



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Tecnológico Nacional de México Campus San Juan del Río

Tesis

***SISTEMA DE MONITOREO POR MEDIO DE RED CELULAR A
ELECTROEROSIONADORA POR HILO SODICK ALN600G***

Que presenta:

Javier de Jesús Chavero Rubio

Estudiante de la carrera:

Ingeniería Electrónica (Ret-6)

Asesor:

Juan Emigdio Soto Osornio

Periodo:

Enero-Junio 2023



Índice general

Índice de imágenes	i
Índice de tablas	ii
Introducción.....	1
Capítulo 1. Planteamiento del Problema	2
1.1. Antecedentes y definición del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos.....	2
1.3. Hipótesis.	3
1.4. Justificación.	3
1.5. Alcance.	4
1.6. Estado del Arte.....	4
Capítulo 2. Marco teórico.....	8
2.1. EDM.....	8
2.2. ALN600G	9
Capítulo 3. Desarrollo del proyecto.....	11
Capítulo 4. Resultados.....	14
Conclusiones y recomendaciones	15
Conclusiones.....	15
Recomendaciones.	15
Referencias	16
Anexo 1: Manual ALN600G	A

Índice de imágenes

Imagen 1: ALN600G. (Sodick Inc, s.f.)	10
Imagen 2: Interfaz de monitoreo remoto IAC. (Industrial Accesories Company, s.f.)	13
Anexo 1:	
Imagen 1: Etiqueta con Modelo, Tipo y Número de serie de la máquina.	2
Imagen 2: Etiqueta de opcionales.	2
Imagen 3: Ubicación etiqueta con fecha de fabricación.	3
Imagen 4: Etiqueta con fecha de fabricación.....	3
Imagen 5: Etiqueta de información del control.	3
Imagen 6: Pestañas del menú en la pantalla principal.	4
Imagen 7: Información de versión de software.	4
Imagen 8: Pantalla HeartNC.....	4
Imagen 9: Versión HeartNC.....	4



Imagen 10: Base de la máquina con puntos de referencia para nivelado.	6
Imagen 11: Fuelle del eje X de la máquina Sodick.	6
Imagen 12: Conexiones rápidas del tanque.	7
Imagen 13: Chiller.	8
Imagen 14: Ajuste a -1°C.	8
Imagen 15: #ZN, #YN ubicados en el panel lateral de la máquina.	10
Imagen 16: TB-1 Ubicado en el panel trasero de la máquina.	10
Imagen 17: CP3 y CP4, ubicados junto a #YN.	10
Imagen 18: #B01 ubicado debajo de #ZN.	10
Imagen 19: Unidad PHD ubicada en el panel lateral.	11
Imagen 20: Unidad PMOS ubicada en el panel lateral.	11
Imagen 21: TB-2 ubicado en el panel posterior.	11
Imagen 22: GPDA, ubicado en el panel posterior.	11
Imagen 23: MTLNK, ubicado en el panel posterior.	12
Imagen 24: RG5 y RG6, a un costado de unidad PMOS, en el panel lateral.	12
Imagen 25: P3L y P4L, ubicados en la unidad PMOS.	12
Imagen 26: Ubicación de SGN en RG1 de panel lateral.	12
Imagen 27: RG1 en panel lateral detrás de la unidad PCB.	13
Imagen 28: SGN conectado a la unidad PCB.	13
Imagen 29: TB-1 en panel lateral.	13
Imagen 30: TB-1 en panel lateral junto a unidad PMOS.	13
Imagen 31: RG4 en panel posterior.	14
Imagen 32: RG1 en panel posterior.	14
Imagen 33: RG2 en panel posterior.	14
Imagen 34: RG3 en panel posterior.	14
Imagen 35: TMV UNIT ubicada en el panel lateral.	15
Imagen 36: XTA, Y3, ZTA a un costado de la unidad TMV.	15
Imagen 37: RG1 en la unidad PHD.	15
Imagen 38: RG1 en panel lateral en la unidad HD (DC).	15
Imagen 39: RG1 Y RG3 a un costado de la unidad PMOS.	16
Imagen 40: RG1 Y RG3 a un costado de la unidad PMOS.	18
Imagen 41: Capacitores H20 y H4.	19
Imagen 42: Pestañas “Run”, “Edit” y “MDI”	20

Índice de tablas

Tabla 1: Información general.	1
Tabla 2: Pruebas de Aislamiento.	8
Tabla 3: Pruebas de Voltaje.	16
Tabla 4: Condición C777 para prueba de descarga en seco.	19



Tabla 5: Valores para prueba de descarga con condición C777.....	20
Tabla 6: Condición C920 para prueba de descarga con agua.....	21
Tabla 7: Valores para prueba de descarga con condición C920.....	21



Introducción

La compañía PROTECNIC DE MÉXICO, S.A. DE C.V. ubicada en Av. Hércules #500, nave 30 Polígono Empresarial se dedica a la distribución e instalación de centros de maquinado y a su vez a dar mantenimiento a los mismos.

Para realizar un servicio a las maquinas se tiene que hacer por medio de pedidos y estos se generan en su mayoría al tener una falla presente que ya este afectando la producción, además, el tiempo que implica localizar el origen de dicha falla puede ser significativo ya que las maquinas cuentan con varios componentes y ajustes distintos.

En este proyecto se abordará acerca de la problemática del personal para el diagnóstico de fallas y localización de su origen por medio de la implementación de un sistema de monitoreo remoto.

En este caso específico se hablará de la maquina SODICK ALN600G que es una electroerosionadora por hilo.



Capítulo 1. Planteamiento del Problema

1.1. Antecedentes y definición del problema.

Protecnic es una empresa con giro comercial que se dedica a la distribución de CNC's, para ello, los ingenieros de la empresa deben satisfacer el transporte, la instalación y mantenimiento de la maquinaria. Sin embargo, para este último punto hay factores que dificultan el realizar un servicio de manera óptima como un diagnóstico no preciso de problemas o la necesidad de tener que ir físicamente a donde se encuentra la máquina para empezar a hacer un análisis, afectando tanto a los clientes como a los ingenieros que dan el servicio

Y esto genera que el trabajo no sea realizado de manera eficiente todo el tiempo, atrasando el tiempo de los servicios y demorando la atención con los clientes.

Debido a que los servicios se realizan en toda la República, se requiere constantemente de viajar a otros Estados. El problema se presenta cuando la falta de información no permite terminar el servicio en el plazo establecido, provocando así una prolongación en el tiempo de estadía o en algunos casos en la programación de otra visita para una fecha distinta, generando así un aumento de gastos.

1.2. Objetivos.

1.2.1. General.

Recomendar sistema de monitoreo remoto a electroerosionadora Sodick para optimizar el diagnóstico de fallas.

1.2.2. Específicos.

- Investigar sobre máquinas similares que permitan el conocimiento para desarrollar la nueva tecnología.
- Conocer las partes internas de la Sodick ALN600 para hacer mediciones pertinentes.
- Investigar la rutina de diagnóstico para arranque inicial de la Sodick ALN600.



- Obtener los parámetros de un funcionamiento óptimo de la Sodick ALN600 para tener valores de referencia.

1.3. Hipótesis.

Se aceptará la propuesta para implementar un sistema de monitoreo remoto que permita a los ingenieros y técnicos de servicio en Protecnic, optimizar los diagnósticos de las máquinas.

1.4. Justificación.

El dar servicio a una gran cantidad de máquinas genera problemas, la mayoría del tiempo no se conocen hasta el momento de presentar errores significativos y estos a su vez se complican debido a que muchas veces no es claro el origen de la falla, retrasando así tanto el tiempo de servicios de mantenimiento como afectando la producción de los usuarios.

En el caso de la Sodick ALN600G el problema es que al ser una máquina que requiere trabajar con alta precisión y contar con varios puntos de ajuste, todos los valores deben encontrarse dentro del rango deseado y la mínima falla afecta al funcionamiento óptimo de la maquina entera y la producción.

Se busca la implementación de un sistema de monitoreo remoto que permita tener noción de los posibles problemas desde el momento que se generan y a su vez tener referencias de en qué partes se originan, con el fin de hacer más eficiente el tiempo empleado para estos procesos de las máquinas.



1.5. Alcance.

La finalidad de este trabajo se enfoca en proponer un sistema para monitoreo remoto en una electroerosionadora por hilo Sodick ALN600G. La propuesta será presentada al gerente de servicio de Protecnic.

