

Tableros para servos Mitsubishi y manipulador automotriz

Felipe de Jesús García Gutiérrez

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del Departamento del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, México, (728) 2859552 / 2859969 / 2822247
felipe_garcia36@hotmail.com

Alma Barón Guadarrama

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del Departamento del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, México, (728) 2859552 / 2859969 / 2822247
abarong@hotmail.com

Resumen

Actualmente la planta Nissan Aguascalientes realiza el montaje de la consola de control para automóviles con un manipulador por modelo (Sentra, Tiida, March.) provocando paros de producción por cambio de línea y puesto a punto. Para resolver esta situación Amats Electric Automation S.A de C.V implemento el uso de servos Mitsubishi, una válvula proporcional Parker y un manipulador flexible para ensamblar diferentes consolas y lograr la gravedad cero durante el proceso. Estos fueron sometidos a pruebas durante 15 días confirmando que se logra la gravedad cero y el cambio en la línea de producción en cuestión de minutos. Cuando hablamos de gravedad cero decimos que es cuando se mueve o levanta un objeto a una cierta distancia y este se mantiene estático aunque deje de recibir la misma presión o voltaje que necesita para trabajar, impidiendo así que este caiga o dañe ocasionando pérdidas o paros de líneas durante el proceso.

Palabras Claves: Gravedad cero, Manipulador, Manufactura Flexible, Puesta a Punto

1. Introducción

En la actualidad en la Industria Automotriz la mayor parte de los procesos de fabricación son automatizados, la decisión, la inteligencia que realiza las acciones de fabricación, no la realiza el ser humano. La inteligencia del proceso está contenida en la unidad de control o mando del sistema de fabricación. La realización tecnológica de esa inteligencia ha adoptado diferentes formas o implementaciones a lo largo de la historia industrial, desde automatismos puramente mecánicos hasta los autómatas programables actuales [1]. Estos procesos automatizados que utilizan un robot como manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, son capaces de mover materias primas, piezas, herramientas o dispositivos especiales para realizar tareas diversas que requieren de una mayor precisión para mejorar la calidad y evitar riesgos, cuando se habla de esto se asume que el proceso de fabricación debe ser flexible a fin de ahorrar tiempos en el ciclo de fabricación, reducir costos de fabricación, incrementar la producción, producir solamente lo que se requiere, etc. Un “Sistema de Manufactura Flexible” es un sistema integrado por máquinas herramientas enlazadas mediante un sistema de manejo de materiales automatizados y operados automáticamente. Y conforman un Sistema de Producción de bienes constituido por celdas de producción. Una celda es una unidad de producción con alta autonomía de operación, integrada por máquinas para fabricar cabalmente una familia de piezas o productos [2]

En la planta de Nissan Aguascalientes se requiere implementar un manipulador flexible en el área de ensamble que opere bajo el concepto de “gravedad cero”, es decir que el pistón que usa la válvula proporcional mantenga la presión aunque externamente desaparezca el suministro de aire.

El manipulador trabajara de forma flexible al usar 4 tipos de consolas para automóviles, Sentra, Tiida, March y otro para modelos nuevos o discontinuados.

En la Planta Nissan Aguascalientes en el área de ensamble no cuentan con un manipulador flexible en el que se puedan montar 4 tipos diferentes de tableros para varios modelos de automóviles como Sentra, Tiida, March y otro para modelos nuevos o

modelos de automóviles discontinuados. También necesitan que el manipulador cuente con “Gravedad cero” para facilitar el trabajo al operador al momento de cargarlo o moverlo y cuidar su ergonomía, facilitar el proceso y ahorrar tiempos al estar cambiando de estaciones o modificando todos los parámetros correspondientes para cada modelo de automóviles.

Se debe entender como gravedad cero el hecho de que un objeto quede estático en determina posición en el espacio sin que descienda a la superficie, es decir cuando se mueve o levanta un objeto a una cierta distancia y cuando este se suelta se mantiene estático en el lugar que se dejó al principio, aunque este deje de recibir la misma presión o voltaje que necesita para trabajar, impidiendo así que se caiga o dañe ocasionando pérdidas o paros de líneas durante el proceso.

Es de suma importancia para Nissan Aguascalientes realizar un manipulador flexible que pueda ensamblar más de un solo modelo de consolas para diferentes automóviles.

Anteriormente contaban con un manipulador por cada modelo de automóvil que salía a la venta, esto era más complicado. Pero al realizar este manipulador flexible tendrán la ventaja de usar un mismo manipulador para cuatro tipos de tableros dependiendo el modelo del automóvil; será muy fácil cambiar los posicionamientos de los servos Mitsubishi cuando salgan modelos nuevos o quieran ensamblar consolas de automóviles discontinuados.

Sin dejar a un lado que el sistema de gravedad cero que se realizó para el manipulador los beneficiara para operarlo y no solo será neumático sino que contara con servomotores para los diferentes posicionamientos que necesite cada consola al ensamblar.

Por lo tanto se implementaran tableros de control y potencia así como un sistema de gravedad cero mediante el uso de una válvula proporcional para construir un manipulador flexible que permita reducir tiempos y ensamblar con un solo manipulador consolas para diferentes modelos de automóviles en la planta Nissan Aguascalientes.

2. Desarrollo

Actualmente uno de los grandes retos que enfrenta la industria es producir solamente la cantidad de piezas requeridas, que por lo general se hacen en lotes y, la producción en lotes requiere tiempo para realizar los cambios en la máquina. La tecnología de grupos (TG) establece que aunque las piezas son distintas, también poseen similitudes que permiten utilizar procesos y habilitación de herramientas similares para producirlas. Cuando se usa automatización se aplica el término “sistema flexible de manufactura”. La tecnología de grupos (TG) es un enfoque para manufactura en el cual se identifican y agrupan piezas similares para aprovechar sus similitudes en el diseño y la producción [3]. Estas similitudes se aprovechan para mejorar la eficiencia operativa.

