

**ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS CORRESPONDIENTES A
LOS AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE GRAN POTENCIA DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**LUIS JESÚS TORRADO ZULETA
RICARDO VANEGAS ANAYA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2011**

**ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS CORRESPONDIENTES A
LOS AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE GRAN POTENCIA DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**LUIS JESÚS TORRADO ZULETA
RICARDO VANEGAS ANAYA**

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

**Director
CIRO JURADO JEREZ
Ingeniero Electricista**

**Codirector
JOSE A. AMAYA PALACIOS
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2011**

DEDICATORIA

A Dios, quien es el todopoderoso y me ayudó a superar todos los obstáculos que se presentaron, llenándome con una gran familia y muy grandes amigos.

A mis padres, Luis y Zobeida, quienes han sido mi apoyo en cada una de las etapas de mi vida.

A mis hermanas, primos, primas, tíos y tías, por su comprensión y ayuda para seguir superándome.

A mis compañeros y amigos, quienes durante esta etapa me acompañaron en todo momento

Y a todas las personas, que con su conocimiento, me ayudaron a ser una mejor persona y un gran profesional

Luis Jesús

DEDICATORIA

A mi papá Luis Felipe, mi gran ejemplo a seguir.
A mi madre Elsa Anaya, mi gran soporte de mi vida.
A mis hermanos, gran apoyo en toda mi vida.

Ricardo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander, por la oportunidad que nos brindó la oportunidad de formarnos como profesionales.

A la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, especialmente a su personal docente, por su aporte de conocimiento para alcanzar esta meta.

Al ingeniero Jose Alejandro Amaya Palacios, Jefe División de Mantenimiento tecnológico, por su confianza, colaboración, conocimiento, disponibilidad y apoyo en la elaboración de este proyecto de grado.

Al ingeniero Ciro Jurado Jérez, docente de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, por su colaboración como director de este proyecto.

Al ingeniero Julio Gelvez Figueredo, quien nos brindó su colaboración siempre que la necesitamos.

A los técnicos Edgar Polo, Jesús A. Sánchez, vinculado a la división de mantenimiento tecnológico y al técnico Jhon Jairo, empleado de la empresa ANDIAIRES, gracias a los cuales pudimos comprender mucho mejor el campo de la refrigeración.

Al ingeniero Iván Rojas y a la ingeniera Karen Niebles, por su colaboración, autorizaciones de permisos y elementos, cuando fueron necesarios.

A las secretarias de las divisiones, a los encargados de los auditorios y a todos los que colaboraron con facilitarnos el acceso a los sitios de trabajo.

Los autores

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	33
1. OBJETIVOS.....	34
1.1. OBJETIVO GENERAL	34
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
2. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	35
2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	36
2.1.1 Compresor	36
2.1.1.1 Compresores Reciprocantes.....	36
2.1.1.2 Compresores SCROLL	36
2.1.2 Condensador.	39
2.1.2.1 Condensador enfriado por aire	40
2.1.3 Tubo capila o válvula de expansión	40
2.1.4 Evaporador	40
2.1.4.1 Evaporadores aletados	40
2.1.5 Manejadora	41
2.1.6 Línea de succión.....	41
2.1.7 Línea de descarga	41
2.1.8 Refrigerante	41
2.1.8.1 Propiedades del refrigerante.....	41
2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL	42
2.2.1 Contactores.....	42
2.2.2 Relés instantáneos	43
2.2.3 Relés térmicos de sobrecarga	43
2.2.4 Relé temporizado (time delay relay)	44
2.2.5 Transformador eléctrico	44
2.2.6 Interruptores termomagnéticos	44

2.2.7 Termostatos	45
2.2.8 Resistencias de calentamiento o del carter.....	47
2.2.9 Válvulas solenoides	47
2.2.10 Presostatos	48
Fuente: Catalogo Smart electric.	48
2.2.11 Indicadores luminosos	48
2.2.12 Amperímetro	49
2.2.13 Voltímetro.....	49
2.3 CLASIFICACIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS	49
2.3.1 Equipos de Ventana.....	50
2.3.2 Equipo Dividido o Remoto.....	50
2.3.3 Tipos de aires acondicionados dividido..	51
2.3.4 Equipo de Paquete.	51
3. DESCRIPCIÓN PROCESO DE LEVANTAMIENTO	52
3.1 RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO	52
3.2 IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA	52
3.3 RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL	53
3.4 ELABORACIÓN DE LOS PLANOS	54
3.4.1 Etiquetado de los conductores.....	54
3.4.2 Identificación de conexiones entre elementos	54
3.4.3 Registro de conexiones.....	54
3.4.4 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento	55
3.4.4.1 Metodología ladder - normativa ANSI	55
3.5 DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE ACCIONAMIENTO	56
3.6 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE SEGURIDAD	57
3.7 MEDICIONES EN LOS EQUIPOS	58
4. DOCUMENTACIÓN DE PLANOS ELÉCTRICOS, SECUENCIA DE ACCIONAMIENTO DE LOS AAC-UIS	59

4.1 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AULA MÁXIMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	59
4.1.1 Reconocimiento y ubicación del equipo	59
4.1.2 Descripción del Aire acondicionado central del aula máxima de mecánica AAC-AMM.....	60
4.1.3 Indicadores de control (luces, medidores)	61
4.1.3.1 Indicadores luminosos	61
4.1.3.2 Instrumentos de medición	61
4.1.4 Identificación del sistema de potencia.	62
4.1.5 Reconocimiento del sistema de control	64
4.1.6 Elaboración de los planos	72
4.1.6.1 Etiquetado de los conductores.....	73
4.1.6.2 Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMM	77
4.1.7 Determinación de la secuencia de accionamiento	80
4.1.7.1 Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-AMM	80
4.1.7.2 Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-AMM ...	80
4.1.7.3 Secuencia de apagado del AAC-AMM.....	80
4.1.8 Determinación de condiciones de seguridad	81
4.1.9 Mediciones en el equipo.	82
4.1.10 Observaciones y recomendaciones en el AAC-AMM	86
4.2. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO MARIO GALÁN GÓMEZ	87
4.2.1 Reconocimiento y ubicación del equipo	87
4.2.2 Descripción Aire acondicionado central del auditorio Mario Galán.	87
4.2.3 Indicadores de control (luces, medidores)	88
4.2.4 Identificación del sistema de potencia.	89
4.2.5 Reconocimiento del sistema de control	90
4.2.6 Elaboración de los planos del AAC-AMG.....	93
4.2.6.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento	95
4.2.7 Determinación de la secuencia de accionamiento	96

4.2.8 Determinación de condiciones de seguridad	97
4.2.9 Mediciones en el equipo.	98
4.2.10 Observaciones y recomendaciones en el AAC-AMG.....	102
4.3 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DE LA SALA JORGE ZALAMEA	103
4.3.1 Reconocimiento y ubicación del equipo	103
4.3.2 Indicadores de control (luces, medidores)	104
4.3.3 Identificación del sistema de potencia	104
4.3.4 Reconocimiento del sistema de control	106
4.3.5 Elaboración de los planos	110
4.3.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento	113
4.3.6 Determinación de la secuencia de accionamiento	114
4.3.7 Determinación de condiciones de seguridad.	115
4.3.8 Mediciones en los equipos.....	116
4.3.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-SJZ	119
4.4 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO FUNDADORES	120
4.4.1 Reconocimiento y ubicación del equipo.....	121
4.4.1.1 Unidad condensante del AAC-AF	121
4.4.2 Indicadores de control (luces, medidores).	123
4.4.3 Identificación del sistema de potencia..	124
4.4.4 Reconocimiento del sistema de control..	126
4.4.5 Elaboración de los planos	134
4.4.5.1 Etiquetado de los conductores del AAC-AF	134
4.4.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento.	137
4.4.5.2 Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AF	137
4.4.6 Determinación de la secuencia de accionamiento.	140
4.4.6.1 Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-AF	140
4.4.6.2 Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-AF	140
4.4.6.3 Secuencia de apagado del AAC-AF	140

