



INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS ESTADO DE MÉXICO

ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

SISTEMAS CIBER-FÍSICOS II
REPORTE INTEGRADOR

EQUIPO # 5

Nombre	Matrícula
Mariel Alquisira Morales	A01751139
Abril Berenice Bautista Román	A01750202
Luis Eduardo Ávila Gómez	A01378940
Nancy Lesly García Jiménez	A01378043

PROFESORES

Nombre	Módulo
Dr. Armando Rafael San Vicente Cisneros	Cómputo en la Nube
MenC. Arturo Desaix López Rojas	Cómputo Cognitivo
Máster Gloria Anaíd González Sarmiento	Administración de Proyectos
Dr. Donovan Manuel Esqueda Merino	Manufactura Inteligente I
Dr. Héctor Rafael Morano Okuno	Manufactura Inteligente II

noviembre 29, 2022

Índice

<i>CRONOGRAMA</i>	3
<i>MÓDULO 1. MANUFACTURA INTELIGENTE I</i>	4
RETO 1: GEMELO DIGITAL	4
OBJETIVO SMART	4
ACTA DE CONSTITUCIÓN	4
DESARROLLO	6
ANÁLISIS DE RESULTADOS	12
<i>MÓDULO 1. MANUFACTURA INTELIGENTE II</i>	14
RETO 2: RECORRIDO VIRTUAL	14
OBJETIVO SMART	14
ACTA CONSTITUTIVA	14
DESARROLLO	16
Análisis de resultados	20
Conclusiones individuales	20
<i>MÓDULO 2. CÓMPUTO COGNITIVO</i>	20
OBJETIVO SMART	20
DESARROLLO DEL PROTOTIPO FÍSICO	23
ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
CONCLUSIONES INDIVIDUALES	30
<i>MÓDULO 3. CLOUD COMPUTING</i>	31
Objetivo SMART	31
DESARROLLO	33
ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
CONCLUSIONES INDIVIDUALES	38
<i>REFERENCIAS</i>	39

CRONOGRAMA

Se desarrolló un cronograma de actividades con el fin de mantener un control de las actividades dentro de cada reto. En el cual se establecieron la duración del proyecto, la fecha de inicio y final de cada tarea (Figura 1).

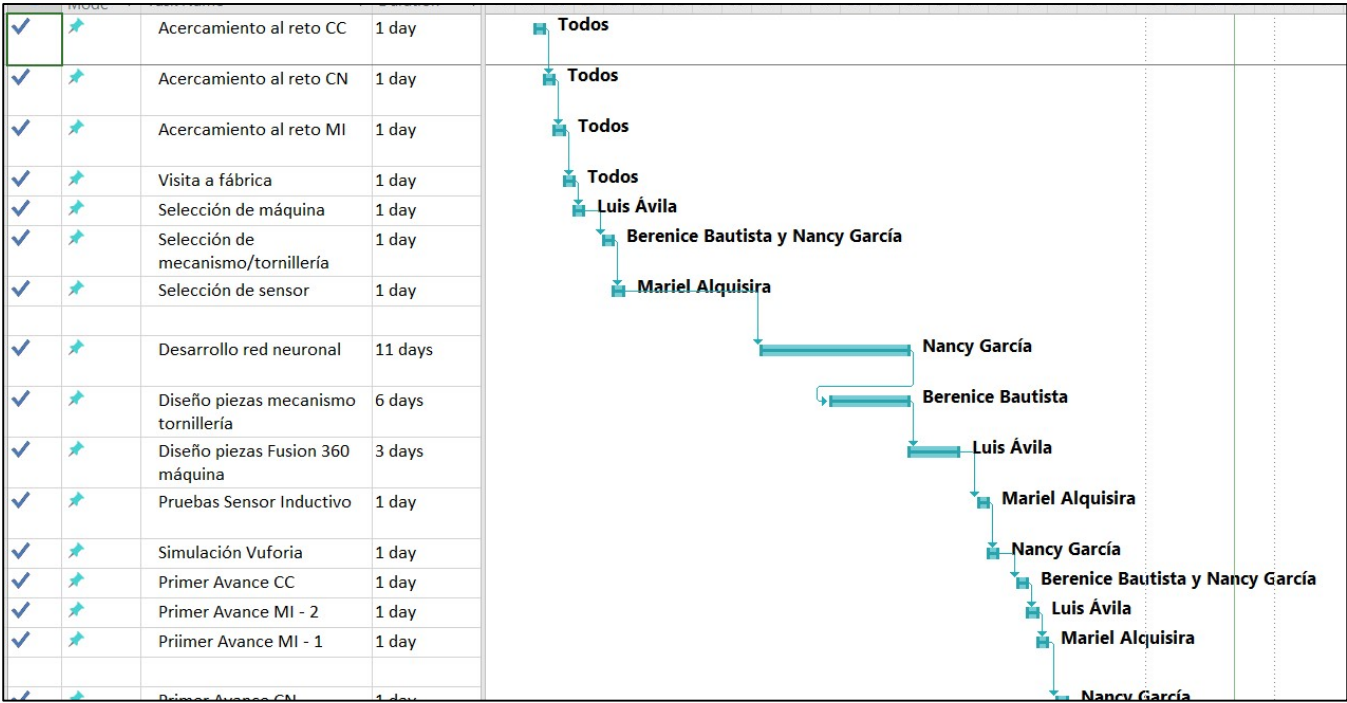


Figura 1. Cronograma de Actividades. Concentración de Sistemas Ciber-físicos II

Los códigos fuente, esquemáticos y piezas se pueden encontrar en el enlace del siguiente repositorio:

<https://github.com/nansnova/Sistemas-Ciberfisicos-II>

MÓDULO 1. MANUFACTURA INTELIGENTE I

RETO 1: GEMELO DIGITAL

OBJETIVO SMART

S – Simulación del funcionamiento de una roladora en Vuforia Studio

M - Funcionamiento cercano/preciso a la realidad

A - La tecnología no tiene limitaciones, es posible mostrar un correcto comportamiento de la máquina

R – Modelado de las piezas y mecanismos en la máquina real

T – Se debe de realizar el modelado mediante la realidad aumentada en una duración de 10 semanas.

ACTA DE CONSTITUCIÓN

Fecha: 27 de septiembre de 2022	Nombre del Proyecto: Manufactura Inteligente I
Justificación El siguiente proyecto está enfocado en optimizar el proceso de una roladora para la manufactura de tornillos mediante actuadores mecánicos y/o sensores. Para ello es importante poder modelarla en CAD y hacer una demostración dentro de VUFORIA. Esto se realiza con el fin de lograr una mayor interacción entre el usuario y su entorno mediante el uso de realidad aumentada.	
Objetivos estratégicos Los 2 objetivos para el proyecto sin orden son: <ul style="list-style-type: none">• Implementación de un sistema mecánico que optimice la producción de los tornillos• Simulación funcional• Prototipado	Criterios de éxito Los criterios de éxito importantes para el siguiente proyecto son: <ul style="list-style-type: none">• La implementación física de la primera opción• Contar una simulación exitosa con las piezas reales.
Breve descripción del proyecto El siguiente proyecto está enfocado en modelar una roladora en CAD y hacer una demostración dentro de VUFORIA.	
Principales interesados <ul style="list-style-type: none">• Forjadora Panamericana (socios formadores)• Mariel Alquisira Morales• Abril Berenice Bautista• Nancy Lesly García• Luis Eduardo Ávila• Equipo de docentes	

Requisitos generales y restricciones Algunos de los requisitos principales para el procesamiento de la solución son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Una simulación de dicho mecanismo 	
Riesgos principales <ul style="list-style-type: none"> • Corte o seccionamiento • Cizallamiento • Aplastamiento • Enganche • Atrapamiento o arrastre • Punzonamiento • Fricción o abrasión • Proyección de fluido a alta presión • Contacto eléctrico directo, con conductores activos • Contacto eléctrico indirecto, con elementos puestos accidentalmente en tensión • Fenómenos electrostáticos • Fenómenos térmicos relacionados con cortocircuitos o sobrecargas 	
Cronograma de hitos principales (si existieran) <ul style="list-style-type: none"> • Selección de máquina industrial • Demostración del funcionamiento de la máquina • Toma de medidas • Diseño en CAD 	
Presupuesto global preliminar (si existiera) Por el momento no existe un presupuesto global preliminar para el desarrollo del proyecto.	
Director del Proyecto Mariel Alquisira Morales	Nivel de autoridad Patrocinadores: Acceder a la información del cliente y negociar cambios Mariel Alquisira: Programar reuniones del proyecto con los gerentes funcionales Patrocinadores: Aprobar el presupuesto del proyecto y sus modificaciones Patrocinadores y Mariel Alquisira: Negociar con los gerentes funcionales los miembros del equipo
Patrocinador Master Anaid González Sarmiento Master Arturo Desaix López Rojas Dr. Donovan Manuel Esqueda Merino Dr. Armando Rafael San Vicente Cisneros Dr. Héctor Rafael Morano Okuno	Firma del patrocinador

Descripción del Alcance del Proyecto (*Product scope description*):

El siguiente proyecto está enfocado en optimizar el proceso de una roladora para la manufactura de tornillos mediante actuadores mecánicos y/o sensores. Para ello es importante poder modelarla en CAD y hacer una demostración dentro de VUFORIA. Esto se realiza con el fin de lograr una mayor interacción entre el usuario y su entorno mediante el uso de realidad aumentada.

Entregables del Proyecto (*Deliverables*):

Los entregables del proyecto son los siguientes:

- Simulación funcional en CAD
- Implementación VUFORIA

Criterios de Aceptación del Proyecto (*Acceptance Criteria*):

- Creación de una realidad aumentada en VUFORIA

Exclusiones del Proyecto (*Project exclusion*):

Las principales exclusiones del proyecto son:

- Simulación del mecanismo en Vuforia

Restricciones del Proyecto (*Constraints*):

Las restricciones del proyecto para el procesamiento de su solución son las siguientes:

- Partes móviles/interactivas dentro de la simulación

Supuestos del Proyecto (*Assumptions*):

Entre los principales supuestos presentes dentro del alcance del proyecto tenemos los siguientes:

- Corte o seccionamiento
- Cizallamiento
- Aplastamiento
- Enganche
- Atrapamiento o arrastre
- Punzonamiento
- Fricción o abrasión
- Proyección de fluido a alta presión
- Contacto eléctrico directo, con conductores activos
- Contacto eléctrico indirecto, con elementos puestos accidentalmente en tensión
- Fenómenos electrostáticos
- Fenómenos térmicos relacionados con cortocircuitos o sobrecargas

DESARROLLO

Para la creación del modelo tridimensional de la máquina roladora de tornillos en Autodesk Fusion 360, se acudió a la planta principal de la empresa Forjadora Panamericana con el objetivo de identificar el proceso que realiza dicha máquina dentro de la fábrica y sus principales características. Posteriormente se recopiló las respectivas medidas.



Figura 2. Roladora de tornillos, modelo Hartford

Posteriormente, se modela la roladora en Autodesk Fusion 360, lo más detallada posible para que sea importada a Vuforia Studio. Es de vital importancia guardar la máquina y las partes que tendrán movimiento como archivo tipo .obj para que sea compatible con el software.

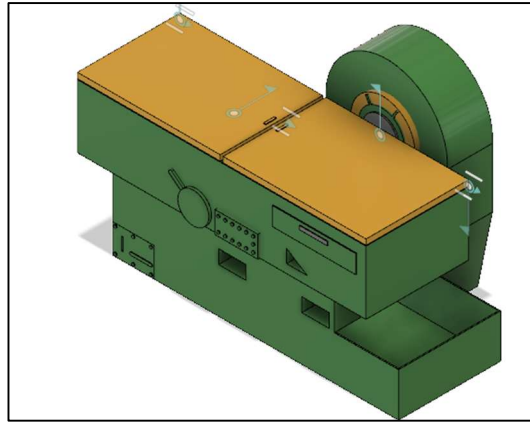


Figura 3. CAD de la Roladora de tornillos en Autodesk Fusion 360

Link del CAD: <https://a360.co/3Us0RZu>

Es importante mencionar que, las piezas que tendrán movimiento en nuestro modelo deben estar posicionadas en el origen del plano donde estas fueron dibujadas para asegurar una rotación adecuada. Las piezas a manipular son el tambo y un eje de rotación parte del mecanismo interno de la roladora. Además, se visualizará como mensaje en el ambiente de realidad aumentada la tasa de producción de esta máquina: entre 200 y 400 partes producidas por minuto.

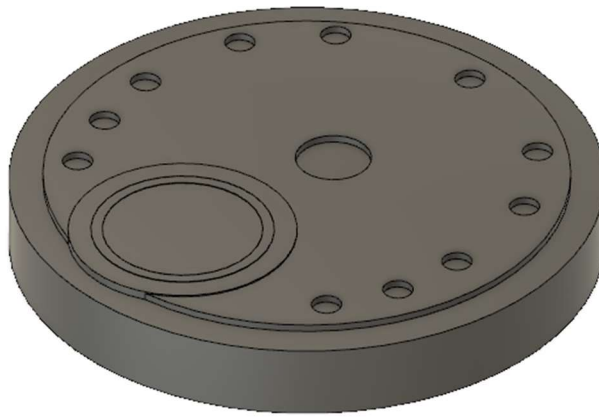


Figura 4. CAD del eje de rotación interno en Autodesk Fusion 360

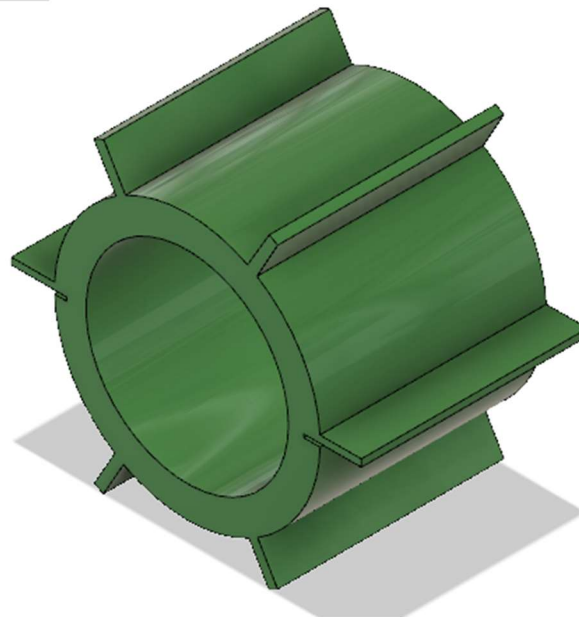


Figura 5. CAD del tambo en Autodesk Fusion 360

IMPLEMENTACIÓN EN VUFORIA STUDIO

Vuforia Studio (studi-download.vuforia.io) es una herramienta para la creación de experiencias de realidad aumentada a través de la combinación de tecnología móvil con modelos 3D desarrollados por el usuario. Para trabajar con esta herramienta, es necesario contar con una suscripción, para lo cual el Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México proporciona el siguiente dominio de servicio <http://prod405azms02.svcs.itesm.mx:2019>. Una vez iniciado el dominio, la herramienta puede ser empleada para desarrollar las experiencias de realidad aumentada (Figura 4).

