

**DISEÑO ELÉCTRICO MODULO SERVOMOTOR**

**JUAN GUILLERMO MEJÍA ESPINOSA  
CARLOS ALBERTO ZAPATA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
MEDELLÍN**

**2015**

**DISEÑO ELÉCTRICO MODULO SERVOMOTOR**

**JUAN GUILLERMO MEJÍA ESPINOSA  
CARLOS ALBERTO ZAPATA CASAS**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista**

**Director**

**ALEXANDER ALBERTO DÍAZ ÁLVAREZ**

**Ingeniero de Control**

**Universidad Nacional**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Medellín**

**2015**

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma:  
Nombre:  
Jurado:

---

Firma:  
Nombre:  
Jurado:

Medellín, octubre de 2015

## **DEDICATORIA**

Al finalizar esta carrera profesional he logrado uno de los objetivos más valiosos de mi vida; por lo cual, quiero ofrecerles las gracias de manera muy especial a las personas que me apoyaron durante todo este proceso. Ya que con su apoyo fui superando todos los obstáculos para lograr las metas anheladas. Es así como expreso con todo respecto y amor el hecho por el cual dedico este triunfo:

### **A DIOS TODO PODEROSO**

Por sus bendiciones e iluminar mi camino, por darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional.

### **A MI MADRE.**

María Espinosa. Ya que, Tomado de su mano inicie mi aprendizaje en la vida, y le doy gracias por su amor y estar siempre a mi lado cuando más la necesite; todo lo que soy se lo debo a su ejemplo de perseverancia, valor y abnegación.

### **A MIS HERMANAS.**

Delia, Amparo, Miriam, Marina, Rocío y Beatriz, gracias por ser parte importante en mi existencia y brindarme su apoyo durante el tiempo de estudio. Y por haber compartido alegrías, y haber sido solidarias en momentos difíciles, durante todo el proceso de nuestro trabajo de graduación y superado obstáculos para alcanzar un objetivo en común.

A MI FAMILIA Y AMIGOS.

Por su apoyo moral y espiritual que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome para así lograr alcanzar mi meta. Gracias por su comprensión, apoyo y amistad; la cual me brindaron en forma incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ingeniero, asesor y profesor Alexander Alberto Díaz Álvarez quien con paciencia, disposición y buen acompañamiento en todo el proceso de este trabajo aportó a que la finalización de este proyecto cumpliera con las expectativas.

Al Gobierno local que con su aporte de subsidio educativo solventa los gastos de jóvenes que como yo logran salir adelante sin la limitante económica para pagar cada semestre.

A la institución Universitaria Pascual Bravo que con su excelente nivel académico y equipo de docentes altamente calificados han generado confianza en los egresados para afrontar lo que sigue a nivel laboral y profesional.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. SERVOMOTOR .....	15
1.2 PARTES DEL SERVOMOTOR .....	17
1.3 FUNCIONAMIENTO DEL SERVOMOTOR .....	18
2. METODOLOGÍA .....	20
2.1. DISEÑO ELÉCTRICO MODULO SERVOMOTOR.....	20
.2.2 ENTRADAS DIGITALES .....	25
2.3 SALIDAS DIGITALES .....	26
2.4 ENTRADAS PARA CONTROL POR TREN DE PULSOS .....	27
2. PARAMETROS DE CONFIGURACION .....	28
2.6 MODULO TERMINADO.....	28
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	29
CONCLUSIONES .....	35
RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFIA .....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Partes del servomotor.

Figura 2: Control de posición de velocidad por tren de pulsos y dirección.

Figura 3: Control de velocidad señal análoga.

Figura 4: Control de velocidad por tren de pulsos y dirección servo Jumma.

Figura 5: Controlador MP2600.

Figura 6: Conexión de potencia MP2600.

Figura 7: Conexión de potencia SIGMA 5.

Figura 8: SIGMA 5 con MP2600iec.

Figura 9: Entradas digitales.

Figura 10: Salidas digitales.

Figura 11: Open-Collector Output fuente externa.

Figura 12: Open-Collector Output fuente interna.

Figura 13. Modulo servomotor implementado parte frontal.

Figura 14. Modulo servomotor implementado parte trasera.

Figura 15. Posición del Servomotor.

Figura 16. Control de ancho de pulso (PWM).

Figura 17. Características de velocidad vs torque.

Figura 18. Relación tiempo velocidad.

Figura 19. Relación inercia de carga/motor.

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Terminales de las entradas digitales.

Tabla 2. Terminales de las salidas digitales.

Tabla 3. Parámetros de configuración.

## GLOSARIO

- ✓ **Torque:** el par motor, momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.
- ✓ **Potencia:** La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).
- ✓ **Señal analógica:** Una Señal Analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas.
- ✓ **Señal digital:** La señal digital es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango.
- ✓ **Comando:** Un comando (calco del inglés command, «orden, instrucción» o mandato) es una instrucción u orden que el usuario proporciona a un sistema informático, desde la línea de comandos (como una shell) o desde una llamada de programación. Puede ser interno (contenido en el propio intérprete) o externo (contenido en un archivo ejecutable).

- ✓ **Software:** Se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.
- ✓ **Encoder:** Un codificador rotatorio, también llamado codificador del eje o generador de pulsos, suele ser un dispositivo electromecánico usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital, lo que lo convierte en una clase de transductor. Estos dispositivos se utilizan en robótica, en lentes fotográficas de última generación, en dispositivos de entrada de ordenador (tales como el ratón y el trackball), y en plataformas de radar rotatorias. Hay dos tipos principales: absoluto e incremental (relativo).
- ✓ **Control:** la palabra control proviene del término francés contrôle y significa comprobación, inspección, fiscalización o intervención. También puede hacer referencia al dominio, mando y preponderancia, o a la regulación sobre un sistema.

## RESUMEN

A través de este trabajo se presenta un modelo de gran importancia para los diseños de módulos de servomotores, el cual va enfocado al estudio de una nueva tecnología en el desarrollo industrial del mercado colombiano. Algunos parámetros pueden variar, de acuerdo a la potencia instalada, o el nivel de tensión, al aula donde se va a instalar entre otros.

En general beneficiara a toda la comunidad Pascualina, de los buenos cálculos y diseños eléctricos dependerá el buen funcionamiento y durabilidad de los equipos que se encuentren conectados en este, además de ello también depende que las protecciones respondan efectivamente ante eventuales sobrecargas, bien sea de tipo natural (descargas atmosféricas) o electromecánico, que reaccionen a los aumentos desproporcionados e inadvertidos de las cargas (aumento de carga mecánica). Todos estos cálculos serán aplicados al diseño del módulo.

Con los conocimientos adquiridos en la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, con la orientación del tutor asignado, sería lógico afirmar que es un diseño económico sin que la institución tenga que acudir a personal profesional externo en este campo de los diseños de módulos servomotorizados.

Con este diseño se pretende cumplir con todos los parámetros de seguridad para las personas, los bienes y la naturaleza, el área y el diseño será de gran utilidad para futuros ingenieros que quieran profundizar más en el campo del diseño. El modulo propuesto utilizaría tecnología de punta del mejor fabricante de servomotores en la industria para proveer el mejor desempeño, con el mejor costo y con una muy eficiente y rápida configuración.