4.4.7 Determinación de condiciones de seguridad.	141
4.4.8 Mediciones en los equipos.....	142
4.4.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-AF.	145
4.5.1 Reconocimiento y ubicación del equipo.	146
4.5.2 Indicadores de control (luces, medidores)	148
4.5.3 Identificación del sistema de potencia	148
4.5.4 Reconocimiento del sistema de control	150
4.5.5 Elaboración de los planos.....	154
4.5.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento	157
4.5.6 Determinación de la secuencia de accionamiento.	158
4.5.7 Determinación de condiciones de seguridad	159
4.5.8 Mediciones Eléctricas en el aac-103IE	160
4.5.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-103IE	160
4.6 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AULA 104 E3T (AULA CARLOS MARÍA GÓMEZ)	160
4.6.1 Reconocimiento y ubicación del equipo	161
4.6.2 Indicadores de control (luces, medidores)	162
4.6.3 Identificación del sistema de potencia	163
4.6.4 Reconocimiento del sistema de control.	165
4.6.5 Elaboración de los planos.....	169
4.6.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento	172
4.6.6 Determinación de la secuencia de accionamiento	173
4.6.7 Determinación de condiciones de seguridad	174
4.6.8 Mediciones eléctricas AAC-104IE	175
4.6.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-104IE	175
4.7 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO LUIS A. CALVO	176
4.7.1 Reconocimiento y ubicación del equipo	176
4.7.2 Indicadores de control (luces, medidores).	179
4.7.3 Identificación del sistema de potencia	179

4.7.4 Reconocimiento del sistema de control	184
4.7.5 Elaboración de los planos	191
4.7.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento	199
4.7.6 Determinación de la secuencia de accionamiento	201
4.7.7 Determinación de condiciones de seguridad	202
4.7.8 Mediciones en el AAC-ALAC	203
5. CONCLUSIONES	210
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	212
BIBLIOGRAFIA.....	215

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Componentes básicos de un sistema de refrigeración	35
Figura 2. Ilustración de la estructura interna de un compresor scroll	37
Figura 3. Relé térmico de sobrecarga	43
Figura 4. Ejemplos y partes de termostatos	45
Figura 5. Representación del control accionado por temperatura.	46
Figura 6. Válvulas solenoides	47
Figura 7. Presostato	48
Figura 8. Aire acondicionado tipo ventada	50
Figura 9. Aire acondicionado tipo dividido	50
Figura 10. Aire acondicionado tipo paquete	51
Figura 11. Sistema de control AAC Aula Máxima Ing. Mecánica	53
Figura 12. Registro de conexiones.	55
Figura 13. Diagrama ladder de un Circuito de control.	56
Figura 14. Aula máxima de mecánica	59
Figura 15. Ubicación del AAC-AMM	60
Figura 16. Condiciones de la placa de características del AAC-AMM	60
Figura 17. Estación de encendido del AAC-AMM	62
Figura 18. Compresores del AAC-AMM	63
Figura 19. Motor del Blower del AAC-AMM	64
Figura 20. Contactor de un compresor del AAC-AMM	66
Figura 21. Contactor de los ventiladores del AAC-AMM	67
Figura 22. Contactor del motor del blower.	68
Figura 23. Relés de circuito de control del AAC-AMM	69
Figura 24. Interruptor termomagnético de los compresores del AAC-AMM	70
Figura 25. Interruptor termomagnético del motor del blower del AAC-AMM	71
Figura 26. Timer ICM 102	72
Figura 27. Transformador del circuito de control del AAC-AMM.	72

Figura 28. Panel del circuito de control del AAC-AMM.	73
Figura 29. Registro de conexiones del tablero de control del AAC-AMM	75
Figura 30. Tablero de control en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica	76
Figura 31. Registro de conexiones del tablero de control en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica	77
Figura 32. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMM.	78
Figura 33. Plano eléctrico del circuito de control del AAC-AMM.	79
Figura 34. Secuencia de accionamiento del AAC-AMM	81
Figura 35. Superficie de trabajo en el AAC-AMM.	82
Figura 36. Auditorio Mario Galán Gómez	87
Figura 37. Aire Acondicionado Central del Auditorio Mario Galán.	88
Figura 38. Interruptores principales y de encendido del AAC-AMG.	88
Figura 39. Motor del blower del AAC-AMG	90
Figura 40. Contactor del motor del blower del AAC-AMG	91
Figura 41. Contactor principal del ACC-AMG	92
Figura 42. Panel frontal del AC-AMG	93
Figura 43. Registro de conexiones del AAC-AMG	94
Figura 44. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMG.	95
Figura 45. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-AMG.	96
Figura 46. Secuencia de accionamiento del AAC-AMG	97
Figura 47. Condiciones de trabajo en el AAC-AMG	98
Figura 48. Auditorio Sala Jorge Zalamea	103
Figura 49. Aire acondicionado Central de la Sala Jorge Zalamea	103
Figura 50. Compresor del ACC-SJZ	105
Figura 51. Motor y blower de AAC-SJZ	106
Figura 52. Contactor principal del AAC-SJZ.	107
Figura 53. Relé de estado sólido.	108
Figura 54. Interruptor termomagnético del AAC-SJZ	108
Figura 55. Transformador del circuito control del AAC-SJZ	109

Figura 56. Rele temporizado B13707-38	110
Figura 57. Panel frontal del AAC-SJZ	110
Figura 58. Diagrama de conexiones del panel frontal del AAC-SJZ	112
Figura 59. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-SJZ.	113
Figura 60. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-SJZ	114
Figura 61. Secuencia de accionamiento del AAC-SJZ	115
Figura 62. Auditorio Fundadores, Facultad de Salud UIS	120
Figura 63. Unidad condensante del AAC-AF	121
Figura 64. Manejadora del AAC-AF	122
Figura 65. Estaciones de arranque-parada del ACC-AF	123
Figura 66. Compresores del AAC-AF	125
Figura 67. Motor del Blower del AAC-AF	125
Figura 68. Contactor del motor del blower	127
Figura 69. Relé Dayton 5X83, diagrama interno relé Dayton 5X83	128
Figura 70. Caja de control del AAC-AF en el cuarto de la manejadora	129
Figura 71. Contactor de compresor	130
Figura 72: Contactor de los ventiladores del AAC-AF	131
Figura 73. Interruptor termomagnético de un compresor del AAC-AF	132
Figura 74. Interruptor termomagnético de los ventiladores del AAC-AF	133
Figura 75. Panel de control de la unidad condensante	134
Figura 76. Registro de conexiones de la unidad condensante del AAC-AF	135
Figura 77. Tablero de control en el cuarto de la manejadora del AAC-AF	136
Figura 78. Registro de conexiones del tablero en el cuarto de la manejadora del AAC-AF	137
Figura 79. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AF	138
Figura 80. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-AF	139
Figura 81. Secuencia de accionamiento del AAC-AF	141
Figura 82. Aula 103 E3T	146
Figura 83. Aire Acondicionado central del aula 103 E3T	147
Figura 84. Interruptor AAC-10I3Ey ACC-104IE	147