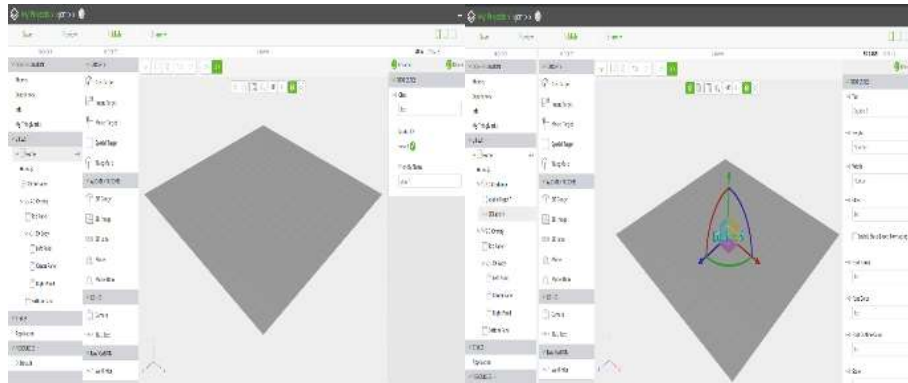


Figura 6. Experiencia Vuforia Studio

Previamente realizado un modelo CAD móvil desde Autodesk Fusion 360, se importa a Vuforia Studio. Para importar la pieza, ubicando las coordenadas en (0,0,0) para alinear las referencias de los planos de Vuforia Studio y Autodesk Fusion 360. Este proceso se repite para las piezas que se moverán en el modelo. Posicionándose en el eje respectivo para simular/recrear su rotación.

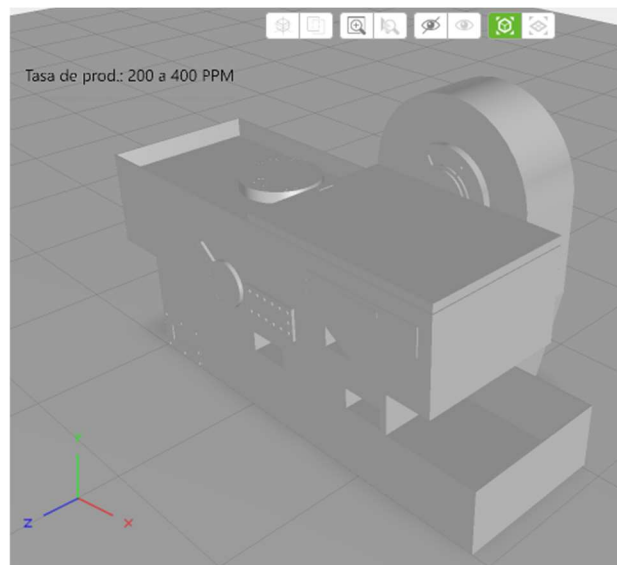


Figura 7. Roladora importada en Vuforia Studio

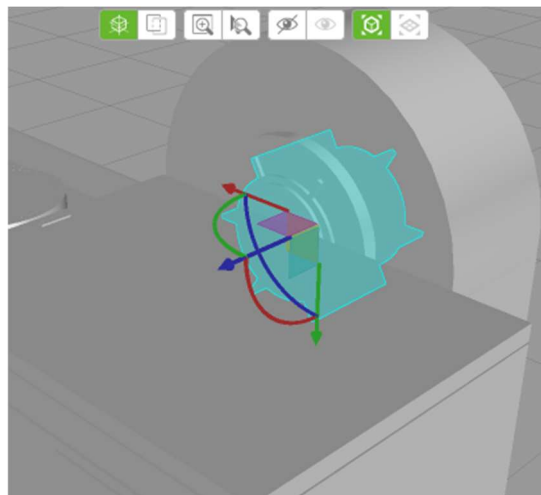


Figura 8. Tombo importado en Vuforia Studio

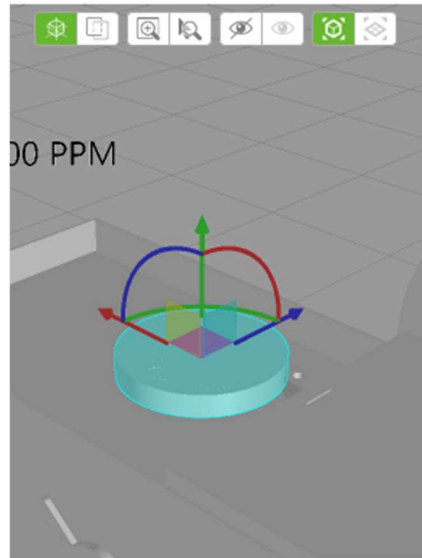


Figura 9. Eje de rotación interno en Vuforia Studio

Para la programación de la funcionalidad tanto de los botones como de los movimientos del modelo, se emplean funciones de JavaScript. Para ello, se ingresa a **Views** y se edita el archivo **Home.js** donde se agrega el código de las articulaciones o movimientos dentro de la simulación

Para efectos de la simulación se utilizaron las funciones `rotarModelo` y `showImg`. `rotarModelo` se programa en función del incremento del ángulo para rotar en un eje deseado. Para efectos del movimiento interno, se rota en y. Mientras que, en el tambo se rota en z. `showImg` utiliza condiciones lógicas, donde `true` simboliza la aparición de un mensaje en particular y `false` la desaparición del mismo.

```

var timerId = -1;
var incrementoAng = 5; // degrees
var incrementoTiempo = 100; // milliseconds

$scope.rotarModelo = function(){
  if (timerId > -1){
    clearInterval(timerId);
  }

  timerId = setInterval(function(){
    if(!$scope.app.params.rz){
      $scope.app.params.rz = 0;
    }
    if($scope.app.params.rz==900){
      $scope.app.params.rz-=incrementoAng;
    }
    $scope.$apply(function(){
      $scope.app.params.rz+=incrementoAng;
    });
  }, incrementoTiempo);
};

$scope.showImg = function(){
  $scope.app.params.lab = true
};

$scope.noshowImg = function(){
  $scope.app.params.lab = false
};

$scope.rotarModelo2 = function(){
  if (timerId > -1){
    clearInterval(timerId);
  }

  timerId = setInterval(function(){
    if(!$scope.app.params.sz){
      $scope.app.params.sz = 0;
    }
    if($scope.app.params.sz==900){
      $scope.app.params.sz-=incrementoAng;
    }
    $scope.$apply(function(){
      $scope.app.params.sz+=incrementoAng;
    });
  }, incrementoTiempo);
};

```

Figura 10. Código Vuforia Studio

Interfaz de Usuario. Una vez programadas las funcionalidades del modelo, se inicia el desarrollo de la interfaz de realidad aumentada para dispositivos móviles. En el apartado 2D (Figura 5), se proporciona una visualización del modelo en la interfaz de realidad aumentada, además de permitirnos agregar botones u otros generadores de eventos para detonar acciones declaradas previamente en el código (rotarModelo, rotarModelo2 y showImg).

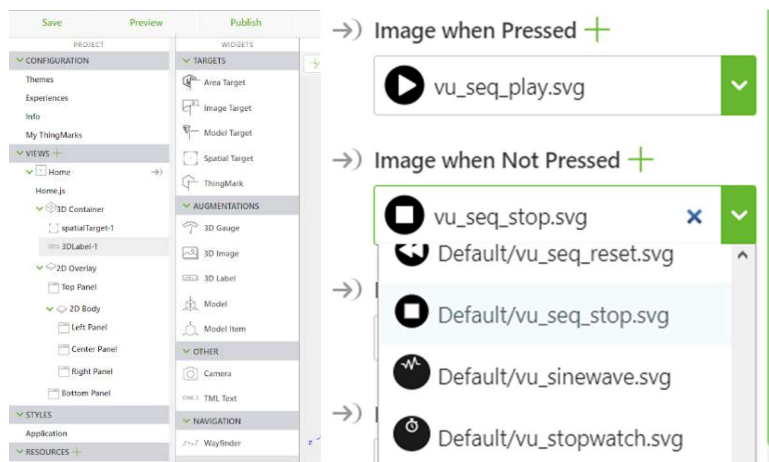


Figura 11. Apartado botones 2D Vuforia Studio

Una vez que se guarda el modelo, se debe publicar y posteriormente compartir la experiencia. Escaneando un código QR y usando la app en cualquier dispositivo inteligente. De este modo, se asegura una experiencia que combina elementos reales y simulados en un entorno real.

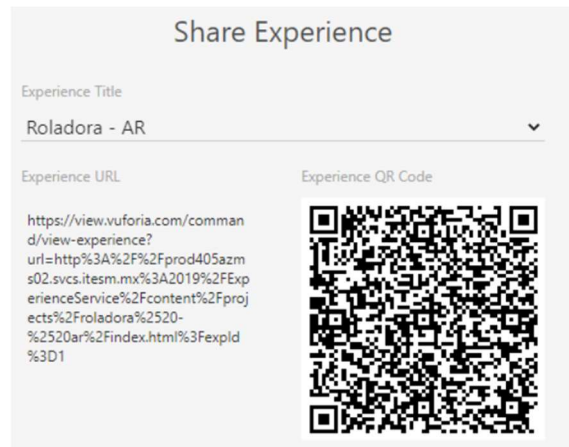


Figura 12. Código QR Vuforia Studio

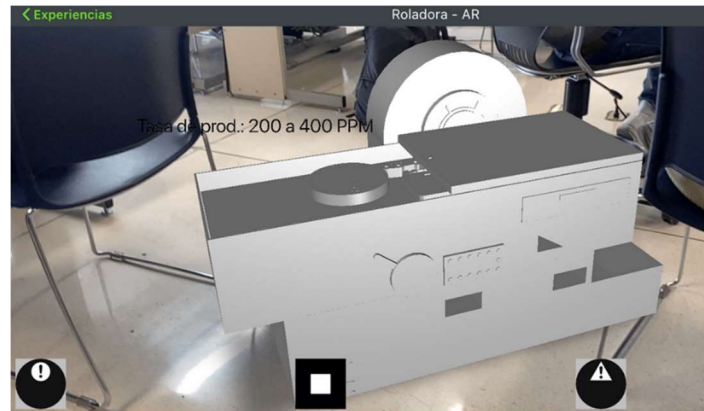


Figura 13. Ambiente AR Vuforia Studio

Simulación AR Vuforia: <https://drive.google.com/file/d/1TVXQTSXJNs7vJ0RBuuq5s9oS23s3zATd/view?usp=drivesdk>

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La implementación de la realidad aumentada trajo consigo una interacción más dinámica al mostrar el funcionamiento interno de la roladora. Una vez que se conoce sobre sus capacidades y funcionalidades, se genera una sincronización ideal entre los componentes de realidad aumentada que se buscan unir a la “realidad conocida”. Constantemente generando un procesamiento óptimo sobre la roladora y como este se volvió intuitivo para el usuario. El tamaño real de la máquina para hacerlo lo más cercano posible a la realidad y elegir las uniones son factores clave dentro de la implementación de esta tecnología. Un factor por mencionar es la falta de color y textura en la máquina. Por cuestiones de software, no se transmiten dichas propiedades. Pero es algo que se debe solucionar a corto plazo o buscar otras alternativas que las permitan mostrar mejores características.

CONCLUSIONES INDIVIDUALES

Maríel Alquisira – El desarrollo realizado desde VUFORIA fue una implementación importante ya que mediante esto se pudo crear un punto de interacción entre el modelo 3D de la máquina que tenemos y sus movimientos del mecanismo interno. Es importante que estos modelados de la máquina sean integrados ya que permite ver la movilidad de la máquina desde diferentes dispositivos. A futuro, esta aplicación de realidad aumentada puede servir en diferentes aspectos donde se requiere tener un modelado de 3D a la mano e incluso puede ser útil para tenerlo en diferentes situaciones.

Nancy García - Vuforia es un excelente ejemplo de que múltiples softwares se pueden combinar para crear una aplicación más específica. Se utilizó fusión 360 para modelar las partes de la maquina y hacer simulaciones dentro del ambiente, pero se le puede dar un uso diferente al exportar esas partes de manera individual y utilizar la plataforma de Vuforia, que se parece bastante a Android studio, para crear una aplicación móvil en la que los usuarios pueden interactuar con la máquina, animar sus movimientos, aumentar su tamaño. Más allá de solo ver el diseño y la animación se convierte en una herramienta con mucho potencial para la empresa.

