the bilinear transform; these compensators include the networks: Lag, Lead and Lag-Lead, and will be applied to the analog plants to achieve the desired specifications in frequency and temporal response. All this contributes to improve the understanding of these control topics ranging from design and simulation using Matlab to physical implementation by using OpAmps, Arduino Due and oscilloscope.

**Keywords:** Bode, Lag-Lead network, discretization, bilinear, Arduino

## 1. INTRODUCTION

Classical control theory contains the analysis of dynamic systems in frequency domain, this is, the study of the control system behavior on any input, from its behavior to the sinusoidal signal applied to the transfer function of the plant  $G_d(j\omega)$  in open loop. This method of analysis is based on graphical representations, such as the Bode diagram and has been widely used, from Wakeland (1974) to Fei-Yue Wang (2003).

Frequency design of a controller consists in the determination of the controller's transfer function  $D(s)$  so that the systems in open loop  $D(s) * G_d(s)$  have the desired shape, and thus comply with the imposed specifications. The design of a controller is a complex task and is often simplified considering certain type of systems, namely, making the compensator a first-order transfer function.

Because of its effectiveness, Lag and Lead phase compensation is essential for various design methods based on frequency, using Bode plots. Although phase and gain margin do not give an accurate prediction of system behavior in time domain, these are suitable intermediates that meet specifications in frequency domain (Nise, 2007) (Fernandez, 2013).

Additionally, in recent years, the use of digital controllers has increased in control systems, mainly because of the increase in power and accessibility of microprocessors, including the Arduino. Decision-making capacity and flexibility in control programs are the biggest advantages of digital control systems (Phillips & Nagle, 1995).



# INVESTIGACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA

## COORDINADORES

LILIANA ANAID RUBIO DÁVILA  
RAQUEL SARÓN RODRÍGUEZ MEDINA  
VIRIDIANA HUMARÁN SARMIENTO  
**DAVID SÁENZ ZAMARRÓN**  
ADALID GRACIANO OBESO  
MARÍA DEL ROSARIO GARCÍA VÁZQUEZ  
JUAN JOSÉ MALDONADO GARCÍA  
JACQUELINE GANZO OLIVARES



ISBN: 978-607-8617-26-5





# **INVESTIGACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA**

**LILIANA ANAID RUBIO DÁVILA  
RAQUEL SARÓN RODRÍGUEZ MEDINA  
VIRIDIANA HUMARÁN SARMIENTO  
DAVID SÁENZ ZAMARRÓN  
ADALID GRACIANO OBESO  
MARÍA DEL ROSARIO GARCÍA VÁZQUEZ  
JUAN JOSÉ MALDONADO GARCÍA  
JACQUELINE GANZO OLIVARES  
COORDINADORES**

**2019**

# INVESTIGACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA

## COORDINADORES

LILIANA ANAD RUBIO DÁVILA  
RAQUEL SARÓN RODRÍGUEZ MEDINA  
VIRIDIANA HUMARÁN SARMIENTO  
DAVID SÁENZ ZAMARRÓN  
ADALID GRACIANO OBESO  
MARÍA DEL ROSARIO GARCÍA VÁZQUEZ  
JUAN JOSÉ MALDONADO GARCÍA  
JACQUELINE GANZO OLIVARES

## AUTORES

DULCE AZUCENA AMARO GALVÁN, YAJAIRA JANETH CONTRERAS ONTIVEROS, DIANA LAURA HERRERA QUIÑONES, JESSICA NOHEMI SAN AGUSTÍN OLIVERA, MARÍA JOSÉ VALDEZ CASTAÑEDA, ROSENDO CHÁVEZ SAMANIEGO, GERARDO GIGUALVA ÁVILA, MIRIAM NOEMÍ RAMOS MEZA, LILIANA ANAD RUBIO DÁVILA, GERARDO ALFREDO PÉREZ CANALES, INÁN GONZÁLEZ LAZALDE, EDMUNDO CASTRUITA MORÁN, RAQUEL SARÓN RODRÍGUEZ MEDINA, MARÍA QUIETZALCHUATL GALVÁN ISMAEL, OLIVA LABASTIDA PUERTOS, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, MANUEL PRISCILIANO RALERO DE LA MORA, CHRISTIAN EMMANUEL VÁZQUEZ GARCÍA, ADRIANA ERENDIRA MURILLO, JOSÉ MANUEL CORDERO CAMACHO, JUAN GREGORIO CABRERA GURROLA, NORMAN ISRAEL GONZÁLEZ CUELLAR, MANUEL MERCADO ALVARADO, RENÉ VALLES GONZÁLEZ, VIRIDIANA HUMARÁN SARMIENTO, ADALBERTO LEAL CASTRO, CESAR TORRES LIMÓN, MARÍA FERNANDA FLORES TORRES, ANA PATRICIA GAYTÁN REVELES, PAOLA GUADALUPE QUIÑONEZ MOLINA, ELSA MARIANA RODRÍGUEZ VALENZUELA, MARLENE ESMERALDA CARRERA RODRÍGUEZ, ANDREA FLORES RODRÍGUEZ, IRANIA ZIANHELY PÉREZ BARRÓN, CLAUDIA CECILIA SOTO BRECEDA, FÁTIMA MARIELA VARGAS ARROYO, EDGAR ULISES MONTENEGRO NEVÁREZ, KATIA MARIELA BELTRÁN GUTIÉRREZ, ADÁN ZEPEDA CHAIDEZ, LUIS FELIPE VALDEZ MARTÍNEZ, ARTURO JOVANY SARMIENTO GARCÍA, DAVID SÁENZ ZAMARRÓN, NANCY IVETTE ARANA DE LAS CASAS, JOSÉ FRANCISCO ALATORRE ÁVILA, ENRIQUE GARCÍA GRAJEDA, SAMUEL INÁN ASTORGA ORTIZ, SONIA KARINA DÍAZ VALADEZ, ROCÍO DE LA LUZ RUIZ PULIDO, JAVIER ARELLANO GÓMEZ, EMILIA BARRÓN FLORES, ADALID GRACIANO OBESO, RAMIRO MALDONADO PERALTA, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ, MARÍA DEL ROSARIO GARCÍA VÁZQUEZ, VERÓNICA AVENDAÑO GÓMEZ, ADÁN HERNÁNDEZ REYES, HÉCTOR RAMIRO MENDIVIL TRUJILLO, YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ, BRISA BERENICE VILLEGAS MALAGÓN, JOSÉ CARLOS PÉREZ MORA, JUAN JOSÉ MALDONADO GARCÍA, JORGE ANTONIO CHÁVEZ LECHUGA, LUIS ENRIQUE NORIEGA PÉREZ, JULIO CÉSAR SALAZAR MORAN, FERNANDO SALCIDO BARRIOS, DIANA LAURA SÁNCHEZ GALLEGOS, JOSEFINA CUEVAS RODRÍGUEZ, ANA AURORA FERNÁNDEZ MAYO, MARÍA GUADALUPE NARCEDALIA PEÑA ABURTO, LUIS GERMÁN SÁNCHEZ MÉNDEZ, NANCY ANGELINA QUINTAL GARCÍA, JACQUELINE GANZO OLIVARES, MAYRA JOSEFA BARRADAS VIVEROS, ERIKA ELIZA PERERA LÓPEZ, ROGELIO LÓPEZ SÁNCHEZ, PAULO CÉSAR LUGO RINCÓN, CAROLINA RAMÍREZ DE LEÓN

## EDITOR LITERARIO Y DE DISEÑO:

MTRO. DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

## EDITORIAL

CREDE IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019



RED IBEROAMERICANA  
DE ACADEMIAS DE  
INVESTIGACIÓN

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C  
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO  
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
TEL (228)6880202  
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.  
COLONIA TABACALERA  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965  
www.redibai.org  
redibai@redibai.org  
Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro  
en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial. Impreso en  
México.  
Fecha de aparición 09/08/2019.

## INDICE

### **MEDICIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS EN EL MUNICIPIO DE DURANGO A TRAVÉS DE INDICADORES.**

EDGAR ULISES MONTENEGRO NEVÁREZ; KATIA MARIELA BELTRÁN GUTIÉRREZ; ADÁN ZEPEDA CHAVEZ LUIS FELIPE VALDEZ MARTINEZ; ARTURO JOVANY SARMIENTO GARCÍA

147

### **EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN DEL CA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS, ITCCUA-CA-1.**

DAVID SÁENZ ZAMARRÓN, NANCY IVETTE ARANA DE LAS CASAS, JOSÉ FRANCISCO ALATORRE ÁVILA, ENRIQUE GARCÍA GRAJEDA

159

### **OPTIMIZACIÓN DE CADENAS DE SUMINISTRO EN LA INDUSTRIA MEZCALERA.**

SAMUEL IVÁN ASTORGA ORTIZ, SONIA KARINA DÍAZ VALADEZ, ROCÍO DE LA LUZ RUIZ PULIDO, JAVIER ARELLANO GÓMEZ, EMLIA BARRÓN FLORES

172

### **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y CALIDAD NUTRICIONAL EN POBLACIONES CRIOLLAS DE MAÍCES PIGMENTADOS PARA GRANO EN EL ESTADO DE SINALOA.**

ADALID GRACIANO OBESO, RAMIRO MALDONADO PERALTA, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ

237

### **LA TUTORÍA CON CALIDAD, EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR, COMO APOYO PARA CONCLUIR LA CARRERA PROFESIONAL, EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE LA REGIÓN SIERRA.**

MARÍA DEL ROSARIO GARCÍA VÁZQUEZ; VERÓNICA AVENDAÑO GÓMEZ; ADÁN HERNÁNDEZ REYES

252

### **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO EN CULTIVO DE SANDÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y CONVENCIONAL EN GUASAVE, SINALOA.**

ADALID GRACIANO OBESO, HÉCTOR RAMIRO MENDIVIL TRUJILLO, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ

262

### **AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR FERRETERO.**

YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ, BRISA BERENICE VILLEGAS MALAGÓN, JOSÉ CARLOS PÉREZ MORA

276

### **DISEÑO Y COORDINACIÓN, DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BAJO LA NORMA ISO 9001:2015 EN EMPRESAS DE PROYECTOS DE FABRICACIÓN E INTEGRACIÓN DE EQUIPOS ELECTRO-NEUMÁTICOS DE ENSAMBLE DIRIGIDOS A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.**

JUAN JOSÉ MALDONADO GARCÍA, YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ, JOSÉ CARLOS PÉREZ MORA

284

### **FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MEDICIONES SUPERFICIALES QUE REALIZA EL DEPARTAMENTO DE SUMINISTRO DE VAPOR.**

JOSÉ CARLOS PÉREZ MORA, JUAN JOSÉ MALDONADO GARCÍA, YASMIN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ

293

## EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN DEL CA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS, ITCCUA-CA-1.

DAVID SAENZ ZAMARRÓN<sup>1</sup>, NANCY IVETTE ARANA DE LAS CABAS<sup>2</sup>, JOSÉ FRANCISCO ALATORRE ÁVILA<sup>3</sup>,  
ENRIQUE GARCÍA GRAJEDA<sup>4</sup>.

### RESUMEN

El Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para Educación Superior (PRODEP) busca profesionalizar a los Profesores de Tiempo Completo (PTC) para que alcancen las capacidades de investigación, docencia, desarrollo tecnológico e innovación y con responsabilidad social, logrando de esa forma su acreditación como Perfil Deseable (PD); luego, que se articulen y consoliden en cuerpos académicos (CA) y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de permear sus logros en su entorno.

El CA "Optimización de Procesos" (ITCCUA-CA-1) conformado por 4 PTCs del Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chih., ha aceptado el reto de integrarse en una comunidad que fomenta la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Como Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que se han desarrollado están: Computo de Alto Desempeño, Ergonomía, Automatización y Robótica e Internet de las Cosas.

En esta ponencia se describen los logros obtenidos por este CA: Investigaciones Financiadas, Artículos, Tesis dirigidas, etc.; esto en el contexto de las adversidades: apoyo débil, atascos burocráticos, etc. y los retos por venir.