El diseño del módulo se desarrolló mediante un software de cálculo especializado (SigmaSize) que tiene en cuenta velocidad, torque máximo, continuidad de torque, RMS de

torque, comparación de inercia, y capacidad de regeneración como factores más importantes, y como factores secundarios costo, confiabilidad, disponibilidad en el mercado colombiano, resolución requerido del encoder, compatibilidad del control de movimiento, tamaños limitantes y potencia requerida

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge ante la necesidad de ampliar la infraestructura de los laboratorios de la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO; la institución ha venido desempeñando un papel fundamental en la calidad de la educación superior; el cual incentiva cada vez más el interés de nuevos aspirantes a ingresar a realizar su carrera técnica, tecnológica y profesional en la universidad; tomando decisiones con miras a la ampliación de nuevas aulas, laboratorios y oficinas con el fin de suplir necesidades y poder prestar un mejor servicio a los estudiantes que se derivan de las distintas áreas (ingenierías, pregrado, especializaciones).

Se diseña un módulo servomotor con control análogo para ser implementado en la institución; este servirá para la realización de prácticas dentro de los laboratorios de la institución, para afianzar los conocimientos de los estudiantes en la parte práctica direccionado hacia la industria.

Para la emplear los módulos se debe tener en cuenta inicialmente el nivel de tensión, la potencia a instalar.

Uno de los factores esenciales del módulo es facilitar una herramienta para adquirir conocimientos de diseño y programación de equipos servomotorizados, y proveer de este en una solución atractiva en cuanto a productividad en la industria.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. SERVOMOTOR

El servomotor, contrario a los motores hidráulicos, consume energía sólo al realizar la tarea programada. La maquinaria con servomotores tiene tiempos de posicionamiento menores, debido a que el torque del servomotor, puede funcionar 350 por ciento más rápido que su valor nominal (preestablecido), para alcanzar la velocidad de posicionamiento de la máquina en menor tiempo. Esto hace que pueda tener más arranques/pares por minuto; lo que se deriva en mayor productividad. En la industria, empieza a evidenciarse un auge importante en la utilización de servomotores en máquinas que normalmente trabajan con componentes mecánicos e hidráulicos, no porque estos últimos sean de menor calidad o no cumplan con lo requerido, sino porque los servomotores poseen características de adaptabilidad y flexibilidad mayores. Los servomotores pueden ser utilizados en diversas aplicaciones industriales que requieran de una exigencia elevada en dinámica, precisión de posicionamiento y velocidad, además, de un control confiable y funcionalmente fácil de manejar; factores determinantes para aumentar calidad, competitividad y productividad. (Metalactual)

El reciente auge no quiere decir que los avances con servomotores sean de hace poco, porque a nivel internacional, hay empresas que hace más de una década realizan desarrollos en el campo, para perfeccionarlos y aplicarlos a máquinas que son fundamentales para la productividad de variados sectores industriales, reemplazando la fuerza principal de estas, generada por componentes mecánicos o hidráulicos, con servomotores robustos capaces de generar la misma potencia. El Servomotor; en su definición más básica, es un motor que puede

ser controlado en su velocidad de funcionamiento y en la posición dentro de un rango de operación para ejecutar la actividad requerida. Este control es realizado mediante un dispositivo llamado encoder, que mediante una señal electrónicamente codificada, indica las acciones de velocidad y movimiento a ejecutar. El servomotor es instalado en un equipo o máquina, para permitir que esta tenga control de la posición, dirección y velocidad de una carga o herramienta, mediante su utilización. De hecho, la palabra servo viene de siervo, que básicamente quiere decir que puede cumplir cualquier función que le sea programada desde un control maestro, teniendo siempre el mando de la posición en la que se encuentra. Otras partes del equipo incluyen la fuente de energía y un controlador de movimiento programable o posicionador, que trabajan juntos para desarrollar de forma precisa las tareas o trabajos de la aplicación. Los primeros servomotores utilizaban un sistema de funcionamiento con corriente continua (DC), en la que los electrones generadores de corriente se mueven en un solo sentido: del polo negativo al polo positivo, la energía necesaria para el movimiento es mínima y puede generarse con pilas y baterías, por lo que los voltajes requeridos son pequeños. En la actualidad, los servomotores utilizados son de corriente alterna (AC), en estos los electrones cambian de sentido en todo momento (alternan), realizando la transformación de energía mecánica en eléctrica. Este tipo de servomotores admite voltajes más altos, por lo que son ideales para las potencias requeridas por las máquinas al momento de desempeñar el proceso solicitado. Continuando con el funcionamiento interno, las máquinas actuales, que cuentan con esta tecnología, pueden venir con el servomotor eléctrico totalmente o un sistema denominado "híbrido", que consiste en la combinación de un servomotor eléctrico y uno hidráulico funcionando conjuntamente, la cual consume 70 por ciento menos fluidos hidráulicos que los sistemas tradicionales de este tipo. El sistema eléctrico basa su funcionamiento en, como su nombre lo indica, corriente eléctrica;

mientras que el servomotor hidráulico realiza sus movimientos gracias a el aceite, que es el que genera la potencia, al mover los pistones ubicados estratégicamente. (Metalactual)

Los servomotores son equipos que en el periodo de la inversión y adquisición puede ser un poco costosa, pero rápidamente debido a su eficiencia pueden llegar a ser demasiado notables sus retribuciones económicas. Los servomotores tienen variedad de aplicaciones en la industria, como por ejemplo empaque, robótica, automatización, entre otros. Esta nueva tecnología maneja alta precisión en sus procesos, máximo torque, bajos consumos de energía eléctrica, menor costo de mantenimiento y rentabilidad a nivel económico. (Yascawa)

Los servos son elementos eficientes y compactos, debido a menor tamaño, su mayor capacidad, entre otros. Su disponibilidad en el mercado se encuentra hoy en día un poco limitada, por sus altos costos de adquisición. Como son dispositivos que apenas están siendo comercializados y empezando a ser reconocidos. Los precios iniciales exigen grandes inversiones para la modificación del proceso al que van a ser adaptados. (Yascawa)

## 1.2 PARTES DEL SERVOMOTOR

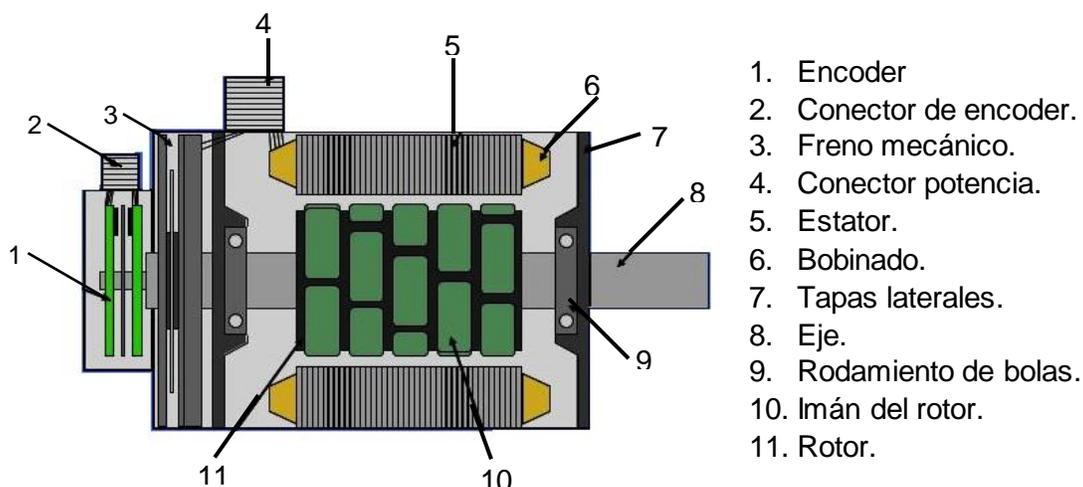


Figura 1: Partes del servomotor.(Yascawa)

