



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

T E S I S

**OPERACIÓN Y EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE MANUFACTURA
INTEGRADO POR COMPUTADORA**

**PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIATURA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A

ANDY DANIEL SUÁREZ FLORES

DIRECTOR

DR. IVÁN ALONSO LIRA HERNÁNDEZ

Cd. del Conocimiento, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. Junio 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
School of Engineering and Basic Sciences
Dirección
Office of the Director

Mineral de la Reforma, Hgo., a 12 de junio de 2026

Número de control: ICBI-D/1112/2026
Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado al egresado de la Licenciatura en Ingeniería Industrial **Andy Daniel Suarez Flores**, quien presenta el trabajo de titulación "**Operación y ejecución del sistema de manufactura integrado por computadora**", ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente: Ing. Roberto Pichardo Cabrera
Secretario: Dr. César Alfonso Arroyo Barranco
Vocal: Dr. Iván Alonso Lira Hernández
Suplente: Dr. Edmundo Roldan Contreras

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Gabriel Vergara Rodríguez
Director del ICB



GVR/MMM

"Amor, Orden y Progreso"

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo
Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México. C.P 42184
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 40001
direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergara@uaeh.edu.mx

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, por su amor, apoyo incondicional en cada paso del camino y por la sabiduría que siempre me ha brindado para enfrentar los retos de la vida.

A mi hermano, por su contante motivación y por impulsarme a seguir a delante ante cada obstáculo que se presentaba.

Gracias a ustedes por estar presentes en cada momento, por creer en mí y por ser mi mayor inspiración; este logro también es suyo, ya que sin su apoyo nada de esto habría sido posible.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la vida, por darme la fuerza de despertar cada día con la constancia y perseverancia para seguir adelante.

A mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento.

A mis maestros, por ser parte esencial de mi formación académica.

Al Dr. Iván Alonso Lira Hernández que hizo posible el desarrollo de esta investigación mediante la valiosa aportación de sus conocimientos en el área de manufactura. Agradezco su apoyo, disposición y orientación brindada a lo largo de la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

La presente investigación consiste en la operación y ejecución del sistema de manufactura integrado por computadora, también conocido como CIMS por sus siglas en inglés. Tiene como objetivo explicar paso a paso cuáles son sus elementos que lo integran y dar a conocer los pasos a seguir para su correcto funcionamiento del CIM, desde el encendido, manejo e implementación hasta su apagado correspondiente además de describir algunas de las tecnologías involucradas.

Así mismo en el desarrollo de la actual investigación se mencionará el estado del arte, donde se analizarán las máquinas industriales tales como el Centro de mecanizado JHV-550, Torno Doosan Lynx 220, Motoman Yaskawa MH12 y Fanuc LR Mate 200iD/7L, profundizando en sus características técnicas, descripción de sus paneles de control y su principal función dentro de un entorno CIM.

De igual manera se documenta el procedimiento para el arranque del sistema de manufactura integrado por computadora, destacando la importancia de la puesta en marcha de cada una de las máquinas y su correcta ejecución en el sistema para que funcione de manera correcta y efectiva. Aportando a la creación de nuevos órdenes de manufactura en la estación CIM MANAGER y poniéndola en marcha.

Finalmente se llevará a cabo el procedimiento de apagado del sistema de manufactura que de igual manera quedará documentado. El trabajo tiene como propósito demostrar la operación y ejecución del sistema de manufactura integrado por computadora contribuyendo al funcionamiento eficiente en un entorno industrial.

Palabras clave: CIM, CIMS, CNC, Automatización industrial, Robots industriales, Centro de mecanizado, Integración de sistemas y Órdenes de manufactura.

ABSTRACT

This research focuses on the operation and execution of a computer-integrated manufacturing system, also known as CIMS. Its objective is to explain, step by step, its components and outline the procedures for its correct operation, from startup, management, and implementation to shutdown, as well as describe some of the technologies involved.

Furthermore, this research will address the state of the art, analyzing industrial machines such as the JHV-550 machining center, the Doosan Lynx 220 lathe, the Motoman Yaskawa MH12, and the Fanuc LR Mate 200iD/7L, delving into their technical characteristics, describing their control panels, and their primary function within a CIM environment.

Similarly, the procedure for starting up the computer-integrated manufacturing system is documented, highlighting the importance of the startup of each machine and its correct integration into the system for proper and effective operation. Contributing to the creation of new manufacturing orders in the CIM MANAGER station and putting it into operation.

Finally, the manufacturing system shutdown procedure will be carried out and documented. The purpose of this work is to demonstrate the operation and execution of the computer-integrated manufacturing system, contributing to its efficient functioning in an industrial environment.

Keywords: CIM, CIMS, CNC; Industrial automation, Industrial robots, Machine center, Systems Integration, and Manufacturing orders.

ACRÓNIMOS

CIM – MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA.

CIMS – SISTEMAS DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA.

CAx – TECNOLOGIAS ASISTIDAS POR COMPUTADORA.

CAD-CAM – DISEÑO Y MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA.

CNC – CONTROL NUMERICO COMPUTARIZADO.

MPA – MEGA PASCALES.

MRP – PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

CÓDIGO G – GEOMETRÍA

CÓDIGO M – MISCELLANEOUS

CAQ – CONTROL DE CALIDAD ASISTIDO POR COMPUTADORA

Kw – KILOVATIO

KVA – KILOVOLT-AMPERE

RPM – REVOLUCIONES POR MINUTO

ABS – POSICIÓN ABSOLUTA

REL – POSICIÓN RELATIVA

SP CCW – GIRO DEL HUSILLO EN SENTIDO ANTIHORARIO

SP STOP – DETENER EL HUSILLO

CW – INICIAR GIRO DEL HUSILLO

CCW – INICIAR GIRO DE HUSILLO MANUALMENTE

WS – WORK STATION

FWD – EJECUCIÓN DE PROGRAMA

BWD – EJECUCIÓN DE PROGRAMA EN SENTIDO INVERSO

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
ACRÓNIMOS	7
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 ANTECEDENTES	12
1.1.1 CONCEPTO DE ADMINISTRACIÓN	12
1.1.2 CONCEPTO DE OPERACIÓN.....	12
1.1.3 MANUFACTURA	13
1.1.4 MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA (CIM)	13
1.1.5 CIMS.....	14
1.1.6 CAx.....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE	18
2.1 DEFINICIÓN DE CIM	18
2.2 COMPONENTES CLAVE DE UN ENTORNO CIM	18
2.3 TECNOLOGÍAS QUE ENTRAN EN UN ENTORNO CIM.....	20
2.3.1 CAD (DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA)	20
2.3.2 CAM (MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA)	20
2.3.4 CNC (CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO)	20
2.4 MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC)	21
2.4.1 TORNO CNC	22
2.4.2 CENTRO DE MECANIZADO	22
2.4.3 MÁQUINA CNC DE 5 EJES.....	23
2.4.4 BRAZOS ROBOTICOS	23
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM	26
3.1 CENTRO DE MECANIZADO JHV-550	26

3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL DE LA SUNMILL JHV-550	28
3.2 MOTOMAN YASKAWA MH12.....	33
3.2.1 TEACH PENDANT DEL MOTOMAN MH12 YASKAWA	35
3.3 TORNO DOOSAN	38
3.3.1 PANEL DE OPERACIÓN	40
3.4 FANUC LR MATE 200Id/7L	44
3.4.1 CONTROLADOR FANUC R-30IB MATE.....	46
3.4.2 TEACH PENDANT DEL FANUC LR MATE 200id/7L.....	48
CAPÍTULO 4. PASOS DE ARRANQUE DEL CIM	52
4.1 PASOS PARA EL ARRANQUE DEL CIM	52
4.1.1 AIRE.....	52
4.1.2 ENERGIZAR.....	53
4.1.3 ESTACIÓN MANAGER	53
4.1.4 LOADER OF WS1	54
4.1.5 LOADER OF WS2	55
4.1.6 LOADER OF WS3	60
4.2 CREACION DE LA ORDEN DE MANUFACTURA	62
4.3 PROCESO DE APAGADO	65
4.3.1 LOADER OF WS1	65
4.3.2 LOADER OF WS2	65
4.3.3 LOADER OF WS3	69
4.3.4 ESTACIÓN MANAGER	70
CAPÍTULO 5. GRABACIÓN DE PROGRAMAS	71
5.1 GRABACIÓN DE PROGRAMA EN ROBOT YASKAWA MH12	71
5.2 GRABACION DE PROGRAMA EN BRAZO ROBOTICO FANUC LR MATE 200Id/7L.....	78
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	84
6.1 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	84
6.2 APORTACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	84
6.3 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	84
6.4 RECOMENDACIONES	85
FUENTES DE INFORMACIÓN	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Proceso administrativo. (Plata, C. A. 2017).....	12
1.2 Cuadro sinóptico sobre las herramientas y software de las CAx. (Lira, Ramírez, & Barrientos, 2022)	15
2.1 Un modelo típico de implementación CIM (Lira Hernández, I. A. 2022 citando a: Kamrani, Ali K.; Abouel Nasr, Emad, 2010. P. 190)	19
2.2 Estructura CIM. (Rodríguez, González, & Bautista, 2018).	19
2.3 Proceso de Manufactura CNC. (Ronquillo Castro, C. A. 2015)	21
2.4 Fresa de 5 ejes (Rodríguez Piamba, 2023 citando a: hwlibre, 2022)	23
3.1 Centro de mecanizado JHV-550 (Laboratorio de Manufactura).	26
3.2 Panel de control numérico (Laboratorio de Manufactura)... ¡Error! Marcador no definido.	
3.3 Panel de control de la máquina (Laboratorio de Manufactura). ¡Error! Marcador no definido.	
3.4 Motoman Yaskawa MH12 (Laboratorio de Manufactura).	33
3.5 Teach pendant del motoman MH12 (Laboratorio de Manufactura). ¡Error! Marcador no definido.	
3.6 Torno CNC DOOSAN Lynx 220 (Laboratorio de Manufactura).	38
3.7 Panel de control del Torno DOOSAN LYNX 220 (Laboratorio de Manufactura). ¡Error! Marcador no definido.	
3.8 Brazo robótico Fanuc LR Mate 200iD/7L (Laboratorio de Manufactura).	44
3.9 Especificaciones técnicas (LR Mate 200iD/7L. (2013)).	46
3.10 Teach pendant del brazo robótico (Laboratorio de Manufactura).....	46
3.11 Controlador del robot (Rodríguez-Rabadán Mateos-Aparicio, C. (2019). Desarrollo y aplicación industrial del software de seguridad de comprobación dual en un robot FANUC).....	47
3.12 Teclas de funcionamiento (Rodríguez-Rabadán Mateos-Aparicio, C. (2019). Desarrollo y aplicación industrial del software de seguridad de comprobación dual en un robot FANUC).....	47

ÍNDICE DE TABLAS

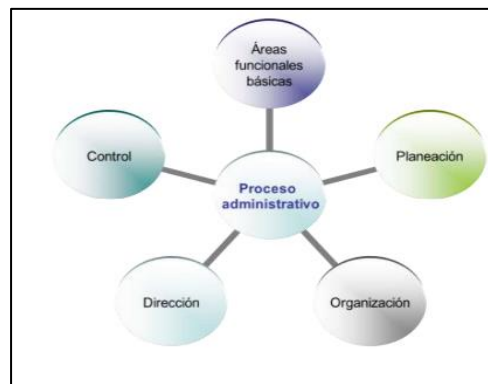
2.1 Tabla de antecedentes históricos de los diferentes tipos de brazos robóticos junto con sus características. (Molina, D. P., & Peña, J. G. 2019).	24
3.1 Especificaciones técnicas (JHV-550. (2025). Simco UAE.).....	26
3.2 Descripción de las teclas del panel de control (CNC para todos en español, Aprende CNC. 2021, 20 octubre).	28
3.3 Descripción de las teclas del panel de control (CNC para todos en español, Aprende CNC. 2021, 20 octubre).	30
3.4 Especificaciones técnicas del Robot Yaskawa MH12 (Robot Motoman MH12. (2013). ROBOTS. COM A TIE Brand).	34
3.5 Descripción de las teclas del Teach Pendant (Programación de robot industrial HP3. (2018)).....	35
3.6 Especificaciones técnicas del torno DOOSAN LYNX 220 (DN Solutions. (2014). Lynx 210/220/300 series.).....	39
3.7 Descripción del funcionamiento de las teclas (GUIA TORNO DOOSAN CONTROL FANUC. (2021). [TESIS]. UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO).....	40
3.8 Especificaciones técnicas (RoboDK. (2013). Fanuc LR Mate 200iD/7L robot – RoboDK).....	45
3.9 Descripción del funcionamiento de las teclas del TEACH PENDANT	48

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 CONCEPTO DE ADMINISTRACIÓN

Desde que los seres humanos comenzaron a formar grupos para lograr objetivos que no podían alcanzar como individuos, la administración ha sido esencial para asegurar la coordinación de los esfuerzos individuales. La palabra administración proviene del latín y significa subordinación y servicio. En su origen el termino significaba función que se desempeña bajo el mando de otro, servicio que se presenta a otro. La administración es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el empleo de los recursos organizacionales para conseguir determinados objetivos con eficiencia y eficacia. (Chiavenato, I. 2001).



1.1 Proceso administrativo. (Plata, C. A. 2017).

1.1.2 CONCEPTO DE OPERACIÓN

Es el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminado. Las actividades que crean bienes y servicios se realizan en todas las organizaciones. En las empresas de manufactura, las actividades de producción que crean bienes usualmente son bastante evidentes. (Heizer & Render, 2014)

Existen ciertas actividades básicas que deben llevarse a cabo en una fábrica para convertir las materias primas en productos terminados.

En una planta dedicada a la fabricación de productos discretos, las actividades de fabricación son:

1. Operaciones de procesamiento y ensamble.
2. Manejo de materiales.
3. Inspección y pruebas.
4. Coordinación y control.

Las tres primeras actividades son las actividades físicas que “tocan” el producto durante su fabricación. Las operaciones de procesamiento y ensamble modifican la geometría, las propiedades o la apariencia de la unidad de trabajo. Añaden valor al producto. El producto debe trasladarse de una operación a la siguiente en la secuencia de su fabricación y debe inspeccionarse o probarse para garantizar una alta calidad. A veces se argumenta que las actividades de manejo e inspección de materiales no añaden valor al producto. Sin embargo, pueden ser necesarias para realiza las operaciones de procesamiento y ensamblaje necesarias, por ejemplo, cargar piezas en una máquina de producción y garantizar que una unidad de trabajo inicial tenga una calidad aceptable antes de comenzar el procesamiento. (Groover, 2016).

1.1.3 MANUFACTURA

La manufactura, en su sentido más amplio, es el proceso de convertir materias primas en productos; abarca el diseño y la fabricación de bienes utilizando diversos métodos y técnicas de producción. La manufactura comenzó aproximadamente entre el 5000 y el 4000 a.C. con la producción de diversos artículos de madera, cerámica, piedra y metal. La palabra manufactura se deriva de latín manu factus, que significa “hecho a mano”; la palabra manufacture apareció por primera vez en 1567, y la palabra Manufacturing, en 1683. La producción también se usa indistintamente con la palabra manufactura. (Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014)).

1.1.4 MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA (CIM)

De acuerdo con Romero & Lozano, 2012, La Manufactura Integrada por Computadora (CIM), acrónimo de Computer Integrated Manufacturing es una filosofía y estrategia de producción caracterizada por integrar toda la información de las distintas áreas de una empresa a través de sistemas informáticos y la utilización de equipos electrónicos para el control, supervisión y gestión de los procesos.

Este modelo fue introducido en la década de los 70-80 por el inglés Joseph Harrinton como una visión de lo que se podía hacer con los dispositivos basados en microprocesadores o simplemente con las “computadoras” aplicadas a la fabricación o manufactura.

Es un modelo de automatización jerárquico que busca incrementar la eficiencia de todos los componentes de la empresa, relacionados con la producción, definiendo los siguientes objetivos:

- Aumentar la flexibilidad.
- Mejorar la calidad del producto.
- Reducir los costos.
- Reducir el tiempo y el número de pasos empleados en la fabricación.
- Aumentar la confiabilidad del sistema.

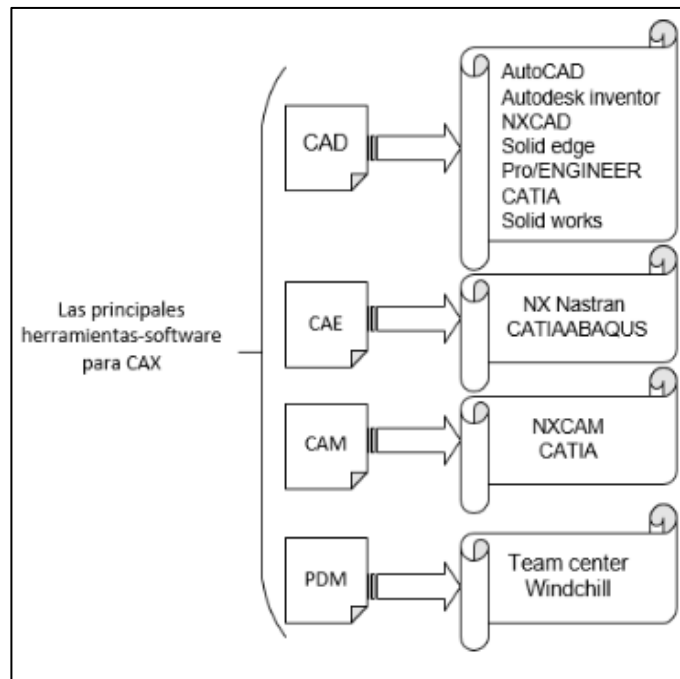
De acuerdo con Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). La manufactura integrada por computadora (CIM) ahora tiene un rango muy amplio de aplicaciones, incluyendo el control y la optimización de procesos de fabricación, manipulación de materiales, ensamblaje, inspección y prueba automatizada de productos, control de inventarios y numerosas actividades de gestión. La manufactura integrada por computadora tiene la capacidad de mejorar la capacidad de respuesta ante cambios rápidos en la demanda del mercado y la modificación de productos; un mejor uso de materiales, maquinaria y personal, y reducción de inventario; un mejor control de la producción y gestión de toda la operación de manufactura; y fabricar productos de alta calidad a bajo costo.

1.1.5 CIMS

El propósito de un CIMS es transformar los diseños de productos y materiales en bienes vendibles al menor costo posible y en el menor tiempo posible. Pero, a diferencia de las filosofías de fabricación tradicionales, CIMS se basa en la premisa de que la gestión debe trabajar para optimizar todo el proceso empresarial en lugar de funciones o elementos individuales. Y, a diferencia de los enfoques tradicionales, el proceso en un CIMS comienza con el diseño de un producto y termina con la producción de ese producto. Con CIMS, la división habitual entre las funciones de diseño y fabricación desaparece. (Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. 2014).

1.1.6 CAx

Las tecnologías avanzadas asistidas por computadora (CAx) se centran en resolver problemas específicos aumentando la creatividad y la innovación humana obtenidas mediante la recopilación, el uso y el intercambio. Información entre equipos interdisciplinarios. Las tecnologías asistidas por computadora en el campo “X” son términos generales para definir una tecnología, de un campo específico de trabajo, asistido por computadora. El sustituto de X incluye ingeniería (CAx-E), medicina (CAx-M), ciencias naturales (CAx-S), educación (CAx-Ed). CAx en el campo de la ingeniería, la “X”, puede ser igual a: Diseño, Análisis, Planificación de procesos, Manufactura, Calidad, Innovación, Tecnológica. Algunos autores la manejan como “X” mayúscula y algunos otros con “x” minúscula. También hay quienes la consideran solo la herramienta y otros únicamente como una tecnología. (Lira, Ramírez, & Barrientos, 2022, citando a Udrouiu, 2016).