**Palabras Clave:** Computación Distribuida, Ergonomía, Internet de las Cosas, Robótica, SMS Programable.

# Investigación en la Educación Superior: Morelia 2019

ACADEMIA JOURNALS



OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

Libro Digital  
con ISBN

978-1-939982-48-3

[www.AcademiaJournals.com](http://www.AcademiaJournals.com)



	Título	Autores	Primer Autor	Pág.
MRL0277	La intervención de los influencers en el turismo eco-friendly	Perla María Contreras Dávila Dulce Gabriela Nolasco Rodríguez Ivone Carolina González Gaona Juan Bernardo Amezcua Nuñez	Contreras Dávila	484
MRL0390	Modelado Térmico de una Unión Soldada mediante Elemento Finito	Perla Lilian Contreras Juárez Dr. Roberto Briones Flores M.C. Juan Gabriel Rodríguez Zamarrón M.C. Saul Leonardo Hernández Trujillo Ing. Miguel Ángel Núñez Cárdenas	Contreras Juárez	490
MRL0022	Diseño de un prototipo mecatrónico para dar terapia o ablación de cáncer mediante microondas	Dra. R. Leticia Corral Bustamante M.A. Hortencia Mendoza Olivas Jorge Uriel Acosta Arevalo Andrea Aragonés Aguirre Irvin Eduardo Parra Domínguez Andrea Jaquelyn Lam Bencomo	Corral Bustamante	497
MRL0026	DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BRAZO-ROBOT PARA ONCOLOGÍA	Dra. R. Leticia Corral Bustamante M.C. José Martín Berlanga Reyes M.A. Hortencia Mendoza Olivas Francisco Alexis Cordero Zúñiga José Ramón Acosta Cerda Paul Eduardo Hernández Ríos Álvaro Adrián Pavón González	Corral Bustamante	503

TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es - Alumnos	Congresos
Dr. David Sáenz Zamarrón	37vo. Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica. ELECTRO 2015
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	The 2nd. Annual Meeting on Innovation Technology and Engineering. Veracruz, Ver.
J. Francisco Alatorre Ávila Dr. David Sáenz Zamarrón	41vo. Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica, Electro 2019
Ing. Idefonso Jáquez Luna Dr. David Sáenz Zamarrón	40vo. Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica, Electro 2018
Dr. David Sáenz Zamarrón J. Francisco Alatorre Ávila	39vo. Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica, Electro 2017
Dr. David Sáenz Zamarrón	VIII Congreso Internacional de Investigación CIPITECH 2015. Chihuahua, Chih., México
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Congreso Internacional de Investigación Academia Journals. Morelia 2019
M.C. José Martín Berlanga Reyes	XXIV semana Nacional de Ciencia y Tecnología COBACH

# El Instituto Tecnológico de Chihuahua

SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



Otorga el Presente

TECNOLÓGICO  
NACIONAL  
DE MÉXICO

## *DIPLOMA*

A:


### *David Sáenz Zamarrón*

como constancia de haber impartido la ponencia:

POLE PLACEMENT CONTROL OF A TIME-DISCRETIZED SYSTEM IN A STATE-SPACE IMPLEMENTATION WITH MATLAB AND ARDUINO



37º CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
Del 7 al 9 de Octubre del 2015

  
Dr. José Rivera Mejía  
Director del I.T. de Chihuahua



THE  
**2**  
ND

**ANNUAL MEETING ON INNOVATION  
TECHNOLOGY AND ENGINEERING**  
NUEVAS TENDENCIAS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA



El comité organizador de AMITE-2016, a través de la subdirección de posgrado e investigación

Otorga el presente:

# RECONOCIMIENTO

A **Dr. David Sáenz Zamarrón**

Por haber participado con la ponencia: "Parallelization of Image Processing Algorithms on a Cluster Administrated by MATLAB". Durante el ANNUAL MEETING ON INNOVATION TECHNOLOGY AND ENGINEERING. Evento realizado del 28 de Noviembre al 2 de Diciembre del 2016 en las instalaciones del Centro de Convenciones, Coatzacoalcos, Veracruz, México.



LIC. SUSANA CÉSPEDES GALLEGOS  
Publication Chair



M.I. TADEO URBINA GAMBOA  
Technical Chair

---

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

OTORGA LA PRESENTE  
CONSTANCIA

A:

**DAVID SÁENZ ZAMARRÓN**

POR HABER IMPARTIDO LA PONENCIA:

**IoT physical variables monitoring for ergonomic risk  
assessment of workplaces**



CONGRESO INTERNACIONAL DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
**ELECTRO 2018**

DEL 10 AL 12 DE OCTUBRE DE 2018



DR. JOSÉ RIVERA MEJÍA  
DIRECTOR

SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



Chihuahua  
Gobierno del Estado

TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. CUAUHTÉMOC



ECEST

Otorga el presente

# Reconocimiento

a

**David Sáenz Zamarrón**

Por su destacada participación con la ponencia

**"Pid Controller Design for a Discretized System Running in Arduino Due"**

En el marco de las actividades del

8º Congreso Internacional de Investigación

**CIPITECH** 2015

Comité de Investigación y Programa de las Instituciones Tecnológicas del Estado de Chihuahua

"Ciencia y Tecnología al Servicio de la Sociedad"  
Cd. Cuauhtémoc, Chih. A 29 de octubre de 2015



  
M.C. Elizabeth Siqueiros Loera

Directora del ITCC





SEP

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

OTORGA LA PRESENTE

# CONSTANCIA

a:

DAVID SÁENZ ZAMARRÓN

POR SU PARTICIPACIÓN COMO PONENTE DEL TRABAJO:

*Distributed backpropagation neural network algorithm  
implemented in Matlab's parallel computer toolbox*

EN EL:

39

CONGRESO INTERNACIONAL  
DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
DEL 11 AL 13 DE OCTUBRE DE 2017



DR. JOSÉ RIVERA MEJÍA  
DIRECTOR



POSGRADO E  
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA,  
EL COLEGIO DE SALUD OCUPACIONAL DE CHIHUAHUA,  
y la  
SOCIEDAD DE ERGONOMISTAS DE MÉXICO  
avalados por  
COLEGIO NACIONAL DE ERGONOMÍA EN MÉXICO  
INTERNATIONAL ERGONOMIC ASSOCIATION  
ULAERGO  
Y LA  
FEDERACION NACIONAL DE SALUD EN EL TRABAJO  
OTORGAN LA PRESENTE


# Constancia


David Sáenz Zamarron



Por su asistencia al  
**XXV Congreso Internacional de Ergonomía SEMAC**  
Con duración de 20 horas efectuado en la Ciudad de Chihuahua, Chih., México  
los días 4, 5 y 6 de abril del 2019



  
Dr. Carlos Espejo  
Fundador SEMAC y CNEM

  
Ing. Enrique de la Vega  
Presidente de CNEM







**EDUCACIÓN**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA**  
División de Estudios de Posgrado e Investigación



**41º CONGRESO INTERNACIONAL  
DE INGENIERIA ELECTRONICA**

**ELECTRO 2019**

Chihuahua, Chih. México

VOLUMEN XLI

ISSN 1405-2172

## XLI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

# MEMORIA ELECTRO 2019



41º CONGRESO INTERNACIONAL  
DE INGENIERIA ELECTRONICA

REVISTA INDIZADA EN

**latindex**

Sistema Regional de Información en Línea para  
Revistas Científicas de América Latina, el Caribe,  
España y Portugal



## Contenido Artículos Publicados



### **AUTOMATIZACIÓN**

Págs.

**DESARROLLO DE UN CONTROLADOR DÉBILMENTE ACOPLADO PARA INCUBADORAS NEONATALES IMPLEMENTADO EN UWP** 1-6

**IOT EN MANUFACTURA: RETOS DE INTEGRACIÓN** 7-13

**MODELADO DE BOBINADORA OPERANDO A TENSIÓN CONSTANTE** 14-19

**PASTEURIZATION AUTOMATION WITH SIEMENS 57-1200 PLC** 20-25

**TEMPERATURE CONTROL FOR ROTOMOLDING MACHINE** 26-31



# Investigación en la Educación Superior: Morelia 2019

ACADEMIA JOURNALS

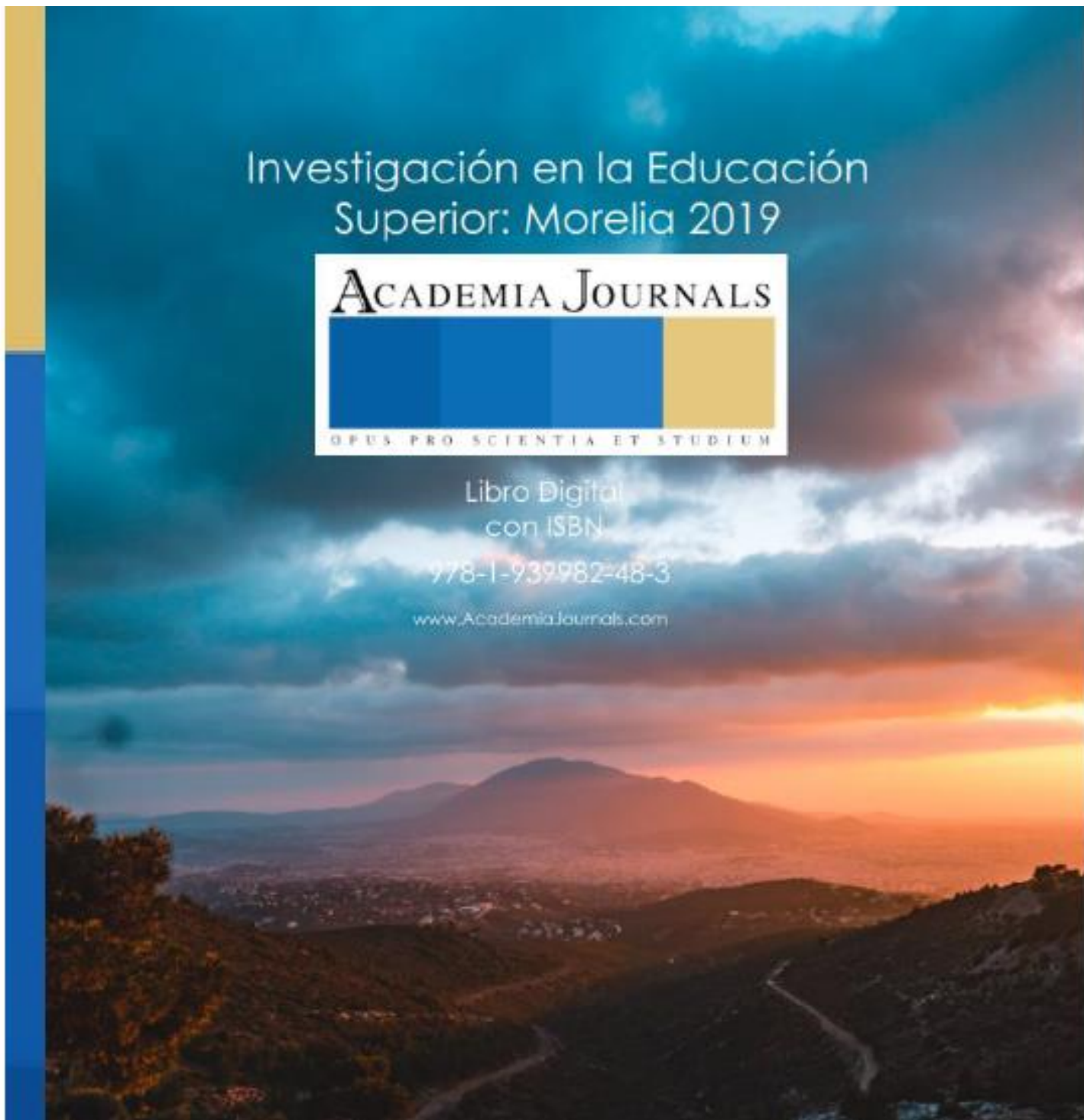


OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

Libro Digital  
con ISBN

978-1-939982-48-3

[www.AcademiaJournals.com](http://www.AcademiaJournals.com)



	Título	Autores	Primer Autor	Pág.
MRL0277	La intervención de los influencers en el turismo eco-friendly	Perla María Contreras Dávila Dulce Gabriela Nolasco Rodríguez Ivone Carolina González Gaona Juan Bernardo Amezcua Nuñez	Contreras Dávila	484
MRL0390	Modelado Térmico de una Unión Soldada mediante Elemento Finito	Perla Lilian Contreras Juárez Dr. Roberto Briones Flores M.C. Juan Gabriel Rodríguez Zamarrón M.C. Saul Leonardo Hernández Trujillo Ing. Miguel Ángel Núñez Cárdenas	Contreras Juárez	490
MRL0022	Diseño de un prototipo mecánico para dar terapia o ablación de cáncer mediante microondas	Dra. R. Leticia Corral Bustamante M.A. Hortencia Mendoza Olivas Jorge Uriel Acosta Arevalo Andrea Aragonés Aguirre Irvin Eduardo Parra Domínguez Andrea Jaquelyn Lam Bencomo	Corral Bustamante	497
MRL0026	DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BRAZO-ROBOT PARA ONCOLOGÍA	Dra. R. Leticia Corral Bustamante M.C. José Martín Berlanga Reyes M.A. Hortencia Mendoza Olivas Francisco Alexis Cordero Zúñiga José Ramón Acosta Cerda Paul Eduardo Hernández Ríos Álvaro Adrián Pavón González	Corral Bustamante	503

TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es	Desarrollos Tecnológicos
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas M.C. J. Francisco Alatorre Ávila	Robot manipulador guiado por el Robotics Toolbox de Matlab y actuado en sistemas embebidos.
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Implementación de control de posición angular mediante algoritmos de control digital.
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Automatización de portón de Laboratorio de Mecatrónica ITCC
M.C. J. Francisco Alatorre Ávila M.C. Nancy I. Arana De las Casas Dr. David Sáenz Zamarrón	Plataforma GSM/GPRS con Cluster de Raspberry Pi para la Automatización de la Comunicación Interna en Organizaciones.
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas M.C. J. Francisco Alatorre Ávila	Evaluación de Algoritmos Paralelos para Procesamiento de Imágenes y Redes Neuronales Artificiales en Cluster Usando Matlab Distributed Computing Server y Parallel Computing Toolbox

Ciudad de México, 06/abril/2016

Oficio No. M00.1/423/2016

**M.C. ELIZABETH SIQUEIROS LOERA**  
**DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD CUAUHTÉMOC**  
**PRESENTE**

Con el objetivo de coadyuvar al cumplimiento del Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2016, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013, así como, para impulsar que la administración de los recursos públicos federales se realice con base en criterios de legalidad, honestidad, eficiencia, eficacia, economía, racionalidad, austeridad, transparencia, control, rendición de cuentas y equidad de género, conforme lo define el segundo párrafo del artículo 1 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 24 y 25 de la Ley en cita y 22 de su Reglamento, hago de su conocimiento la asignación del presupuesto correspondiente al ejercicio de 2016, por la cantidad de **\$100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.)** para el Instituto Tecnológico que dirige. La asignación derivó conforme a los proyectos aprobados en la convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica, Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2016 en los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos y Centros, conforme a la distribución siguiente.

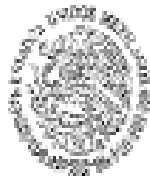
<b>Título del Proyecto</b>	Evaluación de algoritmos paralelos para procesamiento de imágenes y redes neurales artificiales en clúster usando matlab distributed computing server y parallel computing toolbox					
<b>Clave</b>	5700.16-P					
<b>Vigencia</b>	01 de octubre de 2016 al 30 de septiembre de 2017					
<b>Director(a) Responsable</b>	Sáenz Zamarrón David					
<b>Colaboradores</b>	Arana De Las Casas Nancy Ivette, Aiatarré Ávila José Francisco, García Grajeda Enrique, Ibarra Luna Francisco Ramón					
<b>Entrega de Informe Final</b>	01 al 31 de octubre de 2017					
<b>Asignación Presupuestal</b>	<b>Mes</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Total</b>
	21701	-	-	-	\$100,000.00	\$100,000.00
	31903	-	-	-	-	-

Lo anterior, correspondiente a la asignación de gasto directo, de acuerdo a lo autorizado para el Tecnológico Nacional de México, en el Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación 2016, mismo que forma parte de su Programa Operativo Anual. Cabe señalar que las partidas a continuación son enunciativas, para lo cual invariablemente al ejercerlas deberán ser justificadas en los proyectos de investigación.

**Partida 21701:** 21101, 21201, 21301, 21401, 22201, 23101, 23301, 23401, 23501, 23601, 23701, 23901, 23902, 24501, 24601, 24701, 24901, 25101, 25201, 25301, 25401, 25501, 25901, 26105, 29101, 29401, 29501 y 29801.

**SEP**

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

Secretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Institucional  
Secretaría Académica, de Investigación e Innovación

Oficio No. M00.1/423/2016

**Partida 31903:** 33301, 33304, 33601, 33901, 35301, 35401 y 35702.

El ejercicio y comprobación del presupuesto para las adquisiciones que procedan, deberá sujetarse en lo general, a la normatividad vigente y aplicable, y en lo específico, a las Reglas para Ejercicio de Recursos a través de las partidas vigentes 21701 "Materiales y Suministros para Planteles Educativos" y 31903 "Servicios Generales para Planteles Educativos". Asimismo, deberá atender como mínimo, las metas del Programa de Trabajo Anual 2016.

Para el desarrollo de los proyectos, los responsables técnicos deberán atender las observaciones emitidas por los comités evaluadores, mismas que se encuentran disponibles en la plataforma de proyectos (<http://doh.acad-tecnm.mx/proyectos>). Respecto al informe final, éste deberá entregarse de acuerdo al formato vigente de la Dirección de Posgrado, Investigación e Innovación disponible en su normateca (<http://www.tecnm.mx/academica/normateca-de-la-direccion-de-estudios-de-posgrado-e-investigacion>).

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN,  
EVALUACIÓN Y DESARROLLO INSTITUCIONAL



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
SECRETARÍA ACADÉMICA, DE  
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

*En/ao*  
**M.C. ENRIQUE RODRÍGUEZ JACOB**  
SECRETARIO DE PLANEACIÓN,  
EVALUACIÓN Y DESARROLLO  
INSTITUCIONAL

*[Firma]*  
**Mtro. IGNACIO LÓPEZ VALDOVINOS**  
SECRETARÍA ACADÉMICA, DE  
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

C.c.p. Dr. Héctor Leoncio Martínez Castuera.- Secretaría de Administración.- Presente  
Mtro. Ignacio López Valdovinos.- Secretaría Académica, de Investigación e Innovación.- Presente  
C.P. Dionisio Sierra Dávalos.- Director de Finanzas.- Presente  
Lic. Blanca Gloria Moreno Pérez.- Directora de Programación, Presupuestación e Infraestructura Física.- Presente  
Dirección de Posgrado, Investigación e Innovación.- Presente





Ciudad de México, **21/Mayo/2018**

Oficio No. M00.2.2/1146/2018

**M.C. ELIZABETH SIQUEIROS LOERA**  
**DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD CUAUHTÉMOC**  
**PRESENTE**

Derivado de la asignación de presupuesto para los proyectos aprobados en la Convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2018-2 para los Institutos Tecnológicos Federales y Centros, hago de su conocimiento la información básica del proyecto de investigación:

<b>Título del Proyecto</b>	Robot manipulador guiado por el Robotics Toolbox de Matlab y actuado en sistemas embebidos		
<b>Clave</b>	6678.18-P		
<b>Vigencia</b>	01 de junio de 2018 al 31 de mayo de 2019		
<b>Director(a) Responsable</b>	Sáenz Zamarrón David		
<b>Colaboradores</b>	Alatorre Ávila José Francisco, Arana de las Casas Nancy Ivette, García Grajeda Enrique		
<b>Entrega de Informes de Avance</b>	<b>1er. Informe</b>	<b>2do. Informe</b>	<b>3er. Informe</b>
	16 al 30 de septiembre de 2018	16 al 31 de diciembre de 2018	16 al 31 de marzo de 2019
<b>Entrega de Informe Final</b>	01 al 30 de junio de 2019		
<b>Monto aprobado</b>	<b>Partida 21701</b>	<b>Partida 31903</b>	<b>Total</b>
	\$240,000.00	\$ 0.00	\$240,000.00

**Partida 21701:** 21101, 21201, 21301, 21401, 21501, 22201, 23101, 23301, 23401, 23501, 23601, 23701, 23901, 23902, 24501, 24601, 24701, 24901, 25101, 25201, 25301, 25401, 25501, 25901, 26105, 29101, 29401, 29501 y 29801.

**Partida 31903:** 33301, 33304, 33601, 33901, 35301, 35401 y 35702.

Los informes técnicos de avance y final del proyecto deberán ser cargados en la plataforma de proyectos <https://dpii.acad-tecnm.mx/proyectos/> en el apartado correspondiente, de acuerdo al periodo establecido en este documento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo,

**ATENTAMENTE**

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

**DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ**  
**DIRECTORA DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

YSB/EFAB





**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Secretaría Académica, de Investigación e Innovación  
Dirección de Posgrado, Investigación e Innovación

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Ciudad de México, **11/Marzo/2019**

Oficio No. M00.2.2/305/2019

**ELIZABETH SIQUEIROS LOERA**  
**DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD CUAUHTÉMOC**  
**PRESENTE**

Derivado de la asignación de presupuesto para los proyectos aprobados en la Convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2019 para los Institutos Tecnológicos Federales, Descentralizados y Centros, hago de su conocimiento la información básica del proyecto de investigación:

<b>Título del Proyecto</b>	Desarrollo de plataforma GSM/GPRS con clúster de raspberry Pi para la automatización de la comunicación interna en organizaciones		
<b>Clave</b>	6405.19-P		
<b>Vigencia</b>	01 de enero al 31 de diciembre de 2019		
<b>Director(a) Responsable</b>	García Grajeda Enrique		
<b>Colaboradores</b>	Trejo Márquez Gladys Edilma, Arana de Las Casas Nancy Ivette, Sáenz Zamarrón David, Alatorre Ávila José Francisco		
<b>Entrega de Informes de Avance</b>	<b>1er. Informe</b>	<b>2do. Informe</b>	<b>3er. Informe</b>
	16 al 30 de abril de 2019	16 al 31 de julio de 2019	16 al 31 de octubre de 2019
<b>Entrega de Informe Final</b>	01 al 31 de enero de 2020		
<b>Monto aprobado</b>	<b>Partida 21701</b>	<b>Partida 31903</b>	<b>Total</b>
	\$100,000.00	\$ .00	\$100,000.00

**Partida 21701:** 21101, 21201, 21301, 21401, 21501, 22201, 23101, 23301, 23401, 23501, 23601, 23701, 23901, 23902, 24501, 24601, 24701, 24901, 25101, 25201, 25301, 25401, 25501, 25901, 26105, 29101, 29401, 29501 y 29801.

**Partida 31903:** 33301, 33304, 33601, 33901, 35301, 35401 y 35702.

Los informes técnicos de avance y final del proyecto deberán ser cargados en la plataforma de proyectos <https://dpi.lacad-tecnm.mx/proyectos/>, en el apartado correspondiente, de acuerdo al periodo establecido en este documento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
Excelencia en Educación Tecnológica®

**RUBÉN POSADA GÓMEZ**  
**DIRECTOR DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

RPG/RAPM/LMQJ

Av. Universidad 1200, Col. Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México.

Tel. [55] 3601-7500, Ext. 65048 e-mail: d\_posgrado@tecnm.mx

*Es copia fiel del original*  
*David Sáenz Z.*  
 Dr. David Sáenz Zamarrón

"2011. Año del Turismo en México"

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
 DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
 COORDINACIÓN SECTORIAL ACADÉMICA  
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



SECRETARÍA DE  
 EDUCACIÓN PÚBLICA



México, D. F., 01 / noviembre / 2011

Oficio 513.2.2/3119/2011

**M.C. ELIZABETH SIQUEIROS LOERA**  
**DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD CUAUHTÉMOC**  
**PRESENTE**

En relación a la solicitud de registro de proyectos de investigación, comunico a usted que esta Dirección a mi cargo ha registrado el proyecto 2011 que a continuación se menciona:

Título del Proyecto		Línea de Investigación	Clave de Registro
Automatización del portón del laboratorio de Mecatrónica.		Sistemas Mecatrónicos	CDC-IMCT-2011-101
Grupo de Investigadores			
Director(a) Responsable	Dr. David Sáenz Zamarrón		
Colaboradores	M.C. Nancy Ivette Arana de las Casas, Dra. Ramona Leticia Corral Bustamante, Dr. César Sáenz Zamarrón.		
Vigencia del proyecto: 12 meses			
Fecha de Inicio		Fecha Término	
01-sep-11		30-ago-12	
Entrega de Informe			
Informe de Avance		Informe Final	
01 de marzo de 2012		30 de septiembre de 2012	

El control, seguimiento y evaluación de dicho proyecto, a través de informes de avance e informe final tanto de los aspectos técnicos como de los financieros, es responsabilidad de las unidades académicas y administrativas correspondientes del Instituto Tecnológico a su cargo. En este sentido, el director responsable del proyecto deberá entregar informes semestrales para verificar los resultados obtenidos en su institución. Una vez que los informes académicos hayan sido avalados por las unidades correspondientes, deberá enviar a esta Dirección el archivo electrónico del informe final en disco compacto, así como las evidencias de los productos obtenidos en formato PDF, acompañado de un oficio de presentación por parte del Director de la Institución. Cabe mencionar que el formato del informe se encuentra disponible en el portal electrónico de la DGEST.