### 1.3 FUNCIONAMIENTO DEL SERVOMOTOR

El sistema servo se comunica mediante pulsos eléctricos a través de un circuito de control para determinar el ángulo de posición del motor, “el servo espera recibir un pulso cada 20 milisegundos (0.02 segundos). La longitud del pulso determinará los giros de motor; un pulso de 1.5 ms., por ejemplo, hará que el motor vaya a una posición de 90 grados (posición neutra). Si el pulso es menor de 1.5 ms., entonces el motor se acercará a los 0 grados. Si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se moverá acercándose a los 180 grados. Luego de esto, al interior del controlador de movimiento o posicionador está un programa que tiene la capacidad de completar la tarea de una aplicación específica; el cual monitorea la posición del motor y comunica al accionamiento servocontrolado la necesidad de mover el servomotor hacia la posición deseada o comandada. Dicho accionamiento aplica la cantidad de potencia necesaria sobre el motor para de esa forma mover la carga. En caso que el funcionamiento del motor no sea adecuado, en cuanto a velocidad, el dispositivo de retroalimentación alerta al control de la situación, que genera y ejerce: más potencia sobre el motor hasta obtener la velocidad ideal para la acción realizada; si la velocidad es muy alta al principio, ocurrirá lo inverso. La cantidad de voltaje aplicado al servomotor es proporcional a la distancia que éste necesita desplazarse. En este caso, si el eje requiere regresar una distancia amplia, el motor regresará a máxima velocidad, si sólo requiere regresar un pequeño trayecto, el motor correrá a velocidad lenta. A esto se le llama control proporcional, por lo que emplea la energía necesaria sin desperdicios. Los servomotores brindan una capacidad de sobrecarga de trabajo de entre 300 y 400 por ciento más, lo que quiere decir que puede trabajar tres veces más rápido y potente que su velocidad y torque nominal –valor

constante al que puede trabajar el motor—, sin que sufra daño alguno. Además, requieren menor mantenimiento porque es electrónico; a falta de fricción entre los elementos el deterioro es bajo.

El hecho de que el tamaño de los servomotores sea más reducido no incide en su potencia, puesto que, precisamente, una característica importante de estos equipos es la capacidad de torque que tienen con una estructura física reducida, lo que implica un menor peso (entre 40 y 50 por ciento más livianos que los hidráulicos, dependiendo la aplicación). En fuerza y potencia, los servomotores igualan a los motores mecánicos e hidráulicos, puesto que tienen variadas posibilidades. Gracias a estas habilidades, los servos se usan en aplicaciones como corte, impresión, etiquetado, empacado, manipulación de alimentos, robótica y automatización de fábricas. Las especificaciones del diseño también incluyen: reversa rápida, auto ajuste y funciones programables para que el servo ejecute tareas específicas. En el mercado existen máquinas como plegadoras, punzonadoras, prensas, entre otras, que mediante el uso de un servomotor eléctrico ejercen su fuerza principal de trabajo, optimizando tareas y labores en pro de una producción rentable. (Metalactual).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. DISEÑO ELÉCTRICO MODULO SERVOMOTOR

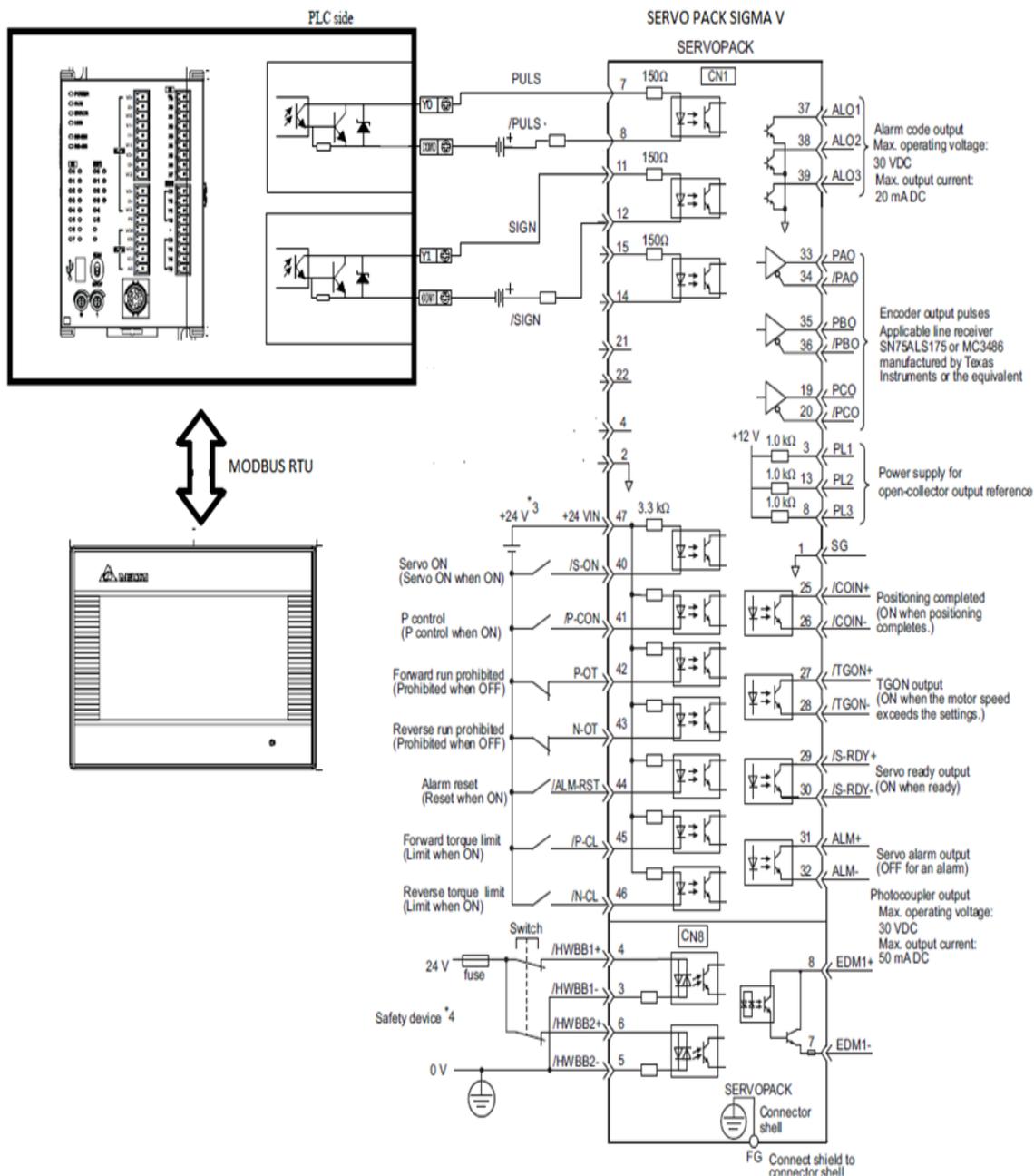


Figura 2: Control de posición de velocidad por tren de pulsos y dirección. (Yaskawa)