Berenice Bautista – La implementación del modelo 3D de la máquina como parte de una aplicación de realidad aumentada provee a los trabajadores la oportunidad de aprovechar la información del entorno digital como parte de sus herramientas disponibles. La realidad virtual funge como un factor de enriquecimiento para el conocimiento de los trabajadores sobre la maquinaria, su funcionalidad, el aprovechamiento de sus sistemas, así como la posibilidad de explotar sus ventajas para una mayor productividad en la fábrica. El desarrollo del entorno virtual de la fábrica permite que la interacción con la maquinaria ya sea con experiencia o como un primer contacto, sea de una forma más segura, fácil y eficiente, donde cada trabajador pueda evaluar la máquina y sus componentes a profundidad, todo sin comprometer su integridad física o la productividad de la planta.

Luis Ávila - La realidad aumentada permite que la información digital se integre en nuestro entorno físico. Es una herramienta que puede ayudarnos a transformar nuestro entorno inmediato en espacios de aprendizaje, trabajo y entretenimiento. Esto va desde traer un objeto o concepto a una realidad que de otro modo se imagina, es inaccesible o difícil de comprender e incluso puede ayudar a hacer visible lo invisible. Además de contribuir en la realización de una tarea, proporcionando descripciones en tiempo real de lo que sucede alrededor. Todo con el fin de presentar perspectivas nuevas y alternativas, cambiando la forma de vida. Esto va ligado con muchas tendencias mundiales actuales que buscan atender necesidades específicas, haciendo posible que ramas distintas a la tecnología contribuyan a que se adopten ideas tecnológicas y consolidar aún más un mundo globalizado. En este proceso, se logran adquirir habilidades nuevas que beneficia a la población y provoca que esta tecnología tenga evolución constante. Es relevante su implementación para conocer los parámetros y condiciones necesarias para construir un entorno virtual que tenga una adaptación óptima y detectar oportunidades de mejora dentro de este y futuros modelos que sean fabricados con fines innovativos, interactivos o de aprendizaje.

MÓDULO 1. MANUFACTURA INTELIGENTE II

RETO 2: RECORRIDO VIRTUAL

OBJETIVO SMART

- S – Simulación del funcionamiento de una roladora usando realidad virtual
- M - Funcionamiento cercano/preciso a la realidad
- A - La tecnología no tiene limitaciones, es posible mostrar un correcto comportamiento de la máquina
- R – Modelado de las piezas y mecanismos en la máquina real
- T – Se debe de realizar el modelado mediante la realidad aumentada en una duración de 10 semanas.

ACTA CONSTITUTIVA

Fecha: 27 de septiembre de 2022	Nombre del Proyecto: Manufactura Inteligente II
Justificación El siguiente proyecto está enfocado en optimizar el proceso de una roladora para la manufactura de tornillos mediante actuadores mecánicos y/o sensores. Para ello es importante poder modelarla en CAD y hacer una demostración de su funcionamiento haciendo uso de la realidad virtual. Esto se realiza con el fin de ofrecer un mejor acercamiento del funcionamiento de la máquina.	
Objetivos estratégicos Los 2 objetivos para el proyecto sin orden son: <ul style="list-style-type: none">• Implementación de un sistema mecánico que optimice la producción de los tornillos• Simulación funcional• Prototipado	Criterios de éxito Los criterios de éxito importantes para el siguiente proyecto son: <ul style="list-style-type: none">• La implementación física de la primera opción• Contar una simulación exitosa con las piezas reales.
Breve descripción del proyecto El siguiente proyecto está enfocado en modelar una roladora en CAD y demostrar su funcionamiento haciendo uso de la realidad virtual	
Principales interesados <ul style="list-style-type: none">• Forjadora Panamericana (socios formadores)• Mariel Alquisira Morales• Abril Berenice Bautista	

<ul style="list-style-type: none"> • Nancy Lesly García • Luis Eduardo Ávila • Equipo de docentes 	
Requisitos generales y restricciones Algunos de los requisitos principales para el procesamiento de la solución son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Una simulación de dicho mecanismo 	
Riesgos principales <ul style="list-style-type: none"> • Corte o seccionamiento • Cizallamiento • Aplastamiento • Enganche • Atrapamiento o arrastre • Punzonamiento • Fricción o abrasión • Proyección de fluido a alta presión • Contacto eléctrico directo, con conductores activos • Contacto eléctrico indirecto, con elementos puestos accidentalmente en tensión • Fenómenos electrostáticos • Fenómenos térmicos relacionados con cortocircuitos o sobrecargas 	
Cronograma de hitos principales (si existieran) <ul style="list-style-type: none"> • Selección de máquina industrial • Demostración del funcionamiento de la máquina • Toma de medidas • Diseño en CAD 	
Presupuesto global preliminar (si existiera) Por el momento no existe un presupuesto global preliminar para el desarrollo del proyecto.	
Director del Proyecto Mariel Alquisira Morales	Nivel de autoridad Patrocinadores: Acceder a la información del cliente y negociar cambios Mariel Alquisira: Programar reuniones del proyecto con los gerentes funcionales Patrocinadores: Aprobar el presupuesto del proyecto y sus modificaciones Patrocinadores y Mariel Alquisira: Negociar con los gerentes funcionales los miembros del equipo
Patrocinador Master Anaid González Sarmiento Master Arturo Desaix López Rojas Dr. Donovan Manuel Esqueda Merino Dr. Armando Rafael San Vicente Cisneros Dr. Héctor Rafael Morano Okuno	Firma del patrocinador

Descripción del Alcance del Proyecto (*Product scope description*):

El siguiente proyecto está enfocado en optimizar el proceso de una roladora para la manufactura de tornillos mediante actuadores mecánicos y/o sensores. Para ello es importante poder modelarla en CAD y hacer una demostración de su funcionamiento haciendo uso de la realidad virtual. Esto se realiza con el fin de ofrecer un mejor acercamiento del funcionamiento de la máquina.

Entregables del Proyecto (*Deliverables*):

Los entregables del proyecto son los siguientes:

- Simulación funcional en CAD
- Implementación VR de la roladora

Criterios de Aceptación del Proyecto (*Acceptance Criteria*):

- Creación de un recorrido virtual de la roladora

Exclusiones del Proyecto (*Project exclusion*):

Las principales exclusiones del proyecto son:

- Simulación del mecanismo usando VR

Restricciones del Proyecto (*Constraints*):

Las restricciones del proyecto para el procesamiento de su solución son los siguientes:

- Partes móviles/interactivas dentro de la simulación

Supuestos del Proyecto (*Assumptions*):

Entre los principales supuestos presentes dentro del alcance del proyecto tenemos los siguientes:

- Corte o seccionamiento
- Cizallamiento
- Aplastamiento
- Enganche
- Atrapamiento o arrastre
- Punzonamiento
- Fricción o abrasión
- Proyección de fluido a alta presión
- Contacto eléctrico directo, con conductores activos
- Contacto eléctrico indirecto, con elementos puestos accidentalmente en tensión
- Fenómenos electrostáticos
- Fenómenos térmicos relacionados con cortocircuitos o sobrecargas

Estos supuestos son reflejados en un escenario real, por lo que su consideración en las simulaciones debe ser primordial en el desarrollo de estas.

DESARROLLO

Al igual que en el reto del gemelo digital, se capturaron las medidas de la roladora y se hizo uso del mismo CAD para implementar el recorrido virtual de esta maquinaria. Para esta simulación, se realizaron las animaciones pertinentes de la Roladora Grande 2 y una renderización de sus movimientos con Fusión 360. La renderización se hace con fines de crear una experiencia más inmersiva y realista del mecanismo presentado.

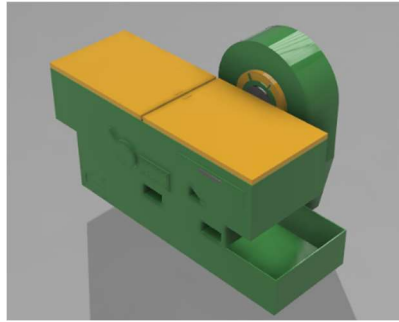


Figura 14. CAD renderizado de la roladora

USO DE VR PLAYER

Se debe descargar la app en el dispositivo de preferencia y dar acceso a la multimedia local de dicho dispositivo para elegir el video con la simulación de la roladora.

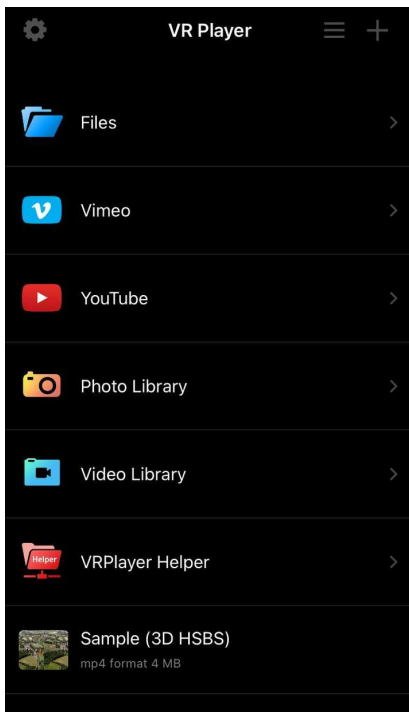


Figura 15. Interfaz VR player

Posteriormente, jugar con las distintas modalidades que ofrece la cámara y hacer una recopilación de los mejores vistazos al funcionamiento de piezas en el recorrido virtual.

