



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES.**

**AUTOMATIZACIÓN DE UN ASCENSOR PARA DISCAPACITADOS DEL
MIRADOR DEL PARQUE GUAYAQUIL (PARQUE INFANTIL) DE LA CIUDAD
DE RIOBAMBA**

TESIS DE GRADO

**PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

PRESENTADO POR:

Galo Eduardo Maldonado Ibarra.

Riobamba-Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por permitirme llegar hasta aquí en este momento importante en donde he logrado una meta más de mi vida.

Gracias a mi padre Jerson y mi madre Elsa

Que con su cariño, comprensión, consejos y apoyo incondicional supieron guiarme por el camino de la educación. Entiendo ahora porque me obligaban día a día que termine mis tareas antes de salir a jugar ya que así pude cumplir mis sueños de ser un profesional.

Gracias a mi esposa Yesenia e hijos

Por ser esos pilares más importantes de mi vida que día a día me motivaban para seguir adelante.

Gracias a mis hermanos

Que supieron ser mis amigos en las buenas y malas; además supieron ser mi apoyo durante mi vida estudiantil.

Gracias a los ingenieros

Lenyn Aguirre, Franklin Moreno, y Paúl Romero por ser buenos docentes y grandes amigos.

Gracias a mis amigos

Que supieron estar conmigo apoyándome en el tiempo de estudio.

Galo Maldonado

DEDICATORIA

A Dios, quien me regaló la vida, y además una familia maravillosa.

Con mucho amor a mis padres que me dieron la vida y han estado en todo momento. Gracias por todo papá y mamá que me supieron educar dándome una carrera que me va a servir en el futuro y supieron confiar en mí.

Con mucho amor a mi esposa e hijos que supieron comprender el sacrificio que hacíamos de estar separados para mi superación.

A mis hermanos que siempre me tuvieron como modelo a seguir de ellos.

Los quiero con todo mi corazón y este trabajo los he realizado para ustedes.

A todos mis amigos, muchas gracias por estar conmigo durante todo el tiempo con ellos he compartido momentos felices y tristes.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL REDES INDUSTRIALES
Ing. Lenyn Aguirre DIRECTOR DE TESIS
Ing. Franklin Moreno MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Lcdo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DPTO. DOCUMENTACIÓN
NOTA DE TESIS.....		

“Yo, **GALO EDUARDO MALDONADO IBARRA**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la “**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

.....
Galo Eduardo Maldonado Ibarra

INDICE GENERAL

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

1. GENERALIDADES.....	35
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	35
1.2. ANTECEDENTES.....	36
1.3. OBJETIVOS.....	37
1.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	37
1.3.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	38
1.4. HIPÓTESIS.....	38

CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	39
2.1. INTRODUCCIÓN.....	39
2.2. DEFINICIÓN DE ASCENSOR.....	40
2.3. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN ASCENSOR.....	40

2.4. TIPOS DE ASCENSORES.....	43
2.4.1. SEGÚN SU FUNCIÓN.....	43
2.4.2. SEGÚN SU ACCIONAMIENTO.....	43
2.4.3. SEGÚN SU SISTEMA DE TRACCIÓN.....	44
2.4.4. SEGÚN SU SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	45
2.5. PARTES CONSTITUTIVAS DEL ASCENSOR.....	45
2.5.1. INFRAESTRUCTURA.....	45
2.5.1.1. POZO.....	46
2.5.1.2. FOSO.....	46
2.5.1.3. SALA DE MÁQUINAS.....	47
2.5.2. ELEMENTOS FUNCIONALES.....	47
2.5.2.1. CABINA.....	47
2.5.2.2. CONTRAPESO.....	48
2.5.2.3. GRUPO TRACTOR O MÁQUINAS.....	48
2.5.2.4. CABLES DE TRACCIÓN.....	50
2.5.2.5. GUÍAS DE CABINA Y CONTRAPESO.....	50
2.5.2.6. GUIADORES DEL CARRO.....	50
2.5.2.7. TENSORES.	51

2.5.2.8. CUADRO DE MANIOBRA.....	51
2.5.2.9. CABLE VIAJERO.....	52
2.5.2.10. MECANISMO DE FRENO.....	53
2.5.2.11. PUERTAS DE PASILLO.....	54
2.5.2.12. PUERTAS DE CABINA.....	54
2.5.2.13. OPERADOR DE PUERTAS.....	54
2.5.2.14. BREAKER O INTERRUPTOR PRINCIPAL.....	55
2.5.2.15. BOTONERA DE CABINA.....	55
2.5.2.16. BOTONERA DE PISO.....	55
2.5.2.17. INDICADORES INTERNOS DE POSICIÓN.....	55
2.5.2.18. INDICADORES EXTERNOS DE POSICIÓN.....	55
2.5.3. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	56
2.5.3.1. LIMITADOR DE VELOCIDAD.....	56
2.5.3.2. PARACAÍDAS.....	57
2.5.3.3. AMORTIGUADORES.....	58
2.5.3.4. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CONTRA AFLOJAMIENTO DE LOS CABLES.....	58
2.5.3.5. DISPOSITIVO DE PARADA DE EMERGENCIA.....	59

2.5.3.6. FINALES DE CARRERA.....	59
2.5.3.7. GUARDAMOTOR.....	59
2.5.3.8. TIMBRE DE ALARMA.....	60
2.5.3.9. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	60
2.5.4. SISTEMAS DE CONTROL PARA ASCENSORES.....	62
2.5.4.1. TARJETAS ELECTRONICAS.....	62
2.5.4.1.1. TARJETA 6811.....	62
2.5.4.1.2. MICROPROCESADOR (μ P).....	63
2.5.4.1.3. INDICADOR VERDE.....	64
2.5.4.1.4. MEMORIA EEPROM.....	64
2.5.4.1.5. BORNES DE ENTRADA Y SALIDA.....	64
2.5.4.1.6. RELÉS DE INTERFAZ.....	65
2.5.4.1.7. CONECTORES DE CONEXIONES EXTERNAS DE 24 VOLTS.....	65
2.5.4.1.8. CONECTOR PARA TARJETA DE EXPANSIÓN.....	66
2.5.4.1.9. CONECTOR PARA COMUNICACIONES.....	66
2.5.4.2. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).....	66
2.5.4.2.1. DEFINICIÓN.....	67
2.5.4.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL PLC.....	67

2.5.4.2.2.1. LECTURA DE ENTRADAS.....	68
2.5.4.2.2.2. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL.....	69
2.5.4.2.2.3. ESCRITURA DE SALIDAS.....	70
2.5.4.2.2.4. TAREAS INTERNAS.....	71
2.5.4.3. TAREAS DEL PLC.....	72
2.5.4.4. VENTAJAS DEL PLC.....	72
2.5.4.5. SELECCIÓN DE UN PLC.....	73
2.5.4.6. CONSIDERACIONES PARA ENTRADAS Y SALIDAS.....	74
2.5.4.7. CONSIDERACIONES DE MEMORIA.....	74
2.5.4.8. CONSIDERACIONES DE SOFTWARE.....	75
2.5.4.8.1. PERIFÉRICOS.....	75
2.5.4.8.2. CONDICIONES FÍSICAS Y AMBIENTALES.....	76
2.5.4.9. CARACTERÍSTICAS.....	77
2.5.4.10. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	82
2.5.4.10.1. DIAGRAMA DE ESCALERAS.....	82
2.5.4.10.2. LISTA DE INSTRUCCIONES.....	83
2.5.4.10.3. DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONALES.....	84
2.5.4.10.4. TEXTO ESTRUCTURADO.....	84

2.5.4.10.5. SFC.....	85
2.5.5. PARTE ELÉCTRICA.....	86
2.5.5.1. ELEMENTOS DE MANIOBRA, CONTROL.....	86
2.5.5.1.1. INTERRUPTORES.....	87
2.5.5.1.2. PULSADORES.....	87
2.5.5.1.3. CONMUTADORES.....	88
2.5.5.1.4. LLAVES DE CRUCE.....	89
2.5.5.1.5. LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN.....	89
2.5.5.1.6. RELÉ.....	89
2.5.5.1.7. RELÉ TEMPORIZADO.....	90
2.5.5.1.8. CONTACTORES.....	91
2.5.5.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	91
2.5.5.2.1. FUSIBLES.....	91
2.5.5.2.2. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	92
2.5.5.2.3. RELÉ MAGNETOTÉRMICO.....	93
2.5.5.2.4. RELÉ TÉRMICO.....	9.3
2.5.5.3. CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	93
2.5.5.3.1. EL ALMA O ELEMENTO CONDUCTOR.....	94

2.5.5.3.1.1. SEGÚN SU CONSTITUCIÓN.....	95
2.5.5.3.1.2. SEGÚN EL NÚMERO DE CONDUCTORES.....	96
2.5.5.3.2. EL AISLAMIENTO.....	97
2.5.5.3.3. LAS CUBIERTAS PROTECTORAS.....	98
2.5.5.4. APLICACIÓN DE LOS CABLES.....	99
2.5.5.4.1. PARA MEDIA TENSIÓN.....	99
2.5.5.4.2. PARA CONTROL.....	100
2.5.5.4.3. CABLES DE INSTRUMENTACIÓN.....	100
2.5.5.4.4. CABLES DE BAJA TENSIÓN.....	101
2.5.5.4.5. CABLES MULTI CONDUCTORES DE POTENCIA.....	101
2.5.5.4.6. CABLES PARA ACOMETIDAS.....	102
2.5.5.4.7. CABLES FLEXIBLES.....	102
2.6. ESTANDAR DE CABLEADO.....	103
2.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DEL PLC.....	104
2.7.1. ¿QUE SON LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN?	104
2.7.2. TIPOS DE PROTOCOLOS.....	104
2.7.2.1. HART (HIGH WAY-ADDRESSABLE-REMOTE-TRASDUCER).....	104
2.7.2.2. DEVICE NET.....	107

2.7.2.3. CANOPEN.....	109
2.7.2.4. MODBUS.....	111
2.7.2.4.1 TRANSMISIÓN EN MODO RTU.....	112
2.7.2.4.2. TRANSMISIÓN EN MODO ASCII.....	114
2.7.2.4.3. MODBUS SOBRE UN PAR DE COBRE.....	116
2.7.2.4.4. MODBUS SOBRE DOS PARES DE COBRE.....	116
2.7.2.5. PROFIBÚS.....	118
2.7.2.5.1. PERFILES DE PROFIBÚS.....	120
2.7.2.5.1.1. PROFIBÚS-FMS, FIELDBUS MESSAGE SPECIFICATION.....	120
2.7.2.5.1.2. PROFIBÚS-DP, DECENTRALIZED PERIPHERY.....	121
2.7.2.5.1.3. PROFIBÚS-PA, PROCESS AUTOMATION.....	121
2.7.2.5.2. PERFILES, CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE PROFIBÚS.....	122
2.7.2.5.3. FUNCIONAMIENTO DE PROFIBÚS.....	123
2.7.2.5.4. ARQUITECTURA BASICA.....	124
2.7.2.5.5. CABLES Y CONECTORES PARA PROFIBÚS.....	124
2.7.2.5.6. EL FUTURO DE PROFIBÚS.....	126
2.8. SISTEMAS DE CONTROL DE LOS ASCENSORES.....	127

2.8.1. LOS SISTEMAS MÁS COMUNES DE CONTROL DE VELOCIDAD EN	
ASCENSORES.....	127
2.8.1.1. REQUERIMIENTOS.....	127
2.8.1.2. TOPOLOGÍA.....	128
2.8.1.3. LOS SISTEMAS DE CONTROL DE VELOCIDAD.....	129
2.8.1.3.1. SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA.....	129
2.8.1.3.1.1. ASCENSOR DE 2 VELOCIDADES.....	129
2.8.1.3.1.2. ALTERNA CONTROLADA.....	130
2.8.1.3.1.3. VARIACIÓN DE FRECUENCIA.....	131
2.8.1.3.1.4. SERVOMOTORES DE IMÁN PERMANENTE.....	131
2.8.1.3.2. SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA.....	132
2.8.1.3.2.1. WARD LEONARD.....	132
2.8.1.3.2.2. CONTROL POR RECTIFICACIÓN ELECTRÓNICA.....	133
CAPITULO III	
3. IMPLEMENTACIÓN DEL ASCENSOR.....	134
3.1. CARACTERÍSTICAS DEL CUARTO DE MÁQUINAS Y DUCTO.....	134
3.1.1. CUARTO DE MÁQUINAS.....	134
3.1.2. DUCTO.....	136

3.2. INSTALACIÓN DE LA PRIMERA FASE DEL ASCENSOR.....	138
3.2.1. INSTALACIÓN DE RIELES DE CARRO DE CABINA Y CONTRAPESO.....	138
3.2.2. INSTALACIÓN DE MARCOS DE HALL.....	140
3.3. INSTALACIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL ASCENSOR.....	142
3.3.1. ARMADO DE LA CABINA DEL ASCENSOR.....	142
3.3.2. ARMADO DEL CONTRAPESO DEL ASCENSOR.....	144
3.3.3. MONTAJE DE LA MÁQUINA Y CABLES DE TRACCIÓN DEL ASCENSOR.....	145
3.4. CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL ASCENSOR.....	148
3.4.1. CIRCUITO DEL CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LAS SEGURIDADES DE PUERTA DE HALL.....	148
3.4.2. CIRCUITO DEL CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LAS BOTONERAS DE HALL Y CABINA.....	149
3.4.3. CIRCUITO DEL CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA DE CONTROL HASTA LA CAJA DE REVISIÓN DEL ASCENSOR.....	151
3.4.4. CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL OPERADOR DE PUERTA DE CABINA.....	153
3.4.5. CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LOS SENSORES MAGNÉTICOS Y	

COLOCACIÓN DE SUS IMÁNES.....	155
3.4.5.1. CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LOS SENSORES MAGNÉTICOS	155
3.4.5.2. COLOCACIÓN DE LOS IMÁNES.....	156
3.4.6. TIPOS DE SENSORES INFRARROJOS.....	160
3.4.6.1. SENSOR AUTO RÉFLEX.....	160
3.4.6.2. SENSOR RÉFLEX.....	160
3.4.7. FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR INFRARROJO DE BARRERA.....	161
3.4.7.1. CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL SENSOR INFRARROJO DE BARRERA.....	161
3.4.8. CONEXIONADO DE LOS CONTACTORES ELECTRICOS PRE FINAL Y FINALES DE CARRERA.....	162
CAPITULO IV	
4. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y AUTOMATIZACIÓN.....	164
4.1. TABLEROS DE CONTROL.....	164
4.1.1. TABLERO DE CONTROL INTERNO.....	164
4.1.2. TABLERO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	166
4.1.3. BOTÓN DE CONTROL EXTERNO PARA IR AL PISO INFERIOR.....	166
4.1.4. TABLERO DE CONTROL GENERAL.....	167

4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	169
4.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES.....	170
4.2.2. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES.....	171
4.3. FASES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN.....	172
4.3.1. AUTOMATIZACIÓN.....	174
4.3.2. SUPERVISIÓN.....	175
4.3.3. INTERACCIÓN.....	176
4.3.4. IMPLEMENTACIÓN.....	177
4.3.5. PRUEBAS.....	178
4.4. PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	179
4.4.1. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.....	179
4.4.1.1. STEP 7 BASIC.....	179
4.4.1.2. DIFERENTES VISTAS QUE FACILITAN EL TRABAJO.....	180
4.4.1.3. TIPOS DE DATOS.....	181
4.4.1.3.1. TIPOS DE DATOS SIMPLES.....	182
4.4.1.3.2. TIPOS DE DATOS COMPUESTOS.....	183
4.4.1.4. REQUISITOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS.....	183

4.4.2. ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC.....	184
4.4.3. PROGRAMANDO EL PLC.....	187
4.4.3.1. GRAFCET.....	187
4.4.3.2. PROGRAMA.....	189
4.5. DISEÑO DEL SOFTWARE.....	194
4.5.1. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL MANEJO DE LOS DISPLAYS.....	195
4.5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE LAS TDP.....	198
4.5.3. SECUENCIA DE INSTRUCCIONES EN LA INICIALIZACIÓN.....	198
4.5.4. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL MANEJO DE LAS BOTONERAS.....	203
4.5.5. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE LA TARJETA MASTER.....	209
4.5.5.1. SUBROUTINA CORRESPONDIENTE A LA FUNCIÓN 01.....	214
4.5.5.2. SUBROUTINA CORRESPONDIENTE A LA FUNCIÓN 06.....	216
4.5.5.3. SUBROUTINA CORRESPONDIENTE A LA FUNCIÓN 15.....	218
4.5.5.4. SUBROUTINAS DE RELACIONADA CON LA MEMORIA.....	219
4.5.5.4.1. SUBROUTINAS PARA CARGAR LOS VALORES A LA MEMORIA PROGRAMA.....	219
4.5.5.4.2. SUBROUTINA PARA LECTURA Y ESCRITURA EN MODO DE	

PROGRAMACIÓN.....	220
CAPITULO V	
5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD EN	
ASCENSORES.....	222
5.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO ASCENSOR.....	222
5.1.1. REVISIÓN DEL PESO ADECUADO PARA EL CONTRAPESO.....	222
5.1.2. REVISIÓN DEL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA CABINA...	223
5.1.2.1. REVISIÓN DE LA CERRADURA DE PUERTAS DE HALL.....	223
5.1.2.2. CORRECCIÓN DE LA POSICIÓN DE LLEGADA DE LA CABINA	
DEL ASCENSOR.....	224
5.1.2.3. REVISIÓN DE APERTURA Y CIERRE DE LA PUERTA DE	
CABINA.....	225
5.1.2.4. REVISIÓN DE LAS SEGURIDADES DEL ASCENSOR.....	225
5.2. CONFIGURACIÓN PROFIBÚS.....	226
5.2.1. INSTRUCCIONES DE E/S DESCENTRALIZADAS.....	228
5.2.2. EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN PARA PROFIBÚS.....	229
5.2.2.1. CONEXIÓN DE LA S7-1200 A PROFIBÚS DP.....	230
5.2.2.2. PROTOCOLOS DE BUS.....	231

5.2.2.3. INTERLOCUTORES DE COMUNICACIÓN PROFIBÚS DE LA S7-1200.....	231
5.2.2.4. FORMAS DE COMUNICACIÓN ENTRE DP-V1.....	233
5.2.2.5. OTROS SERVICIOS DE COMUNICACIÓN DEL CM 1243-5.....	233
5.2.2.6. CONFIGURACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS.....	234
5.2.2.7. CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	235
5.2.3. AGREGAR EL MÓDULO CM 1243-5 (MAESTRO DP) Y UN ESCLAVO DP.....	235
5.2.4. ASIGNAR DIRECCIONES PROFIBÚS AL MÓDULO CM 1243-5 Y AL ESCLAVO DP.....	237
5.2.4.1. CONFIGURAR LA INTERFAZ PROFIBÚS.....	237
5.2.4.2. ASIGNAR LA DIRECCIÓN PROFIBÚS.....	238
5.3. PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE LA TARJETA MASTER Y LAS TDP.....	240
5.4. PRUEBAS DEL SISTEMA FINAL POST-IMPLEMENTACIÓN EN EL ASCENSOR.....	240
5.5. SEGURIDAD EN ASCENSORES.....	241
CAPITULO VI	
6. ANÁLISIS DE DATOS.....	247

6.1. TABULACIÓN DE DATOS.....	247
6.2. MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	248
6.3. TIPOS DE MÉTODOS DE LA PRUEBA CHI-CUADRADO.....	249
6.4. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE.....	250
6.5. APLICANDO PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE.....	253
6.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	254

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PLC	Control Lógico Programable
TDP	Tarjeta de Display y piso
CAS	Contacto normalmente cerrado (ubicado en la parte inferior del chasis)
GS	Contacto que se encuentra en el operador de la puerta de cabina (Avisa si la puerta de cabina está abierta o cerrada)
CP	Contacto que se encuentra en los cabeceros de puertas de hall (Avisa si la puerta de hall está abierta o cerrada)
IMR	Selector que se encuentra en la caja de revisión (sirve para poner en revisión o automático un ascensor)
CN	Sensor magnético (nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino)
CMS	Sensor magnético (nos indica que el ascensor está subiendo)
CMD	Sensor magnético (nos indica que el ascensor está bajando)
FMRS	Contacto eléctrico (prefinal de carrera de subida)
FMRB	Contacto eléctrico (prefinal de carrera de bajada)
IND	Independiente (Sirve para bloquear al ascensor desde la cabina)

PAP	Es el pulsador para abrir la puerta
PCP	Es el pulsador para cerrar la puerta
CAP1	Contacto eléctrico (Nos indica si la puerta está totalmente abierta)
CCP2	Contacto eléctrico (Nos indica si la puerta está totalmente cerrada)
RCS	Señal (Cambio de dirección en la subida)
RCB	Señal (Cambio de dirección en la bajada)
TS	Contactador (Controla el motor para que realice la acción de subida)
TP	Contactador (Controla el motor para que realice la acción de bajada)
OI	Señal que indica en el display por cual piso está pasando la cabina
II	Señal que indica en el display por cual piso está pasando la cabina
PM	Protección del motor
RPM	Protección del operador de puertas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Pozo.....	46
Figura II.2 Cable viajero.....	53
Figura II.3 Partes de un ascensor.....	61
Figura II.4 Tarjeta 6811.....	63
Figura II.5 PLC Siemens s7-1200.....	78
Figura II.6 Signal Board en el CPU.....	80
Figura II.7 CPU más SM.....	80
Figura II.8 CPU más CM.....	81
Figura II.9 Diagrama de escalera.....	82
Figura II.10 Lista de instrucciones.....	83
Figura II.11 Diagrama de bloques funcionales.....	84
Figura II.12 Texto estructurado.....	85
Figura II.13 Diagrama Funcional-Secuencial (SFC).....	85
Figura II.14 Interruptor.....	87
Figura II.15 Pulsador.....	88
Figura II.16 Conmutador.....	88
Figura II.17 Lámparas de señal.....	89

Figura II.18 Relé.....	90
Figura II.19 Relé temporizado.....	90
Figura II.20 Contactor.....	91
Figura II.21 Fusible.....	92
Figura II.22 Interruptor diferencial.....	92
Figura II.23 Alambre Conductor.....	95
Figura II.24 Cable Conductor.....	96
Figura II.25 Mono Conductor.....	96
Figura II.26 Multi Conductor.....	97
Figura II.27 Descripción de Cubierta Protectora.....	99
Figura II.28 Cables de Media Tensión.....	99
Figura II.29 Cables de Control.....	100
Figura II.30 Cables de Instrumentación.....	101
Figura II.31 Cables de Baja Tensión.....	101
Figura II.32 Cables Multi conductores de potencia.....	102
Figura II.33 Cables de Acometidas.....	102
Figura II.34 Cables Flexibles.....	103
Figura II.35 Señales del protocolo HART.....	106

Figura II.36 Comunicación HART maestro/esclavo.....	106
Figura II.37 Sistema Device Net.....	109
Figura II.38 Sistema CANOpen.....	110
Figura II.39 Secuencia de bits en modo RTU con y sin chequeo de paridad.....	113
Figura II.40 Tren de pulsos Modbus RTU.....	114
Figura II.41 Secuencia de bits en modo ASCII con y sin chequeo de paridad....	115
Figura II.42 Configuración Modbus sobre un par de cobre.....	116
Figura II.43 Configuración Modbus sobre dos pares de cobre.....	117
Figura III.1 Cuarto de máquinas.....	136
Figura III.2 Andamio de madera para la instalación de soportes de guías de carro de cabina y contrapeso.....	138
Figura III.3 Datos de las medidas que se utilizaran para la construcción de Las plantillas.....	139
Figura III.4 Referencias para la instalación de los marcos de hall tanto vista frontal como superior.....	142
Figura III.5 Soporte de madera para el armado del chasis y la cabina.....	144
Figura III.6 Soporte para el contrapeso y pesas de cemento para el contrapeso	145
Figura III.7 Plano para la colocación de la máquina y cables de tracción.....	147

Figura III.8 Circuito del conexionado eléctrico.....	149
Figura III.9 Circuito del conexionado eléctrico para las botoneras de hall.....	150
Figura III.10 Conexionado eléctrico de la botonera de cabina y pulsadores.....	151
Figura III.11 Conexionado eléctrico de la caja de revisión.....	153
Figura III.12 Conexionado eléctrico del operador de puerta de cabina.....	154
Figura III.13 Conexionado eléctrico de los sensores magnéticos.....	156
Figura III.14 Colocación de los imanes que activan a los sensores CN, CMD y CMS.....	159
Figura III.15 Sensor infrarrojo de barrera.....	161
Figura III.16 Conexionado eléctrico del sensor infrarrojo de barrera.....	162
Figura III.17 Conexionado de los contactos eléctricos para finales de carrera	162
Figura III.18 Conexionado de los contactos eléctricos finales de carrera.....	163
Figura IV.1 Panel de control interno.....	165
Figura IV.2 Conexión del panel de control interno.....	165
Figura IV.3 Botón externo para ir al piso inferior.....	166
Figura IV.4 Colocación de canaletas.....	167
Figura IV.5 Colocación de elementos.....	168
Figura IV.6 Colocación de conectores.....	168

Figura IV.7 Conexión de cables.....	169
Figura IV.8 Fases de un proyecto de automatización.....	173
Figura IV.9 Vista de inicio de TIA.....	181
Figura IV.10 Vista del proyecto.....	181
Figura IV.11 Graficet del programa del ascensor.....	187
Figura IV.12 Diagrama en el tiempo de respuestas de estado de botones y puertas.....	208
Figura V.1 S7-1200 es esclavo DP del controlador S7-300.....	227
Figura V.2 S7-1200 es maestro que controla a un esclavo ET200SDP.....	228
Figura V.3 S7-1200 es maestro y esclavo con dos CM instalados simultáneamente.....	228
Figura V.4 Ejemplo de configuración con CM 1242-5 como esclavo PROFIBÚS.....	230
Figura V.5 Ejemplo de configuración con CM 1243-5 como maestro.....	230
Figura V.6 Ventana de las propiedades de la dirección PROFIBÚS.....	239
Figura Anexos.1 Herramientas utilizada en el ascensor.....	282
Figura Anexos.2 Instalando chapas del ascensor.....	282
Figura Anexos.3 Buscando la remachadora.....	283

Figura Anexos.4 Poleas del ascensor.....	283
Figura Anexos.5 Armando el tablero eléctrico.....	284
Figura Anexos.6 Soltando el cable viajero.....	284
Figura Anexos.7 Botón inferior.....	285
Figura Anexos.8 Conexión del botón inferior piso abajo.....	285
Figura Anexos.9 Conexión de botonera de piso.....	286
Figura Anexos.10 Botonera de piso.....	286
Figura Anexos.11 Cable viajero.....	287
Figura Anexos.12 Conectando cable viajero.....	287

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I Características de PLC S7-1200.....	78
Tabla II.II Perfiles, característica y aplicaciones de profibús.....	122
Tabla II.III Longitud del cable vs velocidad de transmisión.....	125
Tabla IV.I Dimensionamiento de protecciones.....	170
Tabla IV.II Tipos de datos simples.....	182
Tabla IV.III Tipos de datos compuestos.....	183
Tabla IV.IV Requisitos del PLC.....	184
Tabla IV.V Entradas del PLC.....	184
Tabla IV.VI Salida del PLC.....	186
Tabla V.I Agregar un módulo PROFIBÚS CM 1243-5 (maestro DP) a la configuración de dispositivos.....	236
Tabla V.II Agregar un esclavo DP ET200S a la configuración de dispositivos	237
Tabla V.III Configurar las interfaces PROFIBÚS del módulo CM 1243-5 (maestro DP) y del esclavo DP ET200S.....	238
Tabla V.IV Parámetros de la dirección PROFIBÚS.....	239
Tabla VI.I Datos Promedios.....	248
Tabla VI.II Tabla de prueba de bondad de ajuste.....	250

Tabla VI.III. Tabla de datos para hacer la prueba de bondad de ajuste.....	253
----------------------------------------------------------------------------	-----

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Manual de usuario

Anexo 2. Manual Técnico

Anexo 3. Otras fotografías

Anexo 4. Programación

Anexo 5. Circuito de control

Anexo 6. Circuito de entrada

Anexo 7. Circuito de salida

Anexo 8. Elementos de comprobación de hipótesis

Anexo 9. Tabla de distribución chi-cuadrado

Anexo 10. Especificaciones técnicas de los elementos que componen el sistema del ascensor

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de mejoramiento y remodelación de un ascensor, lo que se busca conseguir es sustituir todo el sistema mecánico antiguo por un sistema electrónico digital moderno. Existen en la actualidad muchos elementos que permiten mayor precisión, seguridad y confiabilidad en los procesos de control y manejo de periféricos en los ascensores.

Usualmente el control de los ascensores antiguos se lo hacía mediante un número muy elevado de contactores, los cuales generaban la lógica necesaria para el control del elevador. Cabe notar que este control era poco exacto y con una predisposición muy alta a fallos.

En cuanto al manejo de los periféricos, como son los indicadores visuales de posición de cabina, las botoneras de cada piso y la botonera interna de cabina, se lo realizaba tendiendo cables individuales para cada una de las entradas y salidas del sistema, dando como resultado un sistema lleno de cables que presentaba una gran dificultad para el seguimiento de fallas.

El presente proyecto busca reemplazar los antiguos y obsoletos displays indicadores de posición de la cabina y botoneras de cada piso por tarjetas inteligentes

que nos permitan llevar las instrucciones vía comunicación serial evitándonos así el tener un cableado excesivo e inadecuado, este sistema presentará una mayor facilidad de instalación, seguimiento de fallas y seguridad en los resultados lo cual producirá una mejora sustancial en su desempeño.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. JUSTIFICACIÓN

Un ascensor que permita a todas las personas discapacitadas acceder al mirador del Parque Guayaquil “Parque Infantil” como política de Estado. Motivo por el cual se implementará y se automatizará este ascensor. Además que esta investigación servirá para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante mi vida estudiantil en la Escuela de Ingeniería en Electrónica, Control y Redes Industriales.

El ascensor ya existe por ende su diseño e implementación mecánico fue realizado por un especialista formado en la escuela de Ingeniería Mecánica de esta noble institución.

Cabe justificar que en este proyecto se va a realizar el tablero de control y la automatización del mismo.

1.2. ANTECEDENTES

En la ciudad de Riobamba existen muchas personas discapacitadas las mismas que deberían acceder al Mirador del Parque Guayaquil “Parque Infantil” para así poder observar lo que existe alrededor del Mirador.

A medida que la tecnología de la automatización aparece se fue facilitando la automatización y control de los ascensores mediante los PLCs los cuales tienen varias ventajas como la disminución del espacio físico y la complejidad de las actividades que puede realizar.

Conociendo de las múltiples ventajas que tienen estos PLCs se pretende programarlo para así con este poder controlar el ascensor.

Con la implementación del ascensor vamos a poderle dar facilidad a las personas discapacitadas acceder al Mirador que se encuentra en el Parque Guayaquil “Parque Infantil” de la ciudad de Riobamba actualmente en proceso de remodelación.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe en el mirador del parque Guayaquil “parque Infantil” de la ciudad de Riobamba un ascensor que permita a las personas discapacitadas acceder al mirador?

¿Qué facilidades tienen los discapacitados para acceder al nuevo mirador?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el impacto que brinde la automatización del ascensor en el Parque Guayaquil “parque Infantil” en beneficio de la ciudadanía con capacidades diferentes?

¿Cuál es el beneficio para las personas con discapacidad que se tendrá con la automatización de dicho ascensor en el mirador antes mencionado de la ciudad de Riobamba?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Automatizar el ascensor de discapacitados para el mirador del Parque Guayaquil “Parque Infantil” de la ciudad de Riobamba.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar, analizar los protocolos de comunicación en automatización, y justificar el más adecuado.
- Diseñar el sistema de control utilizando el protocolo de comunicación más idóneo.
- Seleccionar, programar, y configurar el PLC más adecuado para cumplir con este propósito.
- Construir el tablero de control y la automatización de dicho ascensor.

1.4. HIPÓTESIS

Mediante un protocolo de comunicación adecuado se realizará la automatización del ascensor en el Mirador del Parque Guayaquil “Parque Infantil”.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

EL ASCENSOR

2.1. INTRODUCCIÓN

HISTORIA DE LOS ASCENSORES

Los ascensores primitivos, accionados con energía humana y animal o con norias de agua, ya eran utilizados en el siglo III a.C.

Se estima que el primer ascensor fue desarrollado por Arquímedes en el año 230 a.C. y que funcionaba con cuerdas y poleas.

Sin embargo el ascensor moderno es fundamentalmente un producto del siglo IX, como consecuencia de James Watt, inventor de la maquina a vapor. La mayoría de

los elevadores del siglo XIX eran accionados por una máquina de vapor, en forma directa o a través de algún tipo de tracción hidráulica.

A principios del siglo XIX los ascensores de pistón hidráulico ya se usaban en algunas fábricas europeas. En este modelo la cabina estaba montada sobre un émbolo de acero hueco que se introducía en una perforación cilíndrica en el suelo. El agua forzada dentro del cilindro a presión subía el émbolo y la cabina. Para descender el agua se liberaba de dicha presión y por gravedad la cabina bajaba.

2.2. DEFINICIÓN DE ASCENSOR

Un ascensor es una instalación permanente de desplazamiento vertical que accede a dos o varios niveles.

Se lo diferencia del montacargas, que se lo cita como el aparato que transporta (subir-bajar) solo cosas.

2.3. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN ASCENSOR

Un ascensor o elevador se trata de un sistema para el transporte vertical diseñado para realizar el movimiento de personas o bienes a alturas distintas. Puede ser utilizado bien sea para bajar o subir en un edificio o una construcción subterránea. Está conformado con partes mecánicas, electrónicas y eléctricas que funcionan en conjunto

para lograr un medio seguro de movilidad. Si fuese considerado una forma de transporte, sería el segundo más usado luego del auto.

Son colocados generalmente 2 tipos, el ascensor electromecánico y el ascensor hidráulico, generalmente conocido como oleodinámico.

La cabina es el elemento portante del sistema de ascensores. Está constituida por 2 partes: el bastidor o chasis y la caja o cabina. En sus lados inferior o superior, según necesidades; es encontrado el sistema de paracaídas, bien sea instantáneo o progresivo. Así este sistema libera unas cuñas contra las guías para detener la cabina en el caso de que descienda a velocidad mayor de la permitida por el limitador de velocidad, imposibilitando que la cabina pueda caer de forma libre aun en la situación de que se rompiesen todos los cables que sostienen la cabina. En los ascensores de hoy en día y según normativa de cada país o región también frena en subida, cuando la cabina sube.

Los grupos tractores para ascensores están constituidos generalmente por un motor acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va colocada la polea acanalada que arrastra los cables por medio de adherencia.

El control de los sistemas de ascensores funciona gracias a sistemas electrónicos, destinados a hacer funcionar la dirección de movimiento de la cabina y de realizar la selección de los pisos en los que esta deba pararse.

Hoy en día los controles de ascensores funcionan con microprocesadores electrónicos que con algoritmos de inteligencia artificial establecen la forma de administrar la respuesta a los pedidos de llamadas realizando la coordinación de los distintos equipos para trabajar en conjunto.

Debemos tener en cuenta de que un ascensor tiene muchos dispositivos de seguridad para impedir cualquier riesgo de accidentes y en cuanto cualquier dispositivo falla el ascensor quedara detenido de forma automática. Cualquier ascensor por antiguo que sea posee contactos en las puertas exteriores, puertas de cabina, contacto de rotura de cables (actualmente ya no se montan), contacto de disparo de polea del limitador superior, contacto de aflojamiento de cable en polea de limitador inferior, contacto de acuñamiento en cabina, etc. etc. Cuando cuales quiera de estos contactos falle el ascensor se detendrá indicando el contacto o dispositivo que fallo.

En los ascensores modernos generalmente es colocado un dispositivo llamado pesacargas. La función de este elemento es impedir que el ascensor mueva más peso del máximo permitido, evitando así el desgaste excesivo del grupo tractor y los frenos. Hay varios tipos de sistema de pesacargas y en la actualidad todos ellos son digitales por lo que tienen una exactitud bastante elevada.

En ascensores antiguos a los que quiera adaptarse un sistema de pesacargas, generalmente es empleado un sistema que consta de unos sensores que se adaptan en los cables de tracción y una centralita que recolecta la información dada por los sensores. Esta centralita se encuentra conectada asimismo a la caja de revisión del ascensor por lo

que el cuadro de maniobra conoce en todo instante si el ascensor posee más peso del permitido.

2.4. TIPOS DE ASCENSORES

Vamos a explicar los tipos de ascensores que existen:

2.4.1. SEGÚN SU FUNCIÓN:

1. Ascensor de Pasajeros: Es aquel cuya función principal es el transporte de pasajeros.

2. *Ascensor de Carga*: Es aquel cuya función principal es el transporte de carga.

2.4.2. SEGÚN SU ACCIONAMIENTO

1. *Ascensor Eléctrico*: Es aquel en el cual la energía es suministrada por un motor eléctrico acoplado directamente a una máquina de tracción. Los grupos tractores de los ascensores eléctricos están normalmente formados por un grupo motor, acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cable por adherencia, o bien un tambor en el que se enrollan los cables, aunque este último sistema ya prácticamente no se utiliza. Los motores eléctricos más utilizados son de corriente alterna, de una o dos velocidades y con variador de

frecuencia, aunque también se utilizan los motores de corriente continua con convertidor continua-alterna.

2. *Ascensor Hidráulico*: Es aquel en el cual la energía es suministrada por medio de un embolo o pistón accionado por líquido a presión, de un cilindro. Están compuestos por una central hidráulica, cilindro, pistón, cabina y cuarto de máquinas. A diferencia del ascensor eléctrico, este tipo de elevador no incorpora contrapeso.

2.4.3. SEGÚN SU SISTEMA DE TRACCIÓN

1. *Ascensor de tracción a Tambor*: Es aquella en la cual los cables de tracción están fijados a un tambor ranurado sobre el cual se enrollan.

2. *Ascensor de tracción por Engranaje*: Es aquella que esta provista de un engranaje reductor entre el motor eléctrico y la polea de tracción. Siendo la corona y sinfín el más utilizado.

3. *Ascensor de tracción sin Engranaje*: Es aquella en la cual la polea de tracción se encuentra colocada directamente en el eje del motor eléctrico sin ningún mecanismo intermedio.

2.4.4. SEGÚN SU SISTEMA DE TRANSMISIÓN

1. *Ascensores de Tracción Indirecta*: Se emplea una caja reductora. Utilizan un engranaje reductor para impulsar la polea motriz. Un motor de corriente alterna o continua de elevada velocidad angular esta acoplado a una caja reductora, corona – sinfín, que actúa sobre la polea de tracción consiguiéndose una velocidad reducida y un par elevado. Este tipo de sistema se utiliza para ascensores de carga variable y velocidades reducidas de 0.1 a 2.50 m/s.

2. *Ascensores de Tracción Directa*: para la tracción directa la máquina esta acoplada directamente a la polea de tracción sin empleo de una caja reductora. Este sistema se emplea para ascensores de altas velocidad y recorrido, por encima de 2.50 m/s.

2.5. PARTES CONSTITUTIVAS DEL ASCENSOR

Las partes por la que están compuesto un ascensor es:

2.5.1. INFRAESTRUCTURA

Aquí explicaremos detalladamente el lugar en donde va a estar colocado el ascensor:

2.5.1.1. POZO

Es el espacio destinado al desplazamiento vertical de la cabina a través de los distintos niveles de la edificación que se extiende desde el piso del foso hasta el techo. En el recorrido del pozo se encuentran las puertas de acceso correspondiente a los diferentes pisos que permiten la entrada y salida de los pasajeros a la cabina. Incluye el foso y el espacio superior. (Ver figura II.1)



Fuente: autor

Figura II.1 Pozo

2.5.1.2. FOSO

Es el espacio del pozo que se extiende desde la parada de nivel del primer piso inferior hasta el fondo en el cual se ubican los amortiguadores, poleas, cables de compensación, etc. (Ver figura II.3).

2.5.1.3. SALA DE MÁQUINAS

Es el espacio limitado por paredes, piso y techo donde se colocan los equipos, tanto eléctricos como mecánicos, necesarios para el funcionamiento del ascensor: grupos tractores, cuadro de maniobras, poleas, limitadores de velocidad, etc. (Ver figura II.3).

2.5.2. ELEMENTOS FUNCIONALES

Se explicara detalladamente las partes que hacen funcionar el ascensor:

2.5.2.1 CABINA:

Es el elemento portante de la carga del ascensor y está formado por dos elementos principales: un bastidor y una caja. (Ver figura II.3).

El bastidor es un armazón que resiste todas las fuerzas que actúan sobre la cabina, a el se fijan los cables de suspensión y el mecanismo de paracaídas. El bastidor debe ser robusto y de acero, calculado para resistir cargas normales y las que puedan producirse al entrar en funcionamiento el paracaídas y quedar acuñaada bruscamente la cabina.

La caja fijada sobre el bastidor es el elemento portante de la carga, debe estar totalmente cerrada por paredes, piso y techo de superficie continua o llena salvo las

aberturas de ventilación, debe estar constituido por materiales preferiblemente metálicos o por otros materiales de resistencia mecánica equivalente que sean incombustibles y que puedan conservar su resistencia mecánica en caso de incendio sin producir gases y humos.

2.5.2.2. CONTRAPESO

Es el conjunto formado por el bastidor y el lastre destinado a balancear el peso propio del carro, más un porcentaje de la carga nominal comprendida entre un 40% y 50% de la misma. De esta forma se reduce considerablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, disminuyendo así la potencia necesaria para elevar la cabina.

Los contrapesos están constituidos por materiales de fundición o con bloques de hormigón unidos a un bastidor.

2.5.2.3. GRUPO TRACTOR O MÁQUINAS

Son los elementos que dan la fuerza necesaria para mover la cabina. Se dividen en los siguientes tipos:

1. *Máquina de corriente alterna de una velocidad*: son aquellas accionadas por un motor asíncrono de una velocidad trifásico. Este motor al ser puesto bajo la acción de la línea de fuerza llega inmediatamente a su revolución de régimen, no es posible acelerarlo suavemente y tampoco detener el ascensor progresivamente. Al variar la

carga transportada en la cabina varía el deslizamiento del freno del motor y el nivel al que se detiene la cabina es impreciso, como consecuencia, para evitar mantener el desnivel de parada dentro de un margen aceptable, la carga y velocidad del ascensor deben limitarse.

2. *Máquina de corriente alterna de dos velocidades*: está constituida por un motor de doble bobinado de muchos polos para la velocidad reducida. El paso de velocidad de nivelación a alta velocidad durante el arranque y el proceso inverso es inmediato. Como consecuencia, para evitar arranques y detenciones que causen molestias a los pasajeros debe limitarse la diferencia entre la velocidad de nivelación y la de alta velocidad. Este tipo de máquina tiene mejor nivelación de la cabina con el piso de la parada que el de la máquina de corriente alterna de una velocidad.