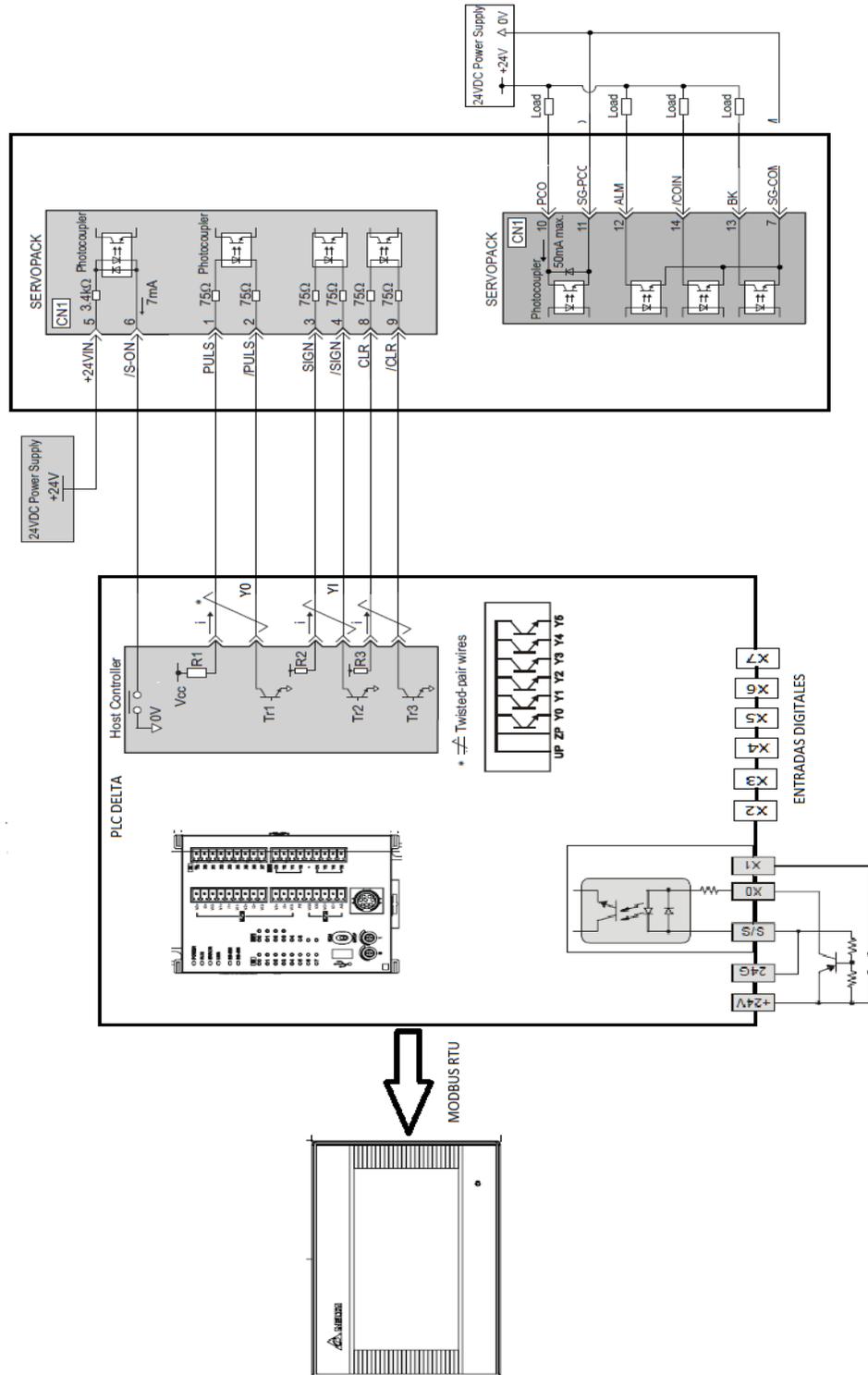


Figura 4: Control de velocidad por tren de pulsos y dirección servo Jumma. (Yascawa)



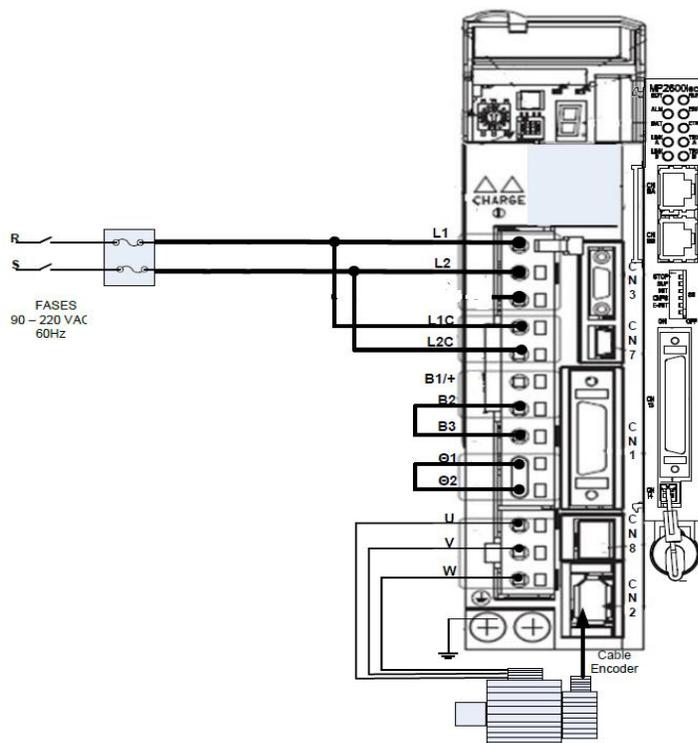


Figura 6: Conexión de potencia MP2600. (Yascawa)

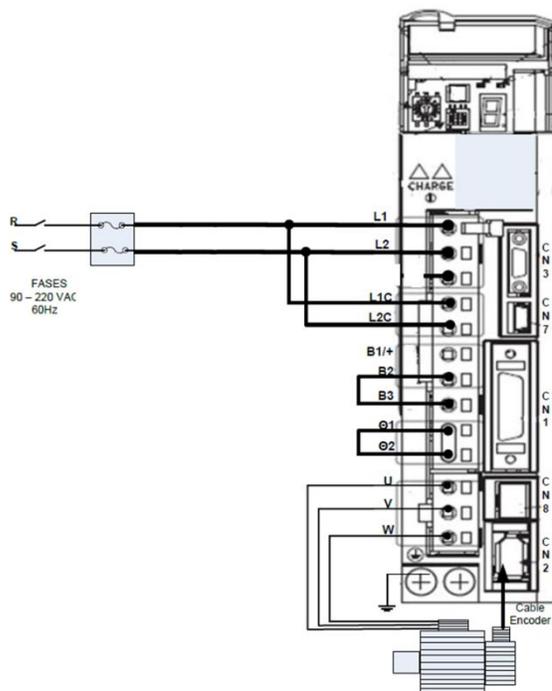


Figura 7: Conexión de potencia SIGMA 5. (Yascawa)