1.2 Cuadro sinóptico sobre las herramientas y software de las CAX. (Lira, Ramírez, & Barrientos, 2022)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día los sistemas de manufactura integrados por computadora son de suma importancia en un entorno industrial ya que permiten la integración de brazos robóticos, máquinas de control numérico y sistemas automatizados.

Sin embargo, a pesar de que son de suma muy importantes para la industria, existe una limitada documentación que estructure de manea clara y sistemática la descripción de operación de las maquinas CNC y la programación de brazos robóticos dentro de la industria.

La escasez de manuales de operación, guías técnicas para la programación de equipos automatizados dificulta el aprovechamiento de los sistemas CIMS, lo que lleva a no poder explotar el máximo potencial que tienen las maquinas automatizadas y a la generación de errores en las líneas de producción, lo cual se traduce en baja eficiencia productiva, errores por falta de comunicación, perdidas monetarias y en el peor de los casos accidentes por no saber programar de manera correcta los sistemas automatizados.

De igual manera uno de los mayores retos que se afrontan, es el lenguaje de programación que tienen cada uno de los sistemas automatizados, donde se definen coordenadas, trayectorias, cambios de herramienta, ciclos de programas, grabación de movimientos, etc.

Por lo anteriormente mencionado, surge la necesidad de desarrollar una estructura metodológica a detalle de los procedimientos de operación de los robots industriales y maquinas CNC, con la creación de programas, grabación de trayectorias, dar a conocer las características básicas de los sistemas de manufactura integrados por computadora. Fortaleciendo la comprensión técnica y facilitando su correcta ejecución.

1.3 PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de la actual investigación es desarrollar una guía técnica y sistemática que describa los pasos de manera clara para la operación de las máquinas de control numérico CNC y los brazos robóticos industriales, creación y ejecución de programas en los brazos robóticos, puesta en marcha del sistema de manufactura integrado por computadora (CIMS), descripción de la creación de una orden de producción dentro del CIM MANAGER y apagado correcto del sistema de manufactura.

Por ello, la presente investigación tiene como finalidad recabar la información del uso de las maquinas automatizadas, para documentar de manera accesible y técnica los pasos a seguir para operar estos equipos.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Documentar los pasos a seguir para la operación del sistema de manufactura integrado por computadora (CIMS) y la creación de programas en los brazos robóticos industriales FANUC y YASKAWA, con el propósito de estandarizar y facilitar su correcta ejecución.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los elementos que integran un entorno CIM
- Identificar las características principales de las maquinas CNC
- Documentar los pasos a seguir para la operación de las maquinas CNC
- Explicar de manera técnica y sistemática los pasos para la creación de programas en los brazos robóticos FANUC y YASKAWA.

1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente la manufactura integrada por computadora (CIMS), la integración de diversas tecnologías que trabajan en conjunto para lograr diversos objetos. son fundamentales en las industrias manufactureras para ser más competitivas en el mercado.

Estos sistemas permiten la integración de máquinas de control numérico (CNC), robots industriales, sistemas de almacenamiento y bandas de transporte automatizadas, construyendo un entorno clave para el buen funcionamiento.

Sin embargo, a pesar de que son de herramientas muy importante para las industrias no se cuenta con la suficiente documentación plasmada que explique de manera técnica y detalla el paso a paso para operar este tipo de máquinas de control numérico y brazos robóticos. Se requieren conocimientos específicos y técnicos para operar de manera correcta las maquinas, que pueden resultar complejos para los usuarios.

Por esta razón, la actual investigación busca justificar la necesidad de documentar de manera detallada y técnica los procedimientos a seguir con la operación de máquinas CNC y la programación de brazos robóticos dentro de un sistema de manufactura integrado por computadora (CIMS).

Mediante la elaboración de una guía estructurada que permita la fácil operación del sistema, que aporte al aprendizaje y enseñanza de las máquinas de control numérico computarizado CNC y a la programación de los brazos robóticos industriales.

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

2.1 DEFINICIÓN DE CIM

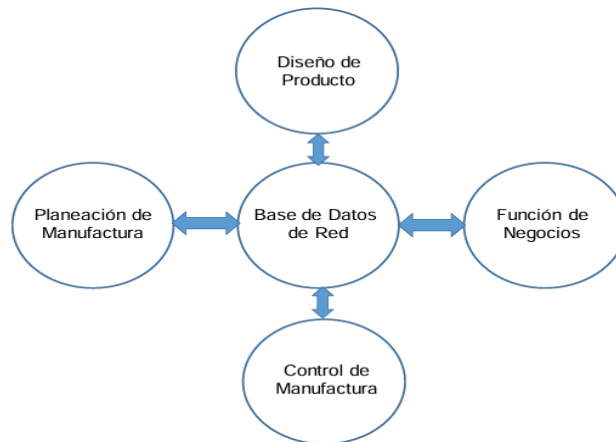
Manufactura Integrada por Computadora o la fabricación integrada por computadora (CIM) es un enfoque integral que constituye los sistemas de información comercial y técnica de una empresa de manufactura. La parte comercial está representada principalmente por la planificación y el control de la producción (o MRP II), mientras que la parte técnica está compuesta por sistemas CAx. (Lira, Ramírez, & Hernández, 2022).

El CIM, visto como un enfoque, concepto o filosofía, propone la integración y automatización de un sistema productivo, empleando equipamientos, máquinas, hardware y software con la finalidad de desarrollar diversas funciones, tales como: diseño, administración de la ingeniería y administración de la producción; de manera conjunta con filosofías modernas de gestión (Merma, 2019 citando; Collins; 1980; UNIDO; 1989; Bessant, 1991). Técnicamente el CIM se define como la integración del monitoreo y del control basados en computadora, de todos los aspectos del proceso de manufactura, los cuales recaen sobre una base de datos en común y se comunican a través de redes de computadora (Merma, 2019 citando; Bessant, 1991).

2.2 COMPONENTES CLAVE DE UN ENTORNO CIM

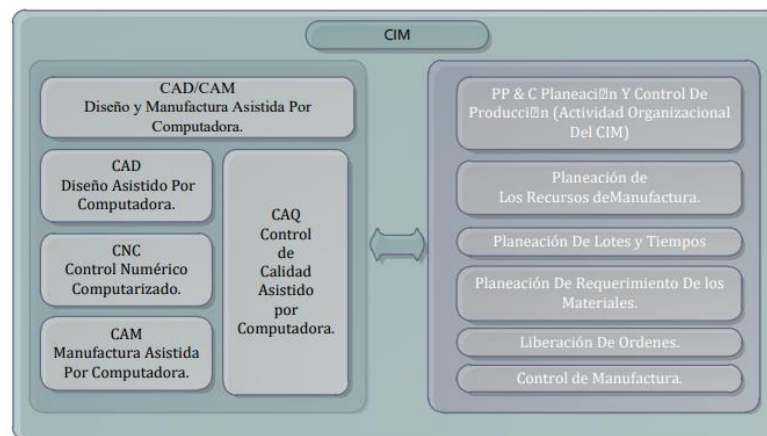
El proceso de manufactura integrada por computador posee varios componentes clave como un proceso sistemático de almacenamiento, es decir contar con una estación de trabajo automatizada. Por ejemplo un robot colaborativo que aporte en la realización de tareas de acuerdo al proceso a ejecutar, este tipo de robot posee una estructura mecánica con la peculiaridad de poseer movimientos sincronizados cada vez repetitivos, entre otros de los ejemplos que se pueden mencionar están las maquinarias inteligentes, de control numérico estos están agrupados mediante PC es una forma de perfeccionar la manufactura práctica, en este se detona una gran coyuntura y progreso del control industrial. (Macas, E. M. 2017).

De acuerdo con Lira Hernández, I. A. 2022. La manufactura integrada por computadora (CIM) es un sistema de manufactura al que se integran procesos de diseño de partes mediante CAD, así como procesos de manufactura a través de CAM o CNC. Una vez que se integran los procesos anteriores equivalentes a lo que evidentemente representa un sistema CAD/CAM se procede a cargar los programas generados por medio de códigos G y M. Lo anterior es lo correspondiente a la parte operativa, junto con la programación de los brazos robóticos, para posteriormente realizar la segunda parte que consiste en la planeación de todos los recursos de la empresa, los cuales también son gestionados y ejecutados por el CIM.



2.1 Un modelo típico de implementación CIM (Lira Hernández, I. A. 2022 citando a: Kamrani, Ali K.; Abouel Nasr, Emad, 2010. P. 190)

En lo concerniente a la estructura del CIM desafortunadamente no existe una única descomposición de cada uno de los eslabones que lo conforman. Cada industria puede definir tantos subsistemas y partes que desee, de acuerdo con sus requerimientos (Grover & Zimmers, 1984) (Porras, 2003). Así pues, debe tomarse en cuenta que las industrias realizan procesos ajenos entre sí, y aunque también hay industrias que realizan el mismo proceso, estas siempre tendrán diferentes necesidades del cliente y diseño del producto, de modo que, aunque posean sistemas CIM, estos difícilmente poseerán la misma estructura. Un intento por mostrar las partes que conforman el CIM se muestra en la siguiente Figura 2.2 (Rodríguez, González, & Bautista, 2018).



2.2 Estructura CIM. (Rodríguez, González, & Bautista, 2018).

2.3 TECNOLOGÍAS QUE ENTRAN EN UN ENTORNO CIM

2.3.1 CAD (DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA)

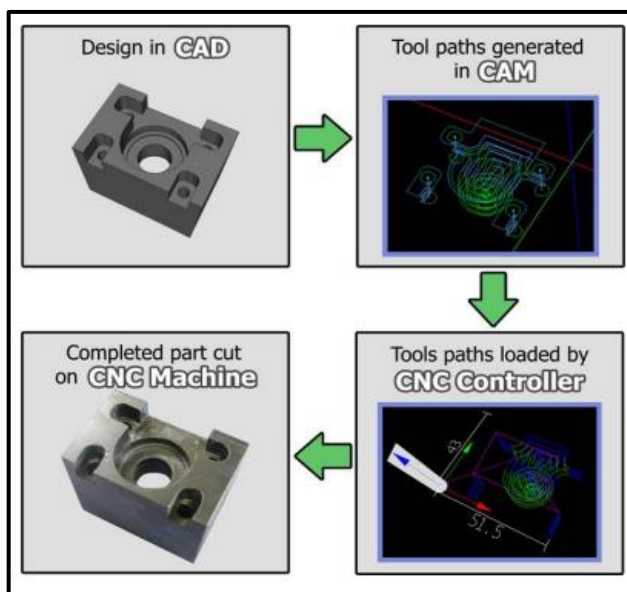
El diseño asistido por computadora (CAD), es una de las partes más relevantes del CIM, el proceso de diseño es un proceso de soporte para los procesos claves. Se hacen modelados y simulaciones en softwares de diseño, como se ha mencionado antes no simula flujos, pero si da mucha información para responder problemas, cálculos, medidas. Un modelo de un producto de varias piezas, mediante la experimentación se identifica un orden adecuado de operación de ensamble. Es muy útil realizar diseños de piezas y productos en un software de modelado 3d, y este a la vez pasarlo a simulación de operaciones de maquinado. (LLanes Cornejo, 2016).

2.3.2 CAM (MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA)

La Manufactura Asistida por Computadora, también conocida por sus siglas en ingles CAM (Computer Aided Manufacturing), implica el uso de computadores y tecnología de cómputo para ayudar a la fase directa de manufactura de un producto, es un puente entre el Diseño Asistido por Computadora CAD y el lenguaje de programación de las máquinas de Control Numérico Computarizado, conocidas también como maquinas CNC, con una intervención mínima del operario. (Lira Hernández, I. A. 2022).

2.3.4 CNC (CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO)

Control Numérico Computarizado (CNC) describe la automatización de Máquinas-Herramientas, es decir, una computadora controla los movimientos de los ejes de una maquinas mediante un código el cual contiene instrucciones secuenciales de los movimientos de las herramientas, giros, las velocidades de corte, puntos de inicio y fin de operaciones. Este código permite crear piezas y partes tallándolas a partir de un bloque de material cada vez que es ejecutado. (Ronquillo Castro, C. A. 2015)



2.3 Proceso de Manufactura CNC. (Ronquillo Castro, C. A. 2015)

MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales)

La planificación de requerimientos de materiales, cuyas siglas (MRP) del inglés significan Material Requirements Planning, clasifica como una técnica de planificación de la producción y de gestión de stock más utilizadas en la actualidad; se fundamenta en un soporte matemático y se utiliza cuando el método de gestión del flujo de material es programado y se parte de una demanda conocida. El MRP es un sistema de empuje o de tipo push que produce a partir de un programa maestro de producción (MSP) la “explosión” de materiales, órdenes de compra para los proveedores y las ordenes de producción internas para los talleres de producción de la empresa. (Cascante, Fonseca, Borrego, Roldan, & García, 2015).

2.4 MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC)

De acuerdo con Agudelo & Domínguez, 2012, Las máquinas herramienta de Control Numérico, constituyen una modalidad de automatización flexible más utilizada; son máquinas herramientas programadas para fabricar lotes de pequeño y medio tamaño de piezas de forma complicadas; los programas de software sustituyen a los especialistas que controlaban convencionalmente los cambios de las máquinas y constituciones que incluyen las tareas y sus velocidades así como algunas variables de control adaptativo para comprobar aspectos tales como temperatura, vibración, condición del material, desgaste de las herramientas, que permiten proceder a los reajustes necesarios. Las máquinas herramientas de control numérico tienen una serie de ventajas técnicas y económicas con respecto a sus predecesoras de manejo manual, destacándose las siguientes:

- Permite una mejor planeación de las operaciones.
- Se incrementa la flexibilidad del maquinado.
- Reducción en el tiempo de programación.
- Reducción en los tiempos de espera.
- Mejor control del proceso y los tiempos de maquinado.
- Disminución en los costos por herramientas.
- Disminución de accidentes.
- Se incrementa la seguridad para el usuario.
- Aumento en la productividad.
- Aumento en precisión.

2.4.1 TORNO CNC

El torno CNC es una máquina herramienta para mecanizado operada mediante el control numérico de un ordenador, el cual está incorporado dentro de él. Esto se explica mejor a través del significado de sus siglas CNC (control numérico computarizado) y este control numérico se basa en un sistema de lenguaje que se comunica a través de la emisión de “códigos G”, que no es más que un sistema de comunicación alfanumérico en este tipo de máquinas sofisticadas. Los tornos CNC son muy versátiles ya que realizan funciones de taladro y giros. Estos últimos, revolucionaron el mercado porque han facilitado la realización de cortes horizontales, verticales, curvos, los cuales anteriormente tomaban muchas horas de realización para los torneros (Cuvi Unapucha, O. A. 2018 citando a: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2011).

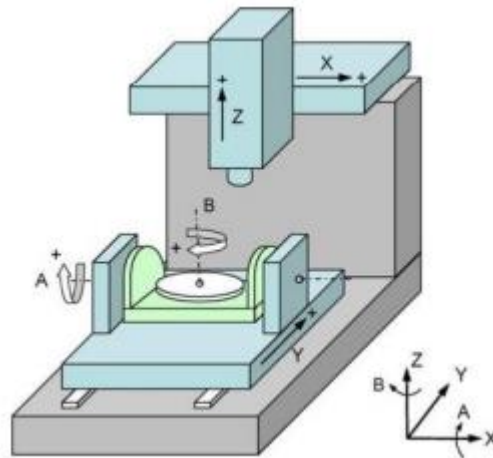
2.4.2 CENTRO DE MECANIZADO

Un centro de mecanizado es una máquina altamente capaz de realizar múltiples operaciones de maquinado en una instalación bajo CNC con la mínima intervención humana. Las operaciones típicas son aquellas que usan herramientas de corte rotatorias como cortadoras y brocas. Existen centros de mecanizado de una gran variedad de tamaños, tipos, funciones y grados de automatización. Sus costos están comprendidos en el rango de 50,000 hasta 1,000,000 de dólares o más. Sus potencias nominales llegan a 75kW y las velocidades de husillo de las máquinas más usadas tienen límites de 4000-8000 RPM. Algunas mesas inclinables son capaces de soportar piezas de más de 7000 Kg de peso. En los ejes de los carros longitudinal, transversal y vertical hay montados motores de avance, que transforma

el movimiento de giro del motor en movimiento longitudinal del carro por medio de husillo y tuerca. Con el fin de desplazar la herramienta (carro vertical) o la pieza (carro longitudinal y transversal), el control emite las señales eléctricas correspondientes. (Cuvi Unapucha, O. A. 2018).

2.4.3 MÁQUINA CNC DE 5 EJES

Una máquina CNC de 5 ejes se basa en una herramienta con 5 grados de libertad o direcciones diferentes. Además de los ejes X, Y, y Z, hay que agregar la rotación con el eje A como en la de cuatro ejes, y otro eje adicional denominado eje B. Esto consigue que las herramientas se puedan acercar a la pieza en todas las direcciones en una sola operación, sin la necesidad de reposicionar manualmente la pieza entre operaciones. El eje A y B estarán destinados a aproximar la pieza de trabajo a la herramienta que se moverá en los ejes XYZ. (Rodríguez Piamba, J. A. 2023).



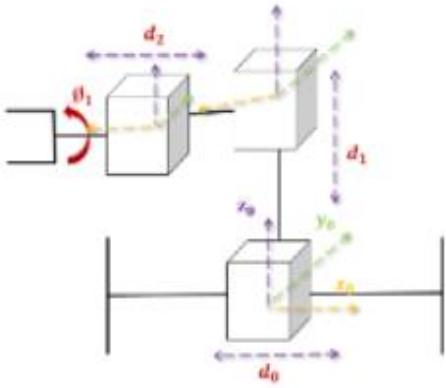
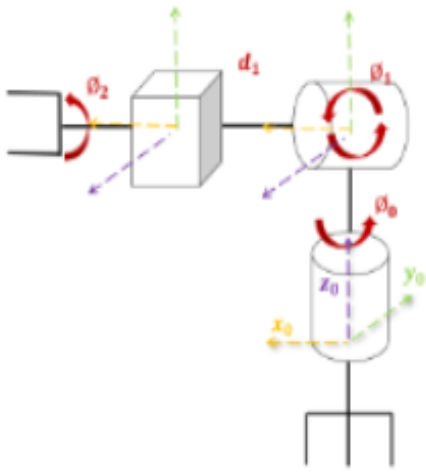
2.4 Fresa de 5 ejes (Rodríguez Piamba, 2023 citando a: hwlibre, 2022)

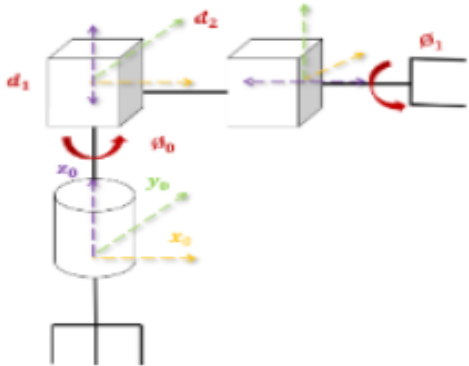
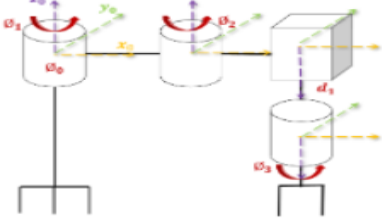
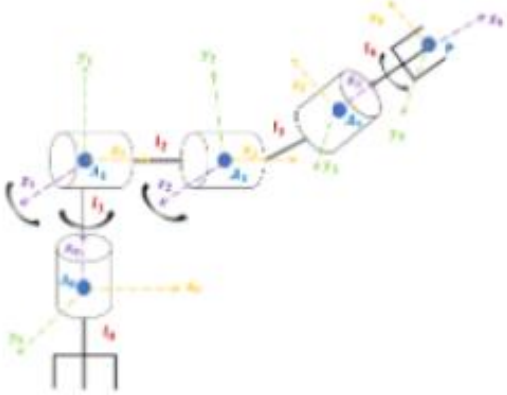
2.4.4 BRAZOS ROBOTICOS

Los brazos robóticos se encuentran implementados en diversos sectores, ya sea centros de investigación, universidades e industrias alrededor del mundo, para el aumento de la producción y la reducción de riesgos laborales en la “tabla (X)” se

muestran algunos de los más importantes diseños de brazos robóticos desarrollados a nivel mundial, junto con sus principales características. Es importante considerar este estudio comparativo para tener un punto de referencia en cuanto al desarrollo de máquinas comerciales con aplicaciones en la industria y el análisis en cada una de ellas. (Molina, & Peña, 2019 citando a: Trejo, 2018).