3. *Máquina de corriente continua*: son accionadas por motores de corriente continua cuyo funcionamiento es regulado por intermedio de un grupo motor – generador. Al variar la intensidad del campo del generador, varía la tensión aplicada al inducido del motor y en consecuencia la velocidad y el par de la máquina elevadora. El motor – generador tiene por finalidad transformar la corriente alterna de la red en continua para la alimentación del motor de tracción. Con este tipo de motor no existe límite de valor práctico para la velocidad del ascensor permitiendo una regulación progresiva y suave en los procesos de arranque y detención.

2.5.2.4. CABLES DE TRACCIÓN

Son aquellos formados por hilos de acero, entorchados alrededor de un alma vegetal lubricada o de acero, que vinculan el carro al contrapeso y le transmiten el movimiento de la polea. Las cabinas y contrapeso están suspendidos por estos cables de acero. Estos alambres en lugar de enrollarse todos entre sí, se enrollan en grupos formando cordones, que a su vez se enrollan sobre el alma de fibra vegetal ya mencionada, impregnada de una grasa, que asegura la lubricación del cable por más tiempo. Las características que definen los cables de suspensión de los aparatos elevadores son: el material, la composición de los cordones y el arrollamiento de los cordones sobre el alma. El diámetro mínimo de los cables de suspensión debe ser de 8mm para los ascensores y el número de cables a emplear será como mínimo de tres con los ascensores de tracción. (Ver figura II.3).

2.5.2.5. GUÍAS DE CABINA Y CONTRAPESO

Son perfiles estructurales metálicos destinados a mantener el movimiento de la cabina y el contrapeso en una trayectoria vertical a lo largo del pozo y sirven de apoyo en caso de rotura de los cables de suspensión. (Ver figura II.3).

2.5.2.6. GUIADORES DEL CARRO

Son los elementos de deslizamiento del carro sobre sus guías.

2.5.2.7. TENSORES.

Son los elementos estructurales laterales en posición diagonal del bastidor del carro.

2.5.2.8. CUADRO DE MANIOBRA

Es el sistema que controla el ciclo de operación del ascensor. Es el cerebro del ascensor, tiene como función procesar y controlar la información del mismo. La tecnología involucrada a dicho componente ha venido evolucionando desde grandes armarios con numerosos componentes electromecánicos hasta prácticos cajetines muy pequeños con una cantidad muy menor de elementos electrónicos. En la actualidad se utilizan sistemas de control modular para baterías de ascensores que se quieren accionar en grupo y donde cada ascensor tiene sus funciones distribuidas, básicamente en cuatro subsistemas donde cada uno de ellos contiene en su “hardware” un microprocesador para administrar su funcionamiento. (Ver figura II.3).

La utilización del sistema modular exime la necesidad de un controlador central para el grupo, obteniéndose una sofisticada administración de los ascensores, capaz de permitir su adaptación a las situaciones más diversas de tráfico.

Algunos módulos tienen estos cuatro subsistemas:

1. *Control de Operación*: formado por un avanzado software que controla: llamadas de planta y cabina, demanda de tráfico (despacho), informaciones emitidas por los señalizadores de planta y cabina.

2. *Comando de Movimiento*: éste se comunica con todos los otros, siendo responsable por el control de los movimientos de la cabina y aún por la verificación de los dispositivos de seguridad.

3. *Control de Puertas*: controla la operación de apertura y cierre de las puertas y dispositivos pesa – cargas.

4. *Alimentación y Freno*: controla el accionamiento del motor y del freno.

2.5.2.9. CABLE VIAJERO:

Es el conjunto de conductores que acompañan el carro en su desplazamiento y que sirve de unión eléctrica entre éste y el cuadro de maniobras. (Ver figura II.2)



Fuente: autor

Figura II.2 Cable viajero

2.5.2.10. MECANISMO DE FRENO

Se utiliza para detener la cabina con mayor exactitud de nivelación, debido a que la máquina tiende a girar por la inercia que existe en el contrapeso o cabina. El sistema consta de un tambor sobre el cual actúan dos zapatas empujadas fuertemente por resortes.

Las zapatas son separadas del tambor cuando se pone en tensión el electroimán que las acciona por lo tanto cuando no hay tensión el grupo tractor esta frenado de esta manera cualquier fallo en el suministro de energía eléctrica produce la parada del ascensor.

El par de frenado debe ser capaz de frenar de forma segura el ascensor con una carga equivalente al 125 % de la carga nominal y de bloquearlo después de la parada.

2.5.2.11. PUERTAS DE PASILLO

Son las puertas que dan acceso a los usuarios en los diferentes pasillos de cada nivel de la edificación.

2.5.2.12. PUERTAS DE CABINA

Se instalan en la cabina de los ascensores para que de esta manera los usuarios no tengan acceso a las paredes del recinto del pozo y se pueda aumentar la seguridad del servicio del tráfico. Las puertas de las cabinas son similares a las puertas de acceso de los pisos construyéndose de cinco tipos:

1. Puertas giratorias.
2. Puertas correderas
3. Puertas de guillotina
4. Puertas plegables
5. Puertas articuladas.

2.5.2.13. OPERADOR DE PUERTAS

Es el conjunto de elementos electromecánicos destinados al accionamiento automático de la puerta.

2.5.2.14. BREAKER O INTERRUPTOR PRINCIPAL

Permite alimentar o cortar la corriente del ascensor.

2.5.2.15. BOTONERA DE CABINA:

Permite a los usuarios del ascensor dar la orden al cuadro de maniobras del destino deseado.

2.5.2.16. BOTONERA DE PISO

Se encuentra en los diferentes pasillos de cada piso de la edificación al lado de las puertas de pasillo y permiten realizar la solicitud del servicio.

2.5.2.17. INDICADORES INTERNOS DE POSICIÓN

Indican la posición del ascensor a las personas dentro de la cabina.

2.5.2.18. INDICADORES EXTERNOS DE POSICIÓN

Indican la posición del ascensor a las personas que se encuentran en los diferentes pisos de la edificación.

2.5.3. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Son todos aquellos elementos mecánicos y eléctricos que actúan en caso de fallo de algún dispositivo y también contribuyen a la seguridad de funcionamiento del ascensor.

2.5.3.1. LIMITADOR DE VELOCIDAD:

Es un mecanismo electromecánico generalmente ubicado en la sala de máquinas, destinado a accionar el paracaídas cuando la velocidad del carro o contrapeso exceda un porcentaje determinado la velocidad nominal en sentido descendente. Está provisto de un cable de acero que recorre un circuito cerrado compuesto por dos poleas, la superior y la inferior o tensora ubicada en el foso del recinto.

Mientras la cabina se desplaza a su velocidad nominal, el cable del limitador de velocidad se desplaza con ella, pero en cuanto por rotura de los cables de suspensión o por otra causa, la cabina comienza a descender con movimiento acelerado, al llegar a adquirir una velocidad prefijada, se bloquea la polea del limitador y con ella el cable, dando un tirón a la palanca del paracaídas al que va fijado. De esta forma queda accionado el mecanismo que presionará las zapatas sobre las guías y detendrá la cabina.

2.5.3.2. PARACAÍDAS

Es un dispositivo mecánico unido al bastidor de la cabina y/o contrapeso, de accionamiento automático e independiente, destinado a detener y sostener la cabina y/o contrapeso al sobrepasar éstos un porcentaje predeterminado de la velocidad nominal o en caso de rotura de un órgano de sustentación. Lo constituyen unas zapatas o mordazas que se adhieren o apoyan fuertemente a la guía de la cabina o del contrapeso, capaz de detenerlo a plena carga. Actúan en marcha descendente. (Ver figura II.3).

Los paracaídas pueden ser: (a) de rotula o desequilibrio de cables. (b) de aceleración y parada instantánea o parada progresiva. El paracaídas de rotula o desequilibrio de cables es un mecanismo que se instala en el bastidor del contrapeso, capaz de detenerlo a plena carga, en su descenso, acuñado sobre guías, en el caso de roturas, aflojamiento o desequilibrio de los cables de suspensión. Están contruidos por un juego de palancas que liga el amarre de los cables con las zapatas de acuñamiento.

Los paracaídas de aceleración actúan cuando la cabina adquiere una velocidad superior a la normal, a partir de un porcentaje prefijado, cualquiera que sea la causa de la aceleración: rotura de los cables, rotura del grupo tractor o cualquier elemento de suspensión de la cabina. Se construyen de dos tipos:

1. *De Acción Instantánea*: el cable del limitador de velocidad hace tirar la timonera que acciona las zapatas, que se acercan y presionan y se agarran cada vez con

más fuerza sobre la guía, hasta llegar a producir el acúñamiento del bastidor de la cabina o del contrapeso.

2. *De Acción Progresiva*: los paracaídas de acción progresiva frenan a la cabina aplicando una fuerza de magnitud controlada sobre las zapatas de freno que actúan sobre las guías.

2.5.3.3. AMORTIGUADORES

Los amortiguadores son dispositivos mecánicos que permiten detener la cabina y el contrapeso lo más suave posible en caso de rebasar por cualquier causa la última parada en su descenso. Los amortiguadores se instalan en el fondo del pozo o pueden montarse en la parte inferior del bastidor de la cabina o del contrapeso.

Los amortiguadores pueden ser de tres tipos: hidráulicos, de resorte y elásticos.

2.5.3.4. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CONTRA AFLOJAMIENTO DE LOS CABLES:

Es un dispositivo que actúa en caso de que por haber encontrado la cabina o el contrapeso algún obstáculo en su descenso y siga el grupo tractor en marcha, se produzca el aflojamiento de los cables y abra el interruptor que corta la serie general de maniobras, deteniendo el grupo tractor inmediatamente.

2.5.3.5. DISPOSITIVO DE PARADA DE EMERGENCIA:

Son dispositivos de seguridad que solo deben accionarse en caso de una emergencia. Los dispositivos de parada interrumpen una maniobra, cortan la alimentación del grupo tractor y activan el freno, a la velocidad de régimen del ascensor. Es posible que la cabina se detenga entre dos pisos fuera de la zona de desbloqueo de las cerraduras, por lo que los pasajeros quedarían atrapados en la cabina. Por esto se recomienda que el botón de parada de la cabina sea usado en casos excepcionales y con mucha prudencia.

2.5.3.6. FINALES DE CARRERA:

Los finales de carrera son interruptores electromecánicos que se instalan en las guías de cabina y/o contrapeso, accionados por una palanca que cortan los circuitos de alimentación del motor y del freno cuando la cabina sobrepasa el nivel fijado de la última parada superior o inferior de su recorrido. (Ver figura II.3).

2.5.3.7. GUARDAMOTOR:

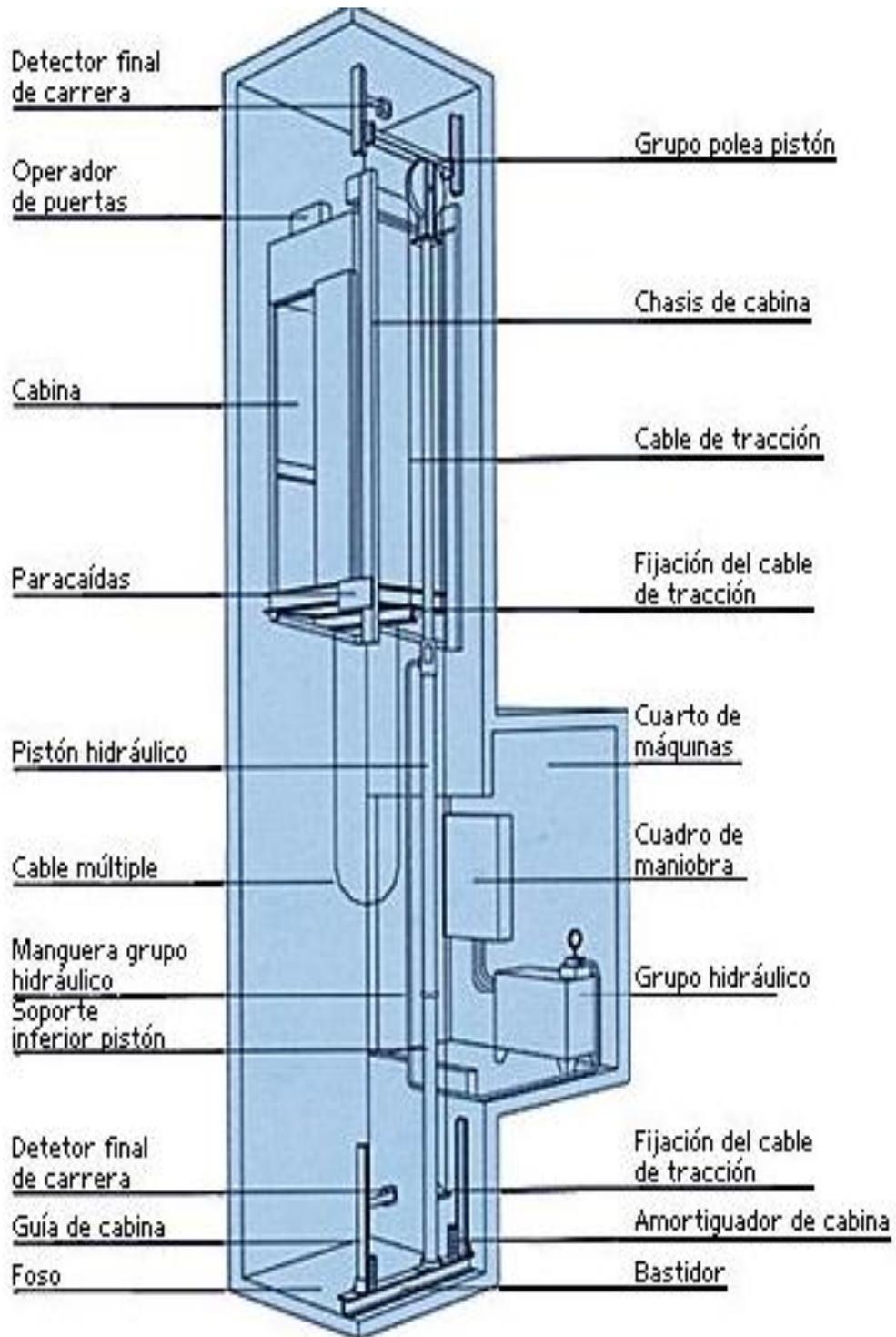
Son dispositivos eléctricos que actúan en caso que haya un sobrecalentamiento de la temperatura nominal de funcionamiento del motor, al igual que una alimentación de corriente o tensión superior a la estipulada.

2.5.3.8. TIMBRE DE ALARMA

Los pasajeros de los ascensores deben tener en la cabina un dispositivo fácilmente identificable con el dibujo de una campana y el pulsador de color amarillo que permita pedir socorro en caso de alguna avería o cualquier otra emergencia. También suelen instalarse teléfonos que permiten hablar con el conserje o persona que puede prestar auxilio a los pasajeros. La alimentación del dispositivo de alarma debe provenir de fuentes de energía distinta de la que se alimenta el motor y maniobra del ascensor generalmente de la línea de alumbrado de la escalera del edificio o de una fuente de energía de emergencia compuesta de una batería de carga continua, que puede ser de la luz de alumbrado de emergencia de la cabina.

2.5.3.9. ALUMBRADO DE EMERGENCIA:

La instalación de la luz de cabina de emergencia se realiza con una batería de carga constante, de esta manera, en caso de corte de suministro de energía eléctrica la cabina queda iluminada hasta que los pasajeros reciban ayuda.



Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20hidraulico.htm>

Figura II.3 Partes de un ascensor

2.5.4. SISTEMAS DE CONTROL PARA ASCENSORES

Vamos a estudiar los sistemas de control para los ascensores:

2.5.4.1. TARJETAS ELECTRÓNICAS

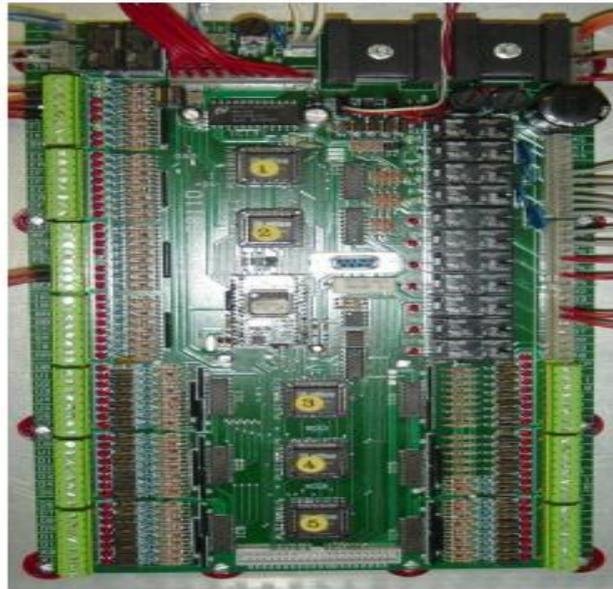
Al principio los ascensores se hacían con tarjetas y aquí vamos a revisar una de ellas:

2.5.4.1.1. TARJETA 6811

Es una tarjeta para todo tipo de accionamientos y opciones en la que está montado el microprocesador y toda la parte electrónica que regula el movimiento de la cabina, de las puertas y el relé de interfaz.

Dicha tarjeta dispone de entradas y salidas suficientes para ascensores de hasta 12 paradas; si el número de paradas es mayor se puede instalar una tarjeta de expansión (TARJETA 6812) para aumentar el número de paradas hasta 24.

La tarjeta de alimentación suministra una tensión de 24 VDC (bornes +S, -S) a la tarjeta 6811 y una tensión rectificada de 48 V o 60 V a los circuitos de maniobra (bornes VH,-). (Ver figura II.4)



Fuente:

<http://www.eliconsa.com/Downloads/13hp%20%20Manual%20del%20Tablero%20Repascen.pdf>

Figura II.4 Tarjeta 6811

Esta tarjeta es el corazón de la instalación y contiene todos los circuitos necesarios para regular el funcionamiento del ascensor. Sus características y componentes se describen a continuación.

2.5.4.1.2. MICROPROCESADOR (μ P):

Es la unidad inteligente que recibe los datos del exterior (interruptores, botones, contacto, etc.) a través de los circuitos de entrada, los procesa según las instrucciones memorizadas y controla las salidas del relé de interfaz o las señales. La tarjeta utiliza 5 V de la tensión de entrada (24 VCD) para hacer funcionar el μ P y los componentes conectados al mismo.

2.5.4.1.3. INDICADOR VERDE

Situado en la parte central superior de la tarjeta indica la presencia de tensión (5 V).

2.5.4.1.4. MEMORIA EEPROM:

Contiene los parámetros programables del sistema como, por ejemplo, el número de paradas, el tipo de accionamiento, etc.; dichos parámetros se pueden modificar desde el terminal de programación PRG 2000 y permanecen memorizados incluso en caso de interrumpirse la alimentación.

2.5.4.1.5. BORNES DE ENTRADA Y SALIDA

Los bornes de conexión externa de la tarjeta son extraíbles; a cada señal de entrada y/o salida le corresponde un INDICADOR de estado: si el indicador de una entrada está encendido significa que el contacto correspondiente está cerrado, si el indicador de una salida está encendido significa que la señal de mando correspondiente está activada.

Las salidas de los bornes U0...U10, D1...D11, K0...K11, F0...F11 son TRANSISTOR y en ellas se pueden conectar dispositivos externos como, por ejemplo, relés, lámparas o displays con tensión 24 VCD y 6 W de potencia máxima (p. ej. 2

lámparas de 3 W cada una). Todas las salidas disponen de un limitador de corriente para protegerlas contra los posibles cortocircuitos exteriores.

2.5.4.1.6. RELÉS DE INTERFAZ

- Las bobinas de los relés SN y P están conectadas a los bornes 99 y 79 y son alimentadas por la tensión de maniobra VH; los contactos de SN y P están conectados directamente a los dos primeros indicadores VERDES de estado que están situados en la parte superior izquierda.
- Los contactos de los relés de salida KO, KA, KB, KV, PV, LPS, LPD, KG, KE y LFB están conectados a los bornes del lado derecho de la tarjeta.
- El microprocesador controla los relés que funcionan como interfaz de las principales funciones de movimiento y señalización del ascensor.
- El indicador que hay al lado de cada relé se enciende para indicar que está excitado.

2.5.4.1.7. CONECTORES DE CONEXIONES EXTERNAS DE 24 VOLTS

En la parte superior de la tarjeta hay tres conectores de 4 polos: POR1, POR2 y PATT.

- POR1 y POR2 transmiten los mandos de apertura y cierre de las puertas automáticas (acceso principal y eventual segundo acceso) a los activadores

del motor de las puertas, que pueden ser los dispositivos estáticos POR1 y/o POR2 o bien los contactores auxiliares AP, CP, AP2, CP2.

- PATT transmite el mando para el electroimán del patín retráctil: cuando el INDICADOR ROJO que está cerca del conector está encendido indica que el mando está activado. El mando se activa por medio del contactor auxiliar XPR.

2.5.4.1.8. CONECTOR PARA TARJETA DE EXPANSIÓN:

En el extremo inferior de la tarjeta hay un conector de 40 polos para conectar la tarjeta de expansión 6812

2.5.4.1.9. CONECTOR PARA COMUNICACIONES

En el centro de la tarjeta hay un conector de 9 polos que sirve para efectuar la conexión serie con la unidad portátil de programación PRG – 2000 o con la tarjeta de un cuadro gemelo para combinaciones DUPLEX de dos ascensores.

2.5.4.2. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

Para realizar la automatización del ascensor vamos a utilizar un PLC por lo tanto teneos que conocerlo bien.

2.5.4.2.1. DEFINICIÓN

Un PLC es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial (hostil), que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos.

2.5.4.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL PLC

Un PLC una vez conectado a la red eléctrica tiene básicamente dos modos de funcionamiento:

- Stop. En este modo de funcionamiento no se ejecuta el programa de control.
- Run. En este modo de funcionamiento el programa de control se está ejecutando de manera indefinida hasta que o bien el PLC pasa al modo Stop o bien se desconecta de la alimentación.

Es obviamente este último modo de funcionamiento el más interesante. Cuando el autómata se encuentra en esta situación el programa de control que está grabado en su memoria se ejecuta cíclicamente describiendo lo que se ha dado en llamar “Ciclo de Scan”.

Un ciclo de scan consiste básicamente en cuatro pasos bien diferenciados:

1. Lectura de las entradas del PLC.
2. Ejecución del programa de control.
3. Escritura de las salidas del PLC.
4. Tareas internas del PLC.

2.5.4.2.2.1. LECTURA DE ENTRADAS

Al comienzo de cada ciclo de scan, el sistema operativo del PLC comprueba el estado en el que se encuentran todos y cada uno de los elementos de entrada (sensores, pulsadores, etc.) que están conectados a los distintos módulos de entradas del PLC. Si un sensor está activado, el PLC pondrá un “1” lógico en una posición determinada de una zona de memoria especial llamada “Memoria de Entradas” o “Imagen del Proceso de Entradas”. Si por el contrario ese sensor no estuviese activado, entonces el PLC pondría un “0” lógico en la posición de memoria de entradas asignada para esa entrada. Si el sensor fuese analógico en vez de escribir un “1” o un “0”, se convertiría el valor de la magnitud física a un valor numérico que también se depositaría en una zona de la memoria de entradas analógicas.

Esta operación de lectura de las entradas conlleva un cierto tiempo para ejecutarse totalmente, el cuál debe ser tenido en cuenta a la hora de calcular la duración del ciclo de scan. En cualquier caso, este tiempo suele ser despreciable con respecto a la duración de la ejecución del programa de control.

Al hacer esta operación de lectura de todas las entradas al comienzo de cada ciclo se asegura que todas las instrucciones del programa de control son ejecutadas sobre una “imagen” del estado del proceso coherente. Es decir, que si una vez comenzado a ejecutar el programa de control, algún sensor del proceso cambiase de valor, este nuevo valor no se tomaría en cuenta hasta el siguiente ciclo. De esta forma se evitaría que una posible instrucción posterior que hiciese referencia a esa entrada no fuese coherente con otra instrucción ejecutada con anterioridad al cambio de valor en ese sensor.

2.5.4.2.2.2. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL

Una vez que la memoria de entradas ha sido totalmente actualizada el sistema operativo del PLC, comenzará a ejecutar las instrucciones del programa albergado en su memoria de programa del PLC. Lo hará secuencialmente comenzando por la primera instrucción del módulo de programa que se considere el principal (cada fabricante lo designa de una forma distinta, por ejemplo en los PLCs de Siemens se le llama OB1).

La ejecución secuencial no implica ejecución lineal, es decir, que un programa puede contener instrucciones especiales que permitan hacer saltos hacia delante y hacia atrás, e incluso es posible que haya subrutinas e interrupciones. Pero en cualquier caso, la ejecución seguirá siendo secuencial siendo posible alterar esa secuencia de forma dinámica. Esa secuencia acabará teniendo una última instrucción que tras ser ejecutada pondrá fin a este paso del ciclo de scan.

Dado que la secuencia de ejecución de un programa puede ser alterado por medio de instrucciones de programa será posible hacer un programa de control que no termine nunca, lo que en informática se conoce como un “bucle infinito” que haga que el PLC se “cuelgue”. El autómatas dispone de mecanismos para detectar esta situación y provocar la finalización de la ejecución del programa, y será responsabilidad del programador contemplar esta anomalía para subsanar sus posibles efectos. Evidentemente lo deseable es no generar nunca un bucle infinito, máxime teniendo en cuenta que un PLC es un dispositivo dedicado a controlar un proceso y en caso de presentarse una situación de esta naturaleza, el proceso se descontrolaría poniendo en peligro la integridad de las personas y de la propia instalación.

La normal ejecución del programa de control hará que los valores de la memoria de datos del PLC vayan cambiando a medida que se avanza. Especial importancia tienen los cambios que se registren en la memoria de salidas ya que serán los que finalmente se traduzcan en acciones sobre el proceso. Por último es de destacar que la ejecución del programa de control durará una determinada cantidad de tiempo que será directamente proporcional a la velocidad del procesador (CPU) del PLC y que por tanto dependerá del modelo del mismo.

2.5.4.2.2.3. ESCRITURA DE SALIDAS

Cuando el sistema operativo del PLC detecta que se ha ejecutado la última instrucción del programa de control, éste comienza a revisar una por una todas las posiciones de su memoria de salidas. Si en una posición lee un “1” lógico, el PLC

activará la salida correspondiente en el módulo de salidas. Es de esperar que conectado a ese módulo de salidas en esa posición concreta se encuentre un preaccionador o un accionador (por ejemplo una electroválvula) el cual al ser activado al ser activada esa salida llevando a cabo la acción correspondiente (por ejemplo cortar el paso de agua a la vivienda) sobre algún elemento del proceso.

Si el programa de control tras su ejecución genera señales analógicas en forma de valores digitalizados en la memoria de salidas analógicas del PLC, en esta fase son convertidas en valores determinados de corriente y tensión por medio de los módulos de salidas analógicas correspondientes. Estos valores de corriente y tensión provocarán una acción proporcional sobre algún componente del proceso.

Aunque este proceso consume cierta cantidad de tiempo, su duración es despreciable con respecto a la de la fase de ejecución del programa de control.

2.5.4.2.2.4. TAREAS INTERNAS

Antes de comenzar un nuevo ciclo de scan, el PLC necesita realizar ciertas tareas internas como por ejemplo comprobar si se han producido errores, almacenar la duración del ciclo de scan, actualizar valores internos de sus tablas de datos, etc.

De nuevo la duración de esta fase puede considerarse despreciable con respecto a las otras tres.

Una vez que esta fase ha terminado el sistema operativo del PLC comenzará a ejecutar un nuevo ciclo de scan.

2.5.4.3. TAREAS DEL PLC

El Controlador Lógico Programable recibe señales binarias en su módulo de entradas, las procesa y entrega señales en su módulo de salidas de acuerdo a su programa, por lo anterior es utilizado en muchas clases de equipos para automatización, por ejemplo: sistemas de control industrial en fábricas, equipo de diversión en parques, elevadores, señalización para tráfico, máquinas comerciales, máquinas de CNC, etc.

2.5.4.4. VENTAJAS DEL PLC

El utilizar un PLC en un sistema de control nos trae muchas ventajas ya que se puede sustituir en gran medida la utilización de relevadores electromagnéticos, temporizadores, contadores entre otros dispositivos de control tradicionales.

Lo anterior trae como consecuencia que los sistemas de control:

- Puedan sufrir modificaciones según las necesidades, más rápido y a un bajo costo (sean más flexibles).
- Disminuyan su mantenimiento

- Utilicen menos espacio y los tableros de control sean más compactos.
- Puedan tener mayor comunicación con otros dispositivos de control modernos como son las computadoras.
- Tengan gran capacidad de memoria y puedan ser expandibles.
- Mejoren su velocidad de respuesta.
- Ofrezcan mayor seguridad tanto en funcionalidad como en factores que puedan poner en riesgo la integridad física de las personas e instalaciones.

2.5.4.5. SELECCIÓN DE UN PLC

La selección del correcto PLC para una máquina o proceso se debe evaluar las necesidades actuales, como también los requerimientos futuros ya que si los objetivos presentes y futuros no son apropiadamente evaluados, el sistema de control podría quedar rápidamente inadecuado y obsoleto. Al escoger el PLC contando con las posibles proyecciones futuras, se minimizarán los costos de cambios y adiciones al sistema.

Es importante saber también el tipo de comunicación que se puede aplicar, el voltaje con la que trabaja los demás elementos a utilizar en conjunto con nuestro PLC y la robustez que ofrece de acuerdo a la aplicación que va a ser utilizada con estas

observaciones se asegura un buen desempeño, en el caso de una futura expansión será mucho fácil adecuar los nuevos cambios.

2.5.4.6. CONSIDERACIONES PARA ENTRADAS Y SALIDAS

La determinación de entradas y salidas requeridas es fundamentalmente el primer paso en la selección de un controlador. La determinación de las mismas además de estar basada en contabilizar los dispositivos discretos y analógicos que serán monitoreados o controlados, es importante saber con qué voltaje trabaja cada uno de ellos y como deben ser activados. Se debe recordar siempre que el controlador debería permitir futuras expansiones y reposiciones, en el orden del 10% al 20%.

2.5.4.7. CONSIDERACIONES DE MEMORIA

Los dos factores a considerar cuando se escoja la memoria son el tipo y la cantidad. Una aplicación puede requerir dos tipos de memoria: Memoria No volátil y memoria volátil con batería de respaldo. Una memoria No volátil tal como la EPROM, puede proveer confiabilidad y un medio de almacenamiento permanente una vez que el programa ha sido creado y depurado.

Los pequeños PLC's normalmente tienen una memoria fija con capacidad de 1/2K a 2K. Entonces, la cantidad de memoria no es de mucha importancia cuando se seleccionan pequeños controladores. En medianos y grandes controladores, sin embargo, la memoria es expandible en unidades de 1K, 2K, 4K, etc.

La cantidad de memoria requerida para una aplicación dada es una función del número de entradas y salidas a ser controladas y de la complejidad del programa de control. La complejidad se refiere a la cantidad y tipo de funciones aritméticas y de manipulación de datos que el PLC llevará a cabo.

2.5.4.8. CONSIDERACIONES DE SOFTWARE

Durante la implementación del sistema, el usuario debe programar el PLC. El usuario debe examinar cuidadosamente las capacidades del software, que generalmente están a la medida para controlar el hardware disponible en el controlador. Sin embargo, algunas aplicaciones requieren funciones especiales que van más allá del control de los componentes de hardware.

2.5.4.8.1. PERIFÉRICOS

El dispositivo de programación clave en un sistema PLC es el periférico. Este dispositivo es de primordial importancia debido a que debe proveer todas las

capacidades para de manera exacta y fácil ingresar el programa de control al sistema. Los dos dispositivos más comunes de programación son el dispositivo de mano y el computador personal.

Los requerimientos de periféricos deberían ser evaluados conjuntamente con la CPU, puesto que la CPU determinará el tipo y número de periféricos que puede ser integrado al sistema. La CPU también tiene influencia en el método de interface, al igual como en la distancia que el periférico puede ser ubicado del PLC.

2.5.4.8.2. CONDICIONES FÍSICAS Y AMBIENTALES

Las condiciones, tales como temperatura, humedad, nivel de polvo y corrosión, pueden afectar la correcta operación del controlador. El usuario debería determinar las condiciones de operación (temperatura, vibración, EMI/RFI, etc.) antes de seleccionar el controlador y el sistema de I/O.

Luego de haber analizado y considerado todas estas posibilidades en un PLC se ha llegado a determinar la utilización de un PLC Simatic s7-1200. La máquina requiere de 14 entradas tanto para sensores como para botones del panel del operador. Y con 10 salidas transistorizadas que activan tantas electroválvulas para el control de los pistones y contactores para el control de los motores y señalización necesaria.

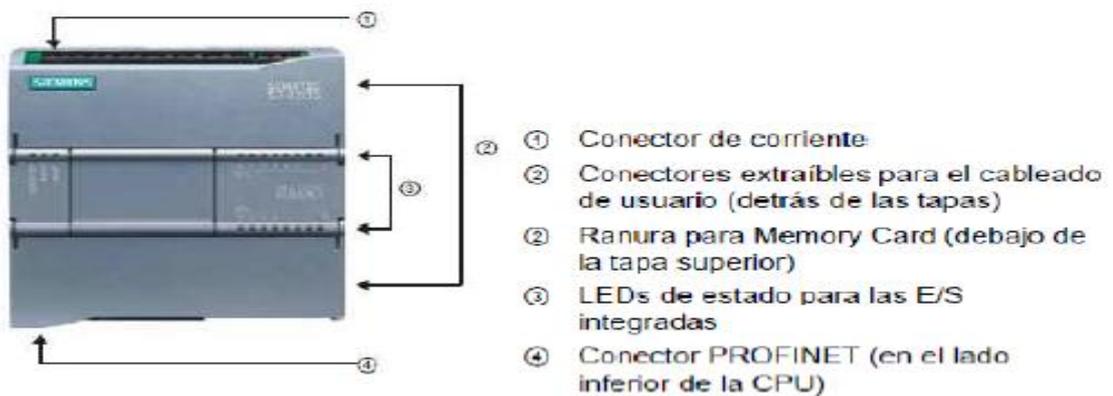
2.5.4.9. CARACTERÍSTICAS

El controlador lógico programable S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.



Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura II.5 PLC Siemens S7-1200

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla II.I Características de PLC S7-1200

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente 		<ul style="list-style-type: none"> • 50 KB • 2 MB • 2 KB
E/S integradas locales	<ul style="list-style-type: none"> • Digitales • Analógicas 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 entradas/4 salidas • 8 entradas/6 salidas • 2 entradas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 entradas/10 salidas • 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla II.I Características de PLC S7-1200 (continuación)

Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

➤ SIGNAL BOARDS

Una (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica



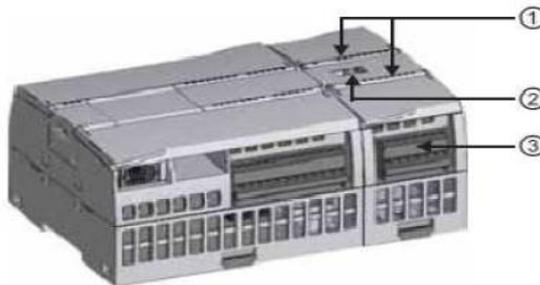
Fuente:

[http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens SIMATIC S7 PLC S7 1200](http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200)

Figura II.6 Signal Board en el CPU

➤ MÓDULOS DE SEÑALES

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.



Fuente:

[http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens SIMATIC S7 PLC S7 1200](http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200)

Figura II.7 CPU más SM

- Leds de estado para las E/S del módulo de señales (1)

- Conector de bus (2)
- Conector extraíble para el cableado de usuario (3)

➤ MÓDULOS DE COMUNICACIÓN

La gama S7-1200 provee CMs que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y S485.

- La CPU soporta Como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)



Fuente:

[http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens SIMATIC S7 PLC S7 1200](http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200)

Figura II.8 CPU más CM

- LEDs de estado del módulo de comunicación (1)
- Conector de comunicación (2)

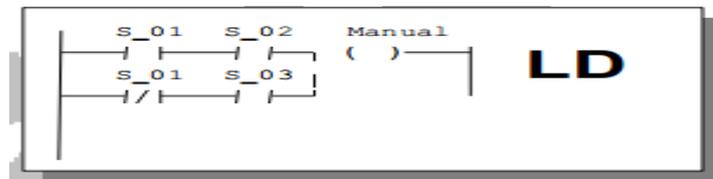
2.5.4.10. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Los lenguajes de programación de PLCs han sufrido una evolución paralela a la de los propios equipos a lo largo del tiempo.

2.5.4.10.1. DIAGRAMA DE ESCALERAS

Con la aparición de los primeros PLCs hacia 1969 el lenguaje de programación diseñado era el denominado diagrama de escalera (Ladder Diagram –LD-) muy próximo a los diagramas eléctricos empleados para representar los esquemas de lógica cableada utilizados para controlar procesos hasta aquel momento.

Se pretendía que la transición de una tecnología a otra fuese lo más suave posible de esta forma todo el personal de las empresas con una alta cualificación en sistemas de lógica cableada podrían ser fácilmente formados y adaptados a los nuevos sistemas de lógica programable, permitiendo a las empresas abaratar la transición hacia un nuevo modelo de automatización de procesos. (Ver figura II.9)



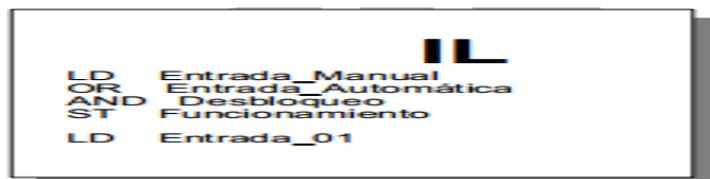
Fuente: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-General.pdf>

Figura II.9. Diagrama de escalera

2.5.4.10.2. LISTA DE INSTRUCCIONES

El lenguaje de lista de instrucciones (Instruction List -IL-) es el lenguaje de programación de PLCs más potente de los que existe. Es un lenguaje literal de bajo nivel parecido al lenguaje ensamblador empleado para la programación de microcontroladores.

Es un lenguaje cuyo origen está en Alemania de la mano de Siemens y sus primeros autómatas. Este lenguaje se basa en la utilización de un mnemónico que representa la instrucción seguido del operando u operandos sobre los que se aplica. El resultado de la operación puede ser almacenado sobre uno de los operandos o sobre alguno de los registros o la pila que emplea el equipo. Cada línea del programa contiene una única instrucción y su ejecución es secuencial comenzando por la primera de la lista. Todos los programas escritos en cualquiera de los otros lenguajes pueden ser finalmente traducido a IL. (Ver figura II.10)

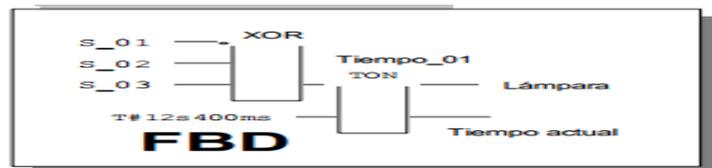


Fuente: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-General.pdf>

Figura II.10. Lista de instrucciones

2.5.4.10.3. DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONALES

El lenguaje de los diagramas de bloques funcionales (Function Block Diagram - FBD-) es un lenguaje gráfico que surge como una evolución de los diagramas empleados por los ingenieros electrónicos para representar los circuitos lógicos. En estos las puertas lógicas son representadas mediante símbolos estandarizados. Un circuito electrónico puede ser encapsulado en un integrado el cual puede ser utilizado en un nuevo diagrama mediante un símbolo adecuado. El lenguaje FBD sigue las mismas pautas. Cada operación es representada por un símbolo normalizado. Un conjunto de operaciones que llevan a cabo una función específica se pueden agrupar formando una subrutina o bloque el cual pasa a tener un símbolo asociado que puede ser empleado en otro segmento de programa tantas veces como se quiera. Sólo es necesario seguir unas pautas sintácticas y semánticas a la hora de construir los diagramas. (Ver figura II.11)



Fuente: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-General.pdf>

Figura II.11. Diagrama de bloques funcionales

2.5.4.10.4. TEXTO ESTRUCTURADO

El texto estructurado (Structured Text -ST-) es un lenguaje literal de alto nivel que surge de adaptar el lenguaje Pascal empleado en la programación de PCs a las necesidades propias del control de procesos.

Es un lenguaje muy potente especialmente indicado para la representación de algoritmos de control complejos en los que sea necesario emplear bucles, condicionales, etc. (Ver figura II.12)

```
IF Data = "EOF" THEN
  FOR Index:=1 TO 128 DO
    X:=Read_Data(Datenfeld[Index]);
    IF X > 2500 THEN Alarma:=TRUE;
  END_IF;
END_FOR;
END_IF;
```

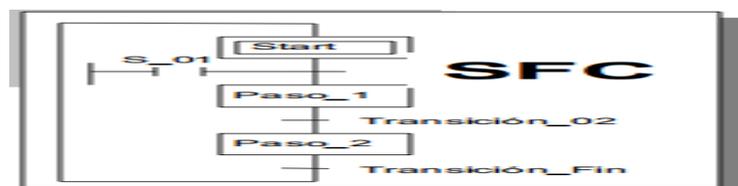
ST

Fuente: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-General.pdf>

Figura II.12. Texto estructurado

2.5.4.10.5. SFC

El lenguaje de los diagramas funcionales secuenciales (Sequential Function Chart - SFC) surge como una evolución del lenguaje de modelado de sistemas secuenciales GRAFCET (estándar internacional IEC 848). El último no es un lenguaje de programación (aunque sea posible extraer un programa de los diagramas escritos en este lenguaje) mientras que SFC sí lo es con todas las connotaciones que ello supone. SFC proporciona al ingeniero un potente lenguaje para la representación de automatismos secuenciales. (Ver figura II.13)



Fuente: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-General.pdf>

Figura II.13. Diagrama Funcional-Secuencial (SFC)

SFC surge del esfuerzo del organismo internacional denominado Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission -IEC-) cuyo objetivo era la publicación de un estándar que normalizase los PLCs desde el punto de vista hardware y software. Este estándar está dividido en varias partes y es la tercera (IEC 61131-3) la que hace referencia a los lenguajes de programación. Esta norma recogió los cuatro lenguajes clásicos más empleados en la programación de PLCs y les añadió una nueva versión de GRAFCET que le daba carácter de lenguaje de programación, permitiendo además la utilización de cualquiera de los cinco lenguajes para codificar cualquier módulo de programa que fuese necesario. Cualquiera de estos módulos independientemente del lenguaje en que hubiese sido escrito debe poder ser empleado desde cualquier otro módulo de programa.

2.5.5. PARTE ELÉCTRICA.

Aquí procederemos a conocer los elementos de maniobra, control, protección y conductores eléctricos.

2.5.5.1. ELEMENTOS DE MANIOBRA, CONTROL

Estos elementos tienen la tarea de transmitir las señales eléctricas de lo más variados puntos de un mando con diversos accionamientos y tiempos de función, al sector de procesamiento de señales. Si el mando de tales aparatos se hace a través de contactos eléctricos, se habla de mando de contacto, en vez de mando de sin contacto o electrónico. Se distinguen, por su función, los elementos de apertura, de cierre y

alternos. El accionamiento de estos elementos pueden ser manual, mecánico o por control remoto.