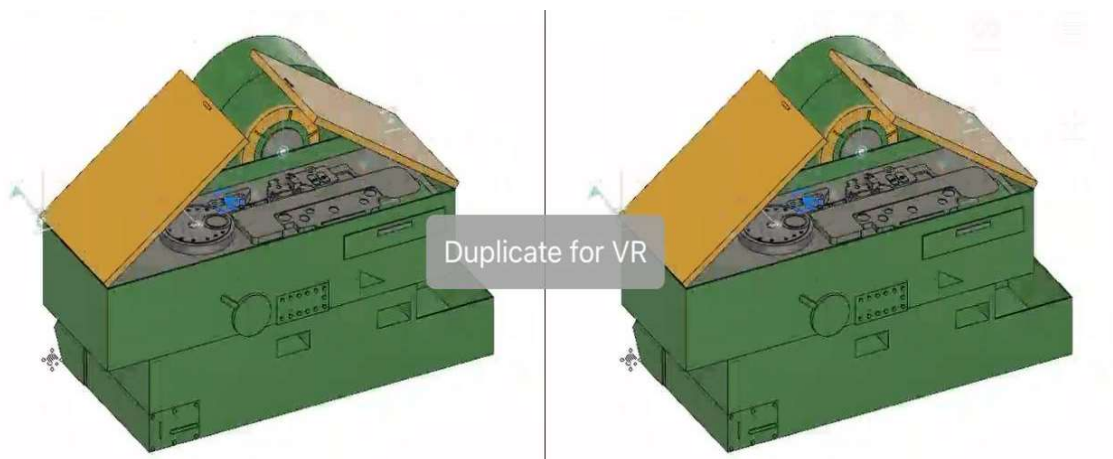


Figura 16. Modalidad I - VR player

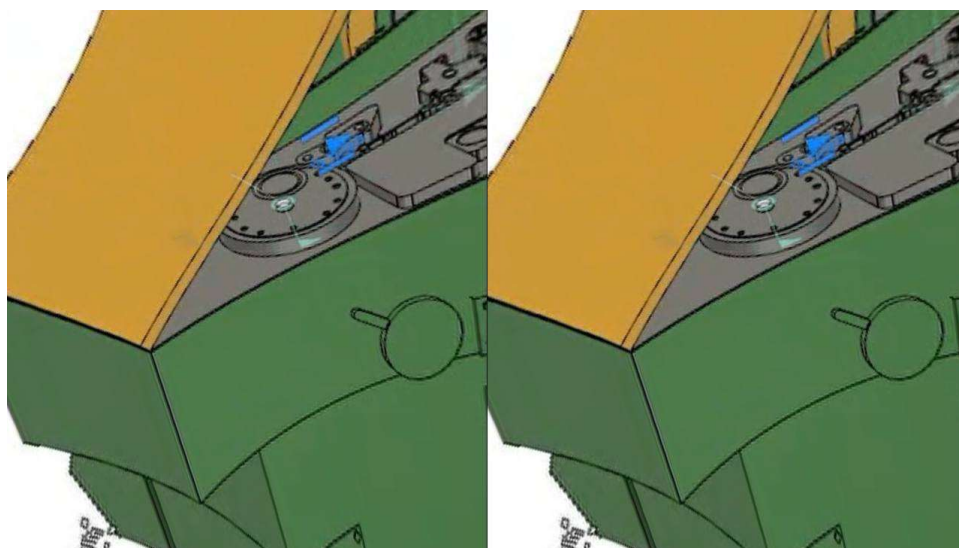


Figura 17. Modalidad 2 - VR player

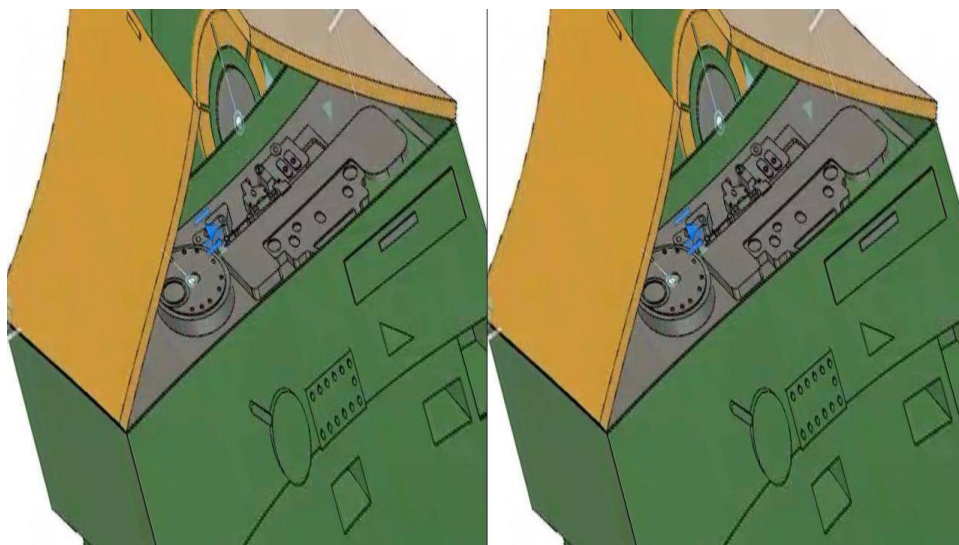


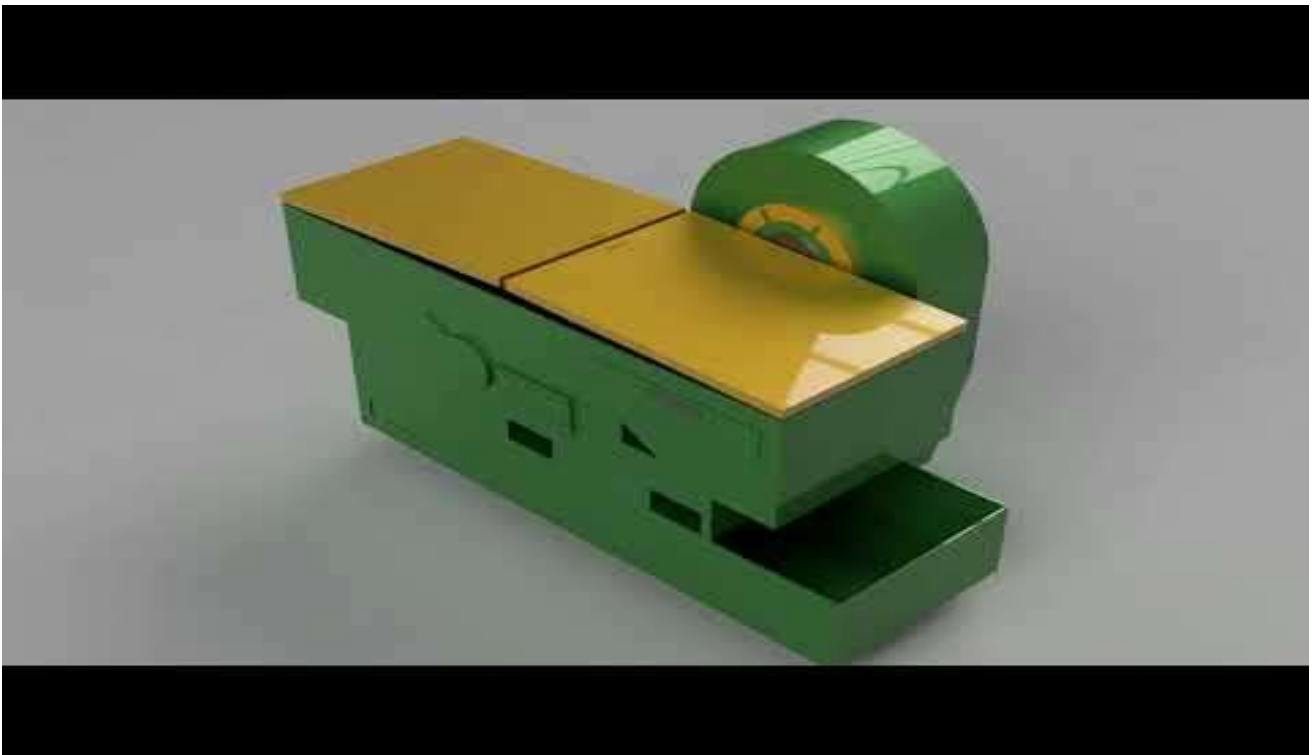
Figura 18. Modalidad 3 - VR player

Una vez que se cuente con las modalidades de cámaras deseadas, publicar el video en YouTube para su visualización. Se recomienda el uso de los lentes VR BNEXT para lograr mayor interactividad con el usuario y darle la posibilidad de conocer más a fondo todos los detalles en la máquina.



Figura 19: Lentes VR BNEXT

Link: [Roladora Grande 2 - YouTube](#)



ANÁLISIS DE RESULTADOS

A diferencia del gemelo digital, el recorrido de realidad virtual tiene menos interactividad en relación a su contraparte. Sin embargo, un valor agregado a esta tecnología es la posibilidad de tener más vistazos y detalles de cómo funciona la máquina regularmente. Lo que, a su vez, permite que se vuelva una herramienta de detección de fallas del mecanismo. Mientras mayor sea el detalle del modelado, mayores precauciones/predicciones se tendrán acerca del comportamiento acerca de equipos industriales de esta índole. Al mismo tiempo, se contemplan áreas de mejora como agregar textura a la máquina y más componentes a su alrededor que contribuyan a una optimización constante de la roladora.

CONCLUSIONES INDIVIDUALES

Mariel Alquisira Morales - El reto del recorrido virtual de manufactura inteligente fue uno de alto valor curricular para mi desarrollo como ingeniería. Dentro de este módulo pude aprender acerca de las diferentes realidades virtuales existentes y aplicarlas a una máquina de la Forjadora Panamericana. Realizar el modelado CAD de la Roladora Grande 2 me permitió fortalecer mis competencias de diseño con apoyo computarizado y me enseñó a mejorar mi análisis de los componentes. Al momento de animar diferentes componentes es importante tener claro su propósito y como emulan la maquina en la vida real. Esta similitud y responsabilidad de crear un gemelo digital fue un gran aprendizaje ya que los pequeños detalles de la maquina cuentan mucho.

Nancy García – Fue todo un proceso llegar al resultado, ya que los primeros acercamientos con las maquinas fueron tomar medidas y vídeos de la animación del funcionamiento, poco después empezar a familiarizarnos con las herramientas del software de modelado y los ensambles para crear movimientos. Una vez con un poco de práctica y las medidas desde las que partir se fue trabajando sobre las versiones varias veces hasta llegar al resultado. El objetivo de modelar un gemelo digital de un producto ya sea una máquina o un conjunto de sistemas, es migrar la interacción a una versión digitalizada y que puede tener muchas ventajas de seguridad y ahorro de recursos.

Berenice Bautista – El desarrollo de implementaciones de realidad virtual es una de las aplicaciones más comerciales para el área de manufactura inteligente. A partir del desarrollo de esta aplicación, se comprenden los ilimitados propósitos de la realidad virtual, ya que puede ir por punto de vista donde los futuros ingenieros pueden visitar una verdadera planta de producción sin poner en riesgo su seguridad o disminuir la productividad de la planta de producción por la interrupción de su rutina. Sin embargo, también provee a los trabajadores de gestión de personal y procesos de una herramienta muy poderosa para la gestión de procesos, espacios y personal, puesto que literalmente tienen la fábrica en la palma de su mano.

Luis Ávila - La realidad virtual es una tecnología multifacética capaz de adaptarse a los entornos y aplicable en casi cualquier área de trabajo. En términos prácticos de este tipo de ejercicios es vital identificar qué área busca ser beneficiada y como esta experiencia sigue siendo dinámica a corto, mediano y largo plazo. Esto se logra traducir en la creación de espacios para atraer más foco a no sólo el sector virtual, sino también el industrial y el cómo sigue siendo un parteaguas para la recreación de diversos procesos y comprender mejor lo que hacen. Además, optimiza el mantenimiento y servicio de estos equipos; logrando identificar posibles fallas técnicas y el progreso de su vida útil. Provocando una evolución de mejoras en el sector de manufactura y que su impacto en el día a día no desaparezca.

MÓDULO 2. CÓMPUTO COGNITIVO

OBJETIVO SMART

- S- Crear una red neuronal que permita identificar los herramientas correctos e incorrectos de la Forjadora Panamericana.
- M- La resolución de este proyecto se medirá en cuanto un prototipado de la maquina y la red neuronal estén presentes dentro del proyecto.
- A- Se debe de emular una prototipado del mecanismo que despliega el herramental y poder escanear las imágenes producidas.

- R- Relevante al proyecto debido a que está asociado con la Forjadora Panamericana y estamos abordando su necesidad de poder identificar cuáles son herramientas correctos e incorrectos con la ayuda de un programa o en este caso una red neuronal.
- T- El proyecto tiene una duración de 10 semanas

ACTA CONSTITUTIVA

Fecha: 27 de septiembre 2022	Nombre del Proyecto: Computación Cognitiva
Justificación: El siguiente proyecto está enfocado en dos opciones: la primera es realizar un prototipo que fabrique y dispense unos tornillos. Al momento de dispensar se deben de acomodar con vibración o rotación mediante una cámara de procesamiento. Se busca implementar la primera opción. La segunda opción se busca no aplicarse y simula la fabricación con piezas reales donde se entrena el sistema con más datos.	
Objetivos estratégicos Los 2 objetivos para los proyectos sin orden son: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un procesamiento con la cámara • Simulación funcional • Prototipado 	Criterios de éxito Los criterios de éxito importantes para el siguiente proyecto son que se pueda realizar o la implementación física de la primera opción o tener una simulación exitosa con las piezas reales.
Breve descripción del proyecto Una breve descripción de los dos posibles proyectos a resolver tiene que ver con el prototipado y la fabricación. Se debe de simular la fabricación y poder realizar un procesamiento de la dispensación del proyecto.	
Principales interesados <ul style="list-style-type: none"> • Forjadora Panamericana (socios formadores) • Mariel Alquisira Morales • Abril Berenice Bautista • Nancy Lesly García • Luis Eduardo Ávila • Equipo de docentes 	
Requisitos generales y restricciones Algunos de los requisitos principales para el procesamiento de la solución son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Un procesamiento adecuado de las imágenes mediante la cámara • Crear un proceso para la simulación de la fabricación • Una implementación física del acomodo de los tornillos • Una fabricación de los herramientas correspondientes 	
Riesgos principales	

<p>Existen 2 posibles resultados, pero en general algunos de los riesgos que se pueden presentar en ambos casos son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al momento de implementarse físicamente puede tener unas fallas con la implementación física • El procesamiento mediante el sistema de visión de cámara puede indicar unas anomalías 	
<p>Cronograma de hitos principales (si existieran)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decidir cuál de los 2 proyectos se deben de escoger • Empezar la planeación de las actividades correspondientes 	
<p>Presupuesto global preliminar (si existiera) Por el momento no existe un presupuesto global preliminar para el desarrollo del proyecto.</p>	
<p>Director del Proyecto</p> <p>Mariel Alquisira Morales</p>	<p>Nivel de autoridad</p> <p>Acceder a la información del cliente y negociar cambios Programar reuniones del proyecto con los gerentes funcionales Aprobar el presupuesto del proyecto y sus modificaciones Negociar con los gerentes funcionales los miembros del equipo Otro:</p>
<p>Patrocinador</p> <p>Master Anaid González Sarmiento Master Arturo Desaix López Rojas Dr. Donovan Manuel Esqueda Merino Dr. Armando Rafael San Vicente Cisneros Dr. Héctor Rafael Morano Okuno</p>	<p>Firma del patrocinador</p>

Descripción del Alcance del Proyecto (*Product scope description*):

<p>El alcance del proyecto tiene su enfoque en la realización de un prototipo que fabrique y dispense unos tornillos, acomodándolos por medio de vibración o rotación, para posteriormente procesar la imagen con una cámara.</p>

Entregables del Proyecto (*Deliverables*):

<p>Los entregables del proyecto son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de imágenes mediante cámara • Simulación funcional • Prototipado
--

Criterios de Aceptación del Proyecto (*Acceptance Criteria*):

Los criterios de éxito importantes para el siguiente proyecto son la realización o la implementación física de la primera opción, además de contar con una simulación exitosa de las piezas reales.

Exclusiones del Proyecto (*Project exclusion*):

Las principales exclusiones del proyecto son:

- Adaptabilidad a las necesidades específicas del proyecto, que sean ajenas a las políticas y restricciones de Formadora Panamericana
- Uso y distribución de cualquier intento de imitación de la materia prima o software ilegal
- Hacer uso de bases de datos falsas durante el desarrollo del proyecto

Restricciones del Proyecto (*Constraints*):

Las restricciones del proyecto para el procesamiento de su solución son los siguientes:

- Procesamiento adecuado de imágenes mediante una cámara web
- Creación de un proceso para la simulación de la fabricación
- Implementación física del acomodo de los tornillos
- Fabricación de las herramientas correspondientes

Supuestos del Proyecto (*Assumptions*):

Entre los principales supuestos presentes dentro del alcance del proyecto tenemos los siguientes:

- La configuración y parámetros del mecanismo son los adecuados para el uso de Forjadora Panamericana
- El mecanismo no atenta contra la integridad del personal en Forjadora Panamericana
- El mecanismo tendrá oportunidad de mejora constante en el futuro

DESARROLLO DEL PROTOTIPO FÍSICO

Inicialmente, se realizó una visita al espacio de trabajo del socio formador, con el objetivo de analizar las máquinas para proponer soluciones de acuerdo con sus condiciones. Para replicar el movimiento mecánico de la maquinaria en Forjadora Panamericana, se propone utilizar un mecanismo tipo biela-manivela de 2 ejes, buscando transformar un movimiento rotatorio a uno lineal. Además, se propuso un soporte lateral adaptable para el sistema de visión (Figura 10), con el objetivo de poder ser aplicado a distintos diseños de estas máquinas, sin realizar variaciones significativas al prototipo.

