



Consorcio Automotriz para Sistemas Ciberfísicos

Escuela Ingeniería y Ciencias

Horacio Ahuett Garza

horacio.ahuett@itesm.mx

Antecedentes

- Entre el 2002 y 2006
 - Las Cátedras de Investigación constituyen el primer esfuerzo institucional para impulsar la investigación
 - La Cátedra de Autotrónica se constituyó en el para realizar investigación en temas asociados al control vehicular:
 - Suspensiones Activas
 - Sensorización
 - Manejo de información a través de red CAN

Antecedentes

- La Industria Automotriz es un elemento vital de la Economía Mexicana.
 - Constituye el exportador mas grande de bienes manufacturados
- Para mantener su competitividad a nivel global, las compañías mexicanas del sector dedican una importante cantidad de recursos para la investigación e innovación de productos y procesos de manufactura.
- El ITESM por su parte hace un esfuerzo importante para que la investigación que realiza impacte de manera positiva a la sociedad en general.

Antecedentes

- Para impulsar y estructurar la interacción de los grupos de investigación del Tec con el sector Automotriz Nacional, se propuso la creación de un consorcio.
 - Por parte del Tec, el grupo de autotróica se integró a esta iniciativa
 - Se diseñaron proyectos con empresas del sector para solventar problemáticas particulares con propuesta tecnológicas de vanguardia

Objetivos Propuestos

- Realizar investigación de clase mundial en temas relevantes para los miembros del consorcio.
- Desarrollar infraestructura para realizar / apoyar esta investigación
- Reclutar y desarrollar recursos humanos altamente capacitados en las líneas de interés del consorcio.

Indicadores Recientes del Grupo

- Profesores investigadores: **4** (HAG,RMM,POC,PU)
- Profesor star: **1** (T. Kurfess)
- Postdocs: **2** (U. Galan, M.G. López)
- Alumnos doctorales: **1**
- Alumnos maestría: **10**
- Graduados de doctorado (Dic 14 - jun 17): **3**
- Profesores vinculados: **2** (GV, RAR)
- Artículos en journals Q1/Q2 de Scopus (jul 16 - jun17): **17**
- Monto en propuestas aprobadas (jul 16 - jun17): **\$ 2.4 millones MN**
- Patentes solicitadas (jul 14 - jun 17): **2**
- Patentes otorgadas (jul 14 – jun 17): **3**

Profesores Adscritos al GE

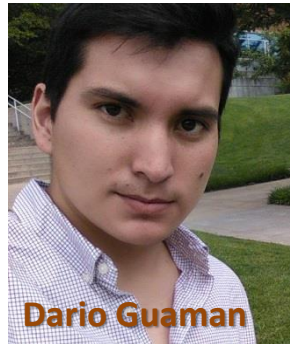
- Horacio Ahuett Garza (coordinador)
- Rubén Morales Menéndez
- Thomas Kurfess
 - Profesor Distinguido, (Georgia Tech)
- Pedro Orta Castañón
- Pedro D. Urbina
- Antonio Vallejo
- Pedro D. Urbina
- Colaboración con



- Arturo Molina
- Ricardo Ramírez



Equipo de Investigación



Competencias del Grupo

Maquinas para sistemas de manufactura

- Diseño de máquinas herramienta especiales
- Diseño de sistemas para inspección en línea

Control Global de Chasis

- Diseño y modelación de sistemas de suspensión
- Control y confort vehicular

Sistemas de Transporte

- Diseño Vehicular
- Diseño Tren Motriz
- Movilidad para personas con impedimentos

Industria 4.0

- Sistemas Ciberfísicos
- Monitoreo y análisis de sistemas de producción en línea
- Machine Learning / Deep Learning
- Conectividad Vehicular
- Realidad Aumentada y Educacion en Ingenieria

Áreas de Aplicación

Máquinas para
sistemas de
manufactura

Pulidora de Alabes ,Máquina MicroEDM
Medición de piezas con Láser y Visión
Inspección Acústica

Industria Aeroespacial
Industria Automotriz

Control Global
de Chasis

Modelación Experimental y Control de
Suspensiones Activas con
Amortiguadores Magnetoreologicos

Industria Automotriz

Sistemas de
Transporte

Vehiculos utilitarios (Cartec), Eléctricos
(EvTEC), Movilidad personal (Puma,
Caminadora Inteligente)

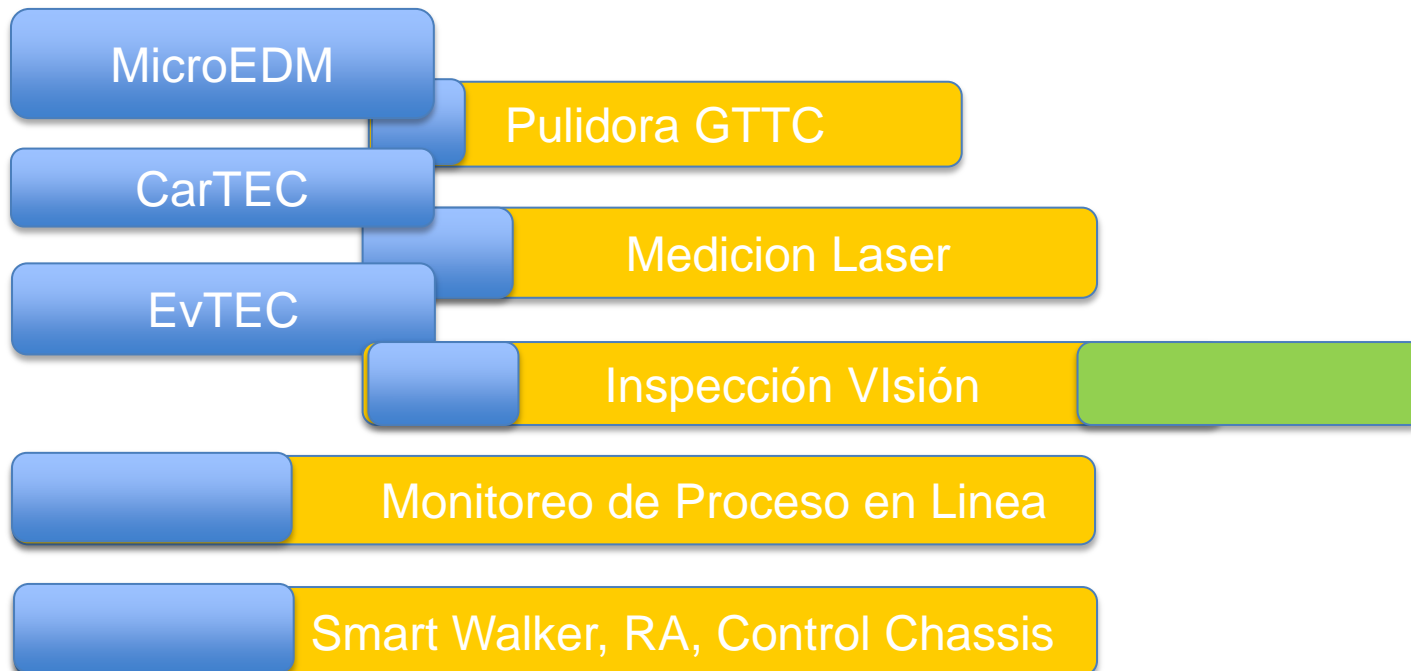
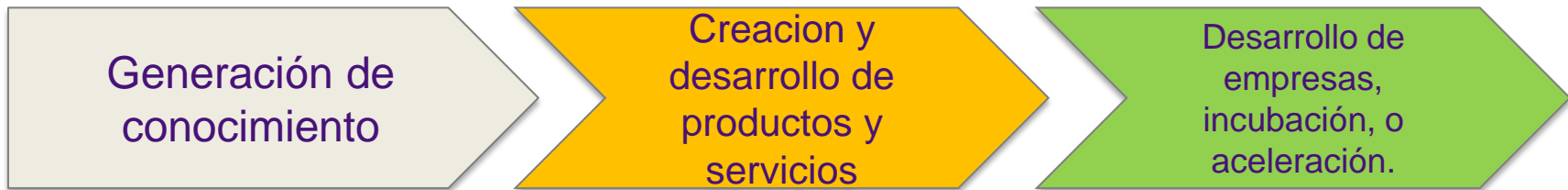
Industria Automotriz
Sector Social

Industria 4.0

Modelación de Plantas y Líneas de
Producción, Control de Vehiculo basado
en Android, Diseño colaborativo con
Equipos Distribuidos y Profesor Avatar

Industria Automotriz
Sector Educativo

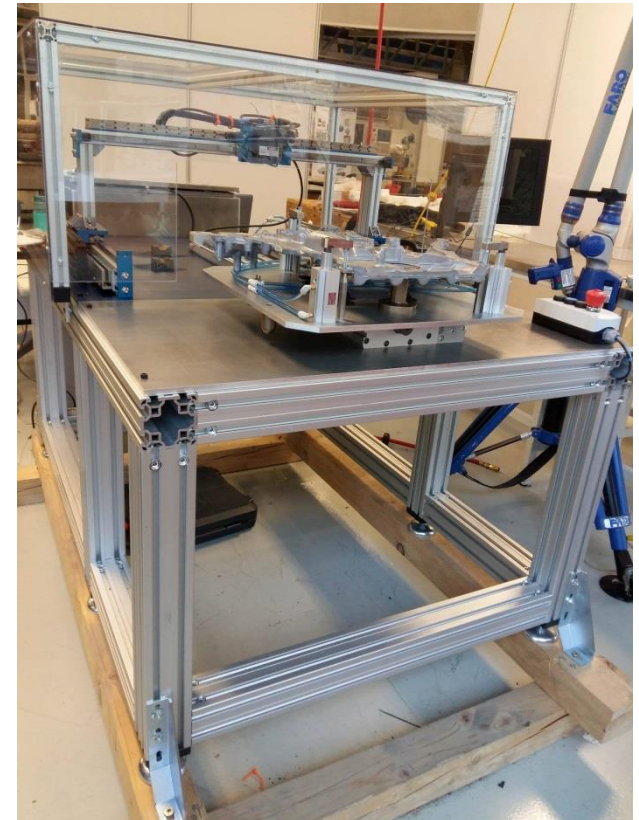
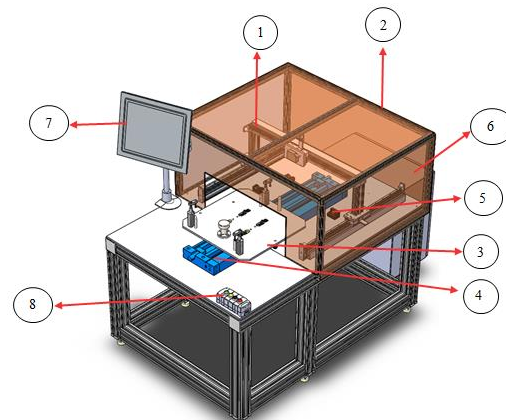
Generación y transferencia de conocimiento