Otra distinción existe entre un pulsador toma al ser accionado, una posición de contacto, que dura tanto como el accionamiento sobre él. Al soltarlo regresa a su posición de reposo.

2.5.5.1.1. INTERRUPTORES: son dispositivos electromecánicos cuya misión es abrir o cerrar un circuito de forma permanente. Al accionar, hacemos que varié su posición, abriendo un circuito que estaba cerrado o cerrando un circuito que estaba abierto y permanece así hasta que lo accionamos nuevamente. (Ver figura II.14)



Símbolo

Interruptores magnéticos BN Interruptores de posición

Fuente:

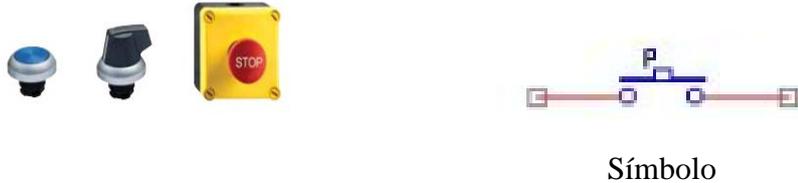
http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/146255/dispositivos-para-ascensores.pdf

os-para-ascensores.pdf

Figura II.14. Interruptor

2.5.5.1.2. PULSADORES: los pulsadores son unos dispositivos que cuando se oprimen permiten el paso de la corriente eléctrica y cuando se dejan de oprimir

recuperan su posición inicial e interrumpen el paso de corriente. También hay pulsadores que funcionan a la inversa; es decir la corriente estará circulando hasta que lo pulsemos como son los pulsadores de emergencia. Su función es invertir el estado inicial de los mismos. (Ver figura II.15)



Fuente: http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/146255/dispositivos-positivos-para-ascensores.pdf

Figura II.15. Pulsadores

2.5.5.1.3. CONMUTADORES: un conmutador es un interruptor doble que actúa sobre dos circuitos, encendiendo uno y apagando el otro, o viceversa. (Ver figura II.16)



Fuente:

http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/146255/dispositivos-para-ascensores.pdf

Figura II.16. Conmutador

2.5.5.1.4. LLAVES DE CRUCE: son interruptores de cuatro contactos que están conectados dos a dos, de manera que al cambiar las conexiones cambia el sentido de la corriente.

2.5.5.1.5. LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN: se emplean para indicar la posición de los interruptores; la luz verde indica que el interruptor está abierto y la luz roja para indicar que está cerrado, permitiendo de esta manera conocer si un determinado elemento o circuito está activado o no. (Ver figura II.17)

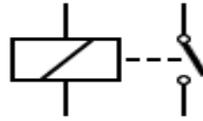
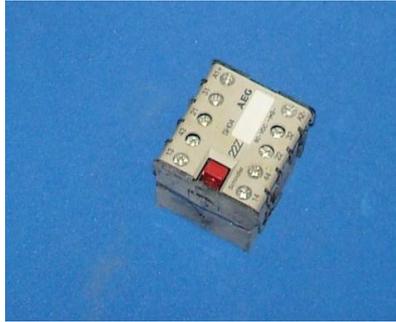


Fuente:

http://www.Luceso.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/146255/dispositivos-electronicos.pdf

Figura II.17. Lámparas de señalización

2.5.5.1.6. RELÉ: Su principio de funcionamiento es similar al del contactor, pero su uso se limita a circuitos de mando o media potencia y su función es invertir el estado de los contactos NA o NC que están asociados. (Ver figura II.18)



Símbolo

Fuente: <http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-412585034-rele-22z-para-ascensores-schindler- JM>

Figura II.18. Relé

2.5.5.1.7. RELÉ TEMPORIZADO: Funcionamiento similar al anterior, pero sus contactos no se invierten instantáneamente, sino que transcurre un cierto tiempo, que puede ser regulado. Muy utilizados en automatización de máquinas y procesos industriales, como arranque de motores, tableros de comendo, hornos industriales y otros. (Ver figura II.19)

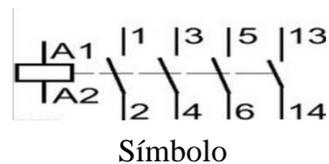


Símbolo

Fuente: <http://temporizadoresmei.blogspot.com/>

Figura II.19. Relé temporizado

2.5.5.1.8. CONTACTORES: los elementos más utilizados en los controles eléctricos son los contactores. Se utilizan para conectar cargas eléctricas, tienen contactos principales del tipo normalmente abiertos y pueden tener usos específicos de hasta unos 50 amperios y están siendo reemplazados por componentes de estado sólido los cuales tienen una vida útil muy grande siempre y cuando sean utilizados dentro de sus rangos de operación. Otra ventaja es su rapidez de operación y su rigidez dieléctrica. (Ver figura II.20)



Fuente: <http://foremfe10.wordpress.com/2011/07/04/contactores/contactor/>

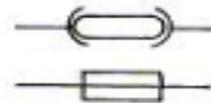
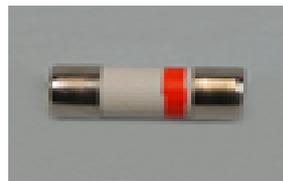
Figura II.20. Contactor

2.5.5.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Son aquellos elementos encargados de proteger a las personas, líneas y equipos ante sobre intensidades o cortocircuitos eléctricos, así como por contactos directos o indirectos. Se utiliza tanto en los circuitos de fuerza y de mando, en las líneas de entrada de los mismos, para proteger contra cortocircuitos, sobrecargas o derivaciones a masa.

2.5.5.2.1. FUSIBLES: utilizados en los dos tipos de circuitos de fuerza, mando y protegen contra cortocircuitos, fundiéndose y actuando como un interruptor. Se instalan al inicio de la línea eléctrica y constituyen el punto más débil de la misma.

Están formados por un filamento conductor calibrado para una determinada máxima intensidad eléctrica. Cuando el valor de estas sobrepasa el máximo, el calor producido funde el filamento interrumpiéndose el circuito eléctrico y en consecuencia cesando el paso de corriente. (Ver figura II.21)

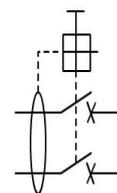


Símbolo

Fuente: http://www.spezialelectric.com/index.php?lg=es_ES&ct=prodlst&cky=777&scopy=811&pvlct=prodlst&pvlcky=777&pvlscopy=none&pvlpky=

Figura II.21. Fusible

2.5.5.2.2. INTERRUPTORES DIFERENCIALES: utilizados en circuitos de fuerza de corriente alterna para proteger las instalaciones de las derivaciones a tierra, cuando detectan estas abren el circuito. Son dispositivos de protección contra contactos indirectos, que detectan la diferencia de corriente entre dos conductores, en el caso de los monofásicos. (Ver figura II.22)



Símbolo

Fuente: <http://www.hager.es/distribucion-de-la-energia/proteccion/interruptores-diferenciales/5803.htm>

Figura II.22. Interruptor Diferencial

2.5.5.2.3. RELÉ MAGNETOTÉRMICO: interruptor de control de potencia.

Utilizados en circuitos de fuerza y protegen las instalaciones contra cortocircuitos y sobrecargas. Cuando la intensidad que circula por el circuito de potencia superara los límites del reglaje hecho sobre el relé magnético, es capaz de atraer a una armadura mediante la cual podrá abrirse un contacto, y con él tirar la maniobra y como consecuencia desconectar el receptor.

2.5.5.2.4. RELÉ TÉRMICO: elementos de protección contra sobrecargas en circuitos de fuerza, con ajuste de corriente máxima; actúa sobre los tres contactos de las fases y sobre los contactos auxiliares abriéndolos.

2.5.5.3. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Cuando se emplea el término conductor, se hace una referencia simplificada a lo que es en realidad un conductor de la electricidad. Se entiende por conductor todo material que permite el paso de la corriente eléctrica en forma continua cuando está sometido a una diferencia potencial.

Son aquellos cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor Eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente dicho, usualmente de cobre; este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno u otro material como conductor depende de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo. Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%. Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

Las partes que componen los conductores eléctricos son tres muy diferenciadas:

- El alma o elemento conductor
- El aislamiento
- Las cubiertas protectoras

2.5.5.3.1. EL ALMA O ELEMENTO CONDUCTOR: se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a

los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

De la forma cómo esté constituida esta alma depende la clasificación de los conductores eléctricos. Así tenemos:

2.5.5.3.1.1. SEGÚN SU CONSTITUCIÓN

- **ALAMBRE:** alambre Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. (Ver figura II.23).



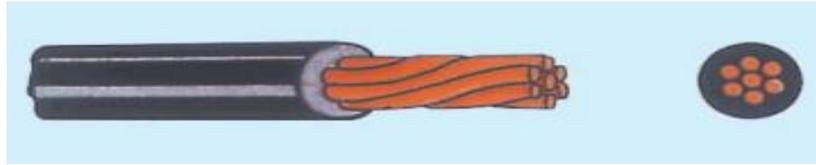
Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura II.23 Alambre Conductor

Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.

- **CABLE:** conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.(Ver figura II.24)



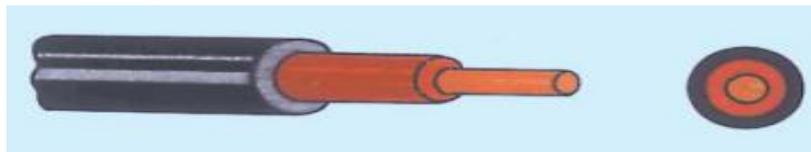
Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura II. 24 Cable Conductor

2.5.5.3.1.2. SEGÚN EL NÚMERO DE CONDUCTORES

- **MONO CONDUCTOR:** conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora.(ver figura II.25)

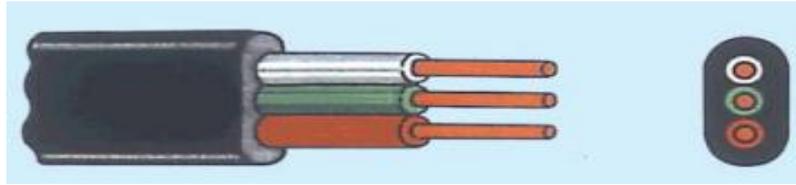


Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura II.25 Mono Conductor

- **MULTI CONDUCTOR:** conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.(ver figura II.26)



Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura II.26 Multi Conductor

2.5.5.3.2. EL AISLAMIENTO: El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por Él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí. Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Antiguamente los aislantes fueron de origen natural, gutapercha y papel. Posteriormente la tecnología los cambio por aislantes artificiales actuales de uso común en la fabricación de conductores eléctricos.

Los diferentes tipos de aislación de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas,

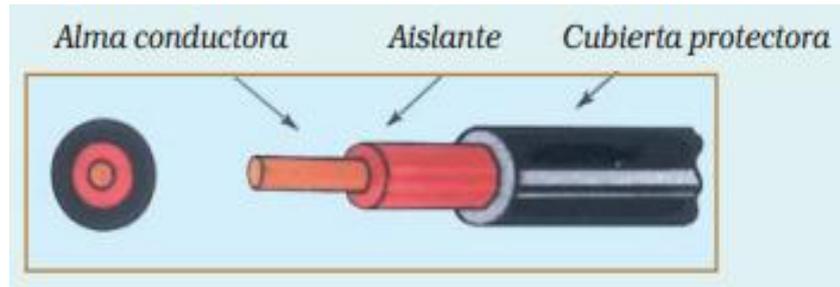
etc. Entre los materiales usados para la aislación de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, el neopreno y el nylon.

Si el diseño del conductor no consulta otro tipo de protección se le denomina aislación integral, porque el aislamiento cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cuando los conductores tienen otra protección polimérica sobre la aislación, esta última se llama revestimiento, chaqueta o cubierta.

2.5.5.3.3. LAS CUBIERTAS PROTECTORAS: el objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura. La armadura puede ser de cinta, alambre o alambres trenzados.

Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla o blindaje. (Ver figura II.27)



Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Figura II.27 Descripción de Cubierta Protectora

2.5.5.4. APLICACIÓN DE LOS CABLES

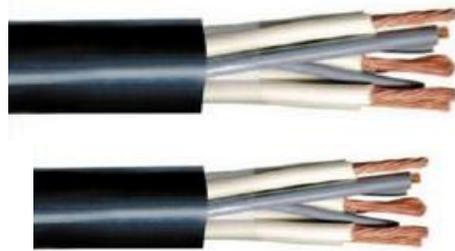
2.5.5.4.1. PARA MEDIA TENSIÓN: se usan para distribución de energía eléctrica y conectan los transformadores de subestaciones con los transformadores para bajar la tensión a niveles de usuario final. Su instalación puede ser al aire, en ductos subterráneos, canaletas, enterrado directo o bandejas porta cables están conformados básicamente por un conductor, un blindaje sobre el conductor, el aislamiento, un blindaje del aislamiento, una pantalla metálica y la cubierta exterior o chaqueta.(ver figura II.28)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura II.28 Cables de Media Tensión

2.5.5.4.2. PARA CONTROL: se usan para llevar señales entre aparatos en interface directa con el sistema eléctrico de potencia, tales como transformadores de corriente, transformadores de potencia, relés interruptores y equipos de medición. Los cables de control son cables multiconductores que llevan señales eléctricas usadas para monitorear o controlar sistemas eléctricos de potencia y sus procesos asociados. La tensión de operación de estos cables es de 600V. (Ver figura II.29)



Fuente: [http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-](http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364)

[10615364](http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364)

Figura II.29 Cables de Control

2.5.5.4.3. CABLES DE INSTRUMENTACIÓN: son usados para llevar señales desde procesos de monitoreo a procesos de analizadores, usualmente equipo electrónico y de los analizadores, al equipo de control en el sistema eléctrico de potencia. Los cables de instrumentación CENTELSA son cables multi conductores que transportan señales eléctricas de baja potencia usadas para monitorear o controlar sistemas eléctricos de potencia y sus procesos asociados. La tensión de operación de estos cables es de 300V y también son aptos para usos en 600V en circuitos de potencia limitada. (Ver figura II.30)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura II.30 Cables de Instrumentación

2.5.5.4.4. CABLES DE BAJA TENSION: en general, se usan en el proceso de utilización y van desde la salida de los transformadores de distribución hasta la conexión con los equipos. Se consideran cables de baja tensión aquellos cuyo voltaje de operaciones como máximo de 1000V entre fases. Dentro de esta familia se encuentran principalmente cables para 600V. (Ver figura II.31)



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/cae-groupe/cables-electricos-de-distribucion-de-energia-baja-tension-12252-476186.html>

Figura II.31 Cables de Baja Tensión

2.5.5.4.5. CABLES MULTI CONDUCTORES DE POTENCIA: los cables de potencia son de uso general en instalaciones industriales, distribución interior de energía en baja tensión. Sitios secos o húmedos, cárcamos, canalizaciones o enterrado directo. (Ver figura II.32)



Fuente: [http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-](http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364)

[10615364](http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364)

Figura II.32 Cables Multi conductores de potencia

2.5.5.4.6. CABLES PARA ACOMETIDAS: Los Cables de Acometida se usan para conectar la red secundaria con el equipo de medida o contador. Las Acometidas tipo SEU, SER y USE se caracterizan por su construcción con las fases en disposición paralela o cableada y el neutro de tipo concéntrico, es decir, cableado alrededor de las fases y una chaqueta exterior protectora. (Ver figura II.33)



Fuente: [http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-](http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364)

[10615364](http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364)

Figura II.33 Cables de Acometidas

2.5.5.4.7. CABLES FLEXIBLES: Los Cables Flexibles se denominan así por ser fácilmente maniobrables en espacios reducidos y poderse movilizar, enrollar y transportar con facilidad. Su característica de flexibilidad los faculta para soportar movimientos o vibraciones que se presentan en algunas aplicaciones específicas. Básicamente un Cable Flexible está compuesto por uno o varios conductores de cobre y

materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos.
(Ver figura II.34)



Fuente: <http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

Figura II.34 Cables Flexibles

2.6. ESTÁNDAR DE CABLEADO

Hay tres estándares de cableado que se pueden utilizar con los PLCs: RS-232C, RS-422 y RS-485.

RS-232C es un estándar de cableado punto a punto con una distancia práctica de cableado de 15 metros. Esto significa que sólo dos dispositivos pueden comunicarse, un maestro y un esclavo.

RS-422 es un modelo de múltiples puntos, puede comunicarse un maestro solamente con hasta 10 esclavos, y la distancia total de toda la red entre todos los dispositivos no puede exceder 1000 metros.

RS-485 es un tipo de cableado de múltiples puntos con posibilidad que hasta 32 maestros se comuniquen con hasta 32 esclavos todos dentro de una distancia máxima de 1200 metros. Mientras que el estándar RS-485 prevé múltiples maestros en la misma

red, los PLCs no soportan múltiples maestros en la misma red. Tampoco, el estándar RS-485 especifica una topología de red, pero en la práctica, una topología de conexiones múltiples en serie con el maestro en un extremo es la única manera de hacer la comunicación confiable.

2.7. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DEL PLC

A continuación conoceremos que son los protocolos de comunicación y sus tipos.

2.7.1. ¿QUE SON LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN?

Un protocolo de comunicación es el lenguaje que los dispositivos utilizan para comunicarse unos con otros en una red. Todos los dispositivos deben usar el mismo protocolo de comunicación.

2.7.2. TIPOS DE PROTOCOLOS

A continuación vamos a estudiar los protocolos más conocidos en los PLCs.

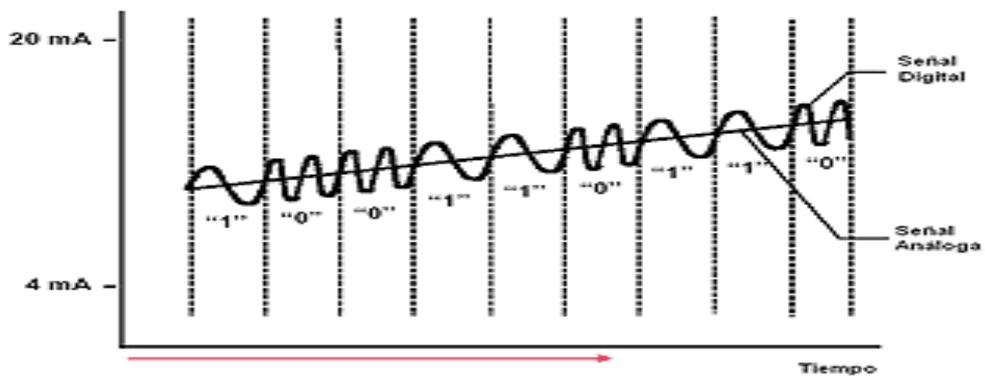
2.7.2.1. HART (HIGH WAY-ADDRESSABLE-REMOTE-TRASDUCER)

Este protocolo fue desarrollado inicialmente por Rosemount Inc., proporciona una solución para la comunicación de instrumentos inteligentes compatibles con la señal

analógica de 4-20 mA. Este protocolo agrupa la señal digital sobre la señal analógica típica de 4-20 mA DC. La señal digital utiliza dos frecuencias de 1200 y 2200 Hz, que representan dígitos “0” y “1”, que forman una onda senoidal que superpone a la señal de 4-20 mA.

El protocolo HART permite la comunicación digital bidireccional con instrumentos inteligentes sin perturbar la señal analógica de 4-20 mA. El éxito de este protocolo y la aceptación en el entorno industrial se debe a las ventajas que ofrece al usuario y a su fácil implementación en sistemas de controles existentes basados en 4-20 mA.

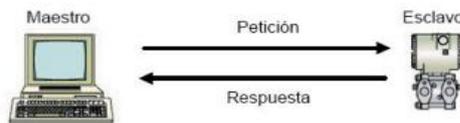
HART permite tanto la transmisión de la señal analógica y digital sobre la misma instalación eléctrica. La información de la variable primaria de control es transmitida por la señal de 4-20 mA; mientras que los parámetros del proceso, configuración del dispositivo, calibración y la información de diagnóstico es al mismo tiempo accesible por medio del protocolo HART sobre la misma instalación. (Ver figura II.35)



Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.35. Señales del protocolo HART

HART es principalmente un protocolo maestro/esclavo lo que significa que el dispositivo de campo (esclavo) habla solo cuando es preguntado por un maestro. En una red HART dos maestros (primario y secundario) pueden comunicar con un dispositivo esclavo. (Ver figura II.36)



Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.36. Comunicación HART maestro/esclavo

El protocolo HART tiene la capacidad de conectar múltiples dispositivos de campo sobre el mismo par de hilos en una configuración de red multipunto. Las longitudes de cables permitidas van a depender del tipo de cable utilizado y del número de dispositivos conectados.

La mayor limitante de este tipo de protocolo de comunicación industrial es la velocidad, permite 1200 baudios, normalmente se pueden obtener dos respuestas por segundo.

2.7.2.2. DEVICE NET

Uno de los buses de campo más utilizado para el control en tiempo real de dispositivos en los primeros niveles de automatización es Device Net, que asegura la interconectividad con una gran variedad de equipos de otros fabricantes.

Este tipo de protocolo es de bajo nivel, sirve para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc., este protocolo provee información adicional de la red, cuyos datos pueden ser desplegados en la interfaz del usuario.

La red consiste en una rama o bus principal de hasta 500m con múltiples derivaciones de hasta 6m cada una donde se conectan los diferentes dispositivos de la red. En cada red Device Net se pueden conectar hasta 64 nodos y cada uno puede soportar un número infinito de E/S aunque lo normal son 8, 16 ó 32.

Device Net es una red de trabajo abierta, está basada en CAN que es una tecnología desarrollada originalmente por BOSCH. Device Net tiene una alta inmunidad al ruido, permite la comunicación dentro de un gran rango de temperatura

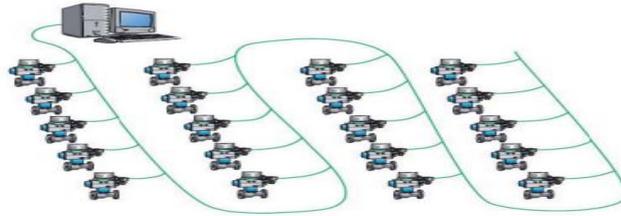
Device Net proporciona una red flexible y de conexión sencilla que ofrece entre sus beneficios más inmediatos, un control descentralizado y permite la conexión de dispositivos de diferentes marcas gracias a la interoperabilidad y su carácter abierto y estándar. Con su instalación se obtiene una reducción drástica del cableado, del tiempo de puesta en marcha y del coste de la instalación porque elimina la necesidad de recorrer largas distancias de cable

Las paradas de producción se minimizan ya que proporciona información de diagnóstico muy valiosa que permite llevar a cabo acciones preventivas y eficaces soluciones de los problemas, agilizando las tareas de mantenimiento y reparación.

Además, en caso de avería de algún módulo esclavo, es posible sustituirlo en “caliente” sin necesidad de quitar la alimentación y en consecuencia sin tener que detener las comunicaciones o la instalación en sí. Por otro lado, cabe destacar su eficiente en las comunicaciones ya que permite que la información de planta esté disponible en tiempo real al proporcionar un procesamiento de datos a alta velocidad, mayor seguridad de datos, un chequeo de errores eficiente y gran flexibilidad.

Los mercados y aplicaciones más significativas para este tipo de tecnología son: líneas de ensamblaje de automóviles, líneas de alimentación y bebidas, líneas de fabricación semiconductores, manipulado de material y empaquetado, papeleras, cementeras y canteras, clasificación, entre otros.

La velocidad permitida para este tipo de comunicación industrial está en 500 Kps, permite conectar hasta 2048 nodos, el soporte de la red puede ser en par trenzado y fibra óptica, permite la comunicación Maestro/Esclavo, Multimaestro y punto a punto. (Ver figura II.37)



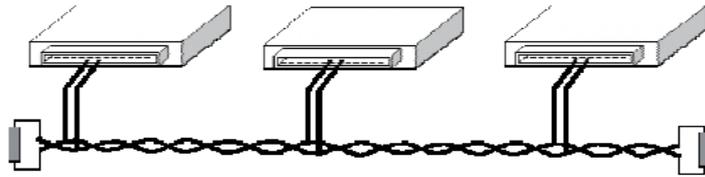
Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.37 Sistema Device Net

2.7.2.3. CANOPEN

Can Bus es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por la empresa BOSCH para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del Automóvil.

Este sistema permite compartir gran cantidad de información entre las unidades de control conectadas al sistema, provocando una reducción de lo que son sensores y la cantidad de cableado requerida para la instalación eléctrica. (Ver figura II.38)



Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.38. Sistema CANOpen

CAN utiliza las capas uno y dos del modelo OSI, en la práctica estos son utilizados directamente en el hardware CAN. Se diseñó este sistema de comunicación basándose en la interoperabilidad y la intercambialidad de información con diferentes dispositivos de diversos fabricantes, es decir es un protocolo abierto.

El protocolo de comunicaciones CAN proporciona beneficios como por ejemplo que es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus. También que el procesador anfitrión (host) delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas. Y por otro lado, al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto.

Este protocolo permite una distancia de hasta 1000 metros a 50 kbits, la velocidad máxima permitida es de 1 Mbits con una distancia de 40 metros, opera en modo multimaestro.

Las redes CAN están basadas en el mecanismo de difusión, lo que quiere decir que lo que se emite por un nodo es escuchado por todos, decidiendo cada nodo si le es útil la información o no. El método de acceso es CSMA/CD+CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection+Conflict Resolution) de modo que es el propio bus el que realiza las labores de arbitrio, evitándose la pérdida de datos por colisión y la necesidad de un módulo para el arbitrio.

2.7.2.4. MODBUS

ModBus es un protocolo de comunicaciones industriales situado en capa 7 del modelo OSI, basado en la arquitectura maestro-esclavo, fue diseñado en 1979 por MODICON para una gama de PLC. Convertido en un protocolo estándar dentro de la industria que tiene mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos industriales.

Un sistema que tiene mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos industriales.

Un sistema del tipo maestro/esclavo tiene un nodo maestro que es encargado de enviar los comandos explícitos a cada uno de los nodos esclavos los cuales procesaran la respuesta requerida. Una característica de este tipo de bus de campo es que los nodos no transmiten información sin una petición del nodo maestro y además no se comunican con los demás nodos esclavos dentro de la red.

En el protocolo de comunicación Modbus existen dos formas de intercambiar la información con los dispositivos de la red estas son:

- Modbus RTU
- Modbus ASCII

En cualquiera de los dos tipos de comunicación el usuario define el tipo de comunicación, así como los parámetros de comunicación serial como velocidad, paridad, modo, etc., durante la configuración de cada controlador. Hay que tener en cuenta que el modo y todos los parámetros seriales deben ser los mismos para todos los dispositivos de una red Modbus.

La selección del modo de comunicación RTU o ASCII solo se refiere a las redes estándar de Modbus; esta selección define como será empaquetada la información dentro de las tramas de Modbus y a la vez su decodificación.

2.7.2.4.1 TRANSMISIÓN EN MODO RTU

Cuando se da la configuración de los controladores en modo RTU (Terminal de Unidad Remota), cada 8 bits (byte) en un mensaje, contiene dos caracteres hexadecimales de 4 bits. La mayor ventaja de este modo es que mayor sea la densidad de caracteres permite un mejor rendimiento que con los datos ASCII para la misma velocidad de transmisión (Ver figura II.39).

Cada mensaje debe ser transmitido en tramas continuas. El formato para cada byte en modo RTU es:

- 8 bits binarios, hexadecimal 0-9, A-F.
- Dos caracteres hexadecimales contenidos en 8 bits del campo del mensaje.
- Bits por Byte:
 - 1 bit de inicio
 - 8 bits de datos, los bits menos significativos se envían primero.
 - 1 bit paridad par/impar, ningún bit para no paridad.
 - 1 bit stop si la paridad es usada, 2 bits si no hay paridad.
- Detección de errores:
 - Cheque de redundancia Cíclica (CRC)



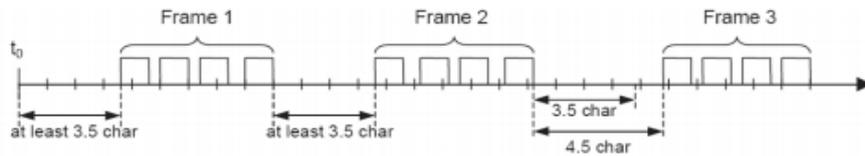
Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.39 Secuencia de bits en modo RTU con y sin chequeo de paridad

El tamaño máximo de la trama de MODBUS en modo RTU es de 256 bytes.

Un mensaje es colocado por el dispositivo transmisor dentro de la trama de Modbus que tiene un inicio y final conocido, esto le permite a los dispositivos conocer cuando empezar la transmisión del mensaje y cuando el mensaje ha concluido.

En modo RTU las tramas del mensaje Modbus está separado por un tiempo silencioso de por lo menos 3.5 tiempos de carácter (Ver figura II.40).



Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.40. Tren de pulsos Modbus RTU

2.7.2.4.2. TRANSMISIÓN EN MODO ASCII

Cuando los dispositivos de control están configurados para una comunicación utilizando Modbus ASCII (Código Americano Estándar para intercambio de información), cada 8 bits (byte) en un mensaje se envía como dos caracteres ASCII. La principal ventaja de este modo es que se produzcan intervalos de tiempo de hasta un segundo entre los caracteres sin que se produzca un error.

Este modo es menos eficiente que el modo RTU, se usa cuando el enlace físico de comunicación o las capacidades de los equipos no permiten una comunicación en modo RTU (Ver figura II.41).

Ejemplo: el Byte 0x5B es codificado como 2 caracteres 0x35 y 0x42 (“0x35”=5 y “0x42”=B en carácter ASCII). El formato para cada byte en modo ASCII es:

- Hexadecimal, caracteres ASCII 0-9, A-F

- Dentro del mensaje de cada carácter ASCII contiene un carácter hexadecimal.
- Bits por byte:
 - 1 bit de inicio
 - 7 bits de datos, los bits menos significativos se envían primero
 - 1 bit paridad par/impar, ningún bit para no paridad.
 - 1 bit stop si la paridad es usado, 2 bits si no hay paridad
- Detección de errores
 - Revisión de redundancia longitudinal (LRC)



Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.41. Secuencia de bits en modo ASCII con y sin chequeo de paridad

En modo ASCII el mensaje de Modbus está delimitado por caracteres específicos de inicio y final de trama. Un mensaje debería empezar con el carácter “:” (0x3A HEX.) y el fin de trama con caracteres ASCII (0D y 0A HEX.).

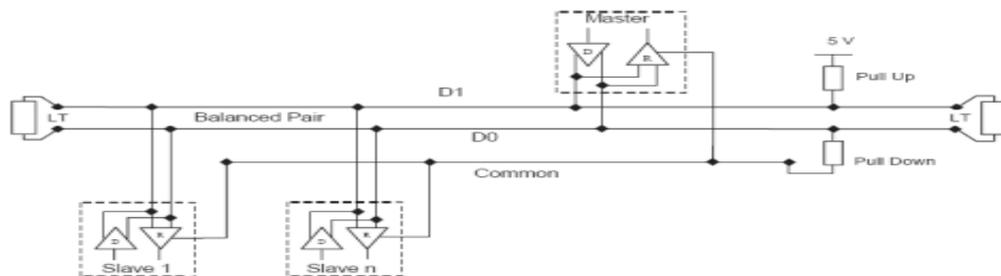
Cada byte de datos necesita dos caracteres para codificarlo, por lo tanto el tamaño máximo de la trama de MODBUS en modo ASCII es de 513 caracteres.

Dentro del mensaje en modo ASCII puede haber intervalos de hasta 1 segundo entre caracteres dentro del mensaje 002E

2.7.2.4.3. MODBUS SOBRE UN PAR DE COBRE

Una solución de Modbus sobre una línea serial es el de implementar dos cables con una interface eléctrica de acuerdo con el estándar EIA/TIA 485.

De hecho se necesita un drive que controle de mejor manera la transmisión dentro del bus, también se requiere de un tercer conductor que conecte a todos los nodos de la red, a este cable se le denomina común. (Ver figura II.42)



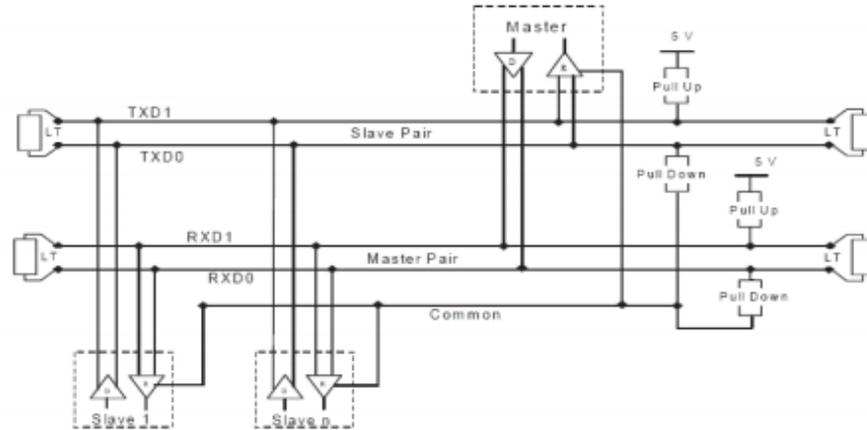
Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.42. Configuración Modbus sobre un par de cobre

2.7.2.4.4. MODBUS SOBRE DOS PARES DE COBRE

Los dispositivos que permiten el protocolo de comunicación de Modbus tiene la opción de realizar la comunicación sobre un bus de dos pares de cobre (unidireccional). Los datos en el par de cobre del maestro (RXD1-RXD0) solo es recibido por los esclavos, los datos en el par de cobre de los esclavos (TXD1-TXD0) solo es recibido por el terminal maestro.

De hecho el quinto conductor debe ser conectado a todos los dispositivos del bus de cuatro hilos, este conductor sería el punto en común. (Ver figura II.43)



Fuente: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>

Figura II.43. Configuración Modbus sobre dos pares de cobre

Hay que considerar que la longitud máxima de la red es de 100 m a 9600 baudios.

Una reflexión en la línea de transmisión es producida por una discontinuidad de impedancias, debido a que cuando una onda está viajando existen reflexiones por la línea inferior. Para disminuir las reflexiones sobre los terminales de bus RS-485, es necesario colocar terminales de línea tanto en el caso de Modbus sobre 1 o 2 pares de cobre (LT), estos terminales son resistencias que cumplen la función de adaptar la impedancia, es importante que la línea esté terminada a ambos extremos debido a que la comunicación es bidireccional

El valor de la terminal de línea es una resistencia de 150Ω a $0,5W$ o un capacitor de $10nF$ mínimo con una resistencia de 120Ω a $0,25W$ en serie, esta es la mejor opción cuando la polarización del par debe llevarse a cabo.

Las resistencias de polarización pull up, pull down cumplen la función de cuando no hay ninguna actividad de los datos en el bus RS-485 las líneas no se manejan y por lo tanto son susceptibles al ruido externo o interferencias. Para asegurar que su receptor se quede en un estado constante de conexión cuando ningún tipo de dato este presente, se debe colocar las resistencias de polarización.

Cada dispositivo Modbus debe documentar sobre si necesita resistencias de polarización, aunque el valor de las resistencias por lo general está entre 450Ω y 650Ω .

2.7.2.5. PROFIBÚS

La base de la especificación del estándar Profibus fue un proyecto de investigación (1987-1990) llevado a cabo por los siguientes fabricantes: ABB, AEG, Bosch, Honeywell, Moeller, Landis & Gyr, Phoenix Contact, Rheinmetall, RMP, Sauter-cumulus, Siemens y cinco institutos alemanes de investigación. Hubo además una pequeña esponsorización por parte del gobierno alemán. El resultado de este proyecto fue el primer borrador de la norma DIN 19245, el estándar Profibus, partes 1 y 2. La parte 3, Profibus-DP, se definió en 1993.

Profibus es una de los buses de campo abiertos que cumple con todos los requerimientos en un rango muy amplio de aplicaciones. Es también la norma de comunicaciones favorita en el continente europeo y presume de tener el mayor número de instalaciones operando en el mundo. Además de ser abierto, no pertenece a ningún fabricante en particular, está certificado y es a todas luces un producto orientado a satisfacer las necesidades de automatización y control de procesos en las próximas décadas. Es abierto, porque permite que los dispositivos de los diversos fabricantes certificados en este bus se comuniquen entre ellos sin necesidad de utilizar interfaces.

Las principales normalizaciones derivan de los estándares europeos EN 50170 y DIN 19245. Ser de origen europeo parece ser una de las razones por las que esta tecnología no ha tenido una amplia penetración de mercado en Estados Unidos, Canadá y México, a pesar de la gran calidad de su desarrollo. El protocolo no pertenece a ningún proveedor en particular, aunque al principio fue un desarrollo mayoritariamente alemán, últimamente, para garantizar una mayor apertura y evolución, se cedieron los derechos de uso, evolución y promoción del mismo a organismos independientes. Gracias a grupos promotores como Profibus International y Profibus Trade Organization, en 23 regiones del mundo hay cerca de 1.000 miembros que ofrecen alrededor de 1.900 productos y servicios compatibles con esta tecnología. Por otro lado, las especificaciones del bus satisfacen en su totalidad los requisitos de la mayoría de los organismos certificadores europeos, reconocidos en todo el mundo como los que establecen mayores exigencias para certificar una tecnología o un producto. Por si esto fuera poco, como ya se mencionó en el punto anterior, IEC aprobó las especificaciones de Profibus como una norma internacional (IEC 61158), no dejando duda alguna sobre

la confianza que hay en la misma para ser usada en cualquier proyecto de automatización y control de procesos industriales.

2.7.2.5.1. PERFILES DE PROFIBÚS

Profibús cumple con los requerimientos de automatización y control mediante tres perfiles del protocolo que son compatibles entre sí: Profibús-FMS, Profibús-DP y Profibús-PA.

Los dos primeros constituyen los perfiles típicos de comunicación de Profibús mientras que el último es un perfil de aplicación, construido a través de la combinación del perfil de comunicación DP con un conjunto de funciones adicionales. Estas adiciones proveen a PA con tecnología de transmisión y alimentación de dispositivos por medio del bus, cubriendo así las necesidades de los dispositivos de campo.

2.7.2.5.1.1. PROFIBÚS-FMS, FIELDBÚS MESSAGE SPECIFICATION

Es el perfil de comunicación capaz de manejar todas las tareas intensivas de transferencia de datos muy comunes en las comunicaciones industriales, por lo que se le considera la solución universal para la transferencia de información en el nivel superior y de campo del modelo jerárquico de automatización. Es la solución general para tareas de comunicación a nivel de control. Los potentes servicios FMS abren un amplio rango de aplicaciones y proveen de gran flexibilidad.

También puede ser empleado para tareas de comunicación extensa y compleja. Está concebido para comunicar elementos de campo complejos que dispongan de interface FMS. Se pueden alcanzar velocidades de transmisión de hasta 1,5 Mb/sg. en función del medio utilizado. Sistema multimaestro.

2.7.2.5.1.2. PROFIBÚS-DP, DECENTRALIZED PERIPHERY

Está optimizado para ofrecer mayor velocidad, eficiencia y bajo costo de conexiones porque fue diseñado específicamente para establecer la comunicación crítica entre los sistemas de automatización y los equipos periféricos. Velocidades de comunicación de hasta 12 Mb/sg. Esta versión de Profibus está diseñada especialmente para comunicación entre sistemas automáticos de control y E/S distribuidos a nivel de campo (periferia distribuida).

Los mensajes de diagnóstico se transmiten sobre el bus y se recuperan en la estación maestra. Es un sistema monomaestro.

2.7.2.5.1.3. PROFIBÚS-PA, PROCESS AUTOMATION,

En Profibus-PA se utiliza la tecnología de transmisión especificada en IEC 1158-2. Es una transmisión síncrona a 31.2 kbits/seg que satisface requerimientos muy importantes en las industrias química y petroquímica: seguridad intrínseca y suministro de energía a los dispositivos a través del bus mediante el simple uso de cable de cobre de dos hilos. De esta manera, es posible utilizar Profibus en áreas peligrosas. Se pueden utilizar topologías lineales, en árbol y estrella.

En este perfil se definen, de manera independiente al fabricante, los parámetros y la conducta de los dispositivos de campo típicos, tales como transductores de medición, posicionadores, válvulas de control, etc.

La descripción de las funciones y el comportamiento de los dispositivos se basa en el modelo de Bloques de función reconocido internacionalmente. Esto quiere decir que, siempre que sea compatible con Profibús, un dispositivo de un fabricante en particular puede ser reemplazado en el bus por el de cualquier otro fabricante sin necesidad de utilizar interfaces especiales.

2.7.2.5.2. PERFILES, CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE PROFIBÚS

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla II.II Perfiles, característica y aplicaciones de profibús

PERFIL	PRINCIPAL APLICACION	PRINCIPAL VENTAJA	CARACTERISTICA MAS RELEVANTE
PROFIBÚS-FMS	Automatización para propósitos generales	Universal	Gran variedad de aplicaciones Comunicaciones multi-maestro
PROFIBÚS-DP	Automatización de factorías	Rápido	Plug and Play Eficiente y efectivo en costo
PROFIBÚS-PA	Automatización de procesos	Orientado a aplicación	Suministro de energía a través del propio bus Seguridad intrínseca

2.7.2.5.3. FUNCIONAMIENTO DE PROFIBÚS

En el protocolo Profibus se establecen las características de comunicación de un sistema de bus de campo serie. Puede ser un sistema multimaestro que permite la operación conjunta de varios sistemas de automatización. Hay dos tipos de dispositivos que caracterizan a Profibus: Dispositivo Maestro y Dispositivo Esclavo, también llamados dispositivos activos y pasivos. Los dispositivos maestros, pueden enviar y solicitar datos a otras estaciones, siempre que mantengan el derecho de acceso (token) al bus. Los dispositivos esclavos sólo pueden enviar datos cuando un participante maestro se los ha solicitado.

Los dispositivos esclavos son periféricos, tales como dispositivos entrada/salida, islas de válvula, transductores de medida y en general equipos simples de campo. Por el contrario los dispositivos maestros suelen ser equipos inteligentes, como por ejemplo autómatas programables. Podemos tener así mismo integrados en estos sistemas elementos que se pueden programar para funcionar como maestros o como esclavos.

Profibus utiliza un método mixto para ordenar la comunicación entre estaciones. El método que utiliza para comunicarse entre una estación maestra y otra es del tipo token bus, mientras que la comunicación entre una estación maestra y una esclava es del tipo maestroesclavo.

El método token bus asegura por medio de un token (testigo) la asignación de los derechos de acceso del bus dentro de un intervalo de tiempo definido. El token es un

telegrama especial que transfiere los derechos de transmisión de una estación maestra a la siguiente. El tiempo que transcurre desde que una estación da el testigo a la siguiente hasta que lo vuelve a recuperar se denomina “tiempo de rotación”. Se puede configurar el tiempo máximo de rotación para pasar el token entre todas las estaciones maestras.