1.6. Estado del Arte.

A lo largo de los años se han ido implementando mejoras a los equipos de maquinado, incluso la Sodick ALN600G que abordamos esta vez cuenta con mejoras comparadas a los anteriores modelos de Sodick, como es la implementación de la tecnología patentada iGroove+, en el año 2022, la que por medio de realizar rotaciones automatizadas del hilo dependiendo del corte que se realiza, se obtiene como resultado una reducción en el consumo mismo del hilo así como una reducción en el tiempo de maquinado debido a que la rotación desgasta el hilo de manera uniforme evitando que se generen deformaciones en el corte y por lo tanto evitando ajustes de velocidad e inclinación en los cortes. (Sodick Inc., 2022)

Además, Sodick cuenta con una garantía de 10 años en la precisión de sus máquinas esto debido a su sistema que ocupa motores rígidos lineales sustituyendo a los husillos de bola comúnmente usados en otras máquinas para EDM, en el año 2015 se desarrolló en Japón un tren que funciona con tecnología similar ya que trabaja a base de motores lineales. Actualmente Sodick continúa trabajando en el desarrollo de nuevos motores con el fin de mejorar el tiempo de respuesta y generar un movimiento más suave para disminuir el desgaste. (Sodick Inc., s.f.)

Todas las novedades que se han visto van enfocadas a la mejora del maquinado, hacer una mejor pieza en un menor tiempo y buscando el menor gasto, ahora bien, para el mantenimiento de la maquina en si lo que se propone es la implementación de un Gateway que permita el monitoreo remoto del estado del equipo.



Existen diversas compañías que ofrecen un sistema de monitoreo remoto para la industria como puede ser Deep Sea Electronics (DSE) que el año 2017 sacaron al mercado su gama de productos DSE M-Series los cuales son sistemas para control de vehículos y maquinaria de todo terreno, que por medio de displays programables permite el monitoreo y control para distintas operaciones de vehículos de servicio como pueden ser para el área de construcción, transporte y logística, agricultura, entre otros. (Deep Sea Electronics, s.f.)

DSE también implementó en el 2017 las variantes MKII a algunos de sus modelos llamados “Auto Mains” los cuales son controladores paralelos usados en distintas aplicaciones por ejemplo reguladores de voltaje automáticos, dispositivos de comunicación remota, módulos de expansión, entre otros; las variantes MKII cuentan con un procesador de doble núcleo y una memoria extendida permitiendo una respuesta operativa más rápida, un mayor rango de aplicación y una instalación de registro de datos los cuales puede enviar a computadoras remotas o por medio de mensajes de texto a celular, aunque este último método requiere de un dispositivo externo opcional. (Deep Sea Electronics, s.f.)

ULTATEK por otro lado ofrece servicios de monitoreo de procesos industriales, permitiendo acceder al sistema desde cualquier dispositivo además de ofrecer desde el año 2020 un sistema especializado en el monitoreo del consumo de energía para optimizar operaciones de planta y consumos energéticos. Se logra reducir los consumos energéticos por medio de identificación de equipos que tengan altos picos de consumo y generando reportes a tiempo real que tendrán incluidos el reflejo en costos, permitiendo evaluar la toma de decisiones en consumos energéticos. (ULTATEK, s.f.)

Por otro lado, está Industrial Accesories Company ofreciendo el sistema IAC Smart Plant para monitoreo remoto que permite la visualización en cualquier dispositivo, también libertad en la asignación de administradores y usuarios para un mejor control de la información. En este caso el Gateway es enfocado al monitoreo de sistemas de colección de polvos; el Gateway salió a la venta por primera vez el año 2019 donde se incluía un medidor de presión diferencial integrado (manteniéndolo como una característica fija para próximas generaciones) y dependiendo del pedido una o dos entradas analógicas y digitales.



Posteriormente se desarrolló la siguiente generación teniendo un aumento a 4 entradas analógicas y 4 digitales, todas estas disponibles para conectar cualquier tipo de sensor siempre y cuando se sepa su rango de trabajo, su comunicación está basada en la nube y se realiza por medio de red celular; cuenta con dos salidas a 24 VCD integradas para facilitar las conexiones de lazo que sean requeridas. (Industrial Accessories Company, 2021)

La última generación fue lanzada a finales del 2022, siendo un dispositivo basado en la nube para monitoreo, cuenta con un modem celular LTE interno para la comunicación. Para este modelo se cuenta con la facilidad de ampliar las entradas analógicas y digitales por medio de la conexión de módulos independientes, cada módulo cuenta con 4 analógicas y 4 digitales, hasta 2 módulos; dentro de estos mismos módulos se tiene de manera interna la conexión de lazo, permitiendo ahorrar cableado al permitir una conexión directa a las entradas analógicas. Otra novedad con la que cuenta esta generación es la implementación de un timer que permite el control de disparo de solenoides, en este caso enfocado al sistema de sacudido de colectores de polvo, que acompañado de su medidor de presión integrado permiten un control automatizado para las secuencias de sacudido, así como un diagnóstico a tiempo real de fallas en los disparos de los solenoides, indicando exactamente cuál es la que tuvo problemas. (Industrial Accessories Company, 2022)

FilterSense maneja un sistema de monitoreo y control llamado B-PAC, similar al mencionado por IAC en el sentido de que está enfocado a la industria de colectores de polvo, permitiendo recolección de información como la presión diferencial, emisiones, control del sistema de sacudido, entre otros; una diferencia notable es que la comunicación se realiza por medio de HMI/SCADA y desde el 2016 cuentan con un software de reporte que permite el envío de ciertos datos históricos por medio de correo electrónico. Otra diferencia es la limitante en el uso del equipo, ya que es para uso exclusivo de la aplicación solicitada y no se pueden agregar mediciones no especificadas previamente. (FilterSense, 2016)

Otra compañía, Sensary, en el año 2022 lanzó su tecnología IoTLogIQ Platform que permite la conexión de distintos sensores de manera inalámbrica a un modem por medio de una conexión LoRaWAN, esto permite una comunicación de largas distancias además un bajo consumo de energía, aumentando el tiempo de vida de las baterías. La principal ventaja con



La que cuenta esta tecnología es que, por medio de una inteligencia artificial, el modem va aprendiendo las lecturas de los sensores de manera que permite una identificación más rápida de posibles problemas, así como predicción de fallas en base a un historial de medidas.

(Embedded Computing Design, 2022)



Capítulo 2. Marco teórico

2.1. EDM

Por sus siglas en inglés “Electrical Discharge Machining” o mecanizado por electroerosión en español, es un proceso de fabricación que consiste en la generación de un arco eléctrico entre la pieza que se trabaja y un electrodo (ambos conductores) a través de un medio dieléctrico con el fin de arrancar partículas de la pieza. Este proceso realiza una serie de descargas eléctricas constantemente entre la pieza y el electrodo generando calor, que vaporiza partículas de la pieza y el electrodo. Estas partículas sueltas se van eliminando constantemente mediante el flujo de dieléctrico, con el fin de no entorpecer el procedimiento.

Hay tres variantes para este proceso:

La electroerosión por penetración ocurre por medio de un electrodo que tiene la forma opuesta de la pieza que se desea obtener y esté va desbastando por intervalos controlados la pieza a trabajar. El desbastado en este caso ocurre al colocar el electrodo a una distancia entre 0.01 y 0.05 mm, a fin de crear un arco eléctrico entre ambas partes. (MEGAMA, 2019)

Las ventajas que presenta este proceso es que debido a que no genera fuerzas de corte, se puede trabajar con piezas frágiles, además permite trabajar con formas complejas que otros procesos no. Un problema es que, si los residuos no son eliminados adecuadamente, es más complicado removerlos comparado con otros procesos; también se debe considerar que para conseguir el electrodo este se debe maquinar anteriormente dependiendo así, de otro proceso. También se debe considerar el desgaste del electrodo y debido a que este proceso es de alta precisión, pueden requerirse de varios electrodos a fin de mantener la calidad de la pieza.