En [3], establece que para explotar las similitudes entre las piezas, la producción debe de organizarse usando celdas de maquinado diseñadas para especializarse en fabricar piezas particulares. O el montaje automatizado de partes similares realizando los cambios y ajustes necesarios en los dispositivos usados.

Un sistema flexible de manufactura, o sistemas de manufactura flexible (FMS, en inglés), integra todos los elementos principales de la manufactura en forma de un sistema muy automatizado. En [3] define el FMS como una celda de maquinado con TG altamente automatizada que consiste en un grupo de estaciones de procesamiento interconectadas mediante un sistema automatizado de manejo y almacenamiento de material y controladas por medio de un sistema integrado de computadoras.

En [4] señalan que los elementos básicos de un FMS son: estaciones de trabajo y celdas, manejo y transporte automatizados de materiales y partes, y sistemas de control. Las estaciones de trabajo se arreglan para rendir la mayor eficiencia en la producción con un flujo ordenado de materiales y partes en proceso a través del sistema.

Los sistemas de manufactura flexible representan el máximo nivel de eficiencia, complicación y productividad que se ha alcanzado en las plantas manufactureras. La

flexibilidad de estos sistemas es tal que pueden manejar diversas configuraciones de piezas y producirlas en cualquier orden [4].

Uno de los elementos importantes en la propuesta del manipulador flexibles es la válvula Parker P4CG4001C001 (ver Tabla 1), es un regulador de presión electro neumático con sistema electrónico integrado. Controla un ancho de pulsos la presión de salida en proporción a una señal de entrada analógica. Tiene alta precisión, está garantizada gracias a una señal de circuito cerrado de alta precisión proporcionada por un construido en el sensor de presión [5].

Código	Tubo	Presión(bar)	Señal de control	Display
P4CG4001C001	½"	0-10	0-10 v	-

Tabla 1. Especificaciones generales de la válvula proporcional P4CG4001C001.

En la Fig. 1 se muestran las dimensiones de la válvula Parker y en la Fig. 3 se muestra la forma de conectar la válvula.

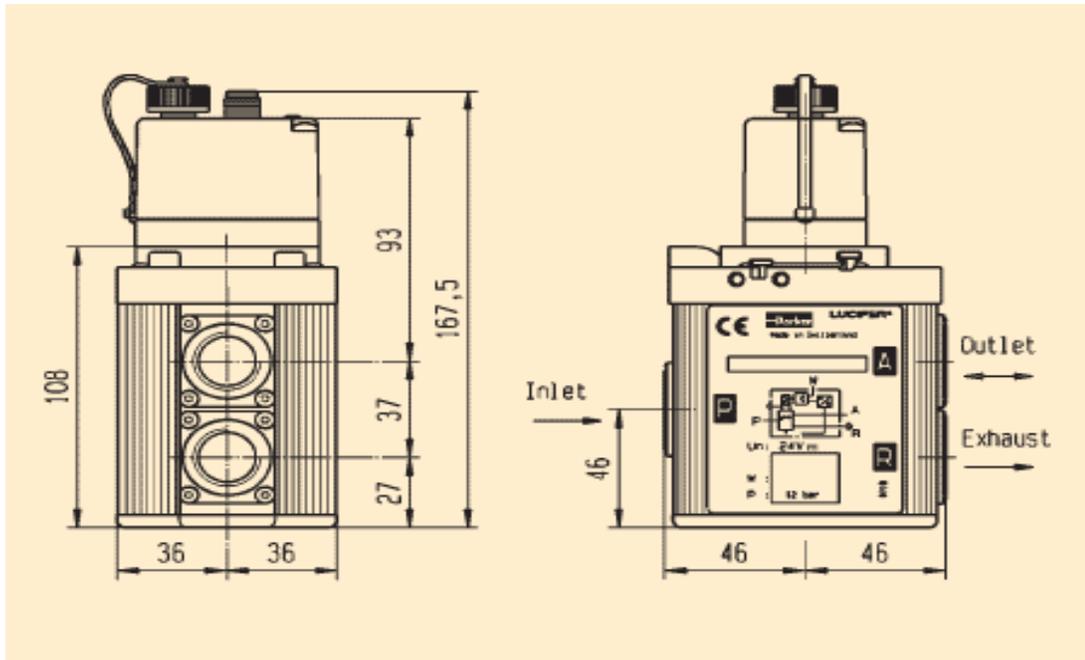


Fig. 1. Dimensiones de la válvula proporcional P4CG4001C001.

Flow Curves

Flow Curve 1/2"HP

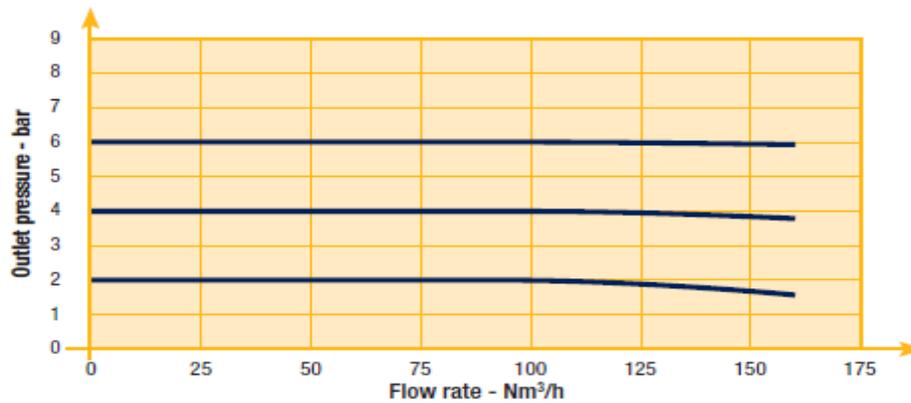


Fig. 2. Curva de flujo.