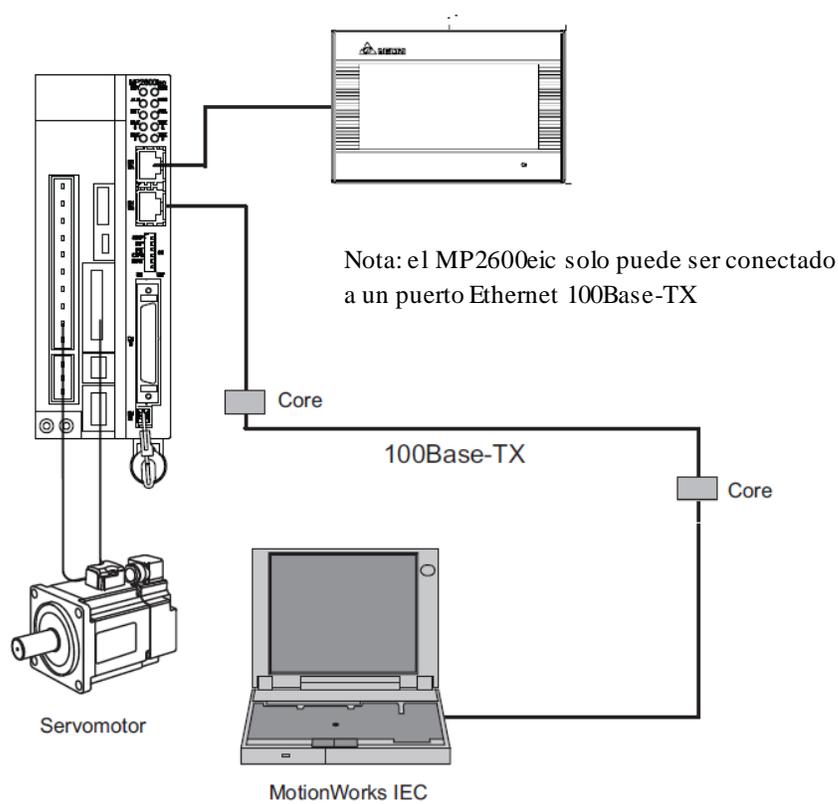


Figura 8: SIGMA 5 con MP2600iec. (Yascawa)

## 2.2 Entradas digitales

Las entradas digitales son a 24VDC y son de lógica NPN.

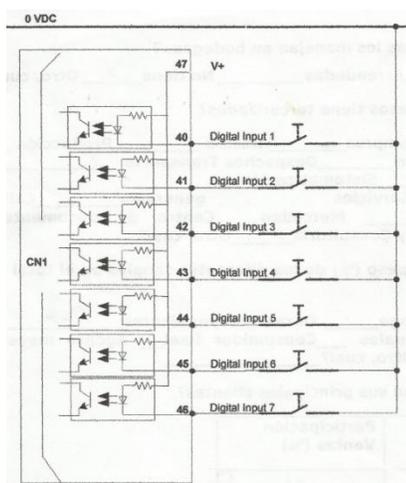


Figura 9: Entradas digitales. (Yascawa)

Tabla 1. Terminales de las entradas digitales. (Yascawa)

Entrada	Terminal	Nombre	Descripción
1	40	/S-ON	Servo On
2	41	/P-CON	P control
3	42	P-OT	Movimiento hacia adelante prohibido
4	43	N-OT	Movimiento en reversa prohibido
5	44	/ALM-RST	Reseteo de alarma
6	45	/P-CL	Torque limite en sentido positivo
7	46	/N-CL	Torque limite en reversa
V+	47	VCC	24 VDC

### 2.3 Salidas digitales

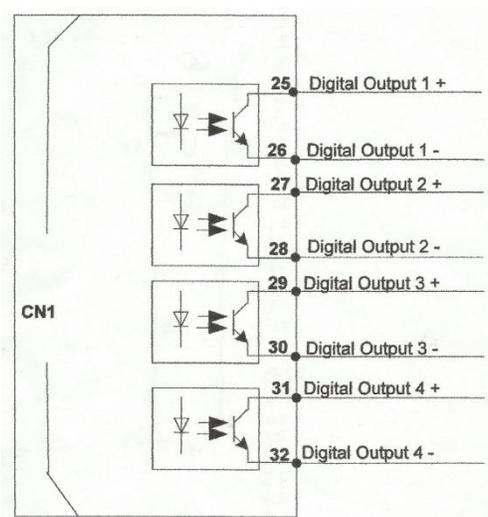


Figura 10: Salidas digitales. (Yascawa)

Tabla 2. Terminales de las salidas digitales. (Yascawa)

Entrada	Terminal	Nombre	Descripción
1	25	/VLT+	Salida de límite de velocidad.
	26	/VLT-	
2	27	/TGON+	Salida de activa cuando la velocidad excede el parámetro fijado.
	28	/TGON-	
3	29	/S-RDY+	Servo listo para trabajar.
	30	/S-RDY-	
4	31	ALM+	Alarma de servo.
	32	ALM-	

## 2.4 Entradas para control por tren de pulsos

- ✓ **Fuente externa:** Tener en cuenta según el voltaje a utilizar colocar la resistencia (R1) de limitación de corriente adecuada.

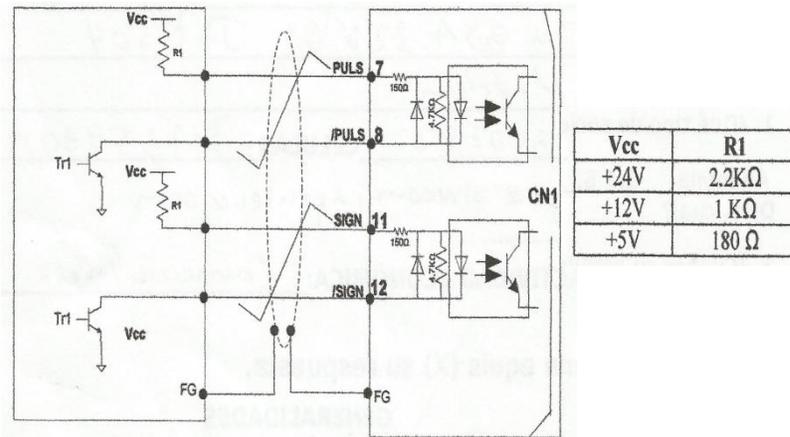


Figura 11: Open-Collector Output fuente externa (Yascawa)

- ✓ **Con fuente interna:** para esta conexión la salida del PLC tiene que ser por transistor o por contacto seco.