Electroerosión por hilo: También conocida como WEDM por sus siglas “wire electrical discharge machining”. En este proceso el electrodo es sustituido por un hilo conductor de latón o zinc, colocado sobre el eje Z sujeto a un cabezal superior y uno inferior, llamados



ejes U y V, el movimiento de estos cabezales puede ser de manera individual a fin de permitir realizar cortes angulares. Durante el proceso de trabajo de la máquina, el hilo se va desechando constantemente a fin mantener la calidad en corte evitando usar hilo desgastado o en mal estado. (Bolufer, 2012)

Las ventajas que este proceso presenta respecto a los otros es la alta precisión en el maquinado y la capacidad para realizar piezas de mayor complejidad, aunado esto a que no se necesita de otro proceso para el electrodo. Por otro lado, una desventaja podría ser el tratado adecuado del hilo, ya que se tienen que controlar parámetros como la tensión del hilo o el flujo de dieléctrico con fin de evitar rupturas del hilo que pueden entorpecer el proceso.

Existe también el barrenado por erosión, este procedimiento es similar al el de electroerosión por penetración, pero se lleva a cabo por medio de un “tubo capilar” que funge como electrodo y va desbastando el área deseada formando así un barrenado de precisión. (GF Machining Solutions, s.f.)

2.2. ALN600G

La ALN600G es una electroerosionadora de corte por hilo de la marca Sodick; está última es una marca especializada en la fabricación de maquinaria para EDM así como de los controles de las mismas. (Sodick Inc, s.f.)

La ALN600G cuenta con un control marca Sodick SPW que cuenta con Windows 7 como sistema operativo. Este control tiene soporte para modelos 2D y 3D, en la pantalla de mantenimiento muestra el estado de la máquina y permite el acceso remoto en algunos casos para mantenimiento y supervisión. (Sodick Inc, s.f.)

Este modelo de Sodick también cuenta con el software especializado “Q³vic” que permite la importación de archivos 3D CAD y esta estandarizado con todas las versiones ALN-G de Sodick, permitiendo un ahorro en el tiempo de programación. (Sodick Inc, s.f.)



[Imagen 1: ALN600G.](#) (Sodick Inc, s.f.)

La máquina tiene un peso aproximado de 4,550 kg y una dimensión de 2,445 x 3,322.5 x 2,296 mm. Manejando así una dimensión de tanque de 1,050 x 710 mm. (Sodick Inc, s.f.)



Capítulo 3. Desarrollo del proyecto.

Debido a la naturaleza del proyecto, lo correspondiente al proceso detallado, imágenes y tablas se encuentra en el Anexo 1: Manual ALN600G y en esta sección se explicará el proceso que se llevó a cabo para ello.

Primeramente, me entregaron manuales de máquinas similares para familiarizarme con la ALN600G, estos fueron de las máquinas VZ300L-500L y SL400G/600G.

Posteriormente se me entrego el “CHECK LIST de mantenimiento Preventivo Serie AL” documento de la empresa que es usado para dar mantenimiento preventivo a las máquinas Sodick de la serie AL, pero algunos pasos de este documento también pueden servir para el proceso de instalación de las máquinas.

El primer paso es la carga y descarga de la máquina, para esto me asignaron a distintas máquinas no necesariamente de EDM con el fin de familiarizarme con los distintos ejes, sus candados, fuelles y estructura general. Durante este tiempo se prepararon máquinas para ser enviadas a clientes y se recibieron e instalaron máquinas nuevas.

Posteriormente para la instalación, nuevamente se trabajó con distintas máquinas desde el proceso de descarga, nivelación con nivel de precisión hasta la identificación y manejo básico de los distintos controles que manejan las diferentes marcas.

Durante este proceso se llevó a cabo una capacitación a todos los miembros del equipo de EDM en Protecnic para el uso de osciloscopio como una herramienta cotidiana de trabajo. Debido a que se presentaban casos en los cuales no podían identificar problemas ya que únicamente tenían de uso común el multímetro y los equipos pueden tener funciones por control PWM o similares. En esta capacitación ayude a hacer demostraciones para un uso más fluido del osciloscopio ya que los técnicos tenían dudas acerca de cómo se podían medir los componentes de una onda o el cómo hacer ajustes para cambiar las escalas fuera de la opción “AUTO SET”.

Me fue entregado el documento “Installation Checklist AL400/600(P/G/Q)” que cuenta con los pasos a realizar para la instalación. Donde, primeramente, se realizó la medición de los



voltajes en las fases a la entrada del transformador y la salida, comparándolas también con referencia a tierra a fin de localizar posibles problemas que afecten al correcto funcionamiento de la máquina.

Posteriormente se empezó con la localización de los puntos para realizar las pruebas de aislamiento y se tomaron fotografías a fin de identificar fácilmente la ubicación de las zonas donde se encuentran los puntos. Una vez localizados todos los puntos, se procedió a realizar las mediciones haciendo uso de un multímetro midiendo resistencia y se anotaron los valores en la tabla propuesta por el CHECK LIST.

El siguiente paso es la realización de pruebas de voltaje, para ello fue útil la localización previa de los puntos a medir y tomar fotografías para referencia, una vez ubicados todos los puntos, se procedió a realizar las mediciones y anotar los valores en tabla correspondiente del CHECK LIST; una deficiencia en la tabla fue el de hecho de que las pruebas de voltaje requieren de distintos estados de encendido de la máquina y estos se deben realizar en orden, sin embargo las tablas presentadas en el CHECK LIST no tienen un orden adecuado pudiendo generar un aumento en el tiempo de revisión.

Con la información anterior se observó la problemática de los tiempos de diagnóstico y se planteó el implementar un mecanismo de monitoreo remoto que permita al personal tener la información del estado de la máquina de una manera más sencilla.

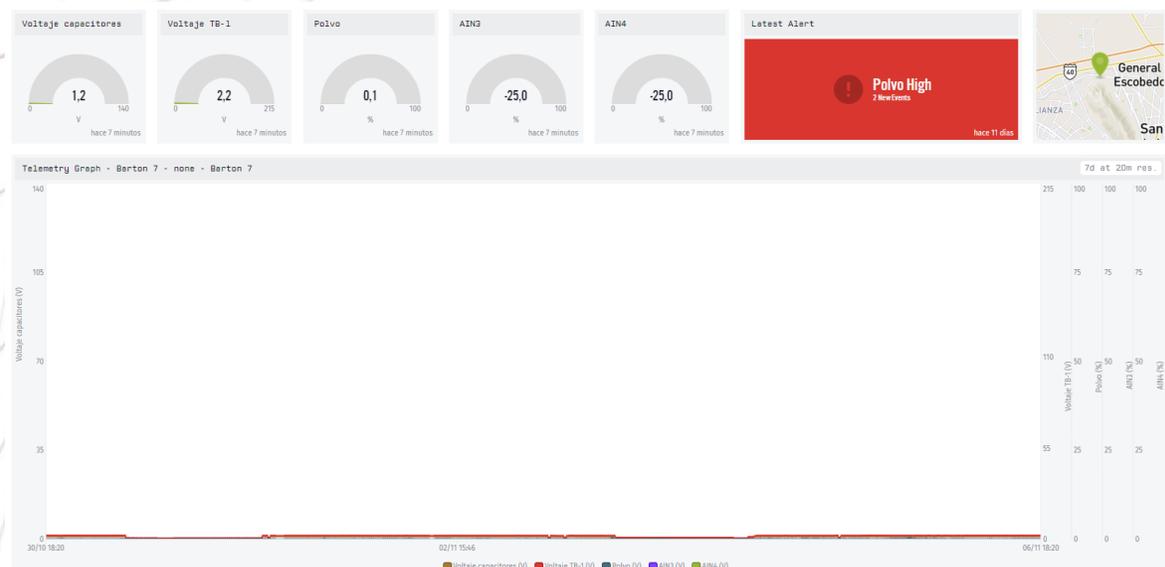
Primero se partió por identificar las señales que se medirían y los sensores necesarios para estas mediciones, esto se hizo considerando también los puntos donde dichas mediciones son tomadas.

Una vez identificadas las mediciones a considerar se prosiguió a investigar los distintos sistemas de monitoreo remoto existentes en el mercado para tener una referencia de sus aplicaciones y el como muestran la información a los usuarios.

Debido a sus características se optó por la adaptación de un sistema similar al de Industrial Accesories Company ya que el usuario puede acceder a la información por medio de una página web en cualquier dispositivo que permita navegación web y cuente con internet. Otra característica importante que se consideró fue el hecho de la libertad que permite para implementar una gran variedad de sensores requiriendo conocer únicamente la escala de

valores con la que trabajan siempre y cuando sean compatibles con la comunicación 4-20 mA.

Se hizo posteriormente una simulación de cómo se vería implementado el sistema en una máquina existente ya visto en la plataforma web, donde se puede observar que existe un registro histórico de las mediciones en una gráfica y también un sistema de alarmas.