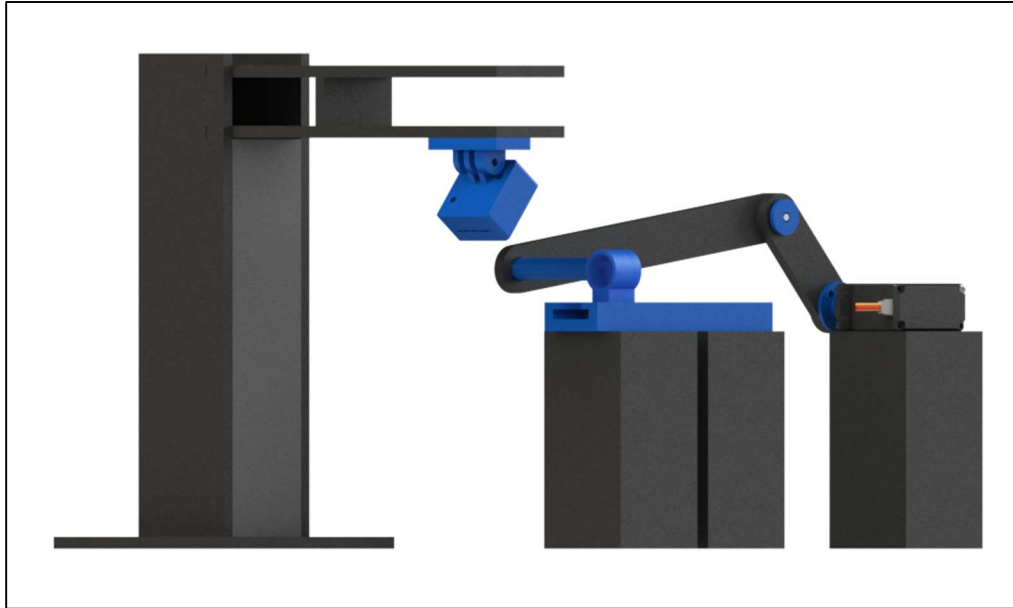


Figura 20: Modelo del Sistema

FUNCIONAMIENTO

El sistema móvil del prototipo requiere de un movimiento lineal continuo, por lo que se utiliza un mecanismo biela-manivela para la transformación del movimiento circular de un servomotor a un movimiento rectilíneo. [1]

El prototipo está diseñado en dos módulos independientes, sistema móvil y sistema de visión (Figura 11), esto con el objetivo de generar un sistema adaptable a cualquier espacio en el que éste deba ser aplicado, enfatizando la libertad de movimiento entre el sistema de visión y el mecanismo de movimiento.

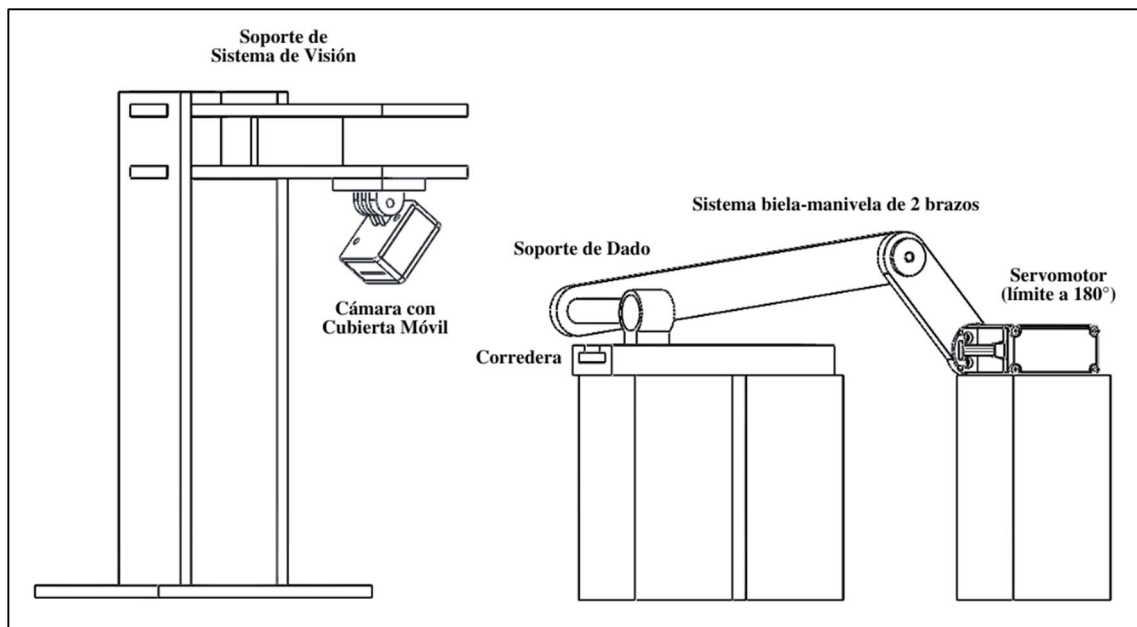


Figura 21: Elementos del Prototipo

La implementación del sistema encargado del movimiento del dado requiere una alta precisión en el desplazamiento lineal, por lo que se implementó un motor de tipo servo limitado a 180 grados, esto para controlar el fraccionamiento del movimiento y velocidad del motor según los requerimientos (Figura 11). Con este motor, no solo se realiza un movimiento

correctamente delimitado, también ayuda al cuidado del sistema móvil a largo plazo, alargando los periodos de mantenimiento de mecanismos.

Códigos del Actuador

```
// Incluimos la librería para poder controlar el servo
#include <Servo.h>

// Declaramos la variable para controlar el servo
Servo  ervomotor;

void setup() {
  // Iniciamos el monitor serie para mostrar el resultado
  Serial.begin(9600);
  // Iniciamos el servo para que empiece a trabajar con el pin 6
  ervomotor.attach(6);
  // Inicializamos al ángulo 0 el servomotor
  ervomotor.write(0);
}

void loop() {
  // Desplazamos a la posición 0°
  ervomotor.write(0);
  // Esperamos 1 segundo
  delay(1000);
  // Desplazamos a la posición 180°
  ervomotor.write(180);
  // Esperamos 1 segundo
  delay(1000);
}
```

A continuación, se muestran diagramas detallados sobre la secuencia de funcionamiento del prototipo (Figura 12).

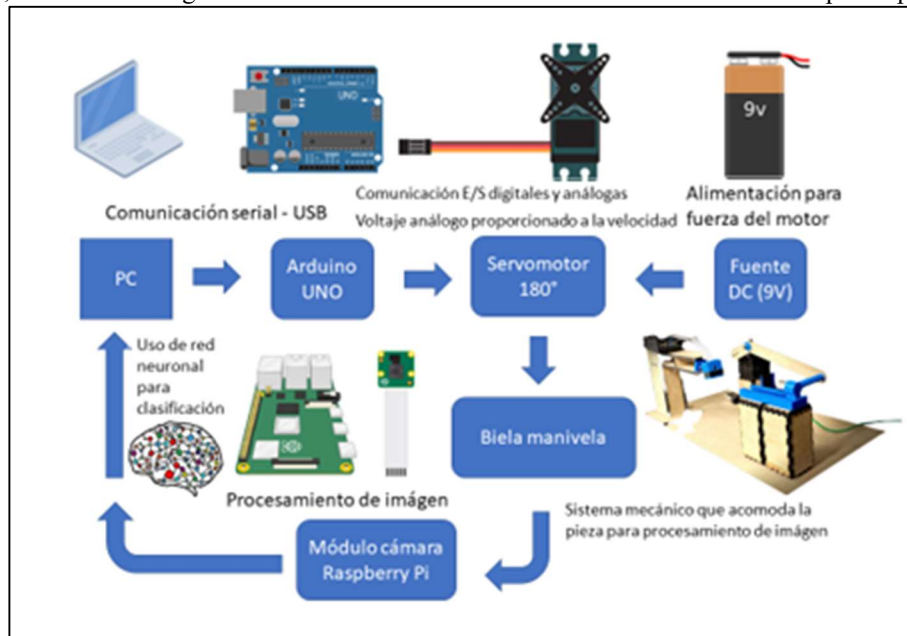


Figura 22: Diagrama de Bloques del Funcionamiento del Prototipo

Por otro lado, para el desarrollo del sistema de visión, se utiliza un Módulo de Cámara Raspberry Pi V2, el cual tiene una resolución de 8 megapíxeles 1080p. Este módulo representa diversas ventajas para su implementación en la fábrica, puesto que es un dispositivo de dimensiones reducidas capaz de ser colocado en diversos espacios sin ser un obstáculo para el

desempeño de la maquinaria. Todo el sistema está montado en un soporte que, a pesar de que sus dimensiones están consideradas para este prototipo, es fácilmente adaptable a cualquier entorno.

Además, El módulo fue recubierto por una carcasa móvil de plástico sellado (Figura 13), lo que garantiza la durabilidad del prototipo a pesar de condiciones de poco cuidado. Esta carcasa no solo protege el dispositivo, también le aporta movilidad, generando un amplio campo de visión según las necesidades del usuario.

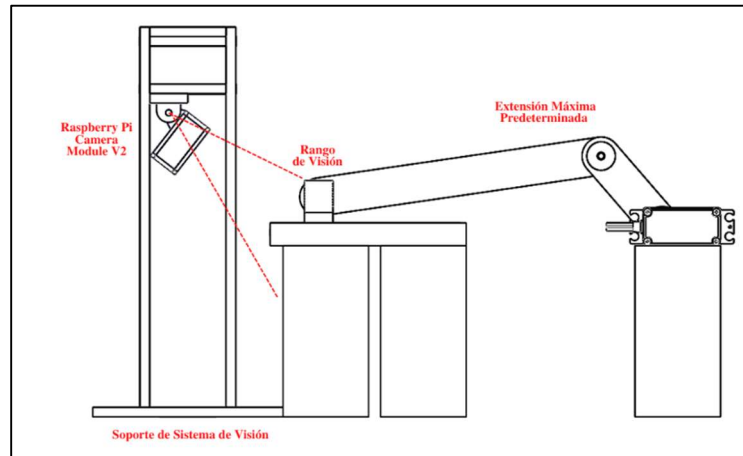


Figura 23: Diagrama del Sistema de Visión

Una vez desarrollado el prototipo físico del sistema de visión, es necesario reconocer la funcionalidad detrás de este. La cámara está colocada estratégicamente para recibir imágenes significativas del objetivo a analizar, en este caso, el dado de la maquinaria (Figura 13).

Gracias al correcto posicionamiento de la cámara con respecto al actuador, podemos iniciar la captura y procesamiento de imágenes. Este proceso inicia con la detección de una Región de Interés (ROI por su nombre en inglés Region of Interest). Esta región nos permitirá restringir el tamaño de la imagen capturada, eficientando el preprocesamiento (Figura 14).

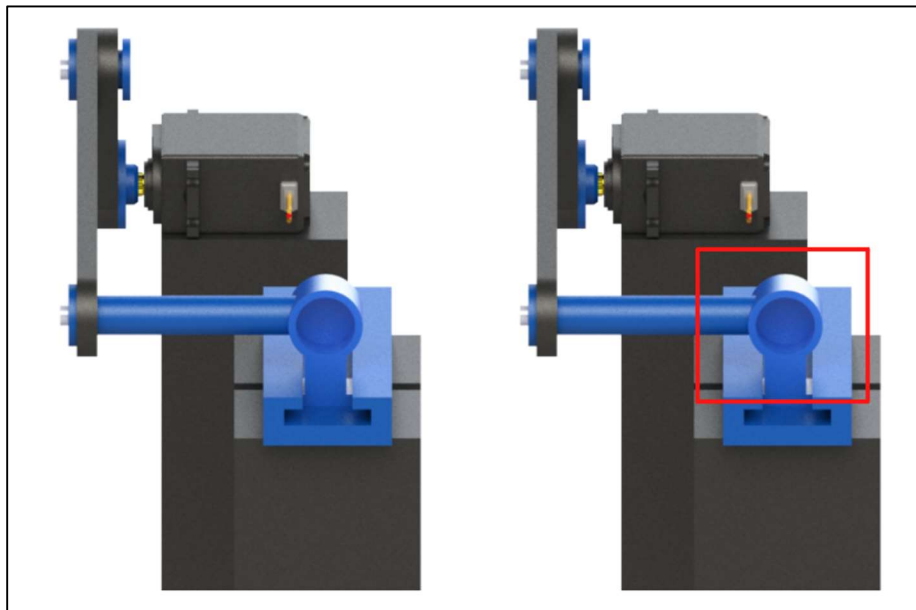


Figura 24: Detección de Región de Interés

Posteriormente, se inicia el procesamiento de imágenes con el objetivo de obtener información significativa de la escena a partir de las capturas. Para este caso, los cambios de color no son significativos para la detección de anomalías en el

dado, por lo que se convierte la imagen a escala de grises. Esto a su vez es considerado una ventaja, puesto que utilizar imágenes grises aligera considerablemente el costo computacional del análisis de la imagen en redes neuronales.