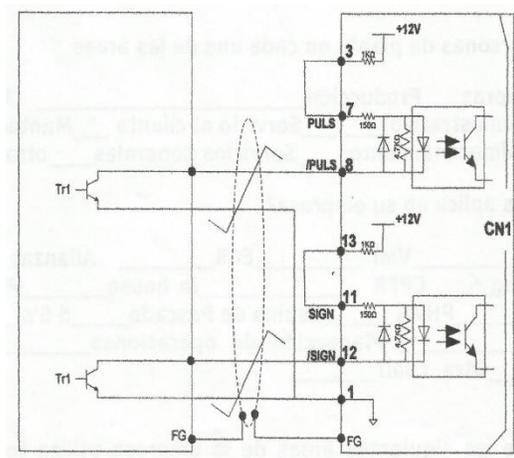


Figura 12: Open-Collector Output fuente interna (Yascawa)

## 2.5 Parámetros de configuración

Tabla 3. Parámetros de configuración. (Yaskawa)

Parámetro	Valor	Descripción
Pn000.1=1	Modo de control	Se configura para que el Sigma 5 trabaje con pulsos.
Pn200.0=1	Tipo de pulsos	Se trabajara con pulso o bit de dirección.
Pn200.3=1	Filtro pulsos	El valor en 1 es para trabajar salidas de pulsos por transistor de colector abierto.
Pn20E=1048576	Resolución encoder	Resolución del encoder del servomotor
Pn210=300	# pulsos por vueltas	En este ejemplo por 300 pulsos el servo daría una vuelta.
Pn50A.1=0 o 7	Servo On	Si se coloca el valor 0 el servo-On se trabajaría por la entrada digital #1 (terminal 40), si no hay que forzar esta función colocando el Pn50A.1=7.
Pn50A.3=8	POT	Hay que desactivar el final de carrera positivo.
Pn50B.0=8	NOT	Hay que desactivar el final de carrera negativo.

Notas:

- ✓ Si se desea cambiar el número de pulsos por una revolución del servomotor, la división entre el parámetro Pn20E / Pn210 debe estar en el rango:  $0.001 < Pn20E/Pn210 < 4000$ .
- ✓ Si se desea otro tipo de pulsos a usar como CW/CCW o fase A/B, el Pn200.0, se debe situar según la elección que se quiere.

## 2.6 Modulo terminado.

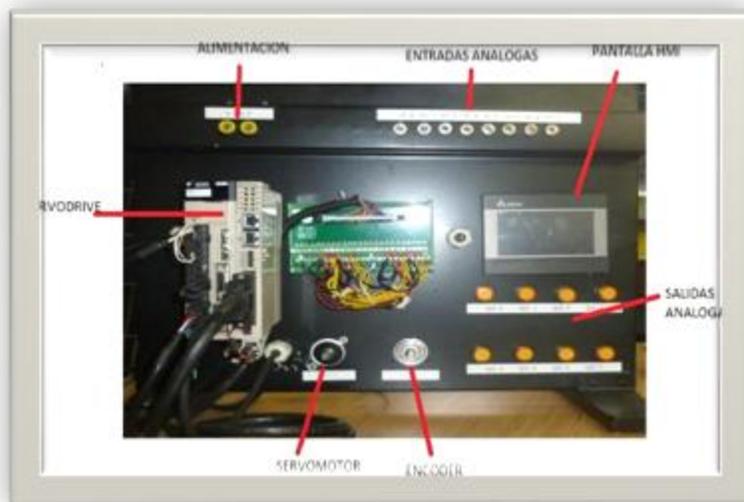


Figura 13. Modulo servomotor implementado parte frontal.



Figura 14. Modulo servomotor implementado parte trasera.

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La maquinaria con servomotores tiene tiempos de posicionamiento menores, debido a que el torque, del servomotor, puede funcionar 350 por ciento más rápido que su valor nominal (preestablecido), para alcanzar la velocidad de posicionamiento de la máquina en menor tiempo. Esto hace que pueda tener más arranques/pares por minuto; lo que se deriva en mayor productividad.

Los servomotores pueden ser utilizados en diversas aplicaciones industriales que requieran de una exigencia elevada en dinámica, precisión de posicionamiento y velocidad, además, de un control confiable y funcionalmente fácil de manejar; factores determinantes para aumentar calidad, competitividad y productividad.

Es pertinente explicar entonces que un servomotor; en su definición más básica, es un motor que puede ser controlado en su velocidad de funcionamiento y en la posición dentro de un rango de operación para ejecutar la actividad requerida. Este control es realizado mediante un

dispositivo llamado encoder, que mediante una señal electrónicamente codificada, indica las acciones de velocidad y movimiento a ejecutar. El servomotor es instalado en un equipo o máquina, para permitir que esta tenga control de la posición, dirección y velocidad de una carga o herramienta, mediante su utilización.

En la actualidad, los servomotores utilizados son de corriente alterna. Este tipo de servomotores admite voltajes más altos, por lo que son ideales para las potencias requeridas por las máquinas al momento de desempeñar el proceso solicitado.

El sistema servo se comunica mediante pulsos eléctricos a través de un circuito de control para determinar el ángulo de posición del motor, “el servo espera recibir un pulso cada 20 milisegundos (0.02 segundos). La longitud del pulso determinará los giros de motor; un pulso de 1.5 ms., por ejemplo, hará que el motor vaya a una posición de 90 grados (posición neutra). Si el pulso es menor de 1.5 ms., entonces el motor se acercará a los 0 grados. Si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se moverá acercándose a los 180 grados. (Sepúlveda lozano).

El control del servomotor se puede realizar mediante un servodriver el cual trabaja en lazo cerrado, o mediante una tarjeta posicionadora colocada en un PLC, entonces se trabaja en lazo abierto.

El tiempo, o la frecuencia, del pulso determinan la posición del servo. Cada servo tiene su propia gama de frecuencias, dado por el fabricante en la ficha técnica. La figura 15 muestra los valores en 1 y 2 ms. (Ramos, 2012)