Sin más por el momento, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
*Excellencia en Educación Tecnológica*

*[Signature]*  
**DRA. ANA MARIA MENDOZA MARTÍNEZ**  
**DIRECTORA**

c.c.p. Archivo

AMM/mmp/wica



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE  
 EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE  
 POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Patriciosmo 712 Edif. B 3° Piso, Col. San Juan Mixcoac, Del. Benito Juárez, C.P. 03730, México, D.F.,  
 Tels. Comun. 36-01-86-00 Ext. 65048, e-mail: posgrado@dgest.gob.mx,  
 www.dgest.gob.mx



*Vobos*  
*[Signature]*



TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es	Patentes
Dr. David Sáenz Zamarrón	US Patent US 8107714 B2: Methods for detecting and tagging scene changes. Inventors: Víctor De La Garza, John Moya, David Sáenz <a href="http://www.google.com/patents/US8107714">http://www.google.com/patents/US8107714</a>
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Registro de Diseño Industrial otorgado a solicitud No. MX/f/2018/003369



US008107714B2

(12) **United States Patent**  
**Moya et al.**

(10) **Patent No.:** **US 8,107,714 B2**  
(45) **Date of Patent:** **Jan. 31, 2012**

(54) **METHODS FOR DETECTING AND TAGGING SCENE CHANGES**

- (75) Inventors: **John Moya**, El Paso, TX (US); **David Saenz**, Cuauhtemoc Chih (MX); **Victor De La Garza**, El Paso, TX (US)
- (73) Assignee: **The Board of Regents of the University of Texas System**, Austin, TX (US)
- (\* ) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 1460 days.

(21) Appl. No.: **11/334,040**

(22) Filed: **Jan. 18, 2006**

(65) **Prior Publication Data**

US 2006/0244827 A1 Nov. 2, 2006

**Related U.S. Application Data**

(60) Provisional application No. 60/644,792, filed on Jan. 18, 2005.

**OTHER PUBLICATIONS**

- "Agilent Medalist SJ60 Series IP" Product Data Sheet, *Agilent Technologies*, [http://www.home.agilent.com/upload/cm\\_upload/All/59889938EN.pdf](http://www.home.agilent.com/upload/cm_upload/All/59889938EN.pdf).
- "Dragon S" Product Description, *Camtek Intelligent Imaging*, <http://www.camtek.co.il/php/content/view/65/125>.
- Bahler et al., "Field Test of Nonintrusive Traffic Detection Technologies," *Transport. Res. Record*, No. 1643, 1998, 161-170, TE7.H5 No. 1641-1645 1998.
- Baras et al., "Estimation of traffic platoon structure from headway statistics," *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-24(4):553-559, 1979.
- Beersma et al., "Retinal lattice, visual field and binocularities in flies: Dependence on species and sex," *J. Comp. Physiol.*, 119:207-220, 1977.
- Besl et al., "Automatic visual solder joint inspection," *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 1:42-56, 1985.
- Braitenberg, "Patterns of projections in the visual system of the fly. I. Retina-lamina projections," *Exp. Brain Res.* 3:271-298, 1967.
- Bullock et al., "A neural network for image-based vehicle detection," *Transpn. Res.-C.*, 1:235-247, 1993.

(Continued)

*Primary Examiner* — Nelson D. Hernández Hernández  
*Assistant Examiner* — Chia-Wei A Chen

- (51) **Int. Cl.**  
**G06K 9/00** (2006.01)  
**H04N 7/18** (2006.01)
- (52) **U.S. Cl.** ..... **382/141**; 382/144; 382/145; 348/129; 348/130
- (58) **Field of Classification Search** ..... 348/141, 348/129, 130; 382/141  
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

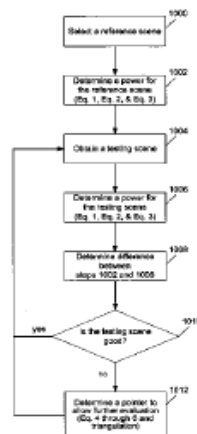
4,707,734	A *	11/1987	Labinger et al.	382/149
5,760,893	A	6/1998	Raymond	356/237.1
6,630,998	B1 *	10/2003	Welchman et al.	356/394
2002/0196965	A1 *	12/2002	Wallace et al.	382/131
2003/0059101	A1 *	3/2003	Safaei-Rad et al.	382/141
2003/0095147	A1 *	5/2003	Daw	345/771

(74) *Attorney, Agent, or Firm* — Fulbright & Jaworski

(57) **ABSTRACT**

Methods for determining a difference between a reference scene and a test scene are provided. An automated process calculates a power of the reference scene and a power of the test scene. The difference between the power of the reference scene and the test scene determines whether there is a variance between the reference scene and the test scene. Variance can be reported to allow further evaluation of the test scene. For example, if the difference exceeds a threshold, the automated process may provide the test scene to a human inspector for further evaluation. Alternatively, the test scene may be provided to a computer for further evaluation.

**23 Claims, 6 Drawing Sheets**





DIRECCIÓN DIVISIONAL DE PATENTES  
SUBDIRECCION DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES AREAS  
MECANICA, ELECTRICA Y DE REGISTROS DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y  
MODELOS DE UTILIDAD  
COORDINACION DEPARTAMENTAL DE EXAMEN AREA DISEÑOS  
INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD  
Expediente de Registro de Diseño Industrial Modelo MX/1/2018/003369

Asunto: Procede el otorgamiento.

Ciudad de México, a 11 de diciembre de 2019.  
No. Folio: 102862

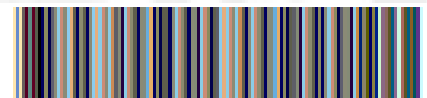
Ramona Leticia CORRAL BUSTAMANTE  
José Martín BERLANGA REYES  
Marco Antonio FLORES TREVIZO  
Río Coyachic, 2543  
Dublán  
31532, CUAUHEMOC, Chihuahua, México

REF: Su solicitud No. MX/1/2018/003369 de Registro de Diseño Industrial presentada el 12 de noviembre de 2018.

En relación con la solicitud mencionada al rubro, comunico a usted que una vez satisfecho lo dispuesto en los artículos 38 y 50 de la Ley de la Propiedad Industrial, se ha efectuado el examen de fondo previsto por el artículo 53 de la citada Ley y se cumplen los requisitos establecidos por los artículos 31, 37 y demás relativos de dicha Ley y su Reglamento, por lo que es procedente el otorgamiento del Registro de Diseño Industrial respectivo. En consecuencia, con fundamento en los artículos 36 y 57 de la Ley de la Propiedad Industrial, se le requiere para que efectúe el pago por la expedición del título y sus primeros cinco años de vigencia y exhiba el comprobante de pago correspondiente ante este Instituto relativo al artículo 9g de la Tarifa vigente.

Para cumplir lo anterior, se le concede un plazo de dos meses, contado a partir del día hábil siguiente a la fecha en que se le notifique el presente oficio en términos de lo dispuesto por el artículo 184 de la LPI, mismo que podrá extenderse por un plazo adicional de dos meses conforme lo señala el artículo 58 de la LPI, comprobando el pago del artículo 31 de la tarifa vigente por cada mes adicional, apercibido que de no hacerlo dentro del plazo inicial o adicional antes precisados, su solicitud se considerará abandonada.

El suscrito firma el presente oficio con fundamento en los artículos 6º fracciones III y XI y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/08/1994, 25/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 28/06/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a) sub inciso III) tercer guión, 4º y 12º fracciones I, II, III, IV y VI del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 7/09/2007); artículos 1º, 3º, 5º fracción V inciso a) sub inciso III) tercer



MX/2018/1/02862



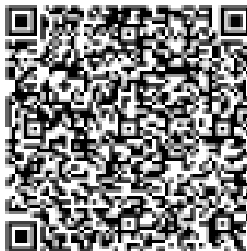
gión, 16 fracciones I, II, III, IV y VI y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 5º incisos e) e l) y penúltimo párrafo del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento.

El presente documento electrónico, su integridad y autenticidad, se podrá comprobar en [www.gob.mx/impi](http://www.gob.mx/impi).

Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, en los trámites que se indican.

**ATENCIÓN**  
**COORDINADOR DEPARTAMENTAL DE EXAMEN ÁREA**  
**DISEÑOS INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD**  
**LUIS SILVERIO PÉREZ ALTAMIRANO**  
LSPA/MJGQ/2019



**Cadena Original**

LUIS SILVERIO PEREZ ALTAMIRANO(00001000000414330844)(Servicio de Administración Tributaria)(132/DIS/MX/2019/102862)(MX/2018/003369)(Cita a pago RLPI (Ley 4) Diseños)(1889)(MJGQ)(Pág(s) 2)(aIdG7z5XKvNqkV9IEO06iBt+5k=

**Sello Digital**

HuJY0feF1yWTVgab+cr+HyYQdadpNVZ4bpokh+mNdQvYMs6f3qfL0x2Ae  
rW689bv2YwVu0bWUssZKzwGAe4w8her1minhU+FBjy7urosv2fPvE8hUmqw  
8n4Zehpp2wBbdGkeMy8CAGA1yY80EkU2+ud0K72PGalPcUh8wMMW8v+ToL/  
F2miWRPQkF3U/trwbG32URFTUpr8PXumE1jd0mXV08AqnaWuPmJf56rWUx  
oxCzYidrzBB8UUVjB+uLvMga8d76XibYRZEIRrSKSz4NLggPxAk1kNZ0iPe  
8hevBRGcwZD7cVbul1Z53osp1dvr1n7O06p8NNXPA==

Para verificar la autenticidad del presente documento, podrá ingresar a la página electrónica <https://validadocumento.impi.gob.mx/>, escaneando el código bidimensional QR que aparece a un costado de la e-firma del Servidor Público que firmó el mismo, indicando, en su caso, el tipo de documento que pretende validar (solicitud, acuse, oficio o promoción); lo anterior, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, en los trámites que se indican; en caso de no contar con lector QR o en su defecto no pueda ser leído por su dispositivo, digitar en la página antes referida el siguiente código: NNNK3cub5cTbPcHUph1QK0dZ5mg=

TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es	Premios
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	1er Lugar. Categoría 30 lbs. Reto del Pacífico Robot Games del Pacífico, llevado a cabo en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en Guayaquil, Ecuador, del 5 al 7 de Dic. del 2018.
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	3er Lugar. Categoría 30 lbs. XII Concurso Internacional Guerra de Robots 2018, llevado a cabo en las instalaciones de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas M.C. Martin Berlanga Reyes	2do Lugar. Categoría 30 lbs. XI Concurso Internacional Guerra de Robots 2017, llevado a cabo en las instalaciones de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN
M.C. Martin Berlanga Reyes	Evento Nacional Tecnológica 2016





# GUERRA DE ROBOTS



**XII CONCURSO INTERNACIONAL GUERRA DE ROBOTS**  
EL EVENTO DE ROBOTICA INTERNACIONAL MAS IMPORTANTE DE MEXICO  
29.30 Y 31 DE AGOSTO

## RECONOCIMIENTO

AL:

### TERCER LUGAR 30LB GUERRA DE ROBOTS

LA MESA DIRECTIVA DE LA RAMA ESTUDIANTIL IESE UPITA-IPN RECONOCE LA DESTACADA PARTICIPACION DEL PRESENTE ESTUDIANTE EN EL CONCURSO INTERNACIONAL GUERRA DE ROBOTS 2018, LLEVADO A CABO EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERIA Y TECNOLOGIAS AVANZADAS DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL LA CIUDAD DE MEXICO.



**Lic. Miguel Romerí Silva Millán**  
SUBSECRETARÍA DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACION SOCIAL



**S. E. P.**  
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
**Men C. Ramon Herrera Grávalos**  
DIRECTOR DE LA UNIDAD EDUCACION



**Ángel Prado Aróstegui**  
DIRECTOR DEL EVENTO  
PRESIDENCIA DE LA RAMA ESTUDIANTIL





Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Cd. Cuauhtémoc, Chih., 27/Mayo/2019

Asunto: CONSTANCIA

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por medio de este conducto se hace CONSTAR que el Dr. DAVID SÁENZ ZAMARRÓN participo como asesor de 17 alumnos miembros del club de Robótica del TecNM/ITCC integrantes de los equipos:

MAXIMO GRADO con el prototipo 4-40 en guerra de 30 lbs.

ESPARTANOS con el prototipo Leonidas en guerra de 30 lbs.

INCHES con el prototipo Inche carrito en guerra de 30 lbs.

BÖOSER ROBOTER con el prototipo Böoser Roboter en sumo R/C

CHIHUAS con el prototipo Chihuas en seguidor de línea.