El método maestro-esclavo permite que la estación maestra que posee los derechos para transmitir pueda comunicarse con sus estaciones esclavas. Cada estación maestra tiene el control para transmitir y solicitar datos a sus estaciones esclavas. Por un tiempo definido, después de que una estación maestra recibe el token, ésta tiene permitido ejercer su función sobre el bus, esto es, puede comunicarse con todas las estaciones esclavas en una relación maestro-esclavo y, al mismo tiempo, en una relación maestro-maestro con todas las estaciones maestras.

2.7.2.5.4. ARQUITECTURA BASICA:

Tenemos que precisar que Profibús sólo satisface tres capas del modelo OSI, Física (1), Enlace de datos (2) y Aplicación (7), como casi todos los buses de campo.

2.7.2.5.5. CABLES Y CONECTORES PARA PROFIBÚS

El protocolo de comunicación DP utiliza las capas 1 y 2 que se complementan con una interface de usuario. El protocolo FMS usa las capas 1, 2 y 7. La capa 1 del modelo corresponde a la capa física y es donde se establece el medio físico para diferentes técnicas de transmisión. En la capa física también se provee transmisión con seguridad intrínseca y la alimentación

eléctrica a las estaciones de la red. Los medios más comunes son el hilo de cobre trenzado y la fibra óptica. RS-485 es la tecnología de transmisión más utilizada por Profibús. Ésta se aplica en todas las áreas en donde se requiere una alta velocidad de transmisión. Es fácil de manejar porque la instalación de la misma no requiere un conocimiento experto. Sólo se necesita usar un cable de cobre de par trenzado apantallado. La estructura del bus permite agregar y eliminar estaciones del sistema sin afectar a las demás. La velocidad de transmisión se encuentra en el rango de 9.6 kbit/seg a 12 Mbit/seg. En cada segmento del bus sin repetidor, pueden conectarse hasta 32 dispositivos y hasta 127 dispositivos cuando utilizamos repetidores. La máxima longitud del cable (trenzado y apantallado) depende de la velocidad de transmisión

. Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla II.III Longitud del cable vs velocidad de transmisión

Velocidad (Kb/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12000
Distancia/Segmento (m)	1200	1200	1200	100	400	200	100

Como en la mayoría de los esquemas de red, al principio y al final de la línea de cada segmento se debe conectar una resistencia terminadora. No está por demás decir que el cableado del bus tiene tanta importancia que el 90% de los fallos registrados en una instalación Profibús es causado por la instalación defectuosa de cables y terminales.

Los conductores de fibra óptica se utilizan en ambientes donde se encuentre una gran interferencia electromagnética, también en aplicaciones en que se necesita proveer

un aislamiento eléctrico perfecto, o en aquellos otros casos en que se requiere incrementar la máxima distancia del bus sin degradar la velocidad de transmisión. Algunos fabricantes también ofrecen acopladores entre RS-485 y fibra óptica.

La capa 2 es la de enlace de datos, donde se define cuando una estación puede transmitir o recibir datos según se ha descrito anteriormente.

La capa 7, sólo se utiliza en FMS, es la de aplicación, y se encarga de proveer los servicios de comunicaciones que pueden ser utilizados por el usuario.

2.7.2.5.6. EL FUTURO DE PROFIBÚS:

Los organismos autónomos que promueven Profibus siempre están atentos a la evolución de las tecnologías informáticas y de comunicaciones para incluirlas en el protocolo y poder conservar siempre la compatibilidad con las mismas. Recientemente, ha habido muchos avances tecnológicos que están creando nuevas oportunidades, tal es el caso de OPC, internet TCP/IP y ethernet industrial. Profibus mantiene plena compatibilidad con todas estas nuevas tecnologías que serán dominantes en los próximos años. Recientes estudios de mercado llevados a cabo por empresas ajenas a la Organización de Usuarios de Profibus señalan a éste como el bus con más futuro en el campo de los procesos industriales.

2.8. SISTEMAS DE CONTROL DE LOS ASCENSORES

Todo proceso de automatización tiene sistemas de control y vamos a proceder a explicar los sistemas de control de los ascensores.

2.8.1. LOS SISTEMAS MÁS COMUNES DE CONTROL DE VELOCIDAD EN ASCENSORES

En todo ascensor debeos controlar la velocidad en ellos por eso es importante explicar acerca de estos.

2.8.1.1. REQUERIMIENTOS

Los diferentes Sistemas de Variación de Velocidad aplicados a Ascensores deben satisfacer una serie de requerimientos tales como:

Confort de viaje: El movimiento del ascensor debe ser suave con valores aceptables de aceleración, deceleración y limites en el jerk (denominado también impulso, es la derivada de la aceleración con respecto al tiempo) para asegurar la calidad del viaje a los pasajeros transportados.

Alta cadencia de arranques y paradas/hora que imponen límites térmicos a los componentes del sistema de movimiento.

Precisión y exactitud en la nivelación del ascensor en las distintas paradas con diferentes estados de carga.

Frenado Eléctrico. Dependiendo de las características de la instalación (contrapeso, etc.), dirección de marcha, estado de carga y velocidad el ascensor puede requerir un torque negativo para respetar la curva de viaje. esto significa que la energía mecánica es devuelta desde el ascensor a través del motor, actuando como generador, al sistema de variación de velocidad. Este proceso suele denominarse regeneración de energía.

El sistema de control del movimiento debe tener capacidad de manejar y controlar la energía regenerada por el ascensor a fin de asegurar el cumplimiento de las características del viaje y la nivelación en todo estado de funcionamiento normal del ascensor.

En estas condiciones de operación normal el freno electromecánico del ascensor actuaría exclusivamente como un elemento de seguridad (no intervendría en la detención normal) aumentando su vida útil.

2.8.1.2. TOPOLOGÍA

Si bien existen innumerables topologías podríamos simplificar la mayoría de los controles actuales para ascensor en dos partes: un controlador lógico basado en un microprocesador que ejerce las funciones de control, protección y seguridad este

controlador recibe las informaciones de la instalación y dialoga a nivel de entradas salidas con el Drive encargado del control de velocidad.

En este último residen las funciones de control y protección del motor, control de velocidad del viaje a partir de las órdenes recibidas del controlador, frenado, nivelación y control (en caso de funcionamiento normal) del freno electromagnético del ascensor.

2.8.1.3. LOS SISTEMAS DE CONTROL DE VELOCIDAD

Coexisten actualmente distintas tecnologías de control de velocidad fundamentalmente ligadas a la fecha de construcción del ascensor en el cual se encuentran instaladas.

2.8.1.3.1. SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA

También debemos saber acerca de los sistemas de corriente alterna que tiene los ascensores.

2.8.1.3.1.1. ASCENSOR DE 2 VELOCIDADES

Si bien un sistema de 2 velocidades no dispone de un Drive para su funcionamiento puede considerarse en este grupo debido al hecho de poseer más de una velocidad. Constituidos por un motor eléctrico de corriente alterna de dos bobinados

estatoricos, los mismos arrancan en forma directa en baja velocidad conmutando posteriormente (por medio de contactores) a alta velocidad. Necesitan mayoritariamente un volante para reducir el jerk.

Las relaciones más comunes de velocidad son 4:1 o 6:1 obteniéndose baja velocidades en el orden del 25% al 16% de la velocidad alta.

Son sistemas simples y robustos con una calidad de viaje limitada y necesidad de manteniendo periódico dado que el freno electromagnético se aplica con el coche en marcha.

2.8.1.3.1.2. ALTERNA CONTROLADA

Ampliamente utilizado en la década del 80 el sistema consiste en 3 pares de 2 tiristores cada uno, en cada par los tiristores están conectados en antiparalelo.

Al variar el ángulo de disparo de los tiristores se modifica el voltaje de estator del motor y se obtiene una nueva curva velocidad torque que permite obtener velocidades menores a la sincrónica con un torque razonable. El sistema tiene una respuesta limitada en bajas velocidades y bajos torques.

2.8.1.3.1.3. VARIACIÓN DE FRECUENCIA

Consiste en un Variador de frecuencia que controla efectivamente la velocidad y el torque del motor. el sistema consiste en un rectificador unidireccional de entrada y un inversor reversible de salida que genera la alimentación trifásica al motor.

Incluyen mayoritariamente un chopper para control de la energía regenerada por el ascensor. La energía regenerada excedente es derivada por el choper desde el inversor a una resistencia externa de disipación.

Las tecnologías más utilizadas son Vectorial de Lazo Abierto para ascensores hasta 90 metros/minuto y Vectorial de Lazo Cerrado para Velocidades mayores (Los valores mencionados son indicativos pues dependerán también del peso de la carga transportada). El dispositivo de realimentación de velocidad al variador en lazo cerrado es normalmente un encoder incremental, con un número de pulsos por revolución inversamente proporcional a la velocidad nominal del motor.

2.8.1.3.1.4. SERVOMOTORES DE IMÁN PERMANENTE

Consiste en un motor con rotor de imán permanente de un alto número de polos. El estator es trifásico similar al de un motor industrial. Una electrónica externa de topología similar a los inversores de frecuencia, genera un campo rotativo en el estator. El rotor gira siguiendo a dicho campo tratando de alinearse con el mismo. Dichos motores son generalmente de un alto número de polos por lo cual generan el torque

necesario sin necesidad de reductor asociado. Los altos campos magnéticos en el entrehierro que se obtienen con los imanes de nueva tecnología permiten construir motores de dimensiones muy reducidas, para un torque dado, en comparación con otras tecnologías de motor y por lo tanto en muchos casos realizar la instalaciones de la máquina de ascensor sin espacio o sala especial (roomless).

2.8.1.3.2. SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA

También debemos saber acerca de los sistemas de corriente continua que tiene los ascensores.

2.8.1.3.2.1. WARD LEONARD

Fue el primer sistema de control de velocidad utilizado en ascensores propulsados por motores de corriente continua. Emplea un motor de Corriente alterna de velocidad fija que impulsa un generador de corriente continua cuyas características de generación están controladas electrónicamente por un sistema exterior al conjunto.

Esta combinación de motor impulsor y generador se denomina grupo moto-generador (MG set en inglés) y puede estar constituido físicamente por dos máquinas separadas o un conjunto de una unidad integrada .el arranque del motor del moto-generador es en general estrella triangulo.

El ascensor es impulsado por un motor de corriente continua cuya velocidad y torque son controlados a través de la energía generada por el moto-generador, controlada básicamente por la electrónica del generador, la cual se constituye en el efectivo variador de velocidad de la instalación.

2.8.1.3.2.2. CONTROL POR RECTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

El MG set es reemplazado por un Rectificador Trifásico Controlado de 4 cuadrantes que controla la velocidad del motor de C.C. del ascensor. La modalidad de 4 cuadrantes permite controlar el comportamiento del motor impulsando o frenando el ascensor en viajes de ascenso o descenso.

Pueden encontrarse instalaciones de lazo abierto (sin realimentación de velocidad del motor del ascensor al controlador electrónico, llamadas control I por R) o de lazo cerrado con realimentación de velocidad al controlador. Los elementos más comunes usados para la realimentación eran dinamos taquimétricas o actualmente encoders.

Esta Modalidad suele utilizarse actualmente en instalaciones controladas con Ward Leonard donde el estado de la instalación y particularmente del motor de C.C. del ascensor es bueno. Donde el balance económico lo justifica se reemplaza el MG set por un Rectificador Electrónico Digital mejorando el consumo de energía y disminuyendo sensiblemente los costos de mantenimiento de la instalación.

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL ASCENSOR

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL CUARTO DE MÁQUINAS Y DUCTO

Debemos de conocer bien las características en donde es que se va a situar la maquinaria de ascensor y el recinto en donde se desplazara la cabina.

3.1.1. CUARTO DE MÁQUINAS

Lo normal es situar la maquinaria de un ascensor justamente encima del hueco. En algunas aplicaciones especiales de ascensores eléctricos las máquinas se instalan al lado debajo o detrás del hueco o en otro sitio, a condición de que esté cerca del hueco. En ascensores hidráulicos el cuarto de máquinas puede alejarse del hueco a costa de la correspondiente tubería debe llevar el aceite desde la bomba del ascensor y viceversa.

Los requisitos de espacio varían según las características de la maquinaria de cada fabricante. La maquinaria depende de la velocidad y el mando de un ascensor, pero incluye, en esencia, lo siguiente: la máquina de tracción, un cuadro de maniobra eléctrico un limitador para gobernar el paracaídas un grupo convertidor para los ascensores de tensión variable.

En el cuarto de máquinas debe instalarse una acometida de fuerza para el equipo ascensor. También hay que prever alumbrado y ventilación, esta última capaz de eliminar el calor producido por el funcionamiento de la máquina y de mantener una temperatura razonable por debajo de los 37°C.

Debe asegurarse un fácil acceso al cuarto de máquinas. La empresa que realiza el mantenimiento mensual, tienen que conservar el equipo y recambiar a veces alguna pieza. Para facilitar las reposiciones han de preverse vigas con diferenciales. Conviene reservar los espacios libres necesarios para el desmontaje de la máquina cuando se realice el mantenimiento de ella. (Ver figura III.1)



Fuente: Autor

Figura III.1. Cuarto de máquinas

3.1.2. DUCTO

Es el recinto donde se desplaza la cabina y el contrapeso, está formado por las paredes, el fondo del pozo, el techo y las aberturas para las puertas, no importa el tipo de ascensor de que se trate, en todos los ductos de los ascensores existen conductores eléctricos y una gran cantidad de elementos varios de ellos en movimiento que son de gran peligrosidad manipulados por gente que no esté especialmente entrenada.

También en el ducto del ascensor solo se autorizan las siguientes aberturas:

Huecos de puertas de piso.

Aberturas de las puertas de visita o de socorro del ducto.

Orificios de evacuación de gases y humo en caso de incendio.

Orificios de ventilación.

Aberturas permanentes entre el hueco y el cuarto de máquinas para los cables de tracción.

La parte inferior del hueco debe estar constituida por un foso cuyo fondo sea liso.

Después de la instalación de los diferentes anclajes de guías, amortiguadores, etc., este foso debe quedar protegido de infiltraciones de agua.

Las paredes, piso y techo del ducto deben estar construidas con materiales incombustibles, duraderos. El contrapeso de un ascensor de tracción debe hallarse en el mismo ducto que la cabina. La distancia libre entre el fondo del foso y la parte más baja de la cabina debe ser igual o superior a 0.5 m. El hueco debe estar provisto de una iluminación eléctrica de instalación fija que permita asegurar su alumbrado durante las operaciones de reparación o mantenimiento, incluso cuando todas las puertas estén cerradas.

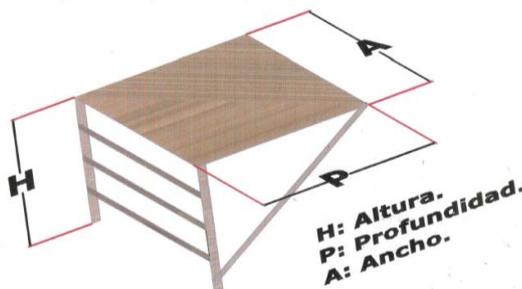
3.2. INSTALACIÓN DE LA PRIMERA FASE DEL ASCENSOR

En la primera fase del ascensor se va a instalar los rieles de carro de la cabina con el contrapeso y con los arcos

3.2.1. INSTALACIÓN DE RIELES DE CARRO DE CABINA Y CONTRAPESO

Una vez de haber inspeccionado que el ducto y cuarto de máquinas tenga las condiciones de instalación antes mencionadas, se procede a la instalación de los rieles de carro de cabina y contrapeso.

Para realizar dicha instalación se construye un andamio de madera el cual va a ir dentro del ducto del ascensor para colocar los soportes de guías del carro de cabina y contrapeso. Este andamio se lo construirá con las siguientes medidas: la profundidad del ducto, ancho de la puerta de acceso de piso al ducto del ascensor, y la mitad de la altura de la puerta de acceso. (Ver figura III.2)

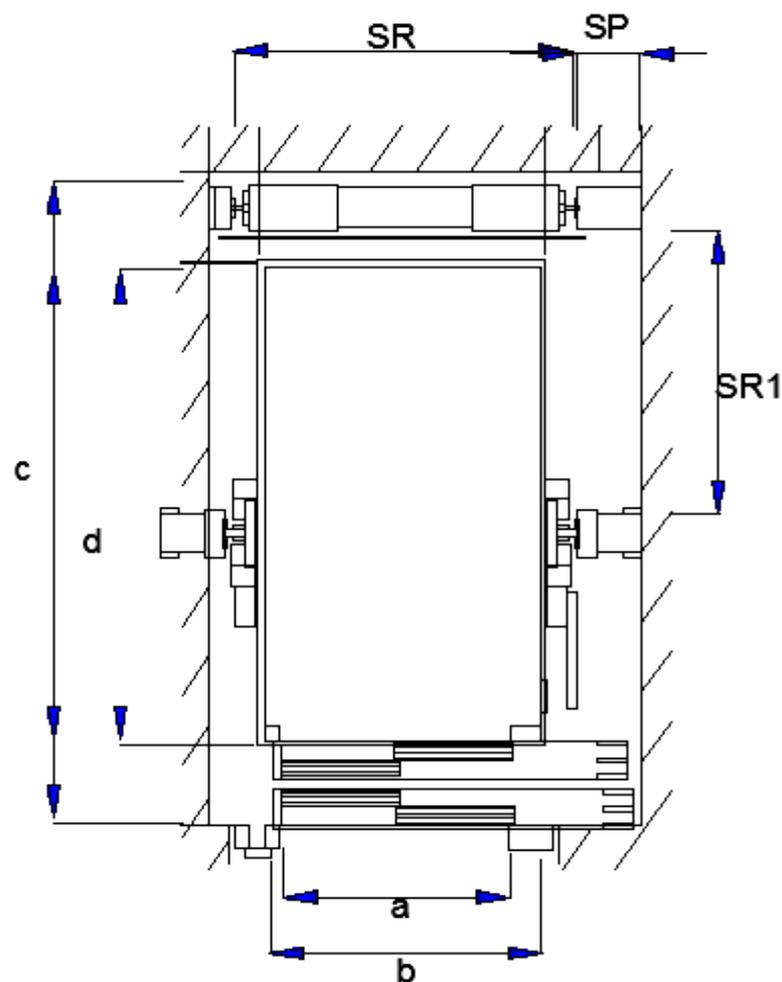


Fuente: Autor

Figura III.2. Andamio de madera para la instalación de soportes de guías de carro de cabina y contrapeso

Luego de haber construido el andamio que nos servirá para la colocación de los soportes de guías, debemos construir las plantillas que van colocadas tanto en la parte superior e inferior del ducto del ascensor, estas plantillas son utilizadas para darle la dirección perpendicular que las guías deben tener con respecto al techo y al piso dentro del ducto.

Estas plantillas serán construidas con las siguientes medidas:



Fuente: Autor

Figura III.3. Datos de las medidas que se utilizarán para la construcción de las plantillas

SR: Es la separación tal como se indica en la fig. III.3 que se tiene entre rieles de carro de cabina y contrapeso.

SR1: Es la separación entre rieles de carro de cabina y contrapeso pero con respecto a la medida de profundidad.

SP: Es la separación entre la pared y la riel, que se debe tener presente el rato de colocar las plantillas tanto en la parte superior como en la parte inferior del ducto.

a: Ancho de la puerta de acceso a la cabina.

b: Ancho de cabina.

c: Profundidad del duelo.

d: Profundidad de la cabina.

3.2.2. INSTALACIÓN DE MARCOS DE HALL

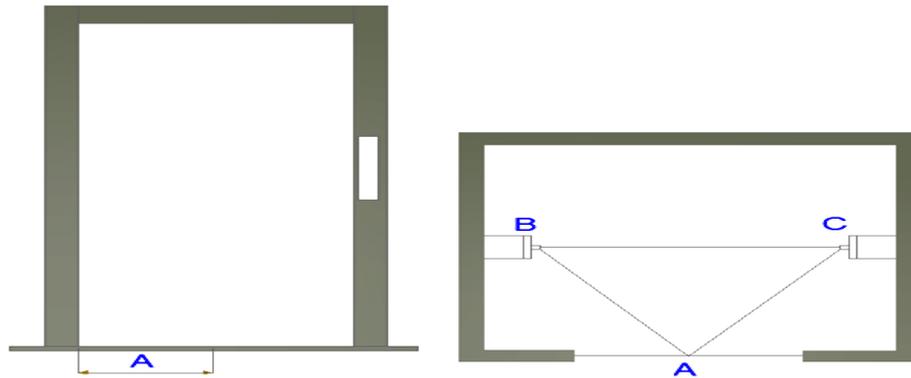
Para concluir con la primera fase de instalación del equipo ascensor, debemos instalar los marcos de hall para que luego de ser instalados se realicen los acabados de construcción del edificio, la instalación de los marcos se realiza de la siguiente manera:

Al marco se le debe sacar el centro, tanto en el dintel y la pisadera estos dos centros deben coincidir para ello se le ha llamado un punto A tal como se muestra en la fig. III.4.

Luego de haber sacado el centro del marco, procedemos a sacar el centro en el lugar donde se instalara el marco, el cual es el hueco que tiene cada piso para entrar al ducto, este centro se lo debe sacar de la siguiente manera:

Con la ayuda de las rieles de carro de cabina se debe crear un triángulo imaginario como mostramos en la fig. III.4. Entonces la medida del lado AB debe ser igual que la medida del lado AC y el punto de intersección de las dos rectas deben coincidir con el centro de la recta BC.

Una vez encontrado el centro del hueco donde ira instalado el marco, colocamos el marco haciendo coincidir el centro del marco con el punto de intersección de las dos diagonales que dejamos macadas en el piso y de ahí colocamos las escuadras de fijación tanto en la parte inferior y superior del marco, estas escuadras de fijación irán sujetadas al cemento mediante tornillos de expansión, y sujetadas al marco en la parte inferior con tornillos y en la parte superior ira soldada, este marco debe estar al nivel el momento de sujetarlo a las escuadras de fijación, y con el mismo método comenzamos a instalar el resto de marcos menos el marco del subsuelo o planta baja si es que no tenemos subsuelo eso es porque la planta inferior del ducto se debe armar todo lo que es cabina y contrapeso una vez armado lo antes mencionado procedemos a instalar ese último marco de hall. (Ver figura III.4)



Fuente: Autor

Figura III.4. Referencias para la instalación de los marcos de hall tanto vista frontal como superior

3.3. INSTALACIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL ASCENSOR

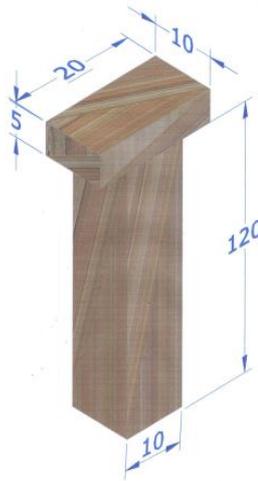
En la segunda etapa se pretende hacer el armado de la cabina, además del contrapeso y del montaje de la máquina y cables de tracción.

3.3.1. ARMADO DE LA CABINA DEL ASCENSOR

Para comenzar con este paso, debemos construir dos soportes para la cabina los cuales están contruidos de material de madera en forma de “T”, las medidas a utilizar para estos maderos son las que se mencionan en la fig. III.5. y harán la función de soporte para el armado del chasis, colocación del piso y las paredes de la cabina.

Se debe colocar la parte del chasis inferior con sus zapatas deslizaderas inferiores sobre los maderos para poner a nivel esta parte de la cabina con ayuda del instrumento nivel, ya realizada esta parte que es la más importante armamos las partes

laterales y superior del chasis de la cabina ajustando los tornillos que la sujetan a cada parte del chasis, una vez realizado el armado del chasis colocamos el piso y las paredes laterales y posterior de la cabina haciendo coincidir cada uno de sus agujeros para que entren perfectamente los tornillos que los ajustan, y por ultimo colocamos el techo de la cabina ajustando con la parte superior del chasis, con los agujeros de la parte superior de las paredes y con el dintel que va en la parte frontal de la cabina y con dicho dintel se termina el armado de la cabina. Las zapatas deslizaderas superiores e inferiores deben tener una holgura con las venas de los rieles de carro de cabina de 5mm en cada zapata. Los tornillos y tuercas que se utilizaron son de las medidas para llaves del número 14 mm y los tornillos y tuercas para el chasis son para llaves del número 19 mm. Una vez armado el chasis y la cabina tenemos que colocarla en el último piso para amarrarla y comenzar a armar el contrapeso y así unirlos por medio de los cables de tracción. La cabina la vamos a trasladar con ayuda de un diferencial el cual era colgado del gancho que debe tener el cuarto de máquinas en su techo, así con mucho cuidado se debe trasladar la cabina y cuando ya se encuentre en el último piso toca amarrarla desde las partes laterales a los soportes de guías por medio de cadenas de acero y quedara suspendida hasta que se coloque el contrapeso.



Fuente: Autor

Figura III.5. Soporte de madera para el armado del chasis y la cabina

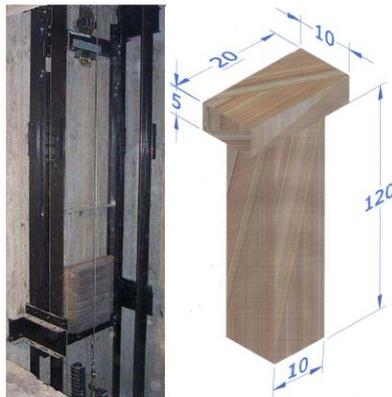
3.3.2. ARMADO DEL CONTRAPESO DEL ASCENSOR

Para el armado del contrapeso también vamos a necesitar soportes de madera los cuales van a ser los mismos soportes utilizados en el armado de la cabina. (Ver figura III.6)

Primero comenzamos colocando el rectángulo en el cual irán las pesas del contrapeso, este rectángulo de metal irá encima de los soportes antes mencionados para poder dejarlos a nivel y colocar sus zapatas superiores e inferiores, las cuales les vamos ajustar con los agujeros que tiene el chasis del contrapeso con llaves de boca número 19 mm para los pernos y queden bien seguras, además hay que dejar la holgura entre las venas de las rieles de contrapeso y las zapatas del contrapeso que es de 5 mm de separación.

El peso total que tiene que tener las pesas que van en el contrapeso es: el peso total de la cabina más el 50% del peso de la cabina. Peso total del contrapeso= $450\text{Kg}+225\text{kg}=675\text{kg}$.

Para dicho ascensor se mandaran hacer 14 pesas y el valor de cada pesa será de 48Kg. Armado todo el chasis del contrapeso, colocamos como mínimos 8 pesas de cemento esto es para que el contrapeso tenga un peso similar al de la cabina, cuando ya se hagan las pruebas de funcionamiento con peso y sin peso dentro de la cabina del ascensor ahí nos daremos cuenta si necesita más peso o se queda con el peso que tiene.



Fuente: Autor

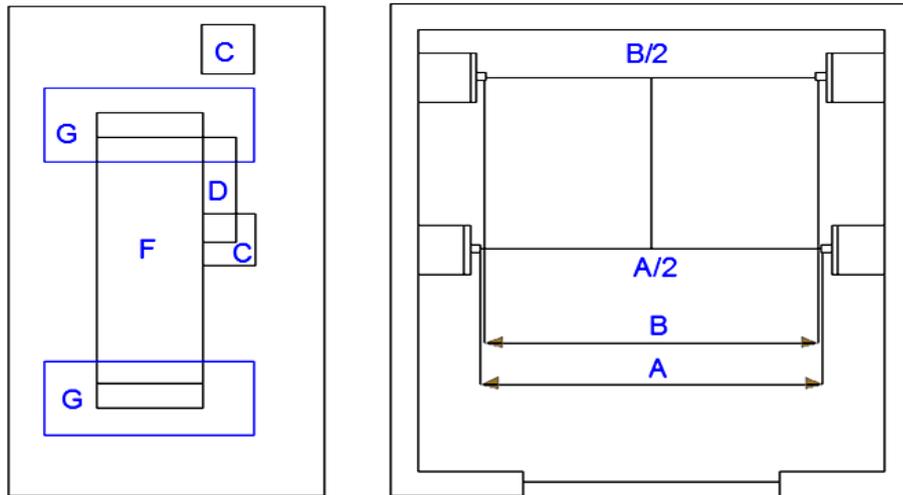
Figura III.6. Soporte para el contrapeso y pesas de cemento para el contrapeso

3.3.3. MONTAJE DE LA MÁQUINA Y CABLES DE TRACCIÓN DEL ASCENSOR

Ya armada la cabina y el contrapeso comenzaremos a la colocación de la máquina tractora y los cables de tracción, la máquina debemos colocarla sobre los

soportes de cemento que están ubicados en el cuarto de máquinas y que la caída de cables de tracción estén justo esto sobre los orificios que tiene el piso para comunicar el cuarto de máquinas con el ducto, una vez hecho este paso debemos colocar una cuerda que una las dos rieles de cabina y las rieles de contrapeso y sacar la mitad de cada una como se muestra en la fig. III.7, esto se debe hacer para luego sacar el centro de la polea tractora y que este centro a su vez caiga justo en el centro de cada una de las mitades de las cuerdas que pusimos en las rieles, esto es para que la caída de los cables de tracción estén bien ubicados.

Ya encontrado el punto de intersección de los centros tanto en la polea tractora y el centro de los rieles, colocamos los cables de tracción para unir el contrapeso que tiene en la parte superior del chasis los orificios donde se van a colocar las uniones de metal de los cables de tracción que por medio de la polea tractora se unirá a la cabina, que así mismo tiene los orificios en la parte superior del chasis, estos orificios que tienen el chasis del contrapeso y la cabina se debe poner numeración en la misma dirección para las dos partes por ejemplo: para el chasis del contrapeso que tiene 4 orificios la dirección y numeración será 1, 2, 3, 4 y la dirección será parándose de frente al contrapeso de derecha a izquierda se colocaran estos números en forma ascendente, como el chasis de la cabina también tiene 4 orificios la numeración y dirección será la misma que hicimos para el contrapeso, esto es para que en el momento de colocar los cables de tracción tengan una dirección y un mismo orden de colocación.



Fuente: Autor

Figura III.7. Plano para la colocación de la máquina y cables de tracción

A: Separación de las rieles de carro de cabina.

A/2: punto medio de A.

B: Separación de las rieles de contrapeso.

B/2: Punto medio de B.

C: Orificios en el piso del cuarto de máquinas sirven para:

- Ingresar los cables de tracción.
- Unir la cabina, el contrapeso y la polea tractora.

D: Polea tractora.

F: Máquina del ascensor.

G: Soportes de cemento para la máquina.

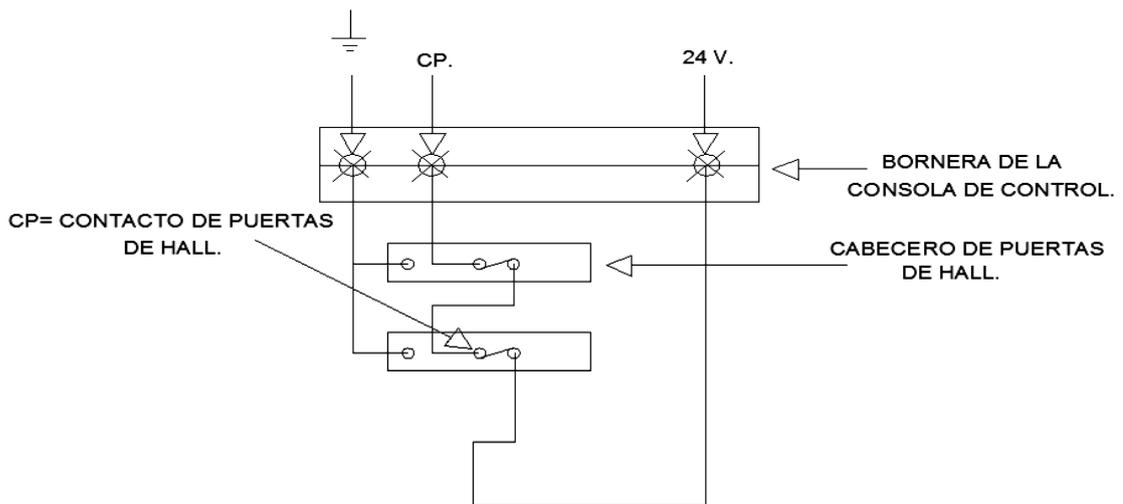
3.4. CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL ASCENSOR

Ahora se va a realizar la conexión eléctrica del ascensor.

3.4.1. CIRCUITO DEL CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LAS SEGURIDADES DE PUERTA DE HALL

En la parte superior de las puertas de hall se encuentran instalados unos dispositivos que se llaman cabeceros de puerta de hall, estos cabeceros que sirven para que las puertas se abran tienen en su parte interna un contacto eléctrico el cual se activa y desactiva cuando la cabina llega y el operador de puertas abre las cerraduras de la puerta de hall o cuando se introduce la llave triangular para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de todos los meses, al realizarse cualquiera de estas dos operaciones el contacto eléctrico llamado con las siglas CP manda una señal a unas de las entradas del PLC avisándole al programa que se active o desactive el contacto eléctrico una de las puertas de hall.

El conexionado de todos los cabeceros de puertas de hall será una conexión en serie como se muestra en la fig. III.8 bajando un cable desde la bornera de la consola de control llegando a cada uno de los cabeceros y desde el último contacto que llegue se conecta a otro cable que sería los 24v para cerrar el circuito eléctrico y otro cable que bajara a cada uno de los cabeceros para luego conectarlos a tierra.



Fuente: Autor

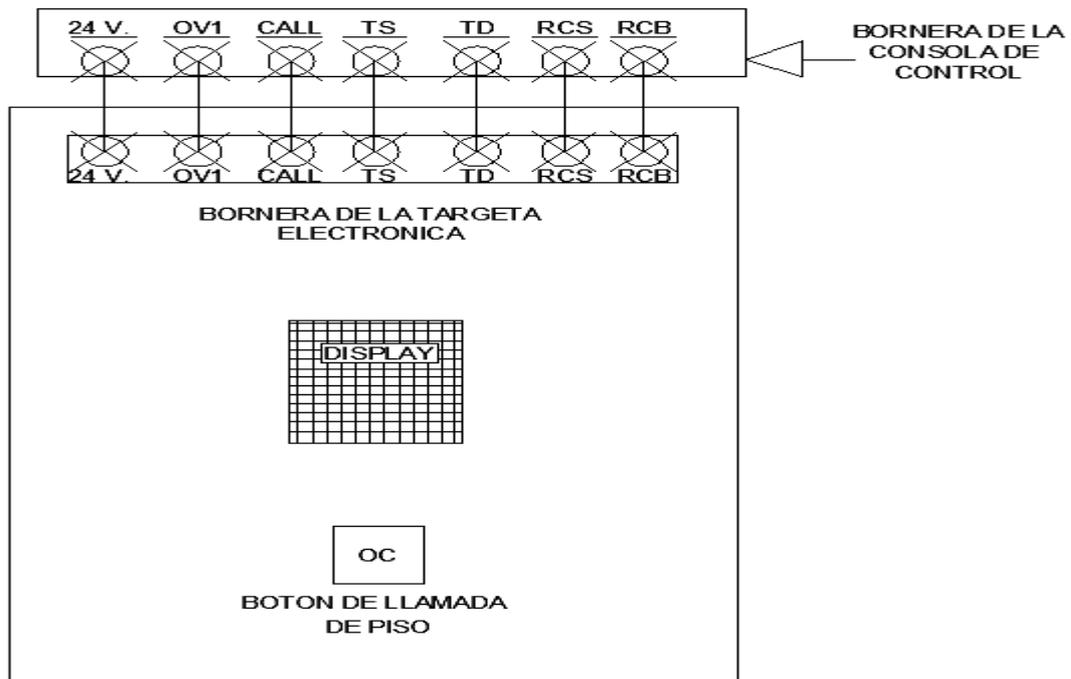
Figura III.8. Circuito del conexionado eléctrico

3.4.2. CIRCUITO DEL CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LAS BOTONERAS DE HALL Y CABINA

Por medio de la canaleta de metal que se encuentra ubicada en el lado derecho interno del ducto del ascensor deslizamos los cables que bajaran desde la bornera de la consola de control a cada una de las borneras que tiene cada tarjetas electrónicas que están ubicadas en los marcos de hall de cada piso y las conectaremos tal como se muestra en la fig. III.9.

Estas tarjetas electrónicas irán alimentadas con 24v de cc y OV1 será el polo negativo con el que se cierra el circuito de alimentación de cada tarjeta electrónica, las iniciales CALL significa la llamada que realiza un usuario desde cualquier piso que se encuentre oprimiendo una sola vez el pulsador que se encuentra en cada uno de los

marcos de hall ya que al oprimir el pulsador se está mandando un pulso eléctrico a una de las entradas del PLC ordenándole que mande el ascensor al piso que se encuentra el usuario, las iniciales TS y TD son las flechas que se visualizan en el display e indican si el ascensor se encuentra subiendo o bajando y las iniciales RCS y RCB indican el piso por el cual está pasando el ascensor.

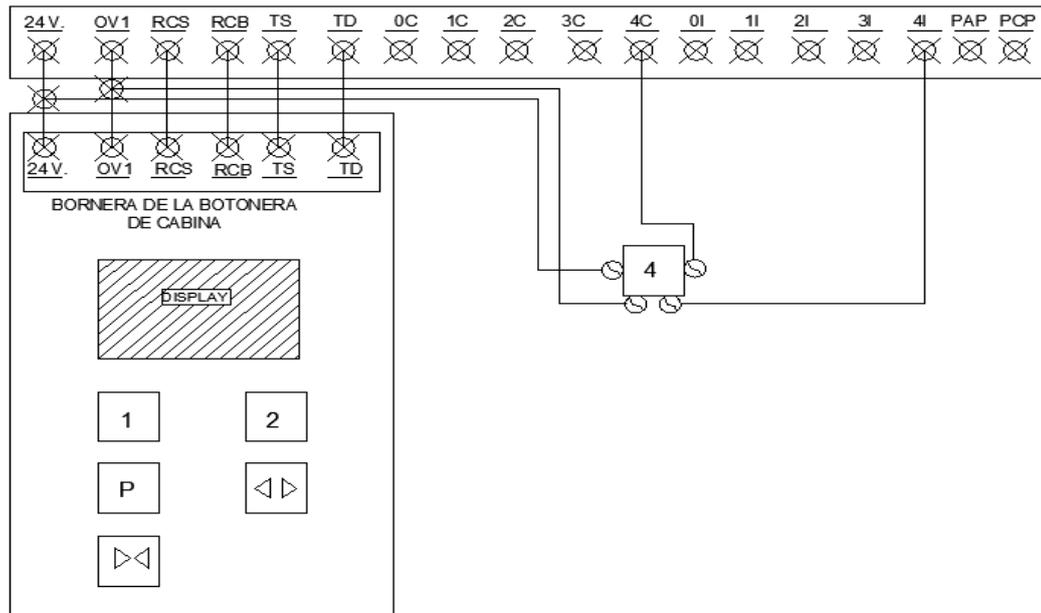


Fuente: Autor

Figura III.9. Circuito del conexionado eléctrico para las botoneras de hall

Para el conexionado eléctrico de la botonera de cabina el PLC los cables que se utilizaran para la comunicación, bajaran desde la bornera de la consola de control hasta la caja de revisión la cual se encuentra ubicada en la parte superior de la cabina, estos cables que se les denomina cables viajeros irán sujetos a la cabina y en el mismo orden que se los conecto en la bornera del control hay que conectarlos en la caja de revisión.

Una vez ya conectados los cables a la caja de revisión, comenzaremos a llevar los cables que vamos a utilizar tanto para la bornera de la tarjeta electrónica como para los pulsadores de la cabina de cada piso y procedemos a conectar tal como se muestra en la fig. III.10.



Fuente: Autor

Figura III.10. Conexionado eléctrico de la botonera de cabina y pulsadores

3.4.3. CIRCUITO DEL CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA DE CONTROL HASTA LA CAJA DE REVISIÓN DEL ASCENSOR

Anteriormente se mencionó de donde provienen los cables que van conectados en la caja de revisión que se encuentra en la parte superior de la cabina y donde irán conectados los pulsadores de cabina de cada piso, los pulsadores de abrir y cerrar puerta de cabina, la alimentación de 24V.

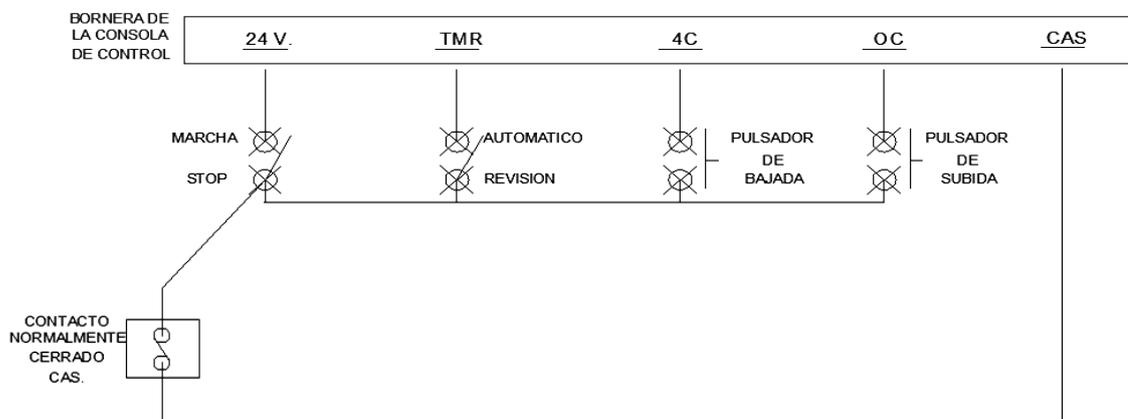
En la fig. III.11 se muestra el conexionado eléctrico de la caja de revisión el cual nos indica que los contactos eléctricos van a ir conectados en serie esto es por seguridad para cuando hay una falla en este circuito se bloquee el ascensor y no ocurra ningún accidente.

En la caja de revisión se encuentra dos pulsadores y dos posicionadores, los dos pulsadores son los que se utilizan para mover en forma descendente y ascendente a la cabina del ascensor, para esto debemos conectar al pulsador de bajada el cable que trae e indica la señal del último piso inferior que viene desde la consola de control es decir el 0C ya que esta sería el subsuelo del edificio y en el pulsador de subida debemos conectar el cable que trae e indica la señal del último piso del edificio que va a llegar la cabina del ascensor en este caso sería el 2C.

El cable IMR que llega al posicionador nos permite poner el equipo ascensor en revisión para poder hacer un arreglo o realizar el mantenimiento mensual y la opción automática es para poner al equipo que funcione normalmente.

Luego conectamos el cable que nos trae la alimentación de 24V este nos permite que todos los elementos de la cabina se encuentren energizados, esta alimentación que llega a la caja de revisión la conectaremos al posicionador que tiene dos opciones la primera es el (STOP) que nos permitirá desenergizar todos los elementos eléctricos de

la cabina y la segunda sería la opción (MARCHA) la cual siempre tiene que estar conectada para que pueda funcionar el equipo ascensor y solo cambiaremos la posición a (STOP) cuando se haga el mantenimiento del operador de puerta y así quede desenergizado y por último tenemos el contacto eléctrico denominado CAS este se encuentra en la parte inferior de la cabina, este contacto solo se accionara cuando se active el bloque paracaídas que es la seguridad que detiene la cabina del ascensor cuando exceda la velocidad del descenso.