2.1 Tabla de antecedentes históricos de los diferentes tipos de brazos robóticos junto con sus características. (Molina, D. P., & Peña, J. G. 2019).

Tipo de brazo robótico	Características
Cartesiano 	Este brazo tiene un diseño sencillo y económico, usado para pick and place y CNC. Por lo general cuenta con 3 o 4 movimientos lineales (articulaciones P), lo que le da 3 grados de libertad en los ejes X, Y y Z, y su movimiento es perpendicular entre punto y punto, basado en la interpolación lineal.
Esférico 	Se usa en el manejo de máquinas-herramienta, soldaduras por puntos, vaciado de metales y frezado. Está constituido por dos articuladores R que le dan movimiento de 90° y una P para la extensión retracción, lo que le da la rotación de coordenadas esféricas en su efector final. También cuenta con 3 grados de libertad en sus ejes X, Y y Z.

Cilíndrico 	La configuración cilíndrica tiene 3 articulaciones, de las cuales 1 es R y 2 son P. en la base se ubica la primera, que es una rotacional; mientras que la segunda y tercera articulación son prismáticas. Esto le proporciona 3 grados de libertad sin contar con la rotación del gripper, en sus ejes X, Y y Z. Entre las aplicaciones de robots manipuladores con esta configuración se encuentran aquellas que procesan cavidades horizontales y transporte de objetos.
Scara 	Está diseñado para realizar trabajos repetitivos a gran velocidad y precisión, para el posicionamiento en el eje x. Dispone de 3 a 4 grados de libertad, en los que trabaja en el plano X-Y, pero z es rígido. Cuenta con dos articulaciones de R y una P.
Antropomórfico 	Este robot presenta todas sus articulaciones de tipo R, por lo cual presenta de 3 grados de libertad en adelante. Para determinar la posición del gripper, se emplean coordenadas angulares. Este brazo se denomina “antropomórfico” porque simula los movimientos de un brazo humano: el primer eje se corresponde con el cuerpo, el segundo con el brazo, el tercero con el antebrazo y el resto con la muñeca-mano.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.1 CENTRO DE MECANIZADO JHV-550

La máquina CNC de guía lineal JHV-550 está diseñada para mecanizado de precisión y de alta resistencia. Con una robusta construcción de hierro fundido Meehanite, ofrece resistencia a la tracción, resistencia al desgaste y estabilidad dimensional superiores. Sus husillos de bolas pretensados en tres ejes eliminan el juego, lo que garantiza una precisión excepcional y un crecimiento térmico reducido. La máquina incluye un sistema de chorro de aire del husillo y un dispositivo de enfriamiento de aceite para una vida útil y precisión óptimas del husillo, mientras que el análisis de elementos finitos integrado garantiza la estabilidad a largo plazo. (JHV-550. (2025). Simco UAE.)



3.1 Centro de mecanizado JHV-550 (Laboratorio de Manufactura).

3.1 Especificaciones técnicas (JHV-550. (2025). Simco UAE.)

Especificación	Detalle
Modelo	JHV-550

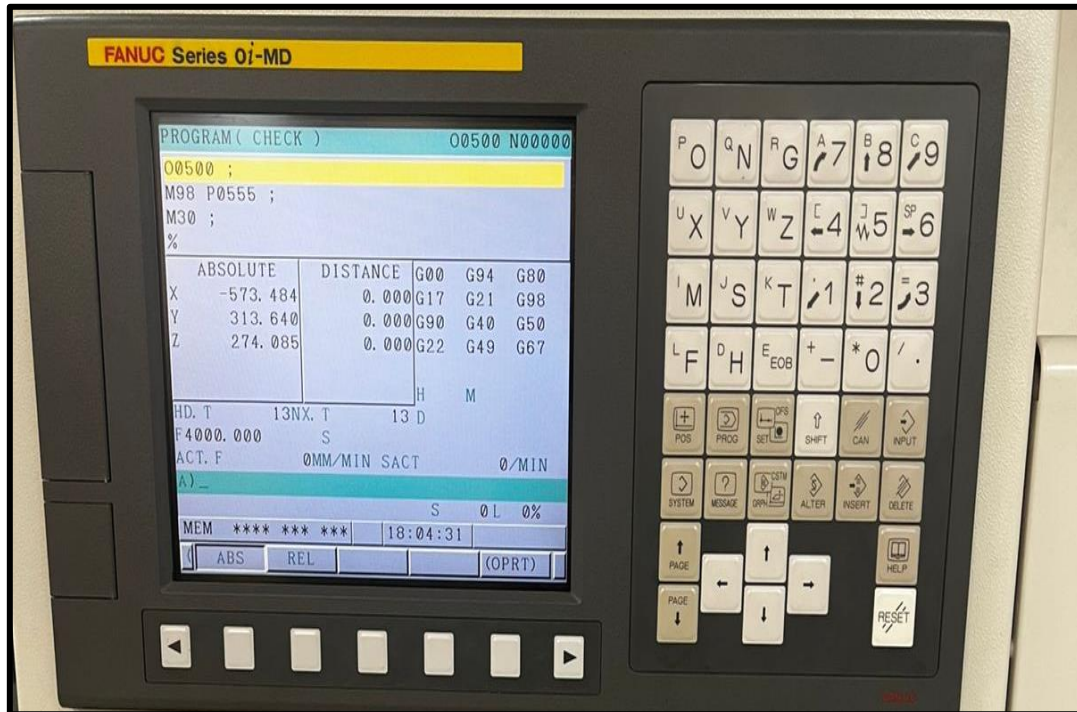
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

Viaje (Ejes X, Y, Z)	550 x 400 x 460 mm
Área de mesa	650 x 410 mm
Carga máxima de mesa	250 kg
Ranura en T (No. x Ancho x Paso)	3 x 14 mm x 100 mm
Cónico del husillo	BT-40
Velocidad del husillo (tipo correo)	10.000 RPM
Velocidad del husillo (tipo directo, opción)	10.000 / 12.000 / 15.000 RPM
Motor de husillo (estándar)	7,5 / 11 kW ($\beta 8i$)
Motor de husillo (opcional)	5,5 / 7,5 kW ($\alpha 6i$)
Enfriamiento del husillo	Enfriador de aceite
Travesía rápida (ejes X, Y, Z)	36m / min
Tasa de alimentación de corte	1 – 15.000 mm/min
Servomotor (X/Y/Z Fanuc)	1,2 / 1,2 / 3,0 kW
Cambiador automático de herramientas (ATC)	Tipo de brazo
Capacidad del cargador de herramientas	24 herramientas
Diámetro máximo de la herramienta	75 mm (adyacente), 150 mm (no adyacente)
Longitud máxima de la herramienta	200 mm
Peso máximo de la herramienta	7 kilos
Selección de herramientas	Aleatorio
Consumo de energía	20 KVA
Voltaje	220V, Trifásico
Dimensiones de la máquina (L x W x H)	2400 x 2450 x 2650 mm
Peso de la máquina	3400 kg

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL DE LA SUNMILL JHV-550

En el tablero de control de la Fresadora SUNMILL JHV-550, se pueden crear programas, ajustar posiciones, visualizar en el display los programas que se tienen cargados y posiciones de origen, como se puede apreciar en la siguiente imagen.



3.2 Panel de control numérico (Laboratorio de Manufactura).

3.2 Descripción de las teclas del panel de control (CNC para todos en español, Aprende CNC. 2021, 20 octubre).

RESET	Sirve para reinicializar cualquier función que ya se le haya ingresado al control numérico.
HELP	Muestra funciones de los procedimientos o funciones que trae el control numérico.
SHIFT	Sirve de apoyo para meter comando de las teclas que tienen doble función.
TECLADO ALFA NUMERICO	Se utiliza para programar los comandos en el control numérico.
EOB	Significa siguiente bloque (que es igual a ;)

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

CAN	Se ocupa para cancelar algún dato o un programa.
ALTER, INSERT, DELET	Se utilizan para meter, alterar y borrar datos en el programa principal.
INPUT	Sirve para insertar datos como el sistema de parámetros o el sistema operativo del control.
PAGE	Funciona para dar saltos de página del programa.
FLECHAS	Se ocupa para ir se moviendo entre los caracteres del control.
POS	Muestra la posición de cada uno de los ejes.
TECLADO BLANDO (ABS)	Posición absoluta.
TECLADO BLANDO (REL)	Posición relativa.
TECLADO BLANDO (ALL)	Muestra todas las posiciones.
PROG	Muestra todo lo referente a los programas de la máquina.
OFS	activa las funciones en el teclado blando WEAR: Compensar el desgaste de la herramienta y GEOM: Dar distancias y tamaño de las herramientas que se van a utilizar.
SET	Es el sistema de parámetros de la máquina para aplicarle como es que se quiere que trabaje el control y se activa la función WORK en el teclado blando la cual sirve para especificar el punto de referencia de la pieza y el programa.
SYSTEM	Muestra todo el sistema de parámetros del control.
MESSAGE	Se utiliza cuando está presente alguna alarma o pueden ser mensajes programados.
GRPH	Muestra una previsualización de cómo se va a mover el programa.
CSTM	Es una tecla programable para mostrar alguna información en el monitor.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

En el panel de control se pueden ajustar las velocidades de avance de la maquinas, ubicar orígenes, velocidad del husillo, identificación de alarmas, paros de emergencias y control de programas.



3.3 Panel de control de la máquina (Laboratorio de Manufactura).

3.3 Descripción de las teclas del panel de control (CNC para todos en español, Aprende CNC. 2021, 20 octubre).

Teclas	Funciones
POWER	El botón verde es para energizar la maquina y el rojo para desenergizar.
EMERGENCY STOP	Paro de emergencia, hace que la maquina se detenga en su totalidad para evitar alguna colisión de la maquina o un accidente.
CYCLE STAR	Funciona para empezar a correr los programas.
FEED HOLD	Funciona para detener los programas.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

MODE SELECT	EDIT: Funciona para editar, borrar, meter, sacar y corregir programas en la memoria principal de la máquina. AUTO: Sirve para que la maquina lea el programa y lo ejecute. MDI: Se utiliza para ingresar comando de manera instantánea. ZRN: Se utiliza para mandar los ejes a casa. JOG: Sirve para manipular los movimientos de la máquina de forma manual. HANDLE: Trabaja con el control semi portátil donde tiene los ejes que se quieren mover junto con la rueda que trae. DNC: Sirve para ejecutar un programa que no está en la memoria principal de la maquina si no que están en un dispositivo de almacenamiento externo. RAPID: Sirve para mover los ejes de la máquina de manera manual controlando la velocidad.
FEEDRATE OVERRIDE	Es el avance controlado de la máquina.
RAPID TRAVERSE	Desplazamiento rápido de los ejes.
SPINDLE OVERRIDE	Controla la velocidad que se haya seleccionado en el MODO SELECT.
STATUS / ALARM:	VERDE: El sistema está encendido y listo para operar, pero no está ejecutando programa AMARILLO: El programa está en ejecución o el husillo está activo ROJO: Se ha producido una alarma, falla o condición de paro. Se debe revisar la pantalla para ver el código de alarmar
D.R. N	Sirve para acceder directamente a una línea del programa CNC
M01	Paro opcional en un programa CNC

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

AFL	Activa o desactiva el bloqueo del avance automático de los ejes
APO	Activa o desactiva el apagado automático de la maquina
S.B.K	Activa o libera el freno mecánico del husillo
B.D.T	Cambio de herramienta manual
M.L.K	Sirve para bloquear los ejes de la maquina cuando se está en modo manual
ZLOCK	Sirve para bloquear específicamente el movimiento del eje Z
SPINDLE	SP CCW: Giro del husillo en sentido antihorario SP STOP: Detener el husillo SP CW: Giro del husillo en sentido horario LIGHT: Encendido o apagado del sistema de iluminación interno COOLANT: Activa el sistema de refrigeración / lubricación CW: Iniciar el giro de husillo AIR BLW: Sistema de aire comprimido CCW: Iniciar manualmente el giro de husillo F2: Personalizable F3: Personalizable
+A, +X, +Y, +Z	Son comandos directos de desplazamiento de los ejes en forma positiva (+A movimiento rotativo)
-A, -X, -Y, -Z	Son comandos directos de desplazamiento de los ejes en forma negativa (-A movimiento rotativo)
F1	Personalizable
ALL	Todos los ejes

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.2 MOTOMAN YASKAWA MH12

El motoman MH12 es un robot potente de alta velocidad de 6 ejes. Utilizado idealmente en la manipulación de materiales, embalaje, dispensación, etc. Tiene una muñeca con clasificación IP67 y un cuerpo con clasificación IP54. Tiene un alcance horizontal y vertical más amplio, lo que permite una gama más amplia de aplicaciones. (Robot Motoman MH12. (2013). ROBOTS. COM A TIE Brand)

3.4 Motoman Yaskawa MH12 (Laboratorio de Manufactura).



CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.4 Especificaciones técnicas del Robot Yaskawa MH12 (Robot Motoman MH12. (2013). ROBOTS. COM A TIE Brand).

Marca	Yaskawa Motoman
Modelo	MH12
Tipo	Brazo Robótico
Ejes	6
Carga	12Kg
Ejes	1440mm
Repetitividad	0.08mm
Peso	130Kg
Velocidad de movimiento	
J1	220°/s (3,84 rad/s)
J2	200°/s (3,49 rad/s)
J3	220°/s (3,84 rad/s)
J4	410°/s (7,16 rad/s)
J5	410°/s (7,16 rad/s)
J6	610°/s (10,65 rad/s)
Rango de movimiento	
J1	±170°
J2	+155° -90°
J3	+240° -175°
J4	±180°
J5	±135°
J6	±360°

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.2.1 TEACH PENDANT DEL MOTOMAN MH12 YASKAWA

El Teach pendant del Motoman MH12 Yaskawa, tiene diferentes funcionalidades, desde la creación de programas de movimientos, llevar los movimientos a los puntos de origen, creación de múltiples programas, ajuste de velocidades, selección del tipo de interpolación, entre otras funcionalidades que se describen a continuación.



3.5 Teach pendant del motoman MH12 (Laboratorio de Manufactura).

3.5 Descripción de las teclas del Teach Pendant (Programación de robot industrial HP3. (2018))

Tecla	Función
CRUCETA	Mueve el cursor en la dirección de la flecha.
AREA	Mueve el cursor entre el área de menú y el área de la pantalla de propósito general.
PAGE	Cambio de página.
DIRECT OPEN	Muestra el contenido relacionado con la línea actual.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

COORD	Selecciona el sistema de coordenadas de operación cuando el manipulador es operado manualmente.
FAST/SLOW	Ajusta la velocidad cuando se opera manualmente.
HIGH SPEED	Cambia la velocidad de operación de los ejes cuando se presiona esta tecla, sin importar la velocidad que haya sido programada.
MOTION TYPE	Selecciona el tipo de interpolación para la operación playback.
ROBOT	Habilita los ejes de operación del robot.
EX.AXIS	Habilita los ejes externos de operación (base de ejes o estación de ejes).
AXIS KEY	Mueve los ejes especificados del manipulador. Los ejes del manipulador se mueven solo si la tecla se mantiene presionada.
TEST START	Mueve el manipulador a través de los pasos programados en movimiento continuo mientras las teclas (TEST STAR) e (INTERLOCK) son presionadas simultáneamente.
FWD	Mueve el manipulador a través de los pasos enseñados mientras esta tecla es presionada.
BWD	Mueve el manipulador a través de los pasos enseñados en dirección inversa mientras la tecla es presionada.
INFORM LIST	Muestra lista de instrucciones de comandos disponibles para editar tareas.
CANCEL	Cancela entrada de datos y reinicia (resets) errores.
DELETE	Borra instrucciones y datos cuando (ENTER) es presionado mientras la tecla esta presionada.
INSERT	Inserta nuevas instrucciones o datos. La inserción se completa cuando (ENTER) es presionado mientras la tecla esta iluminada.
MODIFY	Modifica el dato de posición enseñada, instrucciones y datos. La modificación se completa cuando (ENTER) es presionado mientras que la tecla esta iluminada.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

ENTER	Registra instrucciones, datos, posición actual del manipulador, etc. Cuando (ENTER) es presionado, la instrucción o dato mostrado en la línea del buffer de entrada mueve la posición del cursor para completar un registro, inserción o modificación.
SHIFT	Cambia la función de otras teclas presionándolas juntas.
INTERLOCK	Cambia la función de otras teclas presionándolas juntas. Puede ser usada con: TEST START, FWD y teclas numéricas.
MODO SWITCH:	PLAY: La reproducción de las tareas enseñadas son habilitadas. TEACH: La operación de los ejes y edición desde el programador colgante (teach pendant) son habilitados. La señal START de un dispositivo externo no es deshabilitada. REMOTE: La operación por señales externas es habilitada. (START) es invalido durante el modo remoto.
MAIN MENU	Muestra el menú principal. Si este botón esta presionado mientras el menú principal es mostrado, este desaparecerá. Combinación de teclas: (SHIFT) + (MAIN MENU). Mientras una ventana se abre. La ventana es cambiada en el siguiente orden: Venta de submenú = menú principal.
SERVO ON READY	Habilita la fuente de poder de los servomotores para que estos enciendan. Cuando este botón es presionado: En modo TEACH, la lámpara del SERVO ON flashea y la fuente de poder de los servos esta encendida si el switch de encendido está en ON. La lámpara del SERVO ON está encendida mientras la fuente de poder está encendida.
ASSIST	Despliega el menú para asistir la operación para la ventana mostrada. Combinación de teclas: (SHIFT) + (ASSIST): La lista de funciones con combinación de tecla aparece. (INTERLOCK) + (ASSIST): La lista de funciones con combinación de tecla aparece.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.3 TORNO DOOSAN

Los centros de torneado Lynx serie 220 están diseñados para trabajar con un alto grado de precisión y genera superficies con una calidad superior. La graduación de alta velocidad de a torreta y las tasas transversales rápidas minimizan el tiempo que la unidad pasa sin efectuar cortes.

La presentación de fresa y taladro y eje Y con el husillo secundario completo de eje C reducen en gran medida la necesidad de procesar la pieza en otras maquinas, eliminando así costos de instalación y operación de unidades adicionales. (Centro de Torneado. (2014). Direcindustry Connect)



3.6 Torno CNC DOOSAN Lynx 220 (Laboratorio de Manufactura).

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.6 Especificaciones técnicas del torno DOOSAN LYNX 220 (DN Solutions. (2014). Lynx 210/220/300 series.)