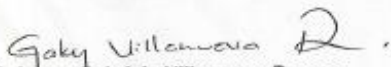
en el evento "XII CONCURSO INTERNACIONAL GUERRA DE ROBOTS" llevado a cabo dentro de las instalaciones de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional en la Ciudad de México, CDMX del 29 al 31 de Agosto del 2018.

Importante mencionar que el prototipo 4-40 obtuvo el 3er lugar en la categoría Batalla 30 libras, Guerra de Robots.

Sin otro particular, se expide la presente a petición del interesado(a) para los usos y fines que el (la) mismo(a) disponga, en Cd. Cuauhtémoc, Chih., el día veintisiete del mes de Mayo de 2019.

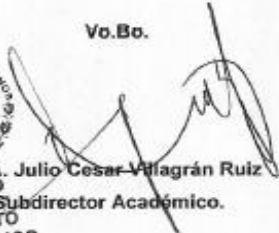
**ATENTAMENTE**

*"Engrandecer el espíritu, para engrandecer mi patria"*

  
M.C. Laura Gabriela Villanueva Romero  
Jefa de la División de Estudios de Posgrado  
e Investigación.



Vo.Bo.

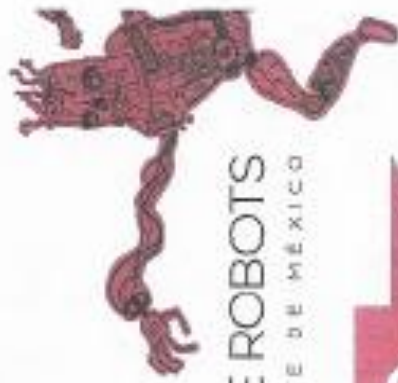
  
M.A. Julio Cesar Vilagrán Ruiz  
Subdirector Académico.  
S.E.P.  
INSTITUTO  
TECNOLÓGICO  
CD. CUAUHTÉMOC  
DEPTO. DE DIVISIÓN  
DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN



Av. Tecnológico  
Cd. Cuauhtémoc  
Tel. y Fax



# GUERRA DE ROBOTS



XI CONCURSO INTERNACIONAL GUERRA DE ROBOTS  
EL EVENTO DE ROBÓTICA INTERNACIONAL MÁS IMPORTANTE DE MÉXICO

## RECONOCIMIENTO

AL:

### SEGUNDO LUGAR 30LB

LA MESA DIRECTIVA DE LA RAMA ESTUDIANTIL IEEE UPIITA-PN RECONOCE LA DESTACADA PARTICIPACIÓN DEL PRESENTE EN SU UNDÉCIMA EDICIÓN DEL CONCURSO INTERNACIONAL GUERRA DE ROBOTS 2017, LLEVADO A CABO EN LAS INSTALACIONES DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO. ¡FELICIDADES!



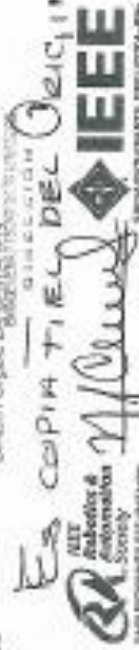
Lic. Miguel Romero Silva Milán  
SUBSECRETARÍA DE SERVICIOS EDUCATIVOS  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



M. en C. Ramón Ferrero Avila  
DIRECTOR DE LA UPIITA-PN  
SUBSECRETARÍA DE SERVICIOS EDUCATIVOS  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



Angel Prado Arístegui  
DIRECTOR DEL EVENTO  
PRESENCIA DEL ALUMNO ESTUDIANTE



M.C. Nancy Ivette Arana De las Casas





# ROBOT GAMES

## RETO DEL PACIFICO

OTORGA EL SIGUIENTE CERTIFICADO AL PROTOTIPO

4-40

Por obtener el **1er. LUGAR** en la categoría Patata No. 30 lb en el

**"RETO DEL PACÍFICO ROBOT GAMES"**

Realizado en Guayaquil del 5 al 7 de Diciembre del **2018** en la

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**



M. Sc. Efran Herrera.  
CLUB DE ROBÓTICA ESPOL





Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

"2019, Año del Centenario del Sr. Emiliano Zapata"

Cd. Cuauhtémoc, Chih. 27 Mayo/2019

Asunto: **CONSTANCIA**

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por medio de este conducto se hace CONSTAR que el Dr. DAVID SÁENZ ZAMARRÓN participo como asesor de 5 alumnos, miembros del club de Robótica del TecNM/ITCC integrantes del equipo MAXIMO GRADO con el prototipo 4-40, en el evento ROBOT GAMES RETO DEL PACIFICO llevado a cabo en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en Guayaquil, Ecuador; del 5 al 7 de Diciembre del 2018.

Importante mencionar que el prototipo obtuvo el 1er lugar en la categoría Batalla 30 libras.

Sin otro particular, se expide la presente a petición del interesado(a) para los usos y fines que el (la) mismo(a) disponga, en Cd. Cuauhtémoc, Chih., el día veintisiete del mes de Mayo de 2019.

**ATENTAMENTE**  
*"Engrandecer el espíritu, para engrandecer mi patria"*

Vo.Bo.

*Gaby Villanueva*  
M.C. Laura Gabriela Villanueva Romero  
Jefa de la División de Estudios de Posgrado  
e Investigación.



**S.E.P.**  
**INSTITUTO**  
**TECNOLÓGICO**  
**CD. CUAUHTÉMOC**  
**DEPTO. DE DIVISIÓN**  
**DE ESTUDIOS**  
**DE POSGRADO**  
**E INVESTIGACIÓN**

*M.A. Julio Cesar Villagrán Ruiz*  
M.A. Julio Cesar Villagrán Ruiz  
Subdirector Académico.



Av. Tecnológico 127, C.P. 31500  
Cd. Cuauhtémoc, Chih., Méx.  
Tel. y Fax: 425 581 1707

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhémoc

Otorga el presente

**RECONOCIMIENTO**

A

**M.C. JOSÉ MARTÍN BERLANGA REYES**

Por su excelente participación como ASESOR en el

**EVENTO NACIONAL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2016***Con el Proyecto **TECNO CERRADURAS** de la Categoría Servicio*

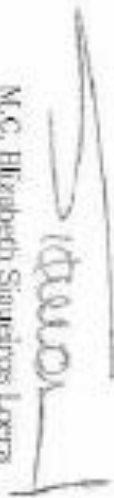
Realizado dentro del marco de festejo del

**XXV ANIVERSARIO**

El día 25 de Mayo de 2016

*Ayentamente*

Engracécer el eskritu, para engracécer mi Patria®

  
M.C. Elizabeth Sigüenza Loera  
Directora del ITCC

Cd. Cuauhémoc, Chih., Mayo de 2016





TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es	Prototipos
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas M.C. J. Francisco Alatorre Ávila	Robot manipulador guiado por el Robotics Toolbox de Matlab y actuado en sistemas embebidos.
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Plotter Vertical de 1m <sup>2</sup>
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Prototipo de Brazo-Robot para Oncología.
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Deshidratador de Alimentos
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Prototipo para terapia o ablación de cáncer mediante microondas.



SEP

DGEST

SNEST

---

Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc

## Plotter Vertical de 1m<sup>2</sup>



**PROTOTIPO**

---

Autores:

Dr. David Sáenz Zamarrón

M.C. Nancy Ivette Arana de las Casas

Dr. Javier Vega Pineda

---

## RESUMEN

En el mercado existen muchos tipos y tamaños de plotters, los hay desde los que son capaces de dibujar en papel hasta los que pueden grabar o cortar sobre superficies más duras como vidrio, piedra, madera, lamina, etc. Este proyecto nace de la inquietud de elaborar un prototipo que permita posicionar una herramienta en el espacio utilizando 2 ejes ( $x, y$ ) para así poder utilizar una herramienta (pluma neumática) y realizar impresiones de tamaño considerablemente grande.

El proyecto consiste en crear un plotter con diferentes especificaciones para poder utilizarlo en más de un tipo de impresión y en diferentes materiales de grandes dimensiones. Para lograr la construcción del prototipo, el trabajo se dividió en tres áreas: mecánica, electrónica y computacional.

En la parte mecánica se desarrolló el diseño de la estructura del prototipo, se utilizaron perfiles de aluminio para crear el esqueleto, se construyeron los ejes haciendo uso de un mecanismo tornillo tuerca y también se escogieron los motores que darían movimiento a la herramienta (pluma neumática).

En la parte electrónica se diseñó el circuito que controlara los dos motores de corriente alterna los cuales proveen el movimiento a la herramienta. En la parte computacional se desarrolló el software para controlar el prototipo, se creó una interfaz de usuario para que fuera fácil su utilización.

Como resultado se tiene que en conjunto los subsistemas mecánico, electrónico y computacional lograron cumplir con éxito las expectativas del proyecto, ya que se logró imprimir imágenes con el prototipo.

# INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>INDICE</b> .....	iii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	xv
<b>I INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II ANTECEDENTES DE PLOTTERS</b> .....	3
2.1 Trazadores de plumas .....	3
2.2 Trazadores de chorro .....	3
2.3 Historia de los plotters .....	4
2.4 Proyecto GraffitiWriter (EEUU 1998).....	5
2.5 Proyecto Hektor (Suiza2002).....	5
2.6 Proyecto Rita (Suiza2005) .....	5
2.7 Proyecto Esmaco (Colombia - 2006) .....	6
2.8 Proyecto Muisca (Colombia - 2007) .....	7
2.9 Precios de plotters en el mercado .....	8
2.9.1 Plotter de corte marca Creation modelo CT-630.....	8
2.9.2 Potter Creation modelo CTN1200 .....	9
<b>III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	11
<b>IV JUSTIFICACIÓN</b> .....	12
<b>V OBJETIVOS</b> .....	13
5.1 General.....	13
5.2 Específicos.....	13
<b>VI HIPOTESIS</b> .....	15
<b>VII LIMITACIONES Y DELIMITACIONES</b> .....	16
7.1 Limitaciones .....	16
7.2 Delimitaciones .....	16
<b>VIII FUNDAMENTOS TEORICOS</b> .....	17
8.1 Fundamento Mecánico.....	17
8.1.1 Cremallera y piñón .....	17
8.1.2 Tornillo sin fin o sin fin corona.....	18
8.1.3 Mecanismo tornillo tuerca .....	18

8.2 Fundamento Electrónico .....	20
8.2.1 Motores por pasos.....	20
8.2.2 Motor por pasos de reluctancia variable.....	21
8.2.3 Motor por pasos de imán permanente .....	22
8.2.4 Motor por pasos híbrido .....	22
8.2.5 Motores unipolares.....	22
8.2.6 Motores bipolares.....	23
8.2.7 Maquinas de CA.....	24
8.2.8 Motores de inducción .....	24
8.2.9 Motores monofásicos .....	26
8.2.10 Motor universal .....	26
8.2.11 Control de velocidad de los motores universales.....	28
8.2.12 Motores de inducción monofásicos.....	29
8.2.13 Arranque de los motores de inducción monofásicos .....	31
8.2.14 Embobinados de fase partida.....	32
8.2.15 Motores con arranque por condensador.....	33
8.2.16 Motores con condensador partido permanente y motores de arranque y de giro por condensador .....	34
8.2.17 Motores de polos sombreados .....	37
8.2.18 Comparación de los motores de inducción monofásicos .....	37
8.2.19 Control de velocidad de los motores de inducción monofásicos.....	38
8.2.20 Control electrónico de motores monofásicos .....	39
8.2.21 Tiristores .....	39
8.2.22 Características de los tiristores .....	39
8.2.23 Activación del tiristor.....	41
8.2.24 Triac.....	41
8.2.25 Disparo del triac .....	42
8.2.26 Formas de onda generadas por los triacs .....	42
8.2.27. Monoestable 555.....	44
8.2.28 Convertidor Digital-Análogo .....	45
8.2.29 Sensores.....	46
8.2.30 Encóders incrementales .....	48
8.2.31 Sensores infrarrojos optoacoplados .....	49