Figura 85. Termostato e interruptor de encendido del AAC-103IE	148
Figura 86. Compresor del AAC-103IE	149
Figura 87. Motor Blower del AAC-103IE	150
Figura 88. Contactor del motor del blower.	150
Figura 89. Transformador del circuito de control del AAC-103IE	151
Figura 90. Contactor principal del AAC-103IE	152
Figura 91. reles de sobrecarga.	153
Figura 92. Timer Sam 8	154
Figura 93. Panel frontal del AAC-103IE	154
Figura 94. Registro de conexiones del panel de control del AAC-103IE	156
Figura 95. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-103IE	157
Figura 96. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-103IE	158
Figura 97. Secuencia de accionamiento del AAC-103IE	159
Figura 98. Aula 104 E3T	161
Figura 99. Aire Acondicionado Central del Aula 104 E3T	161
Figura 100. Termostato e interruptor de encendido AAC-104IE	162
Figura 101. Compresor del AAC-104IE	164
Figura 102. Motor del blower del AAC-104IE	164
Figura 103. Ventilador del AAC-104IE	165
Figura 104. Contactor AAC-104IE	166
Figura 105. Contactor del motor del blower del AAC-104IE	167
Figura 106. relés de sobrecarga del AAC-104IE	168
Figura 107. Timer en el AAC-104IE	169
Figura 108. Panel de control del AAC-104IE	169
Figura 109. Diagrama de conexiones del panel frontal del AAC-104IE	171
Figura 110. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-104IE	172
Figura 111. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-104IE	173
Figura 112. Secuencia de accionamiento del AAC-104IE	174
Figura 113. Auditorio Luis A. Calvo	176
Figura 114. Ubicación unidad condensante y manejadora del AAC-ALAC	176

Figura 115. Estación arranque parada del AAC-ALAC	177
Figura 116. Unidad condensante del AAC-ALAC	177
Figura 117. Manejadora del AAC-ALAC	178
Figura 118. Compresor 1 del AAC-ALAC	180
Figura 119. Compresor 2 del AAC-ALAC	181
Figura 120. Ventiladores del AAC-ALAC	182
Figura 121. Distribución de los ventiladores en la unidad condensante	182
Figura 122. Interruptor tripolar de la unidad condensante	183
Figura 123. Interruptor tripolar del motor del blower del AAC-ALAC	184
Figura 124. Interruptores monopolares de los ventiladores del AAC-ALAC	184
Figura 125. Contactor del motor del blower del AAC-ALAC	185
Figura 126. Relé de sobrecarga del motor del blower del AAC-ALAC	186
Figura 127. Contactor de un compresor del AAC-ALAC	187
Figura 128. Contactor de un ventilador del AAC-ALAC	188
Figura 129. Elemento de protección al compresor, contra sobrecarga	189
Figura 130. Relé de control del AAC-ALAC	189
Figura.131 relé de control	190
Figura 132. Controlador de tension de fases	191
Figura 133. Timer del circuito de control del AAC-ALAC	191
Figura 134. Panel de control del AAC-ALAC (Lado Izquierdo)	192
Figura 135. Diagrama de conexiones del panel de control del AAC-ALAC (Lado Izquierdo)	194
Figura 136. Panel de control del AAC-ALAC (Lado derecho)	195
Tabla 66. Elementos del tablero de control del AAC-ALAC (lado derecho)	195
Figura 137. Diagrama de conexiones del panel de control del AAC-ALAC (Lado derecho)	196
Figura.138 Estación arranque-parada del AAC-ALAC	197
Figura 139. Diagrama de conexiones en la estación arranque- parada del AAC-ALAC	198
Figura 140. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-ALAC	199

Figura 141. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-ALAC	200
Figura 142. Secuencia de accionamiento del AAC-ALAC	202
Figura 143. Acceso a la unidad condensante	202

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades y características del refrigerante.	41
Tabla 2. Lista de instrumentos para mediciones eléctricas.	58
Tabla 3. Descripción de luces pilotos en el AAC-AMM	61
Tabla 4. Motores del sistema de Potencia del AAC-AMM	62
Tabla 5. Elementos del circuito de control del AAC-AMM.	74
Tabla 6. Elementos del Tablero de control en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica	76
Tabla 7. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AMM.	82
Tabla 8. Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AMM	83
Tabla 9. Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AMM	83
Tabla 10. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AMM	83
Tabla 11. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AMM	84
Tabla 12. Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AMM	84
Tabla 13. Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMM	85
Tabla 14. Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMM	85
Tabla 15. Regulación promedio en el AAC-AMM	85
Tabla 16. Regulación máxima en el AAC-AMM	85
Tabla 17. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-AMM	86
Tabla 18. Motores del sistema de potencia del AAC-AMG	89
Tabla 19. Elementos del panel de control DEL AAC-AMG	93
Tabla 20. Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-AMG	99
Tabla 21. Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-AMG	99

Tabla 22. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AMG	99
Tabla 23. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AM	100
Tabla 24. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AMG	100
Tabla 25. Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AMG	100
Tabla 26. Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMG	101
Tabla 27. Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMG	101
Tabla 28. Regulación promedio en el AAC-AMG	101
Tabla 29. Regulación máxima en el AAC-AMG	101
Tabla 30. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-AMG	102
Tabla 31. Motores del sistema de potencia del AAC-SJZ	104
Tabla 32. Elementos del panel de control del AAC-SJZ	111
Tabla 33. Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-SJZ	116
Tabla 34. Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-SJZ	116
Tabla 35. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-SJZ	117
Tabla 36. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-SJZ	117
Tabla 37. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-SJZ	117
Tabla 38. Valores Promedios de Tensiones de los motores del Potencia del AAC-SJZ	118
Tabla 39. Valores Mínimos de Tensiones los motores del AAC-SJZ	118
Tabla 40. Valores de Tensiones sin carga en los motores del AAC-SJZ del AAC-SJZ	118
Tabla 41. Regulación promedio en el AAC-SJZ	119
Tabla 42. Regulación máxima en el AAC-SJZ	119

Tabla 43. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC	119
Tabla 44. Motores del sistema de potencia del AAC-AF	124
Tabla 45. Elementos del Panel de control del AAC-AF.	134
Tabla 46. Elementos de control en el cuarto de la manejadora del AAC-AF	136
Tabla 47. Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AF	142
Tabla 48. Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AF [A]	142
Tabla 49. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AF	143
Tabla 50. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AF	143
Tabla 51. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AF	143
Tabla 52. Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AF	144
Tabla 53. Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AF	144
Tabla 54. Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AF	144
Tabla 55. Regulación promedio en el AAC-AF	144
Tabla 56. Regulación máxima en el AAC-AF	145
Tabla 57. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-AF	145
Tabla 58. Motores del sistema de potencia del AAC-103IE	148
Tabla 59. Elementos del panel de control del AAC-103IE	155
Tabla 60. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-103IE	160
Tabla 61. Motores del AAC-104IE	163
Tabla 62. Elementos del panel de control del AAC-104IE	170
Tabla 63. Anomalías, consecuencia y recomendaciones en el AAC-104IE	175
Tabla 64. Motores del AAC-ALAC	179
Tabla 65. Elementos del tablero de control del AAC-ALAC (lado Izquierdo)	193
Tabla 67. Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-ALAC	204

Tabla 68. Valores Promedios de Corriente en los ventiladores del AAC-ALAC	204
Tabla 69. Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-ALAC	204
Tabla 70. Valores Máximos de Corriente de los ventiladores del AAC-ALAC	204
Tabla 71. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-ALAC	205
Tabla 72. Valores de Corriente nominal de los ventiladores del AAC-ALAC	205
Tabla 73. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-ALAC	205
Tabla 74. Relación corriente nominal y corriente promedio en los ventiladores del AAC-ALAC	205
Tabla 75. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-ALAC	206
Tabla 76. Relación corriente nominal y corriente máxima en los ventiladores del AAC-ALAC	206
Tabla 77. Valores de Tensiones sin carga en los motores del AAC-ALAC	207
Tabla 78. Valores Promedios de Tensiones en los motores del AAC-ALAC	207
Tabla 79. Valores Promedios de Tensiones en los motores del AAC-ALAC	207
Tabla 80. Valores Mínimos de Tensiones en los motores del AAC-ALAC	207
Tabla 81. Regulación promedio en el AAC-ALAC	208
Tabla 82. Regulación máxima en el AAC-ALAC	208
Tabla 83. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-ALAC	208