Capacidad	
Tamaño de mandril	6 pulgadas
Máx. diámetro de giro	300 mm
Máx. longitud de giro	300 mm
Viajes	
Travesía rápida del eje X	30 m/min
Travesía rápida del eje Z	36 m/min
Distancia de viaje del eje X	205 mm
Distancia de viaje del eje Y	105 mm
Distancia de viaje del eje Z	350 mm
Husillo principal	
Máx. velocidad del husillo	6000 r/min
Máx. potencia del husillo	15kW
Máx. par del husillo	125 pies libras
Torreta	
No. de estaciones de herramientas	12 pulgadas
Herramienta giratoria r/min	6000 r/min
Dimensiones	
Longitud	2430 mm
Altura	1920 mm
Ancho	1710 mm
Peso	3500 kg

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

MACHINE READY	Debe ser presionado al momento que termina el encendido de la pantalla del control. Permite la activación de los servos motores.
EMERGENCY STOP RELEASE	Permite resetear las alarmas producidas por sobre recorridos de los ejes a alta velocidad.
EDIT	Su selección permite crear, modificar y eliminar programas
MEM	Su selección permite ejecutar programas guardados en el CNC
TAPE	Su selección permite ejecutar programas guardados en algún dispositivo externo
MDI	Su selección permite ejecutar pequeños programas digitados. Ejemplo: cambios de herramientas, RPM husillo, etc.
REF / RTN	Su selección permite ejecutar el retorno de los ejes a su punto de referencia.
JOG	Su selección permite mover los ejes mediante botones pulsadores (JOG SWITCH)
JOG SWITCH	Pulsar el botón correspondiente al eje y dirección que se desea mover. X carro transversal, Z carro longitudinal. Si se mantiene pulsada la tecla RAPID, el movimiento de los ejes será más rápido.
PORCENTAJE DE AVANCE RAPIDO DE LOS EJES	La velocidad de desplazamiento rápido de los ejes es configurada en los parámetros de la máquina. Los ejes también pueden ser desplazados de forma manual, mediante una manivela.
MODULO HANDLE (MODULO MANUAL)	Pulsar el botón correspondiente al eje que se desea desplazar con el volante electrónico.
GENERADOR DE PULSO MANUAL (MPG)	Al girar este volante electrónico, el eje seleccionado puede ser desplazado en dirección positiva o negativa.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

AJUSTE VELOCIDAD AVANCE EN HANDLE	Permite ajustar la velocidad de desplazamiento de los ejes trabajando con la manivela. X1: Una división del volante corresponde a 0.001 mm o pulgada. X10: Una división del volante corresponde a 0.01 mm o pulgada. X100: Una división del volante corresponde a 0.1 mm o pulgada.
FEEDRATE OVERRIDE	Permite variar la velocidad de avance programada entre 0 y 200%. Si se deja en cero los carros se detendrán y se mostrara la alarma correspondiente.
CYCLE STAR	Inicio de ciclo. Se pulsa para ejecutar alguna instrucción o programa, comúnmente trabaja en los modos MEM y MDI.
FEED HOLD	Se pulsa para detener momentáneamente los ejes durante una operación automática, la operación se reanuda pulsando CYCLE STAR
SPINDLE ROTATION CW (FWD)	Se utiliza para seleccionar la dirección de rotación del husillo en sentido horario.
SPINDLE ROTATION CCW (RVS)	Se utiliza para seleccionar la dirección de rotación del husillo en sentido anti-horario.
SPINDLE JOG	Al estar seleccionada, la rotación del husillo es por pulso.
SPINDLE ROTATION STAR	Este botón es usado para iniciar la rotación del husillo. Si SPINDLE JOG se encuentra activado, este botón se debe mantener pulsado para lograr un giro continuo del husillo.
SPINDLE ROTATION STOP	Este botón es usado para detener la rotación del husillo.
SPINDLE OVERRIDE	Permite controlar la velocidad del husillo. Cuando el husillo rota con alguna operación automática o en

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

	modo manual es posible ajustar las RPM entre 0 y 150%
INDEX	Se utiliza para comandar la rotación de la torre porta herramienta en modo manual. Cada vez que se pulse este botón la torre girara una posición.
DIRECTION	Permite invertir el sentido de giro de la torre porta-herramienta.
ON COOLANT	Activa la salida de refrigeración en la herramienta cargada.
OFF COOLANT	Detiene la salida de refrigerante.
SINGLE BLOCK	Este botón permite ejecutar un programa secuencialmente, bloque a bloque durante una operación automática. Para continuar la ejecución después de concluir un bloque, presionar CYCLE STAR.
OPTIONAL STOP	Al activar esta opción es posible detener el programa temporalmente durante su ejecución en el momento que lea el código M01.
OPTIONAL BLOCK SKIP	Al estar activa esta opción permite saltar bloques que tengan antepuesto al carácter “/”.
DRY RUN	Esta opción está disponible cuando se ejecuta un programa, al activarla cambia la velocidad de avance de los ejes tanto G1 como G0.
PROGRAM RESTART	Permite reasumir un programa a partir de algún bloque intermedio.
WORK ROOM LIGHT	Usado para encender una luz interior de la máquina.
PROGRAM PROTECT	Bloquea la edición de programas NC. Se activa con la llave correspondiente.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.4 FANUC LR MATE 200iD/7L

De acuerdo con LR Mate 200iD/7L, El LR Mate 200iD/7L es un robot de 6 ejes con el mayor alcance de su gama, 911 mm. Diseñado para aplicaciones industriales polivalentes, combina su diseño compacto con un mayor alcance. Este modelo viene con protección IP67 de serie, lo que garantiza su fiabilidad en una gran variedad de entornos. Destaca en la manipulación rápida de cargas pequeñas y ofrece una amplia gama de opciones.



3.8 Brazo robótico Fanuc LR Mate 200iD/7L (Laboratorio de Manufactura).

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.8 Especificaciones técnicas (RoboDK. (2013). Fanuc LR Mate 200iD/7L robot – RoboDK)

Marca	Fanuc
Modelo	LR Mate 200iD/7L
Tipo	Brazo Robótico
Axes	6
Carga Útil	7.0 kg
Alcance	911 mm
Repetitividad	±0.01 mm
Peso	27 kg
Rango de movimiento	
Eje 1	360°
Eje 2	245°
Eje 3	430°
Eje 4	380°
Eje 5	250°
Eje 6	720°
Velocidad máxima (°/s)	
Eje 1	370°/s
Eje 2	310°/s
Eje 3	410°/s
Eje 4	550°/s
Eje 5	545°/s
Eje 6	1000°/s

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.9 Especificaciones técnicas (LR Mate 200iD/7L. (2013)).

LR Mate 200iD/7L (Long arm)																			
Max. load capacity at wrist: 7 kg Max. reach: 911 mm																			
Controlled axes	Repeatability [mm]	Mechanical weight [kg]	Motion range [°]							Maximum speed [°/s]							J4 Moment/ Inertia [Nm/kgm²]	J5 Moment/ Inertia [Nm/kgm²]	J6 Moment/ Inertia [Nm/kgm²]
			J1	J2	J3	J4	J5	J6	E1	J1	J2	J3	J4	J5	J6	E1			
6	± 0.01*	27	360	245	430	380	250	720	-	370	310	410	550	545	1000	-	16.6/0.47	16.6/0.47	9.4/0.15

3.4.1 CONTROLADOR FANUC R-30IB MATE

También llamado Teach Pendant, permite gobernar el robot, desde su movimiento hasta su programación. Está conectado con las unidades periféricas por medio del circuito de entradas y salidas, enviando y recibiendo información del armario, del robot o de los elementos periféricos a través del cable de comunicación y del cable de conexión periférico. La programación creada por medio del controlador o la configuración de los parámetros puede almacenarse en la memoria del controlador o del armario del robot. (Rodríguez-Rabadán Mateos-Aparicio, C. (2019). Desarrollo y aplicación industrial del software de seguridad de comprobación dual en un robot FANUC).



3.10 Teach pendant del brazo robótico (Laboratorio de Manufactura)

[illegible]

Diagrama de un teclado de control para una máquina de soldadura por arco. El teclado incluye botones de función (F1-F5), teclas de desplazamiento (SHIFT), botones de selección (SELECT, EDIT, DATA, FCTN), botones de potencia (POWER, FAULT), botones de movimiento (STEP, HOLD, FWD, BWD, COORD, MOVE, MOVE MENU), botones de herramienta (TOOL, TOOL 2), botones de grupo (7-9), botones de diagnóstico/ayuda (i, ?), botones de cambio de foco de pantalla (C/SP), botones de división de pantalla (DIV), botones de grupo (1-6), botones de grupo (0-9), botones de grupo (10-19), botones de grupo (20-29), botones de grupo (30-39), botones de grupo (40-49), botones de grupo (50-59), botones de grupo (60-69), botones de grupo (70-79), botones de grupo (80-89), botones de grupo (90-99). Las teclas de grupo 1-9 están etiquetadas como 'Tecla de Grupo'. La tecla 'i' está etiquetada como 'i tecla'. La tecla '?' está etiquetada como 'Cambio del foco de la pantalla/ Tecla de división de pantalla'. La tecla 'i' está etiquetada como 'Tecla de diagnóstico/ ayuda'.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

3.4.2 TEACH PENDANT DEL FANUC LR MATE 200id/7L

3.9 Descripción del funcionamiento de las teclas del TEACH PENDANT

INTERRUPTORES DE LA CONSOLA	
Tecla	Función
Interruptor de activación de la consola de programación (ON / OFF).	Este interruptor activa o desactiva la consola de la programación. Cuando la consola de programación esta desactivada, no puede llevarse a cabo ni el movimiento por eje, ni generar programas ni ejecutarlos.
Interruptor de hombre muerto (BOTONERA)	El interruptor DEADMAN se utiliza como un dispositivo de activación. Cuando la consola de programación está habilitada, este interruptor permite el movimiento del robot solo si se sujeta el interruptor deadman. Si se libera este interruptor, el robot se detiene inmediatamente.
Seta de paro de emergencia (STOP)	Si se pulsa, el botón de paro de emergencia causa que el robot se detenga inmediatamente.
TECLAS RELACIONADAS CON LOS MENÚS	
Tecla	Función
F1, F2, F3, F4 y F5	Teclas de función (F). Seleccionan un menú de función en la última línea de la pantalla.
NEXT	Para cambiar el menú a la siguiente página.
MENU, FCTN	Menú: visualiza el menú de pantalla FCTN: muestra el menú de función.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

SELECT, EDIT, DATA	SELECT: Muestra la pantalla de selección de programas. EDIT: visualiza la pantalla de edición de programas. DATA: visualiza la pantalla de datos del programa.
TOOL1, TOOL2	Las teclas TOOL1 y TOOL2 se usan para visualizar las pantallas de las herramientas 1 y 2.
MOVE MENU	MOVE MENU sitúa al robot en la posición de referencia. Un programa que coloque al robot en una posición de referencia se podrá asignar a una macro, de manera que pueda iniciarse con esta tecla MOVE MENU.
SET UP	SET UP muestra la pantalla de configuración.
STATUS	STATUS para visualizar la pantalla de estado.
I/O	I/O muestra la pantalla E/S.
POSN	POSN muestra la pantalla de la posición actual.
DISP	En el caso de que se divida la pantalla en la consola, cuando se pulsa esta tecla, cambia la pantalla sobre la que se realiza la operación. Cuando se pulsa esta tecla mientras se mantiene pulsada la tecla shift, se visualiza el menú para dividir la pantalla.
DIAG/HELP	Al pulsar esta tecla, se muestra el menú de configuración de pantalla. Cuando se pulsa esta tecla mientras se mantiene pulsada la tecla shift, se visualiza la pantalla de alarmas.
GROUP	Al pulsar esta tecla, se cambia el grupo de movimiento en curso y la selección del subgrupo queda paso a paso: G1, G1S, G2, G2S, G3...G1.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

	Al pulsar la tecla numérica, que es idéntica al número de grupo que quiere seleccionar, con la tecla GROUP se selecciona el grupo de movimiento deseado directamente. Al pulsar la tecla 0 con la tecla GROUP, se incrementa el número de subgrupos en el grupo seleccionado.
TECLAS RELACIONADAS CON EL MOVIMIENTO	
Tecla	Función
SHIFT	Ejecuta el movimiento por el eje del robot, programa datos de posición e inicia un programa combinado con otras teclas. Las teclas Shift de la derecha y de la izquierda tienen la misma función.
+X(J1), +Y(J2), +Z(J3), +X(J4), +Y(J5), +Z(J6). -X(J1), -Y(J2), -Z(J3), - X(J4), -Y(J5), -Z(J6). +(J7), -(J8). -(J7), +(J8).	Las teclas de JOG se activan mientras que una tecla Shift este presionada, de manera que comenzara el movimiento eje por eje. Las teclas J7 y J8 se usan para mover manualmente los ejes externos de un mismo grupo. En el caso de que el número de ejes de robot sea inferior a 6, las teclas que no se usen para el movimiento manual del robot se usan para mover manualmente los ejes externos también. La función de las teclas J7 y J8 se puede cambiar.
COORD	Selecciona un sistema de coordenadas de movimientos. Al pulsarla, se selecciona el siguiente sistema de coordenadas en el siguiente orden: JOINT, JGFR, World Frame, TOOL, USER. Cuando esta tecla se utiliza mientras el Shift esta presionado, aparece un menú JOG para cambiar el sistema de coordenadas.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CIM

-%, +%	Teclas de velocidad del sistema (override). Ajusta dicha velocidad. Cada vez que se pulsa la tecla override mientras se presiona SHIFT, se selecciona la siguiente velocidad en el siguiente orden: VFINE, FINE, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%. En caso de que SHIFT no esté presionado, a partir del 5% se incrementará en un 5% hasta llegar a 100%
TECLAS RELACIONADAS CON LA EJECUCIÓN	
Tecla	Función
FWD, BWD	La tecla FWD o la tecla BWD (+ tecla SHIFT) inicia un programa. Al soltar la tecla shift durante la recuperación, el programa se detiene.
HOLD	La tecla HOLD hace que se interrumpa un programa.
STEP	Pasa de funcionamiento por pasos a continua y viceversa.

CAPÍTULO 4. PASOS DE ARRANQUE DEL CIM

A continuación, se describirá la forma en la que se tiene que hacer el arranque del sistema de manufactura integrada por computadora (CIM), el cual requiere que se siga una secuencia de pasos ordenados para que no haya ningún inconveniente en el sistema. Ya que en la manufactura integrada por computadora está compuesta por robots industriales, sistemas de control numérico computarizado (CNC) y tecnologías CAD/CAM, Cada componente debe ser activado en un orden específico para que se haga de manera correcta la comunicación entre software y hardware.

4.1 PASOS PARA EL ARRANQUE DEL CIM

4.1.1 AIRE

1. Prender el compresor de aire que alimenta todas las maquinas del CIM.	
2. Abrir las llaves de paso de aire de todas las maquinas.	
3. Verificar que las maquinas Torno y Fresadora tengan una presión de aire entre 50 a 100 Mpa.	

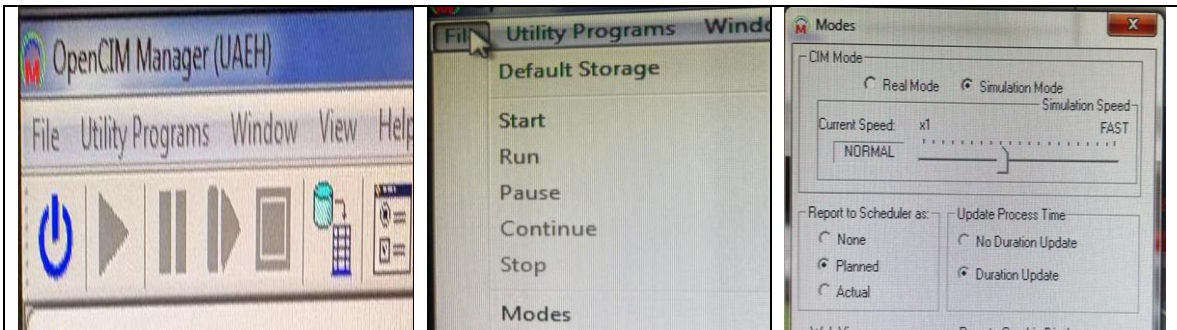
Estos pasos de activación del aire se llevan a cabo para que las maquinas puedan ejecutar la acción de abrir o cerrar puertas, grippers y movimientos de agarre.

4.1.2 ENERGIZAR

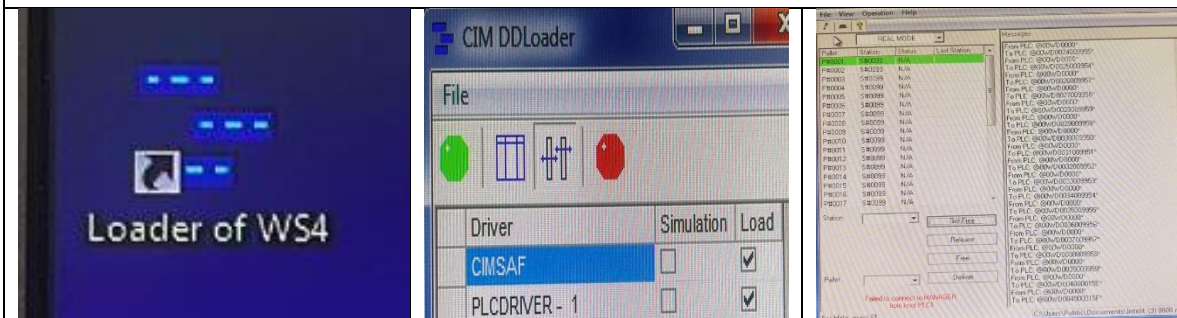
1. Encendemos el PLC para que el sistema haga la comunicación de manera correcta.			
2. Girar perillas de encendido de las siguientes maquinas.			
Torno Doosan	Fresadora Summill	Brazo Yaskawa	
			

4.1.3 ESTACIÓN MANAGER

1. Se enciende la WORK STATION 4 (WS4) y se coloca el lector en el perfil de Administrador CIM	
2. Colocamos el Administrador CIM en modo simulación en la barra de comandos donde se encuentra la opción de FILE en seguida MODES y en la parte superior se selecciona la opción SIMULATION MODE y guardamos esta opción.	



3. Regresamos al escritorio y abrimos el programa **LOADER OF WS4** y procede a salir un recuadro con el nombre **CIM DDLOADER** y activamos la comunicación con el botón **VERDE** para iniciar la comunicación con el PLC.

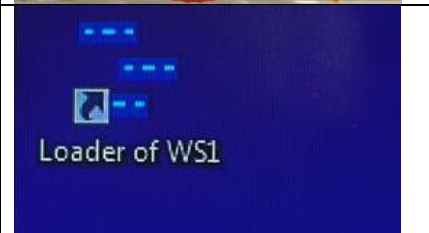


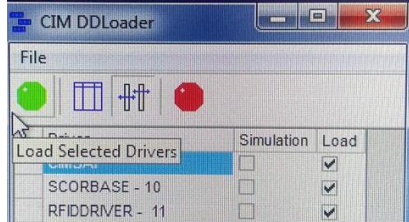
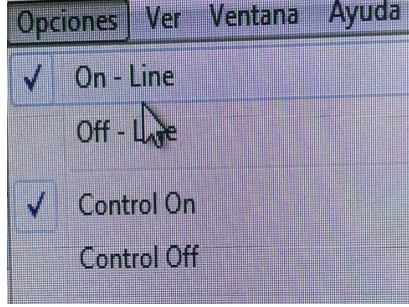
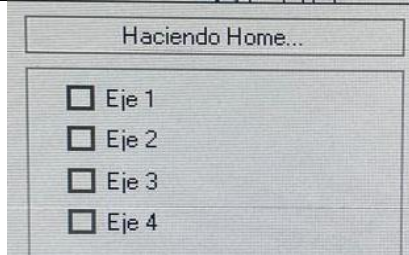
4.1.4 LOADER OF WS1

1. Se procede a encender el controlador del ASRS-36 de la parte de atrás y quitar sus paros de emergencia.



2. Se enciende la **WORK STATION 1 (WS1)**. Se procede a dar doble click al icono de **Loader of WS1** que se encuentra en el escritorio.



