

**CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL PARQUEADERO DE CASCOS DEL
LABORATORIO DE MECÁNICA**

**LEIDER ANDRÉS MEZA URIBE
JUAN GUILLERMO TORO GALEANO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2020**

**CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL PARQUEADERO DE CASCOS DEL
LABORATORIO DE MECÁNICA**

**LEIDER ANDRÉS MEZA URIBE
JUAN GUILLERMO TORO GALEANO**

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Eléctrica

Asesor Técnico:

**Carlos Mario Moreno Paniagua
Ingeniero eléctrico**

Asesor Metodológico:

**Gustavo Adolfo Tobón Pereira
Sicólogo**

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

2020

Contenido

1.	Planteamiento del problema	10
1.1	Descripción	10
1.2	Formulación	10
2.	Justificación	11
3.	Objetivos.....	12
3.1	Objetivo general.....	12
3.2	Objetivos específicos	12
4.	Referentes teóricos	13
4.1	Antecedentes	13
4.2	Parqueadero de cascos	14
4.3	Software de simulación.....	15
4.4	Autómata programable.....	17
4.5	Tablero de control	17
4.6	Dispositivos de maniobra.....	18
4.6.1	Sensores inductivos.	¡Error! Marcador no definido.
4.6.2	Motor de DC.....	19
4.6.3	Relés.	20
4.6.4	Lector RFID.....	21
4.6.5	Finales de carrera.	22
5.	Metodología.....	23
5.1	Tipo de proyecto	23
5.2	Método	23
5.3	Instrumentos de recolección de información.	23
5.3.1.	Fuentes primarias.....	24
6.	Resultados.....	25
7.	Conclusiones.....	39

8. Recomendaciones40

9. Bibliografía.....41

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Estructura de parqueadero de cascos.....	15
Figura 2. Star y stop motor	16
Figura 3. Start y stop control caja negra.....	16
Figura 4. Start y stop control estado.....	17
Figura 5. Sensores inductivos.....	19
Figura 6. Motor DC	20
Figura 7. Funcionamiento de un relé.....	21
Figura 8. Funcionamiento de un lector RFID.....	21
Figura 9. Funcionamiento de finales de carrera	22
Figura 10. Ubicación de los dispositivos.....	25
Figura 11. Dispositivo de almacenamiento	26
Figura 12. Ubicación final de carrera	27
Figura 13. Plano de conexión.....	28
Figura 14. Sentido de giro del motor.....	28
Figura 15. Sensores inductivos.....	30
Figura 16. Conexión de finales de carrera.....	31
Figura 17. Sensor magnético	32
Figura 18. Diseño de entradas y salidas	33
Figura 19. Rutina de guardar y retirar un casco	33
Figura 20. Características del autómatas.....	34
Figura 21. Conexión RFID.....	35
Figura 22. Conexiones Tablero	36
Figura 23. Lectura RFID	37

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1	30

Resumen

CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL PARQUEADERO DE CASCOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA

**LEIDER ANDRÉS MEZA URIBE
JUAN GUILLERMO TORO GALEANO**

El propósito de la investigación es la implementación de un control automático para el parqueadero de cascos del laboratorio de mecánica de la Institución Universitaria Pascual bravo. A partir de una estructura existente se interviene utilizando las bases de control automático para dar finalidad a un sistema automatizado de almacenaje de cascos de motocicletas. Se logra diseñar un lenguaje de programación en el programa de control Mgdmod, Todo para que el estudiante por medio de su carnet estudiantil de tecnología RFID pueda acceder a este servicio, Esta tecnología es implementada en varios servicios como bibliotecas o servicios de parqueadero, es la misma tecnología la cual se puede acceder a la universidad y a su vez tomar el metro. El control cuenta con manejo de variables de posicionamiento por medio de sensores inductivos, movimiento de un motor y actuador.

Palabras claves: Control industrial, lector RFID, Programación, Sensor inductivo, Motor DC, Casco, Parqueadero, Automatización.

Abstract

The purpose of the research is the implementation of an automatic control for the parking lot of helmets in the mechanics laboratory of the Pascual Bravo University Institution. From an existing structure, it is intervened using automatic control bases to give a purpose to an automated motorcycle helmet storage system. It is possible to design a programming language in the Mgdmod control program, Everything so that the student through their RFID technology student card can access this service, This technology is implemented in various services such as libraries or parking services, it is the same technology which can be accessed at the university and in turn take the subway. The control has management of positioning variables by means of inductive sensors, movement of a motor and actuator.

Keywords: Industrial control, RFID reader, Programming, Inductive Sensor, DC Motor, Helmet, Parking, Automation.

Introducción

La cuarta revolución industrial presenta un auge en la automatización de procesos, no solamente industriales o en transporte sino también en la educación, en el presente trabajo se desarrolla uno de los procesos de diseño automático de un prototipo de parqueadero de cascos para la estructura ya construida en el laboratorio de mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo a su vez el objetivo es la descripción de la implementación de un sistema de control para este prototipo.

La primera parte de este trabajo presenta la formulación y justificación de este proceso generando a su vez una solución que se desea llevar a cabo durante los siguientes meses, no obstante, es un proceso colaborativo con otros estudiantes de mecánica y diseño gráfico de la presente institución, que ejecutarán otras partes del prototipo.

La tarea principal es diseñar una programación para un PLC que se adapte a una estructura ya construida en el laboratorio de mecánica y que a su vez incluya tecnología RFID.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

En el laboratorio de mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo presenta un alto flujo de estudiantes que cuentan con un medio de transporte el cual en su mayoría son motocicletas, cada uno ingresa al laboratorio con uno o dos cascos que al no encontrar un lugar para su debido almacenamiento mientras hacen uso de las máquinas, los dejan encima de los casilleros ya que el espacio de estos no es suficiente para un casco de motocicleta, esta situación con lleva que se ocasionen robos y pérdidas, esto genera que la institución tenga que pagar estas pérdidas y que en los estudiantes pueda surgir desconfianza en traer su motocicleta porque no tienen donde guardar sus cascos.

Los estudiantes de este laboratorio empezaron desde el 2018 la construcción de una estructura metálica donde los estudiantes de mecánica emplearon mediciones de tamaño y resistencia de los materiales para su correcto funcionamiento, a su vez se tiene previsto que estudiantes de diseño gráfico desarrollen la estructura exterior para en un futuro poder instalarse un parqueadero de cascos.

1.2 Formulación

¿La alternativa tecnológica del programa Mgdmod y asociando los conocimientos en control industrial pueden encontrar la solución para diseñar un control automático para la estructura existente del parqueadero de cascos del laboratorio de Mecánica?

2. Justificación

En la actualidad, La Institución Universitaria Pascual Bravo ha creado varias alternativas para mejorar el bienestar del estudiante de la mano de las innovaciones tecnológicas, por el cual uniendo varias facultades de la institución se propuso a crear un parqueadero de cascos de implementación para implementarlo en el laboratorio de mecánica, pero en el proceso de crearlo se ha dado cuenta que necesita un sistema de control para su manejo ya que sin este no será automático, y ha optado por pedir ayuda algunos estudiantes de la tecnología eléctrica que con sus conocimientos en control y PLC se plantean un sistema de control automatizado con ayuda de un dispositivo programable que pueda realizar la actividad de entrega automática de cascos por medio del carnet estudiantil.

Este proyecto se crea por el motivo que los estudiantes en el laboratorio no tengan cosas innecesarias en el área de trabajo y así evitar accidentes, también para que tengan más comodidad al momento de estar realizando las actividades de laboratorio y por normativas de seguridad establecidas por la institución en el momento de entrar a los laboratorios.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar un control automático de cascos de moto para el laboratorio de mecánica.

3.2 Objetivos específicos

Diseñar una instrumentación para el cableado del parqueadero automático basándonos en la estructura existente.