Proyectos particulares

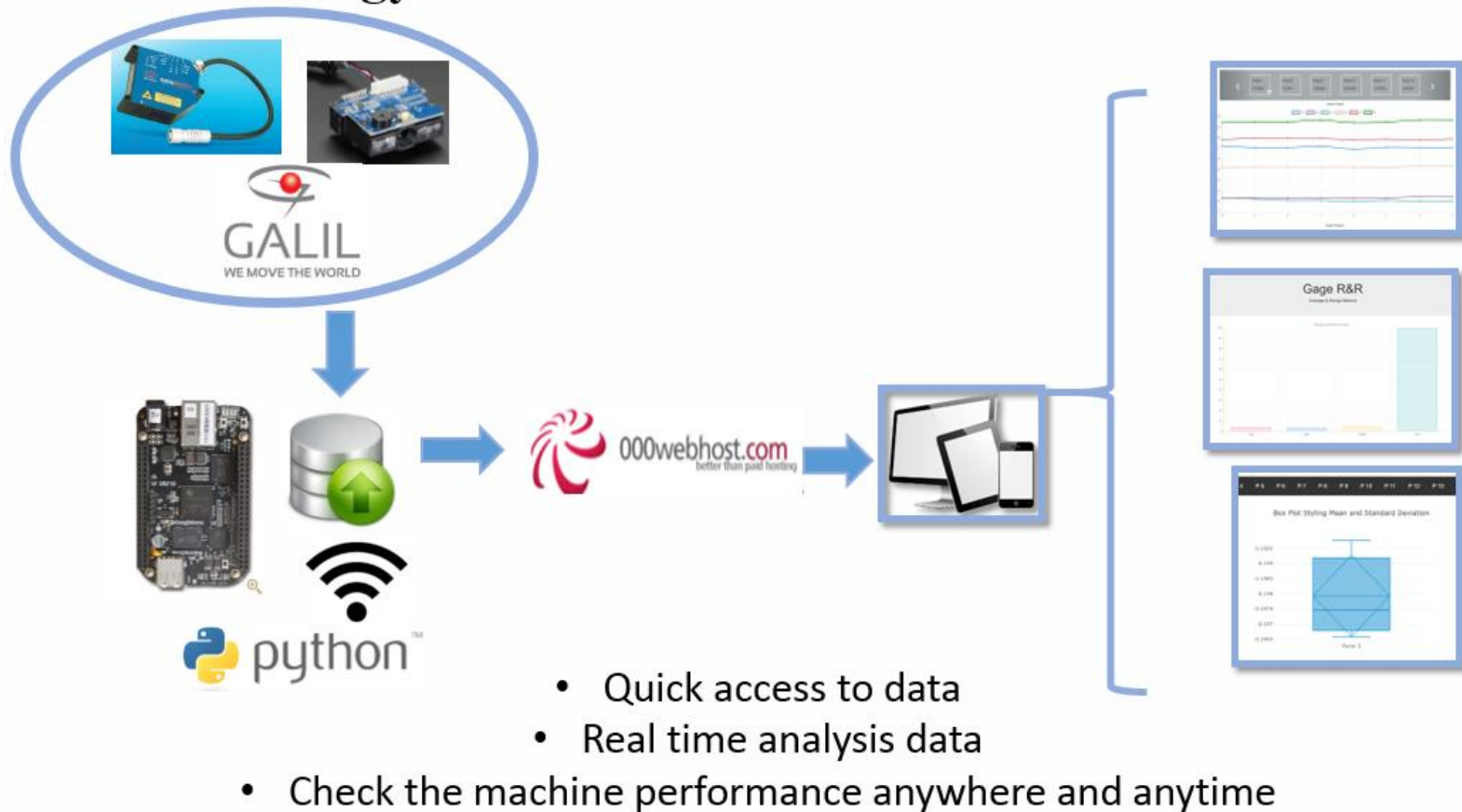
1. Sistemas de Medición en Línea

- **Objetivo**
 - ✓ Desarrollar una máquina para inspección dimensional en la línea de producción, compatible con Industria 4.0
- **Responsable**
 - ✓ Horacio Ahuett
- **Productos o servicios**
 - ✓ Máquina de Medición en Línea
- **Trabajos Académicos Asociados**
 - ✓ 2 Tesis de Maestría
- **Sector**
 - ✓ Industria Automotriz



1. Sistemas de Medición en Línea

Methodology



1. Sistemas de Medición en Línea

Example of ACO vs Master CAM

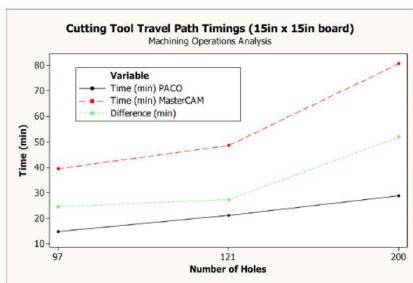


Figure 15. Manufacturing time analysis.

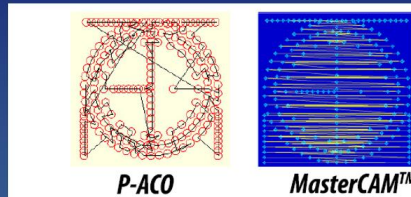
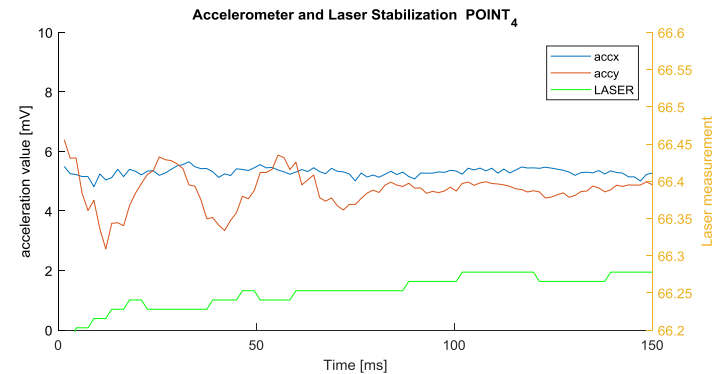
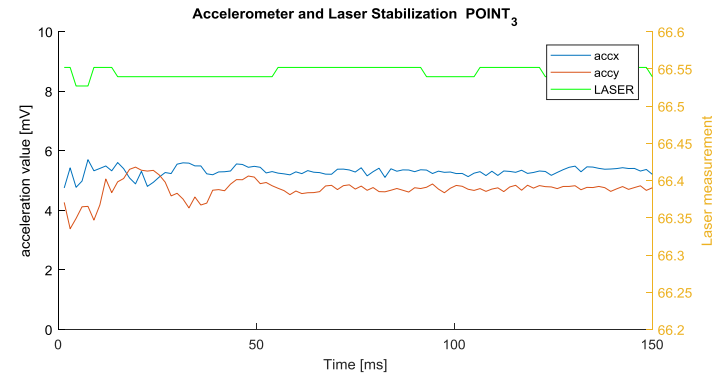
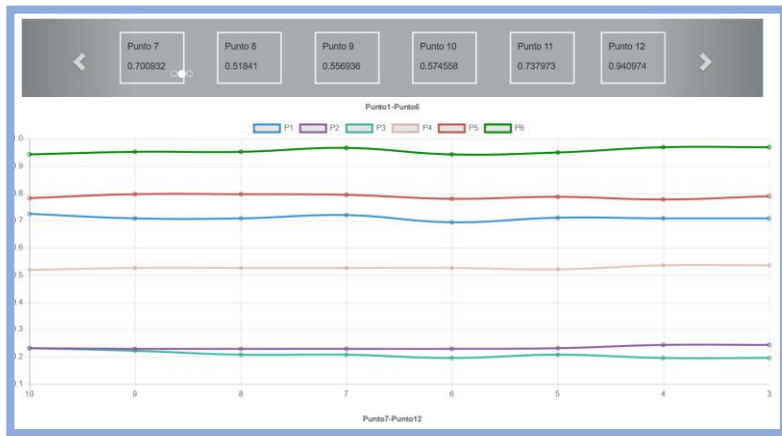


Figure 14. Cutting tool path for a 200 hole board using P-ACO and MasterCAM.

Montiel-Ross, Oscar (2012)

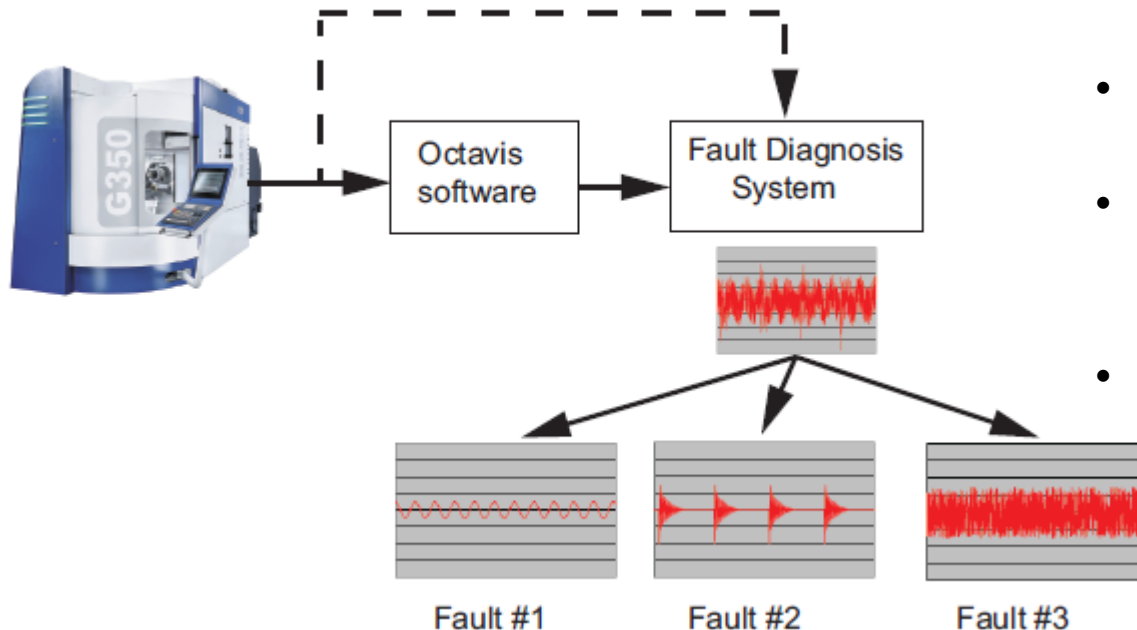


Accelerometer data during laser measurements



Cloud Monitoring and Data Analysis

2. Monitoreo de Proceso de Maquinado

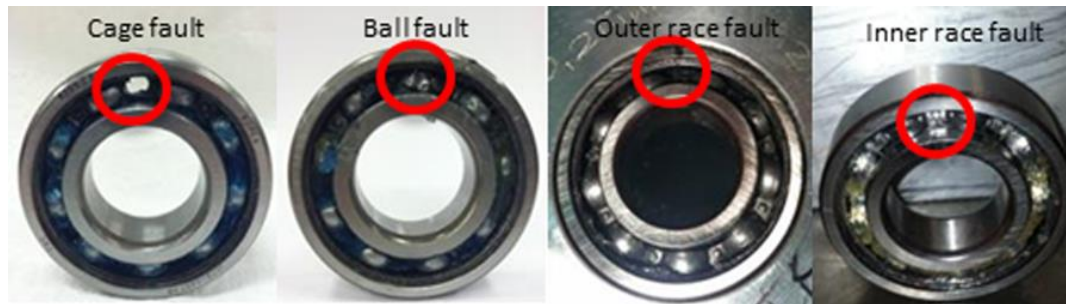


- **Objetivo**
 - ✓ Desarrollar sistemas para el monitoreo de Procesos de Maquinado
- **Responsable**
 - ✓ Ruben Morales
- **Productos o servicios**
 - ✓ Sistema de monitoreo
- **Trabajos Académicos Asociados**
 - ✓ 4 Tesis de Maestría
- **Sector**
 - ✓ Industria Automotriz (Bocar)