Fuente: Autor

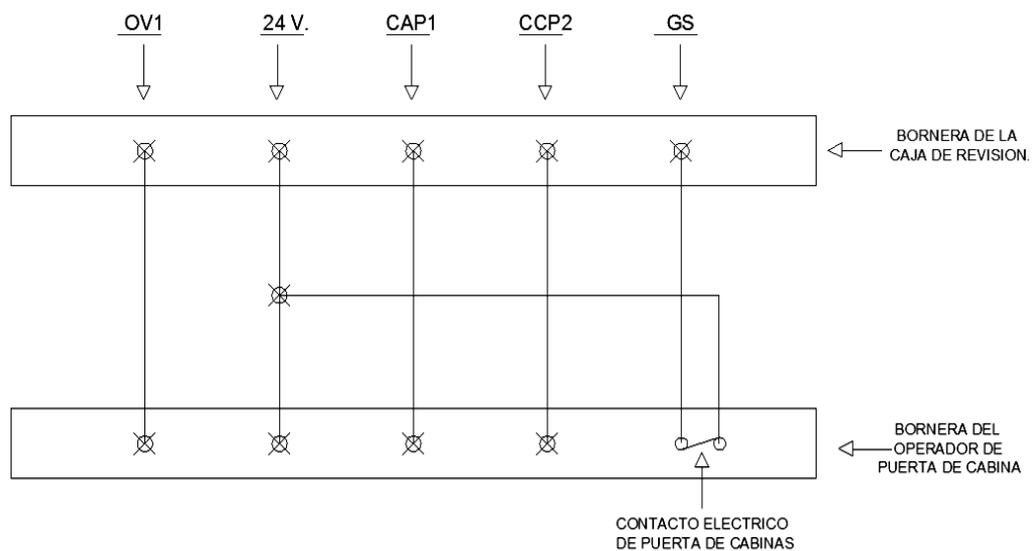
Figura III.11. Conexión eléctrica de la caja de revisión

3.4.4. CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL OPERADOR DE PUERTA DE CABINA

En el operador de puerta de cabina tiene una tarjeta electrónica, la cual tiene una bornera de conexión donde llegarán los cables que se ven en la fig. III.12 y se mencionarán a continuación:

El operador de puerta de cabina se energizara con los cables de 24V y 0V traídos de la caja de revisión a la bornera de la tarjeta electrónica del operador de puerta, luego procedemos a conectar el contacto GS que es el contacto que le manda la señal al PLC que la puerta de cabina se encuentra cerrada.

El contacto eléctrico CAP1 que es un final de carrera que le avisara al PLC que las puertas están realmente abiertas y el otro contacto eléctrico CCP2 que es otro final de carrera avisara al PLC que las puertas están realmente cerradas y así poner a funcionar el ascensor.



Fuente: Autor

Figura III.12. Conexionado eléctrico del operador de puerta de cabina

3.4.5. CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LOS SENSORES MAGNÉTICOS Y COLOCACIÓN DE SUS IMÁNES

Ahora vamos a conectar los sensores magnéticos y la colocación de los imanes para así poder funcionar los contactos de los sensores magnéticos.

3.4.5.1. CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LOS SENSORES MAGNÉTICOS

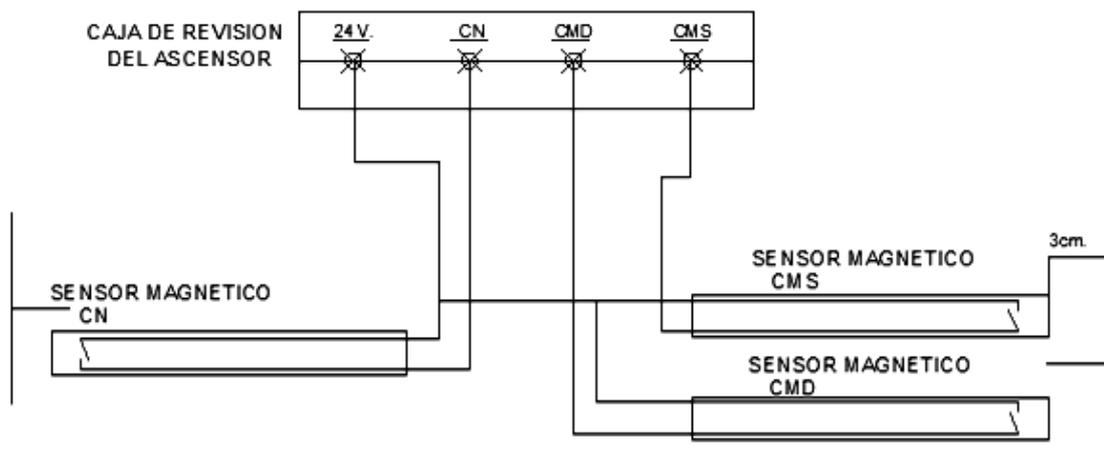
Los sensores magnéticos irán colocados en unos agujeros que se encuentran ubicados a los lados del chasis de la parte superior de la cabina, los cuales colocaremos al lado derecho los sensores magnéticos CMS, CMD y al lado izquierdo del chasis se colocara el sensor magnético CN.

Una vez colocados los sensores magnéticos en sus lugares correspondientes, se trasladara el cableado eléctrico desde la caja de revisión hasta cada uno de los terminales de conexión de los sensores como se muestra en la fig. III.13.

Los sensores magnéticos deben estar separados desde cada uno de los lados de las rieles de carro de cabina 3 cm como se muestra en la fig. III.13, esta distancia que se debe dejar a cada uno de los sensores es para que en el momento que la cabina se esté

deslizando verticalmente por el ducto no choquen los sensores con las rieles del carro de cabina y no exista ningún daño en ellos.

Estos sensores magnéticos son los que nos enviarán la señal al PLC indicando, si la cabina está subiendo por medio del sensor magnético CMS, si la cabina está bajando por medio del sensor magnético CMD y si la cabina se encuentra estacionada en cualquier piso por medio del sensor magnético CN.



Fuente: Autor

Figura III.13. Conexionado eléctrico de los sensores magnéticos

3.4.5.2. COLOCACIÓN DE LOS IMÁNES

Este procedimiento se debe hacer en todos los pisos que tiene el edificio porque los imanes que se encuentran ubicados en las rieles de carro de cabina son los que

permitirán accionar al contacto que tiene el sensor magnético, en el momento que la cabina se esté deslizando por el ducto.

El primer imán en colocar será el que active el sensor CN y se lo ubicará de la siguiente manera:

Se desconecta las conexiones de la red eléctrica que alimenta al equipo ascensor para poder trabajar con seguridad.

Soltamos el freno de la máquina y colocamos el volante en el eje de la máquina para poder desplazar la cabina.

Se traslada la cabina al piso superior del edificio para comenzar en forma descendente la colocación de imán que activara al sensor CN.

En el momento que llega la cabina al piso de destino debe coincidir la pisadera de cabina con la pisadera de la puerta de hall.

Una vez que coincidan las dos pisaderas, se le sacará la mitad al imán que se va a utilizar y lo colocamos en la riel justo frente al sensor magnético CN.

La correcta colocación del imán que activa al sensor magnético CN nos dará la referencia para colocar los imanes que activaran los sensores CMS y CMD.

El segundo imán en colocar será el que active el sensor CMD y se lo ubicará de la siguiente manera:

Se desconectara la red eléctrica que alimenta al equipo ascensor para poder trabajar con seguridad.

Soltamos el freno de la máquina y colocamos el volante en el eje de la máquina para poder desplazar la cabina.

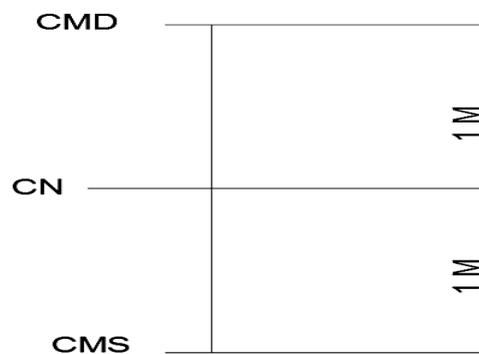
Como en la explicación anterior se dijo que el imán que activa al sensor CN es la referencia para la colocación de los otros imanes, entonces desde el imán CN utilizando un flexómetro tomamos la medida de 1m, desde la mitad del imán que activa al sensor CN hacia la mitad del imán que activa al sensor CMD que está ubicado en la parte superior del sensor CN como se indica en la fig. III.14.

El tercer imán en colocar será el que active el sensor CMS y se lo ubicará de la siguiente manera:

Se desconecta las conexiones de la red eléctrica que alimenta al equipo ascensor para poder trabajar con seguridad.

Soltamos el freno de la máquina y colocamos el volante en el eje de la máquina para poder desplazar la cabina.

Como en la explicación anterior se dijo que el imán que activa al sensor CN es la referencia para la colocación de los otros imanes, entonces desde el imán CN utilizando un flexómetro tomamos la medida de 1m, desde la mitad del imán que activa al sensor CN hacia la mitad del imán que activa al sensor CMS que está ubicado en la parte superior del sensor CN como se indica en la fig. III.14.



Fuente: Autor

Figura III.14. Colocación de los imanes que activan a los sensores CN, CMD y CMS

3.4.6. TIPOS DE SENSORES INFRARROJOS

En el mercado eléctrico encontramos varios tipos de sensores infrarrojos, las cuales los escogemos según sea el trabajo que vayan a realizar durante su periodo de funcionamiento.

A continuación se hablara de algunos de los tipos de sensores infrarrojos más conocidas que se encuentran en el mercado eléctrico:

3.4.6.1. SENSOR AUTO RÉFLEX: La luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone al haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento sea censado, un objeto de color negro no es detectado ya que este color absorbe la luz y el sensor no experimenta cambios.

3.4.6.2. SENSOR RÉFLEX: Tienen el componente emisor y el componente receptor en un solo cuerpo, el haz de luz se establece mediante la utilización de un reflector catadióptrico. El objeto es detectado cuando el haz formado entre el componente emisor, el reflector y el componente receptor es interrumpido. Debido a esto, la detección no es afectada por el color del mismo. La ventaja de las barreras réflex es que el cableado es en un solo lado, a diferencia de las barreras emisor-receptor que es en ambos lados.

3.4.7. FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR INFRARROJO DE BARRERA

Las barreras tipo emisor-receptor están compuestas de dos partes, un componente que emite el haz de luz, y otro componente que lo recibe. Se establece un área de detección donde el objeto a detectar es reconocido cuando el mismo interrumpe el haz de luz. Debido a que el modo de operación de esta clase de sensores se basa en la interrupción del haz de luz, la detección no se ve afectada por el color, la textura o el brillo del objeto a detectar. Estos sensores operan de una manera precisa cuando el emisor y el receptor se encuentran alineados. (Ver figura III.15)

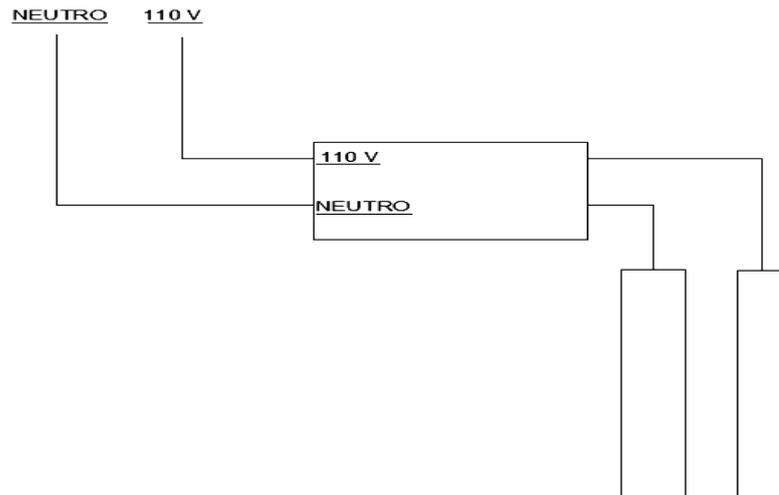


Fuente: Autor

Figura III.15. Sensor infrarrojo de barrera

3.4.7.1. CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL SENSOR INFRARROJO DE BARRERA

Desde la caja de revisión sacamos los cables que traen la fase y el neutro y los llevamos hacia la caja que controla al sensor infrarrojo de barrera para que este alimentado, y realice la función de apertura de la puerta de cabina en forma automática cuando se corte el haz de luz que va desde el lado emisor hasta el lado receptor de la barrera. (Ver figura III.16)

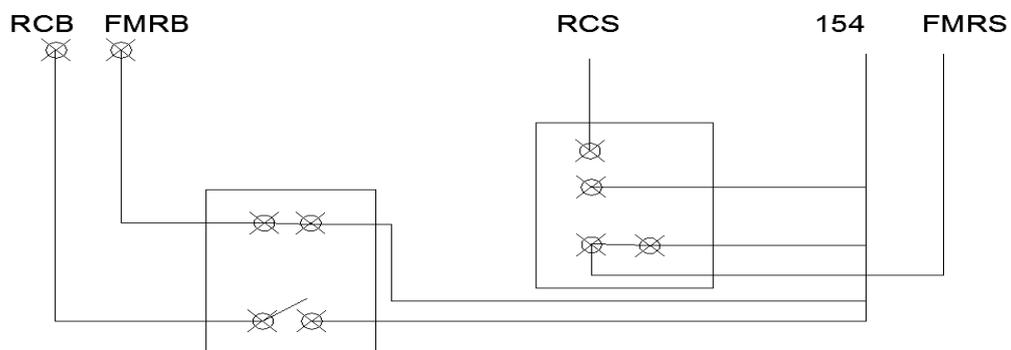


Fuente: Autor

Figura III.16. Conexión eléctrica del sensor infrarrojo de barrera

3.4.8. CONEXIONADO DE LOS CONTACTORES ELÉCTRICOS PRE FINAL Y FINALES DE CARRERA

Los contactos pre final de carrera son los que van ubicados en los extremos superior e inferior del ducto y son los que nos van a mandar la señal al PLC indicando que el ascensor ya tiene que realizar un cambio de dirección. (Ver figura III.17)

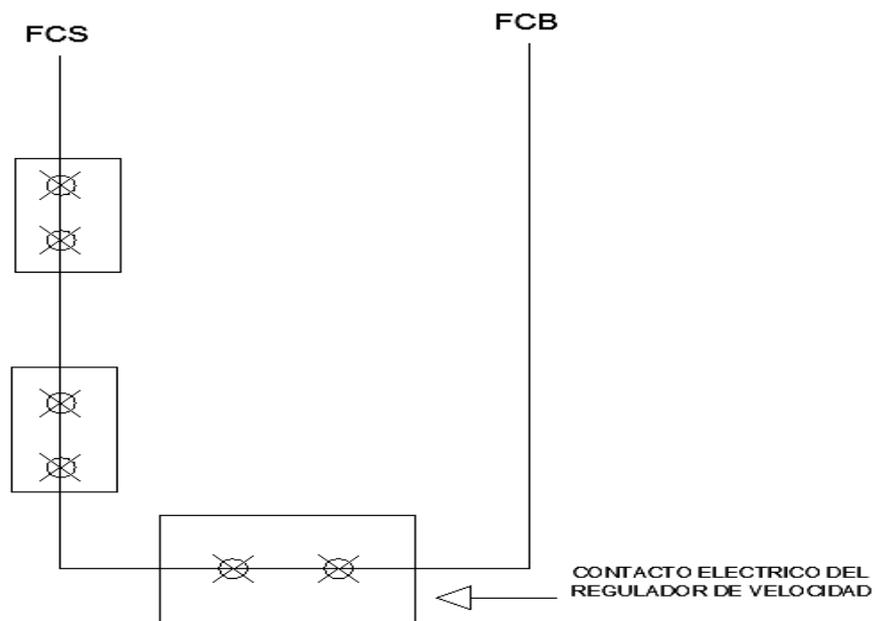


Fuente: Autor

Figura III.17. Conexión de los contactos eléctricos para finales de carrera

Los contactos finales de carrera son los que van ubicados en los extremos superior e inferior del ducto separados de los contactos pre finales de carrera a una distancia de 110 cm sobre ellos, ya que los finales de carrera son la mayor seguridad porque si no funcionan los contactos pre finales de carrera los finales de carrera entrarán en funcionamiento bloqueando todo el ascensor y apagándolo para que no exista ningún accidente.

Los contactos finales de carrera irán conectados en circuito serie con el contacto eléctrico del regulador de velocidad. (Ver figura III.18)



Fuente: Autor

Figura III.18. Conexión de los contactos eléctricos finales de carrera

CAPITULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y AUTOMATIZACIÓN

4.1. TABLEROS DE CONTROL

Los tableros de control serán los que nos van a permitir controlar el ascensor.

4.1.1. TABLERO DE CONTROL INTERNO

Este se encuentra situado en el interior de la cabina y cuenta con botones indicadores de piso (piso 1, piso 2) que a continuación se mencionará.

Botón seleccionador de piso: Estos botones (P1, P2, P3, P4) como su nombre lo indica, es el encargado de dar la orden hacia el piso que se quiere ir. Estos botones han sido numerados del uno al dos dependiendo el piso al que quiera ir el usuario. (Ver figura IV.1)



Fuente: Autor

Figura IV.1 Panel de control interno



Fuente: Autor

Figura IV.2 Conexión del panel de control interno

4.1.2. TABLERO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

Este tablero cuenta con los mismos botones que el tablero de control interno, sólo que éste cuenta con un botón más el cual es:

Botón de paro General: Este interruptor (Inicio) es usado para mantenimiento o para solucionar algún problema o malfuncionamiento del elevador. Cabe destacar que a este tablero sólo tiene acceso el personal de mantenimiento.

4.1.3. BOTÓN DE CONTROL EXTERNO PARA IR AL PISO INFERIOR

Este botón se encarga de dar la instrucción de que lo que se quiere es bajar. (Ver figura IV.3)

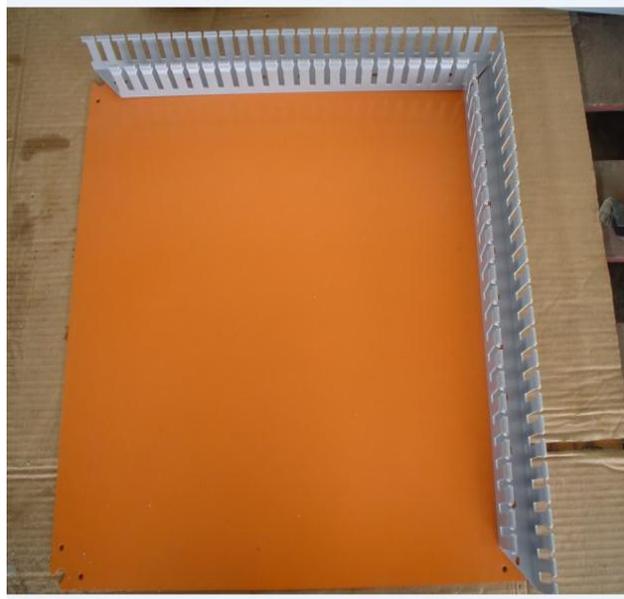


Fuente: Autor

Figura IV.3 Botón externo para ir al piso inferior

4.1.4. TABLERO DE CONTROL GENERAL

1. Ponemos las canaletas en nuestra caja. (Ver figura IV.4)



Fuente: Autor

Figura IV.4 Colocación de canaletas

2. Colocamos nuestros rieles din.
3. Ponemos nuestros componentes eléctricos, electromecánicos además nuestro PLC o logo. (Ver figura IV.5)



Fuente: Autor

Figura IV.5 Colocación de elementos

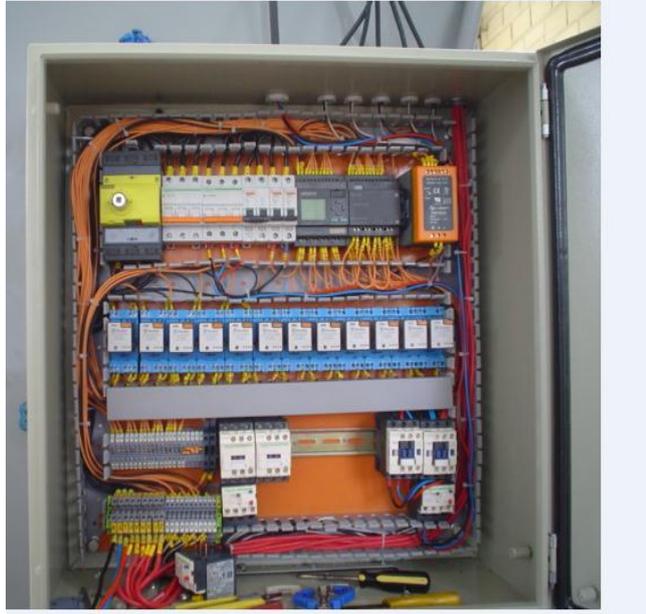
4. Colocamos ahora los conectores. (Ver figura IV.6)



Fuente: Autor

Figura IV.6 Colocación de conectores

5. Realizamos ahora nuestras conexiones. (Ver figura IV.7)



Fuente: Autor

Figura IV.7 Conexión de cable

4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para realizar el diseño del sistema eléctrico se consideró en cuenta algunos aspectos, así como para el dimensionamiento de cada elemento usado en el sistema, como el dimensionamiento de cada uno de los conductores usados en el diagrama eléctrico.

4.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES

Para determinar qué tipo de elemento de protección se necesitó conocer las corrientes y voltajes nominales de trabajo de cada actuador del sistema. La tabla siguiente muestra los datos de los elementos de protección dimensionados para el sistema.

Fuente: Autor

Tabla IV.I. Dimensionamiento de protecciones

Elementos de protección	Corriente (A)	Voltaje (V)	Marca
Fusible de protección del Plc	4 amperios	220v	Schneider eléctrico
Breaker general sistema	50 Amperios	Trifásico 380v	Schneider eléctrico
Breaker motor trifásico de 16Hp	30 Amperios	Trifásico 380vca	Schneider eléctrico
Relé térmico motor trifásico de 16 hp	20 Amperios	Trifásico 380vca	Schneider eléctrico
Contactador para motor trifásico de 16 hp	20 Amperios	Bobina de 127 v	Schneider eléctrico
Relay para activación de fuente de potencia de 12 VDC.	15 Amperios	24 vdc Bobina	Schneider eléctrico

4.2.2. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES

Para la selección de los conductores y fusibles de los motores se ha realizado el cálculo de corrientes a plena carga a través de las siguientes fórmulas:

$$P_{abs} = \frac{P_N}{\eta}$$

$$P_{abs} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

$$I_L = \frac{P_{abs}}{\sqrt{3} V_L \cos \phi}$$

$$I_T = I_L + (I_L \times 25\%)$$

$$I_L = \frac{11936 \text{wattios}}{\sqrt{3} * 380 \text{voltios} * 0,90}$$

$$I_L = \frac{11936 \text{wattios}}{592 \text{voltios}}$$

$$I_L = 20,16A$$

$$I_T = 20,16A + (20,16 * 0,25)A$$

$$I_T = 25,2 A$$

El calibre a utilizar para el motor es el de 10AWG

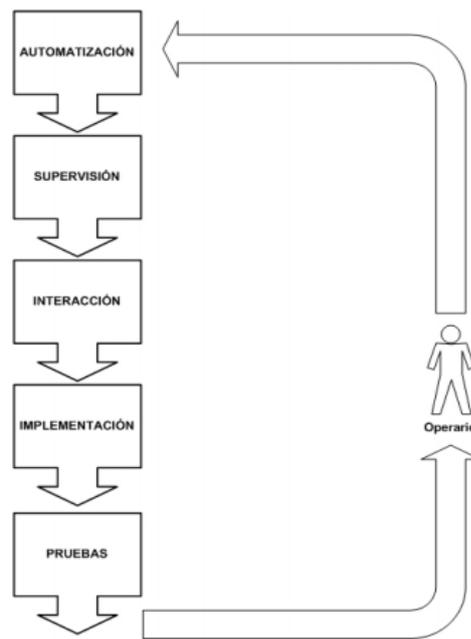
El calibre a utilizar para la acometida principal es de 8AWG

4.3. FASES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN

Existen complejos procesos de automatización que requieren de la colaboración entre los diversos departamentos de una empresa (gestión, logística, automatización, distribución, etc.). En esta sección se enfoca el problema en concreto en la parte de automatización, desde el punto de vista del trabajo que debe realizar el ingeniero/ingeniera técnica. (Ver figura IV.8)

El marco metodológico consta de las fases siguientes, que el operario debe realizar:

- Automatización
- Supervisión
- Interacción
- Implementación
- Pruebas



Fuente: Autor

Figura IV.8 Fases de un proyecto de automatización

En el caso de llevar a la práctica un proyecto de automatización, es necesario seguir las fases de la metodología presentada, así como indicar el tipo de operario o grupo de ellos encargados de llevar a cabo las fases por separado o el conjunto de ellas.

La figura ilustra la secuencia ordenada de fases. Es decir, si la metodología quiere llevarse a la práctica hay que seguir paso a paso el método de forma secuencial. Cabe destacar el rol del operario en este esquema. El operario lleva a cabo cada una de las fases; hace la transición entre una fase y la siguiente, y, finalmente, se encarga de proceder a una iteración para rehacer el primer ciclo para introducir mejoras.

Las fases que aparecen en el marco metodológico no son conceptos puntuales; cada uno de ellas puede tratarse en profundidad. A continuación, se presenta tan sólo

un breve resumen de cada una de las fases, ya que lo que se quiere constatar es la relación entre las fases y los aspectos dinámicos intrínsecos de cada fase.

4.3.1. AUTOMATIZACIÓN

En esta fase elemental hay que desarrollar los pasos siguientes relacionados con el GRAFCET (Grafo de Estados y transiciones) y la puesta en marcha de automatismos:

- Observación del proceso a controlar y generación del GRAFCET de primer nivel en su descripción funcional.
- Selección del automatismo (autómata programable, regulador digital autónomo).
- Selección y cableado físico de sensores y actuadores, con las secciones de entradas y salidas del automatismo.
- Generación del GRAFCET de segundo nivel en su descripción tecnológica.

En estas líneas, la fase de automatización coincide con todas las propuestas que hacen las referencias bibliográficas básicas de automatización y autómatas programables. En la fase de automatización aparecen diversas tecnologías, entre ellas la sensórica y la neumática, supeditadas a su conexión física con el automatismo (autómata programable, por ejemplo). La representación del control secuencial sobre el proceso se representa mediante GRAFCET. A partir de estas líneas, el GRAFCET generado pasa a denominarse GRAFCET de producción, en asociación con el módulo de producción.

Una vez la fase de automatización ya está consolidada, hay que establecer la fase de supervisión.

4.3.2. SUPERVISIÓN

A continuación, en esta segunda fase, hay que desarrollar los pasos siguientes:

- Hay que reunir el máximo de especificaciones a priori sobre los estados posibles en las que se puede encontrar una máquina o un proceso, según la experiencia del agente encargado de la automatización o según las peticiones del cliente.
- Hay que definir los módulos a utilizar según la complejidad del problema (seguridad, modos de marcha, producción) y representar gráficamente el caso de estudio mediante los estados y las transiciones de la guía GEMMA (Guía de Estudios de modos de marcha y paro).
- Para cada módulo, hay que generar un GRAFCET parcial. Cabe destacar que en el caso de producción, el GRAFCET de producción ya se ha generado en la fase de automatización, de manera que lo que hay que establecer aquí es la relación con el resto de módulos. En el caso del módulo de modos de marcha el GRAFCET de conducción promueve la activación y desactivación del módulo de producción, que normalmente presenta un desarrollo secuencial cíclico. Finalmente, mediante el módulo de seguridad, el GRAFCET de seguridad pertinente vigila los dos módulos anteriores ante la posible aparición de fallos o situaciones de emergencia en el sistema automatizado.

- Los GRAFCET parciales se integran de forma modular y estructurada en un solo GRAFCET general que contemple todos los módulos enunciados en función de la complejidad del problema, mediante las reglas de forzado y las reglas de evolución.
- El operario procede a la supervisión cuando está vigilando la evolución del proceso controlado automáticamente, y está atento a la presencia de posibles imprevistos que merezcan activar el módulo de seguridad e intervenir directamente en el mismo.

Conviene indicar que GRAFCET muestra el control secuencial a modo de etapas de funcionamiento de la máquina/proceso, mientras que la guía GEMMA muestra la presencia de las acciones del operario humano en forma de estados de parada, funcionamiento y fallo.

Una vez la fase de supervisión ya está consolidada, hay que establecer la fase de interacción.

4.3.3. INTERACCIÓN

En la interacción entre la supervisión humana llevada a cabo por el operario y el proceso controlado por parte del automatismo, hay que concretar la intervención del operario mediante el diseño del panel de mando en función de las acciones físicas sobre dispositivos y la recepción de señales informativas visuales o acústicas.

Los dispositivos concretos a utilizar dependen de los módulos definidos en la fase denominada supervisión. En concreto, presentamos una disposición básica de dispositivos en la siguiente sección. En función de la complejidad del problema, el operario debe conocer qué dispositivos necesita y si el panel es el adecuado o conviene hacer mejoras.

Una vez realizadas las fases de automatización, supervisión e interacción, y antes de seguir con el resto de fases, el operario puede rehacer convenientemente cada una de ellas a medida que aumenta el conocimiento experto del funcionamiento del sistema. A continuación, se procede a las fases de implementación y pruebas.

4.3.4. IMPLEMENTACIÓN

Sin duda, ésta es la parte más práctica del método y escapa a las pretensiones de este libro. Son sus pasos más significativos:

- Selección del lenguaje de programación del automatismo.
- Traducción de GRAFCET a lenguaje de programación.

Esta fase requiere las habilidades prácticas del operario en la programación de automatismos. Respecto a la traducción de GRAFCET a lenguaje de programación de autómatas –como, por ejemplo, el esquema de contactos-, algunos usuarios utilizan el GRAFCET de tercer nivel en su descripción operativa. Otros usuarios prefieren pasar directamente el GRAFCET de segundo nivel, en su descripción tecnológica, al formato

de esquema de contactos. Existe otra posibilidad, que es la formulación de las etapas y transiciones del GRAFCET en la forma de biestables S/R (S set, R reset). Cabe destacar que el usuario debe respetar las singularidades observadas, ya que cada casa comercial genera su lenguaje de programación conforme a unas normas propias de diseño, de manera que lo único que queremos recalcar aquí de forma genérica es que la representación formal de la guía GEMMA ha de implementarse adecuadamente en el autómatas programable correspondiente.

Una vez la fase de implementación está consolidada, hay que establecer la fase de pruebas.

4.3.5. PRUEBAS

Una vez implementado el algoritmo general sobre el automatismo, el operario puede verificar dicho algoritmo por partes; vigilar la evolución del proceso o interactuar con el proceso controlado mediante el panel de mando. Frente a situaciones problemáticas, el operario puede depurar los algoritmos parciales, o añadir más estados que inicialmente no se habían tomado en consideración y rehacer el algoritmo general.

Evidentemente, para afrontar problemas complejos se recomienda dividir el problema en módulos funcionales básicos, y así poder rehacer el algoritmo de forma metódica sólo en las partes a rehacer. Conviene tener muy clara la identificación del aspecto a resolver y clasificar, si es posible, a qué fase corresponde.

4.4. PROGRAMACIÓN DEL PLC

Ahora se va a realizar la programación del PLC.

4.4.1. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

El software a programar es el TIA PORTAL a continuación detallaremos dicho programa.

4.4.1.1. STEP 7 BASIC

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

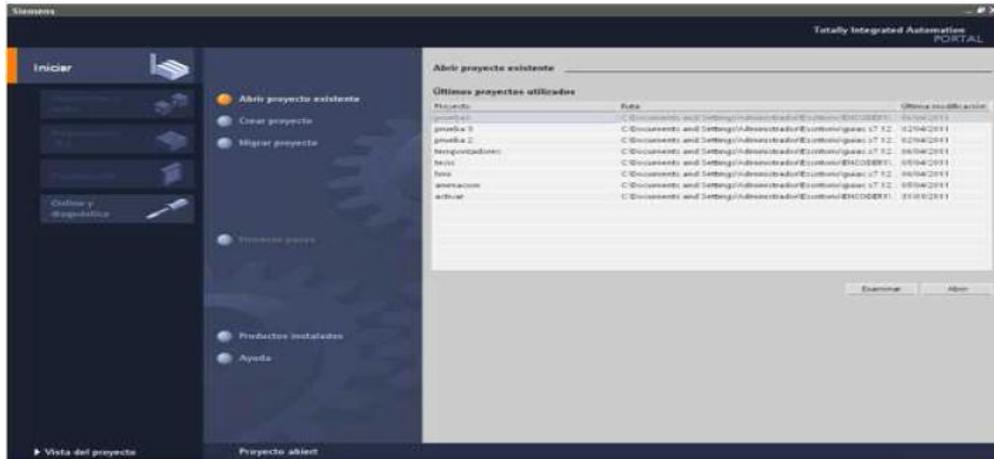
Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

4.4.1.2. DIFERENTES VISTAS QUE FACILITAN EL TRABAJO

Para aumentar la productividad, el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ofrece dos vistas diferentes de las herramientas disponibles, a saber: distintos portales orientados a tareas organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

La vista del portal ofrece una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las funciones de las herramientas según las tareas que deban realizarse, p. ej. Configurar los componentes de hardware y las redes.

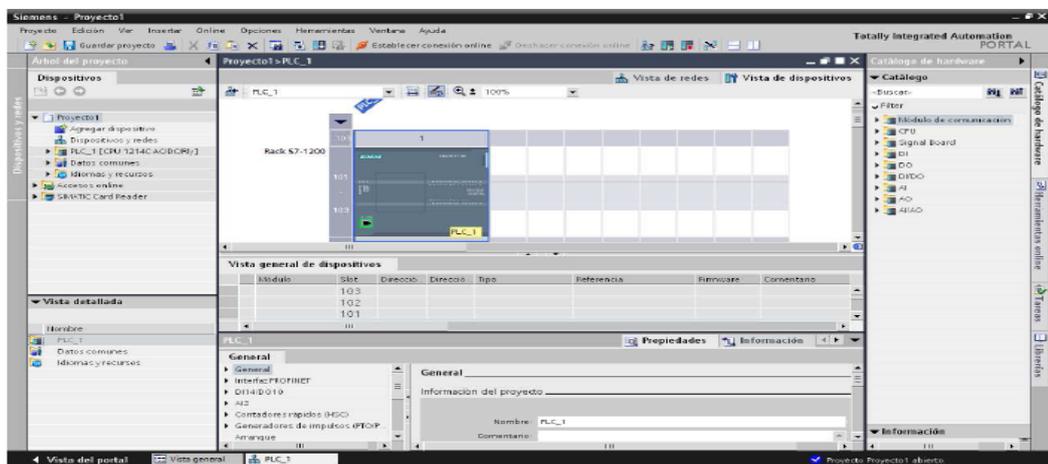
Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que debe seleccionarse.



Fuente: Autor

Figura IV.9 Vista de inicio TIA

La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto. Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. El proyecto contiene todos los elementos que se han creado o finalizado.



Fuente: Autor

Figura IV.10 Vista del Proyecto

4.4.1.3. TIPOS DE DATOS

Se va a proceder explicar los tipos de datos que tiene el TIA PORTAL.

4.4.1.3.1. TIPOS DE DATOS SIMPLES

Los tipos de datos permiten determinar la longitud, los rangos admisibles y tipos de representación de los valores de una variable o constante. La tabla siguiente muestra las propiedades básicas de los tipos de datos simples

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla IV.II Tipos de datos simples

Tipo de datos	Longitud (bits)	Formato estándar	Rango de valores	Ejemplo de entrada de valores
BOOL	1	Booleano	TRUE/FALSE	TRUE
BYTE	8	Número hexadecimal	16#0 hasta 16#FF	16#F0
WORD	16	Número hexadecimal	16#0 hasta 16#FFFF	16#F0F0
DWORD	32	Número hexadecimal	16#0000_0000 hasta 16#FFFF_FFFF	16#F0F0_F0F0
SINT	8	Enteros con signo	de -128 a 127	(+)120
USINT	8	Enteros sin signo	de 0 a 255	50
INT	16	Enteros con signo	-32768 hasta 32767	(+)1
UINT	16	Enteros sin signo	de 0 a 65535	300
DINT	32	Enteros con signo	de - 2 147 483 648 a + 2 147 483 647	(+)2131754992
UDINT	32	Enteros sin signo	de 0 a 4294967295	4042322160
REAL	32	Números en coma flotante	-3.402823e+38 hasta -1.175 495e-38 =0 +1.175 495e-38 hasta +3.402823e+38	1.234567e+13
TIME	32	Tiempo con signo	T# -24d20h31m23s648ms hasta T#+24d20h31m23s647ms	T#10d20h30m20s630ms
CHAR	8	Caracteres ASCII	Juego de caracteres ASCII	'E'

4.4.1.3.2. TIPOS DE DATOS COMPUESTOS

Los tipos de datos compuestos definen grupos de datos que se componen de otros tipos de datos. Las constantes no se pueden utilizar como parámetros actuales para los tipos de datos compuestos. Las direcciones absolutas tampoco se pueden transferir como parámetros actuales a los tipos de datos compuestos. La tabla siguiente muestra una vista general de los tipos de datos compuestos:

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla IV.III Tipos de datos compuestos

Tipo de datos	Descripción
DTL	El tipo de datos DTL representa un instante compuesto por las indicaciones de fecha y hora.
STRING	El tipo de datos STRING representa una cadena de Caracteres que pueden comprender 254 caracteres como máximo.

ARRAY	El tipo de datos ARRAY representa un campo compuesto por un número fijo de componentes del mismo tipo de datos.
STRUCT	El tipo de datos STRUCT representa una estructura compuesta por un número fijo de componentes. Los distintos componentes de la estructura pueden tener diferentes tipos de datos.

4.4.1.4. REQUISITOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS

La tabla siguiente muestra los requisitos de software y hardware mínimos que deben cumplirse para la instalación del paquete de software “SIMATIC STEP 7 Basic”:

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla IV.IV Requisitos del PLC

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium 4, 1.7 GHz o similar
RAM	Windows XP: 1 GB Windows Vista: 2 GB
Espacio libre en el disco duro	2 GB
Sistemas operativos	• Windows XP (Home SP3, Professional SP3) • Windows Vista (Home Premium SP1, Business SP1, Ultimate SP1)
Tarjeta gráfica	32 MB RAM Intensidad de color de 32 bits
Resolución de pantalla	1024x768
Red	A partir de Ethernet 10 Mbits/s
Unidad óptica	DVD-ROM

4.4.2. ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

Fuente: autor

Tabla IV.V Entradas del PLC

ENTRADA	NOMENCLATURA	DESCRIPCION
I0.0	CAS	Es un contacto normalmente cerrado el cual se encuentra ubicado en la parte inferior del chasis de la cabina
I0.1	GS	Es el contacto que se encuentra en el operador de puerta de cabina y avisa si la puerta de cabina está abierta o cerrada
I0.2	CP	Es el contacto que se encuentra en los cabeceros de puertas de hall y avisa si la puerta de hall está abierta o cerrada

Tabla IV.V Entradas del PLC (continuación)

I0.3	IMR	Es el selector que se encuentra en la caja de revisión y sirve para poner en revisión o automático el ascensor
I0.4	CN	Es el sensor magnético que nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino
I0.5	CMS	Es el sensor magnético que nos indica que el ascensor está subiendo
I0.6	CMD	Es el sensor magnético que nos indica que el ascensor está bajando
I0.7	FMRS	Es el contacto eléctrico prefinal de carrera de subida
I1.0	FMRB	Es el contacto eléctrico prefinal de carrera de bajada
I1.1	PAP	Es el pulsador de abrir la puerta
I1.2	PCP	Es el pulsador de cerrar la puerta
I1.3	CAP1	Es el contacto eléctrico que nos indica si a puerta está totalmente abierto
I1.4	CCP2	Es el contacto eléctrico que nos indica si a puerta está totalmente cerrada

Fuente: autor

Tabla IV.V Entradas del PLC (continuación)

I1.5	RCS	Señal para cambio de dirección en la subida
I1.6	RCB	Señal para cambio de dirección en la bajada
I1.7	0C	Pulsador de cabina
I2.0	1C	Pulsador de cabina
I2.1	0S	Pulsador de puertas de hall
I2.2	1S	Pulsador de puertas de hall
I2.3	START	Para inicializar el programa

Fuente: autor

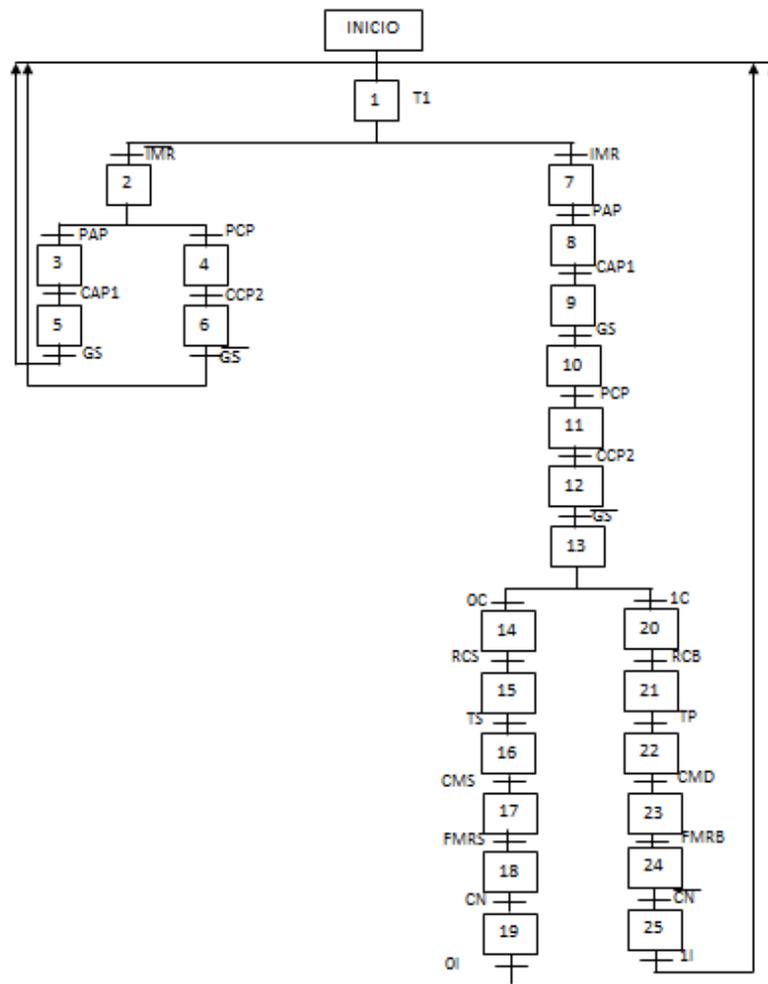
Tabla IV.VI Salidas del PLC

SALIDA	NOMENCLATURA	DESCRIPCION
Q0.0	TS	Es el contactor que controla al motor para que realice la acción de subida
Q0.1	TP	Es el contactor que controla al motor para que realice la acción de bajada
Q0.2	0I	Señal que indica en el display por cual piso está pasando la cabina
Q0.3	1I	Señal que indica en el display por cual piso está pasando la cabina

4.4.3. PROGRAMANDO EL PLC

A continuación vamos a realizar el GRAFCET para luego proceder a realizar nuestro programa de automatización.