[Imagen 2: Interfaz de monitoreo remoto IAC. \(Industrial Accesories Company, s.f.\)](#)

Como se puede ver en la Imagen 2, la interfaz del usuario permite una visualización a manera de gráficas individuales de las distintas entradas, una gráfica de las mediciones históricas que ha tenido, una alarma ajustable a los valores indicados y también un mapa de la ubicación del equipo que transmite; esto ultimo con el fin de identificar en que empresa se encuentra la maquina que requiere el servicio.



Capítulo 4. Resultados

Los técnicos que realizaban un servicio tenían que esperar a que el servicio fuera solicitado, siendo un servicio de mantenimiento correctivo, además el encontrar el origen de las fallas implicaba más tiempo generando así situaciones de acumulación de trabajo que afecta al personal y a los clientes de Protecnic.

El sistema de monitoreo remoto permite a la empresa Protecnic ofertar un servicio de mantenimiento preventivo basado en el historial de mediciones y el hecho de tener acceso a esos valores en tiempo real. El tiempo al momento de realizar el servicio de mantenimiento sería menor ya que se tendría localizado el problema a solucionar.

El sistema no fue implementado cuando yo entregue la propuesta, debido a que en la empresa Protecnic se tiene que hacer una propuesta a la alta dirección para su aprobación.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones.

Al concluir este proyecto se puede observar que un sistema de monitoreo remoto es útil debido a la facilidad del manejo de información, permitiendo hacer un diagnóstico más eficiente de cualquier equipo, sin embargo se presentan complicaciones para su implementación como son los costos que pueden elevarse al inicio, u otras problemáticas como el ambiente donde se tiene que instalar, ya que todo el tiempo requiere de estar ubicado en un lugar que cuente con buena señal para la comunicación, un espacio hermético y con buena temperatura, ya que el Gateway central es propenso a daños por condiciones complicadas.

Considerando lo anterior, el aceptar la implementación del sistema de monitoreo remoto requiere de una revisión de alta dirección para que sea aprobada la propuesta.

Recomendaciones.

Se recomienda la implementación del monitoreo remoto en los equipos debido a que, a pesar de su gasto inicial considerable, en el plazo de un año el costo se verá compensado en menor tiempo de servicios y la posibilidad de ofertar servicios de mantenimiento preventivo.

El equipo se recomienda instalarse en una zona hermética y con control de temperatura para asegurar el correcto funcionamiento y alargar la vida útil del equipo.

El acceso a la interfaz de monitoreo se recomienda que lo tenga el personal encargado del servicio y por parte de los clientes, personal con conocimientos sobre las mediciones que se tienen, para facilitar los diagnósticos y evitar conclusiones erróneas.



Referencias

- Bolufer, P. (3 de Diciembre de 2012). *Mecanizado por electroerosión*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Moldes/Articulos/102921-Mecanizado-por-electroerosion.html>
- Deep Sea Electronics. (s.f.). *deepseaelectronics*. Recuperado el 2023, de Vehicle & Off-Highway Machinery Control Systems (M-Series): <https://www.deepseaelectronics.com/control/vehicle-off-highway-machinery-control-systems-m-series>
- Deep Sea Electronics. (s.f.). *deepseaelectronics*. Recuperado el 2023, de Auto Mains (Utility) Failure Control Modules: <https://www.deepseaelectronics.com/genset/auto-mains-utility-failure-control-modules/dse7320-mkii>
- Embedded Computing Design. (12 de Enero de 2022). *Embedded Computing Design*. Obtenido de Senzary and Actility Join Forces to Ease IoT and LoRaWAN Adoption: <https://embeddedcomputing.com/technology/iot/wireless-sensor-networks/senzary-and-actility-join-forces-to-ease-iot-and-lorawan-adoption>
- FilterSense. (2016). *FilterSense Solutions Overview V2.0*. Obtenido de Prevent Emissions: https://www.filtersense.com/wp-content/uploads/2016/07/FilterSense-Brochure_Solutions-Overview_2016.pdf
- GF Machining Solutions. (s.f.). *EDM machines*. Obtenido de HHole drilling electrical discharge machining: <https://www.gfms.com/es/es-es/machines/edm/hole-drilling.html>
- Industrial Accessories Company. (10 de 2021). *INSTALLATION MANUAL*. Obtenido de GX3 Series IoT Gateway: www.charge-analytics.com
- Industrial Accessories Company. (1 de 12 de 2022). *Smart Plant Remote Monitoring Systems INSTALLATION GUIDE*. Obtenido de Gen 4 SMART Plant: iac-intl.com
- MEGAMA. (10 de Julio de 2019). *La Electroerosión por Penetración*. Obtenido de <https://megama.es/electroerosion-de-piezas/>
- SODICK INC. (2013). *SL400G/600G [INSTRUCCION MANUAL]* (1.0E ed.). SODICK.
- Sodick Inc. (s.f.). *ALN600G iGE+*. Obtenido de <https://sodick.com/product/aln600g-ige/>
- SODICK INC. (2010). *VZ300L/ VZ500L [INSTRUCCION MANUAL]* (1.2E ed.). SODICK.
- Sodick Inc. (19 de Septiembre de 2022). *Sodick*. Obtenido de Sodick iGroove+ Technology: <https://sodick.com/videos/sodick-igroove-technology/>
- Sodick Inc. (s.f.). *Sodick News Letter*. Obtenido de The Art of Monodzukuri (Techniques for Creating Things): https://www.sodick.co.jp/st_en/tech/linear_motor.html
- ULTATEK. (s.f.). *ULTATEK*. Recuperado el 2023, de Vídeos para la Integración de Sistemas de Automatización Industrial: <https://ultatek.com/videos-para-la-integracion-de-sistemas-de-automatizacion-industrial/?wchannelid=328tufycu4>



Anexo 1: Manual ALN600G

MANUAL DE INSTALACIÓN “SODICK ALN600G”





Índice:

Índice de imágenes.i
 Índice de tablas.ii
 Introducción:..... 1
 Objetivo: 1
 Glosario: 1
 Información general:..... 1
 Transporte:..... 5
 Entorno previo:..... 5
 Instrucciones de seguridad: 5
 Instalación:..... 5
 Pruebas de aislamiento (Breaker OFF):..... 8
 Pruebas de Voltaje: 16
 Pruebas de Descarga:..... 18

[Índice de imágenes.](#)

Imagen 1: Etiqueta con Modelo, Tipo y Número de serie de la máquina. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2: Etiqueta de opcionales. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3: Ubicación etiqueta con fecha de fabricación. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 4: Etiqueta con fecha de fabricación. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 5: Etiqueta de información del control. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 6: Pestañas del menú en la pantalla principal. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 7: Información de versión de software. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 8: Pantalla HeartNC. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 9: Versión HeartNC. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 10: Base de la máquina con puntos de referencia para nivelado. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 11: Fuelle del eje X de la máquina Sodick. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 12: Conexiones rápidas del tanque. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 13: Chiller. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 14: Ajuste a -1°C. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 15: #ZN, #YN ubicados en el panel lateral de la máquina. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 16: TB-1 Ubicado en el panel trasero de la máquina. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 17: CP3 y CP4, ubicados junto a #YN. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 18: #B01 ubicado debajo de #ZN. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 19: Unidad PHD ubicada en el panel lateral. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 20: Unidad PMOS ubicada en el panel lateral. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 21: TB-2 ubicado en el panel posterior. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 22: GPDA, ubicado en el panel posterior. **¡Error! Marcador no definido.**



Imagen 23: MTLNK, ubicado en el panel posterior..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 24: RG5 y RG6, a un costado de unidad PMOS, en el panel lateral. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 25: P3L y P4L, ubicados en la unidad PMOS. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 26: Ubicación de SGN en RG1 de panel lateral. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 27: RG1 en panel lateral detrás de la unidad PCB. . **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 28: SGN conectado a la unidad PCB..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 29: TB-1 en panel lateral. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 30: TB-1 en panel lateral junto a unidad PMOS. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 31: RG4 en panel posterior..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 32: RG1 en panel posterior..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 33: RG2 en panel posterior..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 34: RG3 en panel posterior..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 35: TMV UNIT ubicada en el panel lateral..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 36: XTA, Y3, ZTA a un costado de la unidad TMV. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 37: RG1 en la unidad PHD. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 38: RG1 en panel lateral en la unidad HD (DC)..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 39: RG1 Y RG3 a un costado de la unidad PMOS. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 40: RG1 Y RG3 a un costado de la unidad PMOS.. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 41: Capacitores H20 y H4. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 42: Pestañas “Run”, “Edit” y “MDI”..... **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de tablas.