El controlador recibe tanto la señal de control (conjunto presión) y la señal de realimentación desde el sensor (presión de salida). Cualquier diferencia entre las dos entradas amplificadas son resultados en una salida correspondiente que acciona 2 vías de ancho de pulsos apropiada y modulada a la válvula de solenoide de manera que el pistón piloto mueve a corregir la presión, (ver Fig. 2 y Fig. 3) La misma señal de realimentación desde el sensor se utiliza para la realimentación de la salida en tensión y la corriente. La señal digital (alarma) está activa cuando la condición (de tolerancia a la presión o el tiempo) se cumpla [5].

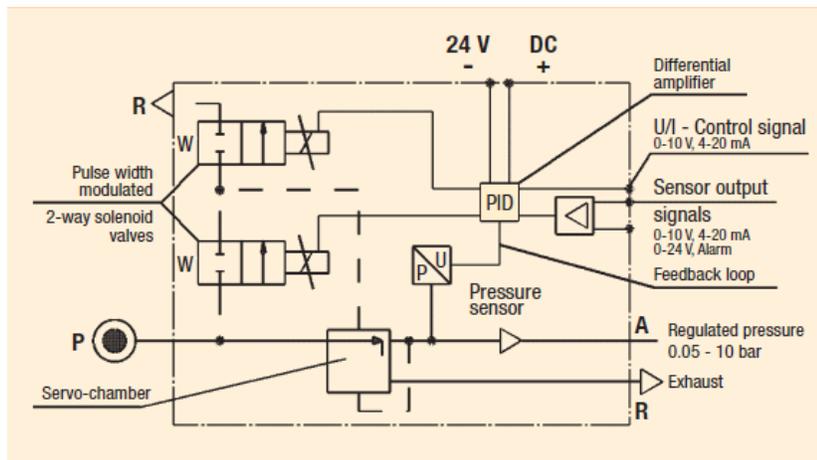


Fig. 3. Diagrama de bloques.

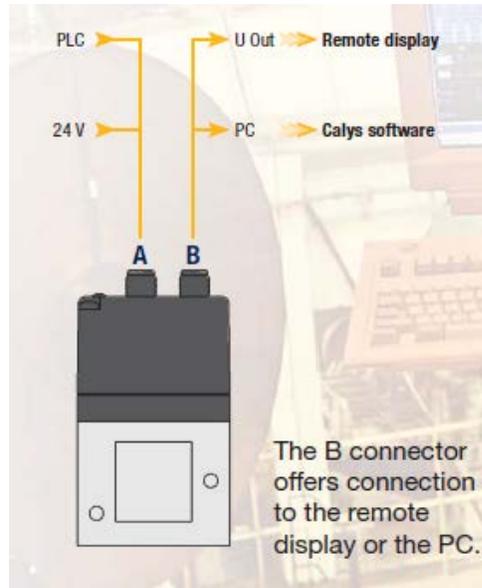


Fig. 4. Muestra la manera de conectar la válvula proporcional P4CG4001C001.



Fig. 5. Kit de válvula proporcional Parker.

Gravedad Cero

Sistema capaz de soportar y dejar en el aire un objeto al enviarle un cierto voltaje y presión, y que este a su vez si carece de alguna de estas variables este permanezca aun en el aire para no sufrir un daño al objeto y tener que parar la producción o simplemente desechar el objeto como perdido.

Elementos que Integran el Manipulador Flexible

La integración del manipulador flexible consta de los siguientes elementos: Consola de Control, Gabinete de Potencia, Servoamplificadores, Variador de Frecuencia, Gabinete Remoto y Diseño de GOTO.

Consola de control

Esta consola es la principal ya que es en la que se pueden ver y modificar directamente desde la pantalla HMI los parámetros para el cilindro neumático como son los puntos que es un valor que va en relación con el voltaje. Se hace una regla de 3 para sacar el voltaje necesario que se envía a la válvula proporcional (ver tabla 2). Cuenta con un paro de emergencia por alguna falla, receptáculos para alimentación a 220V y 110V.

PUNTOS	VOLT
4000	10
2000	5

Tabla 2. Señales para la válvula proporcional Parker.

Distribución de la consola de control

La distribución se hizo pensando en que debe ir en la parte de arriba el control (PLC) y su fuente; en medio debe ir el interruptor general ya que así lo pidió la empresa y los interruptores termo magnéticos en la parte de abajo (Ver Fig. 6).