3. Se abre el recuadro CIM DDLoader para activar los drivers de la WS1 y se le da doble click al botón verde.	
4. Con los drivers cargados se procede a entrar al interfaz de la WS1 y entramos a opciones para poner el ASRS en modo on line. NOTA: si los drives no cargaron es porque falta cargar el programa de la WS1	
5. Se procede a mandar a HOME y se da doble click al icono de la casa que se encuentra en la barra de opciones.	
6. Se espera que todos los ejes del ASRS hagan el HOME y nos podremos dar cuenta cuando termine con el cuadro que nos sale en pantalla.	

4.1.5 LOADER OF WS2

1. Se procede a encender el Torno DOOSAN LYNX 220 y activar sus auxiliares.

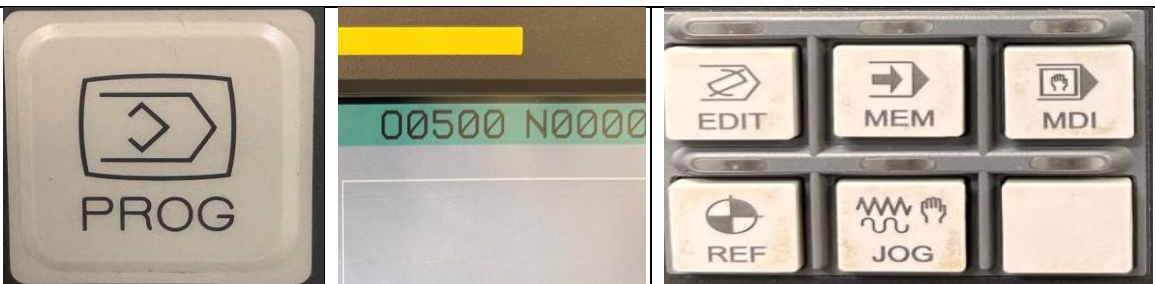

2. Se quita el paro de emergencia y procedemos a abrir la puerta del torno para liberar la presión del aire.



3. Se presionan las teclas de REF + X y Z positivos para mandar los ejes a su posición de inicio y se verifica que tengamos activo X1 y F0.



4. Presionamos la tecla de PROG y buscamos el programa O0500 y lo seleccionamos, presionamos la tecla MEM y el torno está listo para recibir tareas.

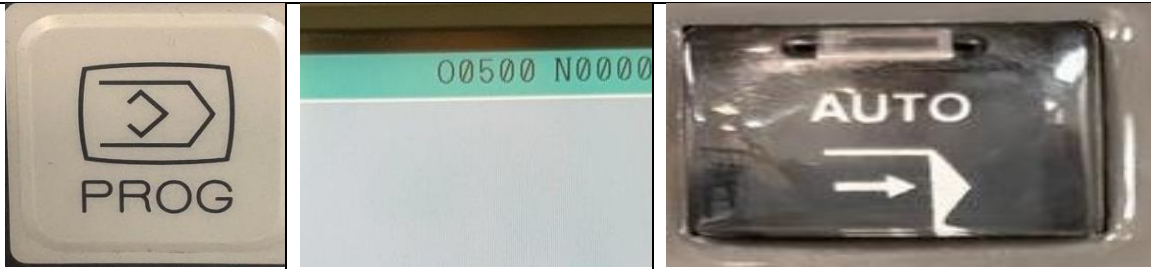


5. Procedemos a encender la Fresadora SUNMILL-JHV-550 y quitamos el paro de emergencia.



CAPÍTULO 4. PASOS DE ARRANQUE DEL CIM

6. Presionamos la tecla PROG y seleccionamos el programa O0500 y presionamos la tecla AUTO.



7. Verificamos que el FEEDRATE OVERRIDE este en 50%, el RAPID TRAVERSE este en F25 y el SPINDLE OVERRIDE en 50.



8. Presionamos la tecla ZRN + ALL y mandamos todos los ejes a su posición de inicio y se ilumina en la parte de STATUS los ejes X, Y, Z.



9. Se verifica que tengamos el modo AUTO activado y la fresadora ya está lista para recibir tareas.



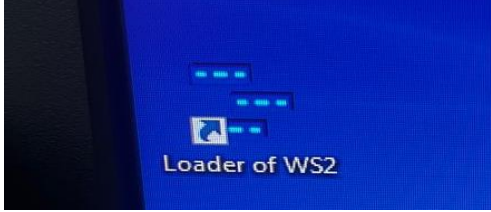
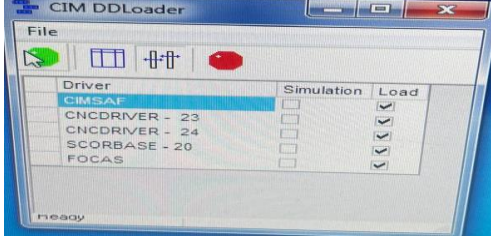
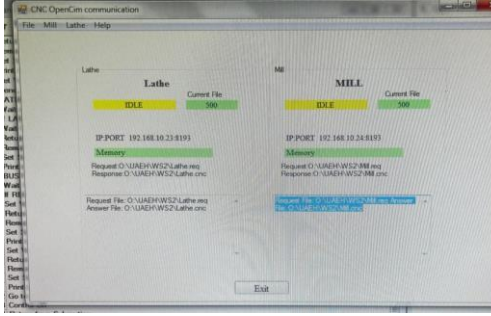
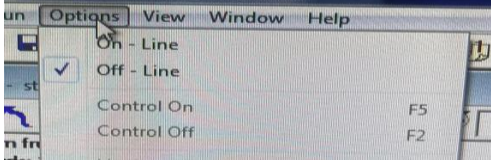
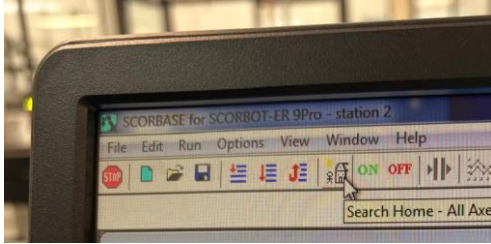
10. Ahora encendemos el controlador del robot FANUC quitando el paro de emergencia y poniéndolo en modo manual.



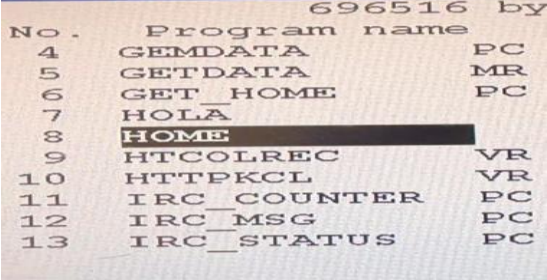
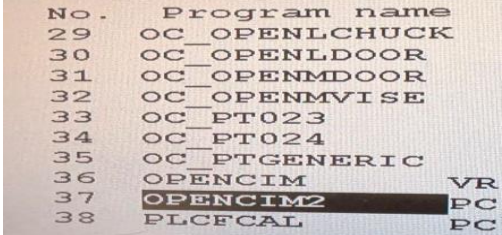
11. De igual manera encendemos el controlador de la Banda transportadora y quitamos su paro de emergencia.



CAPÍTULO 4. PASOS DE ARRANQUE DEL CIM

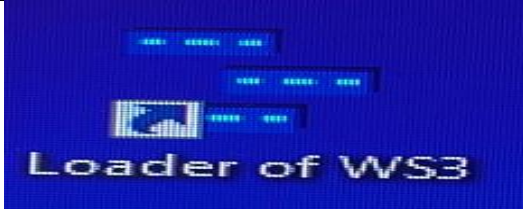
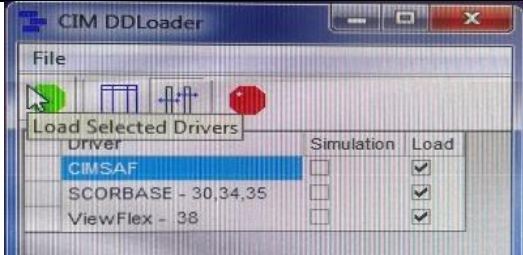
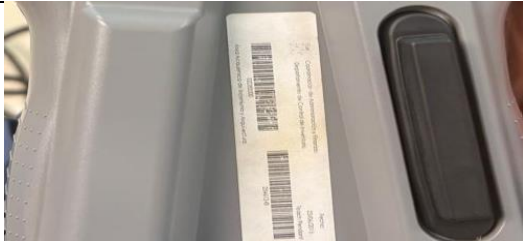
12. Se enciende el equipo de cómputo de la WS2 y se procede a dar doble click al icono Loader of WS2 que se encuentra en el escritorio.	
13. Se abre el recuadro para activar los drivers de la WS2 y se procede a dar doble click al botón verde para iniciar la comunicación.	
14. Nos sale un recuadro donde nos indica que la Fresadora CNC y el Torno CNC están listos para recibir tareas.	
15. Procedemos a poner en línea la estación. Damos click en OPTIONS y enseguida On LINE.	
16. Realizamos el HOME de la banda transportadora donde se encuentra el robot Fanuc. Dando click al icono del muñeco con la casa que sale en la pantalla principal.	
17. Tomamos el TEACH PENDANT del robot Fanuc y lo ponemos en modo manual y quitamos el paro de emergencia.	

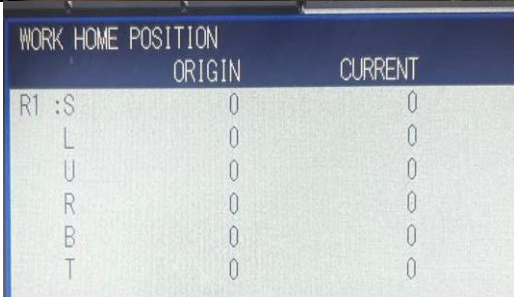
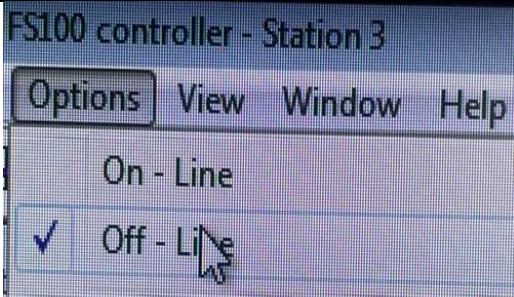
CAPÍTULO 4. PASOS DE ARRANQUE DEL CIM

18. Se tiene que mantener presionado en todo momento el DEAD MAN del Teach Pendant para que pueda realizar las indicaciones.																																		
19. Presionamos la tecla RESET para quitar algún programa que pueda estar activo en la configuración. NOTA: Si no deja de marcar los errores en el teach pendant se tiene que presionar FUNCTION + 1, para que se quiten todos los errores.																																		
20. Presionamos la tecla de MENU + SELECT y nos dirigimos a la opción numero 8 para poder mandar el robot a HOME y presionamos ENTER .																																		
	 <table><tr><th>No.</th><th>Program name</th><th></th></tr><tr><td>4</td><td>GEMDATA</td><td>PC</td></tr><tr><td>5</td><td>GETDATA</td><td>MR</td></tr><tr><td>6</td><td>GET_HOME</td><td>PC</td></tr><tr><td>7</td><td>HOLA</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td>HOME</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td>HTCOLREC</td><td>VR</td></tr><tr><td>10</td><td>HTTPKCL</td><td>VR</td></tr><tr><td>11</td><td>IRC_COUNTER</td><td>PC</td></tr><tr><td>12</td><td>IRC_MSG</td><td>PC</td></tr><tr><td>13</td><td>IRC_STATUS</td><td>PC</td></tr></table>	No.	Program name		4	GEMDATA	PC	5	GETDATA	MR	6	GET_HOME	PC	7	HOLA		8	HOME		9	HTCOLREC	VR	10	HTTPKCL	VR	11	IRC_COUNTER	PC	12	IRC_MSG	PC	13	IRC_STATUS	PC
No.	Program name																																	
4	GEMDATA	PC																																
5	GETDATA	MR																																
6	GET_HOME	PC																																
7	HOLA																																	
8	HOME																																	
9	HTCOLREC	VR																																
10	HTTPKCL	VR																																
11	IRC_COUNTER	PC																																
12	IRC_MSG	PC																																
13	IRC_STATUS	PC																																
21. Para que el robot siga la instrucción de regresar al punto de inicio presionamos las teclas de SHIFT + FWD y solo mantendríamos presionado la tecla SHIFT hasta que se escuche un click, el cual nos indica que el robot hizo HOME .																																		
22. Nos regresamos presionando MENU + SELECT y ahora seleccionamos la opción 37 el cual es OPENCIM2 y presionamos ENTER y colocamos el Teach Pendant en modo AUTO .	 <table><tr><th>No.</th><th>Program name</th><th></th></tr><tr><td>29</td><td>OC_OPENLCHUCK</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td>OC_OPENLDOOR</td><td></td></tr><tr><td>31</td><td>OC_OPENMDOOR</td><td></td></tr><tr><td>32</td><td>OC_OPENMWISE</td><td></td></tr><tr><td>33</td><td>OC_PT023</td><td></td></tr><tr><td>34</td><td>OC_PT024</td><td></td></tr><tr><td>35</td><td>OC_PTGENERIC</td><td></td></tr><tr><td>36</td><td>OPENCIM</td><td>VR</td></tr><tr><td>37</td><td>OPENCIM2</td><td>PC</td></tr><tr><td>38</td><td>PLCFCAL</td><td>PC</td></tr></table>	No.	Program name		29	OC_OPENLCHUCK		30	OC_OPENLDOOR		31	OC_OPENMDOOR		32	OC_OPENMWISE		33	OC_PT023		34	OC_PT024		35	OC_PTGENERIC		36	OPENCIM	VR	37	OPENCIM2	PC	38	PLCFCAL	PC
No.	Program name																																	
29	OC_OPENLCHUCK																																	
30	OC_OPENLDOOR																																	
31	OC_OPENMDOOR																																	
32	OC_OPENMWISE																																	
33	OC_PT023																																	
34	OC_PT024																																	
35	OC_PTGENERIC																																	
36	OPENCIM	VR																																
37	OPENCIM2	PC																																
38	PLCFCAL	PC																																

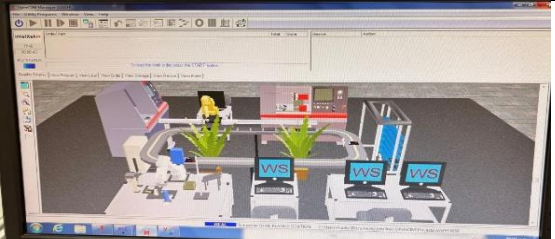
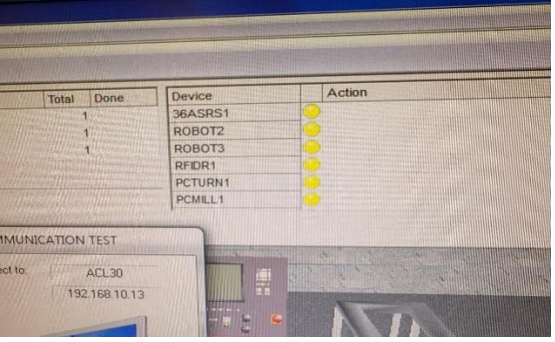
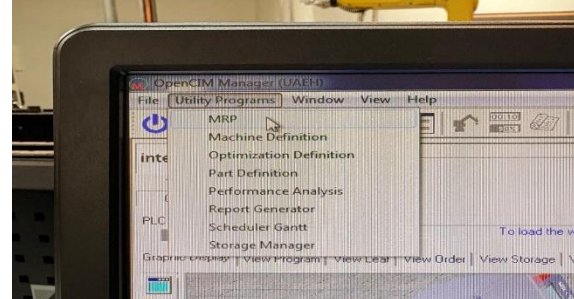
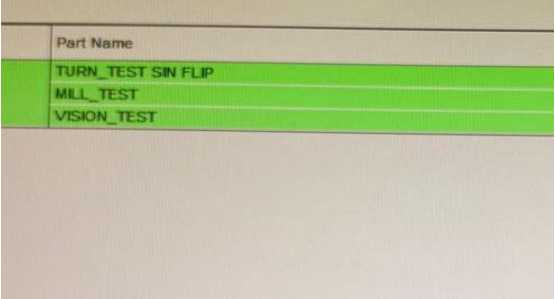
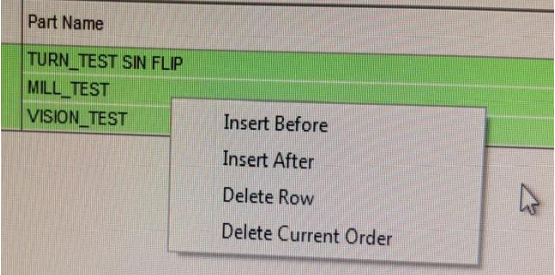
23. Nos dirigimos a su controlador y lo ponemos en modo AUTO y presionamos el botón de CYCLE STAR y nos saldría un mensaje en la pantalla del Teach Pendant que está listo para recibir tareas.	
--	--

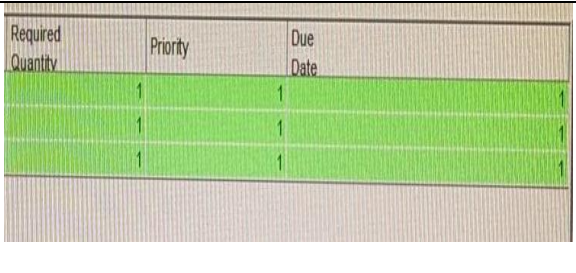
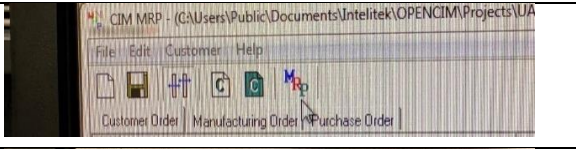
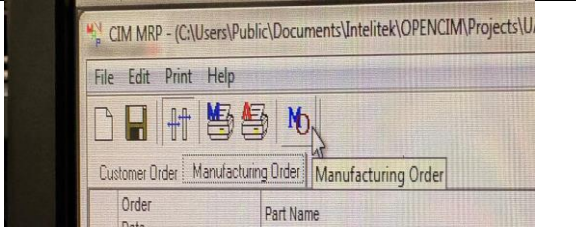
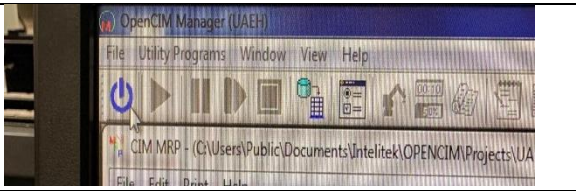
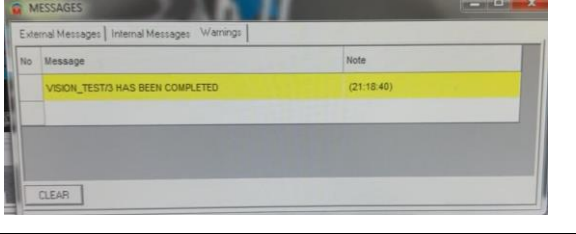
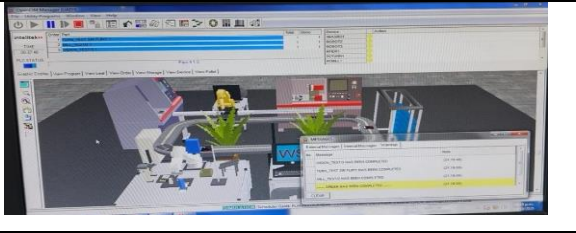
4.1.6 LOADER OF WS3