Para aprovechar las propiedades de nuestro objeto a analizar, debemos buscar características en su apariencia. En el caso del dado, este tiene forma circular, por lo que se busca restringir la imagen únicamente a las zonas circulares detectadas. Este procedimiento puede realizarse a través de un método de detección de círculos conocido como Transformada de Hough, el cual utiliza el Método del gradiente de Hough para la detección de parámetros como el centro y el radio del círculo. [2]

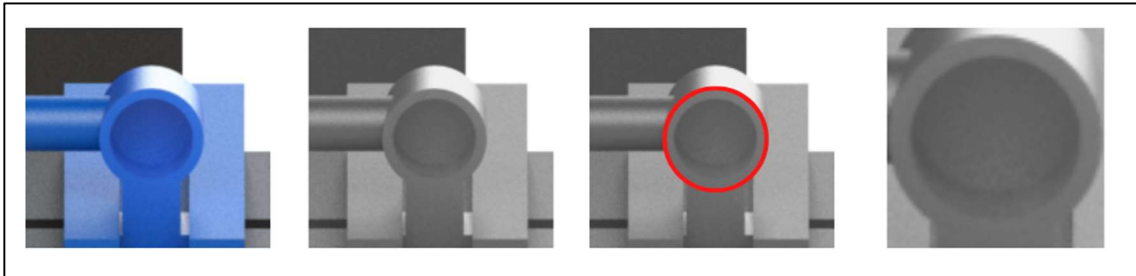


Figura 25: Procesamiento de Imágenes

De ese modo, la imagen final generada por el preprocesamiento de imagen (Figura 15) puede ser introducida a una red neuronal entrenada para el reconocimiento de defectos o fracturas en el dado analizado. Finalmente se muestran imágenes detalladas de la implementación física del primer prototipo del sistema descrito previamente (Figura 16). Se puede observar un video con su funcionamiento completo en la siguiente liga: [Actividad 3](#)



Figura 26: Implementación Física del Prototipo

DESARROLLO DE LA RED NEURONAL

Inicialmente, para la creación de la red neuronal se implementa Python como herramienta de desarrollo en conjunto diversas librerías:

- Tensorflow (2.3.0): Librería especializada en Aprendizaje Automático (*Machine Learning*).
- Keras: Librería especializada en redes Neuronales de Aprendizaje Profundo (*Deep Learning Neural Networks*).
- OpenCV (4.5.5): Librería especializada en Visión Computacional y procesamiento de imágenes.

Posteriormente, se realiza la creación del dataset. Debido a que las piezas que generan la forma de la punta del tornillo se realizan con diversos materiales, es importante preprocesar las imágenes con el objetivo de eliminar el color del material como parte de las características distintivas de una pieza dañada o una pieza en buen estado (Figura 17).

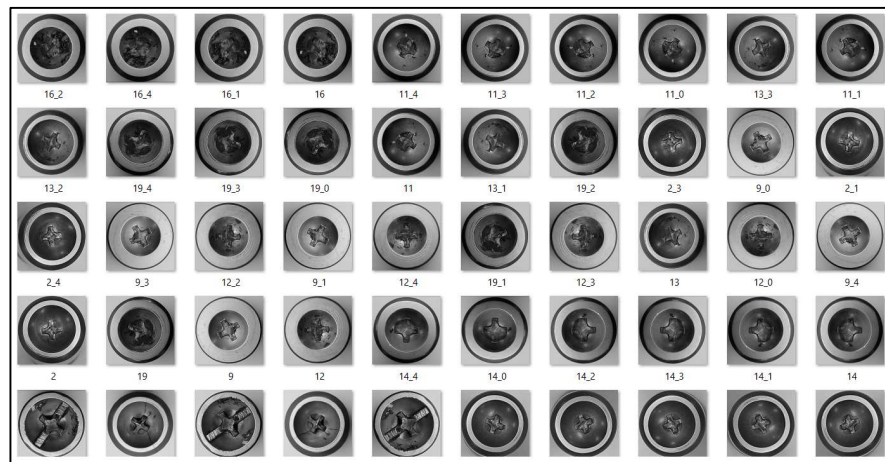


Figura 27: Dataset Preprocesado

La Red Neuronal Convolutiva se genera con diversas capas, y dependiendo del tipo de capa y su cantidad, puede generar una red neuronal efectiva. Generalmente se emplea un diseño adecuado para el tipo de procesamiento de información que se requiere. En el caso de la clasificación de imágenes, comúnmente se utilizan Redes Neuronales Convolucionales con el objetivo de que se identifiquen diversos patrones de características entre clases para lograr su identificación. Para la red neuronal aplicada al sistema, se utilizó la siguiente morfología (Figura 18).

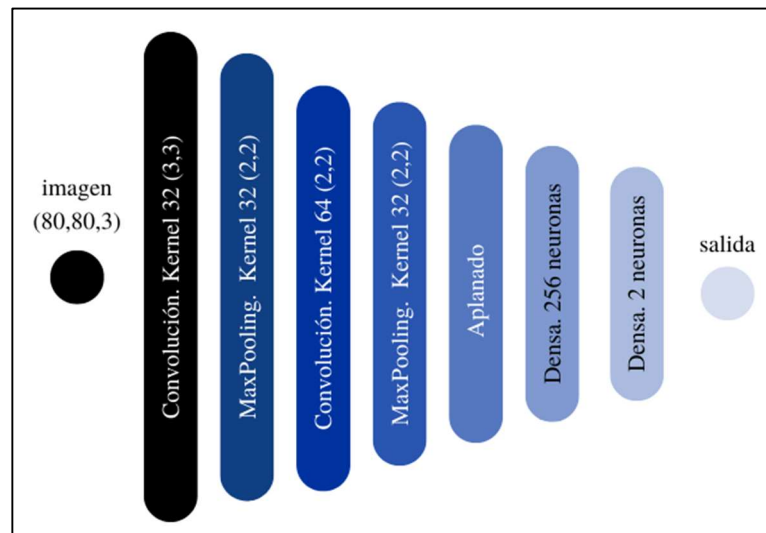


Figura 28: Representación Gráfica de la constitución de capas de la CNN

- Conv2D: Capa de Convolución 2D. Utiliza 32 kernels de convolución de (3, 3). Input shape de (80, 80, 3). Activación “relu”.
- MaxPooling2D: Capa de Pooling para reducción dimensional con kernel de (2, 2).
- Conv2D: Capa de Convolución 2D. Utiliza 64 kernels de convolución de (2, 2). Activación “relu”.
- MaxPooling2D: Capa de Pooling para reducción dimensional con kernel de (2, 2).

- Flatten: Capa de Aplanado, transformando la matriz en un vector de valores.
- Dense: Capa de Interconexión Densa con 256 neuronas. Activación “relu”.
- Dense: Capa de Interconexión Densa con 2 neuronas. Activación “softmax”.

Con este diseño, en conjunto con un entrenamiento de 100 épocas, se logró un marcador de precisión de 0.9900, considerándose una red neuronal efectiva (Figura 19). Sin embargo, observando el análisis de la red neuronal, podemos observar diversos picos en los marcadores, lo que indica *overfitting* en el entrenamiento de la red debido a la falta de muestras distintas en el *dataset*.



Figura 29: Gráfica de pérdida y precisión del modelo

Por otro lado, cabe destacar que este entrenamiento está sujeto a predicciones con un set de imágenes de buena calidad, generadas a partir de capturas estáticas, por lo que para que la red neuronal sea considerada robusta, debe ser entrenada además con imágenes poco favorables para el fácil reconocimiento de patrones en estas.

Posteriormente, se exporta el modelo para su aplicación en el prototipo. Para ello, es importante reconocer las características que debe tener nuestra aplicación. Para el prototipo, requerimos de velocidad de procesamiento de imagen no detener la producción de tornillos en la fábrica. Por lo anterior, lo recomendable es realizar la clasificación de imágenes en una computadora independiente con mayor capacidad de procesamiento. Para este caso, se emplea un protocolo de comunicación basado en sockets conectados por el protocolo TCP/IP (Figura 20). La computadora con el modelo de clasificación fungía como servidor, mientras que la computadora del prototipo se desarrollaba como un cliente que mandaba imágenes.

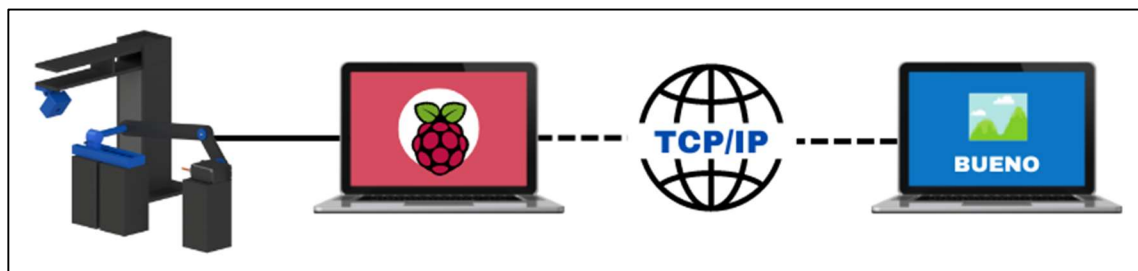


Figura 30: Implementación del modelo en el prototipo

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El prototipo físico genera una simulación significativa del comportamiento del sistema de prensado de tornillos, incluso aunque no pueda llegarse a replicar la velocidad con la que la maquinaria original trabaja. La distancia que se obtiene del movimiento lineal que realizan los dados de prensado permite a la cámara del sistema de visión reconocer la circularidad

de este, generando una región de interés para cortar una imagen significativa para ingresar a la red neuronal. Esta última, al generar resultados favorecedores en la gráfica de precisión del modelo, puede ser utilizada para el reconocimiento de piezas dañadas siempre y cuando la cámara empleada en este procedimiento genere imágenes de una calidad suficiente, ya que debido a la velocidad con la que se mueve el sistema, la calidad de imagen se vuelve un factor crucial para la recolección de imágenes significativas para la red neuronal.

CONCLUSIONES INDIVIDUALES

Mariel Alquisira Morales – El desarrollo del siguiente prototipado y la aplicación de una red neuronal para poder identificar los herramientas correctos e incorrectos fue el reto más desafiante. Implementar inteligencia artificial para poder analizar diferentes componentes fue de suma importancia ya que este mismo ejercicio realizado se puede replicar en diferentes situaciones. En una primera instancia el diseño del prototipado que fue un sistema de 3 brazos de biela manivela que fue creado y después implementarlo con como cargar el herramental. Una parte importante fue el funcionamiento de la red artificial donde utilizamos una Raspberry pi y tuvimos que hacer la misma base de datos para la creación de poder identificar lo que esta correcto e incorrecto del modelo creado. Es importante tomar en consideración que de las 2 categorías creadas se pudo analizar cuando un herramental era correcto e incorrecto. Unos conocimientos importantes que me llevo de este reto son desde la importancia del mecanismo que estamos creando, conocimiento de una Raspberry pi, y los pasos a seguir de la creación de una red neuronal. En si este proyecto dio mucha satisfacción en poder concluir debido a que por un tiempo fue el modelo más físico que teníamos que crear.

Nancy García – El reto de cómputo cognitivo fue muy completo, primero se trabajó en el diseño del prototipo modelando las piezas y armando el sistema de la biela manivela. Después, se utilizó visión computacional para el procesamiento de la imagen del sistema de visión y la comunicación mediante una conexión TCP con la Raspberry pi para utilizar la imagen de la cámara a distancia. Se diseñó la arquitectura de la red y finalmente se evaluó lo que está viendo el sistema de visión con el modelo entrenado a partir de una base de datos creada con el herramental. Se utilizó un clasificador convolucional simple, ya que solo cuenta con 2 categorías, pero es suficiente para la fábrica ya que requieren de saber en qué momento hay que remplazar el herramental para evitar horas perdidas de fabricación. Un punto muy importante es que en la implementación real habría que calibrar lo que está viendo la cámara y volver a entrenar los modelos tomando en cuenta en nuevo ambiente, también ayudaría seguir trabajando el *dataset*.

Berenice Bautista – Por un lado, el desarrollo de un prototipo que simule el funcionamiento de una máquina existente es una forma eficiente de realizar pruebas significativas a los sistemas de visión computacional sin perjudicar la productividad de la maquinaria original. El prototipado físico permite a los desarrolladores asegurar que el sistema no solo funciona efectivamente en un entorno simulado, sino que, además, implementándolo en el prototipo físico, se puede garantizar la funcionalidad del sistema incluso con las perturbaciones que genera el entorno real. Por otro lado, la implementación de redes neuronales para el reconocimiento de patrones de clasificación abre la puerta a oportunidades de desarrollo exponencial a sistemas inteligentes capaces de trabajar de forma autónoma en situaciones de toma de decisión complejas donde antes únicamente un humano podía intervenir en el proceso por la complejidad de procesamiento computacional que requería. Ahora, las redes neuronales convolucionales generan una inmensa cantidad de aplicaciones según la combinación de capas que se generen para cada propósito específico. En este caso, en reconocimiento de características de clasificación permite que una máquina pueda reconocer fallos en el sistema de forma eficiente, optimizando recursos valiosos para la empresa.

Luis Ávila - Las redes neuronales se han convertido en una pieza clave para el desarrollo de la Inteligencia Artificial, es uno de los principales campos de investigación y el que más está evolucionando con el tiempo, ofreciendo cada vez soluciones más complejas y eficientes. debido a su funcionamiento, son capaces de aproximar cualquier función existente con el suficiente entrenamiento. El identificar un algoritmo correcto permite optimizar cualquier proceso que necesite un base de datos entrenada y permita contribuir a que un proceso como este se vuelva más eficaz (representando un ahorro de tiempo, material o inversión). Lo que permite un escaneo más fácil de posibles fallas y se ataquen al instante para proveer soluciones innovadoras y puntuales. Es importante tomar en cuenta factores externos e internos para analizar correctamente lo que el entrenamiento ofrece

MÓDULO 3. CLOUD COMPUTING

OBJETIVO SMART

- S- El desarrollo de este proyecto fue poder crear un sistema en la nube que mediante diferentes sensores pudiera analizar el rendimiento y calidades de diferentes maquinas dentro de la Forjadora Panamericana.
- M- El resultado se medirá ya que se tendrá la plataforma en línea o el Cloud Computing donde se podrá observar los datos desplegados por el sensor.
- A- Se puede realizar lo siguiente ya que los materiales para poder elaborar esto están dentro de nuestro alcance en el laboratorio y dentro de nuestros conocimientos.
- R- Es relevante ya que para poder contar la cantidad de piezas producidas manualmente ahora se podrá realizar mediante un sensor y una plataforma en línea. Esta plataforma podrá ser accedida de cualquier parte del mundo y así tener un resultado.
- T- El desarrollo e implementación del siguiente proyecto tuvo una duración de 10 semanas.