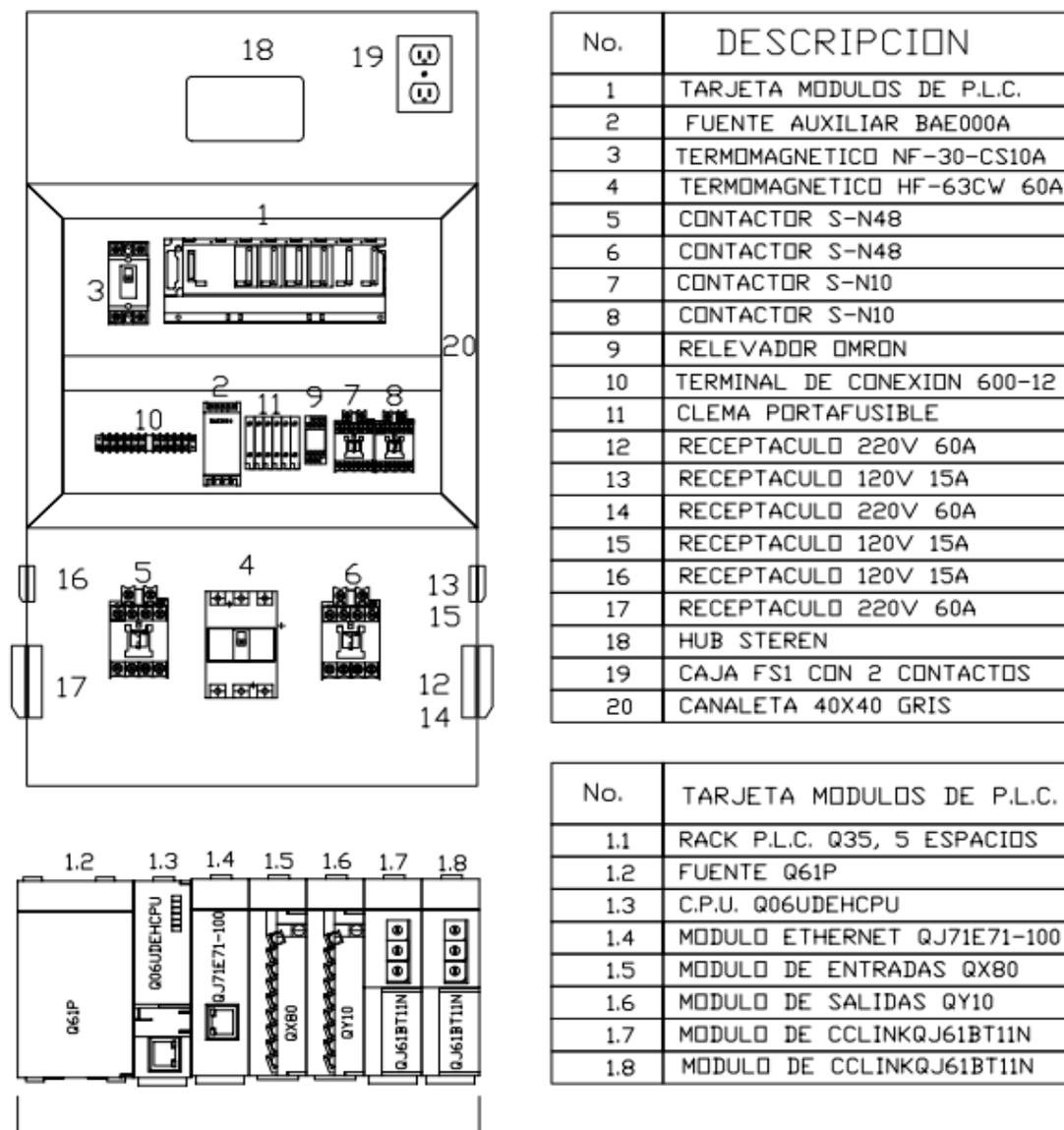


Fig. 6. Distribución de la Consola de Control.

Gabinete y diagrama de distribución del gabinete de potencia

Receptáculos para 110V y 220V, conectores PG9, y conectores turck. La distribución se dividió en dos partes, la primera para la parte de arriba con control, y la de en medio y abajo para potencia con los servos, servoamplificadores y variadores. Esto se hizo con

la finalidad de que no existiera ruido y provocara problemas de comunicación ya que se usó red CC-link para comunicar los módulos (ver Fig. 7).

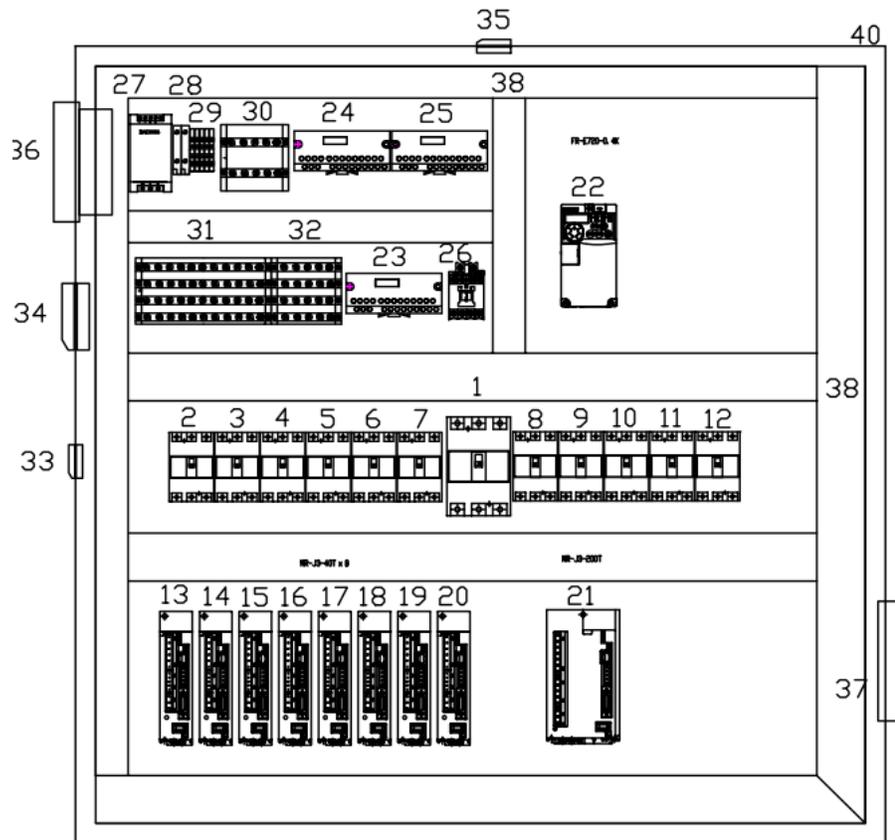


Fig. 7. Distribución del Gabinete de Potencia.