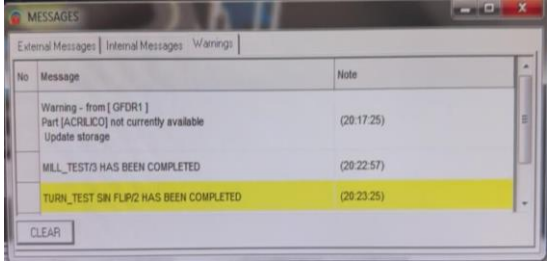
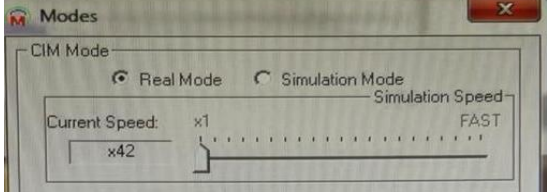
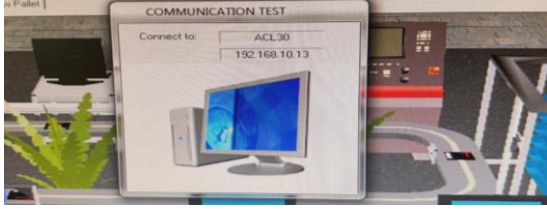
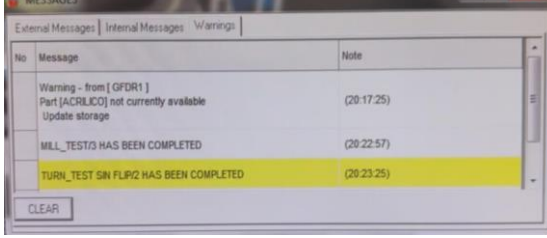
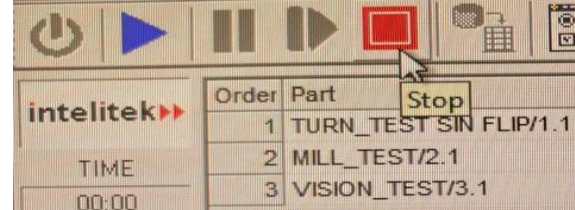
1. Se enciende el equipo de cómputo de la WS3 y le damos doble click al icono de LOADER OF WS3.													
2. Sale un recuadro y le damos doble click al botón verde para que pueda iniciar la comunicación.	 <table border="1"><thead><tr><th>Driver</th><th>Simulation</th><th>Load</th></tr></thead><tbody><tr><td>CMSAF</td><td>☐</td><td>☒</td></tr><tr><td>SCORBASE - 30,34,35</td><td>☐</td><td>☒</td></tr><tr><td>ViewFlex - 38</td><td>☐</td><td>☒</td></tr></tbody></table>	Driver	Simulation	Load	CMSAF	☐	☒	SCORBASE - 30,34,35	☐	☒	ViewFlex - 38	☐	☒
Driver	Simulation	Load											
CMSAF	☐	☒											
SCORBASE - 30,34,35	☐	☒											
ViewFlex - 38	☐	☒											
3. Nos dirigimos a su Teach Pendant y presionamos el DEAD MAN para que pueda realizar las indicaciones.													
4. Lo colocamos en modo TEACH, quitamos su paro de EMERGENCIA y activamos los SERVOS.													
													

5. En la pantalla principal seleccionamos la opción ROBOT y en el menú que despliega seleccionamos WORK HOME POS, esto se hace para que el robot inicie desde su punto de origen.																						
6. Para mandar al robot a su posición de inicio tenemos que presionar las teclas SHIFT + FWD hasta que se coloque en su posición inicial y en la pantalla principal sus ejes tienen que llegar a cero.	 <table><thead><tr><th></th><th>ORIGIN</th><th>CURRENT</th></tr></thead><tbody><tr><td>R1 :S</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>L</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>U</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>R</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>T</td><td>0</td><td>0</td></tr></tbody></table>		ORIGIN	CURRENT	R1 :S	0	0	L	0	0	U	0	0	R	0	0	B	0	0	T	0	0
	ORIGIN	CURRENT																				
R1 :S	0	0																				
L	0	0																				
U	0	0																				
R	0	0																				
B	0	0																				
T	0	0																				
7. Ya que regreso a HOME el robot lo pasamos a modo REMOTO y ya está listo para recibir tareas.																						
8. Una vez que terminamos de hacer el HOME nos dirigimos a la WS3, nos vamos a OPTIONS y On LINE para que la estación esta lista para recibir tareas.																						

4.2 CREACION DE LA ORDEN DE MANUFACTURA

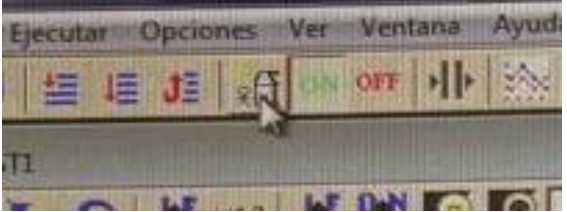
1. Regresamos a la WS4 y nos metemos al programa de CIM MANAGER y le damos click al botón de encendido que sale en el interfaz.																													
2. En la parte superior derecha nos aparecen las maquinas con las que va a hacer comunicación el CIM MANAGER que son el 36ASRS, ROBOT2, ROBOT3, RFIDR1 PCTURN1 con un círculo amarillo el cual significa que están en modo simulación.	 <table><thead><tr><th>Total</th><th>Done</th><th>Device</th><th>Action</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td></td><td>36ASRS1</td><td>●</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>ROBOT2</td><td>●</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>ROBOT3</td><td>●</td></tr><tr><td></td><td></td><td>RFIDR1</td><td>●</td></tr><tr><td></td><td></td><td>PCTURN1</td><td>●</td></tr><tr><td></td><td></td><td>PCMILL1</td><td>●</td></tr></tbody></table>	Total	Done	Device	Action	1		36ASRS1	●	1		ROBOT2	●	1		ROBOT3	●			RFIDR1	●			PCTURN1	●			PCMILL1	●
Total	Done	Device	Action																										
1		36ASRS1	●																										
1		ROBOT2	●																										
1		ROBOT3	●																										
		RFIDR1	●																										
		PCTURN1	●																										
		PCMILL1	●																										
3. Ya que verificamos que está en modo simulación nos dirigimos a la opción de Utility Programs y damos click a la opción de MRP y nos sale un recuadro donde podemos agregar o quitar las maquinas que vamos a ocupar para la producción.																													
																													
4. Para agregar una maquinas que queramos ocupar para la producción le damos click derecho y seleccionamos INSERT AFTER y buscamos la máquina que queremos agregar.																													

5. Una vez agregada la maquina procedemos a colocar el número 1 en los apartados Required Quantity, Priority y Due Date y le damos guardar.	
6. Le damos click en MRP y en guardar	
7. En seguida nos vamos al apartado de Manufacturing Order y de damos click al icono MO le damos aceptar y guardamos.	
8. Cerramos la pestaña, le damos click al icono de encendido y aceptamos.	
9. Presionamos el icono de Play y esperamos a que corra la simulación.	
10. Cada que una estación termina su tarea asignada nos sale un recuadro en parte inferior derecha que nos notifica que la tarea ya se completó.	
11. Esperamos a que termine de correr la simulación verificando que participen todas las estaciones.	

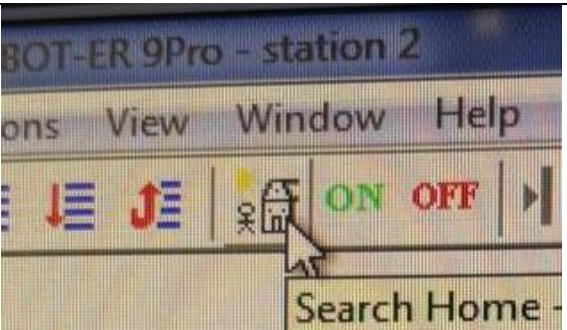
12. Una vez que termino en la parte inferior derecha el recuadro que sale nos notificara que terminaron todas las tareas y de damos CLEAR y CERRA.	
13. Procedemos a dirigirnos a MODES y seleccionamos el modo REAL MODES y le damos guardar.	
14. Le damos click al botón de ENCENDIDO y esperamos a que la estación haga comunicación con el PLC.	
15. Cuando termina de hacer comunicación le damos click a PLAY y procedemos a encender la banda transportadora con el botón negro.	
16. De igual manera que en el modo simulación cuando una estación haya terminado su tarea nos saldrá un indicador en la pantalla de las tareas completadas.	
17. Ya que se terminó de fabricar la orden de manufactura le damos click al icono de STOP que sale en la pantalla y presionamos el botón ROJO de la banda transportadora para que se detenga.	
	

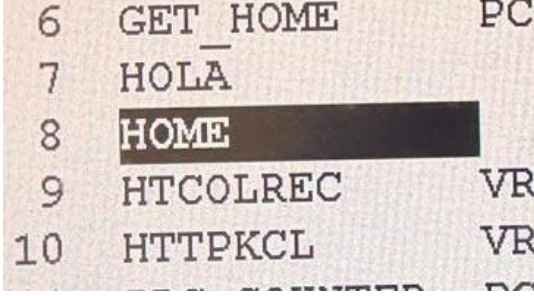
4.3 PROCESO DE APAGADO

4.3.1 LOADER OF WS1

1. Nos dirigimos a la WS1 y procedemos a realizar el HOME dando click al icono de la casa que sale en la barra de comandos.	
2. Ya que se terminó de realizar el HOME, cerramos las ventanas de la WS1 desde su parte principal y enseguida apagamos el equipo	
3. Colocamos de nuevo los paros de emergencia y apagamos el controlador.	

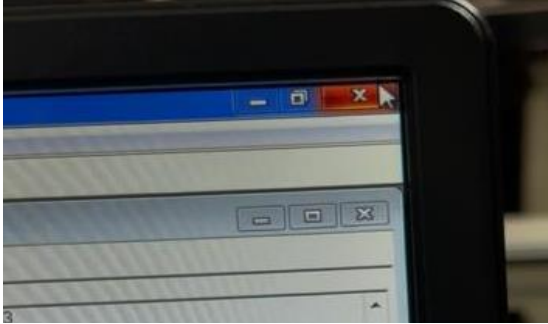
4.3.2 LOADER OF WS2

1. Nos dirigimos a la WS2 y realizamos el HOME de la banda transportadora del robot FANUC, dando click al icono de la casa que se encuentra en la barra de comandos.	
2. Realizamos ahora el HOME del brazo robótico FANUC, colocamos el su controlador y su teach pendant en modo manual y presionamos la tecla de RESET en el teach pendant.	

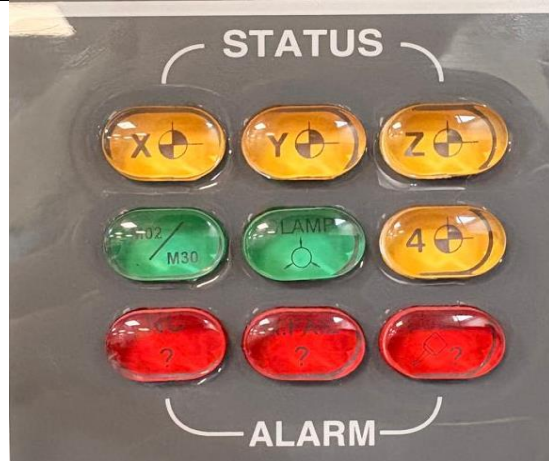
	
3. Enseguida presionamos MENU+SELECT y buscamos la opción numero 8 la cual es el HOME y presionamos ENTER para acceder.	
	
4. Mantenemos presionadas las teclas SHIFT+FWD hasta escuchar un click y esto significa que el robot FANUC hizo HOME.	
5. Ya que hizo el HOME presionamos el paro de EMERGENCIA del teach pendant y en seguida presionamos el paro de emergencia del controlador y procedemos a apagarlo.	
	

CAPÍTULO 4. PASOS DE ARRANQUE DEL CIM

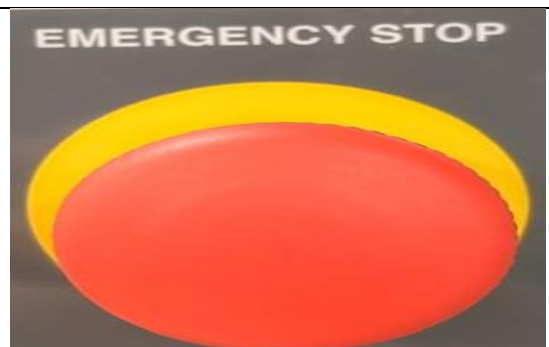
6. Procedemos a cerrar todas las ventadas de la WS2 desde su parte principal, apagamos el equipo de cómputo, colocamos el paro de emergencia del controlador de la banda y lo apagamos.



7. Nos dirigimos a la Fresadora SUNMILL y presionamos la tecla ZRN+ALL para mandar todos los ejes a su posición inicial y verificamos que en el apartado de STATUS se iluminen los ejes X, Y, Z.



8. Bajamos a cero los apartados FEEDRATE OVERRIDE, RAPID TRAVERSE y SPINDLE OVERRIDE, colocamos el paro de EMERGENCIA, apagamos la LIZ y finalmente apagamos la fresadora.



9. Nos vamos a la parte trasera y cortamos la energía de la fresadora y cerramos la llave de aire que la alimenta.

 	
10. Por último, nos dirigimos al Torno DOOSAN y verificamos que sus ejes estén en referencia X y Z. Colocamos el paro de emergencia y cerramos la puerta.	
	
11. Cortamos la energía de la parte de atrás y cerramos la llave de aire que alimenta al torno DOOSAN	
	

4.3.3 LOADER OF WS3

1. Nos dirigimos a la WS3 y colocamos en modo Teach al Teach Pendant para poder realizar el HOME.



2. Presionamos la parte de atrás del Teach Pendant y seleccionamos la opción de ROBOT y en el menú que despliega seleccionamos **WORK HOME POS**, esto se hace para que el robot inicie desde su punto de origen.
- 3.



4. Para mandar al robot a su posición de inicio tenemos que presionar las teclas **SHIFT + FWD** hasta que se coloque en su posición inicial y en la pantalla principal sus ejes tienen que llegar a cero.

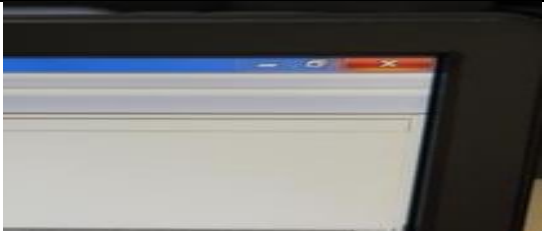


WORK HOME POSITION		
	ORIGIN	CURRENT
R1 :S	0	0
L	0	0
U	0	0
R	0	0
B	0	0
T	0	0

5. Colocamos el paro de emergencia del Teach Pendant y procedemos a cortar la energía del DX200

 A red emergency stop button with a yellow ring. The word "EMERGENCY" is printed in yellow on the ring. The button has a circular design with a central protrusion.	 A black power switch with a red "ON" indicator and a green "OFF" indicator. The switch is currently in the "ON" position.
6. Nos dirigimos al equipo de cómputo de la WS4 y cerramos todas sus ventanas desde la parte principal y apagamos.	 A computer monitor displaying a software interface with several windows open.

4.3.4 ESTACIÓN MANAGER

1. Por último, regresamos a la estación manager y cerramos todas las ventanas desde su parte principal y apagamos el equipo de cómputo	 A computer monitor displaying a software interface with several windows open.
2. Nos dirigimos al PLC y procedemos a apagarlo.	 A PLC (Programmable Logic Controller) unit with a transparent cover, showing internal components and wiring. The brand name "telitek" is visible on the top left.

CAPÍTULO 5. GRABACIÓN DE PROGRAMAS

5.1 GRABACIÓN DE PROGRAMA EN ROBOT YASKAWA MH12

Conocer el potencial que tiene la automatización es de suma importancia en las industrias manufactureras ya que gracias a ello nos ayudan a reducir tiempos, costos, aumentan la productividad, la evidencia y la calidad de los productos. Por esa razón es que este capítulo está dedicado a conocer cómo es la creación de un nuevo trabajo y cómo se graban los movimientos en el robot, de esta manera se espera aprovechar de manera más eficiente al robot YASKAWA MH12.

Para llevar a cabo la creación de un nuevo trabajo y grabar los movimientos se deben seguir los siguientes pasos:

1. Para realizar la programación del programa primero se tiene que colocar en modo teach al TEACH PENDANT.



2. En la pantalla principal seleccionamos la opción **ROBOT** y en el menú que despliega seleccionamos **WORK HOME POS**, esto se hace para que el robot inicie desde su punto de origen.

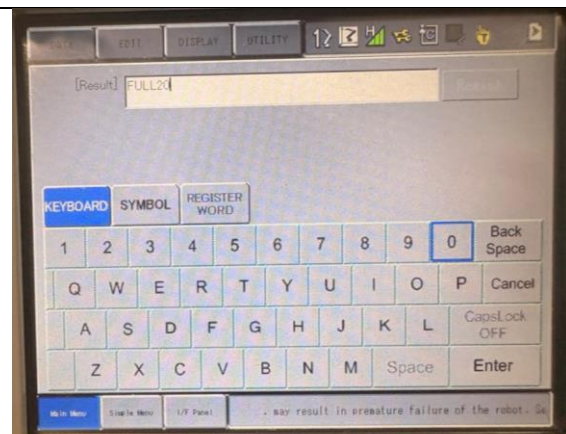
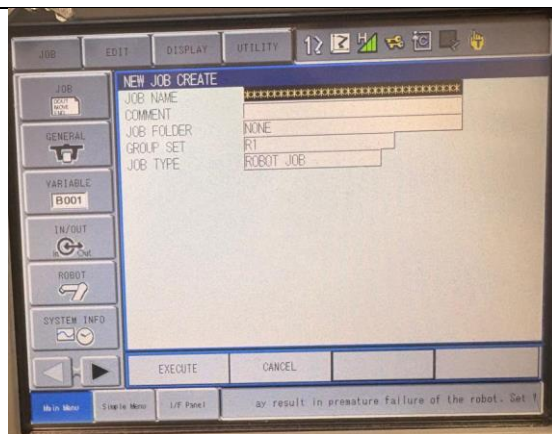
3. Para mandar al robot a su posición de inicio tenemos que presionar las teclas **SHIFT + FWD** hasta que se coloque en su posición inicial y en la pantalla principal sus ejes tienen que llegar a cero.