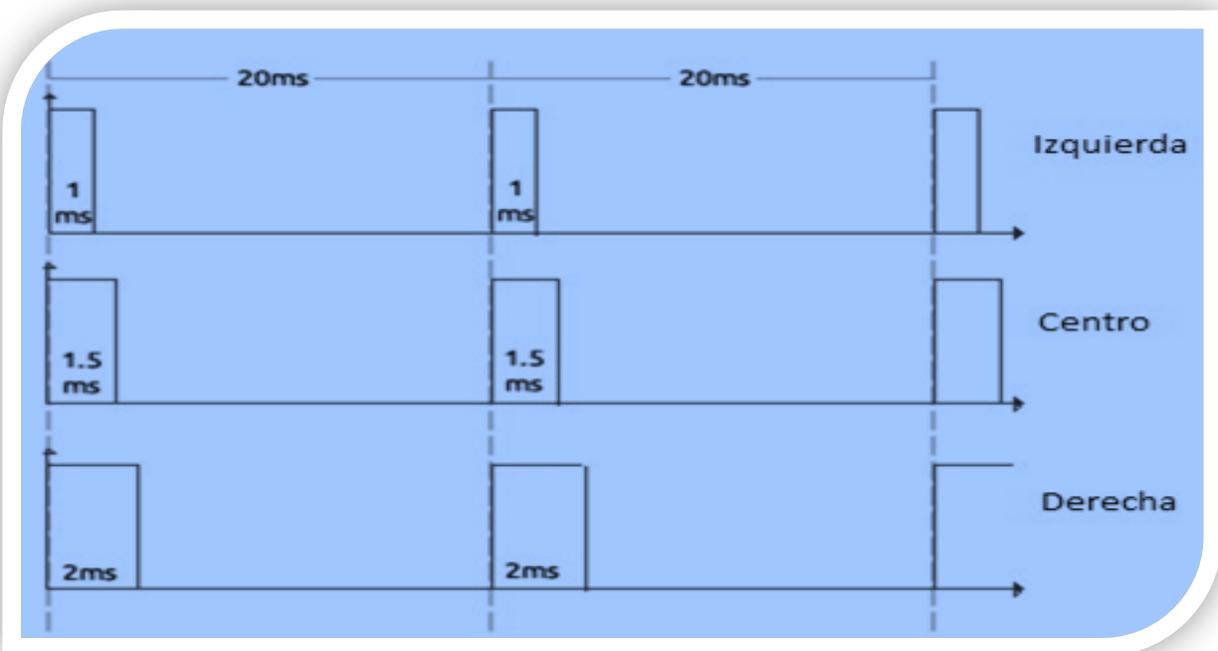


Figura 15. Posición del Servomotor (Ramos, 2012)

Mediante el control del ancho de pulso (PWM) podemos obtener en el servomotor distintos ciclos de trabajo para una misma frecuencia como se muestra en la figura 16.

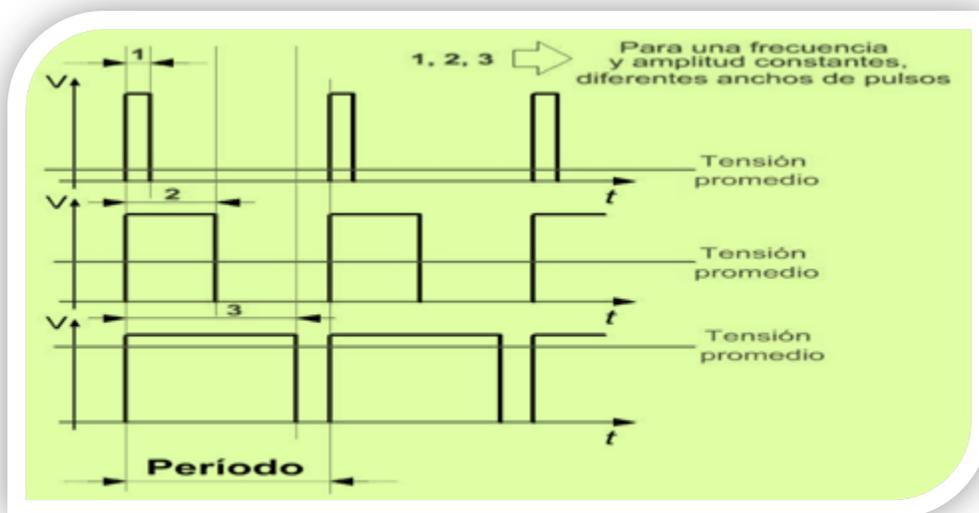


Figura 16. Control de ancho de pulso (PWM) (Ramos, 2012)

Los servomotores se diseñan para brindar un tamaño optimizado de torque por conjunto y mejorar la relación entre par fuerza e inercia. Presentan características lineales y capacidad máxima de sobrecarga de 200 a 400% como se muestra en la figura 62, además de las propiedades de diseño enumeradas ofrecen la mayor rapidez de aceleración y posicionamiento.

Los servos ofrecen arranques y paradas rápidas así como un posicionamiento exacto. (Mazurkiewicz, 2004).

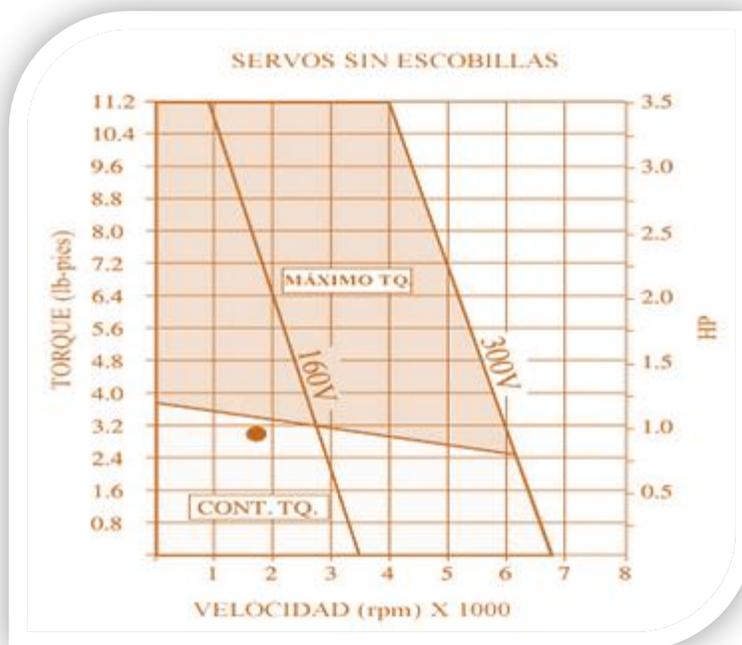


Figura 17. Características de velocidad vs torque (Mazurkiewicz, 2004).

La tecnología de servo sin escobillas incluye asimismo una mayor capacidad en velocidades, torques máximos más altos en un conjunto más pequeño, inercias mucho menores (y, por consiguiente, una capacidad de aceleración más rápida) y, desde luego, una duración prolongada y confiable, libre de mantenimiento en sus aplicaciones. Por este motivo se utilizan

en robótica, embalajes, ensambles electrónicos, equipos de de los servomotores.

semiconductores, textiles, corte, impresión, etiquetas y muchas otras aplicaciones

En la figura 18 se ilustra la relación entre tiempo y velocidad correspondiente a las tecnologías de vectores y servos. Al utilizar servomotores los equipos de manufactura se benefician de un aumento en su rendimiento. Por ejemplo, en el tiempo que tarda un motor vectorial característico de ½ HP para producir una pieza un servo CD produce 3 piezas, mientras que un servomotor estándar inercial sin escobillas produce 6 piezas y un servo de inercia baja sin escobillas produce 40 piezas (este último caso no aparece ilustrado). El servomotor, debido a su tasa de respuesta más ágil, logra un posicionamiento más rápido y produce un mayor número de piezas por hora, por lo cual alcanza niveles de productividad más elevados esto se refleja directamente en los resultados financieros finales. (Mazurkiewicz, 2004).