Tabla 1: Información general.....	1
Tabla 2: Pruebas de Aislamiento.	8
Tabla 3: Pruebas de Voltaje.....	16
Tabla 4: Condición C777 para prueba de descarga en seco.	19
Tabla 5: Valores para prueba de descarga con condición C777.....	20
Tabla 6: Condición C920 para prueba de descarga con agua.....	21
Tabla 7: Valores para prueba de descarga con condición C920.....	21



Introducción:

La Sodick ALN600G es una electroerosionadora de corte por hilo, que permite realizar cortes de precisión a mayor velocidad que otros modelos gracias a la incorporación del Smart Pulse Generator (SPG) que reduce la cantidad de cortes necesarios para lograr la precisión y el acabado de la superficie requeridos; de esta forma se mantiene la precisión de los cortes y se reduce el tiempo de maquinado.

En este manual se cuenta únicamente con el procedimiento para la instalación de la electroerosionadora por hilo ALN600G de Sodick, así como las pruebas iniciales para verificar que la máquina se encuentre en buen estado.

Información posterior, referente al funcionamiento u operación de la máquina no se encuentra dentro de este manual y se deberá contactar a un ingeniero a cargo si se requiere información adicional a la mencionada en este manual.

Objetivo:

Mejorar el tiempo de servicio referente a la instalación de la Sodick ALN600G por medio del uso de este manual para que cualquier empleado, sin necesidad de la supervisión de un ingeniero a cargo, sea capaz de realizar la correcta instalación de esta máquina.

Glosario:

Electroerosión: Proceso de maquinado por medio de un arco eléctrico generado entre una pieza de trabajo (conductor) y un electrodo.

Chiller: Refrigerador de líquido que calienta o enfría por medio de intercambio térmico.

Fuelle: Cobertura plástica que protege las guías lineales para el recorrido de los ejes.

Información general:

La Sodick ALN600G es una máquina de electroerosión por hilo. Esta máquina permite la realización de cortes a piezas por medio de un hilo que funge como electrodo y por medio de la generación de un arco eléctrico entre la pieza y el hilo, se genera calor que desbasta la pieza con la que se trabaja y el hilo usado se va desechando constantemente a fin de mantener la calidad en el corte.

Para tener una referencia adecuada de la máquina con la que se está trabajando, se debe llenar la siguiente tabla de información a fin de identificar a detalle las especificaciones con las que cuenta la máquina.

Tabla 1: Información general.

Modelo de la Máquina:	
Número de Serie:	

Tipo de Control:	
Fecha de Fabricación:	
Fecha de Instalación:	
Versión de Software:	GUI:
	Hi:
	M4H:
	UWL:
	PLC:
	Sm-ART
	Disk
HeartNC Version:	
Opcionales:	



Imagen 1: Etiqueta con Modelo, Tipo y Número de serie de la máquina.



Imagen 2: Etiqueta de opcionales.

Imagen 2: Etiqueta de opcionales.

La información general de la máquina como son su número de serie, tipo y modelo se encuentra en una etiqueta a un costado de la máquina; junto a está, se encuentra la etiqueta que indica los opcionales, que son equipo compatible adicional no incluido con la máquina.

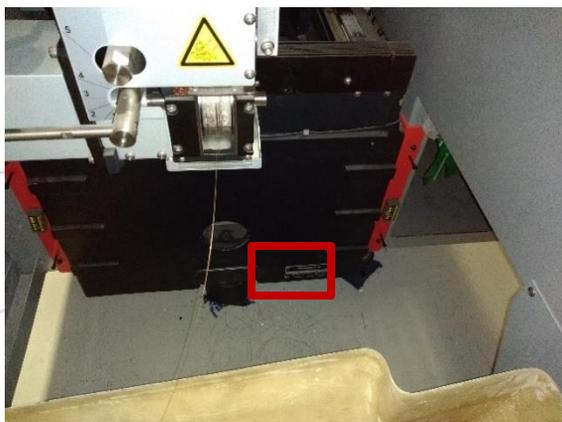


Imagen 3: Ubicación etiqueta con fecha de fabricación.



Imagen 4: Etiqueta con fecha de fabricación.

En la parte inferior trasera de la máquina, donde se encuentra el área del depósito de hilo, se encuentra una placa con la información de la fecha de fabricación.



Imagen 5: Etiqueta de información del control.

Referente a la información del control (HeartNC), se encuentra una etiqueta en la parte posterior de la misma

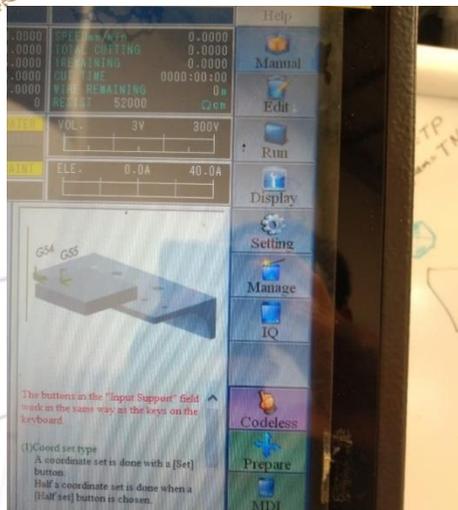


Imagen 6: Pestañas del menú en la pantalla principal.

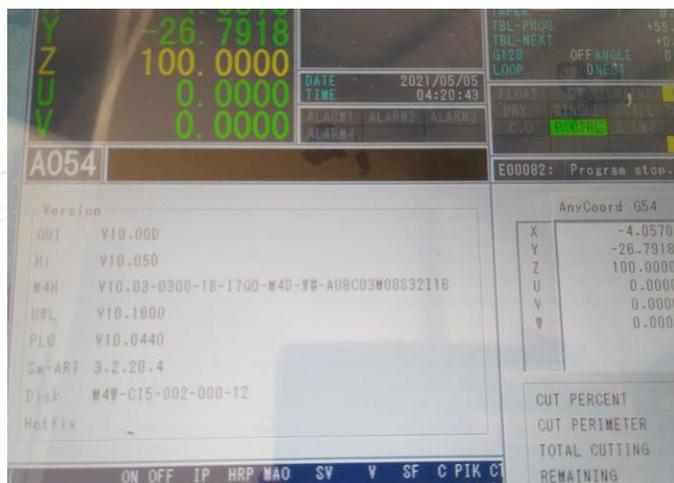


Imagen 7: Información de versión de software.

Para la versión de software se debe tener encendida la máquina y en la pestaña “Display” ubicada en la parte derecha, la información se muestra en la pantalla principal.



Imagen 8: Pantalla HeartNC.

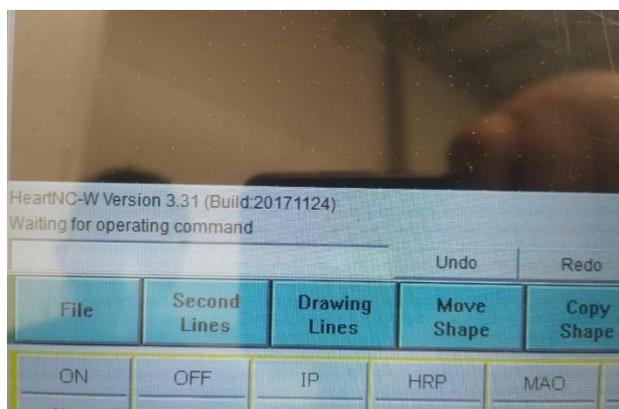


Imagen 9: Versión HeartNC.

La versión del HeartNC se localiza al encender la máquina; se accede a la pestaña “Manual” -> “IQ” -> “Heart NC” y se escribe el comando de operación “version”.



Transporte:

- Antes de mover la máquina remover todos los cables eléctricos y tuberías.
- Usar montacargas para mover la máquina.
- Para levantar la máquina usar cuerdas con un diámetro mínimo de 18 mm.
- Verificar la apariencia externa de la máquina por cualquier daño.
- Retirar todo el plástico, cinta y espuma de poliestireno.
- Reportar cualquier daño a Ventas de Sodick.