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Explicación del 1er código de compresores COPELAND	37
Cuadro 2. Explicación del 2 ^{do} código de compresores COPELAND	38
Cuadro 3. Descripción de la nomenclatura de los compresores Bristol	39
Cuadro 4. Características de los compresores del AAC-AMM	63
Cuadro 5. Características del motor del Blower del AAC-AMM	63
Cuadro 6. Características de los ventiladores del AAC-AMM	64
Cuadro 7. Características luces pilotos color verde	64
Cuadro 8. Características luces pilotos color amarillo	65
Cuadro 9. Características Interruptor termomagnético principal del AAC-AMM	65
Cuadro 10. Características de los contactores de los compresores del AAC-AMM	65
Cuadro 11. Características de los contactores de los ventiladores del AAC-AMM.	66
Cuadro 12. Características del contactor del motor del blower del AAC-AMM.	67
Cuadro 13. Características del relé de sobre carga	68
Cuadro 14. Características de los relés del circuito de control del AAC-AMM.	69
Cuadro 15. Características Interruptor termomagnético de los compresores del AAC-AMM	69
Cuadro 16. Características Interruptor termomagnético de los ventiladores del AAC-AMM	70
Cuadro 17. Características Interruptor termomagnético del motor del blower del AAC-AMM	70
Cuadro 18. Características de los timer del AAC-AMM	71
Cuadro 19. Características transformador circuito de control del AAC-AMM	72
Cuadro 20. Características del compresor del AAC-AMG.	89
Cuadro 21. Características del motor del blower del AAC-AMG	90
Cuadro 22. Características contactor del motor del blower	90

Cuadro 23. Características interruptores termomagnético del AAC-AMG.	91
Cuadro 24. Características transformador del circuito de control del AAC-AMG.	92
Cuadro 25. Características del contactor principal del ACC-AMG	92
Cuadro 26. Características del AAC-SJZ	104
Cuadro 27. Características del compresor del ACC-SJZ	105
Cuadro 28. Características del motor del blower del ACC-SJZ	106
Cuadro 29. Características del ventilador del ACC-SJZ	106
Cuadro 30. Características del contactor principal del ACC-SJZ	107
Cuadro 31. Características del relé de estado sólido del AAC-SJZ	107
Cuadro 32. Características interruptor termomagnético del AAC-SJZ	108
Cuadro 33. Características transformador del control del AAC-SJZ	109
Cuadro 34. Características transformador del control del AAC-SJZ	109
Cuadro 35. Placa de características unidad condensante del AAC-AF	122
Cuadro 36. Características de los ventiladores AAC-AF	122
Cuadro 37. Características de los ventiladores AAC-AF	123
Cuadro 38. Características de los compresores del AAC-AF	124
Cuadro 39. Características del motor del blower del AAC-AF	125
Cuadro 40. Características de los ventiladores del AAC-AF	126
Cuadro 41. Características contactor del motor del Blower.	126
Cuadro 42. Característica relé de sobrecarga, motor del blower	127
Cuadro 43. Características de relés de control del AAC-AF	128
Cuadro 44. Característica de Interruptor principal del AAC-AF	128
Cuadro 45. Características transformador del circuito de control	129
Cuadro 46. Característica de los compresores del AAC-AF	129
Cuadro 47. Característica de los compresores del AAC-AF	130
Cuadro 48. Característica del relé de control	131
Cuadro 49. Característica del relé de control	131
Cuadro 50. Característica de los Interruptores termomagnético de los compresores	132

Cuadro 51. Característica de los Interruptores termomagnético de los ventiladores	132
Cuadro 52. Características de los timers del AAC-AF.	133
Cuadro 53. Características del compresor del AAC-103IE	149
Cuadro 54. Características del motor del blower.	150
Cuadro 55. Características del contactor del motor del blower del AAC-IE103	151
Cuadro 56. Características del interruptor termomagnético del AAC-IE103	151
Cuadro 57. Características del transformador de control del AAC-IE103	151
Cuadro 58. Características del contactor principal del AAC-103IE Interruptor	152
Cuadro 59. Características de los relés de sobrecarga del AAC-IE103	153
Cuadro 60. Características timer	153
Cuadro 61. Característica interruptor principal aires 103IE y 104IE	162
Cuadro 62. Características compresor AAC-104IE	163
Cuadro 63. Características del motor del blower	164
Cuadro 64. Característica ventilador del AAC-104IE	165
Cuadro 65. Características contactor principal AAC-104IE	165
Cuadro 66. Características transformador del control de AAC-104IE	166
Cuadro 67. Características contactor del motor del blower AAC-104IE	167
Cuadro 68. Características de los relés del AAC-104IE	168
Cuadro 69. Características del timer en el AAC-104IE	168
Cuadro 70. Características de la unidad condensante del AAC-ALAC	178
Cuadro 71. Características de los motores en la unidad condensante del AAC-ALC	178
Cuadro 72. Características del compresor 1 del AAC-ALAC	179
Cuadro 73. Características del compresor 2 del AAC-ALAC	180
Cuadro 74. Características del motor del blower del AAC-ALAC	181
Cuadro 75. Características de los ventiladores 2 y 3 del AAC-ALAC	181
VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE 2, 3	181
Cuadro 76. Características de los ventiladores 1, 4,5 ,7 y 8 del AAC-ALAC	182
Cuadro 77. Características del Interruptor Tripolar unidad condensante	183

Cuadro 78. Características del interruptor tripolar del motor del blower	183
Cuadro 79. Características de los interruptores monopolares del los ventiladores	184
Cuadro 80. Características del contactor del motor del blower	185
Cuadro 81. Características del relé de sobrecarga del motor del blower del AAC-ALAC	186
Cuadro 82. Características del Transformador del circuito de control del AAC.ALAC	186
Cuadro 83. Características los contactores de los compresores del AAC.ALAC	187
Cuadro 84. Características de los contactores de los ventiladores del AAC. ALAC	188
Cuadro 85. Característica de elemento de protección al compresor, contra sobrecarga.	188
Cuadro 86. Características de relés de control	189
Cuadro 87. Características del relé del circuito de control del AAC-ALAC	190
Cuadro 88. Características del controlador de fases en el AAC-ALAC	190
Cuadro 89. Característica de los Timer en el ACC-ALAC	191

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. SIMBOLOGIA DE LOS PLANOS ELECTRICOS Y DE LOS DIAGRAMAS DE CONEXIONES.....	217
ANEXO B. MEDICIONES ELECTRICAS EN LOS AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	221
ANEXO C. INSTRUCTIVO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE LOS AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	230

RESUMEN

TÍTULO:

ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS CORRESPONDIENTES A LOS AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE GRAN POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.♦

AUTORES:

Luis Jesús Torrado Zuleta

Ricardo Vanegas Anaya♦♦

PALABRAS CLAVES:

Relés, timers, Circuito de potencia, circuito de control, secuencia de accionamiento

DESCRIPCIÓN:

Los sistemas de refrigeración pueden utilizar distintos sistemas de control, entre los cuales se encuentra, el control continuo (variando la velocidad del compresor) o un control ON-OFF (encendiendo y apagando el compresor). Para la implementación de estos sistemas, se necesitan diferentes elementos como contactores, relés, timers, entre otros, los cuales cumplen funciones específicas para adecuar la capacidad a las condiciones demandas.

En las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, se encuentran gran cantidad de equipos de refrigeración, los cuales fueron adquiridos desde hace varios años, los cuales no poseen documentación correspondiente a sus circuitos de potencia, de control y alimentación.

Debido a la falta de información de los equipos de refrigeración, la división de mantenimiento tecnológico, decidió que se debe documentar la información de los circuitos de potencia, de control y la secuencia de accionamiento en estos equipos. La información fue documentada en el documento que se denominó. Instructivo de Equipos y Elementos de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander.