8.2.32 Interface entre sensores y computadora .....	50
8.3 Fundamento Computacional .....	51
8.3.1 Que es un Device Driver .....	51
8.3.2 Desarrollo de un Device Driver.....	52
8.3.3 Device Drivers en MS-DOS.....	53
8.3.4 Programas residentes en MS-DOS .....	53
8.3.5 Rutinas de servicio de interrupción de DOS.....	54
8.3.6 Device Drivers en Windows .....	56
8.3.7 Subsystem.....	56
8.3.8 Función main de un Driver.....	57
8.3.9 IRQL .....	57
8.3.10 IRP.....	58
8.3.11 Mapas de bits (BMPs) .....	59
<b>IX RECURSOS NECESARIOS .....</b>	<b>64</b>
9.1 Perfiles de aluminio .....	64
9.2 Tornillos de diferente tipo y tamaño .....	67
9.3 Motores .....	68
9.4 Herramienta .....	70
9.5 Plastiacero .....	72
9.6 Elementos electrónicos e instrumentos .....	72
9.7 Recursos de software utilizados.....	75
9.7.1 Microsoft Windows 98 Segunda Edición .....	76
9.7.2 Turbo C++ 3.0.....	76
9.7.3 Microsoft Windows XP.....	77
9.7.4 Visual Studio 2005 .....	78
9.7.5 Windows Driver Kit (WDK) .....	78
9.7.6 Ddkbuild .....	79
9.7.7 DebugView .....	79
<b>X. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>82</b>
<b>XI. LUGAR DONDE SE REALIZA EL PROYECTO.....</b>	<b>84</b>
<b>XII DESCRIPCION DEL PROYECTO .....</b>	<b>85</b>
12.1 Diseño mecánico .....	85
12.1.1 Ensamble de la estructura básica.....	85

12.1.2	Ensamble de rieles.....	87
12.1.3	Ensamble de rodamientos.....	87
12.1.4	Ensamble del carro.....	89
12.1.5	Fabricación de las bases para motor.....	90
12.1.6	Acoplamiento del motor en su base.....	91
12.1.7	Ensamble del balero en su base.....	92
12.1.8	Fabricación de la base para el motor a pasos.....	94
12.1.9	Fabricación de tuercas para el eje del motor.....	96
12.1.10	Creación del orificio guía para el tornillo.....	98
12.1.11	Ensamble de todos los elementos del carro.....	98
12.1.12	Ensamble del carro en el cuadro.....	99
12.1.13	Colocación de los soportes de apoyo del prototipo.....	100
12.1.14	Colocación de la herramienta de impresión (aerógrafo).....	100
12.1.15	Colocación de perfiles perforados.....	101
12.1.16	Colocación de sensores ópticos.....	102
12.1.17	Colocación de sensores de límite.....	102
12.1.18	Prototipo mecánico terminado.....	103
12.1.19	Cálculos de velocidades.....	104
12.2	Diseño electrónico.....	105
12.2.1	Diseño del control electrónico.....	105
12.2.2	Monoestable 555.....	109
12.2.3	Convertidor analógico digital DAC.....	110
12.2.4	Fase de control a 120V ac.....	113
12.2.5	Descripción del circuito de control.....	114
12.2.6	Interface entre PC y circuito de control.....	122
12.2.7	Descripción matemática del circuito.....	125
12.2.8	Utilización del motor por pasos.....	127
12.2.9	Sistema de control realimentado.....	129
12.2.10	Circuito impreso.....	130
12.3	Diseño computacional en MS-DOS.....	133
12.3.1	Abrir la imagen.....	133
12.3.2	Llenar estructuras de encabezado.....	133
12.3.3	Obtener matriz de pixeles.....	134

12.3.4 Recorrer matriz de píxeles.....	134
12.3.5 Enviar al puerto paralelo.....	138
12.3.6 Interfaz de usuario.....	139
12.4 Desarrollo en Microsoft Windows.....	142
12.4.1 Abrir la imagen.....	143
12.4.2 Usar los píxeles de la imagen.....	143
12.4.3 Recorrido de los píxeles de la imagen.....	144
12.4.4 Enviar al puerto paralelo.....	144
12.4.5 Interfaz de usuario.....	146
12.4.5 Lectura del encoder.....	145
<b>XIII RESULTADOS.....</b>	<b>149</b>
<b>XIV CONCLUSIONES.....</b>	<b>156</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>157</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>162</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>169</b>
A. Manual de usuario.....	169
B. Definición de partes mecánicas.....	180
C. Accesorios.....	190
D. Hojas de especificaciones de los elementos electrónicos utilizados.....	192
E. Código fuente del programa.....	208
F. Clases de C# utilizadas en el desarrollo.....	236
G. Generación del proyecto en Visual C#.....	245

# I INTRODUCCIÓN

A lo largo de un proceso de manejo de datos es necesario comúnmente que una determinada información sea copiada en papel y entregada al usuario, para que este proceda a su uso o archivo, es por esto que se hace imperativa la necesidad que exista un dispositivo que cumpla esta función. Estos dispositivos son las impresoras, pero cuando el usuario tiene la necesidad de imprimir algo en formato grande hace uso de un plotter.

La creación de plotters para la impresión de imágenes digitales de gran tamaño ha tenido un vertiginoso avance a través del tiempo, estos básicamente son contruidos para la impresión de imágenes por inyección de tinta; otros están orientados al corte de materiales blandos como estampas, ropa; otros tipos de plotters están diseñados para trabajar con materiales duros como madera, acero, etc.

Los plotters son periféricos que efectúan dibujos de gran tamaño, usados principalmente en los campos de ingeniería y diseño gráfico. La aparición de los plotters hizo surgir un nuevo concepto en computación, el del dibujo automático, que se realiza mediante un sistema capaz de desplazar una herramienta de dibujo sobre un soporte, esta herramienta puede ser una plumilla, un bolígrafo presurizado, etc.

La construcción del plotter se lleva a cabo con la finalidad de buscar una alternativa para poder realizar dibujos de gran tamaño utilizando la computadora, además se busca poder trabajar en diferentes materiales como lo es la madera y la nieve seca, con la finalidad de realizar figuras de troquelado sobre estos materiales.



El diseño y la elaboración física del plotter se lleva a cabo en el Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, teniendo en cuenta los conocimientos que puedan aportar las carreras existentes en el instituto como son Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Industrial, también es necesario utilizar la maquinaria existente en los talleres para la elaboración de piezas que sean requeridas en el diseño mecánico, así como la utilización de los instrumentos que faciliten el desarrollo del diseño electrónico.

## II ANTECEDENTES DE PLOTTERS

En este capítulo se analizarán algunos de los plotters existentes en el mercado y prototipos académicos que aportarán buenas ideas para el diseño y construcción del que se realiza aquí.

### 2.1 Trazadores de plumas

Estos trazadores imprimen en su salida moviendo una pluma sobre la superficie en una pieza de papel, lo que significa que están restringidos al dibujo lineal, más bien que gráficos de trama como con otras impresoras. Pueden dibujar trazos complejos, incluyendo caracteres de texto, pero lo hacen muy lentamente debido al movimiento mecánico de las plumas. Estos trazadores no son adecuados para crear regiones rellenas pues necesita hacerlo repitiendo pasadas con la pluma, por lo que esta vive poco y, además, el resultado no es muy satisfactorio. Pero puede rellenar un área dibujando una trama de líneas paralelas, paralelas cruzadas, y los distintos tipos de rayados utilizados en delineación.

Suelen tener un tambor con diferentes plumillas para poder cambiar la anchura y el color de los trazos.

El movimiento de la pluma se realiza mediante dos motores: eje  $X$  y eje  $Y$ . El del eje  $X$  mueve las plumillas a lo ancho del papel, mientras que el eje  $Y$  puede adoptar dos variaciones:

Mueve la plumilla verticalmente. Esto se hace en los trazadores pequeños, de tamaño A4 y similares. Son modelos de sobremesa, algunos de los cuales admiten herramientas como brocas o punteros laser para realizar trabajos en plásticos y otros materiales.

Mueve el papel. Es la técnica más utilizada, tanto si el papel va en rollo como si son hojas sueltas (Plotter Wikipedia).

### 2.2 Trazadores de chorro

Sustituyen el carro con las plumillas por inyectores de tinta, similares a los de las impresoras. El dibujo se realiza barriendo el papel de "arriba a abajo", sin necesidad de retroceder ni alterar la velocidad de movimiento, lo que contribuye a

---

### III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para poder construir un dispositivo electromecánico que tenga características similares a las mencionadas en los apartados anteriores es necesario primero plantearse una serie de problemas clave a ser resueltos, estos, se citan a continuación:

- ¿Cómo posicionarse en una superficie dadas las coordenadas deseadas?
- ¿Cómo generar un movimiento lineal a partir de uno giratorio?
- ¿Cómo lograr minimizar la fricción y vibración en el movimiento lineal?
- ¿Cómo implementar una estructura mecánica con rigidez suficiente que permita el movimiento y posicionamiento requerido?
- ¿Cómo incorporar una herramienta que realice el trabajo requerido en una posición determinada?
- ¿Qué actuador debería de utilizarse para proporcionar el movimiento en los ejes cartesianos?
- ¿Cómo debería realizarse el control electrónico del actuador para lograr tener un movimiento adecuado?
- ¿Cómo realizar una interface entre la PC y el circuito de control que le proporcione al usuario una forma cómoda de manipular el graficador?
- ¿Qué lenguaje de programación se debe usar para realizar el software?
- ¿En que sistema operativo se desarrollaría el software?

---

## IV JUSTIFICACIÓN

Mediante la elaboración de este proyecto se pretende formar un centro de diseño mecatrónico que catalice las potencialidades de la institución en esta área como lo son:

- Las humanas, con maestros ampliamente capacitados en temas técnicos y estudiantes entusiastas que desean trabajar.
- Las materiales, con laboratorios, maquinaria e instrumentos que facilitan la etapa de construcción, así como software simuladores que apoyan la etapa de diseño.
- Las administrativas, con una estructura que fomenta y facilita la investigación, el desarrollo tecnológico así como su difusión.

Con la realización del proyecto se amplía la investigación en el área de ingenierías como Mecatrónica, Industrial y Sistemas, abriendo las puertas para la elaboración de otros proyectos.

Se busca construir una herramienta para realizar impresiones de gran tamaño, de calidad y a menor costo que los productos comerciales. La herramienta podría ser utilizada para imprimir en papel u otra superficie, o troquelar madera o nieve seca.

El proyecto también se constituye como un laboratorio permanente, en el que el rediseño y mejora de todos los subsistemas involucrados se realiza en forma continua, permitiendo probar nuevas técnicas y métodos.

---

## V OBJETIVOS

Con la realización de este proyecto se desea construir un prototipo capaz de imprimir en tamaño grande, además que se pueda trabajar sobre diferentes materiales o superficies, realizando trabajos de calidad y a un costo menor que los productos del mercado. Para aclarar se definen de manera específica los objetivos.

### 5.1 General

Construir la electrónica que permita controlar la velocidad de un motor, por medio de esto se logrará proporcionar el movimiento requerido en el diseño.

### 5.2 Específicos

- a). Se deben crear las partes físicas del prototipo mecánico para el mes de noviembre del 2007
- b). Se deben ensamblar las partes físicas del prototipo para diciembre del 2007
- c). Se deben colocar los motores, herramientas, cables, mangueras y otros aditamentos para enero del 2008.
- d). Integración de todo el prototipo con los demás subsistemas para agosto del 2008.
- e). Especificar un dispositivo de potencia que, de manera controlada suministra energía al motor.
- f). Diseñar un modulador que bajo el principio de manipulación de alguna variable eléctrica (intensidad, ancho de pulso, de frecuencia, etc.) controle el dispositivo de potencia.



Ciudad de México, 21/Mayo/2018

Oficio No. M00.2.2/1146/2018

**M.C. ELIZABETH SIQUEIROS LOERA**  
**DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD CUAUHTÉMOC**  
**PRESENTE**

Derivado de la asignación de presupuesto para los proyectos aprobados en la Convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2018-2 para los Institutos Tecnológicos Federales y Centros, hago de su conocimiento la información básica del proyecto de investigación:

<b>Título del Proyecto</b>	Robot manipulador guiado por el Robotics Toolbox de Matlab y actuado en sistemas embebidos		
<b>Clave</b>	6678.18-P		
<b>Vigencia</b>	01 de junio de 2018 al 31 de mayo de 2019		
<b>Director(a) Responsable</b>	Sáenz Zamarrón David		
<b>Colaboradores</b>	Alatorre Ávila José Francisco, Arana de las Casas Nancy Ivette, García Grajeda Enrique		
<b>Entrega de Informes de Avance</b>	<b>1er. Informe</b>	<b>2do. Informe</b>	<b>3er. Informe</b>
	16 al 30 de septiembre de 2018	16 al 31 de diciembre de 2018	16 al 31 de marzo de 2019
<b>Entrega de Informe Final</b>	01 al 30 de junio de 2019		
<b>Monto aprobado</b>	<b>Partida 21701</b>	<b>Partida 31903</b>	<b>Total</b>
	\$240,000.00	\$ 0.00	\$240,000.00

**Partida 21701:** 21101, 21201, 21301, 21401, 21501, 22201, 23101, 23301, 23401, 23501, 23601, 23701, 23901, 23902, 24501, 24601, 24701, 24901, 25101, 25201, 25301, 25401, 25501, 25901, 26105, 29101, 29401, 29501 y 29801.