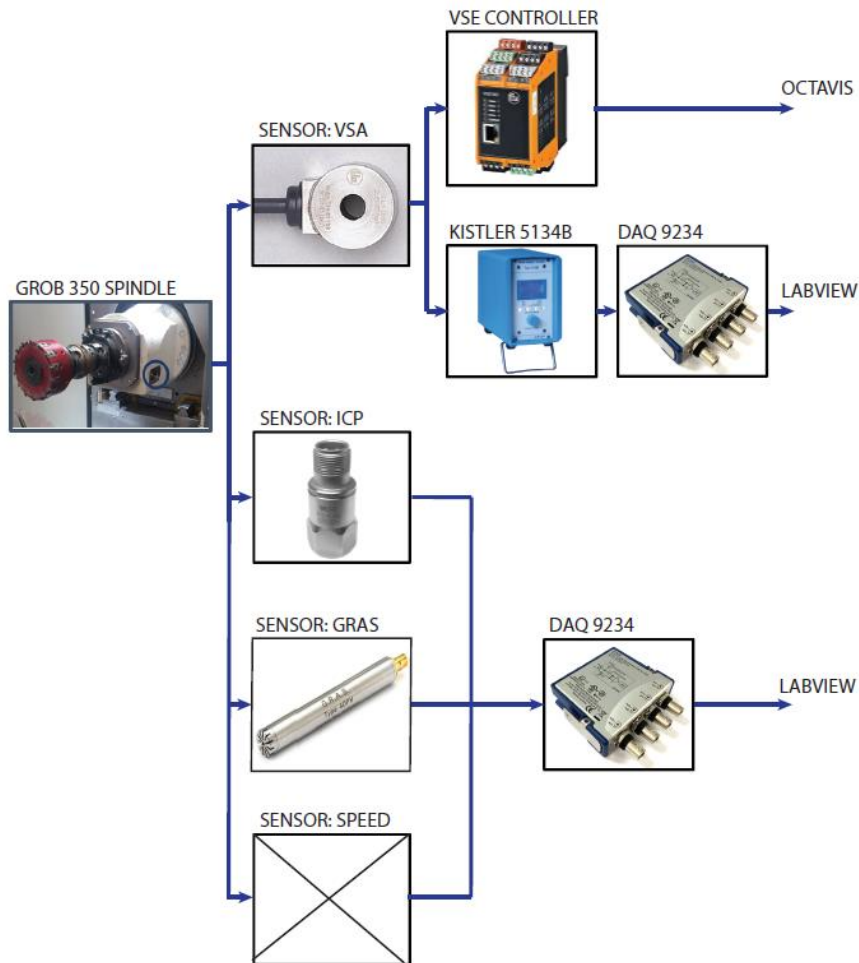
2. Monitoreo de Proceso de Maquinado

Descripcion del problema

Develop a methodology for monitoring and diagnosis of spindle performance in GROB 350 Machining Center to increase its useful life.



Data Acquisition System



Controllers: VES100

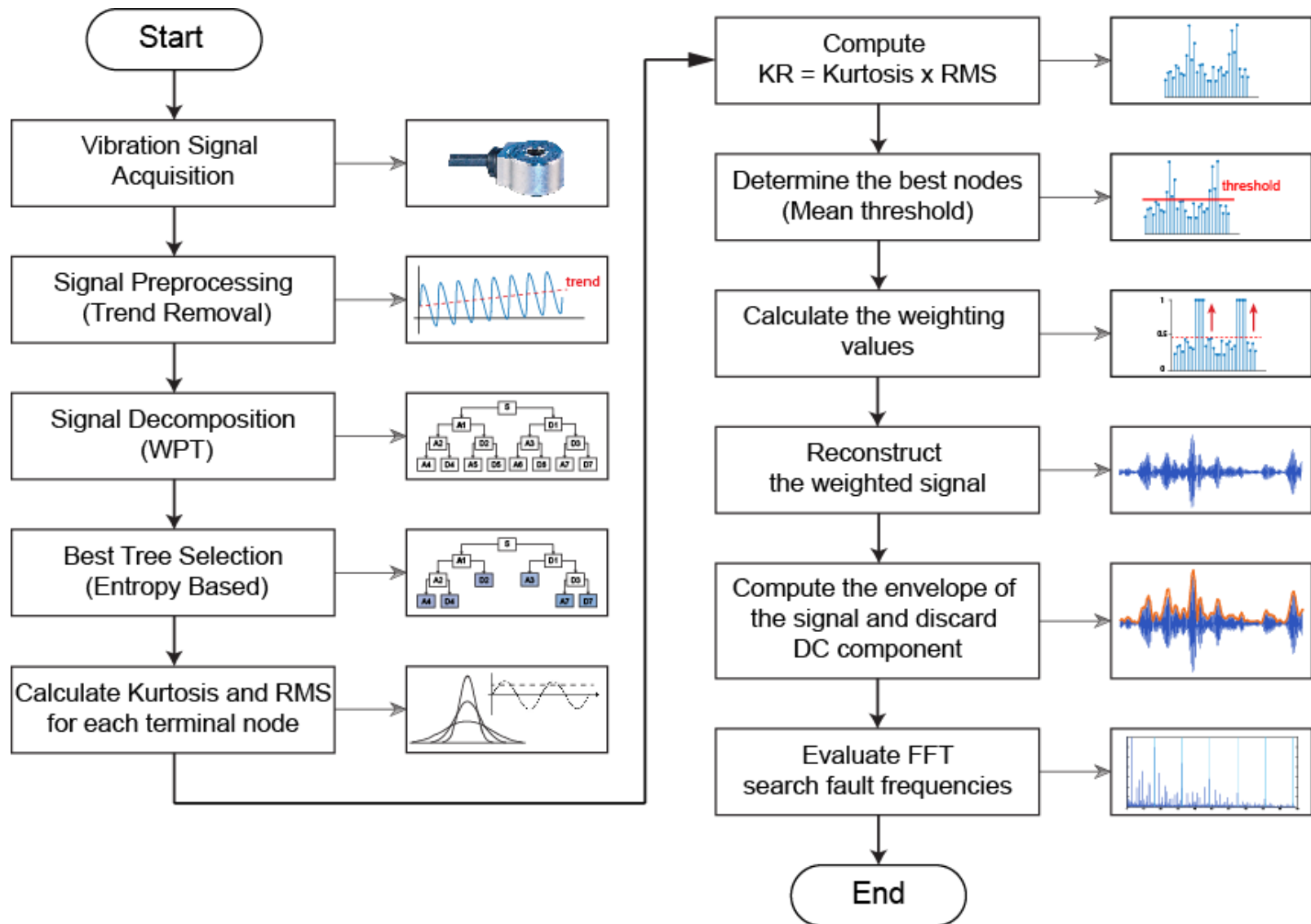
DAQ module: NI 9234

Electronic amplifier:
Kistler 5134B

Sensor:

- VSA005
- ICP 621B41
- GRAS 40 PH
- Speed sensor

Monitoring and Diagnosis System



3. Hacia Fábricas Inteligentes

- Manufactura Esbelta y su actualización: digitalización del proceso de monitoreo y control



The Smart Factory – The Future of Automated Manufacturing

The merging of the virtual and the physical worlds through cyber-physical systems and the resulting fusion of technical processes and business processes are leading the way to a new industrial age best defined by the INDUSTRIE 4.0 project's "smart factory" concept.

The deployment of cyber-physical systems in production systems gives birth to the "smart factory." Smart factory products, resources and processes are characterized by cyber-physical systems; providing significant real-time quality, time, resource, and cost advantages in comparison with classic production systems. The smart factory is designed according to sustainable and service-oriented business practices. These insist upon adaptability, flexibility, self-adaptability and learning characteristics, fault tolerance, and risk management.

High levels of automation come as standard in the smart factory; this being made possible by a flexible network of cyber-physical system-based production systems which, to a large extent, automatically oversee production processes. Flexible production systems which are able to respond in almost real-time conditions allow in-house production processes to be radically optimized. Production advantages are not limited solely to one-off production conditions, but can also be optimized according to a global network of adaptive and self-organizing production units belonging to more than one operator.

This represents a production revolution in terms of both innovation and cost and time savings and the creation of a "bottom-up" production value creation model whose networking capacity creates new and more market opportunities. Smart factory production brings with it numerous advantages over conventional manufacture and production.

These include:

- CPS-optimized production processes: smart factory "units" are able to determine and identify their field of activity, configuration options and production conditions as well as communicate independently and wirelessly with other units;

- Optimized individual customer product manufacturing via intelligent compilation of ideal production system which factors account product properties, costs, logistics, security, reliability, time, and sustainability considerations;
- Resource efficient production;
- Tailored adjustments to the human workforce so that the machine adapts to the human work cycle.