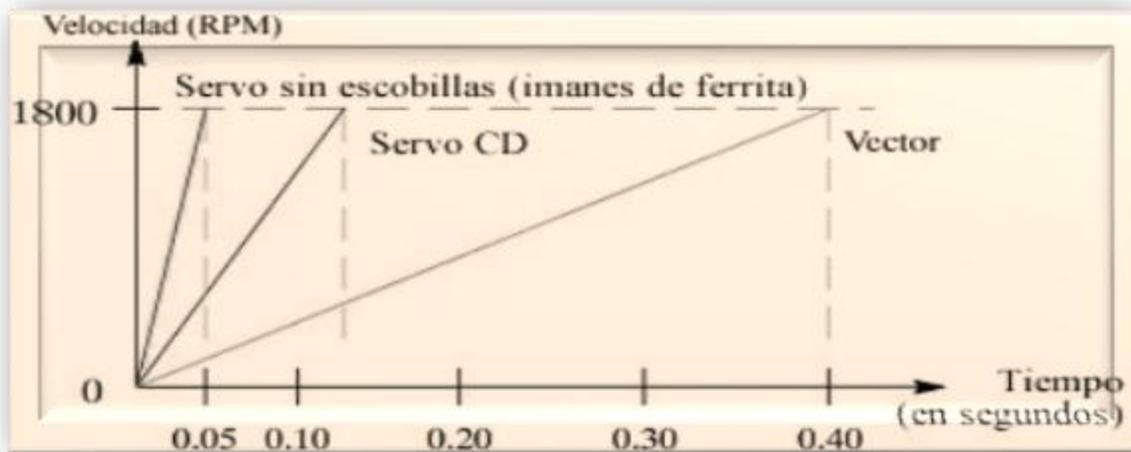


Figura 18. Relación tiempo velocidad (Mazurkiewicz, 2004)

En cualquiera que sea la aplicación el diseñador debe saber qué es lo que se pretende impulsar, movilizar y posicionar. En otras palabras, tiene que analizar bien la carga. Y esto cobra

especial importancia en las aplicaciones que exigen un gran número de arranques y paradas. El diseñador debe comparar la carga y la inercia del motor, ya que esta proporción afecta la respuesta de la máquina, así como la resonancia y la potencia correspondientes.

Al aumentarse la relación entre la inercia de la carga y la inercia del motor, se tienden a producir oscilaciones y, por tanto, se prolonga el tiempo necesario para que la carga se asiente, como se puede observar en la figura 15. Para evitar las oscilaciones, se debe reducir la ganancia o respuesta del control. Sin embargo esto extiende, de todas maneras, el tiempo de asentamiento e implica una operación de posicionamiento más lenta. (Mazurkiewicz, 2004).

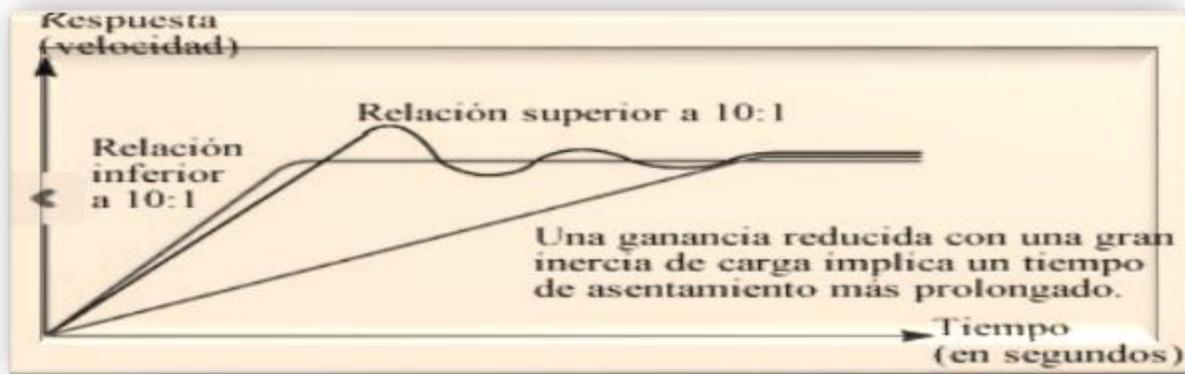


Figura 19. Relación inercia de carga/motor. (Mazurkiewicz, 2004)

## CONCLUSIONES

La metodología expuesta es independiente de la curva de la carga requerida por el receptor y de los parámetros específicos del servomotor, permitiendo recolectar la información contenida en diversos catálogos de actuadores, y en particular la energía cinética y la potencia transitoria de cada motor.

Se ha estudiado una aplicación industrial concreta mediante la aplicación del procedimiento descrito, seleccionando un servomotor acorde con los requerimientos del sistema y un husillo de bolas comercial para la transmisión. A modo de sugerencia final, se propone analizar casos prácticos que incluyan leyes de movimiento triangular y diferentes configuraciones de movimiento trapezoidal

El servomotor es un actuador mecánico en cualquier sistema de servomecanismo que tiene por objeto llevar al sistema a una lectura cero reduciendo a cero la señal de error, y existen dos tipos de servomotores, de corriente directa y de corriente alterna.

Sus características fundamentales para DC y CA son dos, la primera radica en que el par de salida del motor sea aproximadamente proporcional a su voltaje de control aplicado.

Y la segunda se basa en el hecho de que la dirección del par éste determinada por la polaridad instantánea del voltaje de control.

## RECOMENDACIONES

Mejorar la parte de seguridad industrial, con respecto al sistema de puesta a tierra de los módulos para evitar posibles lesiones a las personas y daños en los equipos.

Los equipos empleados en la implementación de los módulos servomotores son de última tecnología, por lo que se requiere un especial cuidado para poder aprovechar al máximo su versatilidad y eficiencia en el desarrollo de prácticas futuras.

Es de mucha importancia que la Institución Universitaria Pascual Bravo enfoque a sus estudiantes de ingeniería eléctrica, electrónica y afines en la implementación de nuevas ideas que permitan el mejoramiento continuo de los módulos servomotores.

Se deben desarrollar proyectos que permitan que en los módulos servomotores se ejecuten comandos con entradas y salidas digitales.

## BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).Carletty, E. J. (2007). Motores paso a paso. Robots Argentina , 31-32-33.

Cobo, R. (s.f). SERVOMOTORES. Recuperado el 25 de 11 de 2014, de ABC DE LA AUTOMATIZACIÓN:

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/Servomotores.pdf>

Mazurkiewicz, J. (12 de 2004). Mejores sus procesos. Recuperado el 09 de 12 de 3014, de elempaque.com: <http://www.elempaque.com/temas/mejores-procesos-de-manufacturas>

Ramos, C. A. (20 de 12 de 2012). Control de servomotores con PWM.

Recuperado el 09 de 12 de 2014, de <http://www.codeproject.com>:

<http://www.codeproject.com/Article/513169/servomotor-control-with-PWM-andVHDL>

Sepúlveda lozano, C. E. (s.f). Maquinaria . Metal Actual , 34-35.

Servomecanismo. (03 de 04 de 2014). Recuperado el 25 de 11 de 2014, de WIKIPEDIA La enciclopedia libre: <http://es.wikipedia.org/wiki/Servomecanismo>

Servomotor. (14 de 02 de 2013). Recuperado el 25 de 11 de 2014, de YASKAWA:

<https://www.yaskawa.com/>

Voss, W. (2007). Una guía comprensible para Servo Motor Dimensionamiento.

Recuperado el 26 de 11 de 2014, de Copperhil Technologies Corporation:

<http://www.copperhilltech.com>