4.4.3.1. GRAFCET



Fuente: autor

Figura IV.11 Grafcet del programa del ascensor

Basado a este planteamiento del programa se obtienen las ecuaciones necesarias para realizar la programación de del mismo aquí, se definió cada una de las condiciones y seguridades que se debe tomar en cuenta para el buen y seguro funcionamiento. Cada una de las ecuaciones tiene asignada una función específica.

$$m1 = inicio + m5 GS + m6 \overline{GS} + m19 OI + m25 1I + m1(\overline{m2} + \overline{m7})$$

$$m2 = m1 \overline{IMR} + m2 (\overline{m3} + \overline{m4})$$

$$m3 = m2 PAP + m3 \overline{m5}$$

$$m4 = m2 PCP + m4 \overline{m6}$$

$$m5 = m3 CAP1 + m5 \overline{m1}$$

$$m6 = m4 CCP2 + m6 \overline{m1}$$

$$m7 = m1 IMR + m7 \overline{m8}$$

$$m8 = m7 PAP + m8 \overline{m9}$$

$$m9 = m8 CAP1 + m9 \overline{m10}$$

$$m10 = m9 GS + m10 \overline{m11}$$

$$m11 = m10 PCP + m11 \overline{m12}$$

$$m12 = m11 CCP2 + m12 \overline{m13}$$

$$m13 = m12 \overline{GS} + m13(\overline{m14} + \overline{m20})$$

$$m14 = m13 OC + m14 \overline{m15}$$

$$m15 = m14 \text{ RCS} + m15 \overline{m16}$$

$$m16 = m15 \text{ TS} + m16 \overline{m17}$$

$$m17 = m16 \text{ CMS} + m17 \overline{m18}$$

$$m18 = m17 \text{ FRMS} + m18 \overline{m19}$$

$$m19 = m18 \text{ CN} + m19 \overline{m1}$$

$$m20 = m13 \text{ 1C} + m20 \overline{m21}$$

$$m21 = m20 \text{ RCB} + m21 \overline{m22}$$

$$m22 = m21 \text{ TP} + m22 \overline{m23}$$

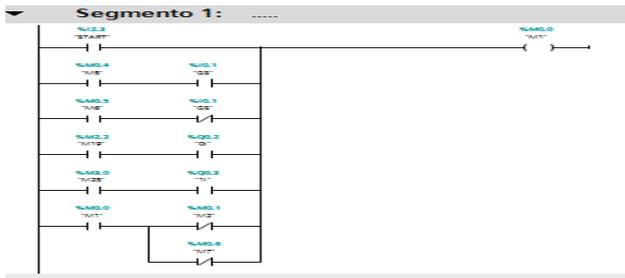
$$m23 = m22 \text{ CMD} + m23 \overline{m24}$$

$$m24 = m23 \text{ FMRB} + m24 \overline{m25}$$

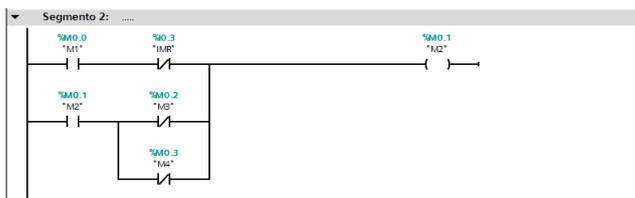
$$m25 = m24 \overline{CN} + m25 \overline{m1}$$

4.4.3.2. PROGRAMA

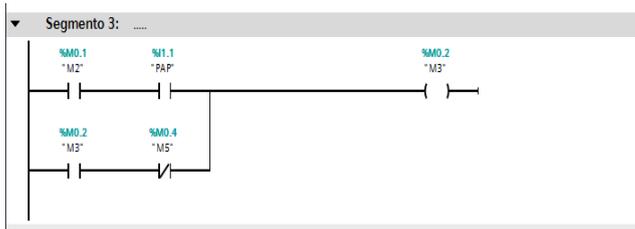
En este segmento es donde vamos a escoger si el ascensor va a estar en mantenimiento o trabajando.



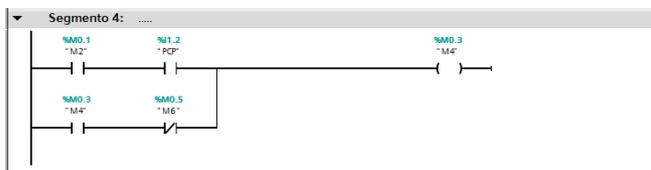
En este segmento vamos a escoger si en la etapa de mantenimiento se abre la puerta o se cierra.



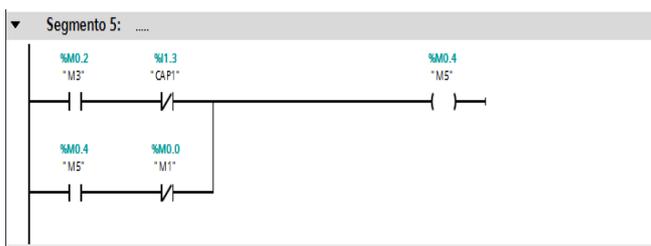
En este segmento el contacto eléctrico nos indica si la puerta esta totalmente abierta.



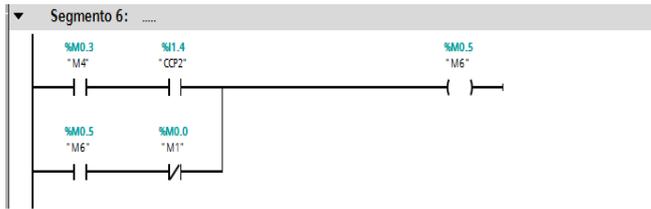
En este segmento el contacto eléctrico nos indica si la puerta está totalmente cerrada.



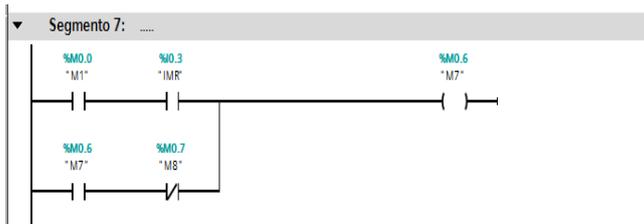
En esta etapa es donde de la cabina está abierta.



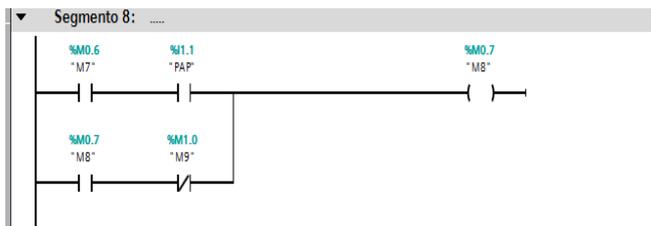
En esta etapa es donde de la cabina está cerrada.



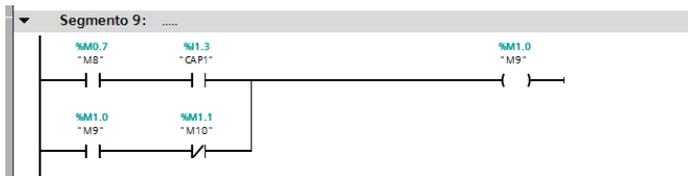
En esta etapa es cuando el ascensor esta funcionando. Y aquí se abre la puerta.



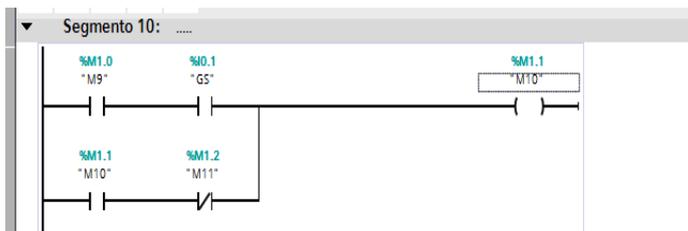
En este segmento el contacto eléctrico nos indica si la puerta esta totalmente abierta.



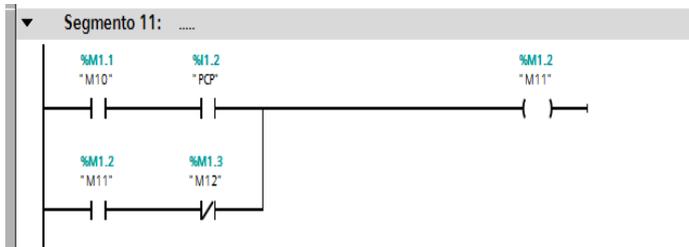
En esta etapa es donde de la cabina está abierta.



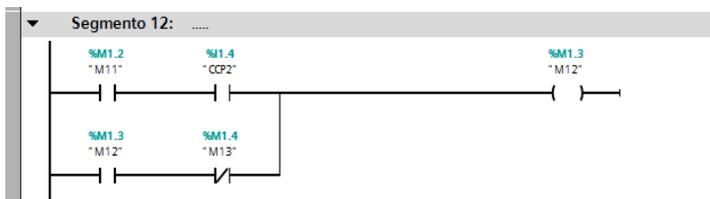
En este segmento es donde se cierra la puerta



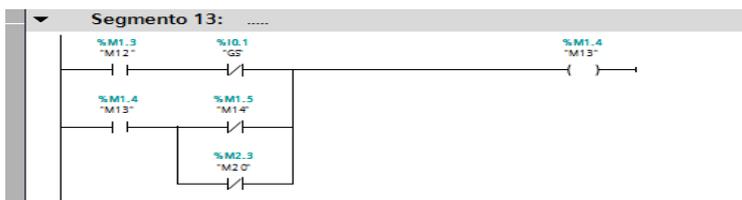
En este segmento el contacto eléctrico nos indica si la puerta está totalmente cerrada.



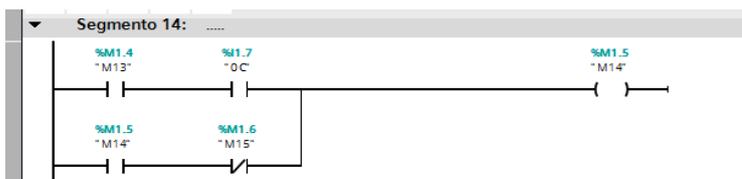
En esta etapa es donde de la cabina está cerrada.



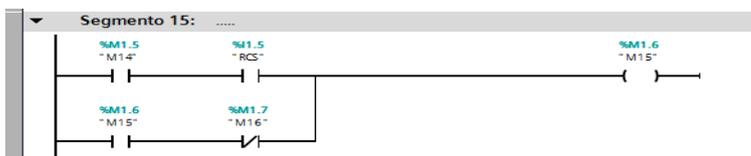
En este segmento es donde se decide si se va a subir o bajar.



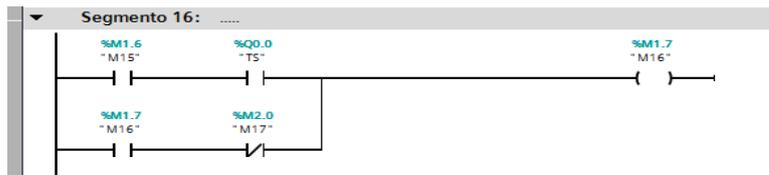
En este segmento la señal de cambio nos indica la dirección en la subida.



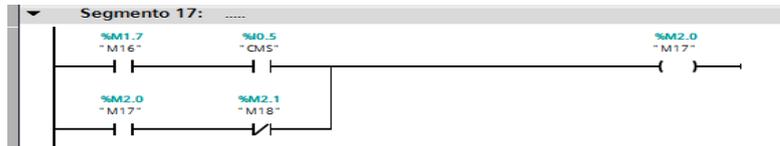
En este segmento hay un contactor que contrala a que el motor suba.



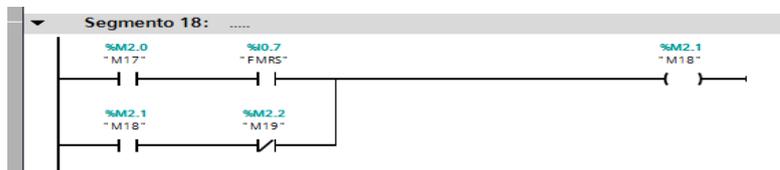
En este segmento se activa el sensor magnético que indica que el ascensor esta subiendo.



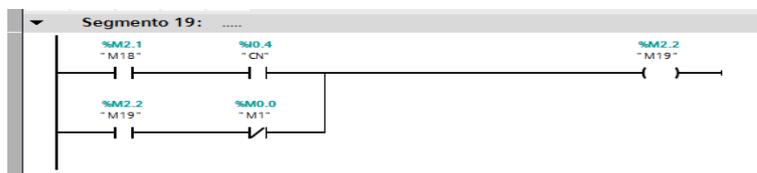
En este segmento interviene el contacto eléctrico prefinal de carrera de subida.



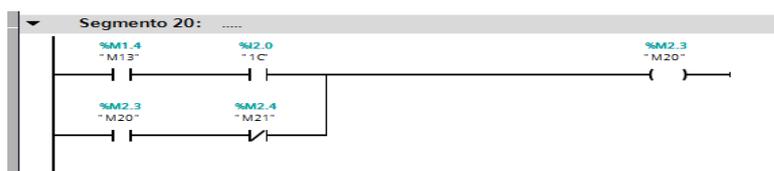
En este segmento el sensor magnético nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino.



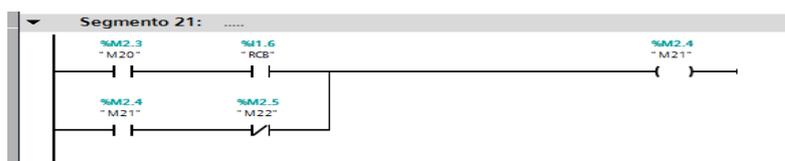
En este segmento la señal que indica en el display que está en el piso 1.



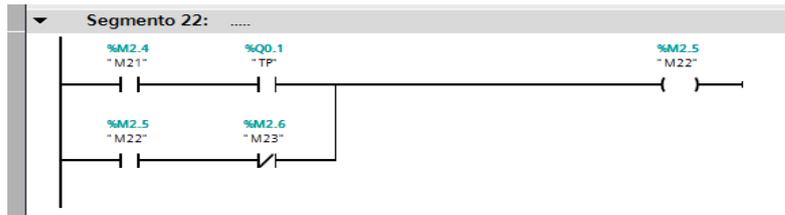
En este segmento la señal de cambio nos indica la dirección en la bajada.



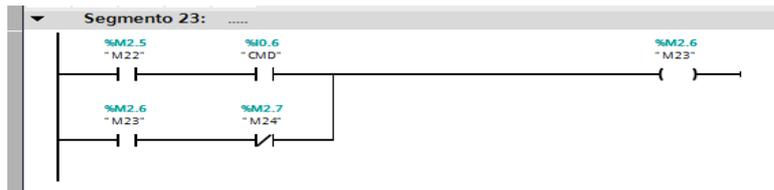
En este segmento hay un contactor que contrala a que el motor baje.



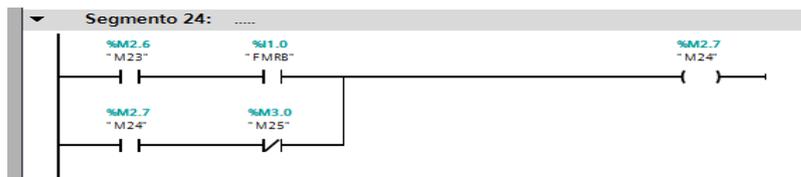
En este segmento se activa el sensor magnético que indica que el ascensor esta bajando.



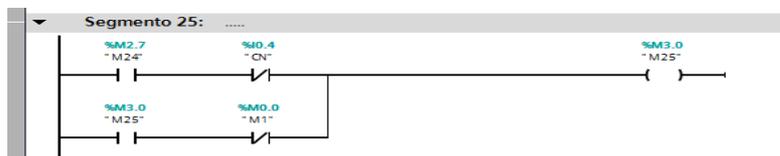
En este segmento interviene el contacto eléctrico prefinal de carrera de bajada.



En este segmento el sensor magnético nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino



En este segmento la señal que indica en el display que está en el piso planta baja.



4.5. DISEÑO DEL SOFTWARE DE MANEJOS

Se va a realizar el desarrollo del software tanto para el manejo de los displays, de la botonera y de la tarjeta master

4.5.1. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL MANEJO DE LOS DISPLAYS

El objetivo del programa es generar señales para presentar en los arreglos los caracteres que indican el estado y ubicación del ascensor. Se consideran varias mejoras en el caso de que el ascensor esté en movimiento como hacer rotar verticalmente los caracteres que indican la posición de la cabina.

Para realizar la presentación de los caracteres en los displays el programa recibe como señales de entradas las tramas de comunicación serial que envía el control del ascensor mediante la tarjeta Master.

Las tramas contienen:

- Un código para identificar la forma en que se presentarán los caracteres en los Displays (rotando hacia arriba o hacia abajo).
- Los códigos de los caracteres a presentar (un código representa un carácter distinto).
- Un dato de comprobación de errores de la transmisión.

A continuación se presentan los códigos que van a indicar la forma en que los caracteres se van a presentar en los displays:

Código 232: Presenta los caracteres requeridos sin rotación y una 'X' en el tercer display. Este código es usado para cuando el ascensor se encuentra en mantenimiento o dañado.

Código 233: Se usará ese código para indicar que se necesita mostrar los caracteres con rotación vertical hacia arriba, en el tercer Display se realizará igual movimiento de la flecha. Se utilizará cuando el ascensor se está desplazando del piso inferior al piso superior.

Código 234: Es el código que realiza una función contraria al anterior, es decir, pide que se muestre una rotación vertical hacia abajo tanto de los caracteres como de la flecha. Se utiliza cuando el ascensor está cambiando de piso de uno superior a uno inferior.

Código 235: Este código es usado una vez que el ascensor ha llegado al piso en donde se estacionará. Presenta los caracteres sin rotación y con el tercer Display apagado.

El dato de comprobación de errores en la transmisión se calcula en base al resto de datos de la trama serial y se agrega al final de la misma, este mecanismo de comprobación de errores es similar a los implementados en la mayoría de protocolos de comunicación digital. El programa calcula el último byte de la trama antes de enviarla en base a un algoritmo. Cuando la trama es recibida se vuelve a calcular el último byte en base al algoritmo antes mencionado y se lo compara con el byte recibido, si son

iguales, se concluye que no hubo pérdidas y/o corrupción de los datos transmitidos. Caso contrario, se considera que la trama no es válida y no se la procesa.

Una vez tomadas y procesadas las señales de entrada, se espera que el programa entregue un grupo de señales de salida.

Las señales de salida están conformadas por:

1. Señales de control de los transmisores para la activación de las columnas de cada uno de los displays.

2. Señales Seriales para los registros de desplazamiento para la activación de las filas de las matrices.

3. Señal de Reloj para el ingreso de los datos seriales a los Registros de Desplazamiento.

Luego de explicar lo que se hace tanto en las entradas requeridas como con las salidas esperadas de este programa, se continúa con la descripción en detalle del proceso que sigue el microcontrolador para realizar las operaciones necesarias para el cumplimiento de su objetivo.

4.5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE LAS TDP

El programa inicia con la declaración de las variables a usar. Tómese en cuenta que las direcciones asignadas a cada una de ellas no pueden estar en el mismo espacio reservado para otras funciones dentro de la memoria del microcontrolador, pues esto podría causar que el programa se pierda o se produzcan saltos inesperados del Stack Pointer.

Se procede con la inicialización del programa: se limpian algunos registros y se los carga con los valores iniciales necesarios para el funcionamiento del programa.

Es necesario configurar el puerto serial, indicando el modo de operación y la velocidad a la que se va a trabajar.

A continuación se presenta en lenguaje estructurado, la lógica de la sección del programa que hace referencia a la inicialización antes mencionada:

4.5.3. SECUENCIA DE INSTRUCCIONES EN LA INICIALIZACIÓN

1. Pongo dirección de inicio para el reset
2. Ubico el Stack Pointer
3. Limpio registros necesarios
4. Limpio bandera que indica si está en rotación
5. Limpio bandera que indica si la rotación sube o baja

6. Escribo 1 lógico en el puerto donde están conectados los transmisores (apagando los displays)
7. Cargo valores a los contadores de filas y columnas
8. Ubico el puntero de la tabla en la primera posición
9. Escribo el valor del registro para la activación de las columnas
10. Ubico el valor en el registro específico para configurar la comunicación serial
11. Guardo valores en los registros del Timer para velocidad de comunicación a 9600bps
12. Cargo valores en los registros para comenzar presentando 'PB' en los displays

Luego de haber realizado tanto la declaración de las variables como la inicialización, el programa entra a la parte de presentación de los caracteres que se requieran.

El programa principal comienza discriminando si los caracteres se los debe presentar con rotación o sin ella, esto depende del código que le envía la tarjeta. El programa asignará un valor a una variable de tipo Bit de acuerdo al código recibido para indicar cuando se requiera entrar en el proceso de rotación de los caracteres. Caso contrario, hace el barrido normal de presentación de los datos en los displays (sin rotación) y limpia la variable tipo bit.

La comunicación serial se la realiza por chequeo de una bandera en lugar de hacerlo por interrupción, ya que en este caso en particular no es conveniente que algunos procesos queden inconclusos por atender la interrupción de comunicación serial. El chequeo de la bandera de comunicación serial se ejecuta continuamente luego de terminar algunos procesos críticos.

Para la presentación de caracteres en los displays, se procede a guardar sus códigos en tres registros diferentes (los códigos de la tabla 3.1) y junto con la ayuda de un contador buscar el dato de cada columna de la lista del programa correspondiente al código guardado (la tabla se encuentra en el programa de la TDP).

Una vez que se tiene el primer dato de cada una de las tres columnas, se realiza una secuencia de cheque de los bits de estos datos para su posterior ubicación en tres diferentes pines de salida hacia el registro de desplazamiento. Con los tres primeros bits en los pines correspondientes (pueden ser unos o ceros), se genera un pulso de reloj para ingresarlos en el registro de desplazamiento, luego se rotan los tres datos para poder chequear el siguiente bit de cada uno y realizar la operación de ingresar los bits. Esta operación se la repite dos veces hasta obtener los dos bits de los tres datos en la salida.

Con estos datos listos se procede a dar la señal de activación para el primer transistor y de esta forma encender las primeras columnas de cada una de las matrices de leds.

Luego de dejarlas encendidas por un tiempo suficiente se desactiva el transistor de la primera columna para realizar todo el proceso de nuevo con el siguiente dato de cada una de las tablas y así generar un barrido continuo de las matrices.

El registro DATO2 es una variable que contiene un byte conformado por siete bits en estado lógico alto y uno en estado bajo. Ya que los transistores son del tipo PNP y se activan con cero lógico en la base, el bit en cero lógico es el que se va a rotar para la activación de un solo transistor a la vez.

En caso de que se reciba un código que indique una petición de rotación, lo que se hará es utilizar un registro tipo Bit para que tome las funciones de bandera de rotación. Si la bandera se encuentra en 1 se guarda el código del dato que se está presentando y el que se pide presentar, para posteriormente traer de las tablas correspondientes los datos de cada columna.

Para efecto de rotación se realiza un procedimiento similar al que se le utiliza para presentar los caracteres sin rotación, con diferencia de que en este caso se necesitará dos datos por cada columna de cada código; es decir, en lugar de simplemente buscar el dato correspondiente, se requerirá buscar tanto el dato de la columna de la tabla del carácter que se está mostrando en ese momento, como el del carácter que se va a presentar. Es necesario también rotar con carry según la dirección pedida y posteriormente realizar la secuencia de salida hacia el registro de desplazamiento. Esto se repetirá para cada una de las columnas de la tabla.

La dirección de la rotación vertical está incluida en el propio código que se recibió: en caso de que se necesite rotar hacia arriba se limpiará el carry y se rotará hacia la izquierda el dato nuevo, a continuación se rotará el carry hacia la izquierda también el dato anterior. Se repetirá estas rotaciones tantas veces como el contador se lo pida, y el producto será el que se presente en el arreglo de leds. En caso de que se requiera un movimiento hacia abajo se procede de la misma manera que en el caso anterior pero con la diferencia que el desplazamiento del registro se realiza en sentido contrario es decir hacia la derecha.

El proceso de rotación se lo realiza conforme a un contador, pues se hace un barrido continuo del dato rotado una vez, se repite un número determinado de veces con este dato y luego se procede a incrementar el contador del número de rotaciones que se deberán hacer, pues posteriormente se procederá a hacer el barrido, pero esta vez con dos rotaciones de los datos.

Se repetirá el barrido con cada una de estas rotaciones un número determinado de veces, para conseguir el efecto de velocidad de rotación deseado. Si se aumenta el número de repeticiones, la ilusión de la velocidad del movimiento será menor, mientras que si las repeticiones son menos se conseguirá un efecto de velocidad más rápido.

4.5.4. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL MANEJO DE LAS BOTONERAS

El objetivo de este programa es manejar las botoneras de cada piso según los comandos que se reciben serialmente desde la tarjeta Master. Básicamente tomará control sobre las luces y leerá el estado de los botones, adicionalmente indicará el estado de las puertas de su respectivo piso.

El programa recibirá un código vía serial desde la tarjeta Master que indica si se desea realizar acciones de control sobre las luces o si se desea realizar una lectura de los botones y estado de la puerta.

La entrada que posee este programa, al igual que en el de manejo de los displays, es una trama de comunicación serial, en la cual estará incluido el código de identificación de función (lectura-escritura), los datos en caso de ser escritura y un campo de comprobación de integridad de la trama.

Los códigos son el '0F0H' para indicar una orden de escritura y el '0F1H' para acción de lectura. Si se requiere escribir en las luces de las botoneras se recibirá, a continuación del código, tres datos adicionales, los cuales contienen los bits respectivos para la activación de las mismas de la siguiente forma:

DATO1: Estado de la luz de botón de subida

DATO2: Estado de la luz de botón de bajada

DATO3: No aplica para esta parte (este byte es para la respuesta del estado de las puertas)

El proceso en este programa se basa en utilizar dos subrutinas generales:

1.- Una para la lectura del estado de los botones realizando un proceso de comprobación anti-rebotes y enmascarando esta lectura en un byte junto con la dirección de la tarjeta.

2.- La otra para la recepción de la trama de datos seriales y ejecución de la función pedida.

Como salidas que se esperan de este programa se tienen: las señales de activación para las luces de las botoneras, y un conjunto de datos enviados serialmente, los cuales contienen el estado de los botones y puertas del piso en que se encuentra la tarjeta.

Se inicia el programa realizando la declaración de las variables o registros a utilizar, siempre tomando en cuenta la ubicación dentro de la memoria de programa las mismas para que no se sobrepongan en espacios reservados para otras funciones del microcontrolador.

A continuación se realiza la inicialización de las variables y otros registros que se usarán posteriormente en el programa. Algunos registros es necesario inicializarlos

en cero ya que se realizarán operaciones lógicas con ellos; además se configura la parte correspondiente a la comunicación serial y al modo de funcionamiento del Timer 0 que sirve para contar el tiempo necesario que debe esperar cada tarjeta antes de enviar su respuesta evitando las colisiones. Para la comunicación serial se configura el Timer 1 en modo auto recarga y se asigna el valor OFEH a los registros relacionados a este Timer para darle la velocidad de transmisión (9600 bps). En cuanto al Timer 0 se lo configura en modo auto recarga también y se carga los valores necesarios para que, utilizando el cristal de 7,3728 Mhz, tome 1,4ms para la espera en la respuesta de la función de lectura.

Complementariamente se realiza un proceso de encendido y apagado consecutivo de leds integrados en esta tarjeta, al iniciar el programa, para indicar visualmente que se ha empezado correctamente la ejecución del programa.

Luego de la inicialización del programa, se procede a leer el Puerto 1 del micro en donde está conectado el circuito correspondiente a la asignación de la dirección de cada tarjeta. Esta dirección se la utiliza para varios subprocesos dentro del programa; por ejemplo, cuando el usuario presiona un botón en un determinado piso, esto hará que se active un bit en la trama de comunicación, el control ubicará el piso del cual se realizó la llamada justamente mediante esta dirección. Una vez ubicado el lugar de donde provino esta llamada, el control ordenara el encendido de la luz de dicho botón mediante un bit activado dentro de la trama para la escritura del estado de las luces de los botones, nuevamente se utiliza la dirección para ubicar los bits que indican si se deben prender o apagar las luces de los botones de cada piso. Por último, la aplicación

de esta dirección, es para ayudar a determinar el momento en que cada tarjeta deberá enviar los datos sobre el estado de los botones y puerta.

El lazo principal del programa empieza por utilizar la subrutina relativa a la lectura de los botones y preparar los datos para la respuesta. Una vez realizado esto, se procede a habilitar la recepción serial, para esperar una trama para su procesamiento y posterior retorno al inicio del lazo principal.

En la subrutina correspondiente a la lectura de las botoneras se realiza un proceso anti- rebotes de chequeo repetitivo del estado de los botones, esto quiere decir que cada vez que el programa requiere saber el estado de los botones y puertas lo que hará es leer los pines correspondientes tres veces consecutivas con un intervalo de tiempo pequeño, comparando los resultados de estas lecturas y si son iguales aceptándola, pero si difiere en una o más lecturas ese estado será no válido y no se lo tomará en cuenta. Esto se hace con la finalidad de evitar que cuando se requiera saber el estado de los botones se obtenga lecturas de ruido o algún esto transitorio del contacto del botón. Este proceso es transparente para el usuario, pues las peticiones de lectura se las realiza aproximadamente unas 6 veces por segundo.

En cuanto llega un dato por el puerto serial, es tomado y comparado con los códigos asignados para cada función. Un factor muy importante, relativo a la comunicación serial, es que este código es enviado en formato de 9 bits dentro de la trama serial, esto se hace con la finalidad de que el programa no recepte ninguna trama que este en modo de 8 bits (normal) y de este modo desperdiciar tiempo en el

procesamiento de tramas o datos que no son dirigidos para este programa. Una vez aceptado este código en 9 bits el programa cambiará el modo de recepción serial a 8 bits para aceptar los datos adjuntos al código enviado.

Si el código recibido es '0F0H' entonces se trata de una petición para el encendido o apagado de las luces de las botoneras del piso. Para ello el programa llamará a ejecutar una subrutina encargada de recibir los tres datos antes mencionados. Mediante otra subrutina se procesan estos datos para extraer de los mismos los bits correspondientes a cada piso, utilizando para ello la dirección de cada tarjeta. Una vez procesados estos datos se dan las señales de activación o desactivación para las luces de las botoneras.

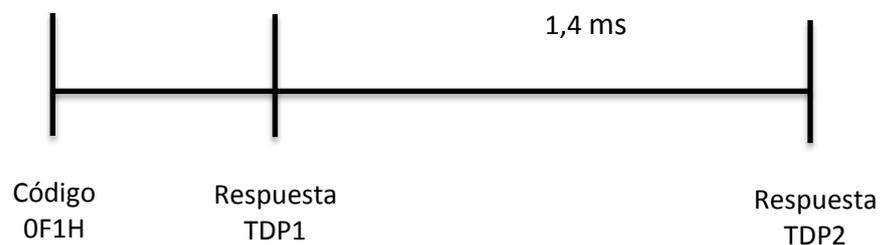
En caso de recibir el código '0F1H' se interpreta este código como una petición que le hace la Tarjeta Master a cada una de las TDP para que envíen el dato correspondiente al estado de los botones y puerta de cada piso respectivamente. Para garantizar este proceso, de envío de información referente al estado de botones y puerta, se lo realice de una manera ordenada, lo que se hace es forzar a que cada TDP espere un tiempo determinado antes de realizar el envío de su respuesta individual evitando así que dos o más tarjetas respondan al mismo tiempo. Este tiempo está directamente relacionado con la dirección que cada TDP posee y es por ello que cada una tendrá un tiempo de espera único y no se generarán colisiones en las líneas de comunicación.

Para determinar el tiempo preciso de intervalo entre cada una de las respuestas, se calculó el tiempo aproximado de envío de un byte (1 bit de inicio, 8 bits de datos, 1

bit de paridad y 1 bit de parada), a 9600 bps dándonos como resultado aproximadamente 1,15 ms. Pero por motivos de seguridad se dio un margen extra de tiempo establecido en 1,4 ms el intervalo tiempo de envío entre tarjeta y tarjeta.

Es preciso señalar que la información referente al estado de los botones y puertas de cada piso, está empaquetado en un byte de 8 bits, ubicando en los 5 bits más significativos la dirección de la tarjeta y en los 3 menos significativos los bits correspondientes al botón subir, bajar y puertas respectivamente.

Para realizar este proceso de envío coordinado de las respuestas en el tiempo (figura IV.9), cada tarjeta chequea su dirección y a este número lo multiplica por 1,4 ms, espera este tiempo antes de iniciar el envío de su respuesta, dando como resultado un envío casi continuo y ordenado de los datos por parte de cada una de las tarjetas. Luego de que cada tarjeta ha enviado, su respuesta deberá esperar un tiempo equivalente al que demorarán el resto de tarjetas en enviar sus respectivas respuestas, para evitar cualquier posibilidad de colisiones en el flujo de datos.



Fuente: Autor

Figura IV.12 Diagrama en el tiempo de respuestas de estado de botones y puertas

Un aspecto importante en esta etapa es que el envío del byte de respuesta se hace en modo 9 bits, para agregarle como noveno bit de paridad como confirmación de un correcto envío serial.

4.5.5. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE LA TARJETA MASTER

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo principal del programa implementado en la tarjeta es establecer un vínculo que permita ejecutar comunicaciones utilizando, por un lado, el protocolo PROFIBÚS con un PLC, y por el otro un protocolo serial para comunicación con los periféricos de los sensores desarrollado de acuerdo a los requerimientos específicos de esta aplicación.

Además al ser esta tarjeta la encargada de administrar las comunicaciones seriales hasta las TDP, permitirá reducir el número de operaciones que realiza el control del ascensor.

Como entrada para este programa se tiene una trama de pregunta, en protocolo PROFIBUS, la cual indicará al programa la función que se requiere hacer.

A continuación se detallará cada una de las posibles funciones y la trama respectiva que enviará el control, junto con sus respectivas respuestas:

Función 01.- Está función se la utiliza para chequear el estado de los botones y puertas de cada piso; es decir, cada vez que a este programa le llegue una trama con una

pregunta de función 01, se está pidiendo a la tarjeta que establezca comunicaciones con las TDP para consultar el estado de los botones y puertas de cada piso, mediante el envío del código correspondiente. Una vez que la tarjeta recibe todos los datos provenientes de las TDP los encapsula en una trama de respuesta PROFIBÚS y envía esta al control.

La función 01 se utiliza para la lectura de múltiples bobinas, pero en este caso se consideró como si cada bobina fuese un botón o estado de las puertas. Para interpretar correctamente esta función se requiere que la trama especifique la dirección de las bobinas y el número de bobinas que se van a leer. Son 72 bobinas debido a que se vio conveniente para el manejo de estos datos agrupar el estado de los botones y puertas en nueve bytes de la siguiente manera:

Función 06.- Esta función es la encargada de mostrar los diferentes caracteres en los arreglos de leds. Esta función dentro del protocolo PROFIBÚS, se utiliza para escribir un valor en un registro, es por ello que se la seleccionó como la más adecuada para esta finalidad.

Cuando este programa recibe una trama de pregunta de esta función lo que hace es tomar datos encapsulados en ella y enviar el código respectivo a las TDP para que sepan la forma en que se va a desplegar los datos que se les enviará a continuación.

Función 15.- La función 15D es la encargada de prender las luces de las botoneras de cada piso. Para esto integra los datos de asignación de estado de las luces en la trama PROFIBÚS de la siguiente manera:

Con cada uno de los datos recibidos el programa genera una trama para la transmisión hacia las TDP, enviando primero el código respectivo de escritura para que las TDP se preparen para recibir la trama de datos para su procesamiento.

Adicionalmente, el programa recibirá como señal de entrada un jumper para la selección del modo de operación (Programación o Normal); cuando entra en modo de programación ad adicionalmente tomara como entradas la trama de datos seriales provenientes de una PC para el almacenamiento en la memoria EEPROM. Esta parte del programa se explicará más adelante.

Como salidas de este sistema se espera obtener las tramas vía comunicación serial hacia las TDP ya sea para escribir en las luces de las botoneras, leer el estado de los botones o escribir en los displays. Otra salida sería las tramas, en protocolo PROFIBÚS, que retorna el control del ascensor en forma de respuesta a las preguntas.

El programa inicia declarando las variables que se van a utilizar en forma de registros, adicionalmente se continua con la inicialización del programa. Esta parte cuenta con la vectorización de las interrupciones, para poder realizar los saltos adecuadamente cuando se generen los diferentes tipos de interrupciones.

También se inicializará los registros, en algunos casos limpiando estos y en otros cargando los valores requeridos. Se configurará el timer 0 en modo Auto-recarga pues va ser el encargado de chequear los tiempos entre byte y byte en la trama modbus, así como el tiempo necesario para que se cuelgue el programa si no recibe la trama completa. Se configura la comunicación serial para dar la velocidad de transmisión a 9600 bps, cargando los registros respectivos con los valores calculados de igual forma que en los programas anteriores.

El programa inicia revisando el modo en que se va a trabajar (Normal o Programación). En el caso de entrar al modo normal de trabajo se llamará a una subrutina encargada de tomar los códigos almacenados en la EEPROM y cargarlos en la memoria de programa del microcontrolador, para reducir el tiempo de acceso a los mismos en la lectura de cada código, ya que si se accede directamente a la memoria EEPROM cada vez que se requiera enviar un código, este proceso tomaría demasiado tiempo. En caso de estar en modo de programación el programa dará señales visuales a través de los leds con que cuenta la tarjeta para indicar que entró a este modo. En el modo de programación el programa esperará a que llegue un código para leer el contenido de la memoria EEPROM u otro para escribir en la misma.

En el modo normal, el programa comenzará limpiando la bandera de recepción y el buffer del puerto serial, en caso de que hubiese llegado algún dato por ese puerto mientras se realizaba la inicialización del mismo. A continuación se carga los valores necesarios a los registros del Timer 0 para que este proporcione un tiempo de espera de aproximadamente 3 ms en donde toda trama serial que llegue será desechada y hará que

se reinicie ese tiempo de espera. Se hace esto para cumplir el protocolo PROFIBUS, el cual establece que como señal de inicio de una trama válida en este protocolo deberá existir al menos tres tiempos de carácter antes de comenzar la transmisión de datos. Puesto que la velocidad de envío de datos es de 9600 bps, el tiempo de carácter será de aproximadamente 1 ms, es por ello que el programa desechara cualquier trama que llegue antes de ese tiempo de espera.

Una vez que transcurrió el tiempo de espera necesario y no existió ninguna interrupción por la llegada de datos en el puerto serial, se limpia el buffer como medida de precaución y seguridad de transmisión, y se procede a esperar que llegue un dato mediante el puerto serial.

Cuando llega algún dato serialmente se lo guarda, pues posiblemente sería el byte correspondiente a la dirección del esclavo PROFIBUS. Para confirmarlo se lo compara con el número 01D y, si no es igual, se toma como una trama no válida y se retomaría a dar los 3 tiempos de carácter en silencio. En caso que este dato efectivamente fuese 01D se continúa con una subrutina para recibir cinco datos seguidos adicionales, pero en este caso se utilizará el Timer 0 para no permitir que el tiempo entre dato y dato sea mayor a 2 tiempos de carácter (aproximadamente 2ms).

Al finalizar la recepción de estos datos más, si se han recibido todos, se activará una bandera para indicar al programa principal que la recepción fue exitosa. Es por ello que a continuación del retorno de esta subrutina, se chequea el estado de esta bandera. En caso de que la bandera indique que no se completó la recepción correctamente el

programa reiniciará para esperar por otra trama válida; caso contrario, proseguirá con el chequeo de la función.

El contenido de los datos recibidos dependerá de la función que se esté solicitando en esta trama, pero en cualquiera de los casos el segundo byte recibido será el dato correspondiente a la función que se está solicitando. Se compara éste con las tres posibilidades funciones desarrolladas en el presente trabajo para su identificación y posteriormente se llama a la subrutina de la respectiva función solicitada. En caso de no ser ninguna de ellas, nuevamente se desecha esta trama y se retorna a esperar una nueva función válida.

4.5.5.1. SUBROUTINA CORRESPONDIENTE A LA FUNCIÓN 01

Se debe notar que los datos recibidos hasta este punto del programa son: Dirección Esclavo (01D), Función (01D), Dirección Bobinas Alta (00D), Dirección Bobinas Baja (00D), Número de Bobinas Alta (00D) y Número de Bobinas Bajo (72D). Se inicia esta subrutina cargando nuevamente los registros del Timer 0 para dar el tiempo de espera máximo de 2 ms entre byte y byte dentro de la trama. Se procede entonces a recibir los dos datos faltantes en la trama que son: el CRC Alto y Bajo respectivamente, siempre chequeando que no se sobrepase de los 2 tiempos de carácter permitidos entre estos bytes, porque de hacerlo se anulará toda la trama y se esperará por una nueva.

Luego de haber recibido los dos datos de CRC, se llama a la subrutina correspondiente al cálculo del CRC, y con el resultado de este proceso se compara los datos recibidos de CRC Alto y Bajo con los obtenidos mediante la subrutina, para comprobar la integridad de la trama recibida; si uno de los dos datos correspondientes al CRC no es igual al calculado, se desechará la trama y se espera por otra completa. En caso de coincidir estos dos datos se continúa con la subrutina.

Se procede a habilitar el otro canal de comunicación de la tarjeta en modo de transmisión a 9 bits, para empezar la petición de estado de los botones y puertas de los diferentes pisos a través de las TDP. Se envía el código asignado para dicha tarea (0F1H) a las TDP y el programa entra en modo de recepción a 9 bits y activa el chequeo de la paridad de cada uno de los datos enviados desde las diferentes TDP. Se carga los valores de los registros del Timer 0 para contar 60 ms, que es el tiempo que se estima demorarán todas las TDP en enviar sus respectivas respuestas, y con esto se asegura que si la respuesta no llega el programa no se congele en este punto.

A continuación el programa asignará el valor correspondiente a un contador para las respuestas de las TDP y esperará por las once respuestas de cada uno de los pisos chequeando siempre la paridad para asegurarse que no hubo problemas en el envío.

Cuando se ha terminado de recibir todo los datos, y se ha confirmado su integridad mediante la paridad, se ejecuta la subrutina que se encarga de procesar estos datos. Se inicia este proceso extrayendo de cada dato la dirección de la tarjeta que lo

envía, con esta información se ubicará los bits de estado de los botones en cada uno de los bytes para la respuesta modbus.