INDUSTRIE 4.0 Smart Factory Pipeline (cloud-based secure networks)



Source: DINI 2012

Photos: Fotostock/Getty Images

3. Modelación de sistemas de producción

- **Objetivo**

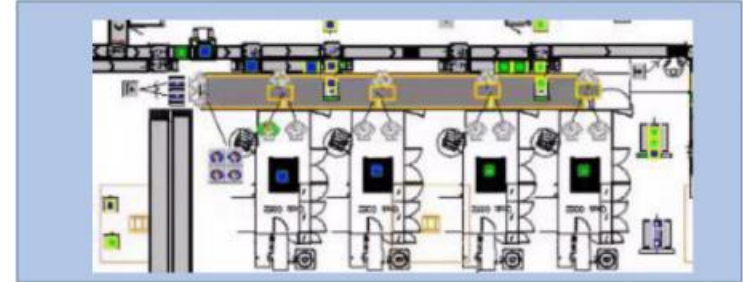
- ✓ Desarrollar modelos para simular la producción

1. Preparation

Problem:

Find the best performance according to the layout and requirements given by the company

2. Execution



3. Evaluation

Two strategies were evaluated:

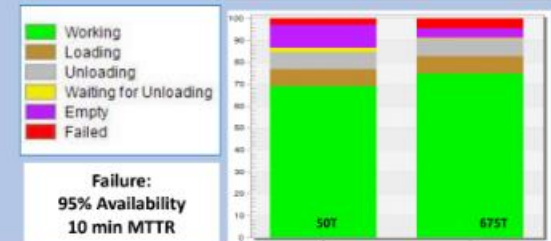
1. One Worker

Capacity per 50T: 4730
week: 675T: 4730

2. Two Workers

Capacity per 50T: 5871
week: 675T: 5600

Resource Statistics (Integrated scenario)



- **Responsable**

- ✓ Arturo Molina

- **Productos o servicios**

- ✓ Modelos computacionales

- **Trabajos Académicos Asociados**

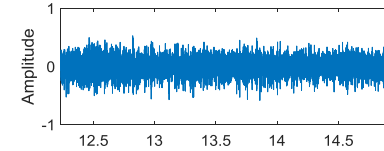
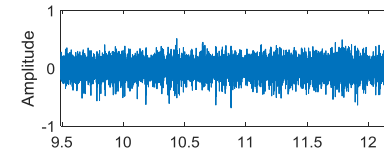
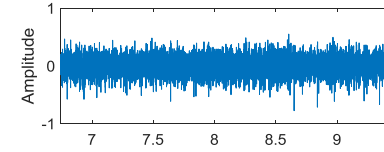
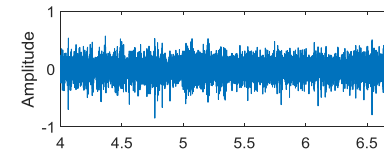
- ✓ 4 Tesis de Maestría

- **Sector**

- ✓ Industria Automotriz (Bocar)

4. Upgrade de equipo para compatibilidad con Industria 4.0

- **Objetivo**
 - ✓ Diseñar un kit de mejora para actualizar equipo en línea
- **Responsable**
 - ✓ Horacio Ahuett / Pedro Orta / David Guemes / Ma. Gpe. Lopez
- **Productos o servicios**
 - ✓ Prueba de Ruido
- **Trabajos Académicos Asociados**
 - ✓ 1 Tesis de Maestría
- **Sector**
 - ✓ Industria Automotriz



5. Diseño con Manufactura Aditiva

- **Objetivo**

- ✓ Establecer reglas de diseño para piezas fabricadas mediante manufactura aditiva de materiales compuestos

- **Responsable**

- ✓ Horacio Ahuett / Pedro Orta

- ✓ **Productos o servicios**

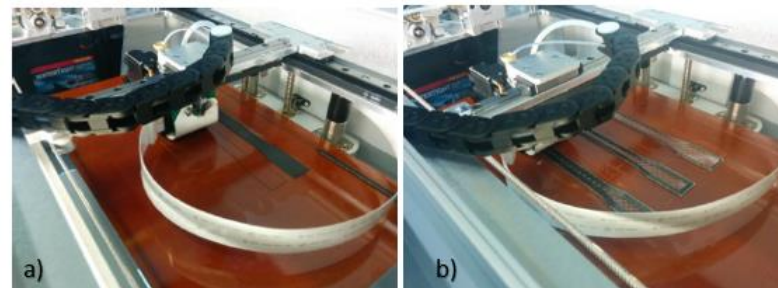
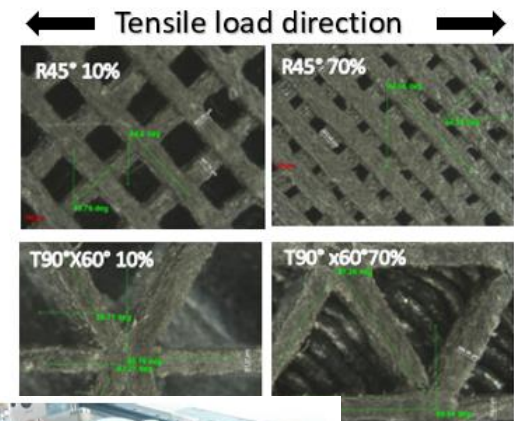
- ✓ Caracterización de materiales y reglas de diseño

- **Trabajos Académicos Asociados**

- ✓ 1 tesis maestría

- **Sector**

- ✓ Industria Automotriz
- ✓ Industria Aeroespacial



6. Desarrollo de Sistema de Visión para Inspección en línea

- **Objetivo**
 - ✓ Desarrollar un sistema para medir flash en die castings
- **Responsable**
 - ✓ Horacio Ahuett / Ulises Galán
- ✓ **Productos o servicios**
 - ✓ Sistema de Visión en Línea
- **Trabajos Académicos Asociados**
 - ✓ PosDoc
- **Sector**
 - ✓ Industria Automotriz

Defect identification and height estimation on metal surfaces by vision system

Ulises Galan¹, Pedro Orta¹, Thomas Kurfess², Horacio Ahuett-Garza^{1,*}

(1) Department of Mechanical Engineering, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, Monterrey, N.L. Mexico

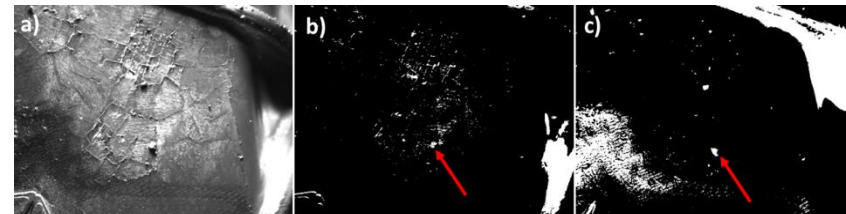
(2) Distinguished Professor, Automotive Consortium, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, Monterrey, N.L. Mexico

*Corresponding author at: 2501 Eugenio Garza Sada Avenue, Monterrey N.L. Mexico

E-mail address: horacio.ahuett@itesm.mx (Horacio Ahuett-Garza)

Abstract

A vision system is used to identify defects on the surface of a metal part produced by a casting process. An estimation of the defect height is made based on the size of its own shadow. In the proposed methodology, binary images of the bright and dark regions on the surface are first obtained. Connected components of these images are processed to find the shadows originated from defects. The algorithm to process the binary images was implemented on a Jetson TK1 board, and programmed in CUDA. The setup performs the computation in 900 ms for images of 5 megapixels, and the connected components algorithm is three times faster compared to commercial software running on a CPU. The parameters to find the shadows are independent of field of view and resolution, i.e. the quantities to relate the two binary images can be expressed in pixels. The results for height estimation for images with resolution of 6.9 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ and 36



Contactos académicos

- Georgia Tec y RWTH Aachen
 - Rankeadas entre las 10 mejores universidades del mundo en Mecánica y Manufactura
 - Estancias para estudiantes y profesores
 - Desarrollando un programa de posgrado conjunto en Cyberphysical Engineering



RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Actividades

- Visitas y estancias académicas
 - Profesor Avatar
- Conferencias con la Industria
- Workshop Industria 4.0
- Special Issue on Industry 4.0 and Smart Manufacturing



Submission Guidelines

Papers should be **submitted electronically to the journal**.

Original, concise papers are encouraged describing new kinds of manufacturing based on new processes, new concepts in manufacturing systems or enterprises, or novel ways to look at old problems and solutions in manufacturing that show promise.

Papers are limited to 1,500 words, not including the abstract, references and a maximum of four (4) figures or tables. Papers must be original contributions, not simultaneously submitted elsewhere, previously published or scheduled to be published.

Guest Editors

Thomas Kurfess, PhD, FSME, PE, Georgia Tech, [✉](mailto:kurfess@gatech.edu)

kurfess@gatech.edu >

Horacio Ahuett-Garza, PhD, Tecnológico de Monterrey, [✉](mailto:horacio.ahuett@itesm.mx)

horacio.ahuett@itesm.mx >



SEMINAR
THOMAS KURFESS
DIGITAL VOLUMETRIC PROCESSING CHANGING
THE FOUNDATIONS OF MANUFACTURING

22 / Jan / 2018

Open Business Inno

- FREE - NO REGISTRATION
- STUDENTS AND EMPLOYEE



Productos y Vinculación Histórica

- Período 2014-2017
 - 26 Artículos en Journals Científicos
 - 30 Artículos en Conferencias Internacionales
 - 3 Patentes
- Contactos Académicos
 - UNAM
 - Instituto Automática Industrial (Madrid)
 - Gipsa-Lab, INP Grenoble, Francia
 - The Ohio State University
 - Virginia Tech
 - Clemson University
 - RWTH Aachen University
 - FH Esslingen
 - FH Joanneum Graz



gipsa-lab

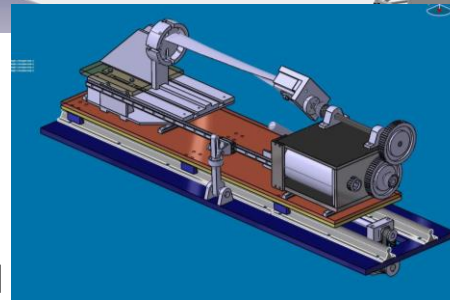
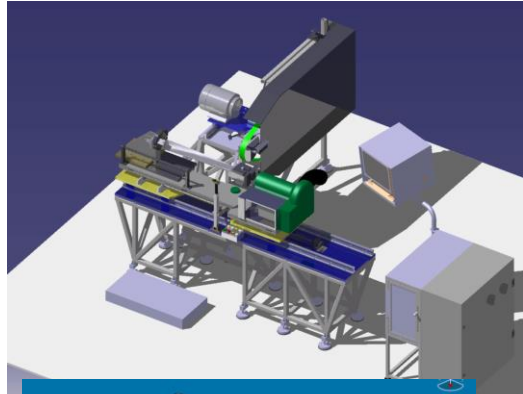


Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences
For people and technology.