ACTA CONSTITUTIVA

Fecha: 27/09/2022		Nombre del Proyecto: Computación en la Nube	
Justificación			
La planta de industrial y automatización de Forjadora Panamericana necesita que se realice un cambio del sensor de detección de tornillos de un interruptor de fin de carrera a un sensor inductivo analógico. Para ello se deberá realizar un análisis de la señal utilizando acondicionamiento electrónico y un sensor inductivo.			
Objetivos estratégicos		Criterios de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Visita a la planta• Selección adecuada de los sensores a emplear.• Desarrollo de algoritmo de detección de tornillos.• Implementación de la página web.		<ul style="list-style-type: none">• Correcto funcionamiento del prototipo• Cumplimiento con los requerimientos del cliente en tiempo y forma• Correcta documentación	
Breve descripción del proyecto			
Realizar un prototipo del sensor de la planta de Panamericana Forjadora. Se estarán realizando pruebas del sistema con el fin de mejorar el cableado para evitar futuras fallas. Y también, realizar la investigación sobre sustitución de componentes que podrían mejorar el sistema actual (sensor inductivo analógico para detección de tornillos, torreta utilizando placas leds y alarma sonora, y relevadores de estado sólido.) Para realizar las siguientes mejoras del sistema se deben de tomar decisiones definitivas para la solución del reto: selección del procesador de 32 bits con comunicación Wi-Fi, implementación de la plataforma Web para el despliegue de la información, implementación de la pantalla LCD al nuevo procesador, integración de la torreta de leds, alarma sonora, y relevadores de estado sólido al nuevo procesador, desarrollo del algoritmo para la detección de tornillos con el sensor inductivo analógico, y análisis mecánico de la falla.			
Principales interesados			
<ul style="list-style-type: none">• Forjadora Panamericana (Cliente)• Profesores• Estudiantes			
Requisitos generales y restricciones			

<p>Algunos de los requisitos generales que se deben de tener al momento de implementar este proyecto son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contar con las suficientes medidas de la maquinaria • Confidencialidad de la información compartida a lo largo de la realización de este proyecto 	
<p>Riesgos principales</p> <p>Existen diferentes riesgos al momento de realizar la implementación del proyecto, pero algunos de gran importancia son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fallo en el servidor • Mal funcionamiento de los elementos de hardware • Difusión de información confidencial sobre la empresa y su maquinaria • Extracción de información de los datos de la red IoT 	
<p>Cronograma de hitos principales (si existieran)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elección de sensor • Diseño del acondicionador • Pruebas en la fábrica 	
<p>Presupuesto global preliminar (si existiera) 100,000 MXN</p>	
<p>Director del Proyecto Emilio Caudillo Gispert</p>	<p>Nivel de autoridad Acceder a la información del cliente y negociar cambios Programar reuniones del proyecto con los gerentes funcionales Aprobar el presupuesto del proyecto y sus modificaciones Negociar con los gerentes funcionales los miembros del equipo Otro:</p>
<p>Patrocinador Ing. Diego Quintero</p>	<p>Firma del patrocinador</p>

Descripción del Alcance del Proyecto (*Product scope description*):

<p>Realizar un prototipo del sensor de la planta de Panamericana Forjadora. Se estarán realizando pruebas del sistema con el fin de mejorar el cableado para evitar futuras fallas. Y también, realizar la investigación sobre sustitución de componentes que podrían mejorar el sistema actual (sensor inductivo analógico para detección de tornillos, torreta utilizando placas leds y alarma sonora, y relevadores de estado sólido.) Para realizar las siguientes mejoras del sistema se deben de tomar decisiones definitivas para la solución del reto: selección del procesador de 32 bits con comunicación Wi-Fi, implementación de la plataforma Web para el despliegue de la información, implementación de la pantalla LCD al nuevo procesador, integración de la torreta de leds, alarma sonora, y relevadores de estado sólido al nuevo procesador, desarrollo del algoritmo para la detección de tornillos con el sensor inductivo analógico, y análisis mecánico de la falla.</p>

Entregables del Proyecto (*Deliverables*):

- Implementación de pruebas para tener comparación entre piezas correctas y con error.
- Prototipo del proceso de producción de tornillos.
- Implementación de sistema de visión en proceso de producción.
- Prototipo completo y funcional del proceso de producción.

Criterios de Aceptación del Proyecto (Acceptance criterio):

En los criterios de aceptación destacan:

- Que el proyecto pueda encontrar las fallas pertinentes en los tornillos en el sistema de producción.
- Que el prototipo pueda realizar el proceso de producción de tornillos de manera correcta.
- El prototipo debe poder detectar el paso de tornillos de manera correcta a través de un sensor.

Exclusiones del Proyecto (Project exclusión):

- Implementación de sensores para identificación de tornillos y poder identificar la ausencia de estos para tener un paro del sistema en dado caso.
- Simulación de tarea de producción de los herramientales.
- Orientación de tornillos de manera correcta hacia el herramientales.
- Permitir el flujo continuo de tornillos.
- Obtención de al menos un tornillo con la cabeza orientada al sensor.

Restricciones del Proyecto (Constraints):

- Alcance: Proceso de producción donde podamos evitar que nuestra máquina tenga daños en la producción de tornillos.
- Costo: Evaluación de costos finales para la implementación del sistema de producción y desarrollo de paro de emergencia cuando la producción de tornillos se ejecute de manera errónea.
- Riesgos: Poder encontrar factores de riesgo que pueden desarrollarse en el proceso de producción.
- Tiempo: Desarrollo de prototipo en 10 semanas.
- Calidad: Poder observar que nuestro prototipo identifica los tornillos mal diseñados en el proceso de producción o la ausencia de tornillos.
- Recursos: Recolección de sensores, motores que se deberán implementar para el desarrollo de producción.

Supuestos del Proyecto (Assumptions):

Entre los principales supuestos presentes dentro del alcance del proyecto tenemos los siguientes:

- Recuerdos ilimitados.
- Tiempo necesario.
- Acceso a tecnologías.
- Desarrollo en tiempo de prototipo.

DESARROLLO

Para esta aplicación, se implementa un sistema de manufactura automatizado, el cual realiza el análisis y procesamiento de la información brindada por sensores, para diagnosticar posibles fallas y realizar protocolos de mantenimiento preventivo. Se busca generar un control sobre el proceso de fabricación de tornillos, donde se debe llevar un conteo de producción mediante la aplicación de componentes electrónicos, sensores, sistemas de programación y procesadores.

Se genera el sistema de detección de tornillos, basándose en un dispositivo robótico previamente implementado en la maquinaria. Se realiza una conexión física, además de una capa lógica utilizando protocolos definidos en la industria (Figura 10) Por otro lado, se implementa el monitoreo del sistema en un *dashboard* en la nube, en el que podemos observar una interpretación de la señal del sensor como datos haciendo uso de herramientas como HomeAssistant.

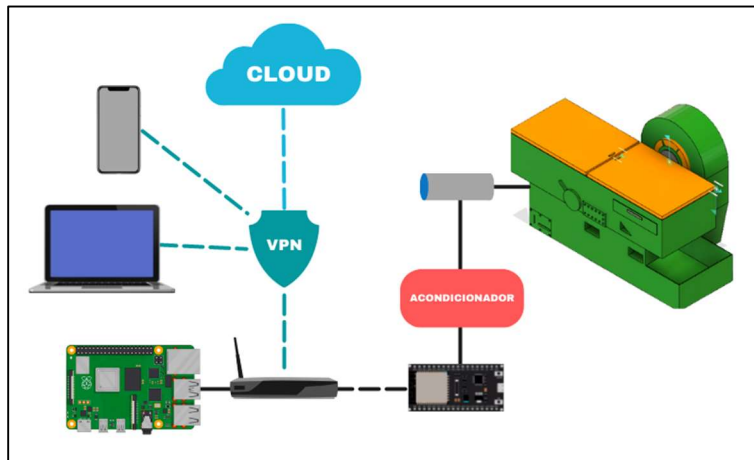


Figura 31: Diagrama de Conectividad del Sistema en la Nube

El proceso general de requerimientos está basado en los siguientes puntos:

- Selección del procesador de 32 bits con comunicación Wi-Fi.
- Implementación de la plataforma Web para el despliegue de la información.
- Implementación de la pantalla LCD al nuevo procesador.
- Integración de la torreta de leds, alarma sonora y relevadores de estado sólido al procesador.
- Desarrollo del algoritmo para la detección de tornillos con el sensor inductivo analógico.

COMPONENTES ELECTRÓNICOS

- Controlador ESP32
- Raspberry Pi 4B con memoria microSD cargada con el Sistema de Control ESPHome
- Display 16x2 tipo LCD
- Resistencias
 - 10 k Ω
 - 220 k Ω
 - 1 M Ω
 - 3.3 M Ω
- Transistor 2N2222
- Sensor inductivo de salida analógica DW-Ax-509-M30-3x0

- Amplificador Operacional (OPAMP) UA741CP
- Fuentes de Alimentación
 - 3.3V
 - 12V
 - -12V

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

Previo a realizar las conexiones generales del sistema, se recomienda ampliamente revisar la hoja de datos del sensor inductivo. Para el caso del DW-Ax-509-M30-3x0, es importante reconocer los siguientes diagramas (Figura 22). Además, es de vital importancia reconocer el estándar de color que sigue el cableado del sensor para evitar daños a este.

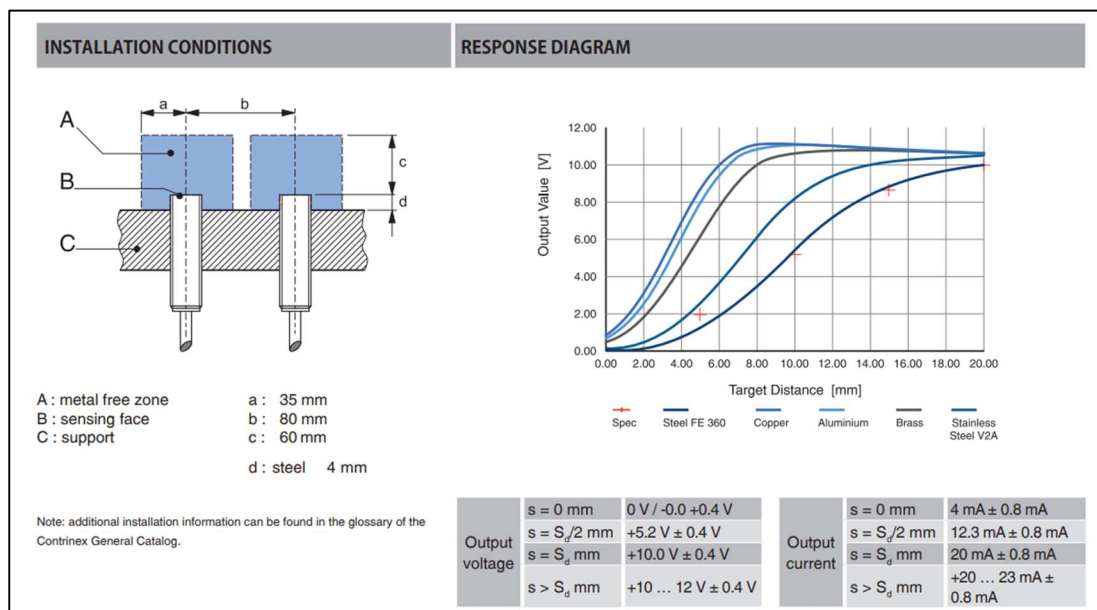


Figura 32: Fragmento del Datasheet del Sensor Inductivo

HOME ASSISTANT

Para la interfaz gráfica se decidió hacer uso de HomeAssistant debido a que nos proporciona una solución casi inmediata a la implementación de tarjetas que desplieguen información sin tener que usar lenguajes como HTML o CSS.

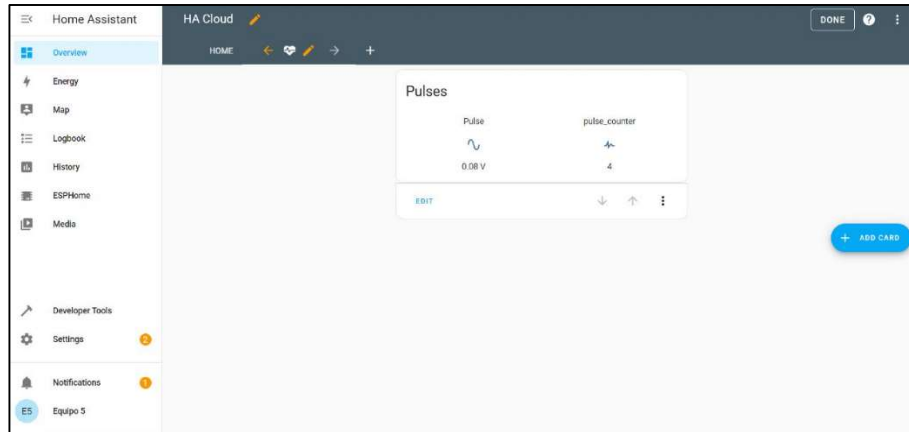


Figura 33: Dashboard del Sensor

Todo el código implementado hasta ahora se puede encontrar en el Github del equipo

<https://github.com/AriadnaHCTec/HomeAssitantCodes/tree/main>

ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL

Como se menciona previamente, el sensor inductivo entrega un voltaje de 0V a 10V, dependiendo de si el objeto metálico se encuentra a una distancia de 0mm a 10 mm del sensor. Se realizaron pruebas con el objetivo de observar el comportamiento del sensor. Como se puede notar en la imagen, el sensor entrega una señal de voltaje que disminuye cuando se reduce cuando el sensor se aproxima. Colocando el sensor en la posición, se observa como manda un voltaje de (revisar) en cuanto empieza a girar la roladora, la señal es una oscilación de aproximadamente 5 MHz. Para poder realizar la cuenta de los tornillos, es necesario acondicionar la señal para que genere pulsos cuadrados de N V cada que la señal llegue a un pico, siendo estos donde pasa un tornillo por la máquina.