Entorno previo:

- Se debe contar con una superficie rígida adecuada que soporte el peso de la máquina (4550 Kg).
- Se debe colocar en un espacio libre de vibraciones o golpes que puedan producir otros equipos.
- El lugar debe estar libre de polvo en el aire.
- La superficie no se debe tornar resbalosa si se encuentra mojada.
- Debe estar en un lugar con baja fluctuación de temperatura; de 20 a 25°C con una fluctuación menor a 1°C, como máximo una variación de 1°C en una hora.
- La máquina no debe estar expuesta directamente a luz solar.
- Humedad de 30 a 75% (sin presentar condensación).

Instrucciones de seguridad:

- La conexión a tierra se debe realizar durante la instalación; la máquina debe conectarse a una tierra independiente con una resistencia de 10 Ω o menor.
- La máquina se debe ubicar lejos del fuego y de equipos que puedan generar fuego; a su vez, no se deben tener cerca materiales inflamables.
- Se debe de usar calzado de seguridad todo el tiempo.
- La conexión es una conexión trifásica, de 200/220 VAC \pm 10% a 50/60 Hz.

Instalación:

- Una vez la máquina se encuentra en la superficie se realiza una nivelación de tres puntos considerando los puntos 1, 2 y 4; posteriormente se ajustan los puntos 3 y 5. La nivelación se tiene que comprobar nuevamente después de 24 horas.

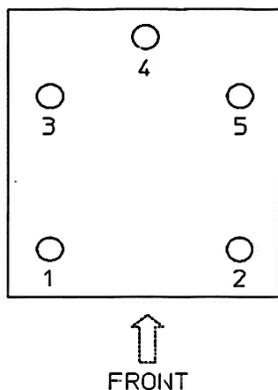


Imagen 10: Base de la máquina con puntos de referencia para nivelado.

Posteriormente se procede a retirar los candados:

- Remove the lock X and place the X bellows.
- Remove the lock UV and secure the conical cut cap.
- Remove the locks Y (2 pieces), place the Y bellows.
- Remove the lock Z, secure the side cover of the Z box.



Imagen 11: Fuelle del eje X de la máquina Sodick.

Conexión de cables:

The three-phase cable must be connected to one primary side of the main breaker of the power source unit.

A voltage measurement is performed between the three phases at the input of the transformer and the output, comparing these last ones with a reference to ground.

	210V \pm 5%
R-S	
S-T	
T-R	

E-R	
E-S	
E-T	

Tanque de Suministros:

En este modelo de máquina, las bombas y mangueras vienen instaladas de fábrica con el tanque, pero se deben conectar los cables de conexión rápida con la máquina (los cables y las conexiones vienen identificadas) como se observa en la siguiente imagen.



Imagen 12: Conexiones rápidas del tanque.

Posteriormente se deben verificar que todos los filtros estén colocados correctamente.

Se debe conectar la manguera al suministro de aire y verificar que tenga un suministro de 70 psi (0.48 MPa) a 7 CFM.

Se debe de llenar el tanque con agua y verificar la rotación de las bombas, cuentan con una etiqueta en la parte superior que indica el sentido de giro.

El chiller se ubica en la parte superior trasera del tanque. Esté se debe ajustar la referencia del chiller a -1° C.



Imagen 13: Chiller.



Imagen 14: Ajuste a -1°C.

Se debe purgar el aire de la botella de resina DI.

Después de 24 horas de deber revisar las mangueras y uniones del tanque de suministros para verificar que no haya fugas.

Una vez esté finalizado todo lo anterior, deben ajustar los parámetros “WK” y “WT” de la máquina. Estos parámetros dependen del diámetro del hilo. Para ello se va a la ventana “EDIT”, se selecciona el apartado “COND” y se modifica “WK” y “WT” según el hilo que la máquina ocupe.

NOTA:

WK= Diámetro del hilo en milímetros.

WT= Tensión del hilo en gramos *100.

Pruebas de aislamiento (Breaker OFF):

La medición de estos puntos se realiza con un multímetro midiendo resistividad, el valor “∞” se ve reflejado normalmente como “OL” valor que indica una resistencia superior a la que puede medir el dispositivo.

Tabla 2: Pruebas de Aislamiento.

Punto de Medición 1	Punto de Medición 2	Ubicación de los puntos	Valores de Referencia	Valores Medidos
E	X, Y, Z	TIERRA / #ZN	∞ (SIN UPS) 2M -3MΩ (CON UPS)	
E	XUPS, YUPS	TIERRA / #YN	∞ (SIN UPS)	



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

500K -700KΩ (CON UPS)



E	X1, Y1	TIERRA / #YN	∞
E	X1F	TIERRA / TB-1	∞
E	X2, Y2, Z2	TIERRA / #ZN	∞
E	X2F	TIERRA / TB-1	∞
E	200L, 200N	TIERRA / CP3 (UNIDAD HD)	∞ (SIN UPS) 500K -700KΩ (CON UPS)
E	0, 2	TIERRA / CP8 (UNIDAD HD)	∞
E	X3, Y3, Z3	TIERRA / #B01	∞
E	XTA, Y3, ZTA	TIERRA / UNIDAD TMV	∞
E	SGN	TIERRA / IDSV-05 (UNIDAD PCB)	∞
E	P3, P4/ P6M, H4	TIERRA / UNIDAD PMOS, UNIDAD PHD	∞
X1, X2, X3	0, 2	#YN, #ZN, #B01 / CP8	∞
X1, X2, X3	P3, P4/ P6M, H4	#YN, #ZN, #B01 / SDP- 03, UNIDAD PHD	∞
X1, X2, X3	P3L-, P4L-	#YN, #ZN, #B01 / MHP- 03	∞
P6M	H4	UNIDAD PHD	∞
H4	P6M	UNIDAD PHD	∞
P3	P4	SDP-03	10.0K ± 2K Ω
P4	P3	SDP-03	10.0K ± 2K Ω
E	X1, Y1	TIERRA / TB-1	∞
E	X2, Y2, Z2	TIERRA / TB-1	∞
E	X2D, Y2D, Z2D	TIERRA / TB-1	∞
E	X2T, Y2T, Z2T	TIERRA / TB-1	∞
E	0, 2	TIERRA / TB-1	∞
E	G02	TIERRA / TB-2	500K Ω (±25K Ω)
E	G03	TIERRA / GPDA-02	∞
E	G03A	TIERRA / MTLNK-04	∞
X1	X2	TB-1	∞
X1, X2, X2D, X2T	G02	TB-1 / TB2	∞
	G03	TB-1 / GPDA	∞
	G03A	TB-1 / MTLNK-04	∞
	0, 2	TB-1	∞
G02	G03	TB-1 / GPDA-02	∞
G02	G03A	TB-2 / MTLNK-04	∞



Imagen 15: #ZN, #YN ubicados en el panel lateral de la máquina.



Imagen 16: TB-1 Ubicado en el panel trasero de la máquina.

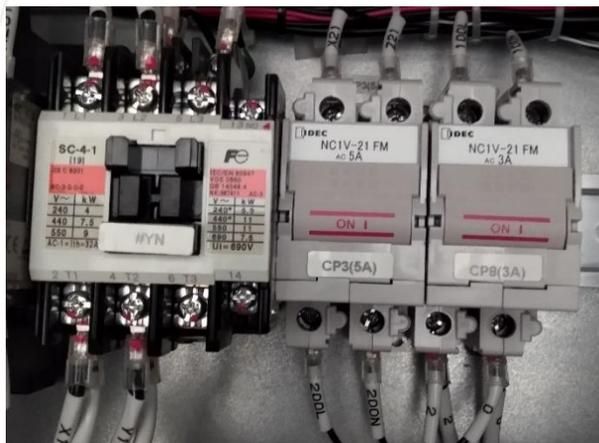


Imagen 17: CP3 y CP4, ubicados junto a #YN.

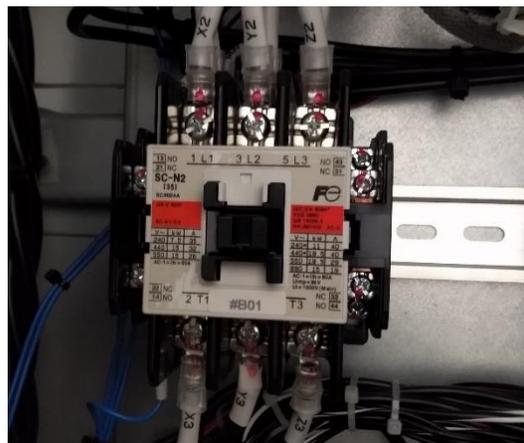


Imagen 18: #B01 ubicado debajo de #ZN.