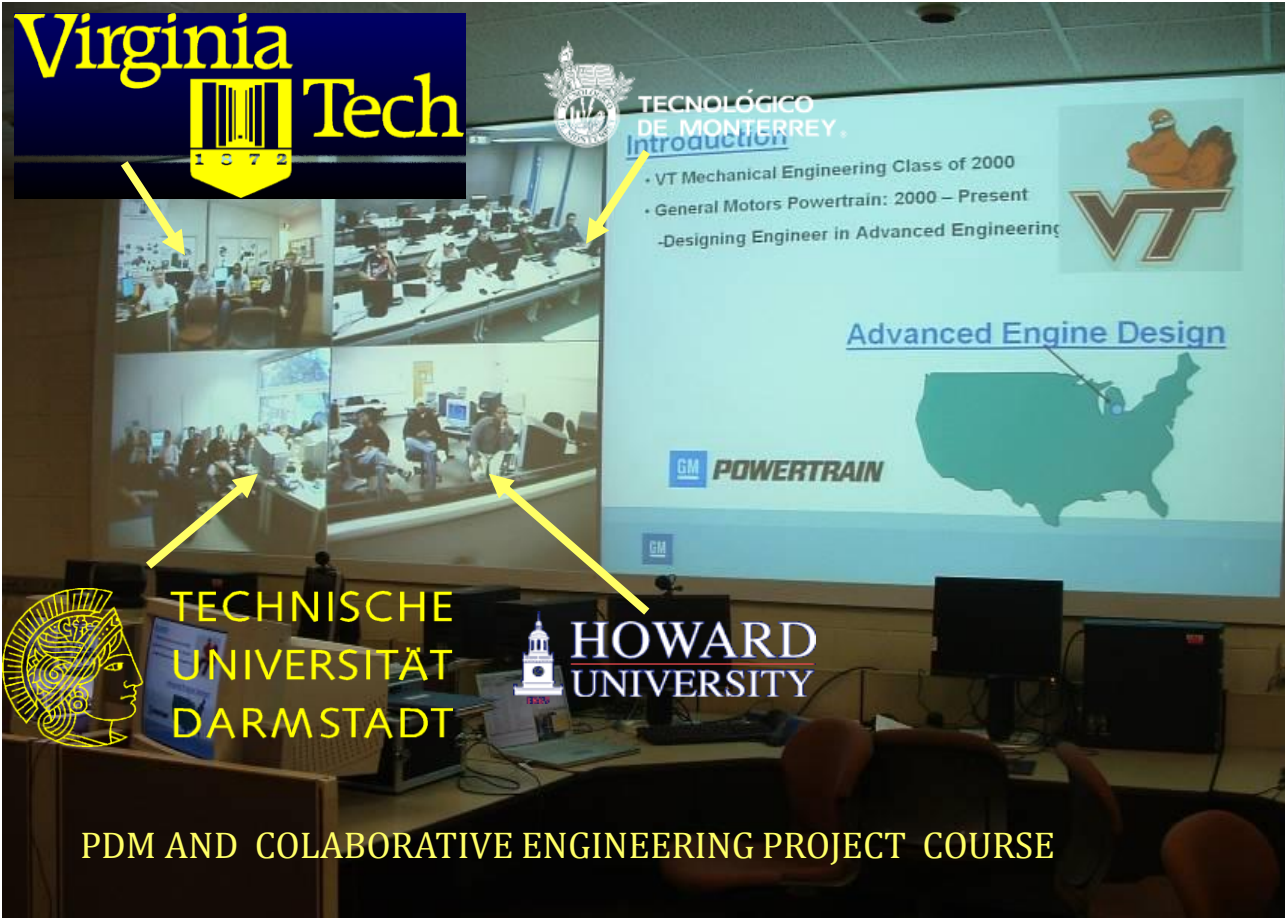
Proyectos Autotrónicos y seguimiento

Máquina Pulidora de Álabes

- Project Title:
 - Development of a Polishing Machine for Complex Surfaces
- Sponsor:
 - GTTC and Intelligent Machines Research Chair
- Budget: \$90 (KUSD)
- Products:
 - Prototype, Publications, Patent, Trained Engineers
- Remarks:
 - Engineered and Assembled at ITESM
 - Parts were fabricated by ITESM and other local shops
 - Installed in plant in 2005



Educación en Ingeniería



Virginia Tech

TECNOLOGICO DE MONTERREY

Introduction

- VT Mechanical Engineering Class of 2000
- General Motors Powertrain: 2000 – Present
- Designing Engineer in Advanced Engineering

Advanced Engine Design

GM POWERTRAIN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

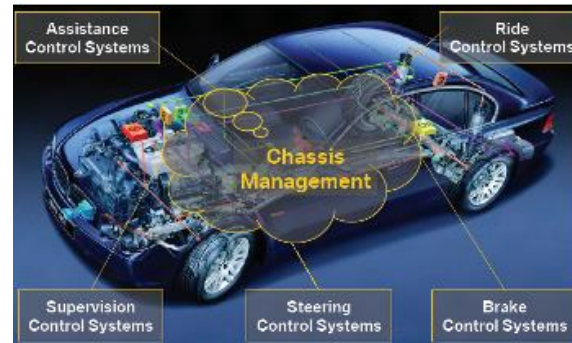
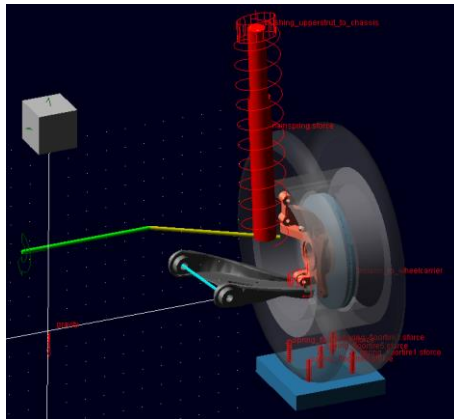
HOWARD UNIVERSITY

PDM AND COLABORATIVE ENGINEERING PROJECT COURSE

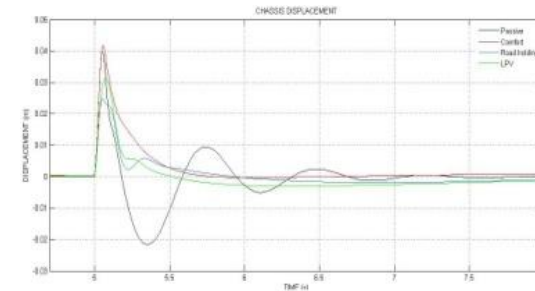
Desarrollo de modelos pedagógicos basados en técnicas de aprendizaje activo: Ingeniería en inversa e ingeniería colaborativa

Control Global de Chasis

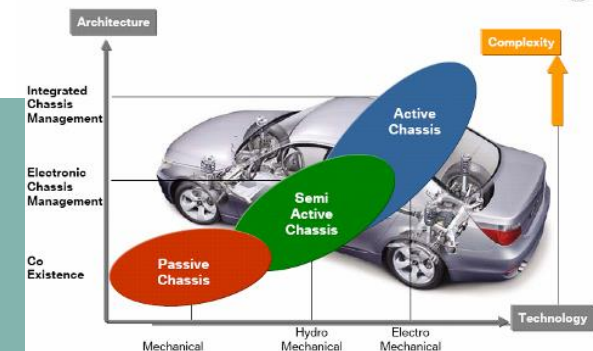
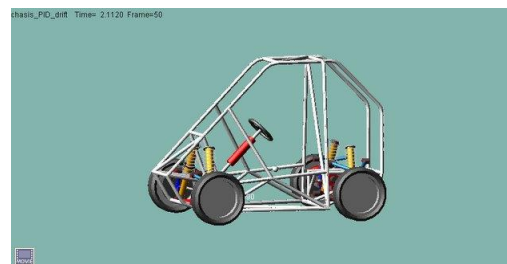
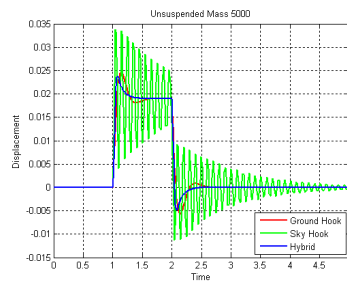
Desarrollo de estrategias de control para mejorar aspectos de maniobrabilidad, confort y ruido en vehículos comerciales.



CAN (Controller Area Network). Instrumentación de vehículos para análisis de características dinámicas.



Modelos confiables para desarrollo de innovadores sistemas de control, modelos virtuales que permitan realizar cambios en el vehículo en donde se pueda mejorar desempeño y seguridad considerando la dinámica del vehículo completo.



Multi Body Analysis Applications. Virtual Prototyping of an Active Suspension Using Adams/View® and Matlab.

Cartec

Mission

“To increase students learning on design and innovation through abilities such as team work, analytical thinking and the knowledge search”.



Vision

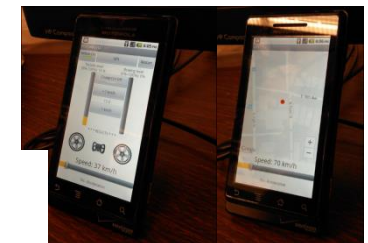
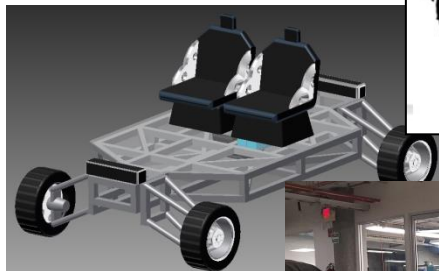
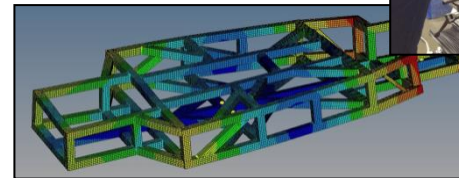
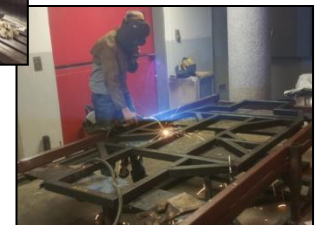
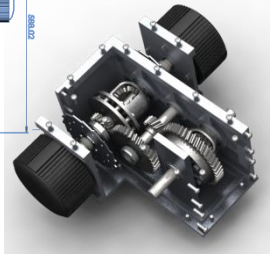
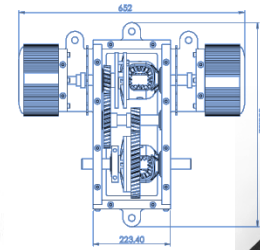
“To become an international leader institution focusing on design and innovation on engineering and industrial design and manufacture”.