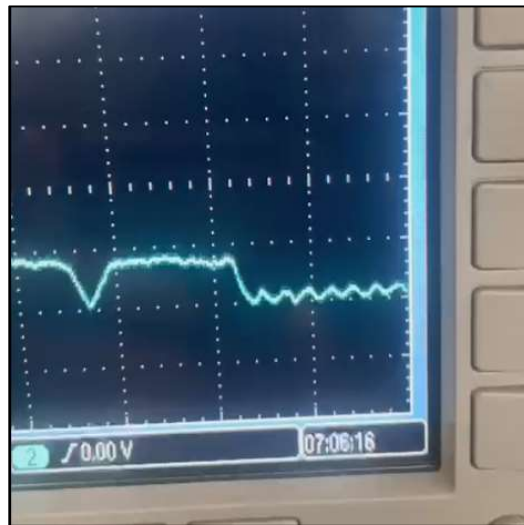


Figura 34: Análisis de Señal del Sensor

Lo primero que se requiere realizar es eliminar la componente directa del voltaje del sensor, esto permitirá que además de filtrar el ruido, sin importar que tan cerca o lejos (dentro de los 10 mm de rango de detección), se obtenga una señal alterna donde los picos indiquen el paso de un tornillo. Para eliminar la componente directa, se colocó un capacitor en serie de $0.1 \mu\text{f}$.

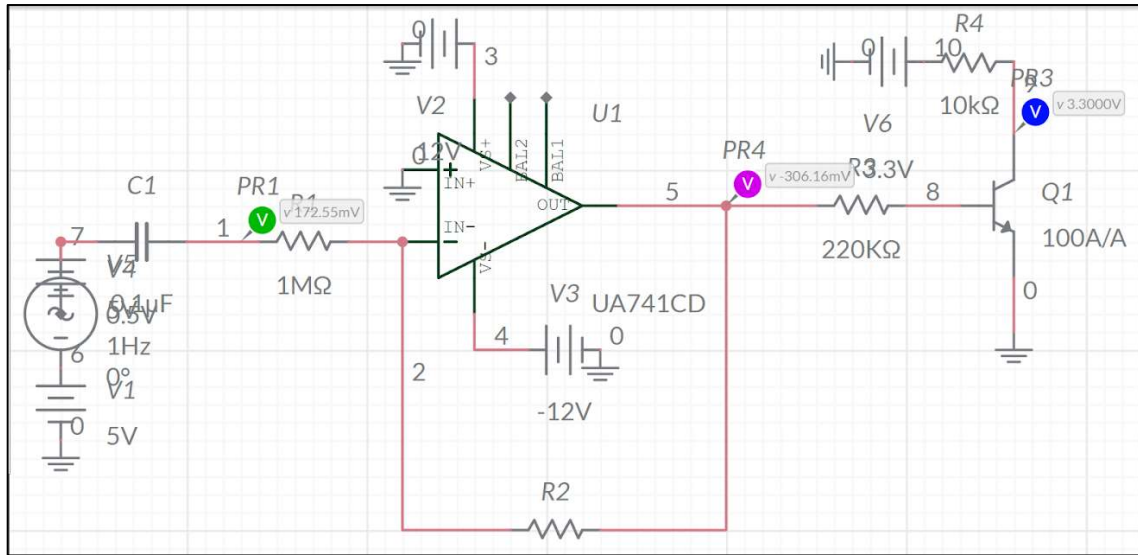


Figura 35: Circuito de Acondicionamiento de Señales

Para amplificar la señal se empleó un amplificador operacional UA741CP con una ganancia de de 3.3. Se seleccionaron resistencias de 3.3 MΩ y 1 MΩ. Se seleccionaron dichas resistencias ya que, empleando resistencias de orden menor a los 100kΩ, se devuelven voltajes demasiado bajos. Utilizando resistencias más grandes permiten que la impedancia se aproxime más a infinito y por ende la corriente pase de forma adecuada.

Finalmente, se añadió un transistor 2n2222 con resistencias de 220kΩ, 10kΩ en la base y el colector respectivamente y alimentado con 6.8V. La salida de este transistor resulta en una señal cuadrada de ~0.100mV en bajo y ~3.3V en alto. Estas subidas de voltaje serían los pulsos que generaron un aumento en la cuenta de tornillos una vez entrando al microcontrolador.

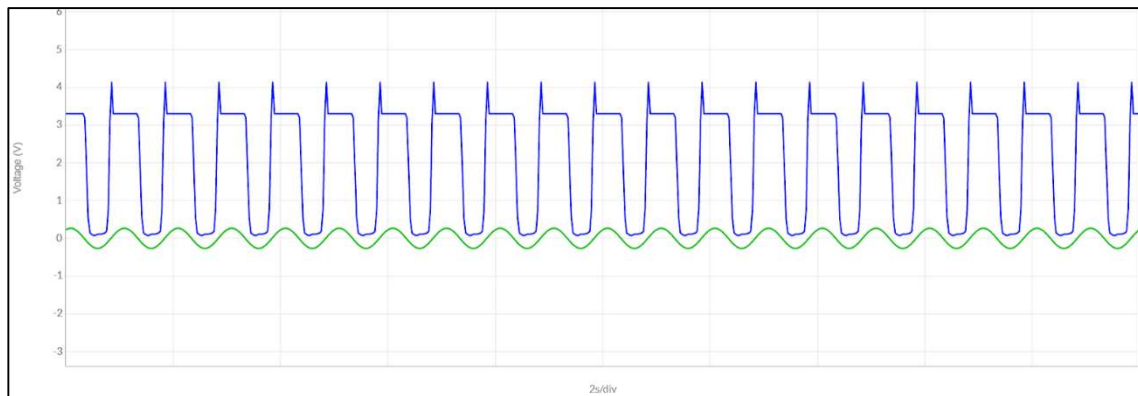


Figura 36: Salida del Acondicionamiento

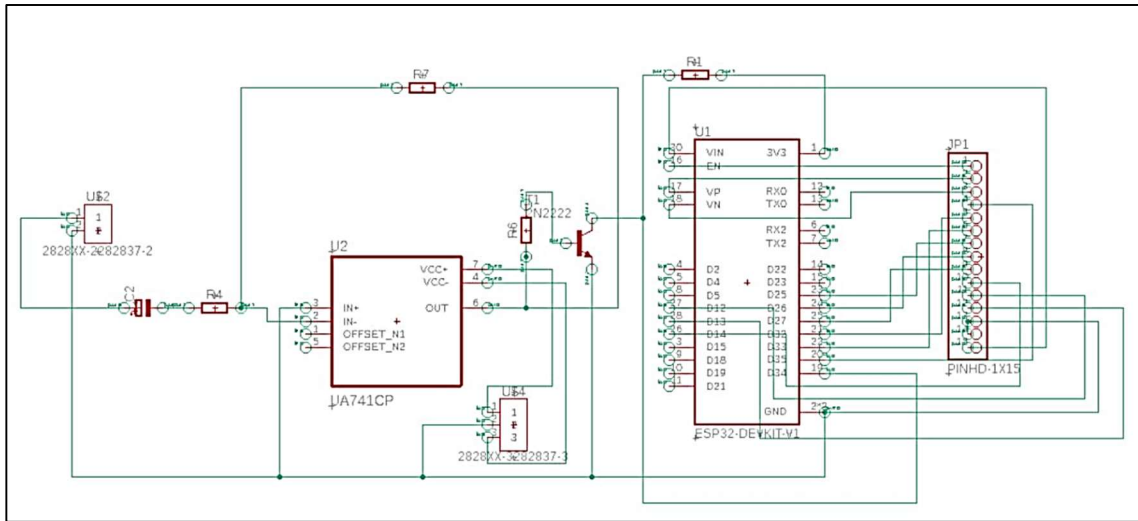


Figura 37: Circuito del Sistema de Conteo de Tornillos

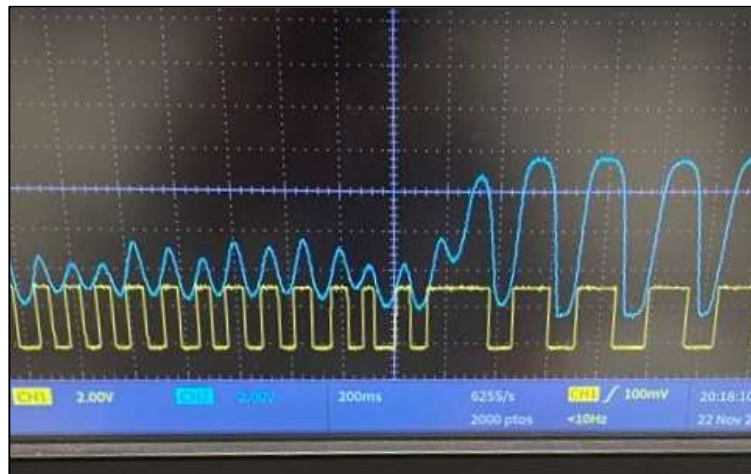


Figura 38: Resultados del Sistema

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Entre los objetivos del proyecto se buscaba que Forjadora Panamericana S.A de C.V. tuviera una introducción al mundo de posibilidades que ofrecen las herramientas de cloud computing, como resultado final el sistema cuenta con:

- Una interfaz de Home Assistant en la que el usuario puede ver información en tiempo real sobre la máquina.
- La aplicación de un sensor inductivo que cuenta el número de tornillos cada cierto tiempo
- Una alarma con la que se pueden controlar los tiempos de funcionamiento y un resumen del registro de la máquina

Por lo tanto, se puede afirmar que la implementación del sistema de conteo de tornillos se desarrolló de forma exitosa, teniendo la capacidad de ser instalado en la fábrica si se requiere.

CONCLUSIONES INDIVIDUALES

Mariel Alquisira Morales – El proyecto de computación en la nube fue un proyecto que como alumna me permitió conocer más acerca de la creación de una interfaz en la nube y todas sus ventajas. Un motivo por cual este fue uno de los proyectos más importantes fue ya que se pudo integrar una parte física y computacional al mismo tiempo. Con él un sensor que se compró se pudo llevar a la fábrica y emular su comportamiento. Este proyecto me permitió ver que el desarrollo que hicimos en clase con los diferentes osciloscopios y fuentes de poder se puede llevar a diferentes lugares de aplicación y aplicaciones de la vida real. Nuevamente, la presentación de la computación en la nube me presentó a conceptos nuevos como servidores en línea y analizar como esto puede reducir los costos a largo plazo sin necesidad de siempre tener un modelo físico presente.

Berenice Bautista – A través del proyecto se abrieron paso las diversas ventajas que puede proveer un sistema generado en la nube sobre un sistema completamente físico. Inicialmente, el cómputo en la nube nos brinda acceso continuo a la infraestructura de control del sistema físico, sin la necesidad de tener contacto físico con el mismo. Por un lado, esta ventaja podría ser muy similar a las que nos brindan sistemas embebidos con aplicaciones inalámbricas, sin embargo, el cómputo en la nube rompe totalmente con las barreras de distancia, capacidad máxima de procesamiento, y muchas otras. Esta tecnología provee a los ingenieros de recursos aparentemente ilimitados para generar resultados de calidad con un mínimo uso de recursos, optimizando de forma revolucionaria la forma en la que creamos aplicaciones de sistemas ciber-físicos.

Luis Ávila - La computación en la nube permite el acceso a poder de procesamiento y almacenamiento que difícilmente de otra forma son accesibles para otras personas, ya que estos recursos suelen ser limitados o existen procesos administrativos que muchas veces limitan su acceso. Un ejemplo claro es el desarrollar proyectos en los que comprobar resultados o plantear nuevas hipótesis, que antes tardaban meses en procesarse, ahora pueden realizarse en mucho menor tiempo y con mucha más disponibilidad de los recursos de computación en caso de necesitar repetir los procesos, realizar iteraciones o validar los resultados. Además, ayuda a reducir la huella de carbono directa e indirectamente. Eso significa que las empresas no sólo van a disfrutar de las ventajas naturales del Cloud como pueden ser la reducción de costos, la flexibilidad, seguridad y resiliencia de estos sistemas, sino que también van a contribuir decididamente a reducir el impacto medioambiental de su actividad, y a construir un mundo más sostenible.

Nancy García – En apoyo con conocimiento de redes, electrónica, programación se pudo implementar un sistema en el que el usuario puede tener acceso a un servidor de Home Assistant en línea desde cualquier parte, esto le permite tener información como el número exacto de tornillos en tiempo real. La parte más retadora fue la del acondicionamiento electrónico de la señal, pero gracias a eso se pudo diferenciar entre el ruido de fondo de la máquina y cada uno de los tornillos que pasan frente al sensor. Es un proyecto muy escalable que si la empresa considera seguir trabajando sobre él en poco tiempo tendrían mucho mejor registro de su inventario, periodos de efectividad de funcionamiento, etc.

REFERENCIAS

- [1] Torres Búa, M. (2014). Biela-manivela. Mecanismos.
https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/53_bielamanivela.html
- [2] Hough Circle Transform. (2022). Open-Source Computer Vision.
https://docs.opencv.org/4.x/d3/de5/tutorial_js_houghcircles.html
- [4] *Reto: Sistemas ciber-físicos II (Gpo 501)*. (2022). experiencia21.tec.mx. Recuperado de
<https://experiencia21.tec.mx/courses/315311/pages/reto>
- [5] Edward A. Lee Cyber Physical Systems: Design Challenges
- [6] *¿Qué es la computación en nube?* (s.f.). Cisco Systems, Inc. Recuperado de:
https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/cloud/what-is-cloud-computing.html
- [7] Sistemas ciberfísicos y robótica colaborativa. (2020, June 17). Bizintek. Retrieved November 18, 2022, from
<https://bizintek.es/sistemas-ciberfisicos-y-robotica-colaborativa-las-claves-para-una-industria-digital-y-segura/>