Diseñar y calcular un tablero eléctrico para la instrumentación y el controlador.

Desarrollar la programación para el sistema de registro y posicionamiento de cascos utilizando tecnología RFID.

Crear un manual de usuario para el mantenimiento del prototipo de grado.

4. Referentes teóricos

4.1 Antecedentes

Los centros de estudios universitarios de la ciudad de Medellín han empezado a crear maneras para solucionar problemas de seguridad y accesibilidad a servicios, como la integración de tarjetas de acceso a las instituciones que a su vez sirven para la integración de la red metro, esta manera es utilizada para identificar a los estudiantes dando simplicidad a procesos, da una nueva puerta a integrar esta tecnología ya existente. A nuevos controles industriales, dando oportunidad acceder a otros servicios internos de la institución donde los estudiantes solo deban utilizar una única tarjeta.

En el laboratorio de mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo hay una población promedio que utiliza este espacio, de esta la mayoría de los universitarios de la institución utilizan un medio de transporte que es la motocicleta, al entrar al laboratorio además de su bolso traerán su casco de motocicleta se encuentra que en los casilleros solo podrá depositar su bolso pero no cabría su casco, no obstante por esta razón algunos lo dejan de los casilleros o los llevan al lugar del laboratorio ocasionando una falta disciplinaria o algún accidente.

Por eso se ha puesto en la tarea la institución de buscar una alternativa para solucionar un dispositivo automático para el almacenamiento de cascos de motocicleta mientras se hace uso del laboratorio de mecánica, actualmente en el laboratorio se encuentra una estructura que los estudiantes han empezado a construir, pero la estructura mecánica no es suficiente, ya que no cuenta con ninguna manera de almacenaje o identificación para satisfacer la necesidad de guardar los cascos se necesita un sistema de control automatizado.

Dado que este sistema cuenta con la posibilidad de adaptación de tarjetas de acceso, y cada estudiante de la institución cuenta con un carnet intransferible y personal, por esto el sistema tendrá seguridad a la hora de guardar diferentes cascos y diferenciarlos entre sí.

Teniendo esta alternativa se pretende diseñar un control automático utilizando el programa Mgdmod pero no se encuentra en nuestras búsquedas un artefacto donde basarnos que realice la tarea de guardar cascos de manera automática y que su entrega o su almacenamiento sea por medio del carné de una institución o tecnología RFID por eso se diseña una rutina de programación de sistemas industriales y se adapta a la necesidad para buscar un diseño apropiado.

4.2 Parqueadero de cascos

En la actualidad no existe un artefacto programable de almacenamiento de objetos y ente caso específico de cascos de motocicleta. no se han escrito sobre este tema en particular, pero tomaremos en referencia un sistema de parqueo automático de carros que se han creado a través del mundo o en nuestra ciudad como el sistema del parqueadero inteligente del Centro comercial Oviedo, entonces sabiendo esto, podremos definir nuestro artefacto como un mecanismo que permite el almacenamiento de cascos de motocicleta en unos casilleros mochilas que por medio de una cadena de moto y un motor hace girar 8 posiciones que pasan por una puerta que se cierra o se abre después de encontrar una posición disponible o encontrada el casco correspondiente.

Funciona por medio de un dispositivo programable PLC que recibe y transmite señales en este caso a un motor que según la posición que se registre por medio de un transductor inductivo para establecer la posición de la cadena y de los casilleros mochila este proceso se activará por medio de un sensor para carnet con tecnología RFID, la estructura se puede evidenciar en el diseño ya implementado por estudiantes de la institución.

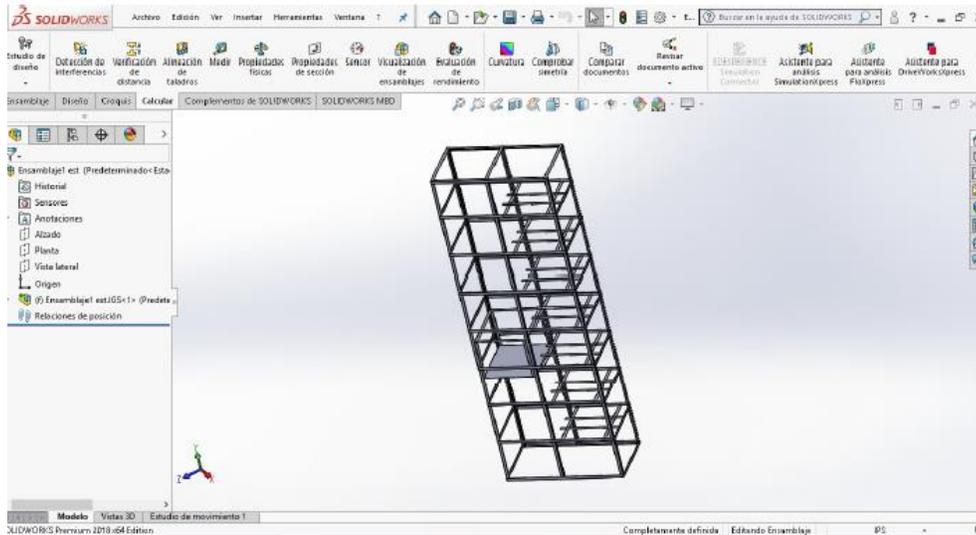


Figura 1. Estructura de parqueadero de cascos

Fuente. Extraído de trabajo de grado estructura de parqueadero de cascos

4.3 Software de simulación

Para diseñar el control automático del parqueadero de cascos se utiliza el software Mgdmod, es un recurso de software destinado a la programación de autómatas programables AMPx. Está basado en el uso de máquinas de estado y código textual en lenguaje C. (Tecvolucion, Tecvolucion , 2020),

Para la programación de este software se necesita variables para su funcionamiento a continuación se nombra que tipo de variables son y cuales son estas variables en el control a diseñar:

Entradas: Son las variables que llevan hacia el controlador, información del estado del proceso que está siendo controlado.

En el diseño actual son: Pulsadores, interruptores, sensores.

Salidas: Son las variables que llevan acciones desde el controlador hacia los actuadores.

En el diseño actual son: Motores y relevos.

Estado: Es un intervalo de tiempo en el cual las salidas del controlador lógico permanecen en un régimen estable.

Transiciones: Cambios de estado suscitados por un evento en las entradas o por el vencimiento de un tiempo.

Maniobras: Son las acciones que se realizan sobre las salidas dentro de los estados.

Condiciones: Son las expresiones que determinan el momento en el cual ocurre una transición.

Están conformadas principalmente por evaluaciones de las entradas y el vencimiento de lapsos de tiempo. (Tecvolucion, Tecvolucion , 2020)

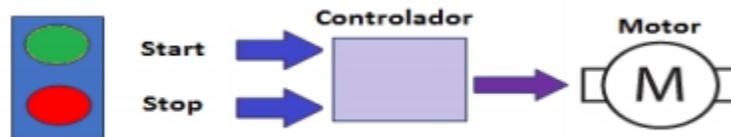


Figura 2. Start y stop motor

Fuente: Extraído de <https://cutt.ly/SgOPzSu>

En el control lógico es muy común encontrar la manera como se enciende y se apaga un motor desde dos puntos en la figura 3 se puede ver como el botón start y stop son entradas que entran en el controlador o caja negra. Y sale una señal de salida al motor, de encendido o apagado y en control binario 1 o un 0.



Figura 3. Start y stop control caja negra

Fuente: Extraído de <https://cutt.ly/SgOPzSu>

Con el software se puede programar lo que pasa dentro la caja negra, cambiando el proceso de estados, y se puede visualizar como en la figura 3.

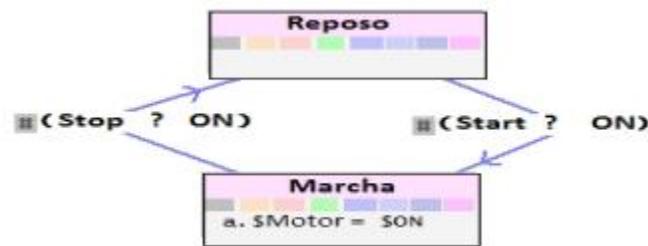


Figura 4. Start y stop control estado
Fuente: Extraído de <https://cutt.ly/SgOPzSu>

Entonces el software permite no solo encender y pagar un motor, permite múltiples tareas para diseñar cualquier tipo control automático, en la figura 3 se puede evidenciar cuando se presiona el botón stop se llega a la tarea de reposo, y cuando se presiona el botón start se activa la tarea marcha, la cual activa el motor en modo On. Lo cual puede significar el encendido de un relé o un contactor.

4.4 Autómata programable

Después de tener el programa ya diseñado en el programa de mgdmod se debe cargar en un autómata programable.

Un autómata programable es una computadora industrial por así decirlo, que permite el manejo de variables de entrada y salida, soporta alto rendimiento, altas temperaturas además de ser de un tamaño relativamente pequeño se utiliza en muchos ámbitos industriales.

Los dispositivos lógico-programables son sistemas que bajo un software manejan y maniobran varios dispositivos desde sensores, motores y demás automatismos utilizados en el control industrial. (Vallejo, 2005)

4.5 Tablero de control

Para el diseño de un control automático se debe tener en cuenta de qué forma se debe interconectar física y que dispositivos se van a utilizar.

Se debe tener en cuenta las protecciones del sistema como breakers y la caída de tensión al utilizar el cableado.

Para calcular el tipo de breaker que se utiliza se debe aplicar una formula eléctrica utilizando la corriente nominal del sistema.

$$I_{breaker} = 1,25 * I_n \quad \text{Ecuación 1}$$

Breaker: según tablas de fabricantes a la corriente más cercana.

In: corriente nominal del sistema.

Al igual que el breaker el tipo de cable se debe calcular la caída de tensión y utilizar el calibre adecuado para el óptimo funcionamiento desde el tablero de control hasta el dispositivo que se conecta.

Se utiliza la tabla de referencia de la NTC 2050 o la del Retie.

4.6 Dispositivos de maniobra

4.6.1 Sensores inductivos. Uno de los principales dispositivos de maniobra que se tienen en cuenta en un control automático son los sensores, un tipo particular son los sensores inductivos. El cual en el proyecto los utilizaremos para el posicionamiento de la cadena y saber que maniobra debe hacer en el proceso de guardar o retirar el casco.

Los sensores son llamados igualmente interruptores electrónicos donde no solo proporcionan señales de encendido y apagado sino de igual manera señales análogas y trabajan a la distancia no necesitan un contacto físico con la superficie para determinar su función. Los sensores inductivos generan un campo magnético cambiante. Cuando se le acerca alguna pieza de metal se presentan perdidas de corrientes circulantes impidiendo que el circuito continúe.

En la figura siguiente se muestra el comportamiento del sensor cuando hay presencia y ausencia de un metal.

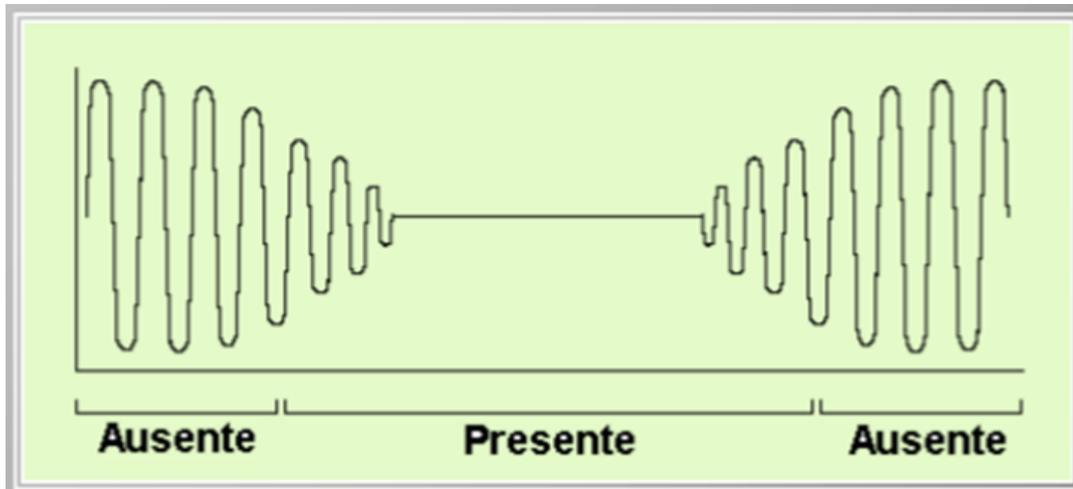


Figura 5. Sensores inductivos

Fuente: Extraído de <https://controlelectricos.files.wordpress.com/2015/03/4-sensores-inductivos.pdf>

4.6.2 Motor de DC. Para la realización de este proyecto se prevé utiliza un motor de corriente DC. Por lo que el sistema que se está implementando no necesita de mucha potencia y los motores de corriente DC son los más indicados al momento de si necesitamos una regulación contante de la velocidad son los más indicados.

Los motores de corriente DC o CC se están empleando cada día más en el ámbito industrial por sus amplias características, velocidades que ofrecen fácil control y su gran flexibilidad de las curvas de par de arranque.

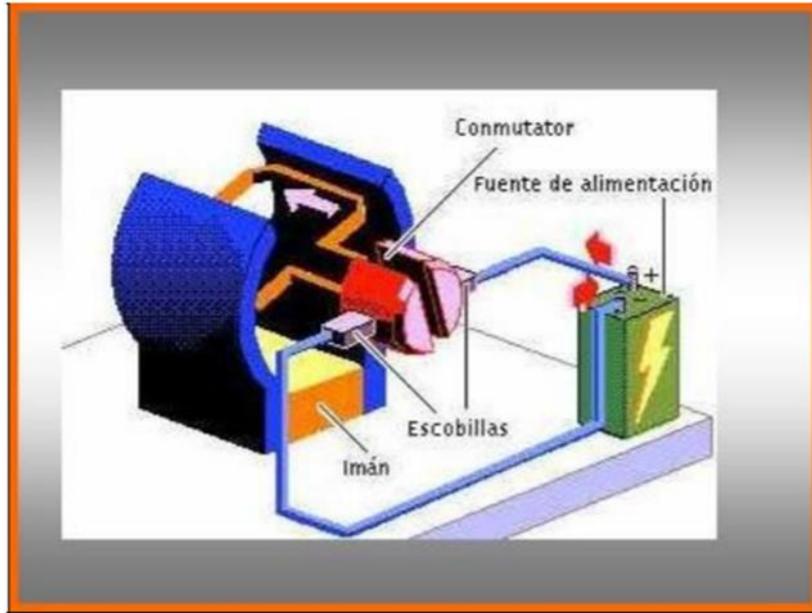


Figura 6. Motor DC

Fuente: Extraído de

http://147.83.158.184/esaiiki/index.php?title=AUIN_1314_motor_G12&action=pdfbook&format=single

En la figura anterior se tiene un ejemplo de cómo se le varía la velocidad a un motor DC y esto depende de la intensidad que del campo magnético se le inyecta al rotor, en donde más grande sea el campo su rotación es baja necesaria para generar un voltaje de inducido grande para contrarrestar el voltaje aplicado. Y así se deduce que la variación de la velocidad de los motores de corriente continua se puede controlar mediante la variación de la corriente del campo.

4.6.3 Relés. A la hora de utilizar un controlador para el manejo de un motor se debe tener en cuenta que un motor tiene diferentes formas en las que se conectan sus bobinas internas, el controlador solo da una señal de 1 o 0, entonces un relé es:

Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán (Areatecnologia, 2020)

Relés electromecánicos, Relé de estado sólido, Relé de corriente alterna, Relé de láminas, Relés de acción retardada, Relés con retención de posición.

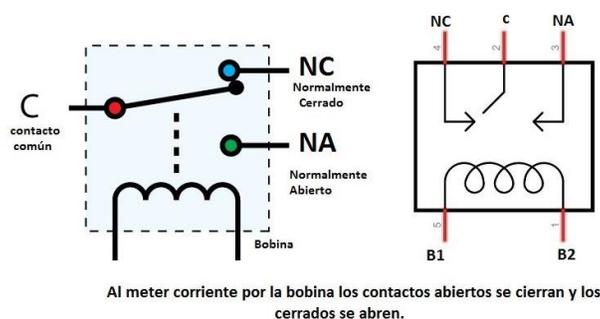


Figura 7. Funcionamiento de un relé

Fuente: Extraído de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>

4.6.4 Lector RFID. Se plantea la elaboración de un diseño de un control de parqueadero, que es controlado por un carnet de la Institución Universitaria Pascual Bravo que cuenta con tecnología (RFID). la tecnología de identificación de radiofrecuencia (RFID) es utilizada hoy en día en múltiples sistemas como el acceso a la institución, el control de los libros de la biblioteca y para acceder al sistema metro.

Es pues una tecnología que emplea ondas electromagnéticas su funcionamiento es simple “el lector emite una señal electromagnética que al ser recibida por una etiqueta hace que ésta responda mediante otra señal en la que se envía codificada la información contenida en la etiqueta (fernandez, rodriguez, muñoz, & daniel, 2006)

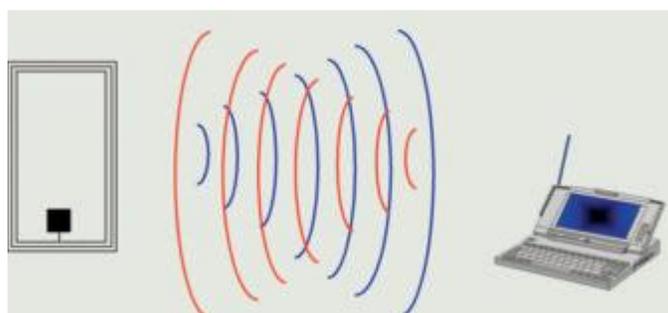


Figura 8. Funcionamiento de un lector RFID

Fuente: Extraído de <https://repositorio.comillas.edu/jspui/bitstream/11531/5321/1/IIT-05-035A.pdf>

4.6.5 Finales de carrera. Uno de los más sencillos dispositivos de control son los finales de carrera utilizados para maniobrar el sistema y mantener los límites de operación, ya que estos por ejemplo en el movimiento de un motor que transporta un objeto u caja este le permite llegar hasta donde es permitido su movimiento e interrumpir su funcionamiento para evitar golpes o daños en el equipo.

Su funcionamiento es como interruptor permite cerrar o abrir un circuito, lo que permite recibir en el autómata señales de 1 o 0.

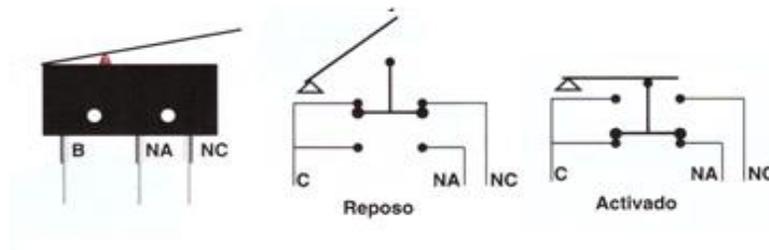


Figura 9. Funcionamiento de finales de carrera

Fuente: Extraído de <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6521/1/108T0190.pdf>

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

Diseñar el control de un prototipo de parqueadero automatizado de almacenamiento de cascos de motocicleta teniendo en cuenta la estructura construida en el laboratorio de mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

5.2 Método

Primero Analizar la estructura existente

Segundo diseñar el cableado para la estructura

Tercero calcular la potencia del motor

Cuarto calcular y diseñar el tablero de control

Quinto calibrar y los sensores

Sexto simular utilizando en el programa Mgo de PLC.

Séptimo programar el PLC

Octavo instalar el lector RFID

Noveno diseñar la interconexión de los dispositivos con el PLC

Decimo hacer pruebas de funcionamiento

Onceavo corregir fallas y crear manual de usuario

Doceava entregar diseño.

5.3 Instrumentos de recolección de información.

La mayoría de información tomada para la redacción de este proyecto es de bases de datos de la universidad, IEEE, scielo y Google académico, y para la programación adecuada se utiliza la página web del programa Mgo.

5.3.1. Fuentes primarias. Se utilizan trabajos de grado de la institución referentes al parqueadero de cascos que contienen información original para el análisis.

Título de Trabajo de grado estructura de parqueadero, y mecanismo de almacenamiento para el parqueadero de cascos.

6. Resultados

Primero se hace un análisis de la estructura existente para saber dónde instalar los componentes.

Para la Implementación del parqueadero de cascos se utilizará varios componentes que se enumeran a continuación:

Motor

Actuador

Sensor posición cero

Sensor de puerta

Final de pista 1 afuera

Final de pista 2 adentro

Sensor para contar los eslabones

Lector RFID

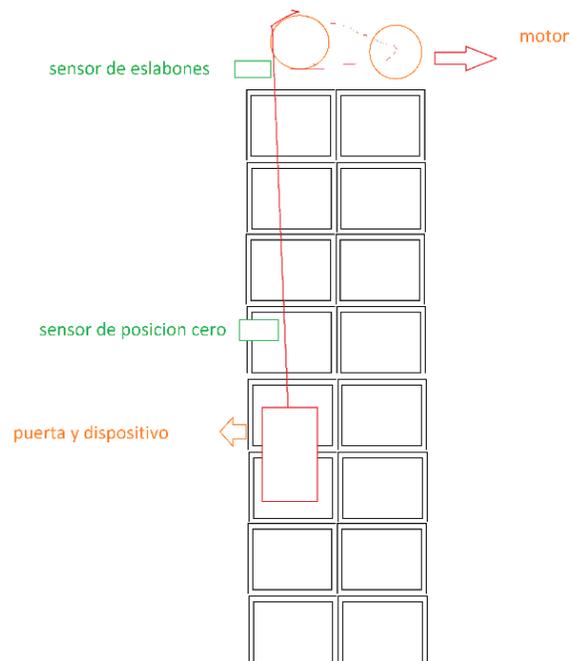


Figura 10. Ubicación de los dispositivos

Fuente: Diseño propio

Utilizando como referencia el diseño de la figura 1 y se ubican los elementos para el correcto funcionamiento del sistema:

Primero se ubica el motor en la parte superior de la estructura para que pueda bajar subir el dispositivo de almacenamiento que se puede observar en la figura 2 y en este dispositivo se instala el actuador que retira y almacena los cascos.

En el recorrido de la cadena que viene directamente del motor se instala dos sensores inductivos para calcular el movimiento de los eslabones y la posición cero para que el dispositivo de almacenamiento siempre regrese a la posición inicial que es a la altura de la puerta de acceso.

La puerta de acceso se debe instalar a la altura de 84 – 90 cm llevará el lector RFID que se instala al lado de la puerta con un sensor de apertura solo cuando esta esté cerrada se activará el movimiento del motor.

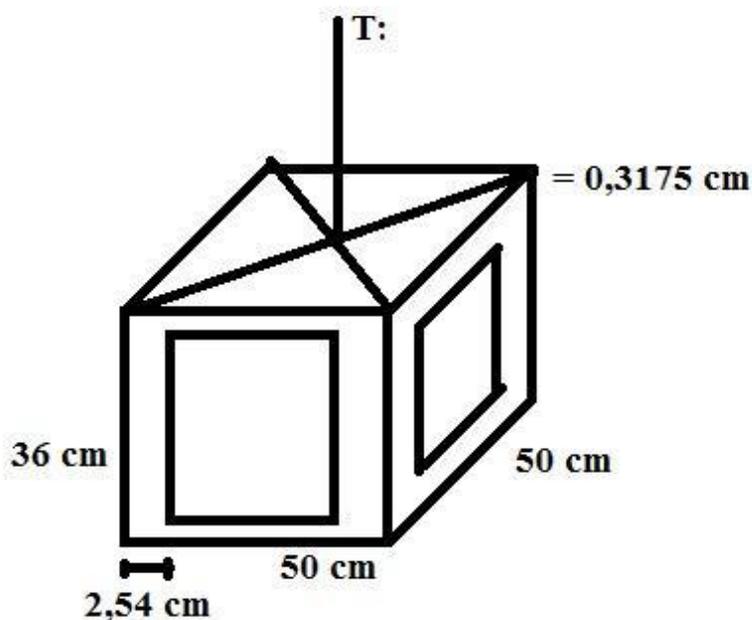


Figura 11. Dispositivo de almacenamiento

Fuente: Extraído de trabajo de grado diseño de dispositivo de almacenamiento

Tomando como referencia el dispositivo de almacenamiento se plantea insertar en el diseño de control 2 finales de pista para el posicionamiento de casco

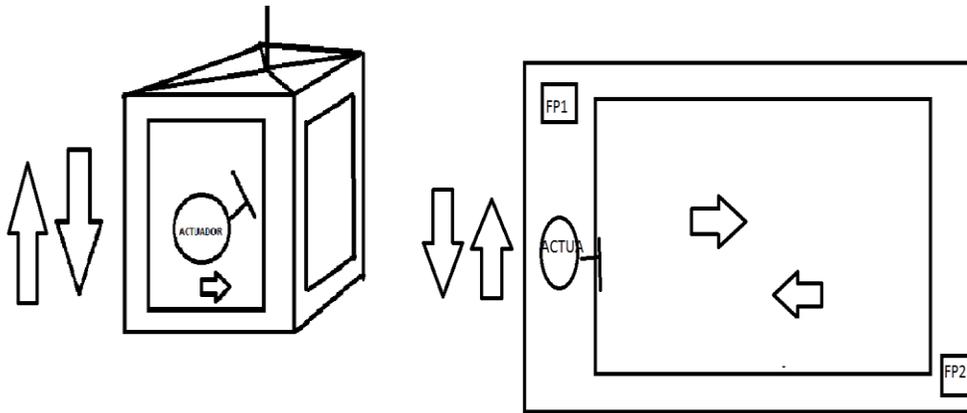


Figura 12. Ubicación final de carrera
Fuente: Diseño propio

Estos se utilizan para no sobrepasar los límites del dispositivo a la hora de almacenar los cascos o retirarlos. Se utilizan para detener el actuador cuando esté totalmente adentro de la estructura y cuando se contrae permitiendo así exactitud en su operación y evitando accidentes

En la figura 4 se evidencia que el dispositivo de almacenamiento se mueve de forma horizontal y el actuador al detenerse el dispositivo se mueve en forma horizontal.

Segundo realizar el diseño del cableado para la estructura.

Todos los cables de control del motor deberán ir en una bandeja plástica por el lado derecho de la estructura para no obstaculizar el movimiento del dispositivo de almacenamiento.

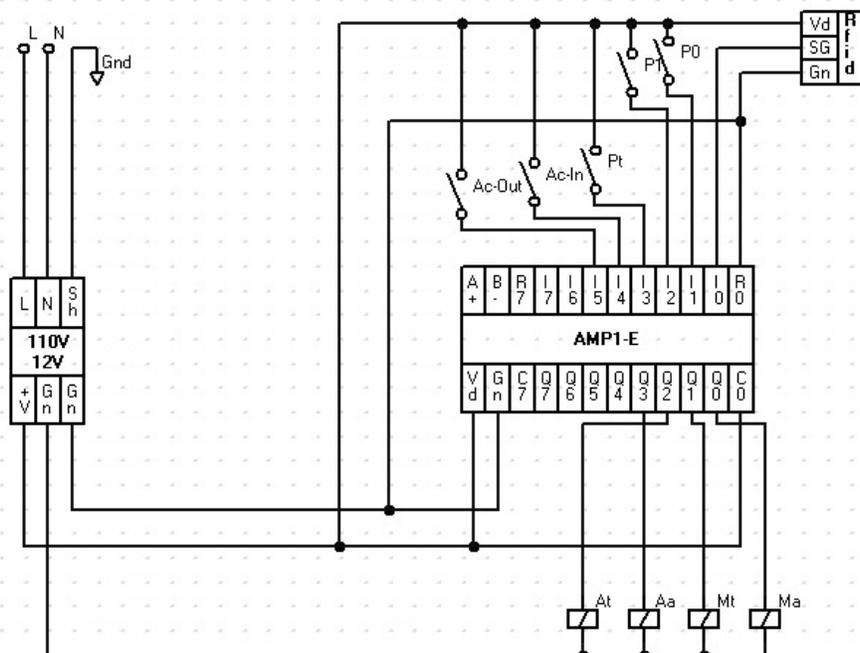


Figura 13. Plano de conexión

Fuente: Diseño propio

En la figura 3 podemos observar el modo en el que se conecta todos los dispositivos en las borneras que a su vez llegan al controlador.

Lo primero que se debe contemplar es el uso de relés auxiliares para el movimiento del actuador y el reductor utilizando estos se invierte la polaridad de sus bobinas haciéndolos girar en un sentido o el otro. Por el cual al utilizar 2 motores que funcionan en corriente directa en este caso 12 VDC. Su sentido de giro se ve afectado solamente por la polaridad de sus entradas.

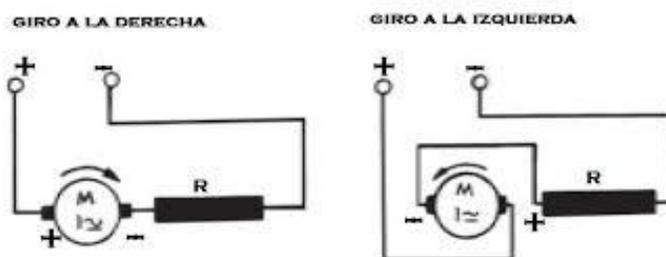


Figura 14. Sentido de giro del motor

Fuente: Extraído de <https://www.areatecnologia.com/CAMBIO%20DE%20SENTIDO%20MOTOR.htm>

La conexión de las borneras debe coincidir con las entradas del controlador.

Tercero calcular la potencia del motor a instalar teniendo en cuenta la capacidad del parqueadero y el peso individual de cada casco.

Tomando en cuenta que se cuenta con un motor de torque equivalente a 20 Nm se calcula teniendo como velocidad ya prevista en el trabajo de grado de mecanismo de parqueadero” una velocidad que se sugiere de 20 rad/s, los cuales se calcula en presente casco para un peso aproximado de 26kg

Y se realiza la respectiva fórmula para sacar la potencia nominal del motor

$$W = 20 \text{ Rad/s}$$

Quiere decir una velocidad de 190 Rpm

$$\text{Rad/s} * 20 \text{ Nm}$$

$$400 \text{ W} * 1,25 = 500\text{W} \text{ (25 \% Holgura)}$$

$$P = 500 \text{ w}$$

Se tiene en cuenta que este motor está conectado a 24 VDC es equivalente al motor de una bicicleta eléctrica.

Cuarto calcular y construir el tablero de control con todas sus protecciones debidamente asignadas

Teniendo en cuenta la potencia del motor.

$$\text{Motor } 500\text{w}/24 \text{ VDC} = 20.8$$

Y el Servomotor se usará un estándar de 60 W ya que solo se utiliza para mover el casco;

$$60\text{w}/24\text{vdc} = 2,5 \text{ A}$$

En la tabla se representa una tabla con los diferentes dispositivos que conforman la automatización. Se evalúa su voltaje y potencia para determinar calibre (según la norma) del cableado y las protecciones

Tabla 1

Elemento	Cantidad	Corriente	Calibre AWG
Motor	1	20,8 A	14
Sensores	2	200 mA	16
plc	1	200 mA	16
servomotor	1	2,5 mA	16
total	5	23,7 A	1x30

Fuente: Diseño propio.

El calibre AWG se toma de tabla extraída del Retie.

El totalizador debido a la formula con un porcentaje mayor al 1,25

$$IBREAKER = 23,7 * 1,25 = 29,62 A$$

Se toma un totalizador de 30 A

El tamaño la caja para el tablero de control debe estar en el rango de las siguientes medidas:

Anchura: 210 mm a 50 mm

Altura: 250 mm a 65 mm

Profundidad: 190 mm a 45 mm

Quinto conexión de sensores para el correcto funcionamiento del control en la operación del parqueadero de cascos se utilizan varios sensores de tipo inductivo

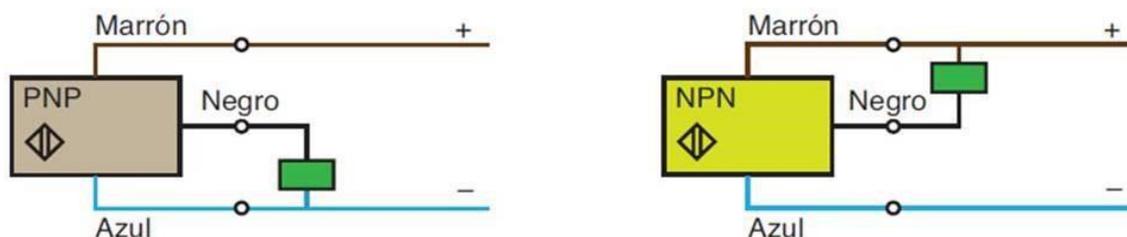


Figura 15. Sensores inductivos

Fuente: Extraído de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-inductivo/>

En la figura anterior se evidencia dos tipos de sensores PNP y NPN se utilizan para enviar señales binarias que en nuestro dispositivo se utiliza para contar eslabones y encontrar la posición cero iniciales del dispositivo

Salida PNP: Carga a potencial negativo, salida del detector HIGH (ALTA O POSITIVO).

Salida NPN. Carga a potencial positivo, salida del detector LOW (BAJA O NEGATIVA).

(Chavez, 2016)

En la conexión de borneras se utiliza su salida negativa (azul) según la figura 8 par sensor posición cero (P0) en la entrada I1 y el sensor contador de eslabones (PL) en la entrada I2.

Los finales de pista se utiliza como switch su conexión varia en NC (normalmente cerrado) que cambia de un estado constante 1 a 0 o el NA que cambia de estado 0 a 1 en el caso de nuestro control.

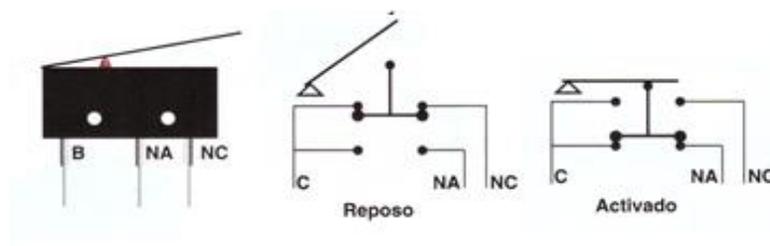


Figura 16. Conexión de finales de carrera

Fuente: Extraído de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6521/1/108T0190.pdf>

Según la conexión elegida, el pin C se llevará a la conexión de 12VDC y la conexión NC en el caso del final de pista de salida I4 y a la entrada I5 el sensor de entrada generando en su activación un 0 binario.

Para el sensor de la puerta el (PT) se utiliza un sensor magnético de apertura de puertas

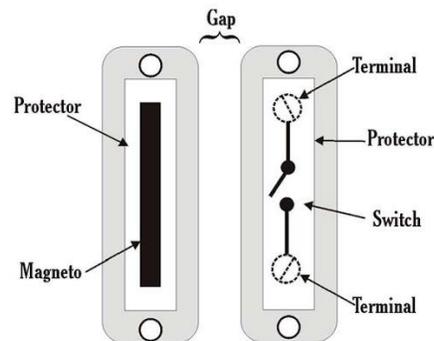


Figura 17. Sensor magnético

Fuente: Extraído de <https://seguridadcompartida.mx/sensores-de-alarmas/>

Este se conecta de igual forma que los finales de pista, se comporta como switch que lleva la señal si la puerta está cerrada un 1 binario o si está abierta en 0 binario, su conexión en borneras se ubica en I3.

Sexto simular un programa de PLC para el parqueadero

Para la programación del control automático se utiliza el software de simulación MGD, el primer paso para la programación es declarar cual van a ser las variables de entrada y cuales las salidas.

En la figura 14 podemos ver el interfaz del programa donde se define las variables de entrada las cuales son:

Sensor de pulsos, sensor cero, actuador fuera. Actuador adentro y las salidas corresponden a motor adelante y atrás, portador sale y entra. Este diseño se implementa el lector RFID se realiza una sub-tarea llamada posición

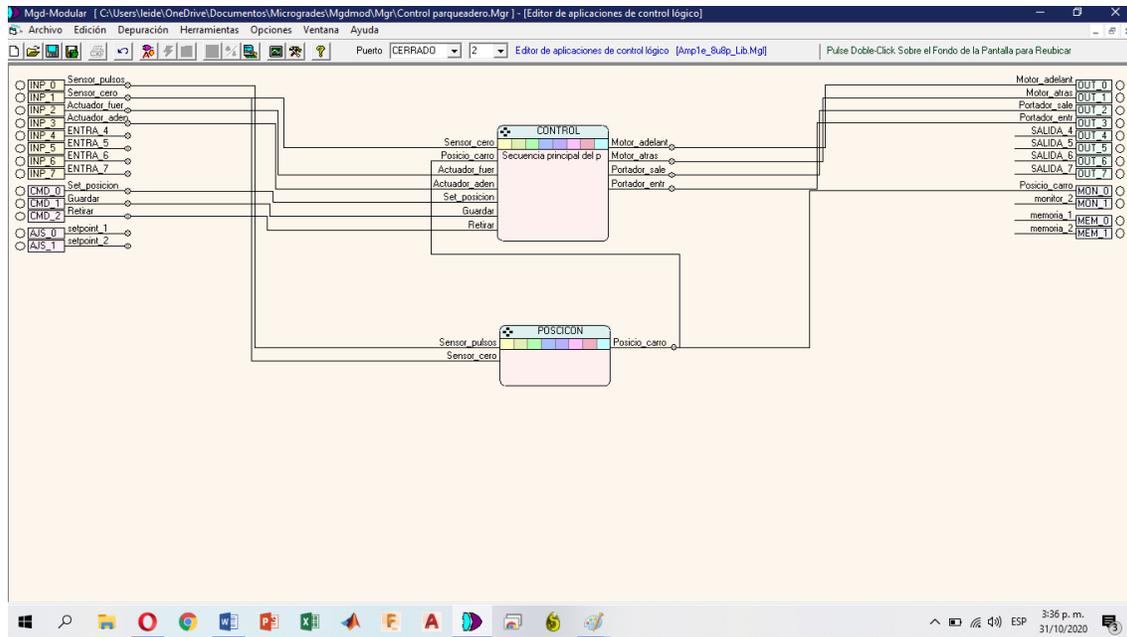


Figura 18. Diseño de entradas y salidas

Fuente: Diseño propio

Se debe declarar todas las variables en el software para empezar a programar los estados que se necesitan implementar, los estados de prueba programados será guardar un casco y retirar un casco

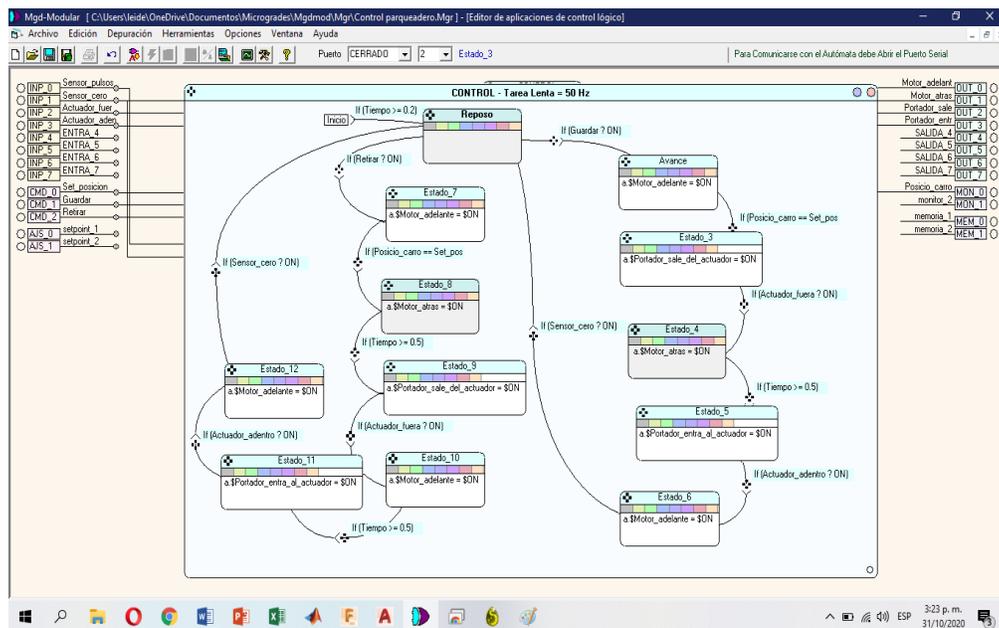


Figura 19. Rutina de guardar y retirar un casco

Fuente: Diseño propio

La figura 19 se evidencia la creación de rutinas de estados nombrando un orden de cómo debe actuar las variables, se ve el uso del condicional *if*, para indicar que si el estado anterior o posterior cumple una determinada condición debe actuarse de una determinada manera.

Teniendo el programa de control se desea cargar el programa en un tipo de autómatas que puede soportar este tipo de programación de estados es un autómata programable amp1-e smart controller modelo amp1-e 8u8p. Que soporta software Mgdmod. Tiene las siguientes características

CARACTERÍSTICAS

Parámetro	Valor	Unidades
Alimentación	10 a 28	Voltios DC
Corriente fuente	1 a 2	Amperios mínimo
Entradas	8 Optoaisladas	
Máximo voltaje	30	Voltios entrada
Máxima frecuencia	8	kHz entrada
Salidas	8 Transistor PNP	
Máxima corriente	1	Amperio / salida
Máximo voltaje	30	Voltios salida
Máxima frecuencia	8	kHz salida
Comunicación	RS485	EIA 485 A
Protocolo	Modbus RTU	
Rango temperaturas	-10 a 80	Grados celcius
Humedad relativa	80%	Máximo
Dimensiones	90 x 72 x 60	mm x mm x mm
Número de Tareas	Hasta 24	
Numero de estados	Hasta 64	Por tarea

Figura 20. Características del autómata

Fuente: Extraído de <http://www.tecnovolucion.net/mgdr/Manual%20de%20usuario%20AMP1-E%208U8P.pdf>

Al energizar el autómata programable se enciende el LED verde indicando que el dispositivo está correctamente energizado y la aplicación almacenada en la memoria está siendo ejecutada. Cada que se activa una de las entradas se enciende el LED que está al frente de esta. Cada que el programa activa una salida digital, se enciende el LED que está al frente de la salida. (tecnovolucion, 2020)

Se debe tener en cuenta que se debe descargar en el pc además del software Mgdmod se debe tener la conexión entre el pc y autómeta por medio de un conversor de RS485 a USB con referencia CH340, según el manual de usuario.

¿Cómo se programa un PLC?

Se utiliza su manual de usuario el cual indica que:

Se debe Abrir el asistente de conexión para detectar el puerto de conexión del autómeta y establecer conexión para programar. Abrir el Administrador de dispositivos del computador personal (PC), para actualizar controladores de puerto. Seleccionar el modo de operación del puerto de comunicación con el autómeta desde el entorno. (tecnovolucion, 2020).

Para la instalación del lector RFID, se deben seguir las recomendaciones de la hoja de datos de módulo.

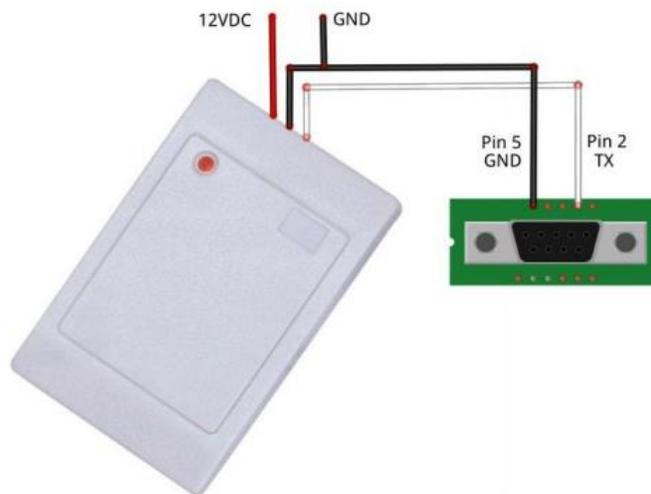


Figura 21. Conexión RFID

Fuente: Extraído de https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Manual_RFID_125Khz.pdf

Según el manual de usuario de este tipo de sensor su conexión es:

Se conecta el lector RFID a una fuente de 12VDC según la figura el cable rojo. Se Conecta en paralelo al cable de GND cable negro y una conexión para la comunicación con el controlador en conexión de borneras la entrada R0, el cable de señal color blanco a la entrada de IO.

Se debe prever que en la programación el sensor RFID se ve como un protocolo a parte del principal.

El tablero de control su contenido

1 Breaker totalizador de 30 A

Una fuente de 110 a 12v

4 relés auxiliares

1 Señal luminosa para el encendido

Paro de emergencia

Pulsador para encendido

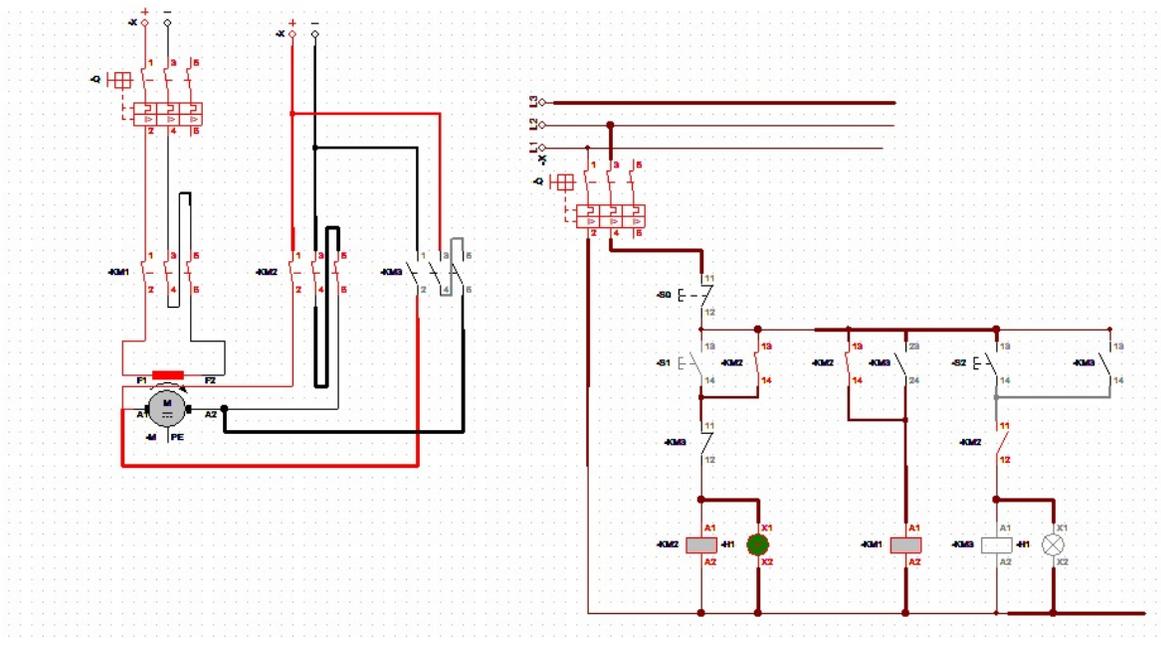


Figura 22. Conexiones Tablero

Fuente: Diseño propio utilizando el software Code-Simu

En el diseño del tablero de control se debe prever con una alerta luminosa y un switch de encendido y el apagado del tablero de control para su debido mantenimiento y el botón de emergencia que se activa manualmente.

Para hacer pruebas de funcionamiento, se diseña el protocolo de prueba para el funcionamiento del parqueadero

El primer paso para la verificación es la revisión del tablero de control si los breaker no estén disparador y funcionando bien y verificar que el controlador parpadea



Figura 23. Lectura RFID

Fuente: Extraído de <https://www.ryme.com/producto/identificacion-mediante-tarjeta-rfid/>

Segundo se pasa la tarjeta RFID, la cual verifica en su protocolo de programación si tiene asignado un casillero e inicia el retiro del casco o en caso de que no tenga asignación permite la apertura de la puerta para ingresar el casco.

Rutina 1 ingresar casco: Al pasar la tarjeta por el lector RFID se debe abrir la puerta e ingresar el casco en el dispositivo a continuación al cerrar la puerta él controlador debe asignar un casillero y el motor debe empezar a moverse hasta esa posición detenerse y el actuador debe ingresar el casco al terminar volver a su posición inicial el actuador y el motor debe llevar el dispositivo de almacenamiento hasta la posición cero esperando una nueva orden activada por una tarjeta RFID.

Rutina 2 retirar casco: Al pasar la tarjeta por el lector RFID el controlador debe buscar si esta tarjeta tiene un casco ingresado y activar su movimiento, pero este proceso se inicia solo si la

puerta está cerrada. Llega hasta el casillero, el actuador saca el casco y vuelve hasta la posición cero donde ya se puede abrir la puerta para retirar el casco.

En todo proceso se debe permanecer la puerta cerrada y tener una ayuda visual de cual es los pasos para el ingresar o retirar un casco.

Si en el movimiento del motor principal la puerta se abre debe detenerse para evitar un accidente.

7. Conclusiones

Luego de haber realizado todos los análisis de porque es necesario la implementación de un parqueadero de cascos en el laboratorio de mecánica obtenemos que por la seguridad y comodidad de los estudiantes para su movilidad y trabajo dentro del laboratorio a la hora de que estén realizando cualquier actividad dentro de él.

En el criterio de análisis de la potencia que debía tener el motor, se dejó con una potencia mayor a la requerida, ya que a futuro el estudiante se podría implementar el proyecto para guardar otro tipo de objetos utilizando el mismo sistema ya que no se logra tener un control de que son sea un objeto en específico para este caso los cascos.

En el desarrollo de la implementación de los sensores de respuesta en la ubicación interna del dispositivo de almacenamiento, se logró identificar que el dispositivo de almacenamiento solo permite el movimiento horizontal, para que el sistema de control de ejecute, se debe tener una alternativa vertical donde se incorporan los actuadores lineales para el almacenamiento del elemento en la casilla asignada.

Al diseñar el tablero de control para la estructura, podría generar que esta no se logra encontrar el espacio suficiente, por el cual se debe implementar en la parte exterior. A su vez se debe crear una acometida exterior que cumpla con los criterios Retie para soportar el tablero, lo cual se debe plantear modificaciones para la acometida de alimentación acorde con la ubicación en el espacio asignado en el laboratorio.

En las derivaciones del cableado de conexión internas se tuvo en cuenta los calibres el cual deben ser encauchetados, para prevenir que al ajustarlos al metal de la estructura no se rompan, se recalienten o se genere un corto fácilmente con el rozamiento a la estructura.

La programación del dispositivo PLC queda abierta a modificaciones para mejorar el funcionamiento del control del parqueadero, actualizaciones, adiciones de dispositivos necesarios para otras funciones que se necesiten o se vayan a implementar en él.

8. Recomendaciones

Para este proyecto de control de parqueadero de cascos se puede tener en cuenta para futuros prototipos donde se le pueden hacer mejoras. Agregándoles más elementos, como diseñando una estructura paralela para ampliar el espacio de almacenamiento.

El motor diseñado en actual documento es un motor de bicicleta, lo cual fue calculado para soportar cierto peso, pero para futuros se recomienda siempre utilizar un motor tipo DC para evitar modificar el diseño de control.

El PLC y el diseño de la automatización son en forma de bloques, pero a su vez esta se puede implementar en forma de Ladder en diferentes programas como zeliosoft o tiaportal.

Se recomienda implementar una ayuda visual para el correcto funcionamiento de dispositivo, ya que no cuenta con ningún tipo de mecanismo que solo permita el ingreso de cascos.

Para un correcto funcionamiento, se permite agregar que la estructura debe ir sujeta a una pared, ya que si queda expuesta en un lugar sin un ningún tipo de soporte puede caerse ya que en la vibración y el movimiento del dispositivo pueden causar un accidente.

Se debe conocer el tipo de sensor inductivo antes de su compra para poder utilizar su conexión adecuadamente se recomienda en este diseño el PNP.

Para el cableado del dispositivo de almacenamiento se debe prever la longitud máxima de la altura de la estructura para evitar que el cableado se rompa.

9. Referencias bibliográficas

Areatecnologia. (01 de 11 de 2020). *Areatecnologia*. Obtenido de Areatecnologia:

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>, párrafo 1

Chavez, R. (19 de enero de 2016). *hetpro-store*. Obtenido de hetpro-store: [https://hetpro-](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-inductivo/)

[store.com/TUTORIALES/sensor-inductivo/](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-inductivo/), párrafo 2

fernandez, A., rodriguez, s., muñoz, c., & daniel, j. (2006). RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia. *repositorio universidad pontificia comillas*, 48.

tecnovolucion. (03 de 11 de 2020). *tecnovolucion*. Obtenido de tecnovolucion:

<http://www.tecnovolucion.net/mgdr/Manual%20de%20usuario%20AMP1-E%208U8P.pdf>

Tecvolucion. (1 de 11 de 2020). *Tecvolucion* . Obtenido de Tecvolucion :

<https://www.tecnovolucion.net/wp/mgdmod/>

Tecvolucion. (1 de 11 de 2020). *Tecvolucion* . Obtenido de Tecvolucion :

<http://www.tecnovolucion.net/mgdr/Control%20logico%20con%20maquinas%20de%20estado.pdf>

Vallejo, H. D. (2005). los controladores lógico programables. *editorialquark*, 22. Obtenido de todopic.