EvTEC

Propuesta de diseño de un vehículo:

- **Modular, customizable hardware and software.**
- **High energy efficiency and extended driving range, electric motors**
- **Fault tolerant powertrain operation.**
- **Android Interface**

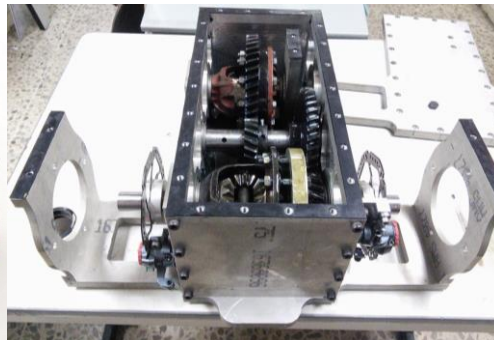
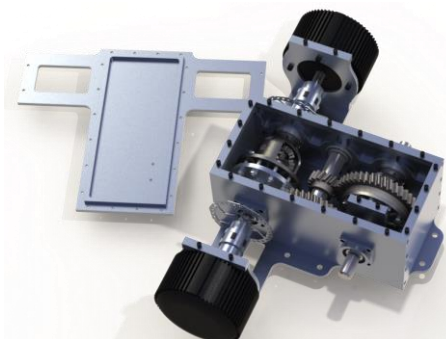


INTEROPERABILITY

The ability of machines, devices, sensors, and people to connect and communicate with each other via the Internet of Things (IoT) or the Internet of People (IoP).

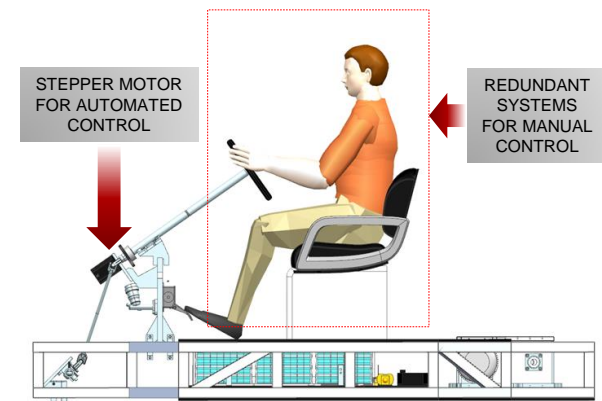
EvTEC

- Electric vehicle platform designed and built at Tec
- Test bed for autonomous driving technologies
- Open architecture



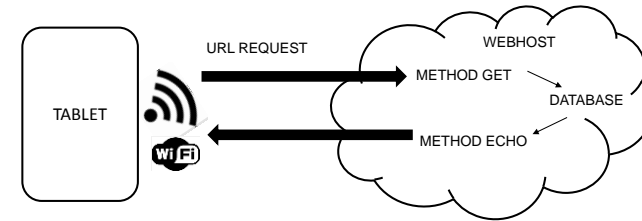
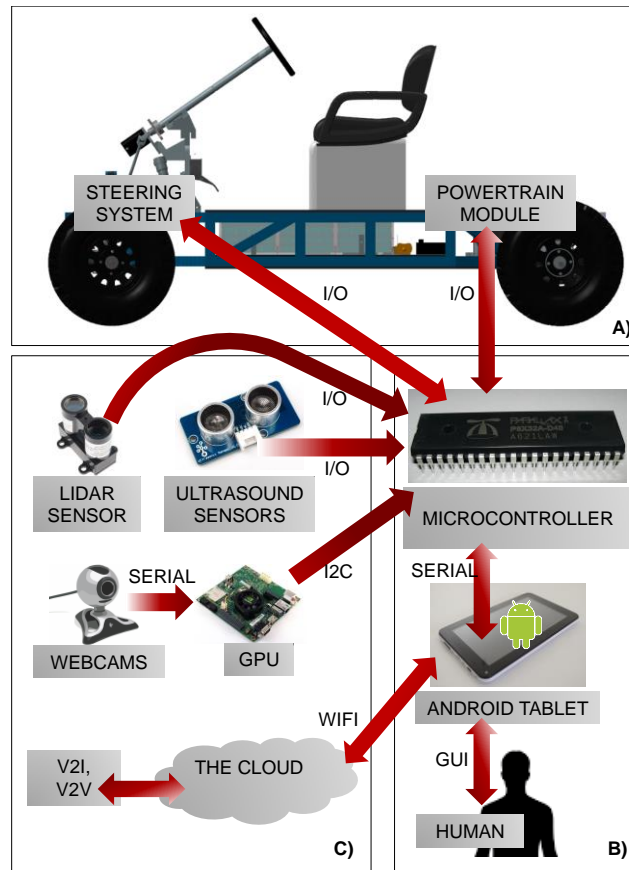
Steering system

Virtual and Physical Models

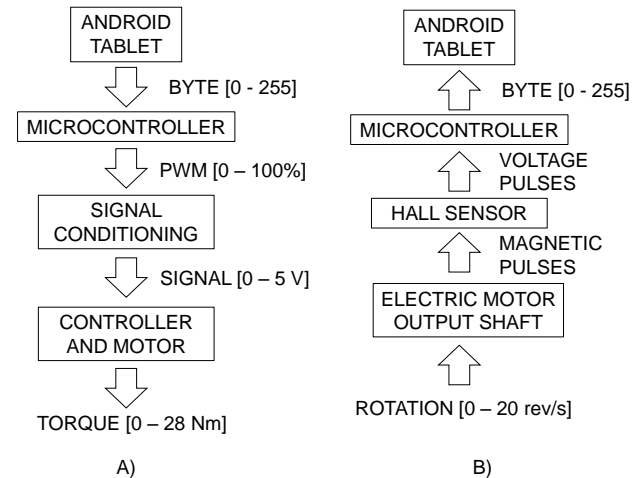


INTEROPERABILITY

The ability of machines, devices, sensors, and people to connect and communicate with each other via the Internet of Things (IoT) or the Internet of People (IoP).



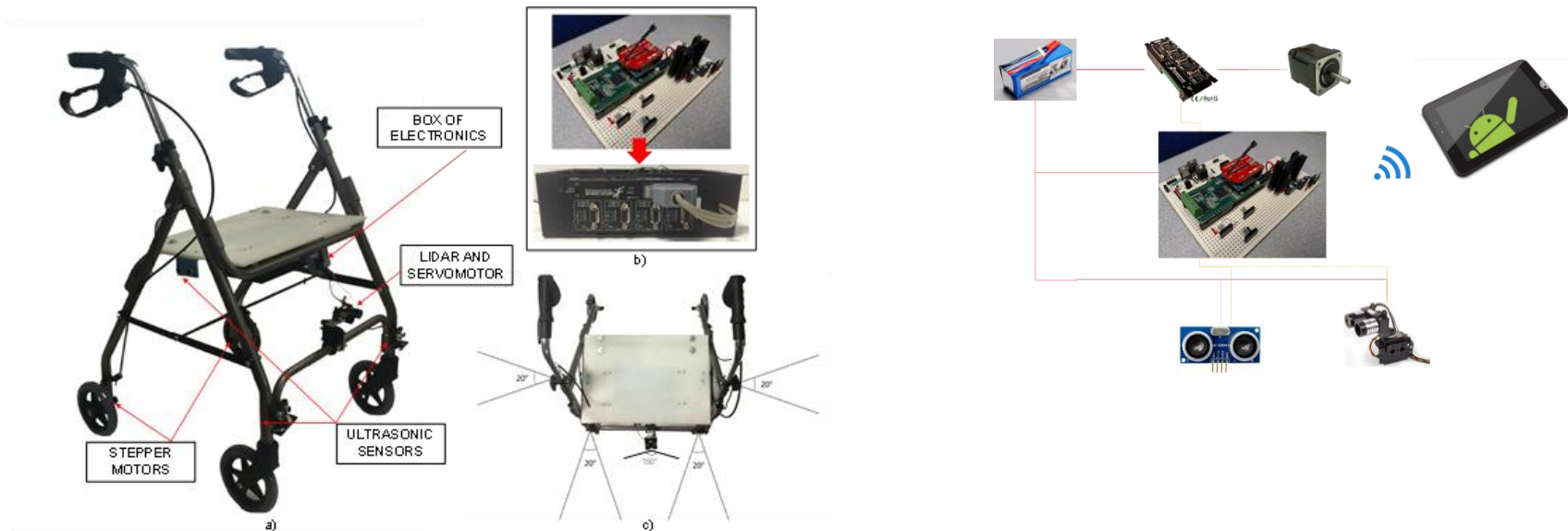
Connection to a remote server



Android based control Architecture

INTEROPERABILITY

The ability of machines, devices, sensors, and people to connect and communicate with each other via the Internet of Things (IoT) or the Internet of People (IoP).



Smart Walker: an intelligent navigation device for elder, visually impaired people

An Android Based test bed for technologies that may be used in EvTEC

Information transparency

The ability of information systems to create a virtual copy of the physical world by enriching digital plant models with sensor data. This requires the aggregation of raw sensor data to higher-value context information.

- **MicroEDM machine**
 - Designed and built aa Tec
 - Originally based on LinuxCNC
 - Currently being upgraded to be controlled via Android
 - Process sensors (current and voltage) are being included to monitor process
- **Simulacion de Planta con Tecnomatix**