**Partida 31903:** 33301, 33304, 33601, 33901, 35301, 35401 y 35702.

Los informes técnicos de avance y final del proyecto deberán ser cargados en la plataforma de proyectos <https://dpii.acad-tecnm.mx/proyectos/> en el apartado correspondiente, de acuerdo al periodo establecido en este documento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

**DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ**  
**DIRECTORA DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. CUAUHEMOC



**"PROTOTIPO DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS"**

Asesor : José Martín Berlanga Reyes

Alumnos:

Jesús Daniel Delgado Chávez

Maria Eugenia Palacios Delgado

Cd. Cuauhtémoc, Chih. Al 24 de febrero del 2019



---

# Índice

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
2.1. Marco Teorico General.....	3
2.2. Marco Teorico Especifico .....	4
2.3. Objetivo.....	6
2.3.1. Objetivo general .....	6
2.3.2. Objetivos específicos.....	6
2.4. Justificación .....	7
2.5. Metas .....	8
3. REVISION DE LITERATURA .....	9
3.1. Deshidratación en la historia .....	9
3.2. Reserva de alimentos .....	11
3.3. Tipos de deshidratadores.....	18
3.3.1. Secador de homo .....	18
3.3.2. Secador de cabina o bandeja .....	18
3.3.4. Secadores de túnel.....	19
3.3.5. Secadores con cinta transportadora .....	20
3.4. Logo siemens .....	20
3.5. Fuentes logo .....	21
3.6. Sensores RTD .....	22
3.7. Relevador de estado solido.....	23
3.8. Resistencias .....	23
3.9. Ventiladores.....	24
3.10. Relevadores.....	25
3.11. Contactor .....	25
3.12. Relevador de sobrecarga.....	26
3.13. Disyuntores.....	26
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1. Plan de trabajo.....	28
4.2. Metodologia .....	¡Error! Marcador no definido.



---

4.3. Horario de Trabajo .....	30
5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	31
5.1. Detección de errores en deshidratador anterior .....	31
5.2. Mejoras en deshidratador.....	32
6. BIBLIOGRAFIA .....	37
ANEXO 1. Inspección del equipo .....	38
ANEXO 2. Mejoras al equipo .....	47

---

## Índice de tablas

Tabla 3.1 Nivel de actividad del agua para el crecimiento de microorganismos .....	13
Tabla 3.2. Actividad del agua en algunos alimentos.....	14
Tabla 3.3. Niveles de pH para el crecimiento de microorganismos .....	14
Tabla 3.4. Niveles de pH de alimentos comunes.....	14
Tabla 4.1 Cronograma de actividades.....	28

## Índice de figuras

Figura 2.1 Organigrama .....	5
Figura 3.1 Funcionamiento secador de homo .....	18
Figura 3.2 Funcionamiento secador de cabina o bandeja .....	19
Figura 3.3 Funcionamiento secador de tunel .....	19
Figura 3.4 Funcionamiento secador cinta transportadora.....	20
Figura 3.5 Logo versión 7.....	21
Figura 3.6 Fuente de logo .....	22
Figura 3.7 Sensor .....	22
Figura 3.8 Relevador de estado sólido.....	23
Figura 3.9 Resistencia .....	24
Figura 3.10 Ventilador.....	24
Figura 3.11 Relevador.....	25
Figura 3.12 Contactor .....	25
Figura 3.13 Relevador de sobrecarga.....	26
Figura 3.14 Disyuntor.....	27
Figura 5.1 Alimento quemado .....	31
Figura 5.2 Colocación del ventilador .....	32
Figura 5.3 Sistema implementado.....	33
Figura 5.4 Circuito señalizado.....	33
Figura 5.5 Cabina de deshidratación.....	34
Figura 5.6 Sistema implementado.....	34
Figura 5.7 Charolas para deshidratación.....	35
Figura 5.8 Alimento deshidratado.....	35

---

## 1. INTRODUCCION

La deshidratación es una de las técnicas más antiguamente utilizada para la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la Humanidad proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia.

Hoy en día la industria de alimentos deshidratados constituye un sector muy importante dentro de la industria alimentaria extendido por todo el mundo. El tamaño de las instalaciones varía desde simples secadores solares hasta grandes y sofisticadas instalaciones de secado. En el mercado puede encontrarse una amplia variedad de productos deshidratados (vegetales, frutas, carnes, pescados, cereales y productos lácteos) o formulados a partir de ingredientes deshidratados como es el caso de las salsas y sopas en polvo. Generalmente, se entiende por deshidratación la operación mediante la cual se elimina total o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene. Esta definición puede ser aplicada a sólidos, líquidos o gases y tal como está expresada puede servir para describir varias operaciones unitarias como la evaporación, la adsorción, etc. Sin embargo, su tratamiento teórico y la tecnología empleada las diferencian completamente.

La mayoría de productos agroalimentarios son sólidos por lo que se define mejor la deshidratación como la Operación Básica por la que el agua que contiene un sólido o

## 2.4. Justificación

El prototipo propuesto en Grupo Rosa surgió a partir de ser una herramienta para satisfacer la necesidad de la escasez de alimentos y a la pérdida de los cultivos debido a las costosas técnicas existentes para conservarlos, pero la propuesta está inconclusa y con algunas averías debido a su discontinuidad del proyecto.

Este prototipo cuenta además con una básica programación que lo único que hacía era activar las resistencias un tiempo determinado, apagar las resistencias en base a la temperatura y humedad de un sensor muy inestable, impráctico y que variaba mucho la temperatura. Debido a esto la temperatura dentro del deshidratador se encontraba por encima de lo requerido para secar los alimentos, el calor se concentraba en la parte superior por lo que en la parte inferior se encontraba fruta o algún comestible aún con agua, lo que consecuentemente se convertía en pérdida o se tenía que dejar en la siguiente ronda de secado.

La propuesta no fue pensada en las consecuencias de la humedad, por lo que la oxidación se encontraba presente al momento de realizar el secado que ha sido uno de los factores más agresivos para el prototipo.

Uno de los inconvenientes que presentan los pequeños productores al momento de la cosecha es el qué hacer con los excedentes de su producción, es decir cómo conservar los alimentos producidos y/o almacenarlos por lo que estos se pierden por exposición a los agentes atmosféricos, contaminación por microorganismos o ataque de plagas Pos cosecha. En algunas ocasiones tienen como práctica el secado directo o al aire libre, la cual se ve afectada por una serie de factores externos ya que no se mantiene la temperatura continua y estable, sumado a los cambios de la calidad en el aire, que varía constantemente, no hay una transferencia de calor y movimiento de aire necesario, para que la evaporación del agua sea uniforme, trayendo como consecuencia que el agua o el vapor del agua no se eliminan en unas horas del alimento, se necesitan varios días, además del arduo trabajo consistente en sacar al

exterior y volver a guardar los alimentos diariamente.

Para contrarrestar las desventajas del secado al aire libre se han diseñado deshidratadores automatizados, como es el caso del que está en Grupo Rosa. Este diseño tiene algunos inconvenientes y no está adecuado a las normalizaciones de alimentos, por lo que es necesario un estudio de ingeniería para que esté listo para ser comercializado.

## 2.5. Metas

1. Inspección del equipo deshidratador
2. Verificación de la programación
3. Pruebas iniciales
4. Detección de errores en el equipo deshidratador
5. Reestructuración de modelo
6. Aplicación de mejoras
7. Pruebas del nuevo funcionamiento
8. Ajustes finales
9. Pruebas finales
10. Documentación



Ciudad de México, 21/Mayo/2018

Oficio No. M00.2.2/1148/2018

**M.C. ELIZABETH SIQUEIROS LOERA**  
**DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD CUAUHTÉMOC**  
**PRESENTE**

Derivado de la asignación de presupuesto para los proyectos aprobados en la Convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2018-2 para los Institutos Tecnológicos Federales y Centros, hago de su conocimiento la información básica del proyecto de investigación:

<b>Título del Proyecto</b>	Prototipo para terapia o ablación de cáncer mediante microondas		
<b>Clave</b>	6680.18-P		
<b>Vigencia</b>	01 de junio de 2018 al 31 de mayo de 2019		
<b>Director(a) Responsable</b>	Corral Bustamante Ramona Leticia		
<b>Colaboradores</b>	Trujillo Salas Reynaldo, Heiras Torres Alberto, Mendoza Olivas Hortencia, Berlanga Reyes José Martín		
<b>Entrega de Informes de Avance</b>	<b>1er. Informe</b>	<b>2do. Informe</b>	<b>3er. Informe</b>
	16 al 30 de septiembre de 2018	16 al 31 de diciembre de 2018	16 al 31 de marzo de 2019
<b>Entrega de Informe Final</b>	01 al 30 de junio de 2019		
<b>Monto aprobado</b>	<b>Partida 21701</b>	<b>Partida 31903</b>	<b>Total</b>
	\$100,000.00	\$ 0.00	\$100,000.00

**Partida 21701:** 21101, 21201, 21301, 21401, 21501, 22201, 23101, 23301, 23401, 23501, 23601, 23701, 23901, 23902, 24501, 24601, 24701, 24901, 25101, 25201, 25301, 25401, 25501, 25901, 26105, 29101, 29401, 29501 y 29801.

**Partida 31903:** 33301, 33304, 33601, 33901, 35301, 35401 y 35702.

Los informes técnicos de avance y final del proyecto deberán ser cargados en la plataforma de proyectos <https://dpii.acad-tecnm.mx/proyectos/> en el apartado correspondiente, de acuerdo al periodo establecido en este documento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

**DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ**  
**DIRECTORA DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
DIRECCIÓN DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

## DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BRAZO-ROBOT PARA ONCOLOGÍA

Dra. R. Leticia Corral Bustamante<sup>1</sup>, M.C. José Martín Berlanga Reyes<sup>2</sup>, M.A. Hortencia Mendoza Olivas<sup>3</sup>,  
Francisco Alexis Cordero Zúñiga<sup>4</sup>, José Ramón Acosta Cerda<sup>5</sup>, Paul Eduardo Hernández Ríos<sup>6</sup>, Álvaro Adrián  
Pavón González<sup>7</sup> y Sergio Ledezma Ruelas<sup>8</sup>

**Resumen**—Este trabajo consiste en el diseño de un prototipo piloto de brazo-robot controlado por computadora para distintos fines de corte oncológico, tales como diagnóstico de tumores, dar terapia de cáncer mediante microondas o bien, realizar la ablación completa del tumor en órganos a pacientes, con el objetivo de contribuir con equipo automatizado que permita realizar labores sin una completa intervención de un cirujano oncológico en el Estado de Chihuahua, como hasta ahora se ha venido realizando. Se hará uso de la técnica de terapia de coagulación por microondas, mediante la cual se inserta una antena delgada de microondas que calienta el tumor, produciendo una región coagulada donde mueren las células cancerosas. El prototipo piloto para diagnóstico de tumores una vez evaluado en el sector salud, nos permitirá continuar con la elaboración del prototipo definitivo para dar terapia y ablación mediante microondas. En este artículo se describe el caso de terapia de cáncer mediante microondas.

**Palabras clave**—Brazo-robot, Terapia de Cáncer mediante Microondas, Ecuación de Biocalor, Antena, Temperatura

### Introducción

La búsqueda del hombre de crear herramientas para proporcionar la cura de tumores cancerígenos, ha impactado en el área de robótica (Croner 2015 y Tsung 2014), repercutiendo en el uso de tecnologías cada vez más avanzadas con miras a erradicar la enfermedad de cáncer cada vez más persistente desde el siglo pasado y hasta el presente. La creación de estas herramientas nos ha llevado a un mundo donde los sistemas automatizados y sus aplicaciones son la opción con mayor precisión a este respecto.

El objetivo de este proyecto es ofrecer una herramienta mecánica controlada mediante computadora, que pueda realizar un trabajo continuo y sistemático, y que pueda realizar labores sin una completa intervención de un cirujano oncológico, y que su función sea la de dar terapia mediante microondas sin poner en riesgo la vida o integridad física de las personas, sin exponer al experto a la radiación que se desprende de la realización de esta función manual en la actualidad en el Estado de Chihuahua, México.

Esta herramienta para diagnosticar tumores, tiene otras funciones de corte oncológico, tales como dar terapia de cáncer mediante microondas en órganos (Lee et al. 2016, Potretzke et al. 2016, Santambrogio et al. 2016, Roberts y Fazli, 2016; Chinnaratha, et al., 2016). La cual es una técnica en la que se inserta una antena delgada de microondas que calientan el tumor (Saito, et al., 2001; Bala, et al., 2013), produciendo una región coagulada donde se mueren las células cancerosas. En el área de oncología, se modela el campo electromagnético acoplado a la ecuación de biocalor (Saito, et al., 2001).