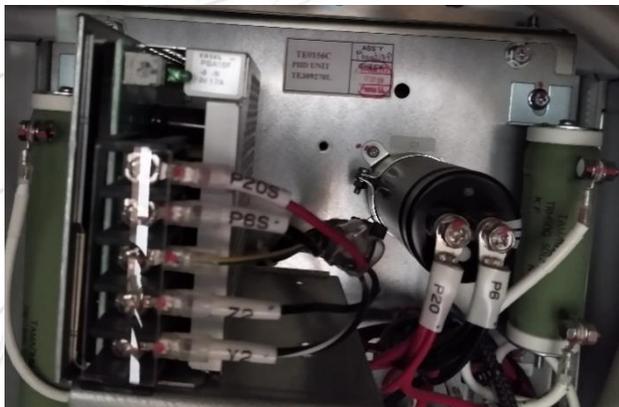


Imagen 19: Unidad PHD ubicada en el panel lateral.



Imagen 20: Unidad PMOS ubicada en el panel lateral.

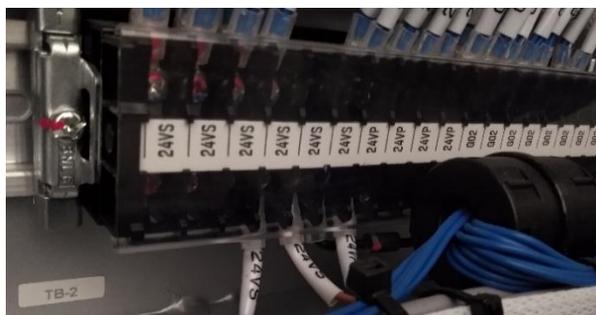


Imagen 21: TB-2 ubicado en el panel posterior.



Imagen 22: GPDA, ubicado en el panel posterior.



Imagen 23: MTLNK, ubicado en el panel posterior.



Imagen 24: RG5 y RG6, a un costado de unidad PMOS, en el panel lateral.



Imagen 25: P3L y P4L, ubicados en la unidad PMOS.



Imagen 26: Ubicación de SGN en RG1 de panel lateral.

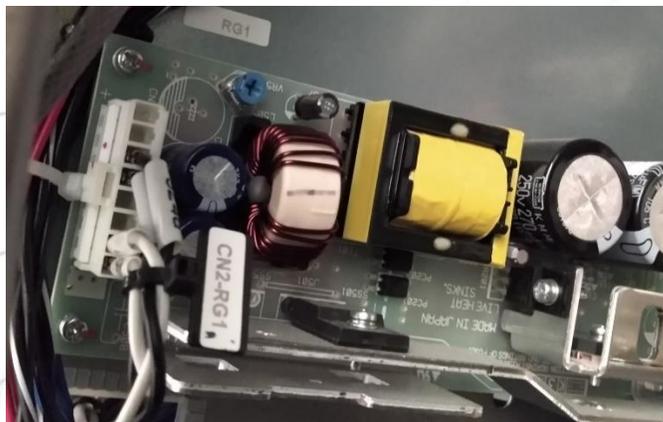


Imagen 27: RG1 en panel lateral detrás de la unidad PCB.

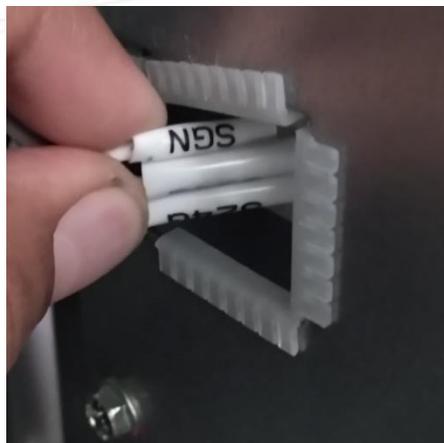


Imagen 28: SGN conectado a la unidad PCB.



Imagen 29: TB-1 en panel lateral.

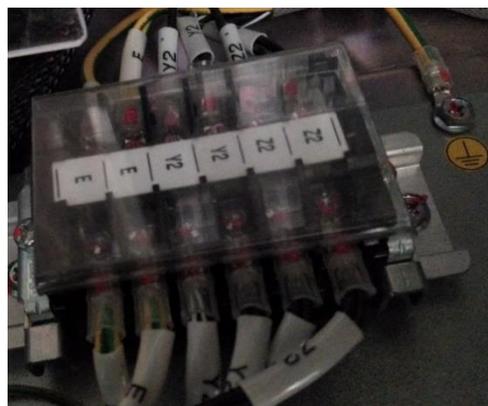


Imagen 30: TB-1 en panel lateral junto a unidad PMOS.



Imagen 31: RG4 en panel posterior.



Imagen 32: RG1 en panel posterior.



Imagen 33: RG2 en panel posterior.

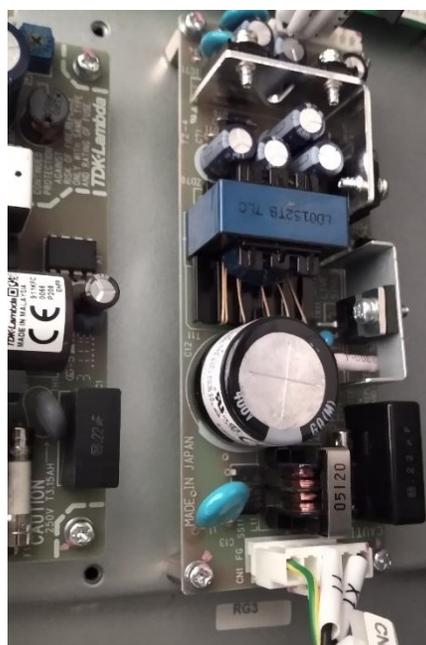


Imagen 34: RG3 en panel posterior.



Imagen 35: TMV UNIT ubicada en el panel lateral.

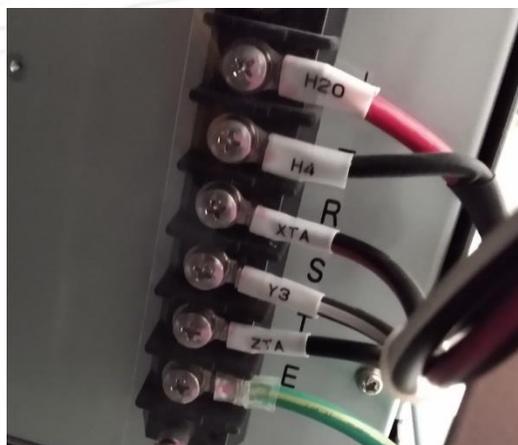


Imagen 36: XTA, Y3, ZTA a un costado de la unidad TMV.

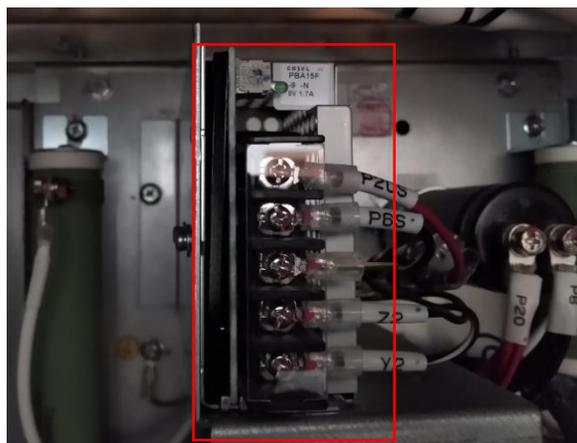


Imagen 37: RG1 en la unidad PHD.



Imagen 38: RG1 en panel lateral en la unidad HD (DC).



Imagen 39: RG1 Y RG3 a un costado de la unidad PMOS.

Pruebas de Voltaje:

Para estas pruebas se requiere encender la máquina en tres diferentes etapas, BREAKER, ubicado a un costado de la máquina (como se ve en la imagen 2), SOURCE y POWER, ambos ubicados en el control. Para localizar los puntos de medición, considerar las imágenes anteriores. NOTA: Al momento de volver a apagar la máquina se realiza en el orden opuesto, teniendo POWER OFF, esperar 1 minuto, poner SOURCE OFF y finalmente poner el BREAKER en posición de apagado.