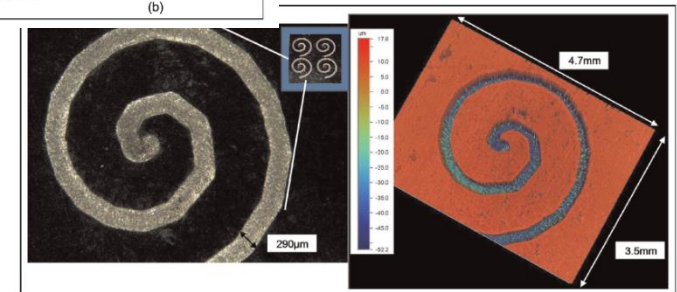
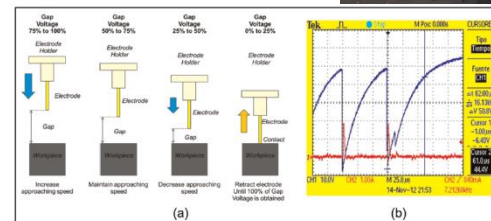
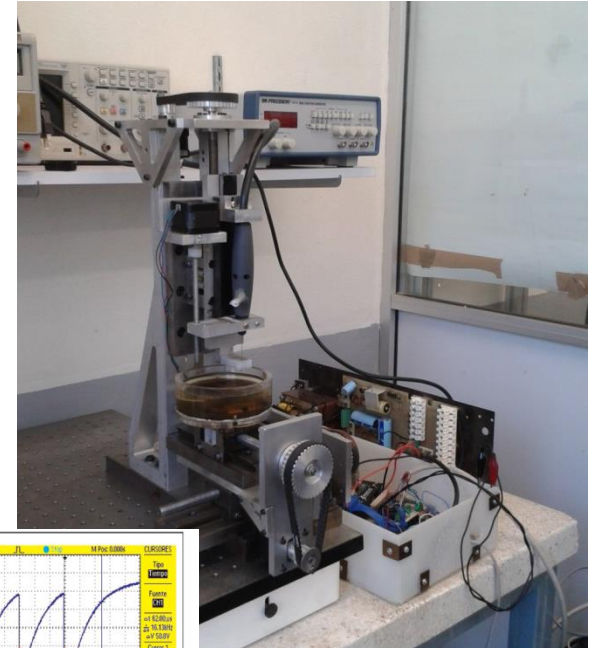
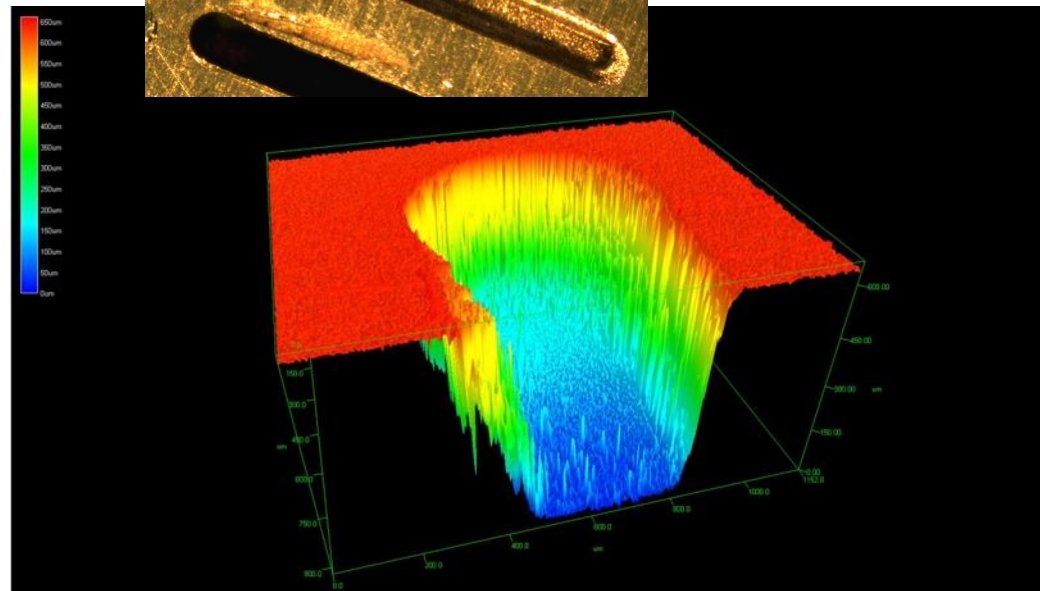
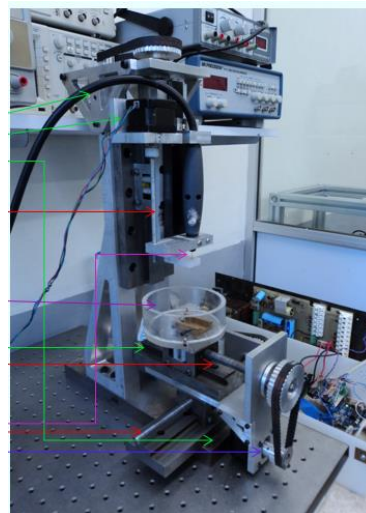
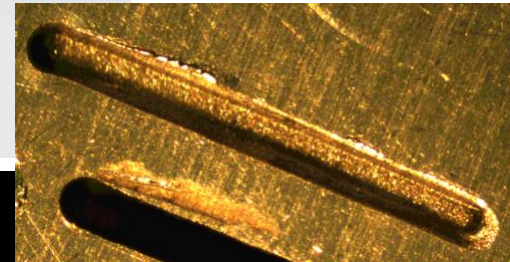
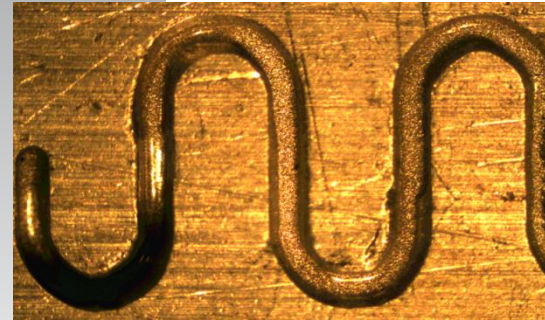
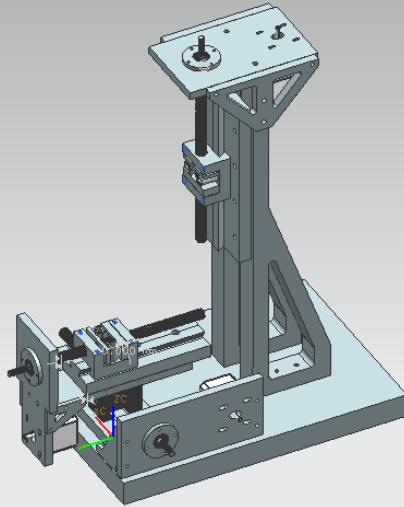


Figure 12. Spiral microchannel fabricated with electrode wear compensation technique (reconstructed 3D image in color; true picture in gray scale).

Ing. Precision: Desarrollo de Máquina Micro EDM



DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA UNA MÁQUINA DE MICRO-EDM BASADO EN APLICACIONES DE ANDRIOD Y UN MICROCONTROLADOR MULTICORE

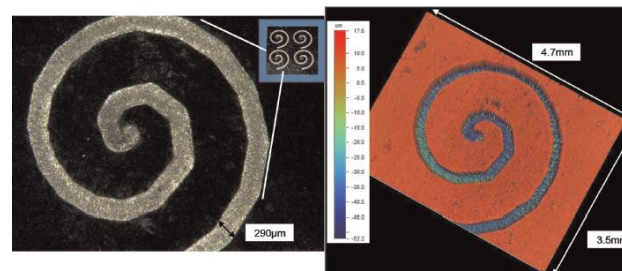
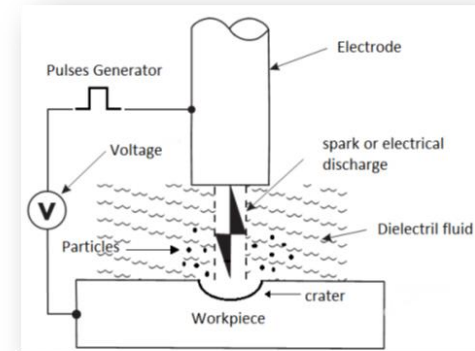
JOEL MARTÍNEZ, MSM

ANTECEDENTES

- En la actualidad, los procesos de manufactura tradicionales en los cuales se lleva la modificación de piezas metálicas, están basados casi en su mayoría por proceso de corte y remoción de material por medio de fricción y deformación plástica.
- Entre los procesos de manufactura se encuentran el torneado, el fresado y el pulido. La aplicación de dichos procesos a escalas micrométricas presenta desafíos debido al alto consumo energético, de espacio y recursos que requiere la maquinaria empleada para dichos procesos.

METODOLOGÍA

- Una de tendencias actuales en el área de micro-maquinado es la combinación de sistemas cartesianos de tres ejes tipo CNC y sistemas de control de arquitectura abierta.
- Estas tendencias están teniendo mucho auge en la industria ya que las necesidades de las empresas cada vez son mayores y con estándares más estrictos en cuanto a calidad del producto y mayormente con la precisión de las máquinas encargadas de realizar los maquinados.



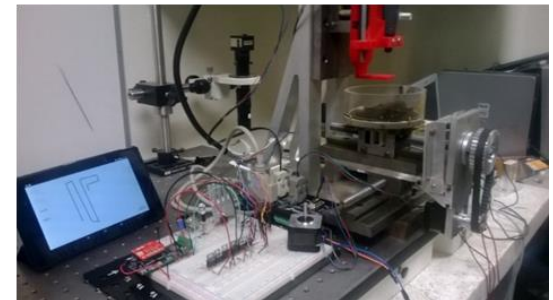
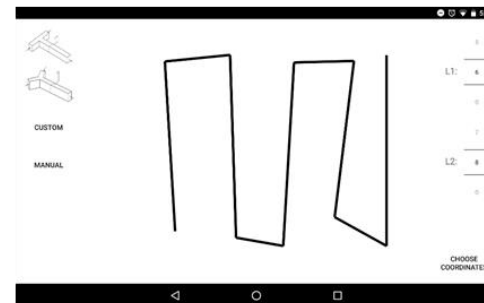
MicroEDM

MÁQUINA ACTUAL

- El estado actual de la máquina de micro EDM requiere de un sistema de control voluminoso y una interfaz de usuario basada en PC.

OBJETIVOS

- El proyecto actual tiene por objeto mejorar el sistema de control, proporcionando comunicación inalámbrica, la personalización a través de aplicaciones en dispositivos móviles y un sistema de control simplificado.
- Realizar pruebas de precisión de la maquina, así como en el del proceso de micro-EDM en las muestras maquinadas.