El documento posee los planos de los circuitos de control, circuitos de potencia, secuencia de encendido, secuencia de apagado, información de los elementos, ubicación de los aires, ubicación de los interruptores, de los aires acondicionado del auditorio Luis A. calvo, auditorio Fundadores, auditorio Mario Galán Gómez, aula Jorge Zalamea, aula 103 de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones y el aula 104 de la misma escuela.

♦Proyecto de grado

♦♦ Facultad de ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Ciro Jurado Jerez. Codirector José A. Amaya Palacios.

SUMMARY

TITLE:

ELECTRICAL UPGRADE PLANS OF THE GREAT CENTRAL AIR CONDITIONER POWER OF THE UNIVERSITY OF SANTANDER INDUSTRIAL*

AUTHORS:

Luis Jesús Torrado Zuleta

Ricardo Vanegas Anaya**

KEY WORDS:

Relay, timer, power circuit, control circuit, sequence of operation

DESCRIPTION:

The systems of refrigeration can use different systems of control, between which he is, the constant control (changing the speed of the compressor) or a control ON-OFF (igniting and extinguishing the compressor).

For the implementation of these systems, there are needed different elements like contactors, relays, timers, between others, which fulfill specific functions to adapt the capacity to the conditions of demand.

In the facilities of the Industrial University of Santander, they find great quantity of equipments of refrigeration, which there were acquired for a lot of time, which do not possess documentation corresponding to his circuits of power, of control and supply.

Due to the lack of information from the refrigeration equipment, the maintenance division of technology, decided that information should document the power circuits, control and sequence of operation on these computers. Information was documented in the document call "Instructivo de Equipos y Elementos de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander."

The document possesses the planes of the circuits of control, circuits of power, sequence of ignition, sequence of extinguished, information of the elements, location of the airs, location of the switches, of the airs conditioned of Luis A. Calvo auditorium, Fundadores auditorium, Mario Galan Gomez auditorium, room Jorge Zalamea, room 103 of the school Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones y the room 104 of the same school.

*Graduation Project

** Faculty of Physics-Mechanic Engineerings, School of Electrical, Electronic Engineering and Telecommunications. Director Ciro Jurado Jerez.

Codirector Jose A. Amaya Palacios.

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran cantidad y diversidad de aires acondicionados centrales en la Universidad Industrial de Santander (AAC-UIS), se ha hecho necesario con el pasar del tiempo, la elaboración de una guía que ayude a los técnicos de la universidad y a sus contratistas, en el proceso de reparación de los AAC-UIS. Por tal motivo se elaboró el Instructivo de Equipos y Elementos de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander.

En el presente documento se evidencia el proceso desarrollado para la elaboración del manual, iniciando con una breve explicación de que son y cómo funcionan los sistemas de refrigeración, los elementos que conforman este sistema y la función que desempeñan.

Los planos de los AAC-UIS en el manual, se realizaron utilizando la forma ladder o escalera y previendo que algún lector, no se encuentre familiarizado con esta topología, el capítulo 1 del instructivo será una explicación de diagramas ladder.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento de los planos de los Circuitos Eléctricos de Alimentación y de Control para los Aires Acondicionados centrales de la UIS (AAC-UIS) de gran potencia y actualizarlos mediante la documentación.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorear la corriente, la tensión y el factor de potencia. Para los circuitos de AAC-UIS
- Documentar y actualizar los planos eléctricos de potencia y control de los AAC-UIS, los cuales son: Auditorio Luis A. Calvo, Sala Zalamea, Auditorio Fundadores Facultad de Salud, Aula Máxima Escuela de Mecánica, Auditorio Mario Galán escuela de ingeniería Química, las aulas 103 y 104 de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones.
- Elaborar un instructivo de operación y mantenimiento de los circuitos eléctricos de los AAC-UIS.
- Analizar y evaluar el funcionamiento de los dispositivos de mando y control de los AAC-UIS con el fin de documentar la secuencia de accionamiento de sus componentes.
- Revisar las medidas de seguridad pertinentes al manejo de las señales y elementos en los perímetros de los AAC-UIS, aplicando el Retie y la NTC 2050.

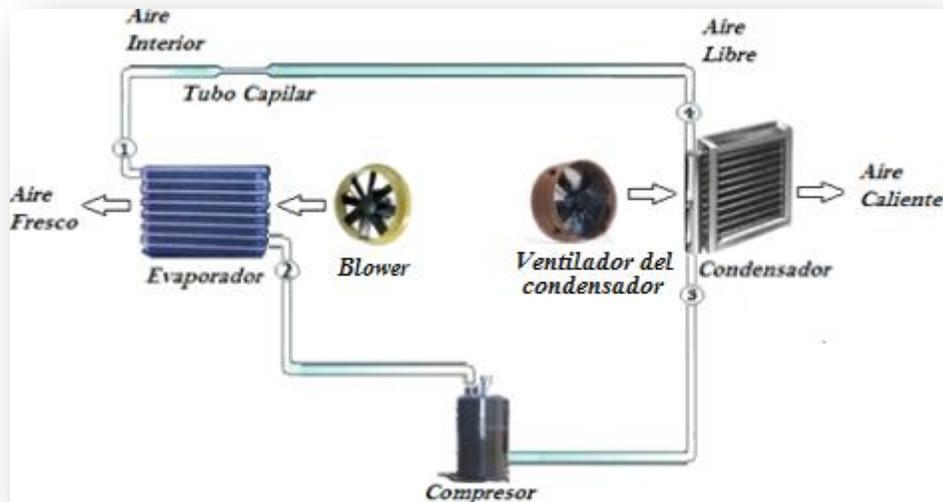
2. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

El principio de la refrigeración se basa en la segunda ley de la termodinámica donde se establece que **“el calor fluye naturalmente desde un objeto de mayor temperatura a uno de menor temperatura”**.

Los sistemas de refrigeración consisten en ciclos termodinámicos de un refrigerante, mediante los cuales el refrigerante retira el calor de un cuerpo o recinto, durante estos ciclos el refrigerante presenta cambios de estados, los cuales se deben a la interacción de diferentes elementos, principalmente compresor, evaporador, condensador y válvula de expansión. [1][2].

La medida estandarizada para medir la capacidad de extracción de calor es la tonelada estándar de refrigeración, equivale a la cantidad de calor absorbido al derretirse una tonelada de hielo a 0 °C en 24 horas. Equivale a un flujo de calor de 12 000 BTU por hora, es decir 12 660 kJ/hora. [2] [3].

Figura 1. Componentes básicos de un sistema de refrigeración



Fuente. Autores

2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los principales elementos que interactúan en el ciclo de refrigeración por compresión son:

2.1.1 Compresor. Es el principal elemento del sistema de refrigeración, posee dos funciones importantes, reducir la presión en el evaporador (succionando el vapor refrigerante) y elevar la presión del refrigerante, para luego llegar al condensador. Los tipos de compresores son:

Compresores Reciprocantes.
Compresores centrífugos.
Compresores rotativos. [2]

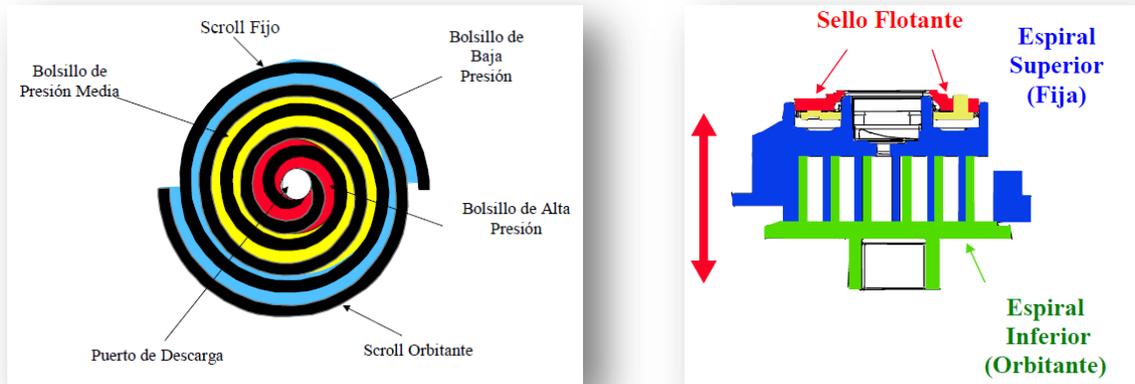
2.1.1.1 Compresores Reciprocantes. También son conocidos como de desplazamiento positivo, reciproco o alternativo. Logra reducir un volumen de gas dentro de un cilindro cerrado mediante el desplazamiento mecánico de un pistón dentro del cilindro, este pistón se denomina miembro de compresión.[4]

2.1.1.2 Compresores SCROLL. El funcionamiento de este tipo de compresores se basa en dos elementos en forma de espiras, una fija y otra que gira en un movimiento orbitante alrededor del centro del motor. Durante el funcionamiento del compresor, las espiras hacen contacto entre ellas en varios puntos, formando espacios llamados bolsillos, hacia el centro estos bolsillos disminuyen de tamaño.