No.	DESCRIPCION	No.	DESCRIPCION
1	TERMOAGNETICO HF-63CW 60A	21	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-200T
2	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	22	VARIADOR C.A FR-E720-0.4K
3	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	23	MODULO A/D AJ65SBT-62DA
4	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	24	MODULO D AJ65SBTB1-16D
5	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	25	MODULO D AJ65SBTB-8R
6	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	26	CONTACTOR S-N10 24VCD
7	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	27	FUENTE AUXILIAR BAE0006
8	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	28	CLEMA PORTAFUSIBLE
9	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	29	CLEMAS DE CONEXION
10	TERMOAGNETICO HF-30FAU 15A	30	DISTRIBUIDOR DOS POLOS
11	TERMOAGNETICO HF-30FAU 5A	31	DISTRIBUIDOR 3/P + TIERRA
12	TERMOAGNETICO HF-30FAU 15A	32	DISTRIBUIDOR 3/P + TIERRA
13	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	33	RECEPTACULO 120V 15A
14	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	34	RECEPTACULO 220V 60A
15	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	35	RECEPTACULO 220V 15A
16	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	36	VENTILADOR 3238100 220 VCA
17	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	37	FILTRO PARA VENTILACION
18	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	38	CANALETA 60X60 GRIS
19	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	39	CANALETA 40X60 GRIS
20	SERVOAMPLIFICADOR MR-J3-40T	40	GABINETE 1000X1000

Fig. 7. Distribución del Gabinete de Potencia.

Conexión de servoamplificadores (A, B, C, D, E, F, G, H e I) y variador de frecuencia

Estas se conectan desde los receptáculos de 220v de ahí se conectan a los interruptores generales posteriormente a un distribuidor donde se clasifican por L1, L2, L3 y Tierra, conectamos directamente al servo de L1 del distribuidor a L1 del servo y así sucesivamente con L2 , L3 y Tierra. Para conectar del servo al motor es fácil ya que trae un conector que dice (U, V, W) se conecta al motor de igual manera U con U V con V, etc. Estos pasos se siguen para todos los demás servos, (ver Fig. 8).

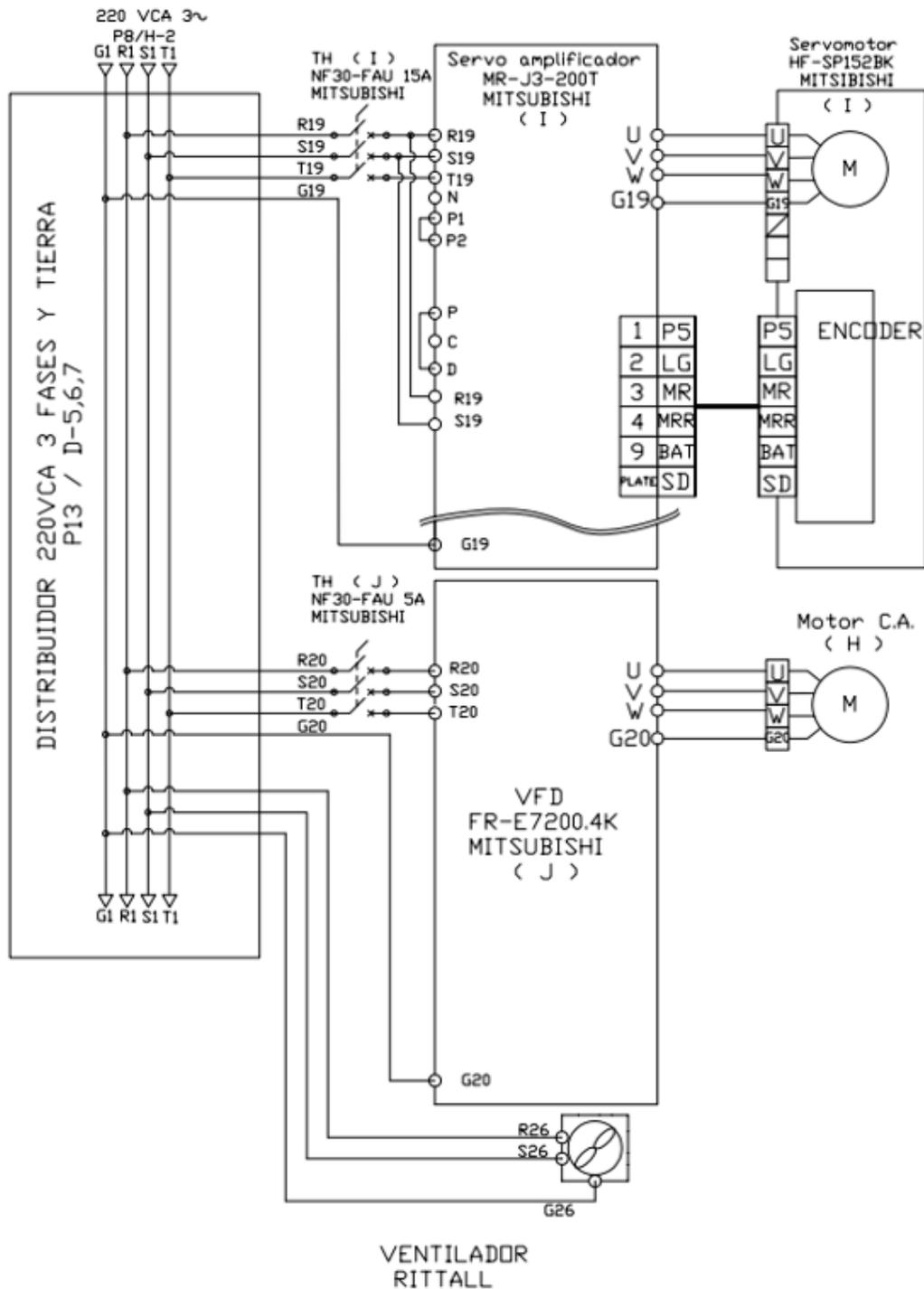


Fig. 8. Conexión de Servo-Amplificador (A) y Variador de Frecuencia.