<sup>1</sup> R. Leticia Corral Bustamante es Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc (TecNM/ITCC), Chihuahua, México. leticiacorral16@gmail.com (**autora correspondiente**).

<sup>2</sup> M.C. José Martín Berlanga Reyes es Catedrático del Departamento de Metal-Mecánica y División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, martin.berlanga@gmail.com

<sup>3</sup> M.A. Hortencia Mendoza Olivas es Catedrática del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. solotenchita57@hotmail.com

<sup>4</sup> Francisco Alexis Cordero Zúñiga es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. alexiscz042@hotmail.com

<sup>5</sup> José Ramón Acosta Cerda es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. ramon.pepejr@gmail.com

<sup>6</sup> Paul Eduardo Hernández Ríos es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. pehr98@hotmail.com

<sup>7</sup> Álvaro Adrián Pavón González es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. alvarito\_1298@hotmail.com

<sup>8</sup> Sergio Ledezma Ruelas es Estudiante del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. sergioldezma1998@gmail.com





**ÁREA:  
METAL-MECANICA**

**“INFORME TECNICO”**

**“CONTROL DE NIVEL DE PILAS  
DE AGUA”**

**ALUMNO: JOSÉ ROMO MEDRANO**

**NO. CONTROL: 11610277**

**ASESOR: M.C. JOSÉ MARTÍN BERLANGA REYES**

**Cd. Cuauhtémoc Chih., a Enero de 2019**



# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

Grupo La Norteña, es una organización preponderantemente frutícola dedicada a la producción de manzana por más de 35 años. En éste giro no sólo se ha consolidado como el principal productor en México, sino que se ha colocado también en los primeros lugares de Latinoamérica.

Por medio de la subsidiaria denominada Servicio Mecánico del Noroeste S. A. de C. V. la organización proporciona servicio de mantenimiento y reparación a toda su flota de maquinaria pesada, agrícola, equipo eléctrico y de transporte.

Se cuenta con taller de torno y maquinado, soldadura y herrería, carrocería, reparación de motores diesel y gasolina, taller eléctrico y carpintería.

En esta empresa labora personal especializado en las diferentes áreas que se requieren para mantener en condiciones de trabajo el equipo de la organización.

Tal es el caso de área de abastecimientos, localizado en el área de servicio mecánico que cumple con el abastecimiento de artículos necesarios para la realización de estas importantes actividades.

El principal encargado de abastecer a estas áreas de servicio mecánico es, área de abastecimientos de La Norteña por lo cual tiene que realizar sus operaciones lo más breve que se sea posible.

TABLA RESUMEN LINEA 1: ROBOTICA Y CONTROL

Profesor/es	Tesis
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Desarrollo de Algoritmos Distribuidos Usando Matlab R2015a Aplicado a Procesamiento de Imágenes. / Eduardo Alejandro Antillón Muñoz
Dr. David Sáenz Zamarrón	Detección de Pose Humana Mediante Análisis de Información RGB-D / Huber Eustacio Orozco Rodríguez
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Aumento en la Capacidad de Producción del Proceso de Acabado. / Rubí Yazmin Meléndez Medrano
M.C. J. Francisco Alatorre Ávila M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Desarrollo de la Plataforma GSM/GPRS con Raspberry Pi para la Automatización interna en organizaciones.
Dr. David Sáenz Zamarrón M.C. Nancy I. Arana De las Casas	Integración de herramientas de software libre en Raspberry Pi y armado de cluster SRC
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Jesus Javier Perez Corral - 17/03/2016
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Jorge Uday Naciff Arroyo - 8/11/2016
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Josue Gandarilla Armendariz - 17/03/17
M.C. José Martín Berlanga Reyes	Rene Antonio Varela Hernández 5/04/17



## CONSTANCIA DE EXENCIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL

De acuerdo con el instructivo vigente de Titulación, que no tiene como requisito la sustentación del Examen Profesional para efecto de obtención de Título, en las opciones VIII, IX y Titulación Integral, el jurado HACE CONSTAR que el (a) c. Rubi Jazmin Meléndez Medrano número de control 11610273 egresado(a) del Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc clave 06DIT00134 que cursó la carrera de Ingeniería Meatrónica

Cursó satisfactoriamente con lo estipulado en la opción Titulación Integral Tercer Aumento de capacidad de producción del proceso de acabado

El (a) Presidente(a) del Jurado le hizo saber al sustentante el Código de Ética Profesional y le juró la Protesta de Ley, una vez escrita y leída la firmaron las personas que en el acto protocolario intervinieron, para los efectos legales a que haya lugar, se asienta la presente en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, el día 23 del mes de febrero del año 2018

PRESIDENTE(A)

Doctores Ciencias en Ingeniería ElectrónicaDavid Sena ZamoraCédula Profesional 10253063

 SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL  
 SEMEFO  
 DECCIÓN DE ASUNTOS TECNOLÓGICOS  
 Y ASESORIA TECNOLÓGICA

SECRETARÍA(A)

Maestría en Ingeniería Industrial Ingeniería MeatrónicaM. L. OrtaMarly Ivette Orta de los Angeles  
Cédula Profesional 10253067

VOCAL

Francisco Irigoyen O.Cédula Profesional 1738566



**CONSTANCIA DE EXENCIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL**

De acuerdo con el instructivo vigente de Titulación, que no tiene como requisito la sustentación del Examen Profesional para efecto de obtención de Título, en las opciones VII, IX y Titulación Integral, el jurado **HACE CONSTAR** que el (la) C. Alma Cristina Villar Estrada

\_\_\_\_\_ número de control 14610063 egresado(a) del Instituto Tecnológico de Cd Cuauhtémoc clave 02DITAC13Y que cursó la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

Cumplió satisfactoriamente con lo estipulado en la opción Titulación Integral  
Tesis: Integración de herramientas de software libre en Raspberry Pi y armado de cluster sec

El (la) Presidente(a) del Jurado le hizo saber al sustentante el Código de Ética Profesional y le tomó la Protesta de Ley, una vez escrita y leída la firmaron las personas que en el acto protocolario intervinieron para los efectos legales a que haya lugar, se asienta la presente en Cd. Cuauhtémoc, D.F. el día 20 del mes de noviembre del año 2019



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
SECRETARÍA PROFESIONAL  
DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN  
CARRERA DE CUAUHTÉMOC

**PRESIDENTE(A)**  
Maestro en Administración  
Enrique García Grajeda  
Cédula Profesional: 9769557

**SECRETARIO(A)**  
Doctor en Ciencias en Ingeniería Electrónica  
David Salazar Zamora  
Cédula Profesional: 10253063

**VOCAL**  
Maestra en Ingeniería Industrial  
Nancy Ivette Prado de las Casas  
Cédula Profesional: 10253064



CONSTANCIA DE EXENCIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL

De acuerdo con el instructivo vigente de Titulación, que no tiene como requisito la sustentación del Examen Profesional para efecto de obtención de Título, en las opciones VIII, IX y Titulación Integral, se suscribe

HACE CONSTAR: que el (ta) C. EDUARDO ALEJANDRO ANTONIO MUÑOZ  
número de control 10611691 egresado(a) del  
Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc clave 08BITC0139  
que cursó la carrera de INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Cumplió satisfactoriamente con lo estipulado en la opción TITULACIÓN INTEGRAL  
"Desarrollo de Algoritmos Distribuidos Usando MATLAB R2015A  
Apliquados al Proceso de Ingeniería"

El (ta) Presidente(a) del Jurado le hizo saber al sustentante el Código de Ética Profesional y le tomó la Profesión de Ley, una vez escrita y leída la firmaron las personas que en el acto protocolario intervinieron, para los efectos legales a que haya lugar, se suscribe la presente en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, el día 6 del mes de Mayo del año 2016.

**PRESIDENTE(A)**  
Martha de la Cruz y Jazmin Elizavira  
  
MARÍA DE LA CRUZ JAZMIN ELIZAVIRA  
Cédula Profesional: 3581855



**SECRETARÍA(A)**  
Ing. Sistema Computacionales  
  
ENRIQUE MARÍA MEDINA  
Cédula Profesional: 3101809

**VOCAL**  
Ing. Sistema Computacionales  
  
JOSÉ FERNANDO ÁLVAREZ ACOSTA  
Cédula Profesional: 3115411



CONSTANCIA DE EXENCIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL

De acuerdo con el instructivo vigente de Titulación, que no tiene como requisito la sustentación del Examen Profesional para efecto de obtención de Título, en las opciones VII, IX y Titulación Integral, el Jurado

HACE CONSTAR que el (la) C. Marcia Angelica Villar Estrada  
número de control 14610664 egresado(a) del  
Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc clave 08DIT00134  
que cursó la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

Cumplió satisfactoriamente con lo estipulado en la opción Titulación Integral,  
Desarrollo de la Plataforma GSM/GPRS con  
Raspberry Pi para la automatización de la  
comunicación interna en organizaciones  
TESIS

El (a) Presidente(a) del Jurado le hizo saber al sustentante el Código de Ética Profesional y le tomó la Promesa de Ley, una vez escrita y leída la firmaron las personas que en el acto protocolario intervinieron, para los efectos legales a que haya lugar, se asienta la presente en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, el día 30 del mes de Noviembre del año 2019.



PRESIDENTE(A)

Maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación  
JAA  
José Francisco Platorre Sutila  
Cédula Profesional: 10991249

SECRETARIO(A)

Maestría en Ingeniería Industrial  
M. A. Arana De Las Casas  
Cédula Profesional: 10253064

VOCAL

Licenciada en Informática  
Gladys Edilma Trejo Márquez  
Cédula Profesional: 6599153

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

---

***“DETECCIÓN DE POSE HUMANA MEDIANTE  
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RGB-D”***

***TESIS***

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE**

***MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA***

**PRESENTA:**

***ING. HUBER EUSTACIO OROZCO RODRÍGUEZ***

**DIRECTORES DE LA TESIS:**  
***DR. MARIO IGNACIO CHACÓN MURGUÍA***  
***DR. DAVID SÁENZ ZAMARRÓN***



**TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO**



**CHIHUAHUA, CHIH., JUNIO 2015**

---





"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

A QUIEN CORRESPONDA:

Por este conducto se hace constar que durante el periodo de Enero a Diciembre del 2016, el (la) M.C José Martín Berlanga Reyes, cumplió en tiempo y forma con la comisión asignada como ASESOR DE TESIS terminada de estudiantes del tecNM de los siguientes estudiantes:

ALUMNO	FECHA DE EXAMEN
JESUS JAVIER PEREZ CORRAL	17 DE MARZO DEL 2016
JORGE UDAY NACIFF ARROYO	8 DE NOVIEMBRE DEL 2016

Se extiende la presente para los fines legales que se crean convenientes en la Cd. de Cuauhtémoc, Chih., a los treinta y un días del mes de Julio del año dos mil diez y siete.

ATENIAMENTE

"Engrandecer el espíritu para engrandecer mi patria"

  
ING. Reynaldo Trujillo Salas  
Jefe del Depto. de Metal-Mecánica

  
MC Jose Maria Morales Suenz  
Subdirector Académico  
V.O.Bo

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
LEPTO METAL MECÁNICA





Cd. Cuahutémoc, Chih., **11/ Junio/ 2018**

Asunto: **CONSTANCIA**

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por este conducto se hace constar que durante el periodo de Enero a Diciembre del 2017, el (la) M.C. JOSÉ MARTÍN BERLANGA REYES, cumplió su función y forma con la comisión asignada como DIRECTOR DE TESIS de los siguientes DOS estudiantes del TecNM:

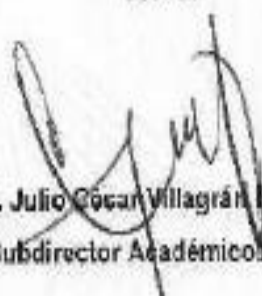
Fecha del examen	Nombre	Carrera	LIBRO	NUMERO DE FOJA
17/03/2017	JOSJE GANDARILLA ARMENDARIZ	INGENIERIA MECATRONICA	5	173
05/04/2017	BENE ANTONIO VARELA FERNANDEZ	INGENIERIA MECATRONICA	5	060

Sin otra particular, se expide la presente a petición del interesado(a) para los usos y fines que el (la) mismo(a) disponga, en Cd. Cuahutémoc, Chih., el día once del mes de Junio de 2018.

**ATENTAMENTE**

*"Escribir el nombre, para escribirse así mismo"*

  
**ING Reynaldo Trujillo Solas**  
Jefe del Departamento de Ing. Industrial  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DEPTO. METAL MECÁNICA

**Vo.Bo.**  
  
**M.A. Julio César Villagrán Ruiz**  
Subdirector Académico