WORK HOME POSITION		
	ORIGIN	CURRENT
R1 :S	0	0
L	0	0
U	0	0
R	0	0
B	0	0
T	0	0



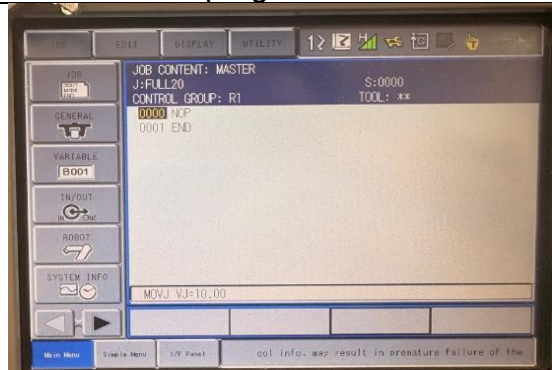
4. Una vez que el robot ya está en su posición inicial seleccionamos la opción de **JOB** y en seguida **CREATE NEW JOB**.

5. Nos sale una pantalla donde le podemos agregar nombre al nuevo trabajo, comentarios, folder del trabajo y grupo. Presionamos **SELECT** sobre la edición del nombre y sale una nueva pantalla con un teclado para escribir el nombre y cuando se le asigne uno se presiona enter del teclado que salió.

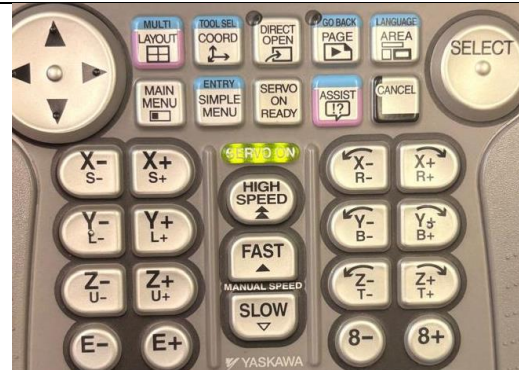


6. Ya que agregamos el nombre al nuevo trabajo estamos en la pantalla donde podemos agregar los nuevos movimientos al robot y esto se lleva a cabo de la siguiente manera:

7. Pantalla de programación.



8. Activación del **SERVO**.



9. Se mantiene presionado el DEAD MAN



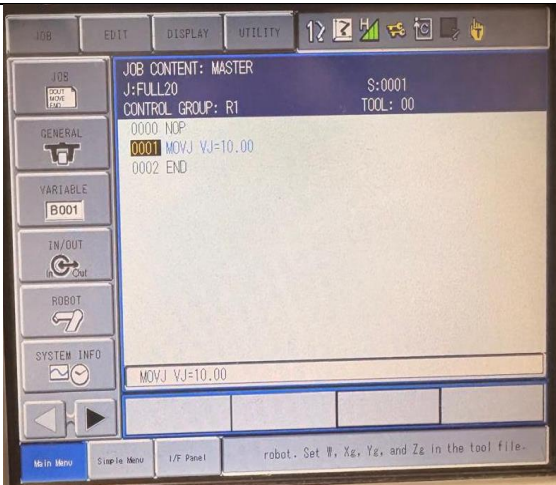
10. Se mantienen presionados los ejes hacia dónde queremos mover al robot



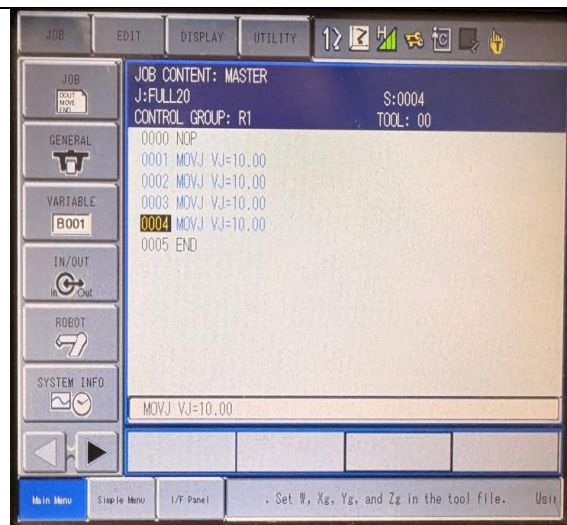
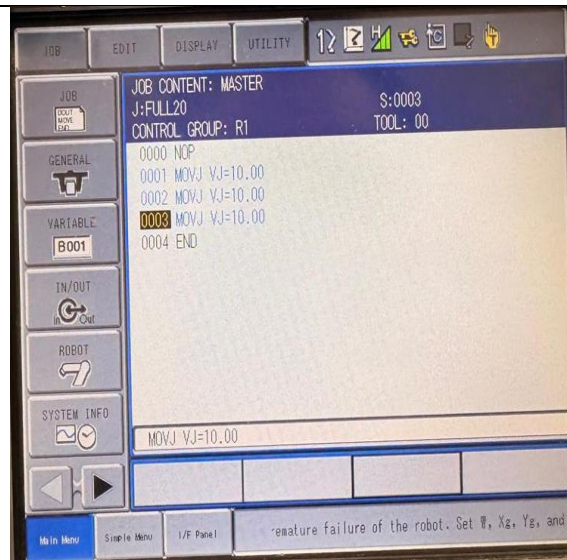
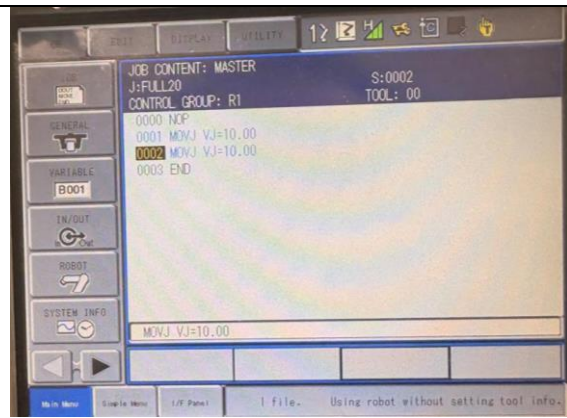
11. Una vez que ya movimos el robot al punto inicial procedemos a insertar el movimiento con las teclas **INSERT + ENTER**.



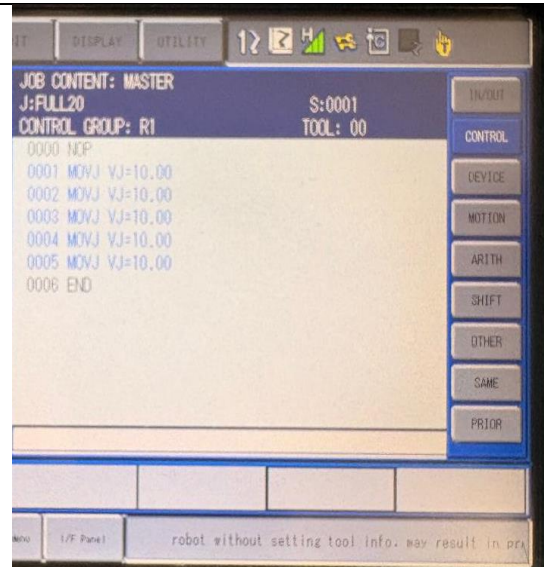
12. En la pantalla de programación ya aparece el movimiento que insertamos.



13.Procedemos a insertar más movimientos para el robot de la misma manera que se explicó para que podemos crear un ciclo completo de movimientos.

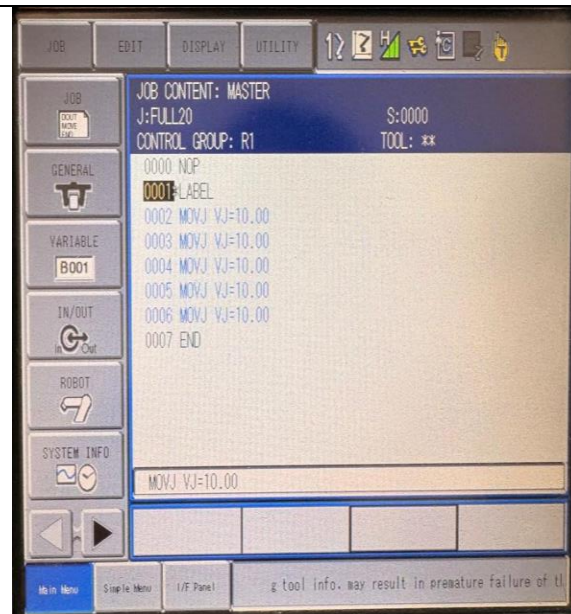
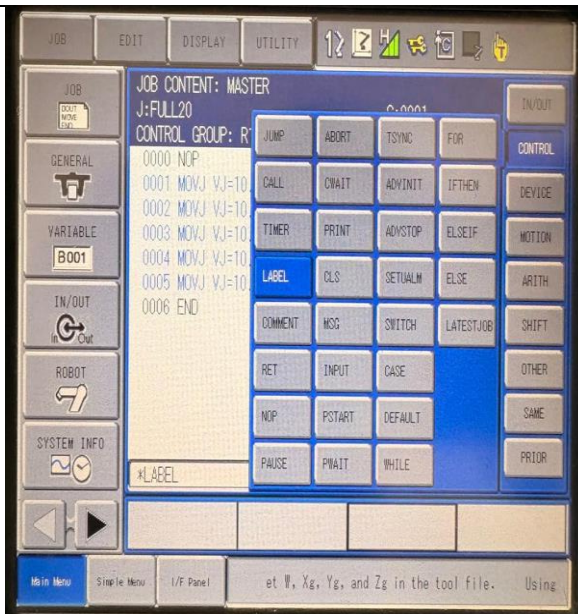


14. Ya que insertamos todos los movimientos del robot procederemos a crear un ciclo con los movimientos para que puedan repetirse. Presionamos la tecla de **INFORM LIST** y saldrán unas opciones en la pantalla principal, (Se vuelve a presionar **INFORM LIST** si se quiere cerrar las opciones).



15. Nos posicionamos en la primera línea que insertamos y presionamos la opción de **CONTROL** y enseguida **LABEL**

16. Insertamos el comentario de **LABEL** antes de los movimientos que ya grabamos con las teclas **INSER + ENTER**.

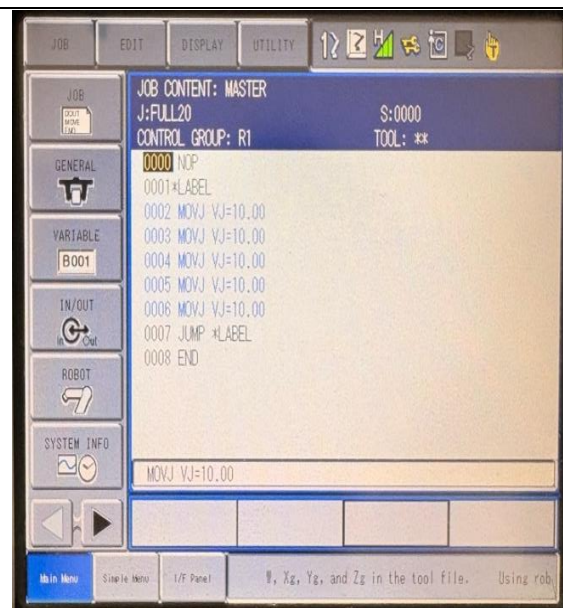
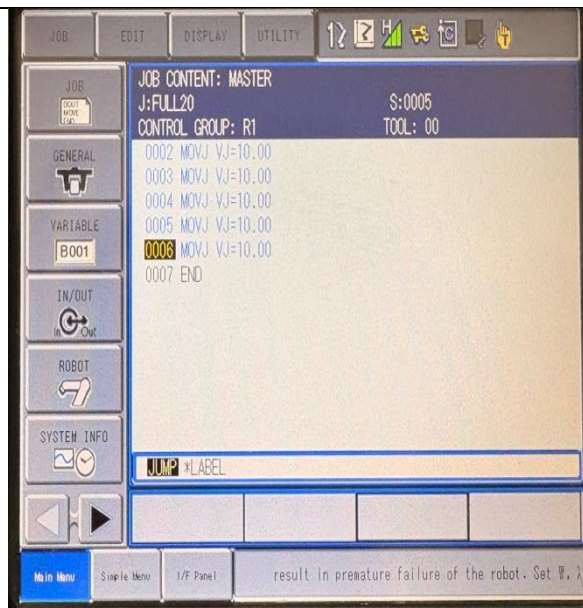


17. Nos posicionamos en la última línea de los movimientos que insertamos y volvemos a presionar la tecla de **INFORM LIST** y presionamos **CONTROL**, en seguida **JUMP**.



18. En la pantalla de programación nos sale en la parte inferior el comentario de **JUMP*LABEL** y procederemos a insertarlo al final de los movimientos que tenemos programados.

Esto se hace para que cuando el programa termine de correr todos los movimientos que insertamos y llegue a la línea de **JUMP*LABEL** vuelva a iniciar el ciclo.



19. Ya que tenemos el trabajo listo procedemos a pasar a modo **REMOTE** al TEACH PENDANT, tener los **SERVOS** activos y presionamos **START** para correr el programa que hemos creado.



20. Para detener el programa que hemos creado presionamos el botón de **HOLD**.



5.2 GRABACION DE PROGRAMA EN BRAZO ROBOTICO FANUC LR MATE 200Id/7L

Saber el funcionamiento básico de los brazos robóticos industriales es de suma importancia para la industria manufacturera, ya que, teniendo el conocimiento básico de su programación se pueden adaptar en cualquier entorno posible para su operación. Por esta razón a continuación se describirán los pasos para la creación de un programa de movimientos en el brazo robótico FANUC LR MATE 200Id/L.

1. Encendemos el controlador del robot Fanuc.

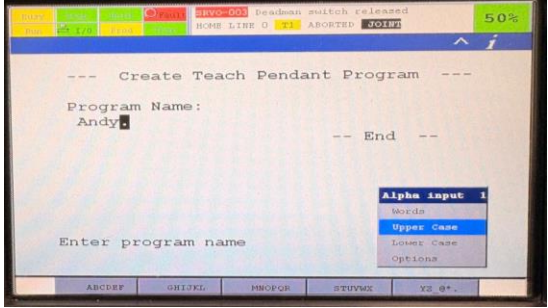


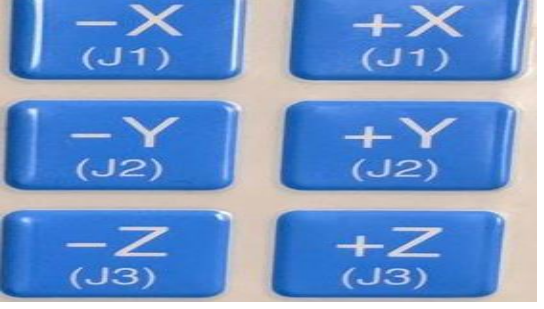
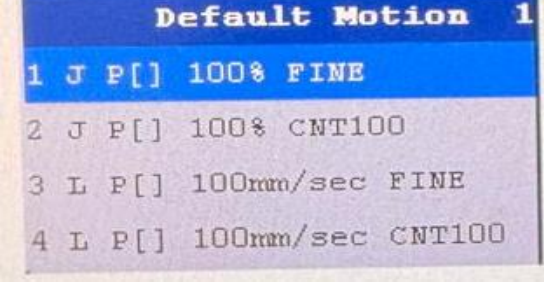
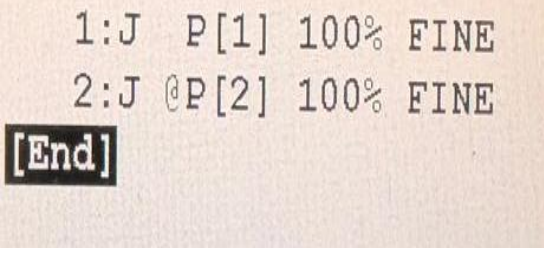
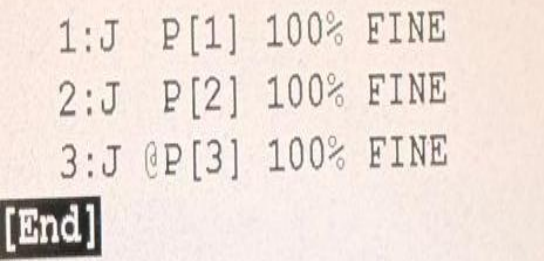
2. Colocamos el controlador y el teach pendant del robot Fanuc en modo manual.

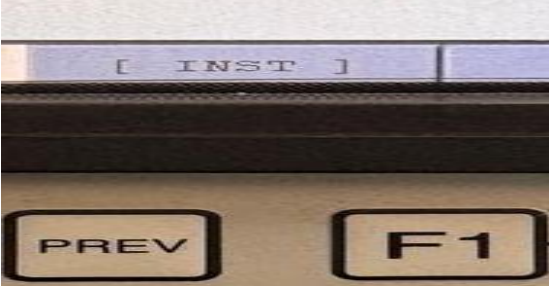
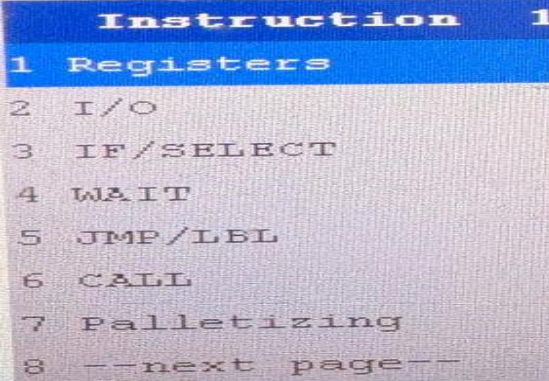


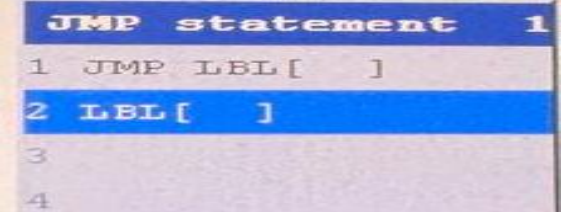
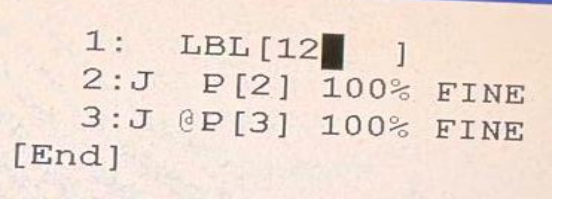
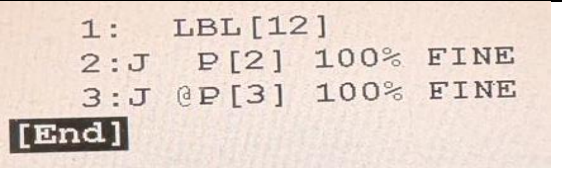
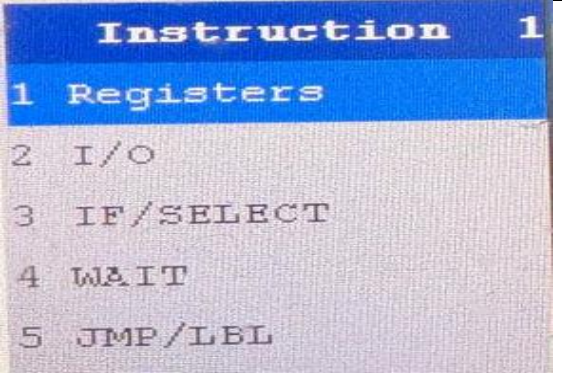
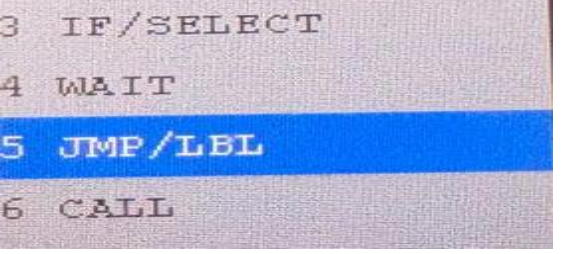
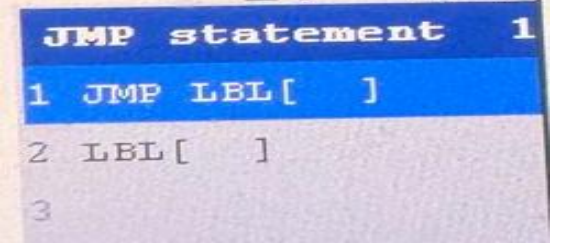
3. Una vez encendido el Teach Pendant presionamos las teclas de MENU + SELECT.