Conexión variador (F)

Se conecta desde el receptáculo de ahí al interruptor general y posteriormente a la caja de distribución donde está clasificado por L1, L2, L3 y Tierra así mismo se conecta de L1 a L1, L2 a L2, L3 a L3 y de tierra a tierra, la conexión del motor al variador es igual que la de los servos (U con U, V con V y W con W, ver Fig. 8).

Gabinete remoto

Para el diseño del gabinete remoto se consideró las necesidades del operador a fin de facilitar su acceso al mismo (ver Fig. 9).

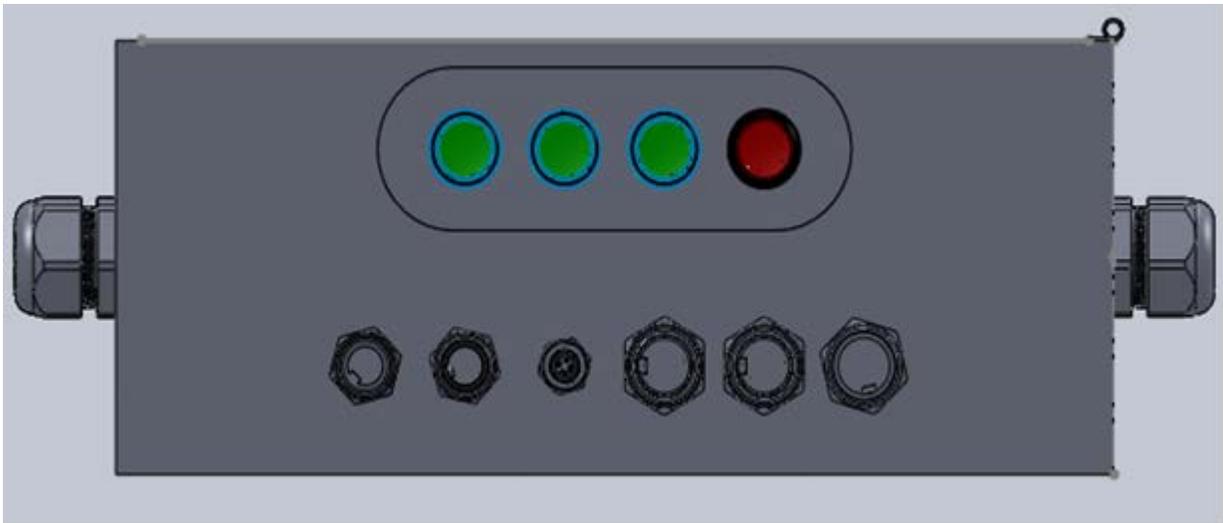


Fig. 9. Gabinete Remoto.

Distribución de entradas y salidas gabinete remoto

La distribución de los conectores se hizo dependiendo a los espacios y colocación de los módulos que se montaron en la platina interna (ver Fig. 10 y 11).

P12/B,C - 6

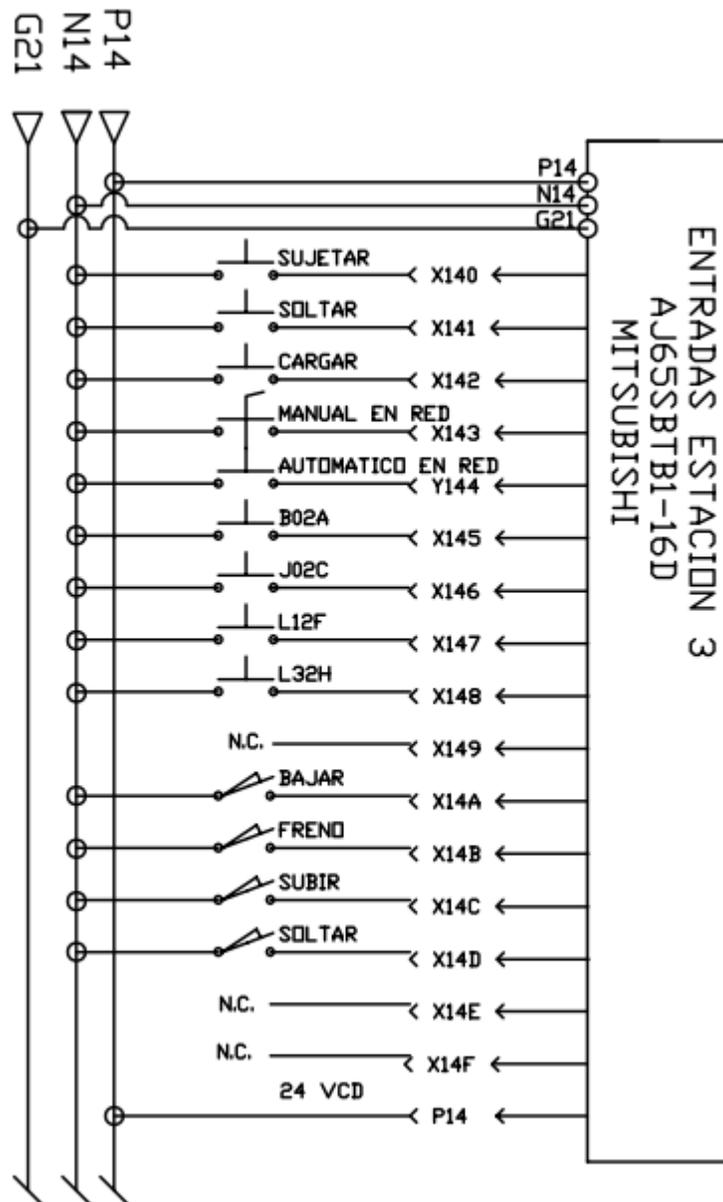


Fig. 10. Distribución de entradas Gabinete Remoto.