El proceso de compresión en compresores scroll, es un proceso de desplazamiento positivo, en el cual aumenta la presión del refrigerante y reduce su volumen por medio de esfuerzo mecánico

Los bolsillos definidos según la forma de las espirales del compresor y el movimiento orbital de la espira móvil, la siguiente figura ilustra los bolsillos formados en un compresor tipo scroll. [20]

Figura 2. Ilustración de la estructura interna de un compresor scroll



Fuente: Emerson Climate Technologies; Guía de aplicación Scroll de refrigeración

Los compresores scroll se caracterizan por tener pocas partes móviles, ser silenciosos, presentar pocas vibraciones, la fuga del refrigerante es prácticamente nula y posee protecciones internas para proteger el motor en caso de que este presente un aumento excesivo en la temperatura de sus bobinados.[20][21]

Los compresores de los AAC-UIS que fueron revisados, son marca Copeland, o Bristol, por lo cual a continuación se presenta la interpretación de la nomenclatura de estas dos marcas de compresores. [5] [6]

Cuadro 1. Explicación del 1er código de compresores COPELAND

Z F 3 3 K 4 E - T W D - 5 5 1
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Explicación del código de compresores COPELAND			
1	Familia de los compresores COPELAND	6	Lubricante
2	Código S=Alta/media temperatura F = Baja temperatura B=Alta/media temperatura	7	Tipo de motor T = Trifásico
3	Capacidad Nominal [BTU/h]	8	Tipo de protección
4	Multiplicador de Capacidad K = 1 000 M = 10 000	9	Características Eléctricas
5	Variación del modelo: Indica el modelo dentro de la serie	10	Suministros: Indica los accesorios incluidos

Fuente. Emerson Climate Technologies; Guía de aplicación Scroll de refrigeración (ZF24 K4E...ZF48 K4E, ZS56 K4E...ZS11 M3E, ZB56 KCE...ZB11 MCE);

Cuadro 2. Explicación del 2^{do} código de compresores COPELAND

BRK2-1200-TFC-505
 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Explicación del 2 ^{do} código de compresores COPELAND										
1	Familia de los compresores COPELAND				6	Tipo de motor T = Trifásico C= Monofásico con condensador de arranque P= Monofásico con condensador de régimen				
2	Código E= Alta eficiencia R= Alta temperatura T= Dos velocidades				7	Tipo de protección				
3	Tipo de desplazamiento Es una letra asignada arbitrariamente según la serie del compresor				8	Características Eléctricas				
					código	Tensión [V]				
							60 Hz	50 Hz		
					C	208/230	200/220			
					D	460	380/420			
					E	575	500			
					J	265	220/240			
					M	***	380/420			
					V	208/230	200			
					Z	***	220/240			
					5	200/230	200/240			
4	Variación del modelo: Indica el modelo dentro de la serie				9	Suministros: Indica los accesorios incluidos				
Potencia nominal del motor										
código 0125 0150 0175 0200 0225 0275 0300 0350										
HP 1 ¼ 1 ½ 1 ¾ 2 2 ¼ 2 ¾ 3 3 ½										
código 0400 0450 0500 0750 0900 1000 1200										
HP 4 4 ½ 5 7 ½ 9 10 12										

Fuente. Embraco coling solution

Cuadro 3. Descripción de la nomenclatura de los compresores Bristol

H 2 3 A 3 2 3 D B E A
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Explicación del código de compresores BRISTOL					
1	Condición de Aplicación M= Temperatura media H= Altas temperaturas	6	Tipo de motor A = Monofásico con condensador de régimen D= Trifásico		
	Tipo de refrigerante. 2= R22	7	Tipo de protección del motor		
3	Generación dentro del modelo	8	Características Eléctricas		
		código	Fases		
			Tensión [V]		
			60 Hz		
			50 Hz		
		C	1	208/230	***
		D	3	208/230	200/220
		E	3	460	380/415
		K	1	***	220/240
		L	3	200/230	200/220
		V	3	280/460	380/415
		X	3	460	***
		H	1	265	220/240
4	Familia del compresor dentro del modelo	9	Dimensiones de la base [mm] A = 190,5 x 190,5 E = 241,3 x 241,3 F = 266,7 x 266,7		
5	Código de capacidad Nominal				

Fuente. EMBRACO, Manual de aplicación de compresores

2.1.2 Condensador. Es el elemento que Proporciona una superficie de transferencia de calor donde el refrigerante a alta presión, cede al medio de condensación el calor absorbido por el refrigerante durante el proceso de evaporización y compresión, así el vapor de refrigerante cambia a estado liquido para volver a ser usado en el siguiente ciclo[2][4][7]

Existen tres tipos de condensadores.

Condensador enfriado por aire.

Condensador enfriado por agua.

Condensador evaporativo.

2.1.2.1 Condensador enfriado por aire. Es el condensador de mayor uso, en este tipo de condensadores, el vapor sobrecalentado es condensado dentro de los tubos, cediendo calor al aire externo que circula entre las aletas.

Estos condensadores, pueden encontrarse de dos tipos, estáticos o de tiro forzado.

Estáticos: Generalmente son de tubo liso, como la velocidad del aire es lenta, se acumula mucha suciedad.

Tiro forzado: Aumentan la velocidad del aire por medio de ventiladores. [4]

2.1.3 Tubo capilar o válvula de expansión. Este elemento, reduce la presión del refrigerante proveniente del condensador, al reducir la presión permite la evaporación de refrigerante el cual regresa al estado gaseoso en el evaporador.

2.1.4 Evaporador. Es un intercambiador de calor, localizado en la parte de baja presión; en el evaporador el refrigerante en estado líquido, absorbe calor y se evapora en este proceso. [7] Según su construcción se pueden clasificar en:

Evaporador de tubo descubierto.

Evaporador de placa.

Evaporador Aleteado.

2.1.4.1 Evaporadores aletados. En estos evaporadores, las aletas funcionan como superficie secundaria de absorción de calor y aumenta el área de absorción de calor, pero presentan el inconveniente de poder presentar escarchado entre las aletas, lo que disminuye el factor de conductancia total. [4] [2]

2.1.5 Manejadora. En los equipos de refrigeración se conoce como manejadora al conjunto entre el evaporador y un blower (soplador de aire), el cual tiene como función enviar el aire refrigerado en la manejadora hasta el sitio que se desea climatizar. El blower funciona por medio de un motor eléctrico.

2.1.6 Línea de succión. Tubería que transporta el refrigerante en forma de vapor, desde el evaporador hasta el compresor. [2]

2.1.7 Línea de descarga. Tubería que conduce el vapor sobrecalentado, desde la descarga del compresor hasta el condensador [2]

2.1.8 Refrigerante. Es el agente de enfriamiento, el cual absorbe calor de otro cuerpo o sustancia. En el ciclo de refrigeración, el refrigerante es el fluido de trabajo, el cual alternativamente se vaporiza y se condensa absorbiendo y cediendo calor, respectivamente.