Tabla 3: Pruebas de Voltaje.

ESTADO DE LA MÁQUINA	PUNTOS DE MEDICIÓN	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS	VALORES DE REFERENCIA	VALORES MEDIDOS
BREAKER ON	X-Y, Y-Z, Z-X	#ZN (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	XUPS-Y, YUPS-X	#YN (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	24VE-E	RG1-CN2 (UNIDAD HD)	24.15~24.20 V (DC)	
SOURCE ON	X1-Y1	#YN (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



	X1F-Y1	TB-1 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	S24G-SGN	RG1 (UNIDAD PMOS)	24.00V (±0.05) (DC)	
	12V01C-G01	RG1 (UNIDAD CNT)	12.10V (±0.05) (DC)	
	24V01-G01	RG2 (UNIDAD CNT)	24.50V (±0.05) (DC)	
	X-Y	TB-1 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	24V03A-G03A	RG1 – (MTLNK-04)	24.08~24.12 V (DC)	
	D5V-G03	RG2 – GPDA	5.10V (±0.05) (DC)	
	(+15)-G02	RG3 – GPDA	14.50~15.50V (DC)	
	(-15)-G02	RG3 – GPDA	-14.50~-15.50V (DC)	
	24VS-G02	RG4 – (TB-2)	24.50V (±0.05) (DC)	
	20-0C	Control	20.40V (DC)	
	20S-20D	Control	20.40 V (DC)	
POWER ON	X2-Y2	#ZN (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	X2F-Y2	TB-1 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	200L-200N	CP3 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	0-2	CP8 (UNIDAD HD)	95~110 V (AC)	
	S5NU-SGNU	RG2 (UNIDAD PMOS)	3.30V (±0.05) (DC)	
	S19NU-SGNU	RG1 (UNIDAD PMOS)	24.0V (±0.05) (DC)	
	S5NL-SGNL	RG4 (UNIDAD PMOS)	3.30V (±0.05) (DC)	
	S19NL-SGNL	RG3 (UNIDAD PMOS)	24.0V (±0.05) (DC)	
	24VMN-GMN	RG5 (UNIDAD PMOS)	24.10V (±0.05) (DC)	
	24VDP-P3D	RG6 (UNIDAD PMOS)	24.10V (±0.05) (DC)	
	P20S-P6S	RG1 (UNIDAD PHD)	7.5~7.6 V (AC)	
	X2-Y2, Y2-Z2, Z2-X2	TB-1 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	X2D-Y2D, Y2D-Z2D, Z2D-X2D	TB-1 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	
	X2S-Y2	TB-1 (UNIDAD HD)	195~215 V (AC)	

	X2T, Y2T, Y2T, Z2T, Z2T-X2T	TB-1 (UNIDAD HD)	215 V (AC)	
	0-2	TB-1 (UNIDAD HD)	95~110 V (AC)	
	24VP-G02	TB-2 (UNIDAD HD)	24.50V (±0.05) (DC)	

En caso de que los voltajes medidos en DC se encuentren en valores fuera de rango, se debe identificar la fuente RG-X (donde X hace referencia a cualquier número de fuente) de la que proviene y ajustar el voltaje por medio del potenciómetro de precisión hasta estar dentro de valores indicados.



Imagen 40: RG1 Y RG3 a un costado de la unidad PMOS.

Pruebas de Descarga:

Para este tipo de pruebas se debe medir voltaje en DC entre los capacitores H20 y H4 como se muestra en la imagen 41. Primero se realiza la prueba con la condición C777, está se realiza en seco y se deben ajustar los parámetros conforme la siguiente tabla.

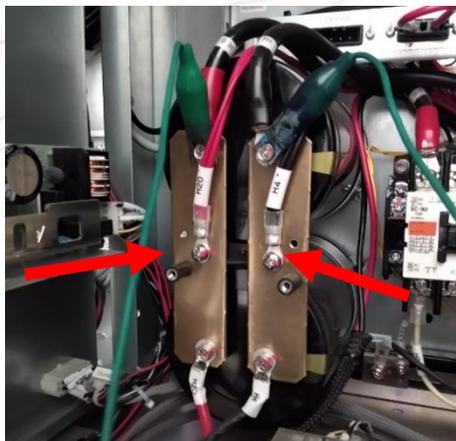


Imagen 41: Capacitores H20 y H4.

Tabla 4: Condición C777 para prueba de descarga en seco.

	ON	OFF	IP	HRP	MAO	SV	V	SF	C	PIK	CTRL	WK	WT	WS	WP	PC	SK
C777	100	018	2015	000	370	+060.0	*,*	0019	0	000	0000	025	160	030	012	0000	00

Posteriormente se agrega el siguiente código para realizar la prueba:

- G54; //coordenada de trabajo
- G90; //coordenadas absolutas.
- G92XYZ; //Manda a referencia a todos los ejes.
- C0777; //Llama la condición C777.
- G01X10.0; //Activa un movimiento de 10 mm en el eje X.
- M02; //Finaliza el programa.

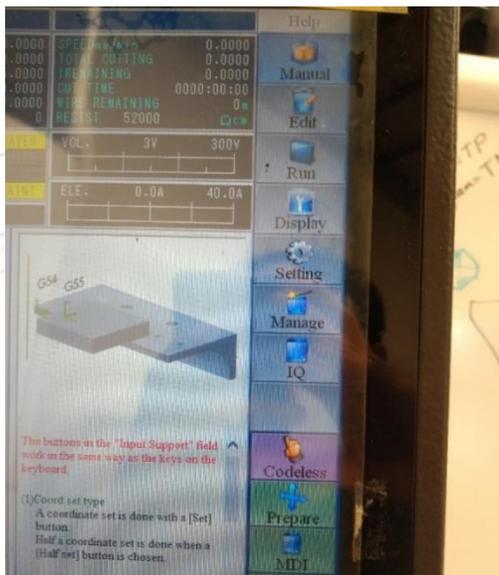


Imagen 42: Pestañas “Run”, “Edit” y “MDI”.

Posteriormente se presiona la tecla HOME y se corre el programa. Se deben ir modificando los valores de V mostrados como “*.*” de acuerdo a los valores de la siguiente tabla y se registraran las mediciones obtenidas.

Tabla 5: Valores para prueba de descarga con condición C777.

	AL600G ($\pm 1.0V$)		VALOR MEDIDO
		STD/HTP	
V0.0		70	V
V1.0		80	V
V2.0		100	V
V3.0		120	V
V4.0		150	V
V5.0		180	V
V6.0		210	V
V7.0		250	V
V8.0		265	V
V9.0		310	V

Para la siguiente prueba, se realiza con la condición C920, esta prueba requiere inundar la tina de la máquina, pero para poder observar adecuadamente, la puerta la cerramos hasta la mitad de su trayecto; hacemos uso del código “M36;” en el MDI para ajustar el cierre automático de la puerta a la mitad (para desactivar este comando se utiliza el “M46;”). Nuevamente se deben ajustar los parámetros de la condición de acuerdo a la siguiente tabla.

NOTA: La resistencia del agua debe estar entre 50000 ~ 55000 Ω .



Tabla 6: Condición C920 para prueba de descarga con agua.

	ON	OFF	IP	HRP	MAO	SV	V	SF	C	PIK	CTRL	WK	WT	WS	WP	PC	SK
C920	000	000	0000	000	0000	+0.0	*.*	0000	0	040	000	025	160	130	012	0013	00

Posteriormente se agrega el siguiente código para realizar la prueba:

- G54; //coordenada de trabajo
- G90; //coordenadas absolutas.
- G92XYZ; //Manda a referencia a todos los ejes.
- C0920; //Llama la condición C920.
- G01X10.0; //Activa un movimiento de 10 mm en el eje X.
- M02; //Finaliza el programa.

Posteriormente se presiona la tecla HOME y se corre el programa. Se deben ir modificando los valores de V mostrados como “*.*” de acuerdo a los valores de la siguiente tabla y se registraran las mediciones obtenidas. Al igual el voltaje se mide en DC.

Tabla 7: Valores para prueba de descarga con condición C920.

	H20 - H4	MEASURED VALUE
V0.0	DC 20V	V
V1.0	30V	V
V2.0	40V	V
V3.0	50V	V
V4.0	60V	V
V5.0	80V	V
V6.0	100V	V
V7.0	120V	V
V8.0	130V	V
V9.0	140V	V