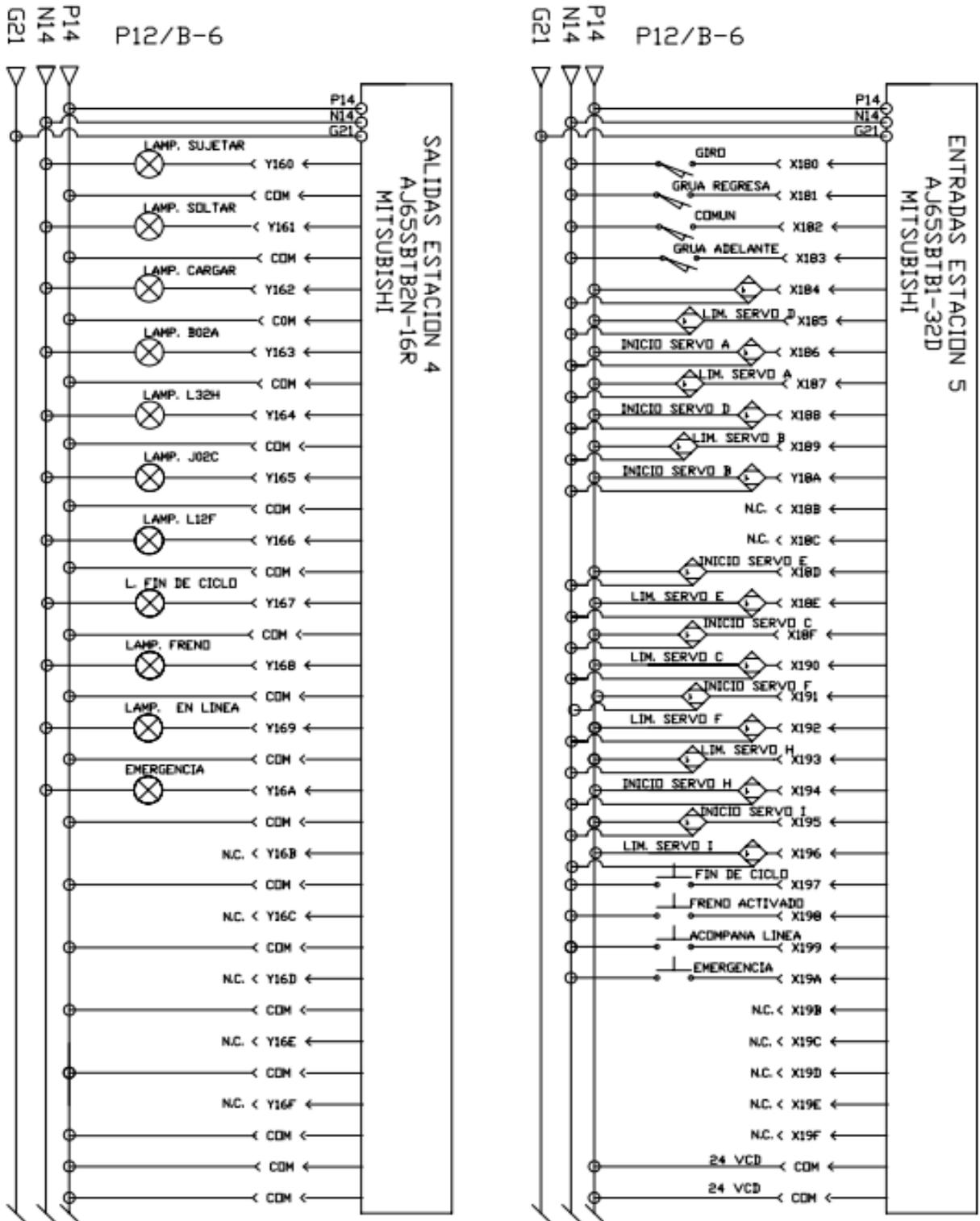
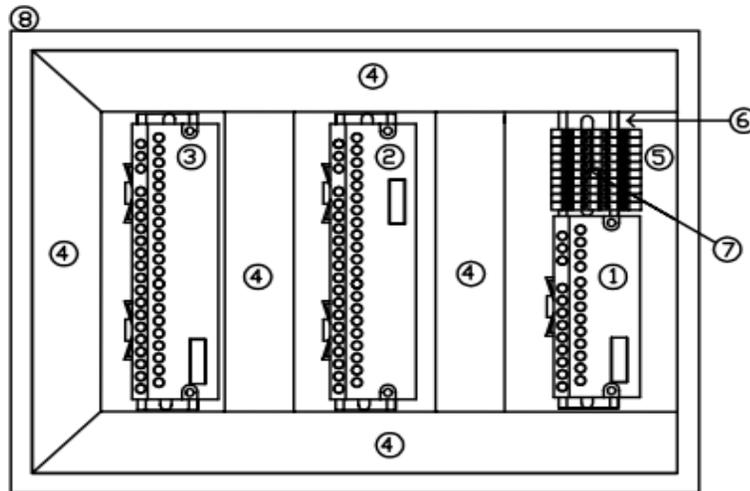


Fig. 11. Distribución de entradas y salidas Gabinete Remoto.