4. En la pantalla principal del teach pendant presionamos la tecla F2 la cual es CREATE en el teclado suave.	
5. Nos despliega otra pantalla donde podemos asignarle un nombre a nuestro nuevo programa.	
6. Para escribir el nombre de nuestro programa se utilizarán las teclas de F1, F2, F3, F4, y F5.	
7. Para guardar el nombre de nuestro programa presionamos ENTER dos veces.	
8. Presionando el DEAD MAN + SHIFT movemos los 5 ejes del robot hacia un punto de inicio de nuestro programa.	

	
9. Para grabar nuestro punto de inicio del programa presionamos la tecla F1 que en el teclado suave es la opción de POINT.	
10. Cada que grabamos un punto nos despliega el recuadro de DEFAULT MOTION donde seleccionamos el tipo de velocidad que queremos para nuestro movimiento.	
11. Procedemos a mover el brazo hacia otro punto que queramos y volvemos a presionar la tecla de F1 (POINT) para grabar nuestro segundo movimiento.	
12. Movemos el brazo a un punto que no esté cerca de los dos anteriores que grabamos.	

13. Mantenemos el DEAD MAN presionado junto con las teclas SHIFT + FWD y el brazo se moverá al punto de inicio que grabamos previamente.	
	
14. Por el momento tenemos un programa de dos líneas y queremos colocar un LBL, nos posicionamos en la primera línea de nuestro programa.	<pre> 1:J P[1] 100% FINE 2:J P[2] 100% FINE 3:J @P[3] 100% FINE [End]</pre>
15. Presionamos NEXT para avanzar a otras opciones en el teclado suave.	
16. Presionamos la F1 la cual tiene de opción en el teclado suave INST y nos aparecen más opciones.	
17. Nos despliega el recuadro INSTRUCTION y elegimos la opción 5 la cual es JMP/LBL y presionamos ENTER.	

18. Nos despliega otro apartado con el nombre de JMP STATEMENT 1 donde seleccionamos la opción LBL y presionamos ENTER.	
19. Ya se colocó LBL en nuestra primera línea, adentro de su paréntesis colocamos un número y presionamos ENTER.	
20. Nos dirigimos a la línea final de nuestro programa (END)	
21. Presionamos NEXT y en seguida F1 (INST) para desplegar nuevamente las opciones.	
22. Seleccionamos la opción 5 de las instrucciones que nos salen, la cual es JMP/LBL y presionamos ENTER	
23. Ahora que volvimos a desplegar nuevamente este menú seleccionamos la opción de JMP LBL y presionamos ENTER	

24. Ahora nos sale al final de nuestro programa una línea extra que dice JMP LBL.	<pre> 1: LBL[12] 2:J P[2] 100% FINE 3:J @P[3] 100% FINE 4: JMP LBL[12] [End] </pre>
25. Adentro de sus paréntesis colocamos el mismo número que pusimos en nuestra primera línea donde colocamos el LBL y presionamos enter.	<pre> 1: LBL[12] 2:J P[2] 100% FINE 3:J @P[3] 100% FINE 4: JMP LBL[12] [End] </pre>
26. Para correr nuestro programa ya creado colocamos el TEACH PENDANT en modo AUTO (OFF).	
27. Nos dirigimos al controlador y lo colocamos en modo AUTO	
28. En el TEACH PENDANT borramos todas sus alarmas presionando la tecla RESET.	
29. En el controlador presionamos la tecla de CICLO STAR para que nuestro programa empiece a ejecutarse.	
30. Para detener el programa presionamos el PARO de emergencia del TEACH PENDANT.	

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

6.1 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

A lo largo de la actual investigación, se puede afirmar que el objetivo general fue logrado, ya que se documentó de manera técnica y detalla los pasos a seguir para la operación del Sistema de Manufactura Integrado por Computadora (CIM), Así como la creación de programas en los brazos robóticos Yaskawa y Fanuc, facilitando su correcta operación de todos los sistemas involucrados.

De igual manera los objetivos específicos fueron logrados, al poder identificar los componentes de un Sistema de Manufactura Integrado por Computadora, analizando las características principales del Torno DOOSAN CNC, Fresadora SIUNMILL CNC, Brazo robótico Yaskawa y Brazo robótico Fanuc. Se describió el funcionamiento de cada una de sus teclas de las maquinas, estableciendo una correcta ejecución.

6.2 APORTACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, tiene como principal aportación la elaboración de una guía donde se describe de manera técnica y detallada la operación paso a paso de un sistema de manufactura integrado por computadora (CIM), la cual integra fotografías en cada una de las descripciones como apoyo visual para que sea más fácil entender hacia el público y garantice su seguridad.

Por otra parte, también se realizó una guía, donde se describen los pasos a seguir para la creación de programas de movimientos en los brazos robóticos Fanuc y Yaskawa, las cuales de igual manera cuenta con fotografías como apoyo visual, con el fin de garantizar la ejecución correcta de los equipos.

De igual manera la presente investigación, tiene como función ser un recurso de apoyo para la formación académica y capacitación técnica de las personas, al dar a conocer las bases principales para operar un sistema de manufactura integrado por computadora y la creación de programas de movimientos en los brazos robóticos

6.3 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Unas de las principales limitaciones para el desarrollo de la presenta investigación es la limitada información que tenemos disponible sobre la operación de equipos CNC. En su mayoría de la información técnica y especifica se encuentra restringida

o requiere una forma de pago para poder ser visualidad, lo cual dificulto profundizar en ciertos aspectos técnicos de las maquinas CNC.

Como segunda limitación, la investigación se desarrolló hacia equipos específicos como lo son: Torno DOOSAN, Fresadora SIUNMILL CNC, Brazo robótico YASKAWA y Brazo robótico FANUC. Por lo que sus procedimientos de operación descritos están enfocados en estos equipos, por lo tanto, si se quiere llevar a cabo en otro equipo similar puede llegar a variar el tipo de procedimiento que se tiene que llevar a cabo.

De igual manera la investigación tuvo como limitación el tiempo disponible de operación de los equipos contando con una visita por semana, para poder poner en práctica lo investigado teóricamente, limitando la realización de variaciones las pruebas de operación o en la creación de más programas de movimientos en los brazos robóticos.

6.4 RECOMENDACIONES

Se recomienda que antes de operar un sistema de manufactura integrado por computadora, los usuarios reciban una capacitación previa sobre el manejo correcto de los equipos y los brazos robóticos, con la finalidad de garantizar la seguridad de los usuarios y el uso correcto del equipo.

De igual manera es importante establecer procedimientos detallados sobre la operación, encendido y apagado de los equipos. Para reducir lo máximo posible los errores y prolongar la vida útil de las maquinas.

Llevar un control de mantenimientos preventivos de los equipos CNC y brazos robóticos industriales, con el fin de prevenir fallas o accidentes a la hora de utilizarlos.

Por último, se recomienda que en futuras investigaciones se tenga en cuenta la optimización de tiempos de operación y una mejor comunicación entre los distintos dispositivos del sistema de manufactura integrado por computadora, con el objetivo de incrementar la eficiencia del proceso productivo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

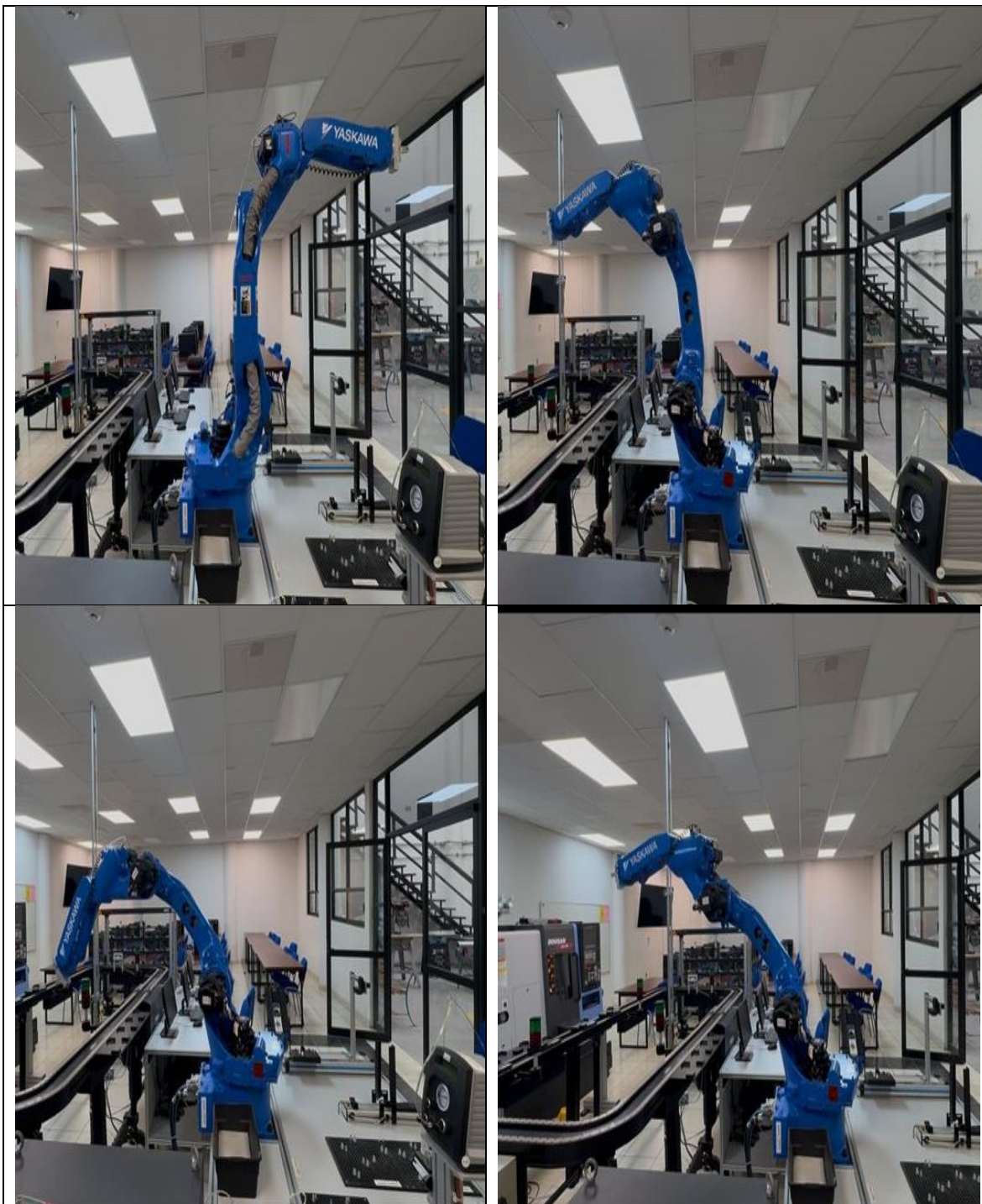
- Agudelo Díaz, A. C., & Domínguez Salazar, M. F. (2012). Implementación de un laboratorio básico de control numérico computarizado en la celda de manufactura de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Centro de Torneado. (2014). Direcindustry Connect. <https://www.directindustry.es/prod/doosan-infracore-machine-tools/product-147460-1727336.html>
- Chiavenato, I. (2001). Administración. Proceso Administrativo. Editorial McGraw-Hill, 3.
- CNC para todos en español, Aprende CNC. (2021, 20 octubre). 412 Descripción panel de control Fanuc (CNC en español) [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8lUrJIDqsnk>
- Cuví Unapucha, O. A. (2018). Desarrollo e implementación de un manual de mecanizado en la operación de tornos CNC y centros de mecanizado, para la producción de partes y piezas de herramientas de fondo utilizadas en el sector Hidrocarburífero, en la planta de mecanizado y producción de la
- DN Solutions. (2014). Lynx 210/220/300 series. <https://www.dn-solutions.com/global/product/turning-center/2-axis-horizontal/lynx-220-yc.do>
- empresa SERTECPET SA (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Groover, M. P. (2016). Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing. Pearson Education India.
- GUIA TORNO DOOSAN CONTROL FANUC. (2021). [TESIS]. UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO.
- JHV-550. (2025). Simco UAE. <https://simco.ae/products/jhv-550>
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing processes for engineering materials (5th ed., SI units). Pearson Prentice Hall.
- Lira Hernández, I. A. (2022). Sistema híbrido para asistir los procesos de diseño de ingeniería hacia la industria 4.0. Obtenido de: <https://doi.org/10.24275/uama.5810.8747>.
- Lira-Hernández, I. A., Ramírez-Ramírez, R., & Barrientos-Hernández, F. R. (2022). Uso de las CAx en el Diseño-Ingeniería Industrial y su Impacto en la Industria 4.0. Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI, 9(18), 35-39.
- Llanes Cornejo, A. O. (2016). Simulación industrial de flujos de procesos en entornos CIM.
- LR Mate 200ID/7L. (2013). <https://www.fanuc.eu/es-es/producto/robot/lr-mate-200id7l>
- Macas, E. M. (2017). Definición y Estado del Arte de la Ingeniería Concurrente La Manufactura Integrada por Computador y la Mecatrónica. INNOVA Research Journal, 2(10), 44-60.

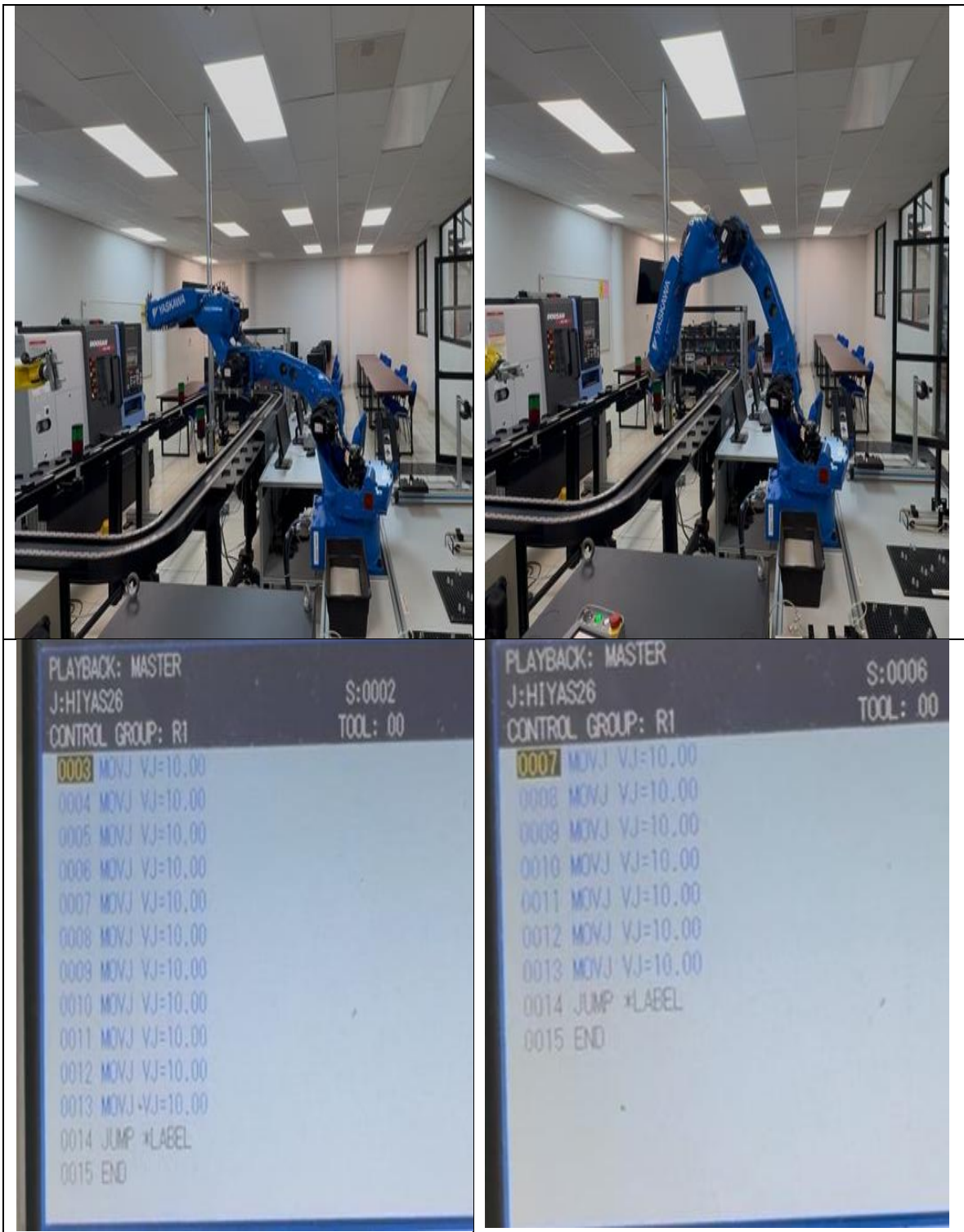
- Merma, Y. P. C. (2019). Modelo de Madurez del Computer Integrated Mining (CIMG) Aplicado a la Gran Minería a Tajo Abierto del Perú: Estudio de Casos.
- Miño-Cascante, G., Saumell-Fonseca, E., Toledo-Borrego, A., Roldan-Ruenes, A., & Moreno García, R. R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. Tecnología Química, 35(2), 208-219.
- Molina, D. P., & Peña, J. G. (2019). Diseño y análisis del funcionamiento estructural de un brazo robótico de nivel industrial de cuatro grados de libertad. # ashtag, (15), 11-33.
- Nazemetz, J. W., Hamer, W. I., Jr., & Sadowski, R. P. (Eds.). (1977). Computer integrated manufacturing systems: Selected readings. Society of Manufacturing Engineers.
- Plata, C. A. (2017). La administración y el proceso administrativo. Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Programación de robot industrial HP3. (2018). INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE RIOVERDE, S. L. P.
- RoboDK. (2013). Fanuc LR Mate 200iD/7L robot - RoboDK. <https://robodk.com/robot/es/Fanuc/LR-Mate-200iD-7L>
- Robot Motoman MH12. (2013). ROBOTS. COM A TIE Brand. <https://www.robots.com/industrial-robots/motoman-mh12>
- Rodríguez Piamba, J. A. (2023). DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE CONTROL NUMÉRICO DE CINCO EJES TIPO ROUTER QUE CONTRIBUYA A LOS PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA GREEN FISH DE LA CIUDAD DE POPAYÁN.
- Rodríguez, I. C. T., González, P. F. H., & Bautista, Z. I. B. (2018). Actualización del PLC de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (27), 18-35.
- Rodríguez-Rabadán Mateos-Aparicio, C. (2019). Desarrollo y aplicación industrial del software de seguridad de comprobación dual en un robot FANUC.
- Romero Ardila, D. C., & Anzola Lozano, N. L. (2012). Manufactura integrada por computadora CIM.
- Ronquillo Castro, C. A. (2015). Implementación de un sistema de control para una máquina de control numérico computarizado (CNC) sobre un sistema embebido utilizando herramientas de software libre (Bachelor's thesis, Espol).

ANEXOS

ANEXO 1.

Creación de programa de movimientos en brazo robótico YASKAWA.





ANEXO 2.

Creación de programa de movimientos en brazo robótico FANUC.