Terminando el proceso de ordenamiento de los datos recibidos desde las TDP, el programa cambiará a modo de transmisión por el mismo canal, para pedir los datos de estado de botones a la cabina. Este proceso es similar al que se realiza para establecer las comunicaciones con las TDP, enviando primero un código para indicar a la tarjeta de cabina que se le está solicitando enviar los tres bytes de información de estado de los botones de cabina, posteriormente esta tarjeta enviara los tres datos y el programa procesara estos datos y los guardará en los respectivos registros para la trama de respuesta.

Con todos los datos listos para el envío de la respuesta PROFIBUS, se calcula los bytes correspondientes al CRC utilizando para esto todos los datos a ser transmitidos. Finalmente se procede al envío sucesivo de los bytes que conforman la trama de respuesta.

4.5.5.2. SUBROUTINA CORRESPONDIENTE A LA FUNCIÓN 06

Cabe recordar que para cuando el programa ingresa una de las subrutinas correspondientes a las funciones Profibús, ya se han recibido previamente cinco datos de la trama de la pregunta, esta subrutina comenzara recibiendo los datos restantes de esta trama y estos serían el CRC Alto y Bajo, para ello se comenzara cargando los

valores para contar 2 tiempos de carácter en el time o conforme a las regulaciones del protocolo PROFIBÚS.

Una vez recibido todos los datos de la trama de la pregunta, se procede a realizar el cálculo del CRC para su comparación con el de los enviados. Para esto se utilizan todos los bytes de la trama exceptuando los correspondientes al CRC. En caso que la comparación no sea igual la trama no será válida y se procederá a esperar por otra trama de pregunta.

Si la comparación es igual, se procede a cargar los datos recibidos en la trama PROFIBÚS a los registros para enviar a las TDP; esto es, se tomara el byte correspondiente a la Dirección Baja y se lo guarda ya que es el código de la forma de presentar los caracteres. Se toma el dato del valor a escribir alto para guardarlo como el código del primer carácter a presentar y adicionalmente se toma el dato correspondiente al valor a escribir bajo para enviarlo como el código del segundo carácter a presentar del segundo display.

Se configura el puerto serial para transmitir a 9 bits el código de la forma de despliegue de los caracteres, y posteriormente se cambia a 8 bits para enviar los datos de los códigos.

4.5.5.3. SUBROUTINA CORRESPONDIENTE A LA FUNCIÓN 15

Se inicia esta subrutina nuevamente cargando los valores para el tiempo máximo de espera entre bytes en la trama, equivalente a dos tiempos de carácter. A continuación se espera la llegada de un byte mediante el puerto serial; este dato será el Byte o Contador de Datos que es el que indicará cuantos bytes de datos le seguirán a continuación sin tomar en cuenta los dos del CRC.

Se llama a la subrutina para la recepción de estos datos y se procede a chequear que hayan llegado todos, de la misma forma en que se lo realizó en la función uno chequeado la bandera de recepción correcta. Luego con todos los datos ya que recibidos, se procede a calcular el CRC para realizar la comprobación de la integridad de la trama de la pregunta.

Si los dos datos del CRC calculados no coinciden con los recibidos se omiten la trama y se espera por otra se retorna al principio del programa; caso contrario, si los dos bytes son iguales se continua con el procedimiento de los datos recibidos.

Hecho esto se realiza la operación de mover los datos recibidos en la trama de la pregunta PROFIBÚS a registros para el envío hacia las TDP. Se configura el puerto serial a 9 bits y se selecciona el canal de transmisión a las DTP. A continuación se envía

el código de escritura para las Tarjetas d piso (0F0H), se cambia a comunicación de 8 bits y posteriormente se envía todos los datos recibidos para cada tarjeta, mediante su dirección, tome los datos correspondientes al estado de las luces de su respectivo piso.

4.5.5.4. SUBRUTINAS DE RELACIONADA CON LA MEMORIA EEPROM

4.5.5.4.1. SUBRUTINAS PARA CARGAR LOS VALORES A LA MEMORIA PROGRAMA

Para la subrutina que carga los valores en la memoria EEPROM a la memoria de programa, se inicia guardando la dirección de la primera localidad de la memoria en un registro para traer este dato que corresponde al número de pisos que el ascensor.

A continuación lo que se hace es guardar la dirección de la segunda localidad de la memoria en un registro del programa, porque a partir de ahí se leerán en los códigos de los caracteres almacenados. Con la ayuda de un puntero que indica la dirección de las localidades en donde se guardarán los datos extraídos se comienza el proceso de ir tomando cada código y del EEPROM y guardarlo en la memoria de programa.

4.5.5.4.2. SUBROUTINA PARA LECTURA Y ESCRITURA EN MODO DE PROGRAMACIÓN

Si el jumper de programación se encuentra colocado el programa saltara al modote programación en donde lo que se hacer inicialmente es prender y apagar los leds dos veces para indicar al usuario que la tarjeta de master entro a modo de programación.

Luego el programa entra a un estado de espera, en donde simplemente chequea la bandera de recepción por el puerto serial. Cuando un dato ingresa serialmente al buffer del micro de este toma dicho dato y lo retrasmite para confirmar que la comunicación esta correcta. Como siguiente paso se compara el dato recibido con dos posibles códigos: 254 para enviar los datos a ser escritos en la memoria EEPROM; o 253 para leer los datos guardados previamente en la memoria.

Si el código es el 254 lo que se hará es nuevamente retrasmite el código recibido como forma de comprobación de que las comunicaciones están funcionando correctamente, para posteriormente esperar por la llegada del número de pisos que se van a guardar. Una vez recibida esta información se guarda la dirección de la primera localidad de la memoria EEPROM es un registro del programa y con la ayuda de la subrutina de escritura se alacena este dato en la memoria. A continuación se multiplica el dato de número de pisos por dos para tener un contador que nos ayudara a determinar

cuándo se termina de recibir los códigos de cada piso. Se hace esta multiplicación porque son dos caracteres por piso lo que se requieren para mostrar en las TDP.

A continuación se realizara la operación repetitiva de esperar por un dato serial y guardarlo, incrementar registro que indica la dirección en donde se guardara y finalmente enviar a la memoria por medio de las líneas SDA y SCL. Es de notar que no se utilizo un timer para evitar que el programa se quede colgado en el caso de que un dato no llegue, pues el programa principal de la tarjeta no funcionaria sin los datos completos.

En el caso de que el código recibido sea el 253 simplemente se realiza las operaciones de lectura de datos almacenados en la memoria para su posterior envío mediante el puerto serial con la ayuda del contador de pisos multiplicado por dos al igual que en las operaciones de escritura.

CAPITULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD EN ASCENSORES

5.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO ASCENSOR

Para finalizar el proyecto hicimos unas pruebas que le vamos a explicar a continuación:

5.1.1. REVISIÓN DEL PESO ADECUADO PARA EL CONTRAPESO:

Se revisara que las pesas que colocamos en el momento de la instalación sean las correctas para que el peso de la cabina este igual con el peso del contrapeso, para esto se mencionó en el subcapítulo 3.3.2 que el peso que debe tener nuestro contrapeso es la capacidad que el ascensor soporta en los viajes que haga más el 50% de dicha capacidad, entonces con esta pequeña observación se procede a desplazar la cabina y el contrapeso accionado el freno ubicado en la parte superior de la máquina del ascensor y giramos el volante has que se encuentren a la misma altura, es decir que el contrapeso

y la cabina estén frente a frente, luego en la cabina se debe colocar el 50% de peso adicional, luego accionamos el freno de la máquina y observamos que si la cabina se nos desplaza hacia abajo quiere decir que a nuestro contrapeso le falta colocar una o dos pesas de cemento, pero si la cabina se nos desplaza hacia arriba quiere decir que existe en el contrapeso una o dos pesas de cemento de más.

Si nuestro contrapeso tiene poco peso iremos colocando las pesas de cemento una a una siempre y cuando sea necesario, luego procedemos a ponerlos frente a frente la cabina y el contrapeso accionamos el freno con el peso adicional en la cabina y observamos que si la cabina y el contrapeso una vez aumentadas o disminuidas las pesas de cemento en nuestro contrapeso no se desplaza hacia abajo ni hacia arriba quiere decir que los pesos están equilibrados.

5.1.2. REVISIÓN DEL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA CABINA

5.1.2.1. REVISIÓN DE LA CERRADURA DE PUERTAS DE HALL

En esta prueba de funcionamiento revisaremos el trinche metálico del operador de puerta de cabina:

Este trinche metálico ubicado en el operador de puerta de cabina también conocido como CAN, es el que realiza la función de abrir las puertas de hall cuando la cabina llega al piso de destino enanchándose y alzando la cerradura de puerta de hall.

Esta cerradura de puerta de hall la cual ubicada en cada uno de los cabeceros de puerta de hall de cada piso hay veces que chocan con el CAN, para solucionar este pequeño inconveniente con una llave de boca 13 mm vamos a los tornillos regulables que tiene la cerradura de puerta y movemos a la cerradura para el lado que necesite moverse para que ya no choquen con el CAN del operador de puerta de cabina.

Esta operación de corregir la posición de la cerradura de cada una de las puertas de hall se la realiza con la máquina desenergizada, accionando el freno de la máquina y girando el volante para que la cabina se pueda desplazar verticalmente y así ir revisando que el CAN no este chocando con ninguna cerradura y si choca en alguna ese mismo rato corregir la posición de la cerradura.

5.1.2.2. CORRECCIÓN DE LA POSICIÓN DE LLEGADA DE LA CABINA DEL ASCENSOR

En esta prueba se debe energizar todo el ascensor para que funcione normalmente e ir probando en cada piso como está llegando la cabina, ya que la llegada de la cabina del ascensor se observa que este bien, si la cabina del ascensor llega al piso de destino y la pisadera de cabina coincide con la pisadera de la puerta de hall. Sino coinciden las pisaderas lo que se debe hacer es una corrección de la posición del imán que acciona al sensor CN que se encuentra ubicado en la riel derecha de carro de cabina moviéndole ya sea para arriba o para abajo esto se lo hace siempre tomando en cuenta si la cabina se nos quedó arriba de la pisadera de puerta de hall o dejado de dicha pisadera.

Esta corrección de la llegada de la cabina del ascensor se la debe realizar en los viajes de subida y de bajada.

5.1.2.3. REVISIÓN DE APERTURA Y CIERRE DE LA PUERTA DE CABINA

La acción de apertura y cierre de la puerta de cabina la realiza el operador de puertas que se encuentra ubicado en la parte superior de la cabina y tiene una tarjeta electrónica la cual controla el pequeño motor que realiza la acción de abrir y cerrar la puerta de cabina siempre y cuando reciba la señal que viene desde el PLC ordenándole que realice dicha orden. Esta tarjeta electrónica tiene unos potenciómetros los cuales permiten realizar la regulación de la velocidad que debe estar entre los 3 y 4 segundos en el momento que el motor del operador de puerta realiza la acción de apertura y cierre de la puerta de cabina.

5.1.2.4. REVISIÓN DE LAS SEGURIDADES DEL ASCENSOR

Nuestro ascensor para estar seguro debe tener encendidas las siguientes seguridades las cuales las observamos en el PLC.

Deben estar encendidos los focos leds del PLC I0, I1, I2, I3, I14, I15 los cuales son el CAS, GS, CP, IMR, CN, CAP1 y CAP2 estas son las seguridades más importantes del ascensor.

Cuando no enciende el led I1 e I2 que serían el contacto GS y el contacto CP es porque se encuentran abiertos esto a veces pasa porque el rato de limpiar todo el ducto para comenzar a realizar las pruebas, en cualquiera de estos contactos puede entrar una pequeña piedra que está impidiendo que se cierre el contacto, entonces lo que se debe hacer es desenergizar el ascensor, soltar el freno y por medio del volante ir desplazando la cabina e ir revisando y limpiando cada uno de los contactos eléctricos de los cabeceros de puertas de hall ya que esos son los contactos CP y el GS es el contacto eléctrico que se encuentra en el operador de puerta de cabina, es decir es el contacto que se activa cuando la puerta de cabina se encuentra cerrada.

5.2. CONFIGURACION PROFIBÚS

Un sistema PROFIBÚS utiliza un maestro de bus para consultar dispositivos esclavos descentralizados según el sistema MULTIDROP en un bus serie RS485. Un esclavo PROFIBÚS es cualquier dispositivo periférico (transductor E/S, válvula, accionamiento del motor u otro dispositivo de medición) que procese información y envíe su salida al maestro. El esclavo conforma una estación pasiva en la red debido a que no tiene derechos de acceso al bus y sólo puede acusar mensajes recibidos o bien enviar mensajes de respuesta al maestro sobre petición. Todos los esclavos PROFIBÚS tienen la misma prioridad y toda la comunicación de red se inicia desde el maestro.

Un maestro PROFIBÚS conforma una "estación activa" en la red. PROFIBÚS DP define dos clases de maestro. Un maestro clase 1 (por lo general un controlador

central programable (PLC) o un equipo dotado de un software especial) procesa la comunicación normal o intercambia datos con los esclavos que tiene asignados. Un maestro clase 2 (por lo general un dispositivo de configuración, p. ej. un portátil o una consola de programación utilizada para la puesta en marcha, mantenimiento o con fines de diagnóstico) es un dispositivo especial utilizado principalmente para poner en marcha esclavos y para fines de diagnóstico.

El S7-1200 se conecta a una red PROFIBÚS como esclavo DP con el módulo de comunicación CM 1242-5. El módulo CM 1242-5 (esclavo DP) puede ser el interlocutor de maestros DP V0/V1. (Ver figura V.1)

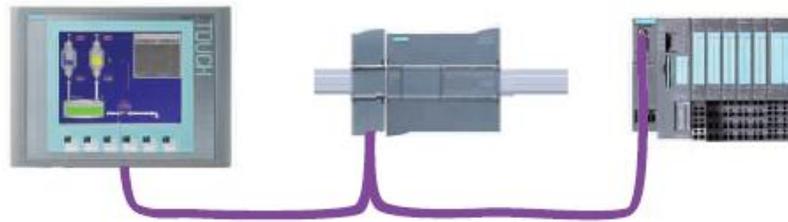


Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura V.1 S7-1200 es esclavo DP del controlador S7-300

El S7-1200 se conecta a una red PROFIBÚS como maestro DP con el módulo de comunicación CM 1243-5. El módulo CM 1243-5 (maestro DP) puede ser el interlocutor de esclavos DP V0/V1. (Ver figura V.2)

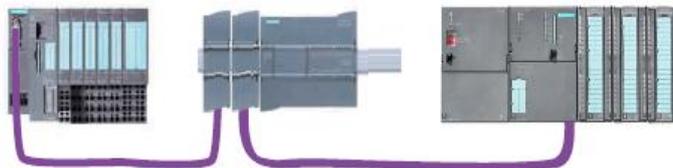


Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura V.2 S7-1200 es maestro que controla a un esclavo ET200SDP

Si un CM 1242-5 y un CM 1243-5 están instalados conjuntamente, un S7-1200 puede ejecutar ambos simultáneamente como un esclavo de un sistema maestro DP de nivel superior y como un maestro de un sistema maestro DP subordinado, respectivamente. (Ver figura V.3)



Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura V.3 S7-1200 es maestro y esclavo con dos CM instalados simultáneamente

5.2.1. INSTRUCCIONES DE E/S DESCENTRALIZADAS

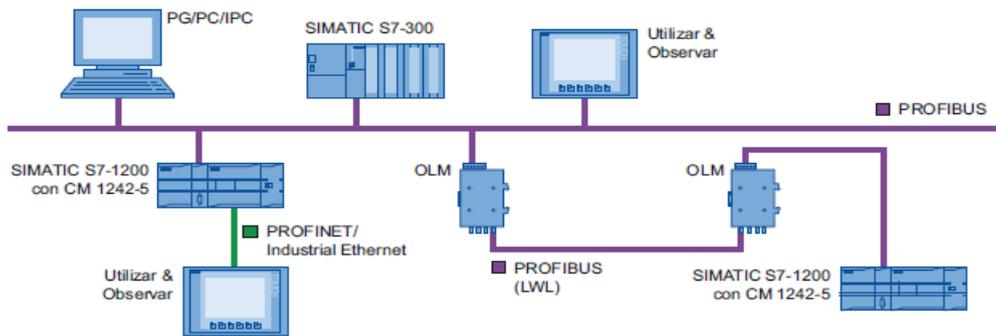
Las siguientes instrucciones de E/S descentralizadas pueden utilizarse con PROFINET o PROFIBÚS:

- Instrucción RDREC: Es posible leer un registro de datos con el número INDEX desde un componente.
- Instrucción WRREC: Es posible transferir un registro con el número INDEX a un esclavo DP o un componente de dispositivo PROFINET IO definido por ID.
- Instrucción RALRM: Es posible recibir una alarma con toda la información correspondiente desde un esclavo DP o un componente de dispositivo PROFINET IO y suministrar esta información a sus parámetros de salida.
- Instrucción DPRD_DAT: La CPU soporta hasta 64 bytes de datos coherentes. Las áreas de datos coherentes mayores de 64 bytes de un esclavo DP estándar o de un dispositivo se tienen que leer con la instrucción DPRD_DAT.
- Instrucción DPWR_DAT: La CPU soporta hasta 64 bytes de datos coherentes. Las áreas de datos coherentes mayores de 64 bytes se tienen que escribir en un esclavo DP estándar o en un dispositivo PROFINET IO con la instrucción DPWR_DAT.

Para PROFIBÚS se puede utilizar la instrucción DPNRM_DG para leer los datos de diagnóstico actuales de un esclavo DP en el formato especificado por EN 50 170 Volumen 2, PROFIBÚS.

5.2.2. EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN PARA PROFIBÚS

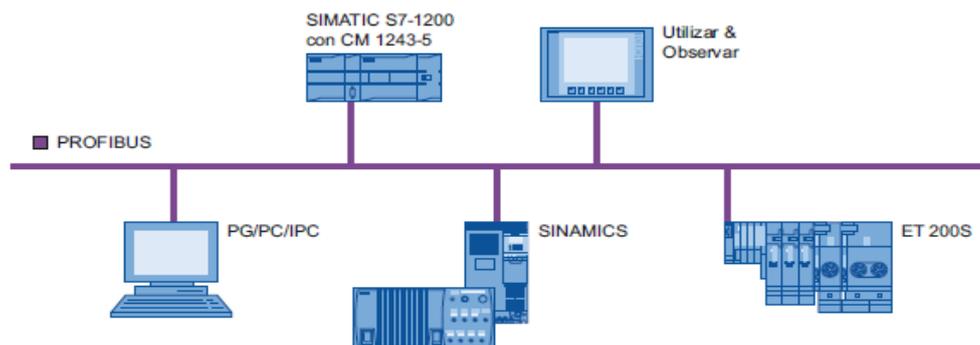
A continuación encontrará ejemplos para la configuración en donde se utiliza el CM 1242-5 como esclavo PROFIBUS y el CM 1243-5 como maestro PROFIBÚS.



Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura V.4 Ejemplo de configuración con CM 1242-5 como esclavo PROFIBUS



Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura V.5 Ejemplo de configuración con CM 1243-5 como maestro

5.2.2.1. CONEXIÓN DE LA S7-1200 A PROFIBUS DP

Con ayuda de los siguientes módulos de comunicación se puede conectar la S7-1200 a un sistema de bus de campo PROFIBUS:

- CM 1242-5

Función de esclavo DP

- CM 1243-5

Función de maestro DP clase 1

En caso de montaje de un CM 1242-5 y un CM 1243-5, una S7-1200 puede realizar al mismo tiempo las siguientes funciones:

- esclavo de un sistema maestro DP de rango superior; y
- maestro de un sistema maestro DP subordinado

5.2.2.2. PROTOCOLOS DE BUS

Los CMs PROFIBÚS utilizan el protocolo PROFIBÚS DP-V1 según las siguientes normas:

- IEC 61158 (2004), tipo 3
- IEC 61784-1 (2007), CPF-3/1

5.2.2.3. INTERLOCUTORES DE COMUNICACIÓN PROFIBÚS DE LA S7-1200

Con los dos CMs PROFIBÚS se hace posible a la S7-1200 transmitir datos a los siguientes interlocutores.

- CM 1242-5

El CM 1242-5 (esclavo DP) puede ser interlocutor de los siguientes maestros

DP-V0/V1:

- SIMATIC S7-1200, S7-300, S7-400
- Módulos maestros DP de la periferia descentralizada SIMATIC ET200
- Estaciones PC SIMATIC
- SIMATIC NET IE/PB Link
- Equipos de automatización de diversos fabricantes

- CM 1243-5

El CM 1243-5 (maestro DP) puede ser interlocutor de los siguientes esclavos

DP-V0/V1:

- Accionamientos y actuadores de diversos fabricantes
- Sensores de diversos fabricantes
- CPU S7-1200 con esclavo PROFIBÚS DP "CP 1242-5"
- CPUs S7-200 con módulo DP PROFIBÚS EM 277
- Módulos esclavos DP de la periferia descentralizada SIMATIC ET200
- CP 342-5
- CPU S7-300/400 con interfaz PROFIBÚS
- CPU S7-300/400 con CP PROFIBÚS

5.2.2.4. FORMAS DE COMUNICACIÓN ENTRE DP-V1

Se dispone de las siguientes formas de comunicación entre DP-V1:

- Comunicación cíclica (CM 1242-5 y CM 1243-5)

Ambos módulos PROFIBÚS dan soporte a la comunicación cíclica para la transmisión de datos de procesos entre esclavo DOP y maestro DP.

La comunicación cíclica corre a cargo del sistema operativo de la CPU. Para esto no se necesitan bloques de software. Los datos de E/S se leen o se escriben directamente en la imagen del proceso de la CPU.

- Comunicación acíclica (sólo CM 1243-5)

El módulo maestro DP da soporte además a la comunicación acíclica con ayuda de bloques de software:

- Para el tratamiento de alarmas se dispone de la instrucción "RALRM".
- Para la transmisión de datos de configuración y diagnóstico se dispone de las instrucciones "RDREC" y "WRREC".

5.2.2.5. OTROS SERVICIOS DE COMUNICACIÓN DEL CM 1243-5

El módulo maestro DP CM 1243-5 da soporte a los siguientes otros servicios de comunicación:

- Comunicación S7

- Servicios PUT/GET

El maestro DP actúa como cliente y servidor para peticiones de otros controles S7 o PCs a través de PROFIBÚS.

- Comunicación PG/OP

Las funciones PG permiten cargar datos de configuración y programas de usuario desde un PG así como la transmisión de datos de diagnóstico a un PG.

Interlocutores posibles para la comunicación OP son HMI-Panels, SIMATIC Panel-PCs con WinCC flexible o sistemas SCADA compatibles con la comunicación S7.

5.2.2.6. CONFIGURACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS

La configuración de los módulos, las redes y las conexiones se realiza en STEP 7 a partir de la versión V11.0.

Para la configuración en sistemas ajenos está a disposición un archivo GSD para el CM 1242-5 (esclavo DP) en el CD suministrado con el módulo, así como en las páginas de Siemens Automation Customer Support en Internet.

Los datos de configuración de los CMs PROFIBÚS se almacenan en la respectiva CPU local. Gracias a esto, en caso de recambio se pueden sustituir fácilmente estos módulos de comunicación.

Por cada estación se pueden configurar como máximo tres CMs PROFIBÚS y de estos como máximo un maestro DP.

5.2.2.7. CONEXIONES ELÉCTRICAS

- Alimentación eléctrica
 - El CM 1242-5 se alimenta a través del bus de panel posterior de la estación SIMATIC.
 - El CM 1243-5 posee una conexión propia para la alimentación eléctrica con DC 24 V.

- PROFIBÚS

La interfaz RS485 de la conexión PROFIBÚS es un conector hembra Sub-D de 9 polos.

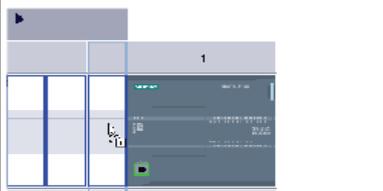
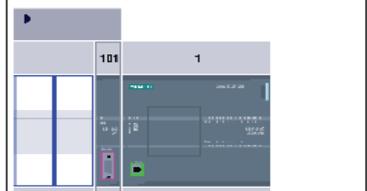
Las redes PROFIBUS ópticas se pueden conectar opcionalmente a través de un Optical Bus Terminal OBT o de un Optical Link Module OLM.

5.2.3. AGREGAR EL MÓDULO CM 1243-5 (MAESTRO DP) Y UN ESCLAVO DP

Utilice el catálogo de hardware para agregar módulos PROFIBÚS a la CPU. Estos módulos se conectan a la izquierda de la CPU. Para insertar un módulo en la configuración de hardware, selecciónelo en el catálogo de hardware y haga doble clic en él, o bien arrástrelo hasta el slot resaltado.

Fuente: Autor

Tabla V.I Agregar un módulo PROFIBÚS CM 1243-5 (maestro DP) a la configuración de dispositivos

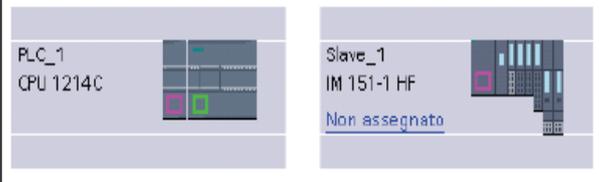
Módulo	Seleccionar el módulo	Insertar el módulo	Resultado
CM 1243-5 (maestro DP)			

Asimismo, utilice el catálogo de hardware para agregar esclavos DP. Por ejemplo, para agregar un esclavo DP ET200 S, en el catálogo de hardware, expanda las siguientes carpetas:

- E/S descentralizada
- ET200 S
- Módulos de interfaz
- PROFIBÚS

A continuación, seleccione "6ES7 151-1BA02-0AB0" (IM151-1 HF) en la lista de referencias y agregue el esclavo DP ET200 S como se muestra en la figura de abajo.

Tabla V.II Agregar un esclavo DP ET200S a la configuración de dispositivos

Inserte el esclavo DP	Resultado
	

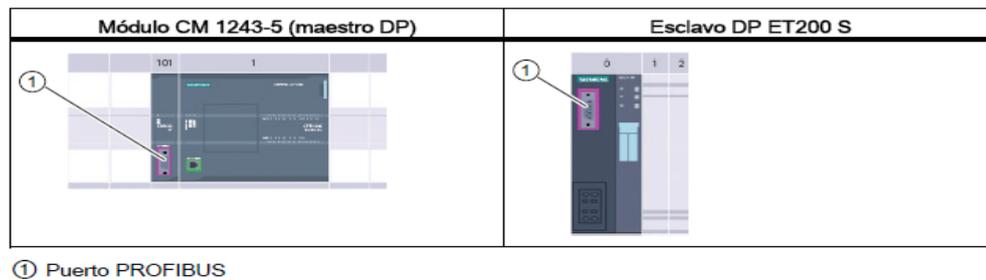
5.2.4. ASIGNAR DIRECCIONES PROFIBÚS AL MÓDULO CM 1243-5 Y AL ESCLAVO DP

Vamos asignar direcciones profibús a nuestro modulo.

5.2.4.1. CONFIGURAR LA INTERFAZ PROFIBÚS

Tras configurar las conexiones de red lógicas entre dos dispositivos PROFIBÚS, puede proceder a configurar los parámetros de las interfaces PROFIBÚS. Para tal fin, haga clic en la casilla PROFIBÚS lila en el módulo CM 1243-5; seguidamente, la ficha "Propiedades" de la ventana de inspección mostrará la interfaz PROFIBÚS. La interfaz PROFIBÚS del esclavo DP se configura del mismo modo.

Tabla V.III Configurar las interfaces PROFIBÚS del módulo CM 1243-5 (maestro DP) y del esclavo DP ET200S



5.2.4.2. ASIGNAR LA DIRECCIÓN PROFIBÚS

En una red PROFIBÚS a cada dispositivo se le asigna una dirección PROFIBÚS. Esta dirección tiene un rango de 0 a 127, con las excepciones siguientes:

- Dirección 0: Reservada para la configuración de red y/o herramientas de programación asignadas al bus
- Dirección 1: Reservada por Siemens para el primer maestro
- Dirección 126: Reservada para dispositivos de fábrica que no disponen de un ajuste por interruptor y deben ser predireccionados a través de la red
- Dirección 127: Reservada para transmitir mensajes a todos los dispositivos de la red y no puede ser asignada a dispositivos operativos.

Por lo tanto, las direcciones que se pueden utilizar para dispositivos operativos PROFIBÚS están comprendidas entre 2 y 125.

En la ventana de propiedades, seleccione la entrada de configuración "Dirección PROFIBÚS". STEP 7 muestra el cuadro de diálogo de configuración de la dirección PROFIBÚS, mediante el cual se asigna la dirección PROFIBÚS del dispositivo.



Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Figura V.6 Ventana de las propiedades de la dirección PROFIBÚS

Fuente:

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLC_S7_1200

Tabla V.IV Parámetros de la dirección PROFIBÚS

Parámetro	Descripción
Subred	<p>Nombre de la subred a la que está conectada el dispositivo. Haga clic en el botón "Agregar nueva subred" para crear una subred nueva. El ajuste predeterminado es "no conectado". Son posibles dos tipos de conexión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ajuste predeterminado "no conectado" ofrece una conexión local. • Una subred se requiere cuando la red comprende dos o más dispositivos.
Parámetros	<p>Dirección</p> <p>Dirección PROFIBUS asignada al dispositivo</p>
	<p>Dirección más alta</p> <p>La dirección PROFIBUS más alta está basada en las estaciones activas en PROFIBUS (por ejemplo, maestro DP). Los esclavos DP pasivos tienen independientemente direcciones PROFIBUS entre 1 y 125 incluso si la dirección PROFIBUS más alta está ajustada p. ej. en 15. La dirección PROFIBUS más alta es relevante para el envío del token (envío de los derechos de transmisión). El token sólo se envía a estaciones activas. Al especificar la dirección PROFIBUS más alta se optimiza el bus.</p>
	<p>Velocidad de transferencia</p> <p>Velocidad de transferencia de la red PROFIBUS configurada: Las velocidades de transferencia de PROFIBUS abarcan un rango de 9,6 Kbits/s a 12 Mbits/s. El ajuste de la velocidad de transferencia depende de las propiedades de los nodos PROFIBUS utilizados. La velocidad de transferencia no debe exceder la velocidad soportada por el nodo más lento.</p> <p>La velocidad de transferencia se ajusta normalmente para el maestro en la red PROFIBUS. Todos los esclavos DP utilizan automáticamente la misma velocidad de transferencia (auto-baud).</p>

5.3. PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE LA TARJETA MASTER Y LAS TDP

Una vez que se recibe una trama de pregunta en PROFIBÚS, la Tarjeta Master establece comunicaciones con todas las TDP. Para comprobar que dicha comunicación funciona de acuerdo a lo esperado, era preciso realizar pruebas conectando todas las TDP a la Tarjeta Master y verificado que no haya problemas de colisiones de tramas o perdidas de datos.

Para poder realizar una comprobacion mas completa, el siguiente paso en cuanto a pruebas se refiere, fue el de interconectar todo el sistema, reemplazando el control del ascensor por la computadora personal con el software.

5.4. PRUEBAS DEL SISTEMA FINAL POST-IMPLEMENTACION EN EL ASCENSOR

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento de las comunicaciones de todo el sistema y comprobado su funcionamiento con el software antes mencionado, se procedió a la instalación del sistema del ascensor. Para ello se tendió cable especial de comunicación RS-485 y se conectó las TDP en cada uno de los pisos, y a continuación

se ubicó la Tarjeta master en el tablero principal de control cerca del control del ascensor.

Una vez terminada la conexión de todos los elementos se inició las pruebas comprobando los niveles de voltaje en cada una de las tarjetas en los respectivos pisos. Posterior a esto se comprobaron medidas de valores de impedancia de la línea de comunicación junto con la verificación del sistema de puesto a tierra.

Finalizando las pruebas referentes a las protecciones del sistema, se procedió a la comprobación del funcionamiento integral del sistema, verificando que el control se comunique con la Tarjeta Master y a su vez ésta con las TDP para la ejecución de la petición de control.

5.5. SEGURIDAD EN ASCENSORES

1. El diseño y construcción del pozo debe garantizar que tan solo las personas debidamente autorizadas puedan ingresar a éste para realizar trabajos netamente de instalación, ajuste, inspección, reparación, mantenimiento o modernización del ascensor.

2. Al pozo del ascensor se debe proveer de los medios o sistemas que eviten la acumulación de humos o gases calientes en caso de incendio.

3. Se prohíbe ubicar dentro del pozo elementos, accesorios y materiales de naturaleza ajena a los ascensores. Se incluye en esta prohibición el sistema de pararrayos.

4. El foso debe ser construido con materiales impermeabilizantes y debe disponer de sistemas de drenaje que impidan la acumulación de agua.

5. El foso debe mantenerse permanentemente limpio y no debe permitirse que se lo utilice como depósito de basura.

6. El fondo del foso debe ser construido para soportar y garantizar las cargas y reacciones establecidas por el fabricante del ascensor.

7. Las paredes, piso y techo del pozo deben estar construidas con materiales incombustibles, duraderos y que no originen polvo.

8. Se prohíbe ubicar dentro de la sala de máquinas elementos, accesorios, materiales e instalaciones extraños a los ascensores. La sala de máquinas debe mantenerse permanentemente limpia y no se permite que se use como depósito de basura ni para bodegaje u otros fines.

9. El acceso a la sala de máquinas, durante la instalación del ascensor, debe permitir el ingreso solo del personal autorizado sin depender de terceras personas.

10. Los espacios destinados a alojar máquinas, poleas, equipos de control y otros dispositivos deben ser protegidos de condiciones ambientales dañinas, tales como humedad y fuego.

11. La sala de máquinas debe estar ventilada, garantizando la evacuación del calor emitido por el equipo. Las aberturas para la ventilación será igual o mayor al 10% de la superficie del piso de la sala de máquinas. Además debe protegerse de vapores nocivos y humedad; y no se debe permitir que locales ajenos evacuen aire viciado a este ambiente.

12. Los ascensores y equipos de transporte vertical estarán equipados con todos los dispositivos de seguridad que proporcionen el máximo de protección a los pasajeros y a la carga.

13. Todo ascensor debe estar provisto de paracaídas en el carro.

14. Los ascensores deben tener un sistema limitador de velocidad, el cual debe estar completo y operando de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

15. Cuando el foso está ubicado por encima de locales con acceso a personas y vehículos, el contrapeso debe, también, ir provisto de un paracaídas.

16. Todo ascensor debe tener interruptores de límites de carrera tanto superiores como inferiores, sin permitir defecto alguno en su funcionamiento.

17. Se debe colocar interruptores de protección en los extremos del recorrido, debidamente distanciados, de tal manera que el segundo opere si el primero no se acciona, o que un tercero opere si el segundo no se accione y así sucesivamente o un sistema equivalente que garantice la desconexión del ascensor cuando este sobrepase los niveles de sus pisos extremos. El número de interruptores de protección esta en relación directa con la velocidad del ascensor.

18. Cuando se abre el circuito de seguridades, esto debe producir un corte de alimentación de energía eléctrica al motor y la aplicación inmediata del freno.

19. Los interruptores deben actuar en el sobre recorrido antes de que el contrapeso choque con sus amortiguadores y en el foso antes de que el carro choque con sus amortiguadores.

20. En caso de accionamiento del seguro contra caídas del carro o del contrapeso, un mecanismo montado sobre el mismo, debe provocar el corte de circuito de seguridades, cuando más tarde, en el momento de su accionamiento.

21. La acción del limitador de velocidad debe activar el circuito de seguridades antes de accionar el paracaídas.

22. Los motores del ascensor deben estar protegidos mediante dispositivos adecuados contra corrientes eléctricas excesivas, sobrecalentamientos, sobrecargas o cortocircuitos.

23. Cuando la máquina de tracción se detenga deben actuar inmediatamente el freno.

24. Toda instalación eléctrica y electrónica de los ascensores debe estar debidamente protegida y conectada adecuadamente a un nivel de tierra.

25. Todo ascensor debe contar con amortiguadores de carro, cuya función es reducir el impacto de éste cuando el ascensor supera la parada inferior.

26. Todo ascensor debe contar con amortiguadores de contrapeso, cuya función es reducir el impacto de éste cuando el ascensor supera la parada superior, salvo el caso de ascensores hidráulicos.

27. Cuando el ascensor está en mantenimiento correctivo, queda terminantemente prohibida su operación para el público.

28. En caso de daño de un limitador de velocidad, el ascensor no debe funcionar para el público hasta que se proceda a su reparación o reemplazo.

29. Debajo de los quicios de las puertas de cabina y de piso, todo ascensor debe tener una cabina cuando ésta se halla fuera de nivel.

30. Todo ascensor debe estar provisto de un dispositivo de sobrecarga que garantice que el ascensor no opere cuando la carga sobrepase la nominal, y a la vez active una señal sonora.

31. Todo ascensor debe tener un disyuntor principal propio e independiente en la sala de máquinas o en la parte superior del pozo para el caso de ascensores MRL que permita desconectar la alimentación eléctrica. Este disyuntor deberá cumplir los requerimientos técnicos especificados por el fabricante.

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. TABULACIÓN DE DATOS

Al llevarse a cabo la automatización del ascensor en el mirador del parque Guayaquil mediante un protocolo de comunicación, es necesario comprobar si con esta implementación mejoraron los niveles en que actualmente se encuentra el ascensor.

La evaluación se realizó con una población de $N = 15$ trabajadores de este mirador, y además $N=15$ usuarios teniendo un total $N=30$ personas encuestadas.

Aplicando un test sencillo a cada uno de los trabajadores se obtuvo una nota promedio con los presentes resultados en la Tabla VI.I

Tabla VI. I Datos Promedios

Nivel	Rango %	Ni
Excelente	9 – 10	13
Muy Buena	6 – 8	11
Buena	3 – 5	3
Insuficiente	0 – 2	3
		$\Sigma ni = 30$

De donde se obtuvo el valor de la media con respecto a su apreciación:

$$\bar{X} = \frac{1}{4}(30)$$

$$\bar{X} = 7.5$$

6.2. MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

El método de comprobación de Hipótesis que ha sido planteado es el cálculo Estadístico de Distribución CHI CUADRADO que es usado para comparar los resultados observados de los resultados esperados por una hipótesis y probar la existencia de una diferencia significativa nos indica si existe o no relación entre las variables, pero no indica el grado o el tipo de relación: es decir, no indica el

porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o la variable que causa la influencia.

LA DISTRIBUCIÓN CHI – CUADRADO PARA UNA MUESTRA ES UTILIZADA CUANDO:

- Cuando los datos puntualizan a las variables cualitativa (nominal u ordinal).
- Poblaciones pequeñas.
- Cuando se desconocen los parámetros media, moda, etc.
- Cuando se quiere contrastar o comparar hipótesis.
- Investigaciones de tipo social - muestras pequeñas no representativas >5.
- Población $> a 5$ y $< a 30$

6.3. TIPOS DE METODOS DE LA PRUEBA CHI-CUADRADA

Dentro de la prueba chi-cuadrada tenemos otras pruebas las cuales se utilizan de acuerdo a las cantidades de variables que estemos utilizando y éstas son:

UNA VARIABLE: Prueba de bondad del ajuste

DOS VARIABLES: Prueba de homogeneidad

Prueba de independencia

Como estamos utilizando una variable vamos a trabajar con la prueba de bondad del ajuste.

6.4. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

Supongamos que tenemos un número k de clases en las cuales se han ido registrando un total de n observaciones (n será pues el tamaño muestral). Denotaremos las frecuencias observadas en cada clase por O_1, O_2, \dots, O_k (O_i es el número de valores en la clase A_i). Se cumplirá: $O_1 + O_2 + \dots + O_k = n$

Lo que queremos es comparar las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas (teóricas), a las que denotaremos por E_1, E_2, \dots, E_k . Se cumplirá: $E_1 + E_2 + \dots + E_k = n$.

Fuente: Autor

Tabla VI.II Tabla de prueba de bondad de ajuste

	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA ESPERADA
CLASE 1	O_1	E_1
CLASE 2	O_2	E_2
...
CLASE K	O_k	E_k
Total	n	N

Se tratará ahora de decidir si las frecuencias observadas están o no en concordancia con las frecuencias esperadas (es decir, si el número de resultados observados en cada clase corresponde aproximadamente al número esperado). Para

comprobarlo, haremos uso de un contraste de hipótesis usando la distribución Chi-cuadrado:

$$\text{El estadístico de contraste será } \chi^{2+} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Observar que este valor será la suma de k números no negativos. El numerador de cada término es la diferencia entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada. Por tanto, cuanto más cerca estén entre sí ambos valores más pequeño será el numerador, y viceversa. El denominador permite relativizar el tamaño del numerador.

Las ideas anteriores sugieren que, cuanto menor sean el valor del estadístico χ^{2+} , más coherentes serán las observaciones obtenidas con los valores esperados. Por el contrario, valores grandes de este estadístico indicarán falta de concordancia entre las observaciones y lo esperado. En este tipo de contraste se suele rechazar la hipótesis nula (los valores observados son coherentes con los esperados) cuando el estadístico es mayor que un determinado valor crítico.

Notas:

(1) El valor del estadístico χ^{2+} se podrá aproximar por una distribución Chi-cuadrado cuando el tamaño muestral n sea grande ($n > 30$), y todas las frecuencias esperadas sean iguales o mayores a 5 (en ocasiones deberemos agrupar varias categorías a fin de que se cumpla este requisito).

(2) Las observaciones son obtenidas mediante muestreo aleatorio a partir de una población particionada en categorías.

Un experimento multinomial es la generalización de un experimento binomial:

1. Consiste en n pruebas idénticas e independientes.
2. Para cada prueba, hay un número k de resultados posibles.
3. Cada uno de los k posibles resultados tiene una probabilidad de ocurrencia p_i asociada ($p_1 + p_2 + \dots + p_k = 1$), la cual permanece constante durante el desarrollo del experimento.
4. El experimento dará lugar a un conjunto de frecuencias observadas (O_1, O_2, \dots, O_k) para cada resultado. Obviamente, $O_1 + O_2 + \dots + O_k = n$.

En ocasiones estaremos interesados en comparar los resultados obtenidos al realizar un experimento multinomial con los resultados esperados (teóricos). Ello nos permitirá saber si nuestro modelo teórico se ajusta bien o no a las observaciones. Para ello, recurriremos a la distribución Chi-cuadrado, la cual nos permitirá realizar un contraste sobre la bondad del ajuste.

Concretamente, usaremos el estadístico $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ con $k - 1$ grados de libertad.

Podemos calcular cada frecuencia esperada (teórica) multiplicando el número total de pruebas n por la probabilidad de ocurrencia asociada, es decir: $E_i = n * p_i$ $i=1, \dots, k$

6.5. APLICANDO PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

Fuente: Autor

Tabla VI.III Tabla de datos para hacer la prueba de bondad de ajuste

X	Frecuencia	P(x)	Frecuencia esperada
1	13	0,25	7,5
2	11	0,25	7,5
3	3	0,25	7,5
4	3	0,25	7,5

$$x^2 = \frac{(13 - 7,5)^2}{7,5} + \frac{(11 - 7,5)^2}{7,5} + \frac{(3 - 7,5)^2}{7,5} + \frac{(3 - 7,5)^2}{7,5}$$

$$x^2 = 4,033 + 1,633 + 2,7 + 2,7$$

$$x^2 = 11,066$$

Este valor comprobamos con el de la tabla nuestro margen del error es del 1%, buscamos con $4-1=3$ grados de libertad, nos colocamos en la fila 0,99 y vemos que el valor 11,3 y como 11,066 es menor que 11,3, no se puede rechazar la hipótesis.

6.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS

En estadística una hipótesis es una aseveración o afirmación acerca de una propiedad de una población. La hipótesis planteada en esta tesis es la siguiente aseveración:

HIPOTESIS: MEDIANTE UN PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ADECUADO SE REALIZARÁ LA AUTOMATIZACIÓN DEL ASCENSOR EN EL MIRADOR DEL PARQUE GUAYAQUIL “PARQUE INFANTIL”.

CONCLUSIONES

- Con el transcurso del tiempo el control de los ascensores ha mejorado, pasando de un control electromecánico a un control con autómatas programables elevando la eficiencia del equipo y la seguridad de las personas que ocupan estos transportes.
- Los dispositivos de seguridad eléctrica deben ir conectados en un circuito serie, porque en el momento que uno de estos dispositivos tenga alguna falla el ascensor se detendrá.
- En la protección mecánica del ascensor se tiene paracaídas de rotura, el cual entra a funcionar solamente cuando se hayan roto los cables de tracción del ascensor.
- El lenguaje “ladder” es utilizado para realizar la programación del controlador lógico programable (PLC) del ascensor, porque es un lenguaje práctico y fácil de aprender.
- La motivación principal para la realización del presente trabajo fue la de facilitar las tareas relacionadas con la instalación y manejo de las botoneras y sistema de display de los ascensores, ya que normalmente se requiere para dicho proceso la utilización de varios conductores por cada piso, es por ello que se pudo comprobar la mejora substancial al utilizar comunicación serial digital. Este método se basa en la implementación de únicamente dos líneas para la transmisión de datos, resultando en

reducción en el tiempo de instalación y materiales utilizados, derivando en la disminución del costo total del proyecto.

- Se utiliza el protocolo PROFIBÚS en este proyecto debido a la amplia gama de posibilidades que este dispone para su instalación, independientemente del tipo de control que se utilice en los ascensores. Pues en la mayoría de casos se utiliza un PLC, en donde las comunicaciones se realizan por medio de dicho protocolo.
- En cuanto a la aplicación concreta de este proyecto, no se ha visto la necesidad de que el esclavo Profibús (en este caso la Tarjeta Master) genere códigos o respuestas de error o excepción, porque en caso de que exista una falla en transmisión de la pregunta, el esclavo simplemente desechará esa trama y esperará una nueva pregunta completa y válida para realizar la acción solicitada.
- Mediante el software especializado para las pruebas del protocolo PROFIBÚS, se comprobó que las tramas generadas en la Tarjeta Master como respuestas a las peticiones simuladas, cumplen con los requerimientos de dicho protocolo, por tanto se concluye que efectivamente la parte correspondiente a la generación de tramas PROFIBÚS es correcta.
- Otra conclusión que se ha establecido luego de la implementación del sistema de transmisión y recepción de datos entre la Tarjeta Master y las TDP, es la utilización de comunicación a 9 bits, lo cual ayuda a que las TDP no procesen información que les llega a su puerto serial cuando no va dirigida a ellas, porque tanto las TDP como la tarjeta de cabina comparten la misma línea de comunicación.

RECOMENDACIONES

- Se debe revisar que todas las partes del ascensor tanto eléctricas como mecánicas estén completas, para poder realizar la instalación y las pruebas de funcionamiento.
- Se recomienda para futuras aplicaciones en donde se requiera el manejo de periféricos la utilización de la comunicación serial digital, por cuanto de esta manera se logra optimizar los tiempos de trabajo, instalación y materiales para la misma.
- Se recomienda para el desarrollo e implementación de proyectos relacionados con este, la ejecución de pruebas exhaustivas previas a la instalación del sistema completo en el sitio mismo de funcionamiento, ya que una vez realizada la implementación la solución de problemas demandaría aumento en costos y tiempos de entrega.
- Resulta conveniente la utilización de la interfaz RS-485 para aplicación de sistemas de comunicación serial en ambientes propensos a la influencia de interferencia y ruido electromagnético puesto que esta interfaz cuenta con un modo diferencial de decodificación de señales, el cual minimiza el efecto del ruido en las líneas mediante la supresión de los valores de voltaje en las mismas.

- Para poder detectar las posibles fallas que se presenten durante la instalación y pruebas de funcionamiento en un ascensor es imprescindible saber cómo funcionan estos equipos y que elementos eléctricos van conectados a las entradas del PLC.

RESUMEN

La presente investigación permitió automatizar un ascensor para discapacitados del mirador del parque Guayaquil de la ciudad de Riobamba utilizando un protocolo de comunicación PROFIBÚS.

El programa está diseñado bajo lenguaje gráfico de contactos, el mismo que es aplicado a través del controlador programable y se ejecuta en tiempo real, resultando una aplicación efectiva. Para lo cual se usó los siguientes materiales, elementos hardware: un computador, Controlador lógico programable, Contactores, Relés, Relé térmico, Breakers, Portafusibles, Fuentes de alimentación 12 y 24 VDC, Motor trifásico de 16 hp, sensores magnéticos, y en software: Sistema Operativo XP, Step 7 TIA V11 Professional SP2, OPC Server.

Se utilizó el método Inductivo para obtener el análisis estadístico, de distribución Chi-cuadrado realizado con una población de $N=30$, $\chi^2=28.033$ nos indica que el valor resultante, está fuera de los valores críticos de la tabla de distribución confirmando que la hipótesis nula es aceptada y el 75% de la población afirma que la calidad y tiempo de proceso es excelente.

Mediante el software especializado para las pruebas del protocolo PROFIBUS, se comprobó que las tramas generadas en la Tarjeta Master como respuestas a las peticiones simuladas, cumplen con los requerimientos de dicho protocolo, por tanto se concluye que efectivamente la parte correspondiente a la generación de tramas PROFIBÚS es correcta.

Se recomienda para detectar posibles fallas en la instalación y pruebas de funcionamiento en el ascensor, conocer el funcionamiento de estos equipos y cuales elementos eléctricos van conectados a las entradas del PLC.

SUMMARY

The present research permitted to automate an elevator for disabled people at Guayaquil park watchtower in Riobamba city through a communication protocol PROFIBUS.

The program is designed under a contact graph language that is applied through the programmable controller and executed in real time, being obtained an effective application. Following materials were used, hardware ones: a computer, programmable logic controller, contactors, relays breakers, fusible holders, 12 and 24 VDC feeding sources, 16 hp three-phase motor, and in software: XP Operating System, Step 7 TIA V11 P professional SP2, Opc, Server.

Inductive Method for the statistical analysis was applied, with Chi-squared distribution on a population of $N=30$, $\chi^2=28.033$ that shows the resulting value is out of the critical values in the distribution table setting that the null hypothesis is accepted and the 75% of population assert that quality and time of the process are excellent.

By means of the specialized software for PROFIBUS protocol proofs, it was proved the generated trams in the Main Card as responses to simulated requests fulfill the protocol requirements, so it is concluded that the part corresponding to PROFIBUS trams generation IS CORRECT.

It is recommended, in order to detect probable failures on installation and elevator functioning proofs, to know the equipment functioning and which ones of the electric components are connected to PLC inputs.

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES.**

MANUAL DE USUARIO

ASCENSOR DE DOS PISOS

PRESENTADO POR:

Galo Eduardo Maldonado Ibarra.

Riobamba-Ecuador

2013

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se detallan cada uno de los procedimientos y condiciones que deben seguir y tomar en cuenta para poner en operación el ascensor por lo que es importante el estudio de este manual.

2. GENERALIDADES DEL SISTEMA

El sistema de funcionamiento del ascensor posee en el tablero un interruptor que permite que el ascensor este o en funcionamiento (automático) o en mantenimiento.

El ascensor posee el botón I2 para abrir la puerta de la cabina e I3 además botones en la cabina que son para subir o bajar el ascensor.

3. SEGURIDADES

1. Sólo el personal calificado con formación especial puede hacer funcionar esta máquina. Sin el permiso del fabricante o por no seguirlos requisitos del manual, cualquier cambio en parte de la máquina y en su uso puede causar daño directo o indirecto al equipo.

2. No mantenga el equipo expuesto a temperatura y/o humedad extrema. Evite la instalación junto a los equipos de calefacción, humidificador de aire o estufa.
3. Evitar que el ascensor entre en contacto con gran cantidad de polvo, amoníaco, alcohol, disolvente o pegamento en spray, y evitar que exponga a la lluvia.
4. Siempre desconecte el equipo de la corriente eléctrica cuando no esté en uso. Nunca utilice el cable para sacar el enchufe del tomacorriente. Sujete el enchufe y tire para desconectar.
5. Para reducir el riesgo de descarga eléctrica, no utilice en superficies mojadas ni exponga a la lluvia.
6. Para reducir el riesgo de incendio, no opere el equipo cerca de recipientes abiertos que contengan líquidos inflamables (gasolina).
7. Durante la operación de la máquina, quienes no sean operadores deben mantenerse alejados de la máquina.
8. No utilice el equipo si el cable o el equipo se ha dañado o perdido partes, hasta que sea examinado por un técnico calificado.
9. El ascensor no se puede sobrecargar. La carga nominal del ascensor ya está marcado en la placa de características.

10. Por favor, no subir el elevador cuando hay personas en el vehículo. Durante la operación, el cliente y los espectadores no deben pararse en la zona de elevación.

11. Mantenga el área de elevación libre de obstáculos, la grasa, el aceite de máquina, basura y otras impurezas.

12. La posición del brazo oscilante del ascensor, asegurar lo que hace contacto con el punto de elevación como se recomienda por el fabricante. Levante el carro y confirme que la almohadilla de elevación y vehículo están estrechamente en contacto. Levante el carro a la altura de trabajo adecuada.

13. Para algunos vehículos, las piezas de desmontaje (o instalación) causará grave desviación del centro de gravedad, por lo que el vehículo se vuelve inestable. El apoyo es necesario para mantener el equilibrio del vehículo.

14. Antes de mover el vehículo fuera de la zona de elevación, por favor retire el brazo oscilante y plataforma de elevación para evitar el bloqueo durante el movimiento.

15. Use el equipo apropiado y herramientas, así como el equipo de seguridad, por ejemplo, botas de seguridad, etc.

16. Preste especial atención a las diferentes marcas de seguridad adheridas al cuerpo de la máquina.

17. Mantenga el cabello, la ropa suelta, los dedos y todas las partes del cuerpo lejos de las partes móviles.

18. Preste atención especial para no desmontar los elementos de seguridad de la máquina o realícelo cuando no está en funcionamiento.

19. El aceite hidráulico usado para este ascensor es N32 o N46. Por favor, consulte los datos de seguridad de la grasa y el aceite que se muestra en el manual.

20. Ventilación adecuada debe ser proporcionada al trabajar en los motores de combustión interna.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema posee un panel con lo que puede controlar varios elementos y activar los procesos necesarios.

PULSADORES E INDICADORES

Pulsador	Función
IMR	Es un seleccionador nos permite seleccionar automático o mantenimiento
PAP	Este botón permite abrir la puerta de la cabina del ascensor
PCP	Este botón permite cerrar la puerta de la cabina del ascensor

0C	Este pulsador nos permite ir al piso 1
1C	Este pulsador nos permite ir a la planta baja

5. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las instrucciones detalladas en este manual, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación del equipo para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al operario o a terceras personas, así como al propio equipo.

ANEXO 2

MANUAL TECNICO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES

INDUSTRIALES.

MANUAL TECNICO

ASCENSOR DE DOS PISOS

PRESENTADO POR:

Galo Eduardo Maldonado Ibarra.

Riobamba-Ecuador

2013

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento detalla todas las partes que conforman el sistema del ascensor; los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta esta máquina.

Para entender el funcionamiento de la máquina debe tenerse una copia de este documento, ya que además consta con las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el mismo.

2. UTILIZACIÓN CORRECTA

- Utilización apropiada y únicamente por el operario debidamente capacitado.
- Utilización en perfecto estado, manipulando de manera correcta.
- El ascensor cuenta con componentes como sensores, actuadores y demás dispositivos, perfectamente en funcionamiento. A pesar de ello, si se utilizan indebidamente, es posible que surjan peligros que pueden afectar al operario o a terceros o, también, provocar daños en el sistema del ascensor.

3. INDICACIONES DE SEGURIDAD

Una condición preliminar es seguir siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad y manejo. Por lo tanto debemos prestar especial atención las siguientes medidas de seguridad industrial.

Tener los conocimientos teóricos y técnicos, ya que así se tendrá un correcto funcionamiento y se mantendrá la vida útil de la máquina.

3.1. INFORMACIÓN GENERAL

- El operario debe manipular la maquina con las debidas seguridades industriales.
- El operario debe tener perfecto conocimiento del funcionamiento de la máquina.
- El operario debe entender que el seguir los procedimientos adecuados para manipular la maquina punzonadora son esenciales para obtener un correcto funcionamiento y procesos adecuados.

3.2. PARTE MECÁNICA

- Entender la funcionalidad de cada parte mecánica de la maquina es importante y obligatorio que el operario conozca para un desempeño correcto por parte de la máquina.
- Respete las indicaciones de seguridad de la máquina.

3.3. PARTE ELÉCTRICA

- Únicamente deberá utilizarse una tensión de máximo 24 VDC para la alimentación de los sensores, luces piloto y PLC Siemens S7-1200.
- La alimentación general del sistema es trifásica con el neutro a través de una manguera anillada para protección de los conductores.

- Las conexiones eléctricas únicamente deberán conectarse y desconectarse sin tensión.
- Utilizar únicamente cables ponchados con terminales, por seguridad.
- Al desconectar el PLC, desconecte primero la alimentación de la fuente de 24 VDC.
- La corriente que circula por todo el sistema es elevada estando por encima de los 50 amperios

4. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El PLC Siemens S7-1200 se conecta a una fuente de 24 VDC, activándose sus entradas y salidas con este nivel de voltaje.

El voltaje de 24 VDC sirve para alimentación de los sensores, pulsadores, Relays, entre otros.

También se puede utilizar la misma fuente externa de 24 VDC para la alimentación de los sensores para prevenir caídas de voltaje en el PLC.

El sistema por completo se alimenta desde la red trifásica con un punto de neutro para 120 VCA, y de esta manera tener el manejo del moto trifásico, y de VDC.

5. PROGRAMACIÓN DE LA SECUENCIA

Para la programación de la secuencia se establecieron los siguientes parámetros;

5.1. ESTABLECER LAS ENTRADAS Y SALIDAS.

Para esto hay que seguir al siguiente cuadro de entradas y salidas del PLC:

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	CAS	Es un contacto normalmente cerrado el cual se encuentra ubicado en la parte inferior del chasis de la cabina
Entrada	I0.1	GS	Es el contacto que se encuentra en el operador de puerta de cabina y avisa si la puerta de cabina está abierta o cerrada
Entrada	I0.2	CP	Es el contacto que se encuentra en los cabeceros de puertas de hall y avisa si la puerta

			de hall está abierta o cerrada
Entrada	I0.3	IMR	Es el selector que se encuentra en la caja de revisión y sirve para poner en revisión o automático el ascensor
Entrada	I0.4	CN	Es el sensor magnético que nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino
Entrada	I0.5	CMS	Es el sensor magnético que nos indica que el ascensor está subiendo
Entrada	I0.6	CMD	Es el sensor magnético que nos indica que el ascensor está bajando
Entrada	I0.7	FMRS	Es el contacto eléctrico prefinal de carrera de subida
Entrada	I1.0	FMRB	Es el contacto eléctrico prefinal de carrera de

			bajada
Entrada	I1.1	PAP	Es el pulsador de abrir la puerta
Entrada	I1.2	PCP	Es el pulsador de cerrar la puerta
Entrada	I1.3	CAP1	Es el contacto eléctrico que nos indica si a puerta está totalmente abierto
Entrada	I1.4	CCP2	Es el contacto eléctrico que nos indica si a puerta está totalmente cerrada
Entrada	I1.5	RCS	Señal para cambio de dirección en la subida
Entrada	I1.6	RCB	Señal para cambio de dirección en la bajada
Entrada	I1.7	0C	Pulsador de cabina
Entrada	I2.0	1C	Pulsador de cabina
Entrada	I2.1	0S	Pulsador de puertas de

			hall
Entrada	I2.2	1S	Pulsador de puertas de hall
Entrada	I2.3	START	Para inicializar el programa
Salida	Q0.0	TS	Es el contactor que controla al motor para que realice la acción de subida
Salida	Q0.1	TP	Es el contactor que controla al motor para que realice la acción de bajada
Salida	Q0.2	OI	Señal que indica en el display por cual piso está pasando la cabina
Salida	Q0.3	II	Señal que indica en el display por cual piso está pasando la cabina

5.2. DEFINIR LA SECUENCIA

De esta depende la manera de. La secuencia depende del Graficet creado. A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse:

1. Seleccionar el modo en que se va a trabajar.
2. Si el modo a trabajar es de mantenimiento solo se va abrir y cerrar la puerta de la cabina pulsando sea botón para abrir (PAP) o para cerrar (PCP)
3. Si el modo de trabajar es de automático entonces procedemos a abrir la puerta, entrar y cerrar la puerta.
4. Si estamos en la planta baja presionamos el botón 0C para ir al piso 1.
5. Luego nos manda una señal de dirección de subida.
6. Luego un contactor controla al motor para que este suba.
7. Luego un sensor magnético nos indica que el ascensor está subiendo.
8. Luego actúa el contacto eléctrico prefinal de carrera de subida
9. Luego el sensor magnético nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino
10. Si estamos en la planta alta presionamos el botón 1C para ir al piso bajo.
11. Luego nos manda una señal de dirección de bajada.
12. Luego un contactor controla al motor para que este baje.
13. Luego un sensor magnético nos indica que el ascensor está bajando.
14. Luego actúa el contacto eléctrico prefinal de carrera de bajada
15. Luego el sensor magnético nos indica que el ascensor se encuentra en el piso de destino

5.3. GRAFCET

El Grafcet es en si la secuencia a ejecutar con las variables de entrada y salida del proceso. Si el estudiante tiene dudas acerca del Grafcet de la secuencia puede remitirse al Documento de la Tesis Titulada “AUTOMATIZACION DE UN ASCENSOR PARA DISCAPACITADOS DEL MIRADOR DEL PARQUE GUAYAQUIL (PARQUE INFANTIL) DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”, aquí en el capítulo 4, en la sección Secuencia Grafcet encontrará la secuencia realizada para el proceso completo.

6. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las instrucciones detalladas en el manual Técnico, que se ha desarrollado de la tesis, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación de la máquina para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al operario o a terceras personas, así como a la máquina.
- Revisar las correctas conexiones del motor y de los sensores para el proceso.

ANEXO 3

OTRAS FOTOGRAFIAS



Fuente: Autor

Figura Anexos.1 Herramientas utilizada en el ascensor



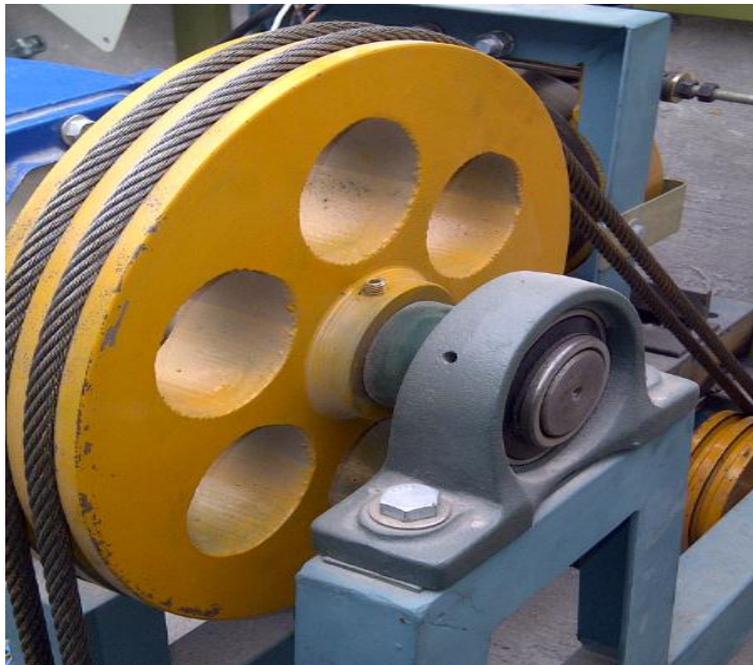
Fuente: Autor

Figura Anexos.2 Instalando chapas del ascensor



Fuente: Autor

Figura Anexos.3 Buscando la remachadora



Fuente: Autor

Figura Anexos.4 Poleas del ascensor



Fuente: Autor

Figura Anexos.5 Arando el tablero eléctrico



Fuente: Autor

Figura Anexos.6 Soltando el cable viajero



Fuente: Autor

Figura Anexos.7 Botón inferior piso abajo



Fuente: Autor

Figura Anexos.8 Conexión del botón inferior piso abajo



Fuente: Autor

Figura Anexos.9 Conexión de botonera de piso



Fuente: Autor

Figura Anexos.10 Botonera de piso



Fuente: Autor

Figura Anexos.11 Cable viajero

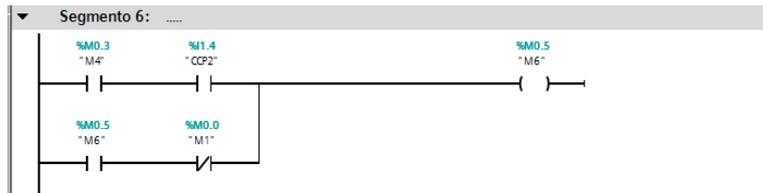
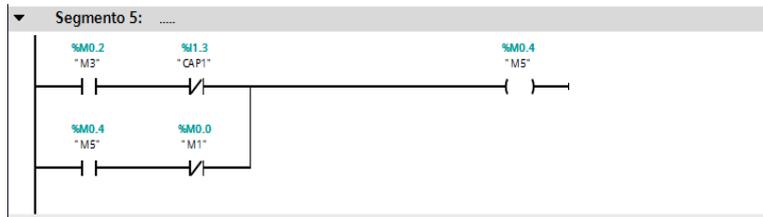
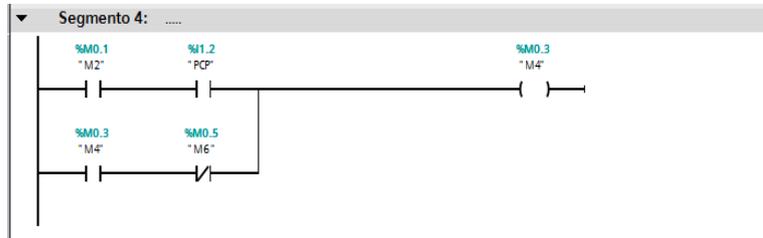
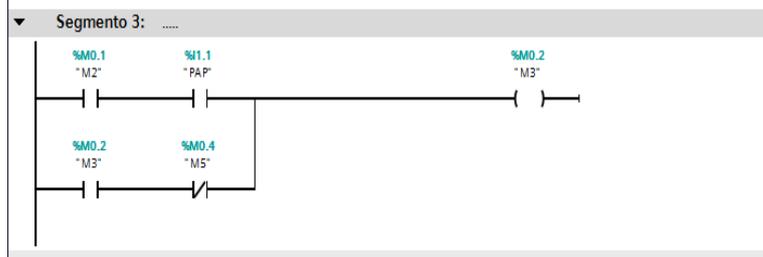
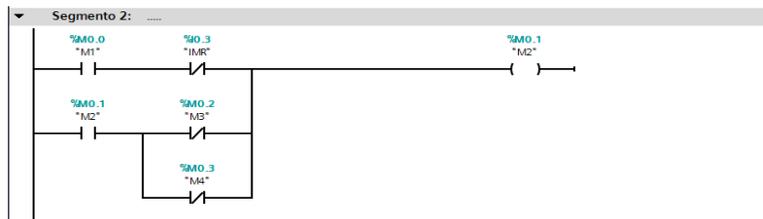
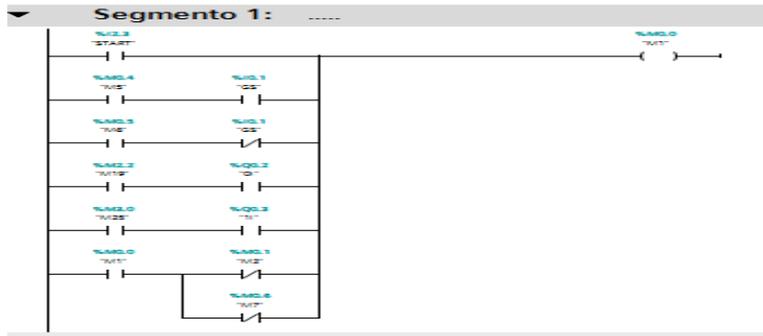


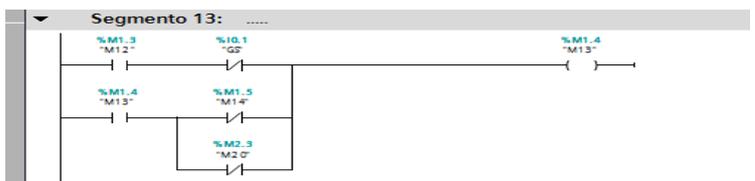
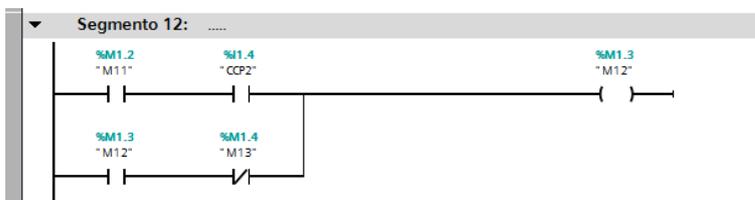
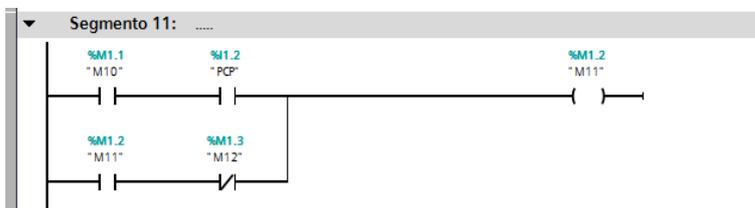
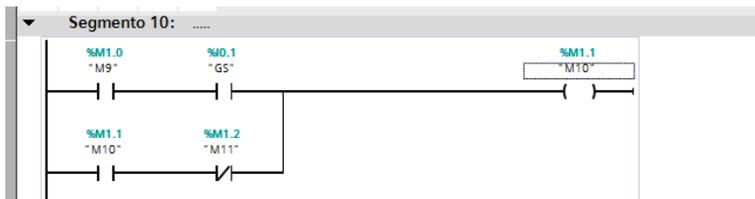
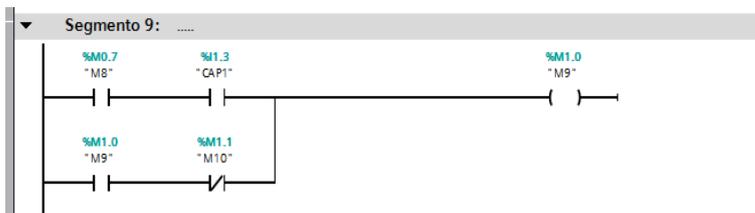
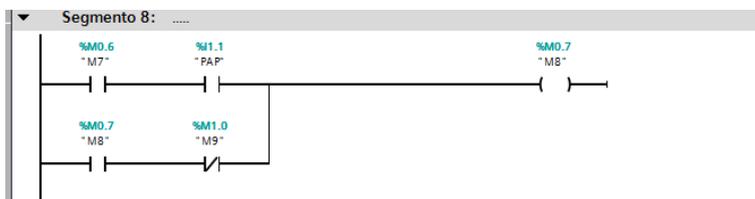
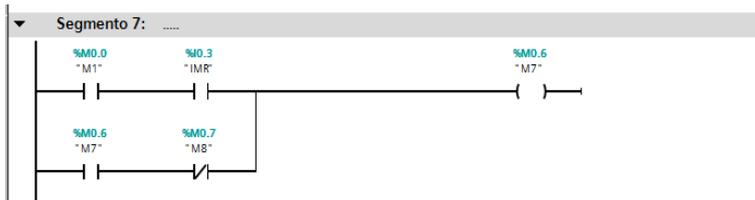
Fuente: Autor

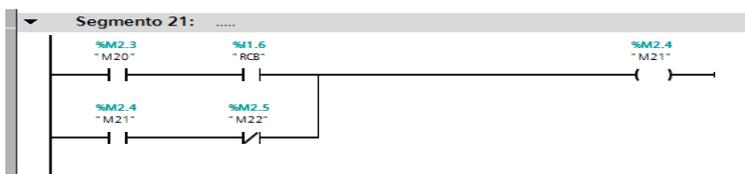
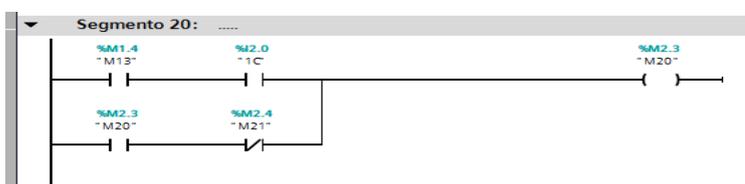
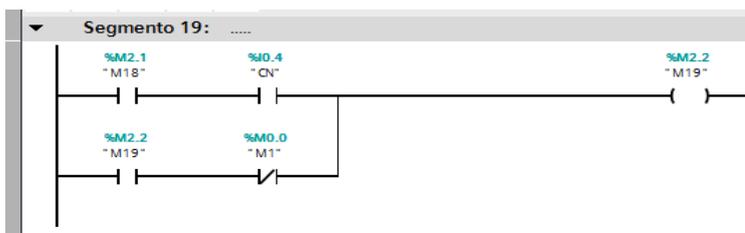
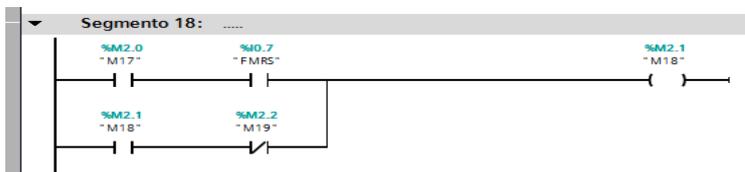
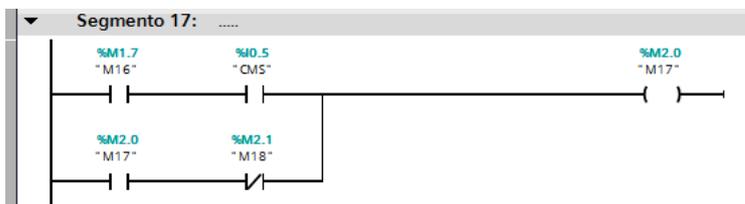
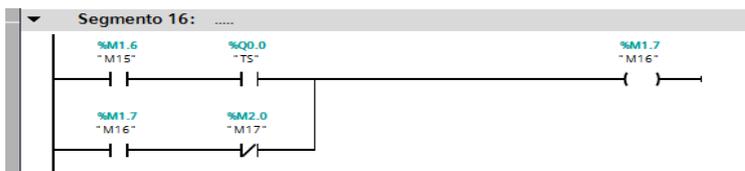
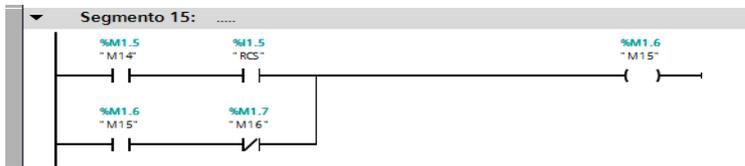
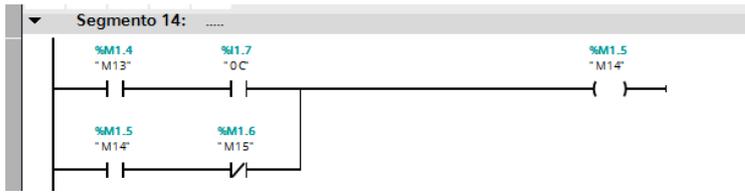
Figura Anexos.12 Conectando cable viajero

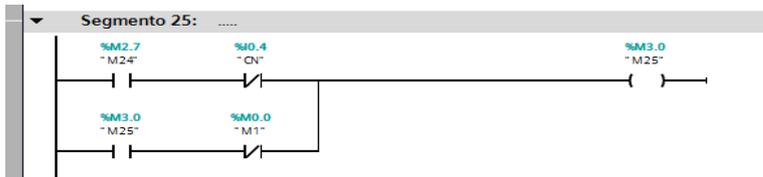
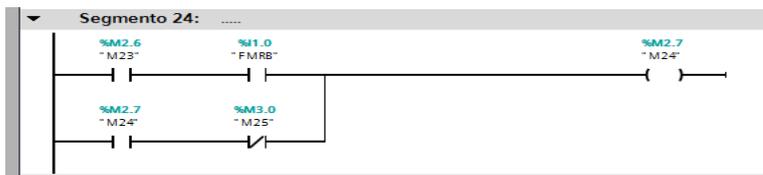
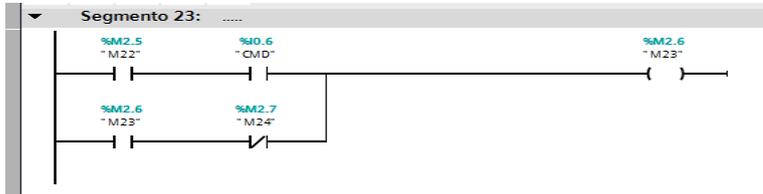
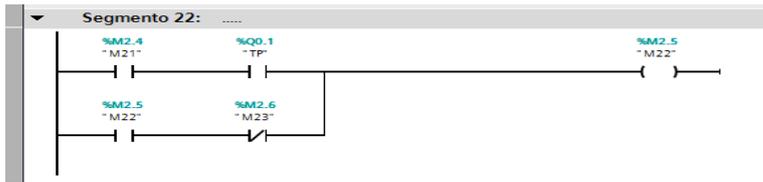
ANEXO 4

PROGRAMACION









ANEXO 5

CIRCUITO DE CONTROL

ANEXO 6

CIRCUITO DE ENTRADAS

ANEXO 7

CIRCUITO DE SALIDAS

ANEXO 8

ELEMENTOS DE COMPROBACION

DE HIPOTESIS

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

¿Piensa usted que era necesario mejorar la tecnología del ascensor?

SI.....

NO.....

¿Ha mejorado su trabajo con el uso de los protocolos de comunicación y la automatización de los ascensores?

SI.....

NO.....

¿Piensa usted que con los protocolos de comunicación y la automatización del ascensor se mejora el rendimiento del ascensor?

SI.....

NO.....

TALVEZ.....

En qué nivel cree usted que se encuentra actualmente el ascensor

NIVEL	CALIFICACION
Excelente	
Muy Buena	
Buena	
Insuficiente	

ANEXO 9

TABLA DE DISTRIBUCION CHI- CUADRADO

Tabla X
Distribución Chi-Cuadrado (χ^2)

Grados de Libertad	Probabilidades											
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	7,9	6,6	5,0	3,8	2,7	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	10,6	9,2	7,4	6,0	4,6	2,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
3	12,8	11,3	9,3	7,8	6,3	4,1	1,2	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1
4	14,9	13,3	11,1	9,5	7,8	5,4	1,9	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2
5	16,7	15,1	12,8	11,1	9,2	6,6	2,7	1,6	1,1	0,8	0,6	0,4
6	18,5	16,8	14,4	12,6	10,6	7,8	3,5	2,2	1,6	1,2	0,9	0,7
7	20,3	18,5	16,0	14,1	12,0	9,0	4,3	2,8	2,2	1,7	1,2	1,0
8	22,0	20,1	17,5	15,5	13,4	10,2	5,1	3,5	2,7	2,2	1,6	1,3
9	23,6	21,7	19,0	16,9	14,7	11,4	5,9	4,2	3,3	2,7	2,1	1,7
10	25,2	23,2	20,5	18,3	16,0	12,5	6,7	4,9	3,9	3,2	2,6	2,2
11	26,8	24,7	21,9	19,7	17,3	13,7	7,6	5,6	4,6	3,8	3,1	2,6
12	28,3	26,2	23,3	21,0	18,5	14,8	8,4	6,3	5,2	4,4	3,6	3,1
13	29,8	27,7	24,7	22,4	19,8	16,0	9,3	7,0	5,9	5,0	4,1	3,6
14	31,3	29,1	26,1	23,7	21,1	17,1	10,2	7,8	6,6	5,6	4,7	4,1
15	32,8	30,6	27,5	25,0	22,3	18,2	11,0	8,5	7,3	6,3	5,2	4,6
16	34,3	32,0	28,8	26,3	23,5	19,4	11,9	9,3	8,0	6,9	5,8	5,1
17	35,7	33,4	30,2	27,6	24,8	20,5	12,8	10,1	8,7	7,6	6,4	5,7
18	37,2	34,8	31,5	28,9	26,0	21,6	13,7	10,9	9,4	8,2	7,0	6,3
19	38,6	36,2	32,9	30,1	27,2	22,7	14,6	11,7	10,1	8,9	7,6	6,8
20	40,0	37,6	34,2	31,4	28,4	23,8	15,5	12,4	10,9	9,6	8,3	7,4
21	41,4	38,9	35,5	32,7	29,6	24,9	16,3	13,2	11,6	10,3	8,9	8,0
22	42,8	40,3	36,8	33,9	30,8	26,0	17,2	14,0	12,3	11,0	9,5	8,6
23	44,2	41,6	38,1	35,2	32,0	27,1	18,1	14,8	13,1	11,7	10,2	9,3
24	45,6	43,0	39,4	36,4	33,2	28,2	19,0	15,7	13,8	12,4	10,9	9,9
25	46,9	44,3	40,6	37,7	34,4	29,3	19,9	16,5	14,6	13,1	11,5	10,5
26	48,3	45,6	41,9	38,9	35,6	30,4	20,8	17,3	15,4	13,8	12,2	11,2
27	49,6	47,0	43,2	40,1	36,7	31,5	21,7	18,1	16,2	14,6	12,9	11,8
28	51,0	48,3	44,5	41,3	37,9	32,6	22,7	18,9	16,9	15,3	13,6	12,5
29	52,3	49,6	45,7	42,6	39,1	33,7	23,6	19,8	17,7	16,0	14,3	13,1
30	53,7	50,9	47,0	43,8	40,3	34,8	24,5	20,6	18,5	16,8	15,0	13,8

ANEXO 10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE

LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN

EL SISTEMA DEL ASCENSOR

DATASHEET DE LOS SENSORES MAGNETICOS

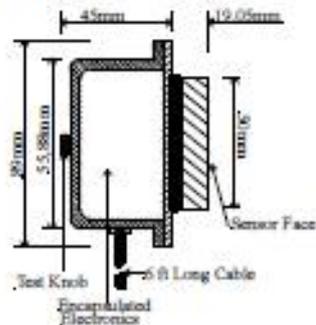


TouchSwitch

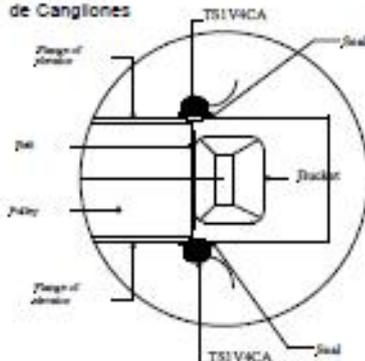
BETTER BY DESIGN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Alimentación	24 V dc
Tensión Máx.	27 V dc
Consumo	60 mA
Indicación	LED Rojo indica cuando la unidad está alimentada y el relé energizado
Ajuste	Ajuste de sensibilidad mediante tornillo
Botón de Test	Gire el botón de test hasta que el LED se apague
Cable	6 hilos
Cara de contacto	Acero Inoxidable templado y endurecido
Protección	IP 65
Salida	Relé 5A 250VAC no inductivo
Certificaciones	ATEX EX II 1D T120°C (Zona 20) & CSA
Peso	0,769 Kg
Agujeros de fijación M6	51 mm x 51 mm
Dimensiones	Diá. 89 mm x 44,5 mm

DIMENSIONES



Aplicación en Elevadores de Cangilones de Cangilones



Aplicación en Transportador Cerrado



Aplicación en Transportador Abierto

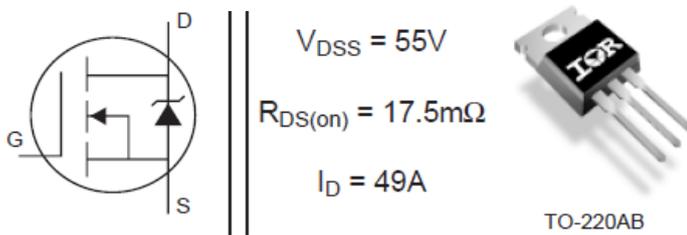


Por favor, consulte el manual de instrucciones para la correcta instalación. Información sujeta a cambios o modificaciones.

Datasheet de mosfet.

MOSFET IRFZ44N

Simbología, y características del mosfet IRFZ44N.



Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	49	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	35	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	160	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	94	W
	Linear Derating Factor	0.63	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
I_{AR}	Avalanche Current①	25	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy①	9.4	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to + 175	°C
T_{STG}			
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1N•m)	

Tabla técnica para dimensionamiento de conductores

Intensidad de corriente admisible (Amperios)

Calibre AWG/ kcmil	Temperatura máxima admisible en el conductor. Operación continua					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos TW* UF*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW* USE*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEPB, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE- 2, XHHW-2, XHHW*	Tipos TW* UF*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW* USE*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEB*, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2
	Cobre			Aluminio		
18	....	....	14	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....
14	20*	20*	25*	....	....	....
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*
10	30	35*	40*	25*	30*	35*
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350
600	355	420	475	285	340	385
750	400	475	535	320	385	438
1000	455	545	615	375	445	500

BIBLIOGRAFIA

1. ASCENSORES

http://www.comofunciona.info/Como_funciona_un_ascensor.html,

2013/06/25

<http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20hidraulico.htm>

2013/06/28

<http://www.eliconsa.com/Downloads/13hp%20%20Manual%20de%20Tablero%20Repascen.pdf> 2013/07/02

2. PLC

<http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-General.pdf>

2013/08/10

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30530/1/GarciaGomez.pdf>

2013/08/15

http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PLCS7_1200 2013/08/20

3. PROTOCOLOS DE COMUNICACION

<http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8805/4/T%2011202%20CAPITULO%202.pdf> 2013/09/10

<http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>
2013/09/12

4. SISTEMAS DE CONTROL

<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf> 2013/09/17

<http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>
2013/09/25

5. CONDUCTORES Y PARTES ELECTRICOS

<http://es.slideshare.net/oskartoro/conductores-electricos-10615364>

2013/10/08

<http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos> 2013/10/10