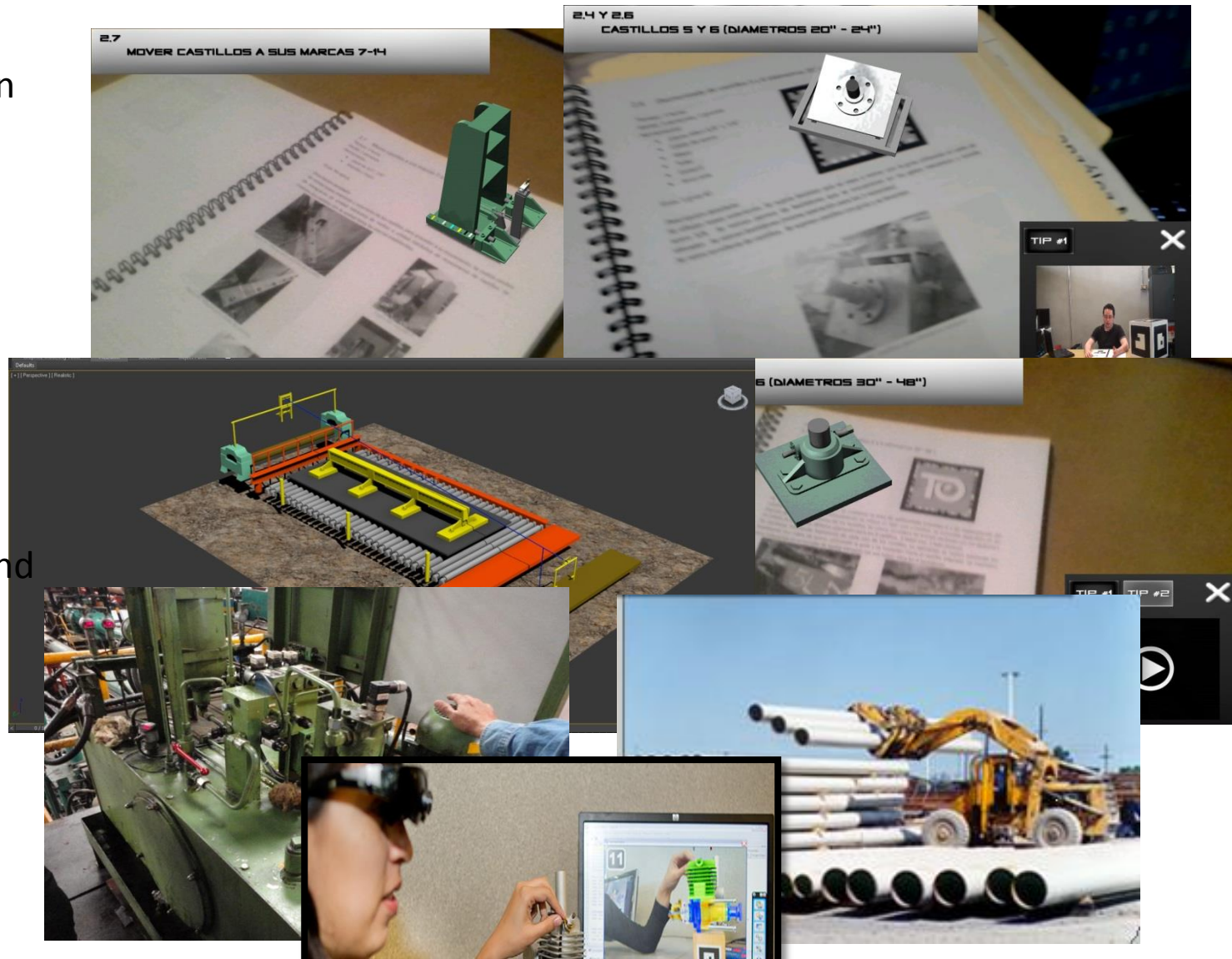
Technical assistance

First, the ability of assistance systems to support humans by aggregating and visualizing information comprehensibly for making informed decisions and solving urgent problems on short notice

Augmented Reality in Pipe Manufacturing Industry

1st Stage
Training manual for
new job set up
(implemented)

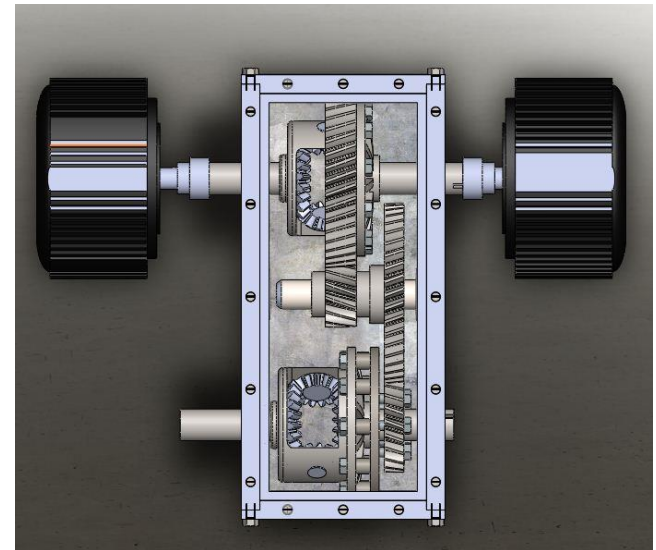
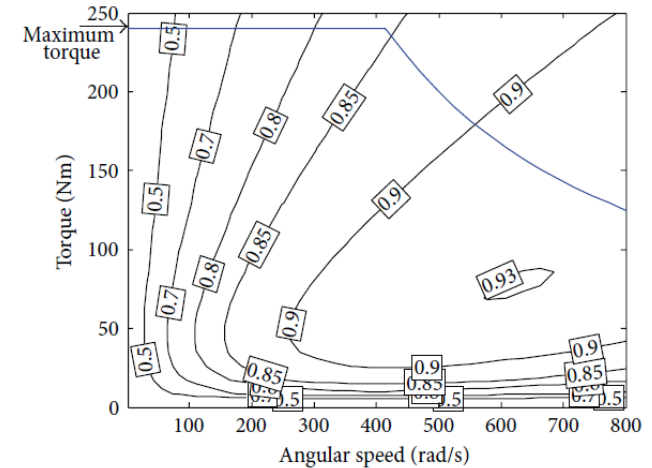
2nd Stage
Virtual installation and
trouble shoot guide



Transmisión de doble motor para vehículos eléctricos

PEDRO URBINA, DCI

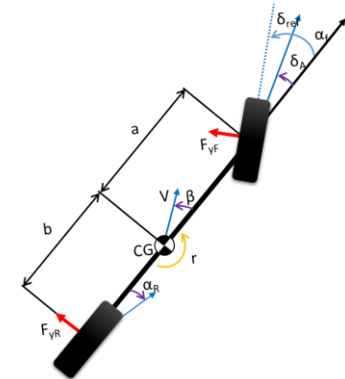
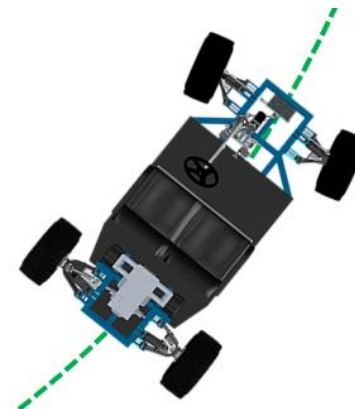
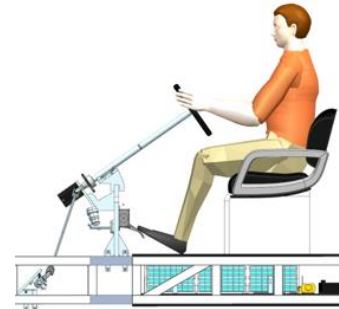
- Antecedentes
 - La eficiencia energética del sistema de propulsión de los vehículos eléctricos es alta pero esta limitada por el mapa de eficiencia de su motor eléctrico entre otras cosas.
 - Las transmisiones convencionales agregan pérdidas adicionales.
- Objetivo
 - Diseño de una transmisión de engranes planetarios que combine el uso de dos motores eléctricos y aproveche las zonas más eficientes de sus mapas de eficiencias para elegir entre usar solo un motor o los dos motores.
- Publicaciones
 - 1 patente publicada
 - 3 artículos en revistas indizadas
 - 1 prototipo funcional instalado en EVTEC



Diseño y Fabricación de un Sistema de Dirección Automatizada

RUBEN FLORES, MSM

- Antecedentes
 - Existen problemas de movilidad urbana en México.
 - Se visualiza a la autonomía y a la comunicación vehicular como una manera de reducir accidentes y congestión vial.
- Objetivos
 - Diseñar y construir un sistema de dirección con los componentes necesarios para realizar el viraje de las llantas de manera automática.
- Resultados
 - Prototipo funcional instalado en el EVTEC.
 - Caracterización de un modelo virtual del EVTEC para simulaciones CarSim.



Smart Walker

ROMAN DE LEON, MIT
DAMIAN CERVANTES, MSM

Antecedentes

- La movilidad es uno de los principales problemas de las personas de la tercera edad,
- Perder esta habilidad afecta considerablemente la calidad de vida de las personas y causa dependencia en un tercero.
- Un andador para personas de la tercera edad es un dispositivo de asistencia que brinda autonomía e independencia a personas con movilidad reducida, previniendo caídas y lesiones.

Objetivos

- Desarrollar un andador inteligente con la capacidad de ayudar a trasladarse a las personas de la tercera edad que padezcan de discapacidades visuales y/o motrices.

Resultados

- Prototipo con un sistema con dos modos de operación: semi-automático y manual
- Semi-automático permite navegar en un ambiente controlado evadiendo obstáculos
- Manual: la dirección y velocidad de la plataforma se controla por medio de una Tablet con sistema operativo



Plataforma
Desarrollada
Versión 1



Plataforma Versión 2
(Adaptación del
sistema)

Odometría basada en un sistema de visión estéreo

ROMAN DE LEON, MIT
DAMIAN CERVANTES, MSM

Antecedentes

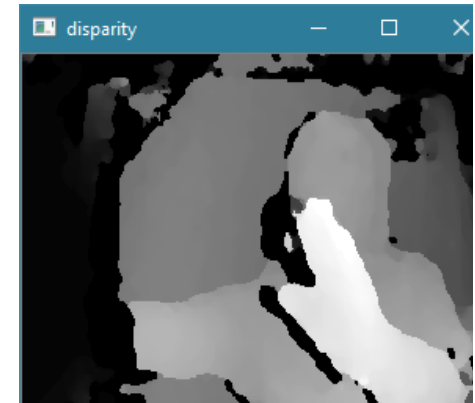
- La odometría estudia la estimación de la posición en un vehículo a partir del movimiento de las ruedas.
- Éste método comúnmente introduce un error acumulativo debido al deslizamiento de las ruedas, es por ello que se propone una implementación de esta manera.
- La precisión en la posición y orientación es vital para la navegación de un vehículo, pues estos parámetros son los que determinan si cierta acción de control fue o no realizada, o bien, que se realizó con cierto error.

Objetivos

- Desarrollar un algoritmo de visión computacional que haga uso de un sistema estéreo que logre determinar los parámetros de estado $[x, y, \theta]$ del andador desarrollado, con un error mínimo.

Resultados

- Se realizó el diseño de un montaje para el sistema estéreo ilustrado con el que se ha logrado obtener el pixel correspondiente de cada cámara para generar un mapa de disparidad y así conocer la distancia a cada pixel.
- A partir de este mapa se espera calcular el desplazamiento que tiene cada pixel mientras el andador se está moviendo.



Diseño del Módulo Eléctrico - Electrónico

LUIS D. DAVILA HENRANDEZ, MSM

- Los vehículos eléctricos surgen como una opción para reducir emisiones para el transporte de personas
- Este proyecto se enfoca al desarrollo de la arquitectura eléctricas que permitan el desempeño correcto del EvTEC



Objetivos

- Realizar un diseño de conexiones eléctricas para la integración de los diversos componentes del vehículo
- Realizar pruebas del funcionamiento de los motores eléctricos
- Implementar un sistema de control que permita la activación de los motores eléctricos de acuerdo a las necesidades del vehículo

Entregables

- Esquema de funcionamiento de para los motores eléctricos y controladores de velocidad
- Conexión de sistema completa donde se incluyen los controladores de motores, baterías y sistema de monitoreo de carga de las baterías.
- Pruebas de funcionamiento del vehículo