Un refrigerante se aproximara al ideal, cuando sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para la que va a ser utilizado, debido a que no existe un refrigerante ideal para todas las aplicaciones. [4]

2.1.8.1 Propiedades del refrigerante. Para que un fluido, sea considerado como buen refrigerante, sus propiedades deben tener las siguientes características.

Tabla 1. Propiedades y características del refrigerante.

PROPIEDAD	CARACTERÍSTICA
Baja temperatura de ebullición	Punto de ebullición por debajo de la temperatura ambiente, a presión atmosférica.
Alto calor latente de vaporación	Mayor absorción de calor por kilogramo de refrigerante en circulación.
No inflamable, no explosivo, no toxico	Para soportar durante años los repetidos cambios de estados que presenta el refrigerante en cada ciclo
No corrosivo	Garantiza larga vida en los componentes del sistema, aun con el uso de materiales comunes

Tabla 1. (Continuación)

PROPIEDAD	CARACTERÍSTICA
Moderadas presiones de trabajo	Posibilita la utilización de equipos con el menor peso posible
Bajo punto de congelación	temperatura de congelación muy por debajo de cualquier temperatura que pueda alcanzar
Moderado volumen específico de vapor	Reduce al mínimo el tamaño del compresor.
Bajo costo	Mantiene el precio del equipo del equipo dentro valores razonables, tanto en adquisición, mantenimiento y reparación.

Fuente: DUARTE GIL Favio, PINTO Lenin Norberto; Mejoramiento En Las Facilidades De Operación Y Medición Del Cuarto Frio.

2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL

El adecuado funcionamiento de los aires acondicionados, se da gracias a un gran conjunto de componentes, mecánicos y eléctricos. La cantidad de elementos presentes en cada uno de los aires varía según las características del aire, principalmente depende de su potencia.

Durante la elaboración del manual, se encontraron diferentes elementos, en los circuitos de control y de potencia de los AAC-UIS. Los elementos encontrados en los AAC-UIS fueron:

2.2.1 Contactores. Son elementos de maniobra, los cuales son accionados debido al movimiento mecánico de un núcleo de hierro, quien es desplazado de su posición inicial cuando por la bobina que lo circunda circula una corriente eléctrica que lo energiza, [8] según su construcción, este movimiento cambia la normalidad de los contactos, es decir los que se encuentran abiertos cuando la bobina está desenergizada pasan a estar cerrados y los que se encontraban cerrados, se abren cuando la bobina se energiza.

Los contactores son capaces de cortar corrientes de sobrecarga, pero no de cortocircuito su función es establecer o interrumpir el paso de la corriente en un circuito, con carga o en vacío. [9]

La corriente en los contactores se establece o se interrumpe por medio de sus contactos, los cuales pueden ser principales (polos) y auxiliares.

Contactos principales: Son encargados de conectar o desconectar el circuito principal o circuito de potencia que se quiere controlar. Con el objetivo de cortar o restablecer la corriente del circuito. Estos contactos son normalmente abiertos. [9]

Contactos auxiliares: Establecen o interrumpen corrientes de los circuitos de control o de señalización. Estos contactos pueden ser del tipo:

Normalmente Cerrado (NC)

Normalmente Abierto (NO) (NA)

Normalmente Abierto mas normalmente Cerrado (NANC) [9]

En un sistema de refrigeración los contactores se encuentran asociados a motores del compresor, condensador, evaporador y su correspondiente circuito de control.

2.2.2 Relés instantáneos. Son elementos utilizados para establecer funciones lógicas, con el fin de conectar y desconectar elementos del sistema de control, los relés poseen contactos normalmente cerrado y normalmente abierto, trabajan con corrientes pequeñas, aproximadamente 10 A. estos contactos cambian de normalidad al instante que su bobina es energizada. [6] [9]

2.2.3 Relés térmicos de sobrecarga. Son dispositivos de protección cuya función es proteger contra daños por sobrecargas. Su funcionamiento se basa en la desenergización de la bobina del contactor, esto debido a que la corriente de la carga circula por resistencias arrolladas en bimetales (dos metales de diferente coeficiente de dilatación), cuando la corriente sobrepasa los valores nominales, los bimetales se deforman, logrando la conmutación de los contactos auxiliares, los cuales son los encargados de desenergizar la bobina [9] [10]

Figura 3. Relé térmico de sobrecarga



Fuente: catalogo D-Line Contactors, Overload Relays and Accessories

2.2.4 Relé temporizado (time delay relay). Este tipo de relés son usados generalmente en secuencias de control y algunas otras funciones. El time-delay relay es un relé con una purga de aire o un resorte que tiene como función retrasar la acción de sus contactos. Esta acción puede estar aplicada al energizar o desenergizar la bobina del relé. Según lo anterior este tipo de relé puede clasificarse en dos grupos. [11]

Relay on delay (TDOE): La característica de estos relés, es que el retraso o conteo se aplica cuando la bobina del relé es energizada.

Relay off delay (TDODE): Se caracterizan porque el retraso comienza a contar a partir de la desenergización de la bobina del relé.

En ambos tipos, el tiempo de retardo puede ser ajustado dentro de los límites del relé. [11]

2.2.5 Transformador eléctrico. Un transformador es una máquina eléctrica estática, cuya función es aumentar o disminuir el nivel de tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna. En este proceso de cambio de nivel de tensión, la frecuencia se mantiene y en el caso del transformador ideal, es decir sin pérdidas, la potencia eléctrica también se mantiene.

El funcionamiento de los transformadores, se basa en el fenómeno de inducción magnética. Un transformador en su construcción más simple, está conformado por dos bobinas o devanados y un núcleo cerrado de hierro. Los devanados pueden ser denominados de la siguiente manera. Devanado de alta tensión y devanado de baja tensión o devanado primario y devanado secundario.

Cuando los devanados se nombran como de alta y de baja, se hace referencia al nivel de tensión en sus terminales, mientras que cuando son nombrados como primario y secundario, se hace referencia a la entrada de tensión al transformador que se realiza en el devanado primario y a la salida de tensión que se presenta en el devanado secundario. [12]

2.2.6 Interruptores termomagnéticos. Un interruptor termomagnético es un elemento que protege principalmente conductores y equipos contra corrientes por sobrecarga y corrientes de cortocircuito. Deben ser capaces de soportar un cortocircuito sin destruirse, con el objetivo de poder ser utilizados luego de corregirse el origen de la falla.

El funcionamiento de este tipo de interruptores, consiste básicamente en dos mecanismos, un electroimán por el cual circula la corriente, el cual conjunto con un dispositivo mecánico, cuando la corriente supera el límite de intervención estipulado, genera una fuerza que abre el contacto del interruptor, esta apertura

del contacto se produce en milésimas de segundo. Este mecanismo es el encargado de la protección contra cortocircuitos. [13]

La protección contra sobrecargas se debe a la intervención de una lámina bimetálica, la cual al calentarse por encima de los valores establecidos, se deforma y junto con el dispositivo mecánico se provoca la apertura del contacto. La deformación del material bimetálico se presenta debido al aumento de la corriente a través del tiempo por encima del valor establecido, lo que indica una sobrecarga.