Distribución gabinete remoto

Para esta distribución se hizo dependiendo de la robustez de los componentes y a la capacidad del gabinete (ver Fig. 12).



No.	DESCRIPCION
1	MODULO AJ65SBTB1-16D
2	MODULO AJ65SBTB2N-16R
3	MODULO AJ65SBTB1-32D
4	CANALETA 40X40 mm GRIS
5	CLEMAS 2.5mm 16AWG
6	RIEL DE MONTAJE 35mm
7	PUENTES P/CINCO COMUNES
8	GABINETE ABB 40x30x16

Fig. 12. Distribución Gabinete Remoto.

Diseño de godo

Se hizo el diseño a manera que el operador que esté a cargo pueda modificar los valores a la carga y descarga según sea el caso y pueda ver a cuantos Volts está trabajando (ver Fig. 13).

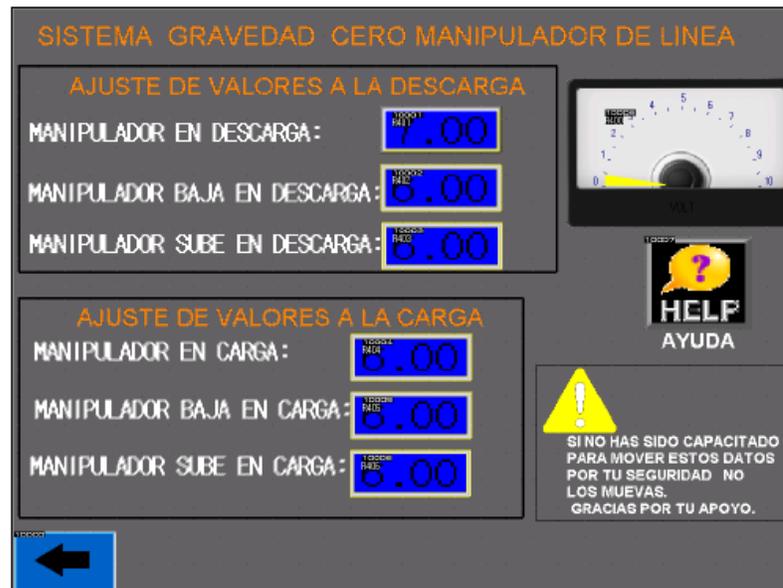


Fig. 13. Diseño de GOTO.

3. Resultados

Aplicación y validación del manipulador flexible

El manipulador flexible se validó a nivel de laboratorio sometiéndole durante quince días a diferentes pruebas como: bloqueando el paso del aire hacia el pistón que tiene una carrera de un metro y aplicando diferentes voltajes a la válvula proporcional se evaluó la gravedad cero, se hizo la prueba de mandarle primero un cierto voltaje y una presión y después bloquear el conector observando que aunque no se le mandaba la señal eléctrica este seguía haciendo la gravedad cero que consiste en mantener en el aire la consola sin dejarla caer. Las pruebas fueron puestas en marcha en el manipulador flexible

y fueron aprobadas por los Ingenieros a cargo del proyecto. Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el laboratorio fueron satisfactorios y se muestran en la tabla 3. Los resultados que se esperan obtener en campo permiten asegurar que durante su aplicación el manipulador será capaz de trabajar bajo el concepto de la “Gravedad Cero”.

Volt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Puntos	0	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000

4. Discusión

A partir de la metodología empleada en la realización del proyecto se encontró como resultado la implementación de la gravedad cero en un manipulador flexible en el área de ensamble, es decir, el pistón que usa la válvula proporcional mantiene la presión aunque externamente desaparezca el suministro de aire logrando que a falta de suministro el manipulador se quede suspendido por tiempo indeterminado sin considerar la atracción de la gravedad.

El manipulador opera de forma flexible al usar cuatro tipos de consolas para automóviles, Sentra, Tiida, March y otro para modelos nuevos o discontinuados.

5. Conclusiones

El manipulador flexible es capaz de ensamblar una consola por minuto en los diferentes tipos de automóviles y no dejar caer las consolas durante el proceso de ensamble cuando existan problemas de suministro de aire y energía eléctrica. Se mejora la eficiencia cuatro veces. Estos resultados se deberán corroborar cuando se realice el montaje en la Planta de NISSAN.

6. Referencias

- [1] R. Piedrafita. Ingeniería de la Automatización Industrial. 2ª Edición. 2004. Alfaomega. México D.F. 670 páginas.
- [2] Fundamentos de Control Inteligente de la Manufactura Flexible. [http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/3854/1/FUNDAMENTOS CONTORL.pdf](http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/3854/1/FUNDAMENTOS%20CONTORL.pdf). Mayo del 2014.
- [3] M. Groover.. Fundamentos de Manufactura Moderna. 3ª Edición. 2007. Mc Graw Hill. México. Distrito Federal. 1022 páginas.
- [4] S. Kalpakjian y S.R. y Schmid. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. 5ª Edición. 2008. Pearson. Estado de México. 1295 páginas.
- [5] Manual de Lucifer EPP4. Proportional Pressure Regulator Range. Parker. 2013

7. Autores

M. en E. Felipe de Jesús García Gutiérrez obtuvo su título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica con especialidad en comunicaciones, graduado de la maestría en educación por la Universidad del Valle de México. Profesor de tiempo completo en la carrera de Mecatrónica de la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca y profesor de asignatura en la carrera de mecatrónica en la Universidad del Valle de México

M. en C. E. Alma Barón Guadarrama es Ingeniera en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Toluca, obtuvo su grado de maestría en Ciencias de la Educación por la Universidad del Valle de México. Profesora de Tiempo completo en la carrera de mecatrónica de la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca.