UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

CONTROL ACTUALIZADO PARA ASCENSOR BASADO EN ARDUINO

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en ELECTRÓNICA.

Alumnos:
Eric Alejandro Baigorria Zenteno
Emilio Andrés Levicán Soto

Profesor Guía:
Ing. Loreto Marín Carcey

Profesor Correferente:
Ing. José Llantén Álvarez

2017

RESUMEN

KEYWORDS: ARDUINO, PROCESSING, ASCENSOR, CONTROLADOR, MANUEL OLAVE E HIJO.

La pasantía fue realizada en la empresa Manuel Olave e Hijo, ubicada en calle Condell #1176 oficina número 1, en la región de Valparaíso, la cual tiene el giro de Reparación de Equipo de Elevación y Manipulación.

A pesar de llevar 34 años en el área de los ascensores, la empresa hace poco menos de una década que comenzó a actualizarse haciendo uso de nuevas tecnologías para el control de los elevadores.

Siguiendo esta misma línea es que surge la invitación, por parte de la empresa, hacia los pasantes a desarrollar un nuevo circuito de control basado en la placa ya utilizada por la empresa, con la dificultad de usar una nueva tecnología: Las placas Arduino. Esto con el objetivo de conseguir reducir costos, permitir la adición de mejoras o modificaciones y no depender de una empresa externa para la obtención de las placas de control, sino que poder fabricarlas por sí mismos.

De esta forma los pasantes hacen ingreso al grupo de trabajo bajo el rol de investigación y desarrollo de proyectos.

Los conocimientos y metodologías de trabajo entregados por parte de la Carrera, en conjunto con la buena disposición del alto mando de la empresa, hacen que la integración a ésta y el desarrollo del proyecto sean llevados de buena forma y sin contratiempos por parte de los pasantes, cosa que se vio reflejada en la satisfacción de la jefatura al momento de concluir el periodo de la pasantía.

ÍNDICE

RESUMEN
SIGLA Y SIMBOLOGÍA
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: MANUEL OLAVE E HIJO LIMITADA
1.1. LA EMPRESA
1.1.1. Historia
1.1.2. Rubro
1.1.3. Ubicación
1.1.4. Organigrama
1.2. TRABAJO Y SERVICIOS
1.2.1. Mantenciones programadas
1.2.2. Servicio de reparación de fallas
1.2.3. Trabajos de montaje mecánico y eléctrico
1.2.4. Atención de reclamos y desperfectos
1.2.5. Actividad dentro de la región
1.3. EQUIPOS Y MAQUINARIA
1.3.1. Motor Faer P58F II Series
1.3.2. Variador de frecuencia Yaskawa L1000E
1.3.3. Controlador de ascensores programable CEA51FB

CAPÍTULO 2: ESTADÍA PROFESIONAL
2.1. TAREA ASIGNADA POR LA EMPRESA
2.2. SOLICITUDES POR PARTE DE LA EMPRESA
2.3. INSTRUCCIÓN SOBRE EL PROYECTO
2.3.1. Ascensor básico
2.3.2. De la placa uruguaya
2.4. PREPARACIÓN PARA EL TRABAJO
2.4.1. Equipos
2.4.2. Diagrama de flujo
2.4.3. Diseño de circuitos adicionales
2.5. IMPLEMENTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO
2.5.1. Distribución de los pines del microcontrolador
2.5.2. Circuitos para la conexión al arduino
2.5.3. Sistemas de posición
2.5.4. Servicios de llamadas
2.5.5. Seguridades
2.5.6. Funciones de movimiento

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA PROFESIONAL
3.1. ESTADÍA PROFESIONAL EN MANUEL OLAVE E HIJO LIMITADA
3.2. CONOCIMIENTOS UTILIZADOS QUE ESTÁN INCLUIDOS EN LA MALLA CURRICULAR
3.2.1. Circuitos de corriente alterna
3.2.2. Electrónica básica
3.2.3. Microcomputadores
3.2.4. Máquinas eléctricas
3.2.5. Sensores y transductores industriales
3.2.6. Electrónica industrial
3.2.7. Control automático
3.2.8. Sistemas digitales
3.2.9. Experiencias de laboratorio
3.3. CONOCIMIENTOS QUE DEBIERON SER ADQUIRIDOS
3.4. DESTREZAS ENTREGADAS POR LA UNIVERSIDAD
3.5. DESTREZAS ADQUIRIDAS EN EL TRABAJO
3.6. TRABAJO EN EQUIPO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Mapa de ubicación de Manuel Olave e hijo limitada
Figura 1-2. Organigrama empresa Manuel Olave e hijo
Figura 1-3. Motores durante trabajos de montaje
Figura 1-4. Motor Faer P58F II Series
Figura 1-5. Motor vertical Otis
Figura 1-6. Motor Schindler
Figura 1-7. Variador de frecuencia Yaskawa
Figura 1-8. Relés de mando configurables
Figura 1-9. Entradas dedicadas y digitales
Figura 2-1. Distribución física de la placa CEA51FB
Figura 2-2. Diagrama Ladder de ascensor básico
Figura 2-3. Maqueta de ascensor utilizada durante la pasantía
Figura 2-4. Motor utilizado en la maqueta de ascensor
Figura 2-5. Arduino Mega 2560 r3
Figura 2-6. Diagrama de flujo básico de funcionamiento
Figura 2-7. Circuito puente H
Figura 2-8. Conexión de led y fototransistor para malla infrarroja

Figura 2-9. Circuito cambio de giro para motor de 24VDC
Figura 2-10. Distribución de E/S para la placa arduino Mega2560
Figura 2-11. Regleta de las entradas digitales
Figura 2-12. Circuito para la conexión de entradas digitales
Figura 2-13. Circuitos propuestos para diferencia de voltaje
Figura 2-14. Conexión de pulsador de llamada
Figura 2-15. Módulo relé de 8 canales
Figura 2-16. Circuito de módulo display de 2 dígitos
Figura 2-17. Sistema de posición PAS-PAD
Figura 2-18. Sistema de posición PN
Figura 2-19. Configuraciones de los terminales de llamada
Figura 3-1. Transformador ITEC con varios bobinados secundarios
Figura 3-2. Conexión de transistor en configuración de emisor común
Figura 3-3. Motor monofásico para operador de puerta
Figura 3-4. Sensor magnético doble Macpuarsa, con conexión a 3 hilos
Figura 3-5. Plano de conexión variador de frecuencia
Figura 3-6. Contactores utilizados como seguridad redundante
Figura 3-7. PLC Mitsubishi FX1N-40Mx
Figura 3-8. Entorno de desarrollo integrado de arduino (IDE)
Figura 3-9. Diagramas eléctricos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Detalle de funciones para los relés de mando
Tabla 2-2. Especificaciones técnicas placas arduino Mega2560
Tabla 2-3. Estados del pesador de carga
Tabla 2-4. Códigos de falla
Tabla 2-5. Otros códigos

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

ABR	:	Apertura de puerta automática
ALT	:	Supervisión de temperatura del motor
ASC	:	Ascensorista
ASCII	:	American Standard Code for Information Interchange
CD	:	Compact Disc
CDER	:	Relé de mando direccional descendente
CER	:	Cierre de puerta automática
CSUR	:	Relé de mando direccional ascendente
EME	:	Emergencia
EXD	:	Extremo de bajada
EXS	:	Extremo de subida
FPA	:	Fin de Puerta Abierta
IDE	:	Integrated Development Enviroment
IND	:	Independiente
LCD	:	Liquid Crystal Display
LED	:	Light-emitting Diode
MAN	:	Servicio de inspección
MINVU	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
PAS-PAD	:	Sistema de posición con 2 sensores magnéticos
PC1	:	Pesador de Carga terminal 1
PC2	:	Pesador de Carga terminal 2
PIC	:	Peripheral Interface Controller
PLC	:	Programmable Logic Controller
PN	:	Sistema de posición con 1 sensor magnético
PRD	:	Mando direccional descendente
PRS	:	Mando direccional ascendente
PWM	:	Pulse-Width Modulation
RAP	:	Relé de Abrir Puerta
RAV	:	Relé de Alta Velocidad
RBV	:	Relé de Baja Velocidad
RCP	:	Relé de Cerrar Puerta
SA	:	Seguridad Automática
S.A.	:	Sociedad Anónima
SM	:	Seguridad Manual
SPC	:	Seguridad de Puertas Cerradas
TPA	:	Tiempo de Parada
TTL	:	Transistor-Transistor Logic

USB	:	Universal Serial Bus
VCA	:	Voltaje de corriente alterna
VCC	:	Voltaje de corriente continua
VDC	:	Voltage Direct Current

B. SÍMBOLOGÍAS

A	:	Ampere
cm	:	Centímetro
g	:	Gramo
HP	:	Caballos de fuerza
Hz	:	Hertz
kB	:	Kilobyte
kg	:	Kilogramo
kΩ	:	Kiloohmio
m/s	:	Metros por segundo
mA	:	Miliamperio
MHz	:	Megahercio
mm	:	Milímetro
nm	:	Nanometro
pF	:	Picofaradios
RX	:	Receptor
TX	:	Transmisor
V	:	Voltaje
W	:	Watt
Ω	:	Ohm

INTRODUCCIÓN

Manuel Olave e hijo limitada, cuya oficina está ubicada en Valparaíso, es una empresa que por más de 30 años se ha dedicado al montaje, reparación, mantención y modernización de sistemas de control para ascensores, desempeñándose principalmente en el área de la electricidad y la mecánica, teniendo a su cargo un alto número de edificios distribuidos principalmente en las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar.

La realización de esta pasantía surge desde el interés de la empresa por desarrollar un sistema de control, similar al utilizado actualmente en cuanto a funciones, pero basado en la plataforma Arduino con el objetivo de abaratar costos y simplificar la configuración y uso de las placas de control para los trabajadores, quienes son los encargados de la mantención y reparación de éstas, sin que ellos necesiten conocimientos de electrónica. Debido a que ambos alumnos pasantes realizaron su práctica industrial anteriormente en la empresa, se les ofrece encargarse en su totalidad de este proyecto, tanto del diseño, como desarrollo y construcción de la placa prototipo, siendo el proyecto a cargo la tarea principal a realizar. Paralelamente se cumplen las funciones normales de un ayudante, las cuales son:

- Realizar mantenciones programadas.
- Servicio de reparación de fallas.
- Trabajos de montaje mecánico y eléctrico.
- Atención de reclamos y desperfectos.

CAPÍTULO 1: MANUEL OLAVE E HIJO LIMITADA

1. MANUEL OLAVE E HIJO LIMITADA

A continuación se presentará la empresa en la cual se realizó la pasantía, mencionando sus principales características, su forma de operar, organización y equipos utilizados para realizar su labor.

1.1. LA EMPRESA

Como se ha visto a través de los años, el aumento de las construcciones en altura surge como una solución al incremento de la población y la necesidad de espacio, pasando de una expansión horizontal en las ciudades a una de tipo vertical, la cual ayuda a densificar los espacios urbanos sin la necesidad de consumir o desplazar cascos históricos, espacios recreativos, por nombrar algunos ejemplos. Con este tipo de construcciones se resuelven temas importantes como la movilidad, ya que es posible contar con edificaciones urbanísticas integrales, con un gran número de oficinas, servicios médicos, alojamientos y centros comerciales dentro de un área relativamente pequeña, sin la obligación de transportarse desde un punto de la ciudad a otro, significando también un ahorro en el tiempo de viaje para las personas, junto con otras ventajas.

De esta forma se hace indispensable el uso de ascensores para dichos edificios, puesto que éstos cada vez cuentan con un mayor número de pisos y el acceder a ellos por medio de escaleras se hace poco práctico o eficiente. Esto conlleva la necesidad de nuevos, mejores y más seguros sistemas de control, en este punto es en el cual se desenvuelve Manuel Olave e Hijo Ltda., ofreciendo soluciones prácticas y que se adecuan a los distintos sistemas que pueden encontrarse actualmente instalados en los edificios de la región, ya sea rescatando maquinarias antiguas que buscan ser conservadas, o bien reemplazadas por controles modernos con nuevas funciones específicas para el lugar donde será instalada. Para esto la empresa siempre está buscando nuevas tecnologías que les permitan, de mejor manera, cumplir con los estándares y normativas para un adecuado funcionamiento de los sistemas con los cuales trabaja, sobre todo por encontrarse en una industria en donde la seguridad de los usuarios es la prioridad.

1.1.1. Historia

A temprana edad el señor Manuel Olave comenzó a trabajar como mecánico en la empresa "Ascensores Otis Chile Ltda", (cabe destacar que Otis Chile se dedica al rubro de los ascensores y escaleras mecánicas) adquiriendo conocimientos técnicos específicos en la implementación y reparación de ascensores.

Teniendo como referente a su padre, uno de sus hijos, el señor Juvenal Olave estudia electrónica en la enseñanza media adquiriendo el título de Técnico Nivel Medio.

Con un amplio conocimiento y antecedentes que los avalaban, en el año 1983 se consolida la sociedad "Manuel Olave e hijo ltda", que en sus inicios se dedica a la mantención y reparación de sistemas de control de ascensores de empresas que cesaron sus actividades en Chile, como "Ascensores Atlas", por ejemplo.

Varios de estos controles correspondían a edificios antiguos de Valparaíso, en donde el uso de relés, contactores y temporizadores eran el circuito que daba vida al ascensor. Por desgracia, los repuestos de estos sistemas eran costosos, en su mayoría estaban hechos de cobre y otros metales de alto precio y a su vez, la funcionalidad de los ascensores era reducida.

Con los avances tecnológicos, el señor Juvenal Olave hace un curso de capacitación en programación de controladores lógicos programables dictado por UTFSM y nace el período de modernización de los sistemas de control y de esta forma, se comienza a reducir el espacio físico de los controles junto con el tiempo utilizado en la mantención y reparación.

Así mismo, comienzan los trabajos de cambios de motor por otros más modernos y con mayores índices de eficiencia.

Hoy en día, con la llegada del Ingeniero Eléctrico José Levicán, se implementa el uso de variadores de frecuencia y se agrega a los sistemas de control tecnología desarrollada en Uruguay, con placas de control programables desde un computador con plataforma Windows, lo que lo hace aún más amigable.

1.1.2. Rubro

Con el giro de Reparación de Equipo de Elevación y Manipulación, la empresa se centra principalmente dentro del campo de la electromecánica, comenzando hace escaso tiempo a integrar la electrónica dentro de su área de trabajo, esto debido a que gran cantidad de edificios en Valparaíso fueron construidos hace ya más de 100 años, algunos de los cuales aún conservan sus ascensores originales, los que funcionaban prácticamente solo a base de contactores en la parte de control y con motores de gran tamaño.

Junto con el desarrollo de las nuevas tecnologías al pasar los años, también la industria de los ascensores fue actualizándose, incorporando cada vez más dispositivos electrónicos dentro de sus sistemas, tanto en el área de automatización como de electrónica de potencia. Dispositivos como: display de 7 segmentos, pantallas lcd, sensores infrarrojos, variadores de frecuencia, etc.

1.1.3. Ubicación

La oficina se encuentra ubicada actualmente en la comuna de Valparaíso, perteneciente a la Región del mismo nombre, con dirección en calle Condell #1176 oficina número 1, encontrándose en un punto central de la ciudad justo en frente de la conocida plaza Anibal Pinto, como puede apreciarse en la figura 1-1, desde donde posee un cómodo acceso a varios de los edificios con los cuales trabaja en Valparaíso, dando la opción de llegar rápidamente, incluso yendo a pie desde la oficina, cuando ocurre alguna situación de emergencia al quedar personas atrapadas en la cabina del ascensor cuando sucede algún corte de suministro eléctrico en el edificio o algún desperfecto que necesite reparación. Además de

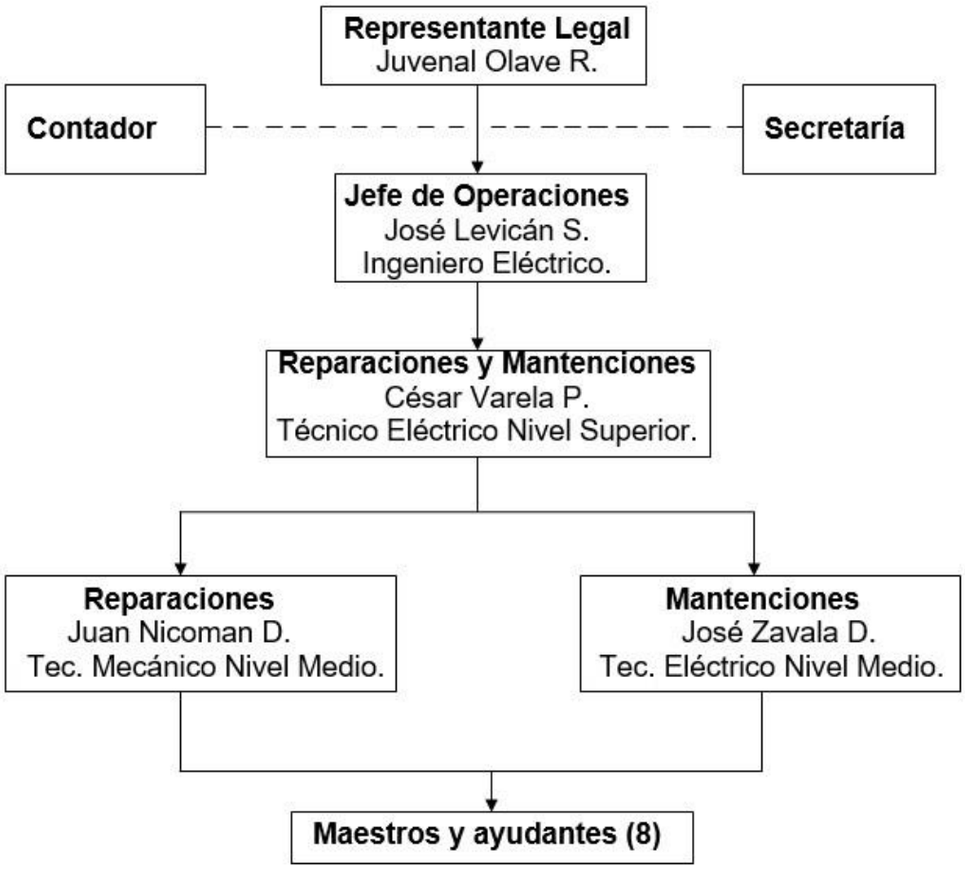
ser un punto por donde pasa bastante locomoción colectiva para trasladarse hacia Viña del Mar, que es el otro punto en donde se encuentran los edificios en los cuales trabaja la empresa.

Fuente: https://www.google.cl/maps/

Figura 1-1. Mapa de ubicación de Manuel Olave e hijo limitada

1.1.4. Organigrama

La empresa no cuenta con un numeroso personal, por lo que no se encuentra dividida en departamentos dentro de su estructura organizacional como se puede apreciar en la figura 1-2.



Fuente: Empresa Manuel Olave e hijo

Figura 1-2. Organigrama empresa Manuel Olave e hijo

1.2. TRABAJO Y SERVICIOS

A pesar que los alumnos hacen ingreso a la pasantía con el objetivo de realizar un proyecto en específico, poseen el conocimiento y experiencia con respecto a la labor normal de un practicante dentro de la empresa, debido a que realizaron con anterioridad su práctica industrial en ésta, y puesto que se les asignan las mismas tareas a realizar que las de un ayudante o maestro, se hace posible describir estas tareas, lo cual ayuda a conocer mejor los servicios que ofrece la empresa.

1.2.1. Mantenciones programadas

Según señala la Ley N°20.296 la responsabilidad de la mantención y certificación de ascensores y otras instalaciones similares como funiculares, montacargas, escaleras y rampas mecánicas, dependen de los propietarios del inmueble en donde se encuentran instalados, debiendo contratar los servicios a una empresa inscrita en el Registro Nacional de Instaladores, Mantenedores y Certificadores de Ascensores, el cual es administrado por el MINVU.

Las mantenciones deben ser realizadas cada mes y constan de la revisión del correcto funcionamiento del sistema de control; los procedimientos varían según el tipo de éste ya que pueden ser controles hidráulicos, electrónicos o puramente electromecánicos. También se hace revisión de los niveles de aceite del motor, desgaste en las balatas del freno y ajuste del freno. Terminado el trabajo en la sala de máquinas, que es el lugar donde se encuentran el tablero de control y el motor, se procede a hacer un recorrido sobre la cabina del ascensor colocando el sistema en modo de inspección, el cual permite controlar el movimiento de la cabina desde un panel que se encuentra sobre ésta. Durante el recorrido sobre la cabina, el cual se hace parando aproximadamente cada medio piso, se aceitan los rieles que guían el trayecto del ascensor, se revisan los mecanismos de cierre de puerta y los sistemas de seguridad de ésta, además de cerciorarse que el contrapeso se encuentre bien encarrilado en su par de rieles y que los cables que unen cabina y contrapeso se encuentren en buen estado, todo esto mientras se van limpiando cada uno de estos elementos. Finalmente se hace una limpieza del pozo, luego se normaliza el ascensor sacándolo del modo de inspección y se realizan unos cuantos viajes de prueba dentro de la cabina, en calidad de pasajero, para chequear que todo funcione correctamente. Con todo esto listo se llena una orden en la que se deja registro en caso de encontrar cualquier desperfecto y se hace firmar por el administrador del edificio o el conserje para constatar que el ascensor tiene sus mantenciones al día y puede seguir en funcionamiento.

1.2.2. Servicio de reparación de fallas

Esta actividad se encarga de arreglar desperfectos que pudieron haber quedado pendientes luego de alguna mantención o que surgieron por otra circunstancia en alguno de los edificios, dedicándose a detectar fallas al notar algún funcionamiento no deseado, como por ejemplo que el ascensor no inicie el desplazamiento al ejecutarse una llamada, lo cual es algo común que ocurre en edificios que tienen puertas de tipo abatible para entrar a la cabina y que por lo general corresponde a un problema mecánico en la chapa que asegura el cierre de la puerta. Otra posible falla es que el ascensor quede en desnivel al parar en un piso, lo cual puede ser un problema de freno mal regulado o que necesite un cambio de balatas, o bien, que los sensores de posición requieran un ajuste. Más tareas a realizar por el encargado de reparaciones son la construcción de piezas o mecanismos que necesitan ser reemplazados, cambio de correas de goma, solucionar problemas en apertura y cierre de puertas, instalación de repuestos, entre otras.

1.2.3. Trabajos de montaje mecánico y eléctrico

Actualmente al momento de contratar las mantenciones, el ente que recibe el servicio se compromete a hacer la compra del sistema de control que ofrece la empresa, lo que implica una posterior instalación de dicho control en el edificio. También puede darse por el deseo de la administración del edificio de modernizar el sistema debido a su antigüedad o mal funcionamiento.

El proceso de montaje tarda en promedio 3 semanas por ascensor y consta de varias etapas. Se inicia anclando tanto la cabina como el contrapeso, con el objetivo de evitar que estos se muevan al momento de retirar los cables que los sostienen. Luego se desmantela y retira el tablero de control, el cableado y el motor, este último puede mantenerse dependiendo del estado en que se encuentra y según las peticiones del cliente. En la figura 1-3, se puede observar a una fotografía tomada durante pleno trabajo de montaje en el edificio Montecarlo ubicado en la ciudad de Viña del Mar, en donde se ven 2 motores, siendo el de la izquierda (de color gris) el que será reemplazado por el de la derecha (de color azul), a pesar de que el primero se encontraba en buen estado e incluso era capaz de levantar una mayor cantidad de peso que el motor nuevo. Posterior a esto se prepara la sala de máquinas para la instalación de los nuevos equipos, colocando canaletas para el cableado, construyendo estructuras para asentar el motor y el panel de control. Ya con esto listo se puede instalar el panel de control y el motor, realizando conexiones mínimas que permitan mover el ascensor y ejecutar funciones básicas, y colocar los nuevos cables que unirán la cabina con el contrapeso y que pasan por la polea del motor, teniendo esto listo ya es posible soltar los anclajes de seguridad y comenzar a mover la cabina. Cabe señalar que en paralelo a estos trabajos se realiza una remodelación del interior de la cabina por trabajadores externos a la empresa, quienes hacen cambios de espejos, cerámicas y trabajos de pintura según lo haya solicitado el cliente. El paso a seguir es instalar y conectar tanto las seguridades que van dentro del hueco del ascensor, las botoneras y display's que se ubican al exterior junto a la puerta de cada uno de los pisos, la botonera del interior de la cabina, las barreras infrarrojas en la puerta de la cabina, la alarma de emergencia, los sensores de posición y cualquier otro elemento de las series de seguridad. Finalmente se realiza la programación de la placa de control y se comprueba el correcto funcionamiento del sistema completo.

Terminado el proceso de montaje solo resta dejar el ascensor en funcionamiento.

Fuente: Fotografía tomada en dependencias edificio Montecarlo

Figura 1-3. Motores durante trabajos de montaje

1.2.4. Atención de reclamos y desperfectos

Además del servicio de reparaciones se encuentra la atención de reclamos, la cual se diferencia de la reparación de fallas en que consta de un maestro, el cual posee un horario de trabajo más extenso, asignado mediante turnos semanales, el cual se encuentra libre de trabajar en los demás servicios con el fin de estar disponible para salir inmediatamente en caso de algún llamado de emergencia por alguna falla o incidente como el corte de energía en un edificio que provoque la detención entre pisos de la cabina causando que los pasajeros queden atrapados en ella, a lo cual dicho maestro deberá salir prontamente para dar solución al problema. También se dedica a la reparación de ascensores que necesiten volver a su funcionamiento pronto, como sería el caso de un edificio que posea solo un ascensor o donde haya un alto flujo de personas; los casos menos urgentes se derivan al servicio de reparación normal.

1.2.5. Actividad dentro de la región

Hoy en día, la empresa realiza mantenciones en aproximadamente 200 edificios repartidos entre las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar y Concón, compitiendo directamente con reconocidas empresas dedicadas al mismo rubro como lo son Ascensores Otis Chile Ltda y Schindler Chile. Además, gran parte de los edificios a cargo de la empresa Manuel Olave e Hijo se encuentran recibiendo sus servicios desde los inicios de ésta, entregando una garantía de confianza y profesionalismo que se ha mantenido por casi 30 años.

1.3. EQUIPOS Y MAQUINARIA

Para el trabajo en la empresa se hace uso de herramientas de mano comunes como lo son: alicate, caimán, atornillador, etc, sumado al uso del multímetro. Aun así, es importante para el pasante familiarizarse con los equipos y la maquinaria con los que se trabaja, reconocer su correcto funcionamiento, para así ser capaces de detectar los tipos de fallas más comunes y conocer la forma de actuar frente a éstas. Es por esto que las primeras semanas son principalmente de instrucción, en donde el alumno aprende aspectos básicos como el manejo de la cabina desde la sala de máquinas, el manejo en el modo de inspección, comprobación de las seguridades y cómo manipular las partes que necesitan mantención directa, por lo tanto, en los puntos a continuación, se presentarán los dispositivos más comunes, junto con sus características principales, con los que debe lidiar el alumno al momento de presentarse en la sala de máquinas de un edificio.

1.3.1. Motor Faer P58F II Series

El motor utilizado en los montajes es adquirido de la empresa italiana Faer, ubicada en Roma, posee distintos modelos para alimentación de 50 o 60 Hz, en particular este consta

de 4 polos y es capaz de mover una carga de 3200 Kg, se usa para velocidades de aproximadamente 1 m/s en el desplazamiento de la cabina y tiene una potencia de 8 HP. Viene integrado con un encoder el cual permite controlar las revoluciones del motor mediante un variador de frecuencia. En la figura 1-4 se puede observar el motor Faer P58F. Entre sus características físicas se tiene que este pesa aproximadamente 300 kg, su polea mide 60cm de diámetro y tiene 4 canales para cables de 10mm.

Como se observa en la figura 1-4, sobre el motor se encuentra la bobina de freno (de color gris) la cual, al energizarse, abre el freno permitiendo el movimiento del eje del motor, además, ésta posee una palanca de color rojo en la imagen, la cual permite abrir el freno de forma manual.

Fuente: Fotografía tomada en dependencias edificio Montecarlo

Figura 1-4. Motor Faer P58F II Series

Es posible encontrar una diversidad de motores de distintas marcas en los diferentes edificios, ya que puede haber tantos como empresas de ascensores existen. Cabe destacar que los más comunes son los motores de la marca Otis, figura 1-5, y de la empresa Schindler, figura 1-6, y aún así es posible encontrarlos de distintas formas y tamaños.

Fuente: Fotografía tomada en dependencias edificio San Antonio

Figura 1-5. Motor vertical Otis

Fuente: Fotografía tomada en dependencias edificio Montecarlo

Figura 1-6. Motor Schindler

1.3.2. Variador de frecuencia Yaskawa L1000E

El variador de frecuencia usado por la empresa es el correspondiente a la figura 1-7, modelo con alimentación trifásica de 380-480 VCA, permite corrientes de salida de hasta 30 A, posee una capacidad máxima aplicable del motor de 20 HP, una frecuencia de portadora regulable por el usuario entre 1 y 15 kHz y una velocidad máxima de salida de 120 Hz (regulable por el usuario). Normalmente se hacen trabajar a 4 o 5 Hz para la velocidad lenta del ascensor y entre 45 a 50 Hz para la velocidad alta.

Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 1-7. Variador de frecuencia Yaskawa

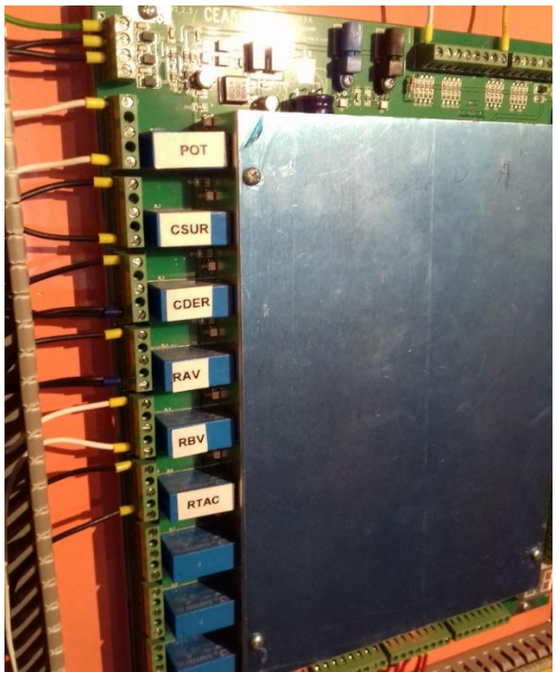
1.3.3. Controlador de ascensores programable CEA51FB

La placa de control utilizada en la empresa corresponde al modelo CEA51FB de Controles S.A., una empresa de origen uruguayo. Junto con su placa de control proveen los distintos accesorios que pudiesen necesitarse durante la instalación de un sistema de ascensores, como módulos de display y botoneras.

Las características principales que merecen destacarse son:

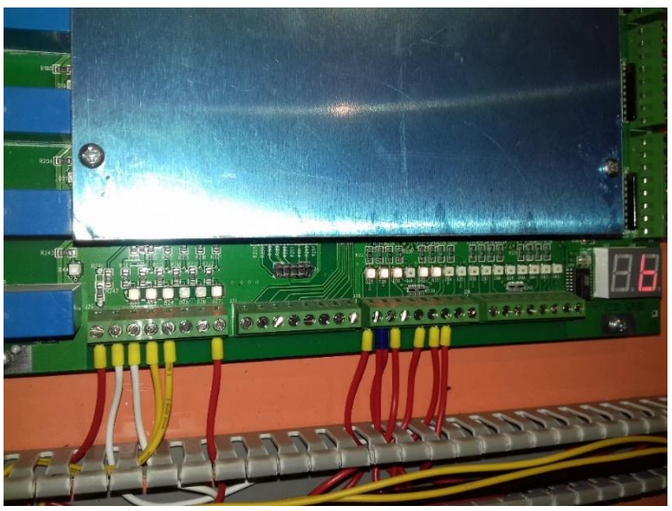
- Posee 10 relés de salida configurables, cuyas funciones pueden cambiarse mediante la programación de la placa en el caso que alguno de ellos deje de funcionar y que se aprecian en la figura 1-8. Estos relés realizan funciones tales como cambio en el giro del motor, cambio de las velocidades, apertura y cierre de puertas.
- 16 salidas dedicadas configurables.
- 48 entradas/salidas digitales usadas para la conexión de llamadas y registros.

- 16 entradas digitales para recibir información del estado del sistema, en donde llegan las señales de los sensores de posición y las seguridades, apreciables en la figura 1-9.
- Indicadores de 7 segmentos.
- 1 puerto de comunicación por fibra óptica para implementar en sistemas de batería de ascensores.
- 1 puerto de comunicación TTL para conexión al ordenador y accesorios.



Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 1-8. Relés de mando configurables



Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 1-9. Entradas dedicadas y digitales

CAPÍTULO 2: ESTADÍA PROFESIONAL

2. ESTADÍA PROFESIONAL

La pasantía fue desarrollada desde el mes de Diciembre de 2016 hasta Marzo de 2017, tiempo durante el cual los pasantes se dedicaron a desarrollar el proyecto asignado por la empresa, el cual será detallado en el presente capítulo.

2.1. TAREA ASIGNADA POR LA EMPRESA

Como se mencionó en el capítulo anterior, ambos pasantes realizaron su práctica industrial en esta misma empresa. Durante su estadía conocieron sobre el interés del Ingeniero Eléctrico José Levicán de desarrollar un reemplazo de la placa de control (CEA51FB) utilizada en las instalaciones, usando la plataforma arduino, debido principalmente a que los pasantes ya habían trabajado anteriormente con dicho sistema en el desarrollo de otro proyecto para una de las asignaturas de la Universidad, con el objetivo en mente de replicar las principales y mayormente utilizadas funciones de dicha placa de control e idealmente agregar modificaciones o mejoras con respecto a ésta. Es por eso que se les asigna el proyecto de construir un sistema de control utilizando una placa arduino para el período de duración de la pasantía, bajo la supervisión directa de José Levicán y teniendo a su disposición el taller ubicado en las dependencias de la empresa.

2.2. SOLICITUDES POR PARTE DE LA EMPRESA

Teniendo como objetivo del proyecto el replicar las funciones realizadas por la placa CEA51FB, la empresa hace énfasis en las que son de mayor importancia y que se deben implementar en el proyecto, junto con otras características como la alimentación y la distribución física.

Dichas solicitudes son:

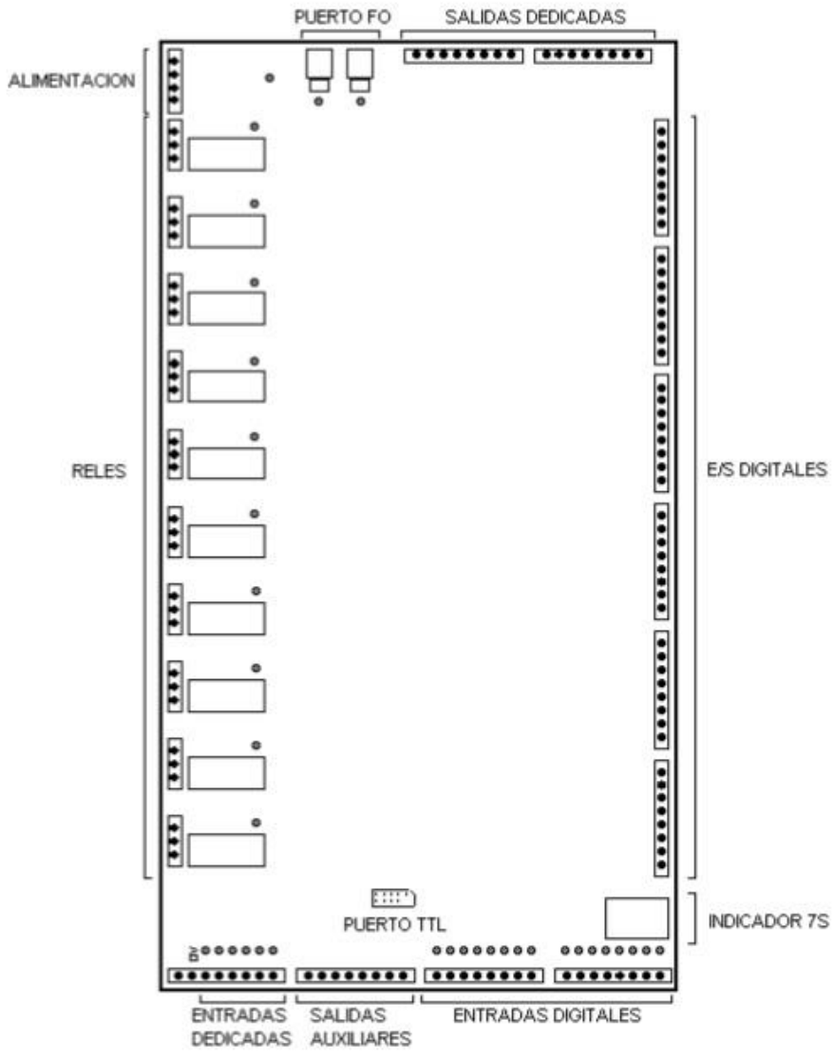
- 10 relés de mando con funciones intercambiables entre sí, con salidas correspondientes a las 8 funciones principales que controla la placa. Estas funciones son: Potencial, Alta Velocidad, Baja Velocidad, Abrir Puerta, Cerrar Puerta, Subir, Bajar y Patín Retráctil, estas pueden verse detalladas en la tabla 2-1.
- 16 entradas digitales encargadas de recibir información de estado del sistema, recibiendo las señales de Seguridad Manual, Seguridad de Puertas Cerradas, Seguridad Automática, Fin Puerta Abierta, Extremo de Subida, Extremo de Bajada, Servicio de Inspección, Servicio de Emergencia, PRS, PRD, Servicio de Ascensorista, Servicio Independiente, Cerrar, Abrir, Carga Liviana y Sobrecarga.

- 6 entradas dedicadas para recibir información del estado del sistema. De éstas cabe destacar: la Supervisión de la Temperatura del Motor y dos entradas para los sensores de posición.
- La distribución física de la placa en cuanto a la ubicación de las entradas, salidas, relés y led´s de estado. Dicha distribución se encuentra presente en la figura 2-1.
- Funcionar con los niveles de voltaje y corriente que suministran los sensores conectados a las entradas digitales.

Tabla 2-1. Detalle de funciones para los relés de mando

Co	Mnemo	Nombre	Categoria	Detalle
01	POT	POTencial	Movimiento	El relé estará actuado mientras hay mando direccional y SA=1.
03	RAV	Relé de Alta Velocidad	Movimiento	Cierra desde el comienzo del viaje hasta el comienzo de la deceleración. No cierra en servicio de inspección.
04	RBV	Relé de Baja Velocidad	Movimiento	Cierra durante la deceleración hasta la parada y en servicio de inspección.
14	RAP	Relé de Abrir Puerta	Puerta	Si se ha configurado apertura condicionada a seguridad automática el relé no se activará mientras haya seguridad automática. En servicio de inspección obedece al mando de abrir puerta (con mando está cerrado). En servicio automático no actúa si FPA=0.
15	RCP	Relé de Cerrar Puerta	Puerta	En servicio de inspección obedece al mando de abrir puerta (sin mando está cerrado).
30	CSUR	Mando direccional de Subir con Retardo, dependiente de SA	Movimiento	Mando de subir con retardo al caer, activo si SA=1. Se usa para mandos CC, VV, VVVF o hidráulicos. El relé se activa para comenzar el viaje y permanece cerrado durante un tiempo RDIR después de que es decidida la palabra final.
31	CDER	Mando direccional de Bajar con Retardo, dependiente de SA	Movimiento	Mando de bajar con retardo al caer, activo si SA=1. Se usa para mandos CC, VV, VVVF o hidráulicos. El relé se activa para comenzar el viaje y permanece cerrado durante un tiempo RDIR después de que es decidida la palabra final.
50	PATR	PATín retráctil con Retardo	Puerta	El relé se activa para comenzar un viaje una vez que las puertas están cerradas y se mantiene por 1 segundo luego del corte del mando direccional.

Fuente: Manual de usuario CEA51FB, tabla 3



Fuente: Manual de usuario CEA51FB, figura 1, página 15

Figura 2-1. Distribución física de la placa CEA51FB

2.3. INSTRUCCIÓN SOBRE EL PROYECTO

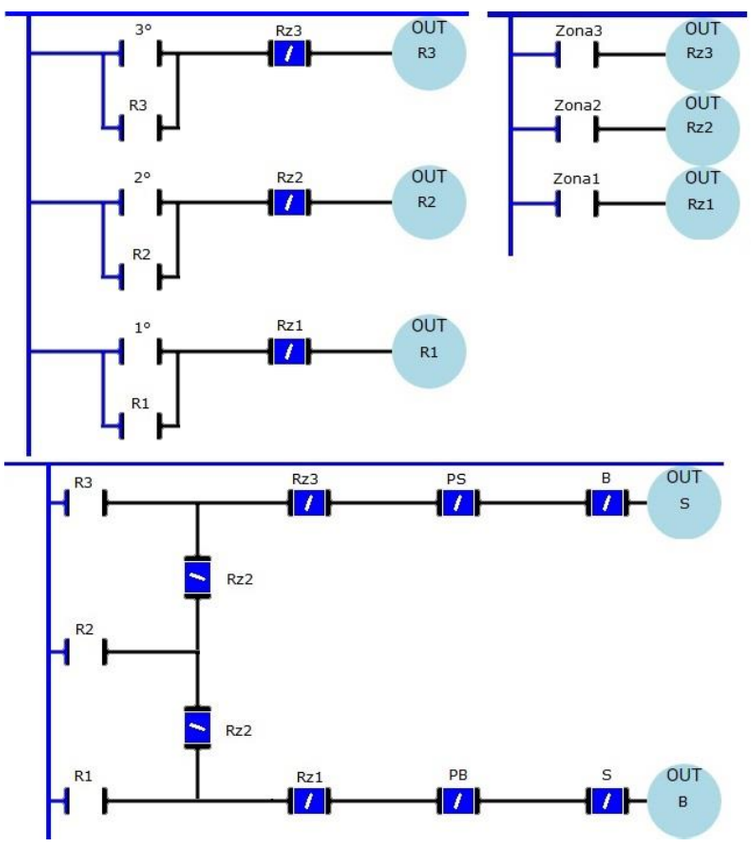
Las primeras semanas luego de iniciado el período de pasantía, consistieron en la preparación e instrucción sobre el funcionamiento de un ascensor y la instalación y programación de la placa.

2.3.1. Ascensor básico

Lo primero fue aprender sobre el funcionamiento del ascensor más básico, para esto el supervisor hizo entrega del diagrama eléctrico mostrado en la figura 2-2 , el cual detalla en forma muy sencilla el accionamiento de 2 salidas correspondientes al control de subir y bajar, las cuales entregan las señales para el sentido de giro del motor.

El funcionamiento consta de 3 pulsadores denominados como 1°, 2° y 3°, los cuales corresponden a las llamadas de piso que son las encargadas de indicarle al ascensor cuál será su piso de destino, estos pulsadores además enclavan 3 variables (R1, R2 y R3) que pasarían a ser el registro de las llamadas. También están presentes los sensores de posición Zona1, Zona2 y Zona3 quienes informan cuándo la cabina se encuentra a nivel en el respectivo piso, además, estas variables son las encargadas de desactivar el enclavamiento de las llamadas de piso en el momento en el que la cabina llega a destino o también evitar que se registre la llamada si ésta se realiza en el mismo piso en el cual se encuentra ubicada la cabina.

La última parte del programa compara la posición actual del ascensor con la llamada marcada, esto por medio de las lecturas de los sensores de zona Rz1, Rz2 y Rz3, asignadas a contactos normalmente cerrados debido a que se debe cerciorar que la cabina no se encuentra en el mismo piso en cual se realizó la llamada y así ésta pueda moverse. Además, se agregan algunas seguridades como lo son PS y PB, las cuales corresponden a sensores que detienen el movimiento del ascensor si se sobrepasa alguno de los pisos extremos, por ejemplo, que alguno de los sensores de zona falle y la cabina baje más del primer piso o suba por sobre el último piso. Los contactos B y S se encargan que ambas salidas no puedan estar en funcionamiento al mismo tiempo, asegurando que la declaración de la subida y la bajada para el motor sean excluyentes la una de la otra.



Fuente: Simulación hecha en https://www.macroplc.com/simulador/?run

Figura 2-2. Diagrama Ladder de ascensor básico

2.3.2. De la placa uruguaya

El paso siguiente fue la instrucción sobre aspectos más detallados del Controlador de Ascensores Programable CEA51FB, ya que las características generales y funcionamiento básico fueron aprendidos durante la práctica industrial realizada anteriormente por los pasantes.

2.3.2.1. Sobre la conexión

Junto con la entrega de una copia del manual de usuario de la placa CEA51FB, se encarga el estudio detallado de dicho documento para lograr así un conocimiento más profundo sobre el funcionamiento e instalación de una de estas placas. Posterior a esto, se evalúa a los alumnos encargándoles realizar el desarme del cableado de una placa ya instalada en uno de los paneles de control mientras van describiendo la operación de cada uno de los puertos de conexión.

2.3.2.2. Sobre la configuración

La placa es programada mediante un software único para cada modelo de placa (para éste caso corresponde al "Configurador C51FB"), proporcionado por la misma empresa Controles S.A., el cual puede ser descargado en forma gratuita desde su página web, éste es compatible con Windows 2000 o versiones superiores y posee distintos instaladores según el modelo de placa a utilizar.

El primer acercamiento con el software de configuración surge de una falla en el edificio Santillana del Mar, ubicado en la av. Perú en Viña del Mar. Un desperfecto con el cierre de puertas exige configurar los tiempos de apertura de éstas y cambiar el estado de reposo del ascensor para que, transcurrido un cierto tiempo sin recibir llamadas, se mantenga con las puertas abiertas en el primer piso. Durante esta instancia el supervisor enseña los procedimientos para conectar el computador a la placa y cargar la configuración deseada; establecer tiempos, cantidad de pisos y todos los demás parámetros configurables dentro del programa.

Cabe señalar que dicho procedimiento de configuración se encuentra detallado dentro del manual de usuario de la placa.

Posteriormente se evalúa este procedimiento asignando la tarea de configurar desde cero una placa recién instalada en una de las torres del edificio Montecarlo, ubicado en av. San Martín en Viña del Mar, el cual estuvo en trabajos de montaje y que, para ese entonces, luego de la modernización de su sistema de control aún no era puesto en marcha por primera vez.

2.4. PREPARACIÓN PARA EL TRABAJO

Posterior al período de instrucción comienza la preparación para partir con el trabajo de construcción y diseño de la placa, estableciendo el plan de lo que se busca lograr, revisando el estado de los equipos a utilizar, encargando los materiales que se necesitan y fabricando los mecanismos y circuitos, ajenos a la placa de control, necesarios para el funcionamiento del sistema.

2.4.1. Equipos

Aquí se abordarán los principales equipos y dispositivos utilizados durante el desarrollo de la nueva placa de control, dejando de lado los componentes electrónicos y herramientas, entregadas por la empresa.

2.4.1.1. Maqueta

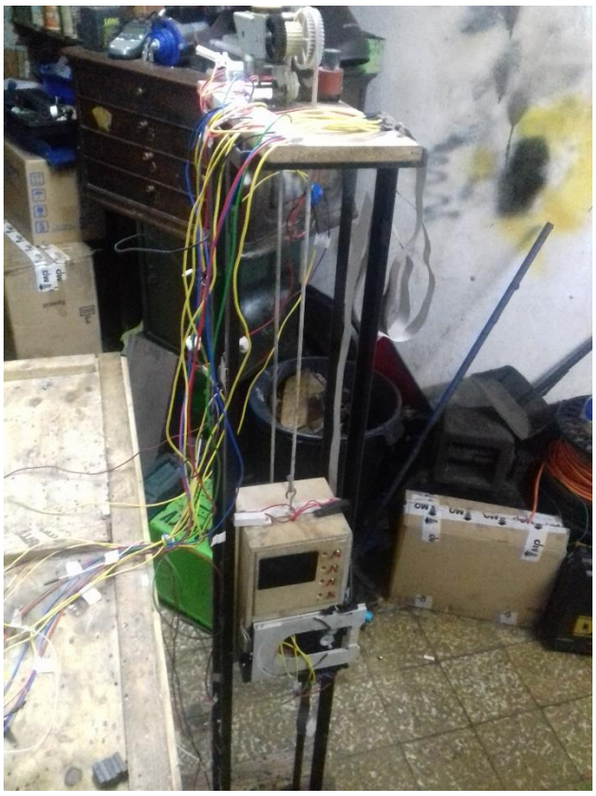
Dentro de las dependencias del taller se encuentra una maqueta de ascensor, mostrada en la figura 2-3, la cual fue construida por el jefe de operaciones y un par de maestros. Antiguamente era usada con el fin de realizar pruebas a las placas antes de ser instaladas en los edificios y dar enseñanza a los nuevos trabajadores.

Debido a la poca expertiz de los practicantes y ayudantes de la empresa, esta maqueta se hallaba sin uso dentro del taller.

La estructura tiene una altura de 150 cm, posee 4 ángulos de metal ubicados de manera vertical que conforman los rieles guía de la cabina y del contrapeso, estos últimos van unidos a través de una cuerda que pasa por la polea del motor ubicada en el punto más alto; el contrapeso consta de un rectángulo de 18cm x 25cm de ecoplac; la cabina está construida con contrachapado y sus dimensiones son 15cm x 28cm x 15cm. Esta maqueta fue puesta a disposición de los pasantes con el fin de hacer más fácil el trabajo de prueba para las funciones que luego serían programadas en el nuevo controlador.

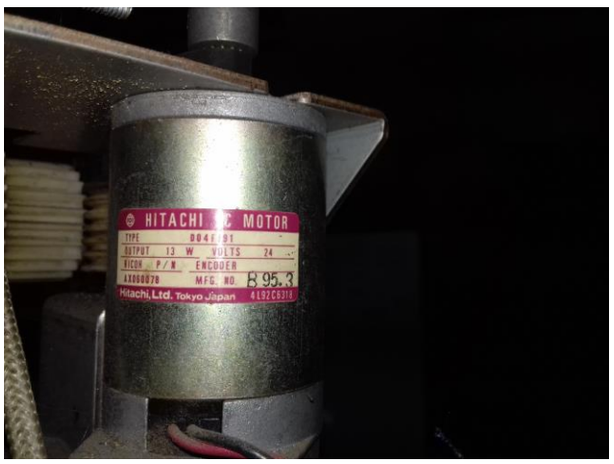
En dicha maqueta se encontraban instalados:

- Un par de interruptores magnéticos, emulando el sensor magnético de posición.
- La bandeja y motor de un lector de CD’s utilizados como puerta de cabina.
- Pulsadores y led’s para las llamadas de cabina.
- Interruptores utilizados para la implementación de algunas seguridades.
- Un motor DC de 24V con potencia de 13W de salida de la marca Hitachi, mostrado en la figura 2-4.



Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 2-3. Maqueta de ascensor utilizada durante la pasantía



Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 2-4. Motor utilizado en la maqueta de ascensor

Para el correcto uso de la maqueta fue necesario volver a cablear todas las conexiones de esta, ya que algunos cables se encontraban en mal estado o era necesario cambiar su extensión.

Se instalaron regletas para realizar las conexiones en forma cómoda y para agregar posteriormente más cables provenientes de los sensores y los circuitos extras que debían ser adicionados al ascensor.

2.4.1.2. Controlador

El componente central del proyecto es el microcontrolador, que para este caso corresponde a una placa Arduino, la cual posee un chip de la serie ATmega de Atmel. Para la primera parte del proyecto se utilizó una placa Arduino Uno r3, ya que e sta era la que se tenía a mano para comenzar con el trabajo y, con el número de variables que se controlaban en un principio, la cantidad de entradas y salidas era suficiente. A medida que se avanza con el programa se hace necesario ampliar la cantidad de pines de conexión, debido del aumento de variables a medir, motivo por el cual se opta por adquirir un Arduino Mega 2560, mostrado en la figura 2-5, el cual comparte varias de las especificaciones técnicas con la placa utilizada anteriormente, pero que se diferencia principalmente por la cantidad de entradas y salidas que posee.

Entre los datos técnicos del arduino Mega, detallados en la tabla 2-2, cabe resaltar que:

- Posee 54 entradas/salidas digitales, necesarias para la gran cantidad de contactos y sensores asociados al funcionamiento de un ascensor.
- Tiene 16 entradas analógicas, lo que otorga aún más entradas al sistema.
- Su alimentación puede ser mediante USB (5VDC) o por el Jack de alimentación, que permite utilizar una fuente externa que otorgue voltajes entre 7 y 12VDC, niveles recomendados por el fabricante para un correcto funcionamiento de la placa.
- Cada pin digital es capaz de entregar (o recibir) corrientes de 20mA (recomendado), lo cual es suficiente para excitar la base de un transistor y mediante éste activar uno de los relés de mando. Además, cuentan internamente con resistencias pull-up (desconectadas por defecto) de 20-50 KΩ, útiles para simplificar la circuitería externa al momento de la lectura de sensores.
- Cuenta con un "fusible reseteable" (polyfuse). Este actúa como protección cuando el arduino está conectado al puerto USB del computador. En el caso de que se apliquen más de 500mA al puerto USB, el fusible automáticamente cortará la conexión hasta que el corto circuito o la sobrecarga sea corregida.

Fuente: http://arduino.cl/arduino-mega-2560/

Figura 2-5. Arduino Mega 2560 r3

Tabla 2-2. Especificaciones técnicas placas arduino Mega2560

Especificaciones Técnicas

Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de Operación	5V
Voltaje de Entrada(Recomendado)	7-12V
Voltaje de Entrada(Limite)	6-20V
Pines E/S Digital	54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
Pines de Entrada Analógica	16
Corriente DC por Pin E/S	20 mA
Corriente DC Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB (8KB son usados por el bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de Reloj	16 MHz
LED Interno	13
Largo	101.52 mm
Ancho	53.3 mm
Peso	37 g

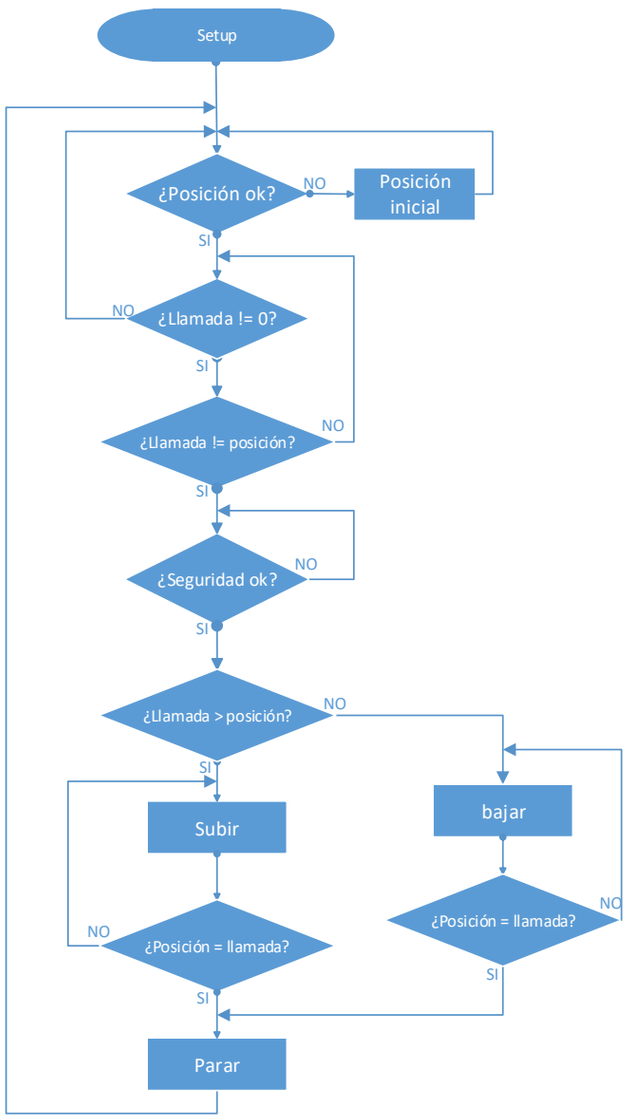
Fuente: https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560

Una de las principales razones para elegir esta serie de microcontroladores fue el hecho que el costo de estas placas no es tan elevado, considerando que vienen listas para conectarlas a un puerto USB, ser cargadas con un scketch y utilizarlas sin la necesidad de soldar o diseñar fuentes de voltaje u otros circuitos, ya que en el mercado existe una amplia

variedad de módulos especialmente construidos para trabajar con este tipo de placas. Otro punto importante es que no hay necesidad de comprar softwares especiales ni licencias de uso. El software de arduino puede descargarse directamente desde la página web, está escrito en Java y basado en lenguaje Processing y otros softwares de código abierto.

2.4.2. Diagrama de flujo

Luego del período de estudio de la placa, fue necesario confeccionar el diagrama de flujo básico de funcionamiento de un ascensor, presente en la figura 2-6, en el que se muestra a grandes rasgos el tratamiento de las variables tomadas por el controlador y la ejecución de las instrucciones para lograr el movimiento de la cabina.



Fuente: Análisis desarrollado para el proyecto, confeccionado en Visio

Figura 2-6. Diagrama de flujo básico de funcionamiento

Este diagrama permite planificar cómo se desarrollará el trabajo de programación, separando el funcionamiento en 4 principales sub funciones:

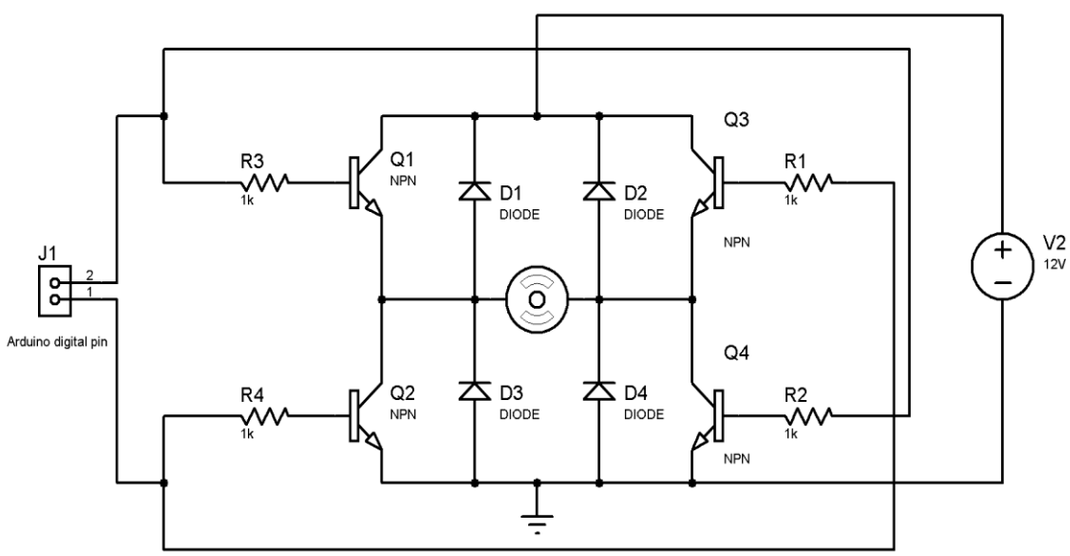
- Posición.
- Llamadas.
- Seguridad.
- Movimiento.

2.4.3. Diseño de circuitos adicionales

Para lograr un funcionamiento más real de la maqueta, fue necesario la construcción e intervención de otros circuitos ajenos a los que incluye la placa de control. Entre las múltiples opciones, los circuitos seleccionados fueron los siguientes.

2.4.3.1. Puente H

Considerando que las salidas de corriente del microcontrolador están limitadas a 20 mA, se vio la necesidad de darle solución a la inversión del giro del motor de cabina. Dicho motor funciona con 5 VDC y aprovechando la simpleza del manejo de un puente H, se decidió implementar el circuito mostrado en la figura 2-7, emulando el trabajo de un operador de puerta.

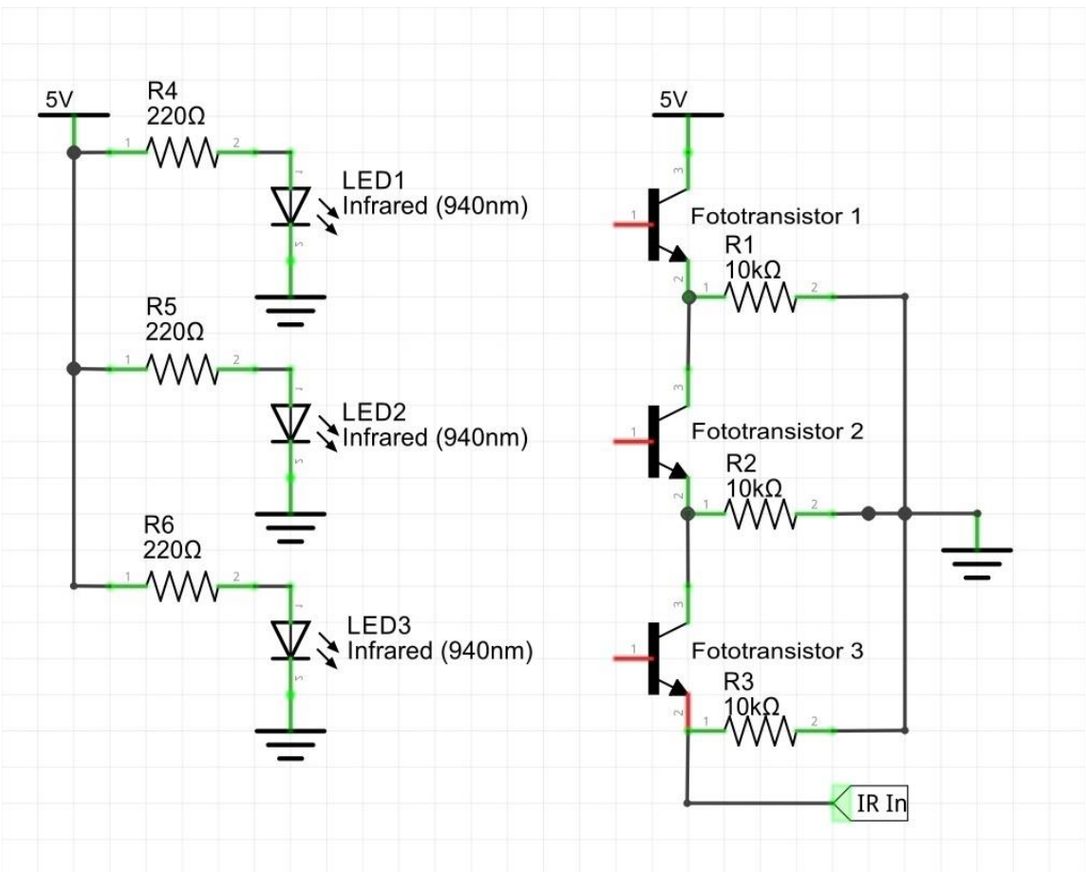


Fuente: http://panamahitek.com/el-puente-h-invirtiendo-el-sentido-de-giro-de-un-motor-con-arduino/

Figura 2-7. Circuito puente H

2.4.3.2. Antena detectora IR

Actualmente se encuentra presente en la gran mayoría de los ascensores a lo largo del mundo la mal llamada antena detectora, que es una malla de emisores y receptores de infrarrojo que cubren el umbral de ingreso de pasajeros al ascensor. Buscando un símil a este sistema, se implementa una malla infrarroja que consta de 3 LED´s infrarrojos con sus respectivos fototransistores, formando una compuerta lógica AND, como se muestra en la figura 2-8.

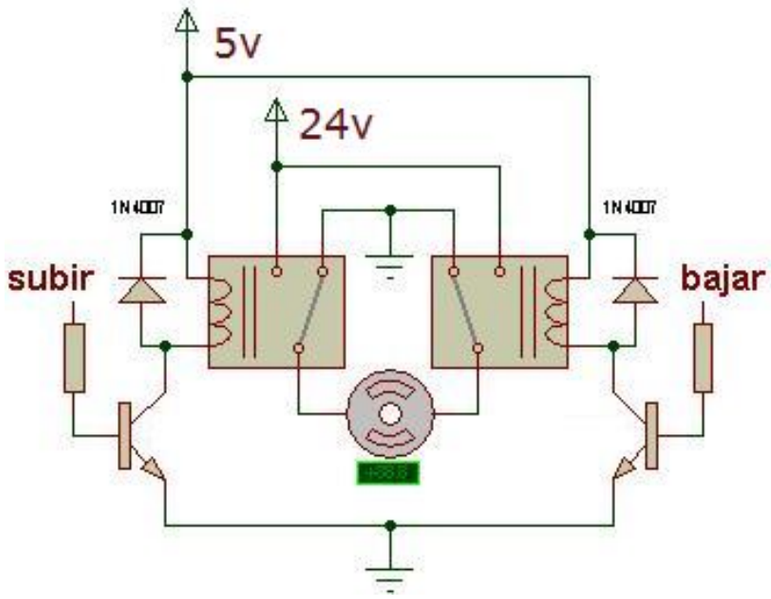


Fuente: Simulación realizada en fritzing

Figura 2-8. Conexión de led y fototransistor para malla infrarroja

2.4.3.3. Inversor de giro con relés

Para el correcto funcionamiento del cambio de giro del motor de fuerza, el puente H no era suficiente o los transistores alcanzaban temperaturas muy altas. La implementación de un cambio de giro con relés, figura 2-9, simplificó el trabajo tanto en la construcción como en la detección de fallas de armado.



Fuente: http://www.forosdeelectronica.com/f23/inversor-giro-motor-cc-chasquea-rele-33967/

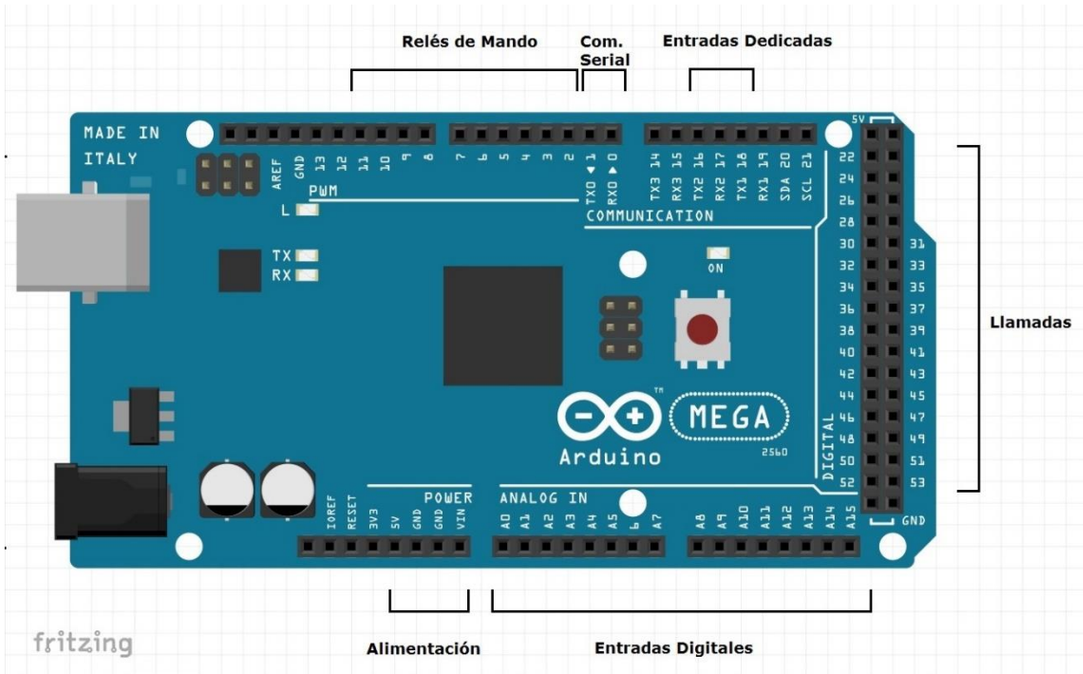
Figura 2-9. Circuito cambio de giro para motor de 24VDC

2.5. IMPLEMENTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

A continuación se detalla el desarrollo de las funciones a implementar en la programación del controlador, la distribución de las entradas y salidas, circuitos construidos para la comunicación entre la maqueta y el arduino, etc.

2.5.1. Distribución de los pines del microcontrolador

Como se explica en la subsección 2.4.1.2, se eligió trabajar con el arduino Mega 2560 puesto que es la placa con mayor cantidad de entradas/salidas; 54 pines digitales y 16 entradas análogas, estas últimas pudiendo también ser utilizadas como entradas digitales, resultando un total de 70 pines para la conexión de sensores y actuadores. La distribución planteada de estos pines en la placa arduino y las funciones asignadas son visibles en la figura 2-10.

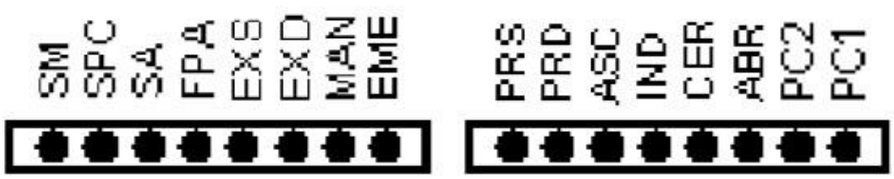


Fuente: Simulación realizada en fritzing

Figura 2-10. Distribución de E/S para la placa arduino Mega2560

La asignación de pines se detalla de la siguiente manera:

- Pines digitales 0 y 1: Comunicación serial, utilizada para la conexión de módulos display de 7 segmentos.
- 10 relés de mando configurables e intercambiables entre sí: Pines digitales 2 al 11.
- 3 entradas dedicadas: Pines digitales 16(ALT: temperatura del motor), 17(PAS/PN) y 18(PAD), siendo éstos 2 últimos donde se conecta el sensor de posición.
- 32 llamadas de piso y/o cabina: Pines digitales 22 al 53.
- 16 entradas análogas: pines A0 al A15, las cuales al ser configuradas como entradas digitales pasan a enumerarse desde 54 al 69 dentro del programa, en lugar de A0, A1, etc. El detalle de las entradas digitales se puede ver en la figura 2-11.



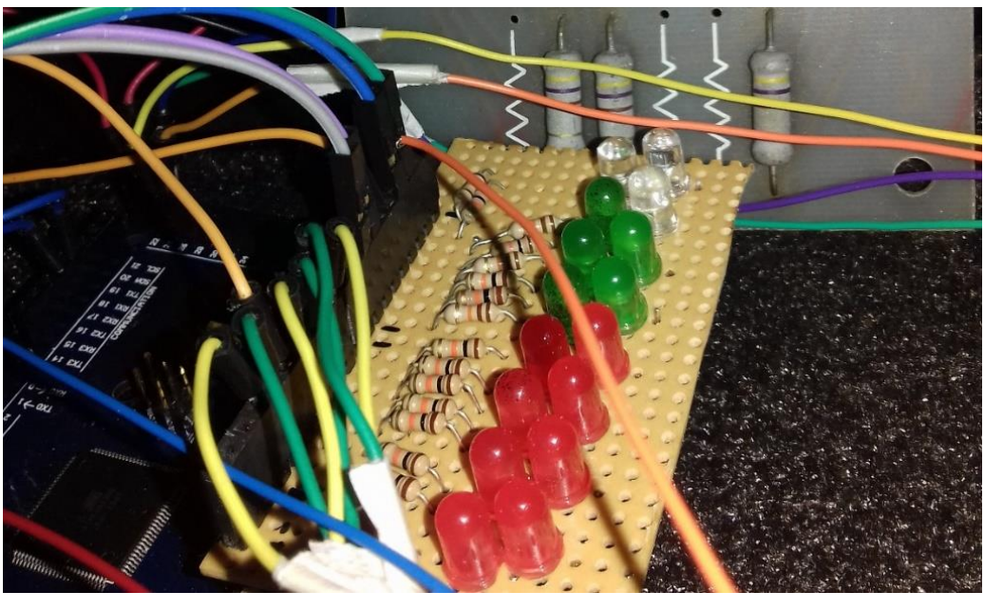
Fuente: Manual de usuario CEA51FB

Figura 2-11. Regleta de las entradas digitales

Las entradas/salidas no asignadas se dejaron de esa forma en el caso de necesitar pines auxiliares o agregar nuevas funciones a futuro.

2.5.2. Circuitos para la conexión al arduino

Para la conexión directa de las señales de los sensores hacia el arduino (5VDC), se decidió implementar resistencias de pull-down de 10kΩ. De esta forma se aseguró la correcta lectura de estados "uno" o "cero" lógicos, puesto que varios de los llamados "sensores" son en realidad interruptores (algunos de estos mecánicos) que energizan o no el puerto correspondiente de la placa, causando que al momento de encontrarse inactivo (cero lógico), la entrada queda al aire, en un estado errático producido al no utilizar una resistencia pull-down para referirla a tierra. El circuito construido para la conexión al arduino se puede ver en la figura 2-12.



Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

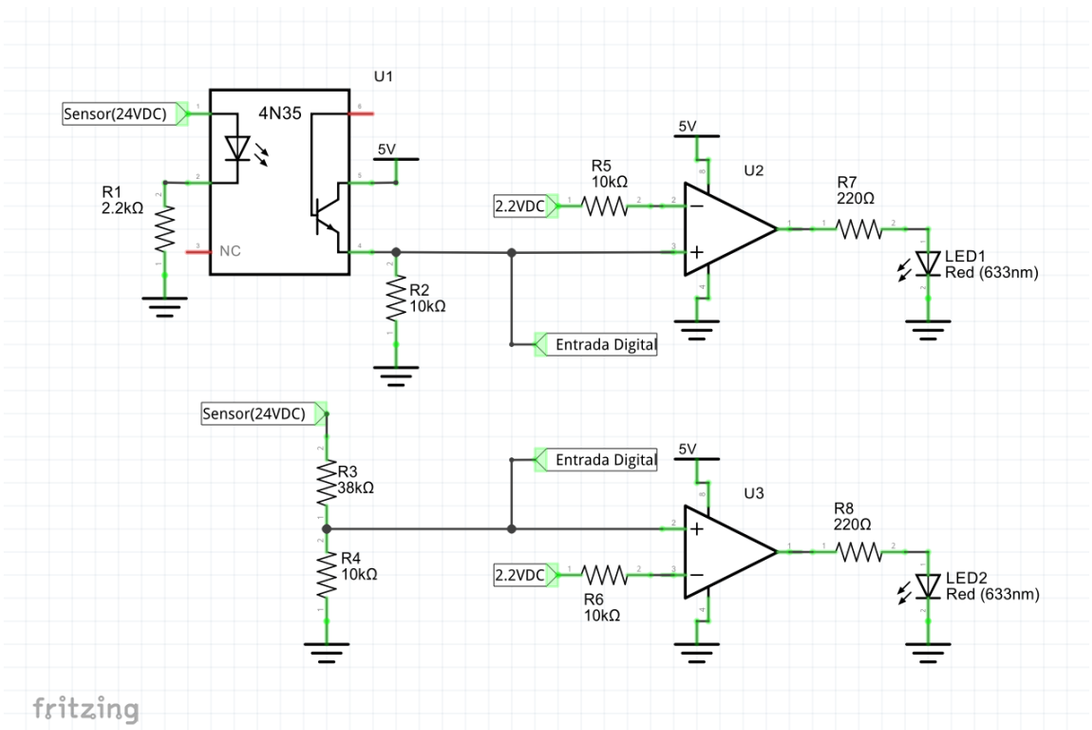
Figura 2-12. Circuito para la conexión de entradas digitales

A nivel de maqueta, las resistencias de pull-down son idóneas, pero los sensores y sistemas reales de medición de señales en un ascensor por lo general funcionan con 24VDC. Existen 2 soluciones factibles al problema de diferencia de voltaje: aprovechando la alta impedancia en las entradas digitales, surge como una buena alternativa la implementación de un divisor de voltaje, ya que se evita que se cargue el circuito. Además, teniendo presente la proporción de los voltajes (24/5) resulta muy sencillo encontrar un valor óhmico adecuado para el divisor (considerando que el valor visto desde la entrada digital debe ser lo más cercano a 10kΩ). Utilizando valores resistivos de 10kΩ y 38KΩ es posible obtener un nivel de 5VDC para la entrada digital a partir de los 24VDC que entrega el sensor. De esta forma, la intervención al circuito sería mínima y cualquier variación en el valor de las señales sería proporcional; la otra opción es la implementación de un sistema basado en optoacopladores, utilizando opto-transistores también se logra obtener una correcta conmutación al aprovechar

la operación de éste como suministro de corriente (sourcing current). Ambos casos están ilustrados en la figura 2-13.

Posteriormente la empresa decidirá cuál configuración es de su conveniencia.

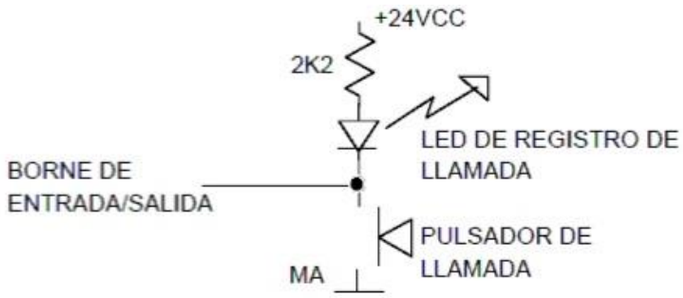
Además, en ambas configuraciones, es necesario mostrar el estado de la entrada digital por medio de un LED, por lo cual se implementó un circuito comparador. Este toma una muestra del voltaje que llega a la entrada digital, lo compara con un voltaje de referencia e indica un estado alto cuando la muestra es mayor al voltaje de referencia y un estado bajo cuando es menor que este. Se establece 2.2V como voltaje de referencia, basándose en los rangos de voltaje definidos para la tecnología TTL, la cual considera el estado alto entre 2.2V y 5V. Este circuito también se muestra en la figura 2-13.



Fuente: Simulación realizada en fritzing

Figura 2-13. Circuitos propuestos para diferencia de voltaje

La conexión de los pulsadores de llamadas es la mostrada en la figura 2-14. El pulsador se conecta por un extremo a tierra y por el otro a +24VDC a través de una resistencia de 2.2KΩ y un led. Este circuito es el mismo implementado ya en la maqueta, la única diferencia es que se alimenta con 5VDC, lo cual produce que circule aproximadamente 1.1mA (valor obtenido mediante la medición con multímetro) por el led, corriente suficiente para encenderlo con una intensidad perfectamente visible. En el caso que sea necesario ajustar la luminosidad del led, solo se debe cambiar la resistencia, lo cual es posible debido a que el circuito de las llamadas es externo a la placa de control. En cuanto a la entrada del controlador, esta detecta que se ha pulsado una llamada cuando recibe un "0" en el borne de entrada/salida.



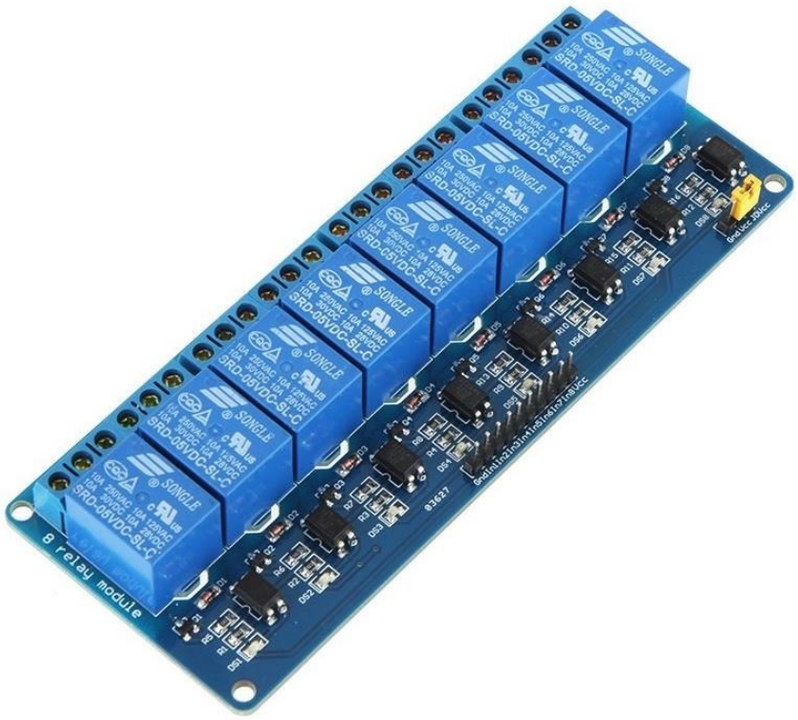
Fuente: Manual de usuario CEA51FB, figura 6, página 30

Figura 2-14. Conexión de pulsador de llamada

Es posible agregar un diodo para visualizar el registro de las llamadas, conectando el ánodo de éste al cátodo del led, y el cátodo del diodo al terminal de entrada de la llamada. Cuando el controlador detecta que se ha pulsado una de las llamadas, cambia el estado de ese terminal y lo configura como una salida, luego envía un "0" hacia el cátodo del diodo, permitiendo que la corriente tenga una salida a tierra a través de este diodo, causando que se mantenga encendido el LED sin importar el estado del pulsador. El LED se mantiene encendido hasta que el ascensor despache la llamada, momento en el cual el terminal vuelve a configurarse como entrada.

Para las salidas del controlador es necesario utilizar relés, ya que 4 de estas salidas (CSUR, CDER, RAV, RBV) van conectadas directamente a las entradas digitales del variador de frecuencia usado con el motor del ascensor, las cuales funcionan con 24VDC. Igual en el caso de los relés RAP y RCP, los cuales se conectan al variador de frecuencia del motor de puerta en caso de usar uno, de no ser así, los relés controlan directamente el sentido de giro del motor.

Se optó por utilizar un módulo de relés, especialmente construido para el uso con microcontroladores, con el objetivo de simplificar la implementación del circuito. El módulo cuenta con 8 relés, cuyas bobinas se energizan con 5VDC, por medio de un optoacoplador conectado a la salida digital del arduino. Posee 8 LED's de estado que indican cual es la salida digital se encuentra activa y por consecuencia el relé que se encuentra activo. Los niveles máximos de tensión para los contactos de potencia son 250VAC y 30VDC, y una corriente máxima de 10A.



Fuente: www.tectronix.cl

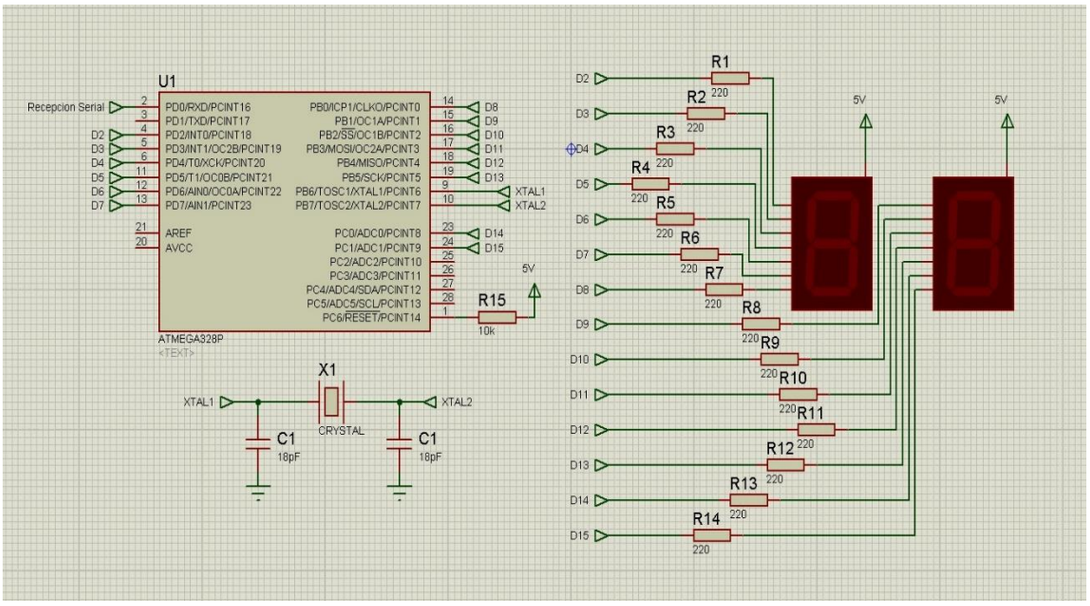
Figura 2-15. Módulo relé de 8 canales

Por último, para visualizar la posición de la cabina y los códigos de falla, se construyó un módulo a base de 2 display's de 7 segmentos de ánodo común y un ATMega328P. Éste último es un microcontrolador, el mismo utilizado en las placas Arduino UNO R3.

Para la conexión entre los cátodos del display y las entradas digitales del integrado se utilizaron resistencias de 220Ω, como se esquematiza en la figura 2-16.

Para hacer uso del Atmega328P, puesto que no posee un cristal interno como otros chips de esta serie, es necesario agregar un cristal de 16MHz, conectándolo entre los pines número 9 y 10, junto con un condensador de 18pF entre cada uno de estos pines y tierra. Además, para evitar que el chip se resetee, se conecta una resistencia de 10KΩ entre la alimentación y el pin 1 del integrado (Reset).

El integrado se programó en lenguaje de arduino, con un código sencillo encargado de realizar la lectura del puerto receptor de comunicación serial (pin digital 0) y traducirlo en la activación de las salidas digitales de este para mostrar el dígito o letra correspondiente en los display's. Para lograr la comunicación entre el ATMega328P y el Arduino Mega, se conecta directamente el pin digital 0 (RX) del chip ATmega, con el pin digital 1(TX0) del Arduino Mega. A través de este enlace de comunicación serial, se envían códigos en ASCII, que luego son discriminados y mostrados en los display's de 7 segmentos.



Fuente: Simulación realizada en software Proteus

Figura 2-16. Circuito de módulo display de 2 dígitos

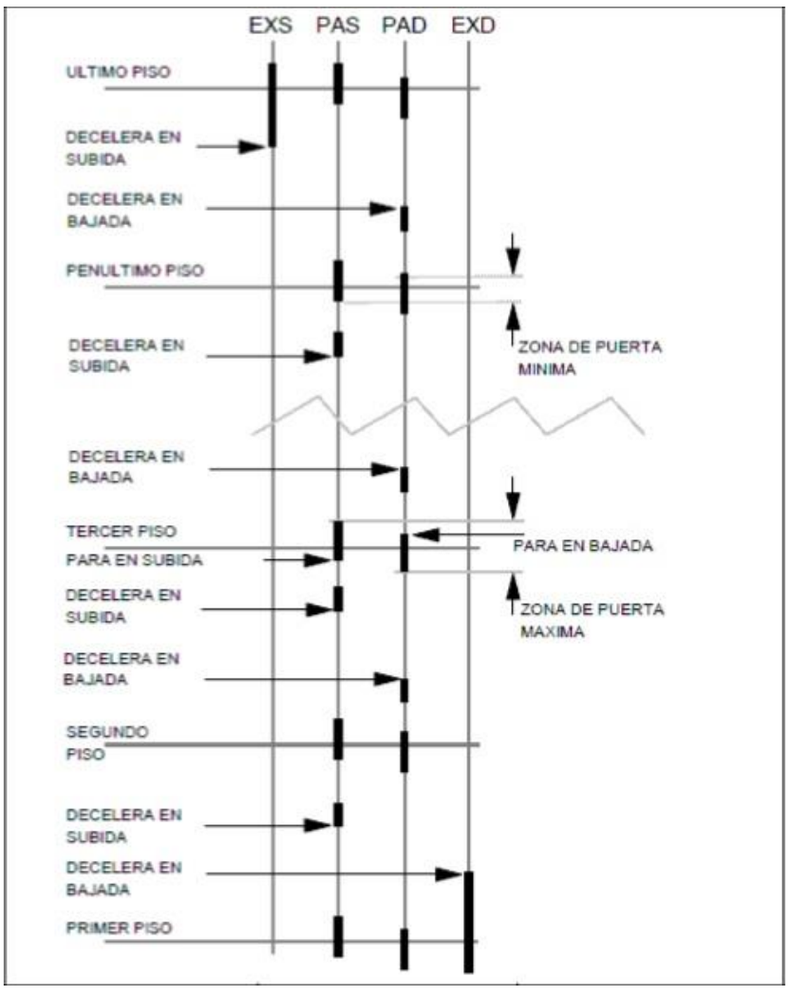
2.5.3. Sistemas de posición

La posición de la cabina se obtiene mediante imanes ubicados en el riel que guía el movimiento del ascensor, los cuales son detectados por un sensor magnético. Este sensor suministra 24VDC y 5 mA si no está enfrentado a uno de los imanes y abre al enfrentarlos.

Para la maqueta se utiliza el mismo mecanismo, pero con sensores que entregan 5VDC al momento de no enfrentarse a un imán.

Además, se cuenta con dos contactos mecánicos normalmente abiertos, los cuales también suministran 5VDC y son pieza clave para conocer los extremos del recorrido de la cabina, ya que se encuentran ubicados en el primer y último piso. Estos son denominados EXS (extremo de subida) y EXD (extremo de bajada), y se conectan a sus respectivos terminales en la regleta de entradas digitales.

Existen dos configuraciones posibles para conocer la posición: PAS-PAD (2 sensores magnéticos) y PN (sólo un sensor magnético), ambas visibles en las figuras 2-17 y 2-18, respectivamente. En las figuras se muestra la distribución de los imanes a lo largo de los rieles que guían el movimiento de la cabina.

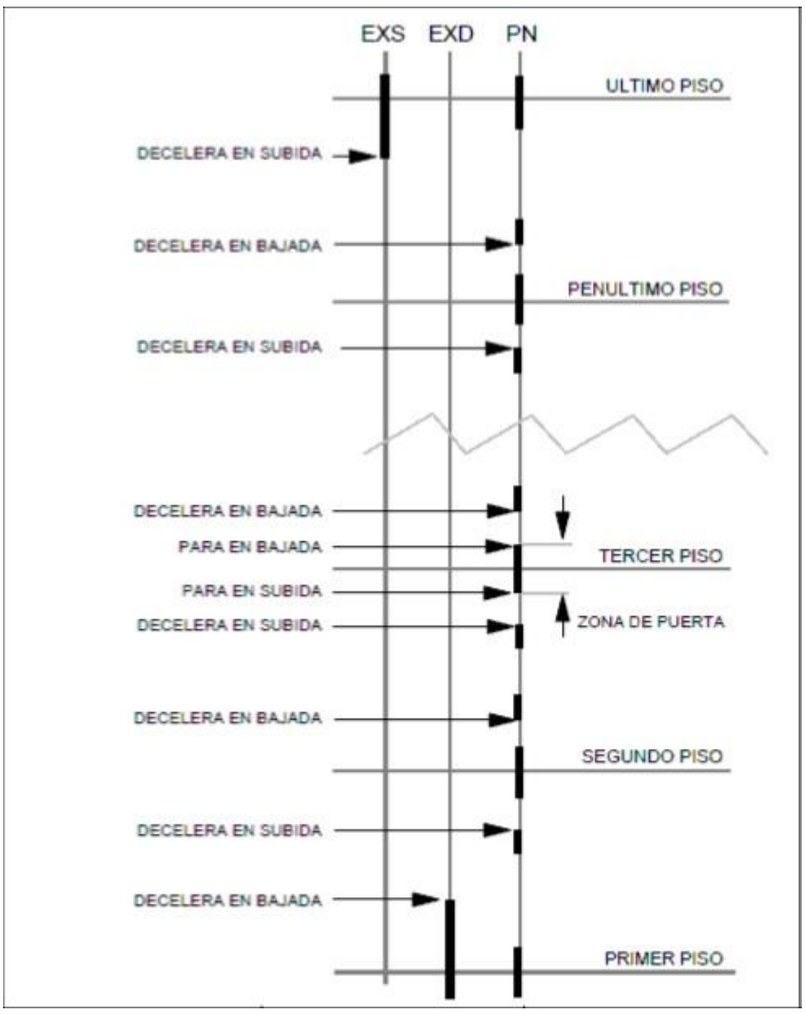


Fuente: Manual de usuario CEA51FB, figura 21, página 47

Figura 2-17. Sistema de posición PAS-PAD

En el sistema PAS-PAD se ubican 4 imanes por cada piso, a excepción de los pisos extremos que cuentan con 2. Estos se distribuyen colocando la mitad en cada riel, formando las líneas PAS y PAD, donde cada sensor se encarga de uno de los rieles y de los imanes ubicados en estos.

Las zonas marcadas como nivel de piso son aquellas en las que se superponen un imán de la línea PAS y uno de la línea PAD, es decir, cuando ambos sensores se encuentran frente a un imán. El resto de los imanes, aquellos que no indican nivel de piso en la línea PAS, se encargan de señalar cuando se debe hacer el cambio de velocidad mientras la cabina realiza un viaje ascendente, además de aumentar la cuenta de los pisos en 1. De igual manera, los imanes de la línea PAD, aquellos que no indican nivel de piso, son los que señalan el momento en que se debe cambiar la velocidad durante un viaje descendente, y también de disminuir la cuenta de los pisos en 1.



Fuente: Manual de usuario CEA51FB, figura 23, página 50

Figura 2-18. Sistema de posición PN

En el sistema PN se ubican 3 imanes por cada piso, a excepción de los pisos extremos que cuentan solamente con 1. Todos los imanes se encuentran ubicados en el mismo riel, por lo tanto, es necesario llevar una cuenta para poder diferenciar los imanes que indican el nivel de piso de aquellos que señalan el cambio de velocidad y la variación (aumento o disminución) en la cuenta de los pisos.

Los contactos EXD y EXS, además de indicar cuando la cabina se encuentra en el primer y último piso respectivamente, reemplazan los imanes de cambio de velocidad en sus respectivos pisos, trabajando EXD como cambio de velocidad en bajada para el primer piso y EXS señalando el cambio de velocidad en subida para el último piso.

La diferencia de funcionamiento entre ambas configuraciones es que al usar PN, la distancia entre los imanes de cambio de velocidad de 2 pisos consecutivos para un mismo sensor es menor que usando PAS-PAD, debido a que se encuentran ubicados en el mismo riel, por lo tanto, es necesario usar velocidades menores para el motor en configuración PN, con el objetivo de que la distancia de frenado sea suficiente para que la cabina pueda detenerse al nivel correcto de piso.

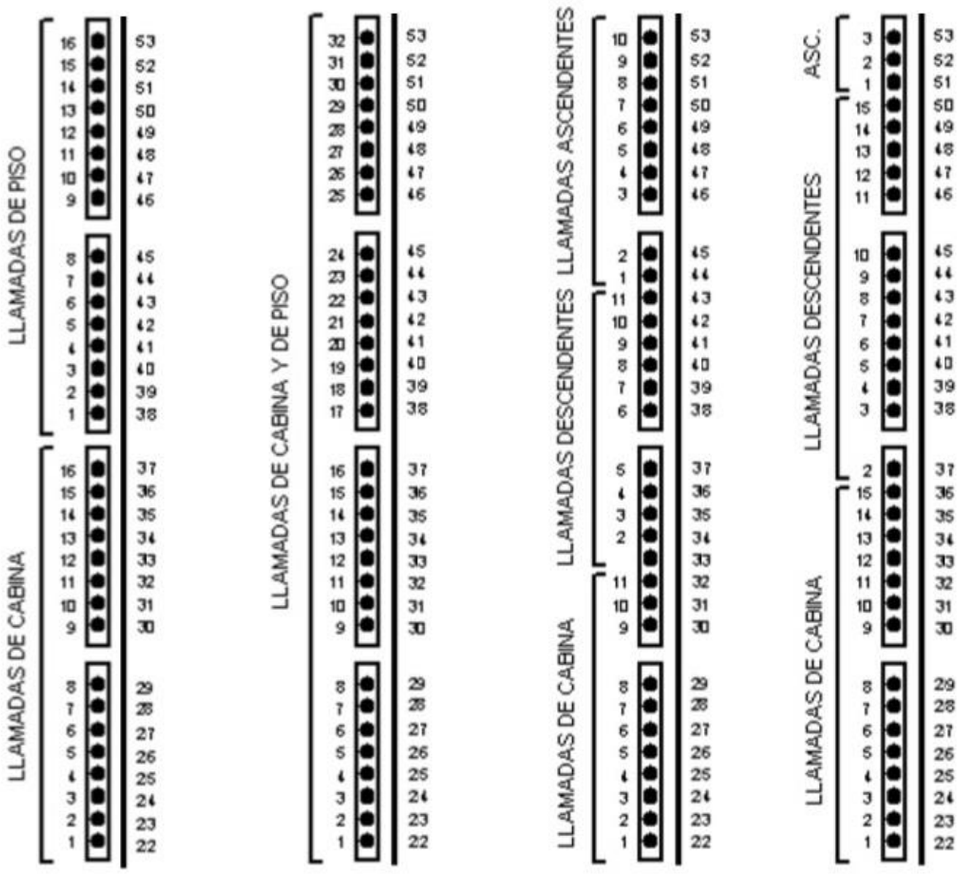
2.5.4. Servicios de llamadas

Cada pulsador de llamada, en la configuración mostrada anteriormente en la sección 2.5.2., se conecta a un terminal de entrada ubicado en la regleta de llamadas, donde la ubicación de cada pulsador dentro de la regleta depende del modo de despacho configurado en el controlador. Los modos de despacho de llamadas configurables son:

- Colectivo selectivo completo: existen llamadas de cabina de pisos ascendentes y descendentes. En viaje ascendente despacha todas las llamadas ascendentes por sobre la cabina. Luego de despachar la última llamada ascendente, cambia el sentido del viaje y comienza a despachar las llamadas descendentes.
- Colectivo selectivo en descenso: existen llamadas de cabina y de piso descendentes. En viaje ascendente despacha todas las llamadas ascendentes de cabina. Luego cambia el sentido de viaje y comienza a despachar las llamadas descendentes de cabina y de piso.
- Automático simple: existen llamadas de cabina y de piso. Se despacha la primera llamada del registro. Una vez despachada continúa con la siguiente.
- Colectivo no selectivo: existen llamadas de cabina y de piso. En viaje ascendente despacha todas las llamadas por encima de la cabina en orden ascendente. Luego de despachar la última llamada ascendente, cambia el sentido del viaje y comienza a despachar las llamadas por debajo de la cabina.

La distribución de los pulsadores en la regleta, para cada uno de los modos, puede verse en la figura 2-19 y están ordenados de izquierda a derecha de la siguiente forma: colectivo no selectivo, automático simple, colectivo selectivo completo y colectivo selectivo en descenso.

Después de despachar la última llamada del registro, el ascensor pasa a estado de reposo. Si se configura una estación de reposo, luego de superar un cierto tiempo sin que la cabina sea solicitada mediante alguna llamada, se inicia un viaje hasta dicha estación. Tanto la parada seleccionada como estación de reposo y el tiempo de espera son configurables. En el caso de no definir una parada como estación de reposo, al superar el tiempo de espera, la cabina se quedará en el último piso en el cual se detuvo.



Fuente: Diagrama basado en figura 30, página 63 del manual de usuario CEA51FB

Figura 2-19. Configuraciones de los terminales de llamada

2.5.5. Seguridades

Uno de los aspectos más importantes en un sistema de ascensores es la seguridad. A continuación, se presentan los mecanismos de seguridad utilizados para asegurar un correcto funcionamiento y prevenir situaciones de riesgo. Estos aplican para todos los servicios y configuraciones.

2.5.5.1. Series de seguridad

Se entiende por "serie de seguridad" a la serie lógica AND de contactos de seguridad. Van conectadas a los 4 primeros terminales de las entradas digitales; es necesario que todas sean "1" para que se ejecute el movimiento de la cabina y son las siguientes:

- Serie de Seguridad Manual (SM): contactos que deben ser normalizados por acción de un técnico y/o usuario, por ejemplo, los contactos de la puerta de emergencia.
- Serie de Seguridad de Puertas Cerradas (SPC): contactos en puertas de cabina y en puertas de piso que se activan por acción de las puertas automáticas. Si las puertas son manuales, el terminal SPC se conecta a SM.

- Serie de Seguridad Automática (SA): incluye los contactos accionados por el patín retráctil, el cual es un pestillo electromagnético que traba la puerta luego de ejecutarse correctamente el cierre de ésta.
- Serie de Fin de Puerta Abierta (FPA): contactos en puertas de cabina y en puertas de piso que se activan por acción de las puertas automáticas. Es "0" sólo cuando la puerta está completamente abierta.

2.5.5.2. Otras seguridades

El controlador se encarga de supervisar la temperatura de las bobinas del motor por medio del terminal ALT de las entradas dedicadas. Está activo cuando la entrada es "1", lo que indica que existe una condición de alta temperatura del motor y el controlador procede a bloquear el movimiento y generar la alarma correspondiente. Si no se requiere esta función, el terminal ALT se debe conectar a 0VDC.

Además, en los casos en que hay un pesador de carga instalado en la cabina de ascensor, es posible conectar la información del pesador a las entradas digitales PC1 y PC2. El controlador supervisa esta información solo si la puerta se encuentra abierta; es capaz de recibir 3 estados de carga, los cuales se pueden ver en la tabla 2-3, y procede de la siguiente forma:

- Carga liviana: permite guardar en el registro una cantidad de llamadas menor a un límite configurable.
- Carga completa: no atiende llamadas exteriores (llamadas de piso).
- Sobrecarga: no inicia el viaje y genera la alarma correspondiente.

Si esta función no es requerida, los terminales PC1 y PC2 no se conectan.

Tabla 2-3. Estados del pesador de carga

PC2	PC1	Estado de carga	% de la carga nominal (usual)
0	1	Carga Liviana	< 15
1	0	Carga Completa	> 80
1	1	Sobrecargado	> 110

Fuente: Manual de usuario CEA51FB, tabla 1, página 32

2.5.5.3. Códigos de fallas

Al momento en que el controlador activa alguna de las alarmas por la falla de un mecanismo, además de ejecutar la acción correspondiente como detener el motor o reintentar el cierre o apertura de puertas según sea el caso, éste muestra un código de falla a través de los display's de 7 segmentos. En el display se muestra una "F" en el dígito de las decenas y el código de falla en el de las unidades, estos caracteres alternan con la posición de la cabina

una vez por segundo. Además de las fallas, el display muestra otros códigos, explicados en la tabla 2-5, según el servicio que está activado en la placa.

Existe un código específico para cada tipo de falla, descritas en la tabla 2-4, con el objetivo de que el técnico sea capaz de conocer rápidamente el problema que presenta el sistema y no tener que inspeccionar cada sensor y cada contacto para dar con el desperfecto.

Tabla 2-4. Códigos de falla

Código	Descripción
1	Excedido el tiempo entre pantallas en viaje en alta
4	No pudo cerrar la puerta
5	No pudo abrir la puerta
6	SA = 0 estando la cabina en marcha en alta
7	EXS = EXD = 1 simultáneamente
8	Alta temperatura en el motor
H	SA = 0 estando la cabina en marcha en baja
A	Falta autorización de arranque AUTAR
P	El controlador no está configurado o falta la memoria 93C66 de configuración
M (aparece como U invertida)	Excedido el tiempo entre pantallas en viaje en baja
E	El controlador ve simultáneamente SPC=1 y FPA=0
O	Falla de conteo en 51faAV o contó hasta extremo y no ve EXS o EXD

Fuente: Manual de usuario CEA51FB, tabla 6, página 83

Tabla 2-5. Otros códigos

Código	Descripción
EE alternando con posición	Servicio de incendio
C destellante	Servicio de inspección, no ha reconocido extremo
C alternando con posición	Servicio de inspección
AA	Arranque del sistema
AA destellante	Arranque del sistema con SM=0
CO alternando con posición	Carga completa
SC alternando con posición	Sobrecarga

Fuente: Manual de usuario CEA51FB, tabla 7, página 84

2.5.6. Funciones de movimiento

Según sean activados ciertos terminales de la regleta de entradas digitales, es posible seleccionar entre los distintos modos de funcionamiento para el movimiento de la cabina.

2.5.6.1. Secuencia de inicio del sistema

Luego del encendido del sistema o reiniciando manualmente el arduino Mega mediante el pulsador de reset, el controlador inicia una secuencia de arranque para hallar la posición inicial de la cabina.

Si todas las series de seguridad son "1" y el servicio de inspección (terminal MAN) se encuentra desactivado, el ascensor realiza un viaje hacia el extremo inferior (EXD) o superior (EXS), según se haya configurado, en alta velocidad. Una vez en el extremo define la posición (primer o último piso) y cambia a velocidad baja. Cuando se ubica a nivel por el sensor de posición, la cabina se detiene y estaciona con la puerta abierta. Si al momento de iniciar el sistema, la cabina ya se encuentra a nivel y ubicada en uno de los extremos, el controlador no ordena movimiento y deja la cabina estacionada en dicho piso. Por defecto, el controlador inicia con un viaje descendente para buscar el extremo inferior.

Existe la posibilidad que la cabina se encuentre en uno de los extremos, ubicada más allá de los imanes de nivel al momento de iniciar el viaje y que el movimiento de la cabina produzca un choque de esta con el techo o el fondo del pasadizo del ascensor. Por ejemplo, se define que el viaje inicial sea ascendente y la cabina se encuentra en el extremo superior, pero está ubicada más arriba del nivel del último piso, al momento de encender el controlador, al iniciar el viaje, la cabina sobrepasará aún más el nivel del último piso chocando con el techo del pasadizo del ascensor.

Se añadió una modificación al funcionamiento con el objetivo de superar esta falencia. Para ello, si la cabina se encuentra en uno de los extremos al momento de arrancar el sistema, esta inicia un viaje en dirección al extremo opuesto, sin importar el sentido de viaje previamente configurado (ascendente o descendente), provocando que eventualmente la cabina deje el extremo, a menos que logre sensar los imanes de nivel causando que se detenga y corrija su posición, en ese instante inicia con el sentido de viaje que tenía ya configurado.

2.5.6.2. Servicio normal

Se ejecuta por defecto al encender el controlador, luego de la ubicación inicial, siempre y cuando los otros servicios se encuentren desactivados. El modo de despacho de llamadas en servicio normal puede ser cualquiera de los antes expuestos.

Si el ascensor tiene puertas automáticas, el controlador abre la puerta por un tiempo (TPA) cada vez que una llamada es despachada. La activación de la entrada digital CER antes que expire el TPA produce el cierre de puerta. El cierre puede verse interrumpido si se activa el terminal ABR, provocando que el controlador reabra la puerta. Una vez activados los contactos de cierre de puerta (SPC y FPA) y la traba de la puerta automática (SA); de existir llamadas pendientes en el registro, el controlador ordena el inicio de un nuevo viaje.

En cuanto al movimiento de la cabina, si existen llamadas pendientes, se inicia viaje ascendente en velocidad alta si la posición actual es menor que el piso de llamada o viaje descendente en velocidad alta en caso contrario. Cuando la posición se iguala al piso de la llamada el controlador ordena bajar la velocidad para el movimiento de la cabina. La detención

se produce cuando los sensores magnéticos detectan que la cabina se encuentra a nivel, ordenando la apertura de puertas automáticas (si es el caso) e iniciando la cuenta del TPA.

2.5.6.3. Servicio de inspección

El servicio de inspección se inicia al activar el terminal MAN. Los display's indicadores muestran el código "CE" alternando con la posición (número de piso). Desactiva todos los modos de despacho de llamadas y borra las llamadas pendientes al momento de iniciarse el servicio de inspección. La puerta automática se controla mediante el terminal ABR; si éste es "0" ordena cierre de puerta y si es "1" ordena apertura de puerta, sólo es posible la apertura de puertas cuando la cabina se encuentra ubicada a nivel dentro de un piso.

El movimiento de la cabina ocurre siempre en velocidad baja y se mantiene mientras algún mando de dirección se encuentra activo. La dirección del movimiento se controla con 2 pulsadores; Bajar y Subir, ubicados en un panel sobre la cabina. Bajar y Subir se conectan en paralelo con los pulsadores de las llamadas de cabina del 1er y 2do piso respectivamente (entradas digitales 22 y 23 del arduino Mega 2560). Si Bajar es "1" el viaje es descendente, pero si Subir es "1" el viaje es ascendente. En el caso de activar ambos al mismo tiempo, Bajar es el que tiene prioridad. Para evitar exceder los límites del recorrido el controlador desactiva el mando Subir si la cabina llega a nivel en el último piso y desactiva el mando Bajar al llegar la cabina a nivel en el primer piso.

2.5.6.4. Servicio independiente

El servicio independiente se inicia al activar el terminal IND y permite el mando del ascensor por parte de un operador. El display muestra el piso en el que se encuentra la cabina durante este servicio. El movimiento de la cabina al despachar una llamada es el mismo que para el servicio normal, con la diferencia que se guarda un único registro de llamada, correspondiente a la última llamada de cabina que se ha efectuado. Las llamadas de piso no son registradas. Si previo al despacho de la llamada, se activa una nueva, se reemplaza el registro por la nueva llamada y, de ser necesario, el ascensor cambia el sentido del viaje. En cada parada las puertas automáticas abren y permanecen así hasta que una nueva llamada de cabina sea activada por el operador. No se aplica el TPA al abrir la puerta luego de despachar una llamada. Tampoco existe estación de reposo cuando el ascensor se encuentra en servicio independiente.

2.5.6.5. Servicio de ascensorista

El servicio de ascensorista se inicia al activar el terminal ASC y como su nombre lo indica, permite el mando del ascensor por parte de un ascensorista. El display muestra el piso en el que se encuentra la cabina durante este servicio. El movimiento de la cabina es continuo y en velocidad alta, siempre que se mantenga alguno de los terminales direccionales (PRS o PRD). En cada parada se abren las puertas automáticas y se mantienen así hasta activar PRS o PRD. Si PRS es "1" ordena cierre de puerta y viaje ascendente. Si PRD en "1" ordena cierre

de puerta y viaje descendente. En viaje ascendente, despacha las llamadas de piso a menos que en el momento de llegar al piso el ascensorista mantenga presionado PRS, de esa forma, el ascensor no se detiene y sigue subiendo. Funciona de igual manera con PRD (viaje descendente).

2.5.6.6. Servicio de emergencia

El servicio de emergencia se inicia al activar el terminal EME. El display muestra el código "EE" alternando con la posición. Previamente se debe configurar una de las paradas como estación de emergencia. Al activar el terminal, la cabina se dirige a la estación de emergencia, ignorando y borrando las llamadas del registro, y una vez que llega a destino se estaciona abriendo la puerta automática (si es el caso). Si al momento de activar el servicio, la cabina viaje alejándose de la estación de emergencia, el controlador detiene la cabina en la parada más próxima e inicia el viaje hacia la estación de emergencia.

Si previamente no se ha programado una estación de emergencia, el controlador no funcionará al iniciar este servicio, sólo se detendrá la cabina y no registrará llamadas de piso ni de cabina.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA PROFESIONAL

3. EVALUACÍON CUALITATIVA DE LA ESTADÍA PROFESIONAL

En el presente capítulo se expondrán aquellos conocimientos claves entregados por la Universidad que permitieron desarrollar la pasantía de una mejor forma, así también, aquellos donde fue necesario el estudio personal o instrucción por parte de la empresa para lograr un óptimo desarrollo de las actividades.

3.1. ESTADÍA PROFESIONAL EN MANUEL OLAVE E HIJO LIMITADA

Durante el tiempo de la pasantía los alumnos lograron desenvolverse en un ambiente grato. El correcto manejo de las habilidades blandas por parte de estos les facilitó el trato directo con los otros trabajadores de la empresa e incluso con los superiores. Actividades ajenas a la empresa, organizadas en forma informal entre los trabajadores (partidos de fútbol, salidas a comer) contribuyeron a la cercanía y al buen clima laboral.

A esto, se le suma la aprobación profesional demostrada por parte de los expertos en la materia (técnicos superiores e ingeniero) hacia los pasantes, en relación a los conocimientos técnicos mostrados, debido a las constantes preguntas y labores encomendadas en situaciones reales que debían ser resueltas a la brevedad, a las cuales estos respondían en forma satisfactoria.

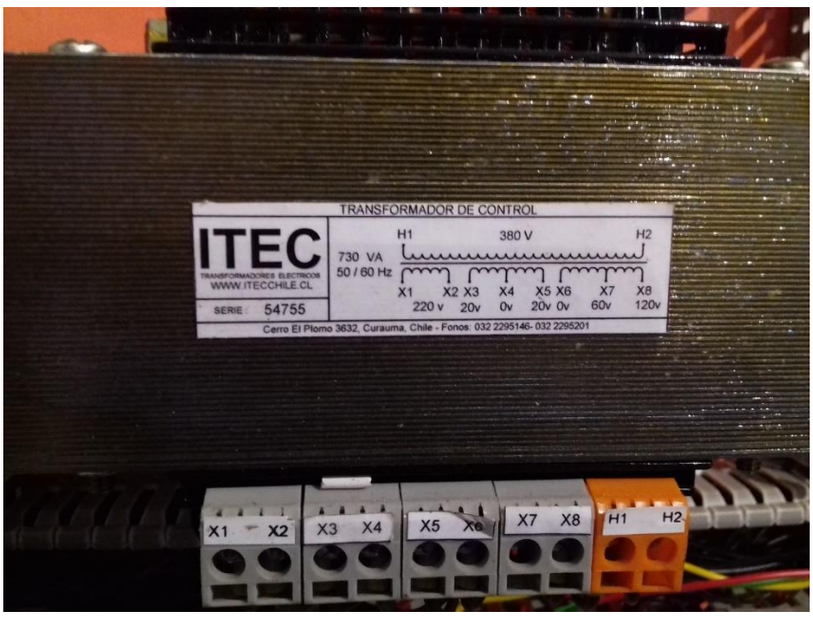
3.2. CONOCIMIENTOS UTILIZADOS QUE ESTÁN INCLUIDOS EN LA MALLA CURRICULAR

En lo que compete a las asignaturas dictadas por la Universidad, en la malla de la carrera de Técnico Universitario en Electrónica, varias de ellas resultaron ser de gran utilidad al momento de enfrentar los desafíos que la pasantía presentó. En general todas las asignaturas aportan a la formación de técnico electrónico, mas algunas poseen una mayor importancia y vinculación directa con la empresa y el trabajo realizado. Las asignaturas que tuvieron una mayor relevancia para el desarrollo de la pasantía son:

- Circuitos de corriente alterna
- Electrónica básica
- Microcomputadores
- Máquinas eléctricas
- Sensores y transductores industriales
- Electrónica industrial
- Control automático
- Sistemas digitales
- Experiencias de laboratorio

3.2.1. Circuitos de corriente alterna

Es imprescindible tener claro el funcionamiento de un transformador, puesto que los sensores y actuadores conectados al panel, donde va conectada la placa de control, operan con distintos niveles de tensión, teniendo contactores alimentados con 220VAC, sensores de 24VAC y otros dispositivos alimentados con corriente continua, mediante la conversión AC-DC, siendo todos estos niveles de tensión obtenidos de un mismo transformador, cuyo primario se conecta a una red trifásica de 380VAC y que en su secundario cuenta con varios bobinados, mostrados en la figura 3-1.

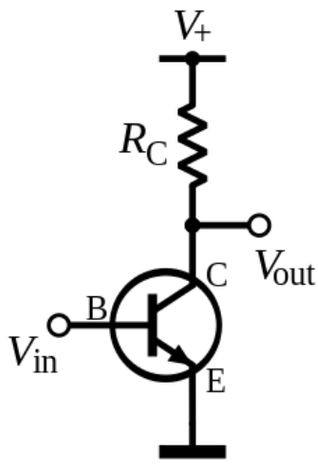


Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 3-1. Transformador ITEC con varios bobinados secundarios

3.2.2. Electrónica básica

Para hacer funcionar los relés en el circuito para el cambio de giro del motor de fuerza, desde las salidas digitales del arduino, fue necesaria la utilización de transistores. Debido a que el arduino no es capaz de entregar la corriente necesaria para excitar la bobina de los relés, es necesario utilizar el transistor en modo on/off para realizar el trabajo de interruptor para la conexión de la bobina con la fuente de alimentación (5VDC). Se debe evitar que el transistor pase por la zona activa, haciéndose útil una conexión de emisor común, mostrada en la figura 3-2.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Transistor

Figura 3-2. Conexión de transistor en configuración de emisor común

3.2.3. Microcomputadores

Puesto que arduino es programado en un lenguaje basado principalmente en C, la enseñanza entregada en microcomputadores para la programación de los PIC resultó de vital importancia, ya que pasar de un lenguaje a otro requiere de mínimos cambios en la escritura.

3.2.4. Máquinas eléctricas

Cuando se habla de ascensores, es imposible no hablar de motores.

En el transcurso de la pasantía fue de vital importancia contar con los conocimientos acerca de la conexión de motores trifásicos. En menor medida, también se realizaron trabajos con motores monofásicos y de corriente continua. Motores como los utilizados para el manejo del operador de puerta de la cabina, mostrado en la figura 3-3, además de entender los conceptos de potencia, factor de potencia y torque.

Fuente: https://spanish.alibaba.com/product-detail/elevator-door-operator-asynchronous-motor-60485296871.html

Figura 3-3. Motor monofásico para operador de puerta

3.2.5. Sensores y transductores industriales

Debido a la gran cantidad de variables a medir en el actuar de un sistema de ascensor, se requiere de distintos tipos de sensores. Durante la pasantía, principalmente se trabajó con sensores magnéticos (de conexión a tres hilos) alimentados con 24VDC, como la mayoría de los sensores industriales. En la figura 3-4 se aprecia un sensor macpuarsa 325P, éste es un sensor magnético doble, en el cual cada una de sus partes tiene conexión a 3 hilos.

Gracias a lo visto en la asignatura, al momento de utilizarlos ya se poseía el conocimiento acerca de la forma en la que se debe conectar este tipo de sensores y así trabajar correctamente con la señal que éstos entregan.

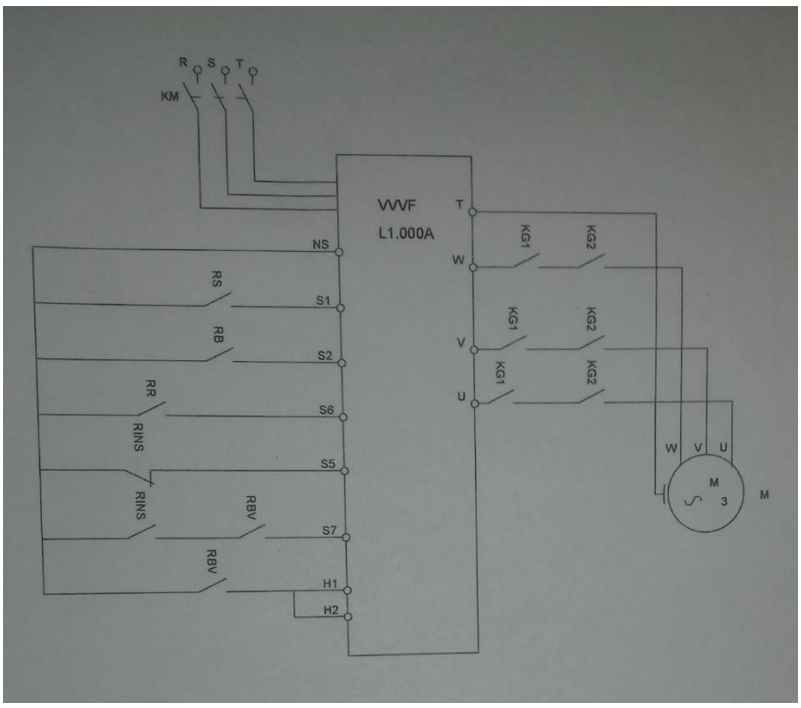
3.2.6. Electrónica industrial

Esta asignatura aportó las herramientas necesarias para ejecutar el cambio de giro de un motor trifásico, tarea que fue realizada al momento de ensamblar un panel de control de pruebas.

Otro punto importante fue la utilización de contactores y relés. Estos son claves al momento de obtener una mayor seguridad en cuanto a la detención del motor. Al dejar de actuar los comandos subir y bajar, se requiere cortar el suministro eléctrico hacia el motor trifásico por un mecanismo externo al variador de frecuencia, quien es el principal encargado de realizar esta función. No obstante, en caso de que el variador falle, se tiene como respaldo la implementación de 2 contactores en serie en la línea de potencia, siendo estos controlados por relés, estos contactores son visibles en la figura 3-5, denominados como KG1 y KG2.

Fuente: http://www.almacendelascensor.cl/inductores-y-sensores-magneticos/sensor-de-proximidad-magnetico-macpuarsa-325p-original/

Figura 3-4. Sensor magnético doble Macpuarsa, con conexión a 3 hilos



Fuente: Empresa Manuel Olave e hijo

Figura 3-5. Plano de conexión variador de frecuencia

El funcionamiento y las características de ambos dispositivos electromagnéticos son enseñados en esta asignatura. La conexión del par de contactores se aprecia en la figura 3-6, en donde se observa claramente los contactos principales utilizados para las líneas de fuerza y los contactos auxiliares que llevan la señal para el relé de freno.

Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 3-6. Contactores utilizados como seguridad redundante

3.2.7. Control automático

El arduo trabajo realizado en el laboratorio al trabajar con PLC, otorgó la capacidad de entender y desarrollar programas en diagrama de contactos (ladder). Al inicio de la pasantía fueron entregados diagramas de este tipo para entender el funcionamiento básico de un ascensor, los cuales pudieron ser asimilados e incluso mejorados gracias al conocimiento adquirido en la experimentación con programación de PLC.

En la historia de la empresa se han firmado contratos con edificios cuyo control del ascensor es realizado mediante un PLC, como el de la figura 3-7. Estos controles son los menos vistos dentro del universo de edificios que maneja la empresa, de hecho, en la actualidad sólo es posible encontrar 2 de ellos, que coincidentemente son PLC de la marca Mitsubishi.

Fuente: http://www.koningenhartman.nl/UserFiles/Product/normal/FX1N-40Mx.jpg

Figura 3-7. PLC Mitsubishi FX1N-40Mx

3.2.8. Sistemas digitales

Gran parte de los mecanismos del ascensor (series de seguridad) y secciones de código del programa del ascensor funcionan en base a lógica binaria con operadores AND, OR, etc. El entendimiento del uso de estos operadores ya sea en su forma de circuito integrado (74HC08, 74HC32, etc), como operador lógico propio de un lenguaje de programación (&&, ||, etc) o como un diagrama de contactos (ladder) es gracias a su estudio dentro de la asignatura de sistemas digitales. Además de la utilización de multiplexores y demultiplexores para las etapas más tempranas del proyecto en las cuales se necesitaba enlazar una gran cantidad de salidas a unas pocas del arduino, el funcionamiento de este tipo de circuitos combinacionales también está contemplado dentro de los tópicos vistos durante la asignatura.

3.2.9. Experiencias de laboratorio

La constante ejercitación de los métodos de trabajo utilizados durante el desarrollo de las experiencias de laboratorio para las distintas asignaturas de la malla curricular de la carrera, permiten un eficiente trabajo al momento de realizar tareas prácticas o de experimentación con circuitos que deben ser analizados, construidos o reparados.

Durante estas experiencias de laboratorio se entrena al alumno para que este realice una correcta recolección de datos, acostumbrándolo a la realización de informes, gráficos, tablas o cualquier otro método que permita un eficiente análisis del trabajo que se realiza. Esto motiva a los pasantes a llevar una bitácora en donde se registraban los circuitos a realizar, diagramas de bloques, cableado de las regletas tanto al interior como al exterior de la cabina del ascensor y cada una de las versiones compiladas del software junto a una breve descripción de las funciones añadidas, todo esto con el objetivo de acceder de una manera fácil y rápida a datos importantes que pudieran ser necesarios durante el testeo de los sistemas o

simplemente tener un registro de estos datos para posteriormente poder transcribirlos al trabajo escrito que era realizado en paralelo con el desarrollo de la pasantía.

Otro aspecto importante inculcado por los profesores al momento de trabajar en los laboratorios de las asignaturas es la importancia de obtener información acerca de los equipos y componentes electrónicos con los cuales se trabaja por medio de la utilización de manuales y hojas de datos. Puesto que el período de instrucción de la pasantía constó en aprender todos los aspectos funcionales de la placa uruguaya, fue de vital importancia la obtención del manual de uso e instalación de esta para poder estudiarlo y así lograr el objetivo de dicho período. Además de utilizar otros documentos como planos eléctricos de otros ascensores, manual del variador de frecuencia, especificaciones técnicas del motor, hojas de datos, etc.

3.3. CONOCIMIENTOS QUE DEBIERON SER ADQUIRIDOS

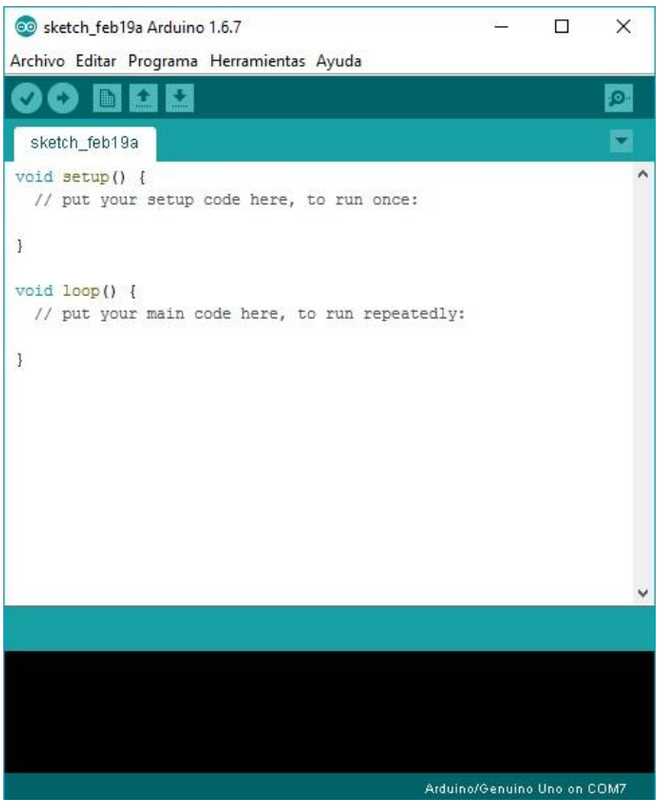
A pesar de las nociones entregadas por la Carrera a través de la asignatura de microcomputadores sobre programación en lenguaje C, fue necesario el estudio personal sobre el lenguaje de programación propio de arduino, el cual, a pesar de tener grandes similitudes con lo visto anteriormente, posee comandos, funciones y declaraciones únicas y específicas para esta plataforma, por lo tanto, requirió de una investigación detallada al respecto. Además se debió aprender sobre la configuración y uso del entorno de desarrollo (IDE) de arduino, mostrado en la figura 3-8.

3.4. DESTREZAS ENTREGADAS POR LA UNIVERSIDAD

El método y las formas de trabajo utilizadas en la asignatura de control de procesos fueron de gran relevancia para llevar el desarrollo de la pasantía. Debido a que a los alumnos se les asignó un proyecto, se generó un símil de lo ya experimentado en el transcurso de la asignatura. El hecho de tener un plazo para desarrollarlo, mientras que periódicamente debieron entregar los informes correspondientes, permitió que los pasantes desarrollaran un trabajo al cual ya estaban familiarizados.

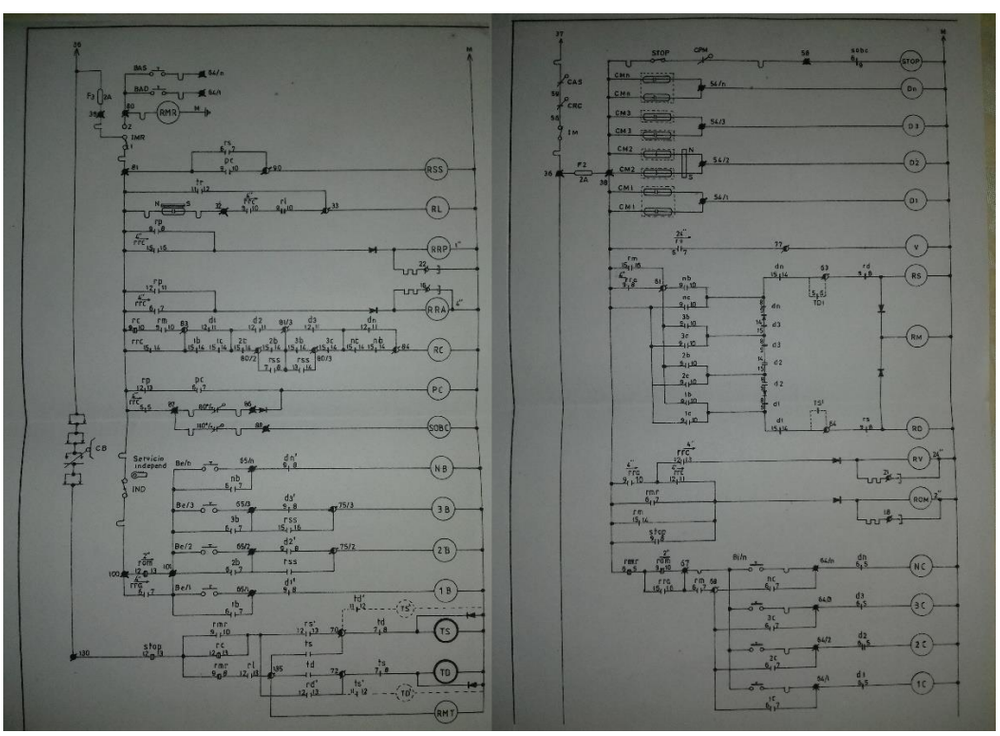
Otras asignaturas como “cultura y comunicación” y “expresión y técnicas de búsqueda de empleos” orientaron a los pasantes a la práctica y desarrollo de habilidades blandas, debido principalmente a las metodologías empleadas durante las clases por parte de los docentes a cargo.

Socialmente hablando, profesores que imparten asignaturas como microcomputadores, preparación de proyectos, corriente continua, generación de microempresas, control automático y electrónica no lineal, más allá de entregar los tópicos concernientes a la asignatura, aportaron valores y motivaron a la búsqueda de “ser más”, promoviendo la superación personal en una relación cercana pero siempre respetuosa, junto con desarrollar el trabajo con energía y buena disposición.



Fuente: Captura de pantalla realizada en el computador de la empresa

Figura 3-8. Entorno de desarrollo integrado de arduino (IDE)



Fuente: Fotografía tomada en dependencias taller Manuel Olave e hijo

Figura 3-9. Diagramas eléctricos

3.5. DESTREZAS ADQUIRIDAS EN EL TRABAJO

Una cualidad completamente necesaria es el manejo de un buen trato que se debe tener al momento de interactuar y ser partícipe de la solución de problemas con personas externas a la empresa, dígase clientes, teniendo como ejemplos administradores de edificios, conserjes y usuarios de los ascensores, puesto que en instancias como el atender fallas, es necesario hablar y enseñarles acerca del correcto uso del ascensor para evitar malas prácticas, además de los procedimientos que deben ejecutar al momento de enfrentarse a una situación anómala como lo son las fallas por un corte en el suministro eléctrico, sismos o incendios.

3.6. TRABAJO EN EQUIPO

Manuel Olave e Hijo limitada entrega sus servicios de mantención a cargo de mínimo 2 personas: un maestro y un ayudante. El ayudante puede ser un trabajador contratado o un alumno en práctica, esto fomenta constantemente la mutua colaboración para el desarrollo de las labores diarias, puesto que el ayudante se encuentra bajo tutela del maestro, el cual es el encargado de guiarlo y apoyarlo al momento que éste deba desarrollar tareas por su cuenta, a su vez el maestro requiere de ayuda y soporte para realizar los trabajos de mantención y/o reparación. Esto contribuye tanto al compañerismo que se forma entre los trabajadores y al trabajo en equipo que deben desarrollar para poder completar óptimamente sus labores.

Debido a que anteriormente ambos pasantes realizaron su práctica industrial en esta empresa, bajo esta modalidad de trabajo, es que no les causó ninguna dificultad ni contrariedad el hecho de tener que trabajar, ya sea entre ellos o con los demás trabajadores de la empresa, para el desarrollo del proyecto propuesto para la pasantía.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluido el período de la pasantía, esta se puede calificar como provechosa para el desarrollo tanto personal como intelectual de los pasantes, esto debido al grato ambiente de trabajo generado por sus compañeros de labores y por sus superiores, puesto que permiten que los pasantes trabajen con tranquilidad, presentan buena disposición al momento de ayudar y recibir consultas, fomentando el respeto entre los pares, no dejando de lado la responsabilidad en el cumplimiento de los horarios y tareas encargadas. Sumado a los retos que debieron enfrentar en cuanto a los conocimientos que no poseían con respecto al tema desarrollado en el proyecto y los conocimientos tanto generales como específicos que adquirieron al trabajar en áreas distintas a las referentes a su formación académica como lo son la electricidad y la mecánica.

Algo deseable dentro de la estructura de desarrollo de las prácticas, en general, sería la realización de una inspección o visita en terreno a la práctica por parte de un profesional calificado de la Carrera, el cual pueda cerciorarse del trato que recibe el alumno por parte de la empresa, así como corroborar que el área donde se está desempeñando este sea afín con los tópicos de la malla curricular. Además, la instancia descrita puede ser de gran utilidad para la generación de nuevos lazos entre la Universidad y la empresa, permitiendo que, a futuro, otros alumnos puedan realizar su práctica profesional y/o industrial allí.

En general, la Universidad entregó una base de conocimientos y práctica para la formación de un técnico integral. Sin embargo, nunca se debe olvidar que el límite de la electrónica es la propia imaginación, sumado a que la tecnología avanza día a día con pasos exponenciales y todo técnico que anhele aportar algo a la sociedad debe ser metódico, constante y disciplinado en el estudio y las prácticas de nuevas tecnologías.

BIBLIOGRAFÍA

CONTROLES S.A. Manual de Usuario Controlador de Ascensores Programable CEA51FB Programa Estándar [en línea] Revisión 3 mayo de 2012. <https://www.controles.com/divascensores/esp/docs/productos-catalogo.htm#CEA51FBSTD> [consulta constante].

YASKAWA AMERICA, INC. Variador de CA YASKAWA L1000 Guía de Inicio Rápido [en línea] 2014. <https://www.yaskawa.com/products/drives/elevator-drives/commercial-solutions/l1000e-drive/-/content/_f534cfcd-651e-4ea8-9b77-252d9e3a7004_Manuals> [consulta: 18 diciembre 2016].