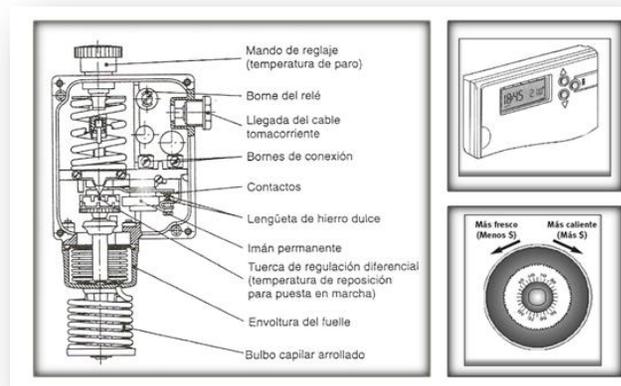
Los interruptores termomagnéticos, están dotados con una palanca, para su intervención manual y rearme después de que se ha accionado, debido a una falla. [13]

2.2.7 Termostatos. Son dispositivos que sensan la temperatura y producen una respuesta eléctrica, la cual es utilizada en los elementos de control del sistema. Su función es la de regular la temperatura de un objeto o ambiente, para lo cual se establecen dos límites prefijados (lo más cerca posible al valor que se desea obtener). En forma simple un termostato, se puede comparar con un termómetro adjunto a un interruptor

Los elementos mínimos de un termostato son:

- Un órgano de detección: termómetro.
- Un órgano de mando: interruptor eléctrico.
- Un dispositivo de enlace mecánico: se encarga de unir el termómetro con el interruptor eléctrico.

Figura 4. Ejemplos y partes de termostatos

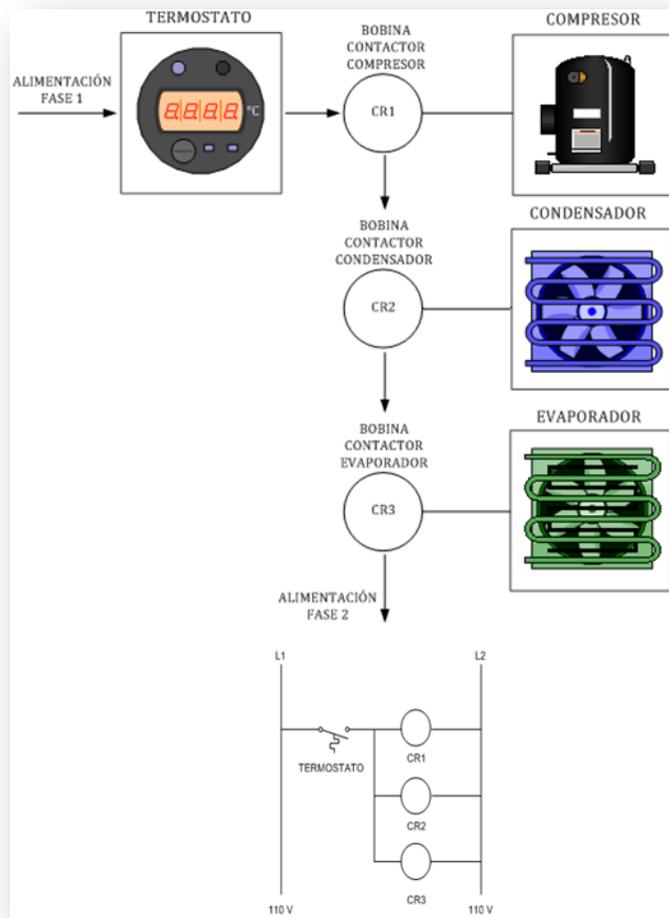


Fuente: Madison Gas and Electric (MGE).

En un sistema de refrigeración, la función del termostato es mantener energizado el compresor mientras que la temperatura del ambiente refrigerado sea mayor que la temperatura de referencia más la diferencia de temperaturas y desenergizara el compresor cuando la temperatura del ambiente sea menor que la temperatura de referencia. El termostato cerrara sus contactos, para volver a energizar el compresor, cuando la temperatura sea mayor que la temperatura de referencia más la diferencia. [6]

Según la implementación del circuito, el termostato puede desenergizar el compresor, los motores del evaporador y del condensador al mismo tiempo, como se puede observar en la figura 5.

Figura 5. Representación del control accionado por temperatura.



Fuente: Determinación Del Consumo Energético De Un Sistema De Refrigeración En Carga Parcial Bajo Esquemas De Control Continuo Y Control On-Off

2.2.8 Resistencias de calentamiento o del carter. Son resistencias ubicadas alrededor del compresor, las cuales se energizan cuando el compresor no se encuentra funcionando. Esto se realiza debido a que cuando las temperaturas que rodean el compresor son bajas, puede que el refrigerante en el compresor se condense, por tal motivo en el momento del arranque del compresor se produce una evaporización rápida del refrigerante, lo que con lleva a un arrastre de aceite.

La función de las resistencias de calentamiento, consiste en mantener el carter a una determinada temperatura, para evitar el arrastre de aceite. [14]

2.2.9 Válvulas solenoides. Son válvulas que controlan el flujo del refrigerante, este control lo desarrollan por medio de una bobina o solenoide, que al circular una corriente eléctrica por el solenoide, se genera un campo magnético, el cual atrae un émbolo móvil. Estas válvulas generalmente trabajan completamente abierta o completamente cerrada, al finalizar el efecto del campo magnético producido por la corriente, el embolo vuelve a su posición original, ya sea por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar. [4] [6] [15]

Estas válvulas, presentan la ventaja que pueden ser accionadas de forma remota, motivo por el cual son muy utilizadas en sitios de difícil acceso.

➤ Clasificación de las válvulas solenoides

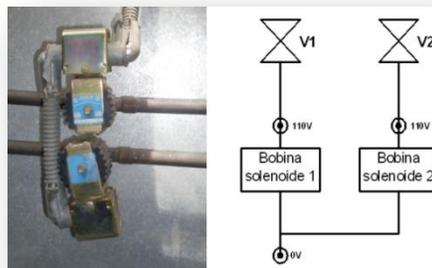
Las válvulas solenoides pueden ser clasificadas según, su aplicación, construcción o forma. De esta forma se pueden clasificar así:

Según su aplicación: Acción Directa u Operadas mediante piloto.

Según su construcción: Normalmente abierta o Normalmente cerrada.

Según su forma: De acuerdo al número de vías.

Figura 6. Válvulas solenoides



Fuente: foto Autores, imagen. [6]

2.2.10 Presostatos. Son elementos del sistema de control de un equipo de refrigeración. Cuya función es brindar protección ante bajas y/o altas presiones en el equipo. Se clasifican en presostato de baja presión y presostato de alta presión.

Presostato de baja presión (presostato de succión)

Es un elemento que se conecta del lado de baja presión del sistema. El contacto eléctrico del presostato se abre cuando la presión de succión desciende por debajo de un valor establecido, esto con el objetivo de evitar el funcionamiento del compresor en ausencia del refrigerante (debido a algún escape de refrigerante). Para evitar así la presencia de humedad. [16]

Presostato de alta presión (presostato de descarga)

Este elemento se instala en el lado de alta presión del sistema. Su función es detener el ciclo de refrigeración cuando la presión es excesiva, cuando se restablece la presión, llegando así al valor establecido, el contacto eléctrico vuelve a cerrarse. [4]

De igual forma que los termostatos, los presostatos pueden desenergizar el compresor y los motores del evaporador y del condensador.

Figura 7. Presostato.



Fuente: Catalogo Smart electric.

2.2.11 Indicadores luminosos. Son elementos que permiten visualizar una información por medio de la emisión de una luz. Esta información puede ser los estados de marcha, parada, falla, entre otros. Los indicadores luminosos pueden ser LEDs o luces incandescentes

Colores distintivos para luces pilotos. [9][17]

Rojo. Indica peligro o una situación de atención inmediata.

Amarillo. Cuidado, atención, se ha presentado cambio en la situación.

Verde. Indica que el servicio funciona con normalidad.

Azul. Información especial, puede tener cualquier significado.

Blanco. Información general, cualquier significado, por ejemplo confirmación.

En los equipos donde se encontraron luces pilotos, estas solo indicaban la energización de las máquinas y no siempre cumplían con el anterior código.

2.2.12 Amperímetro. Es un instrumento que mide la intensidad de corriente que circula por una rama de un circuito eléctrico.

Para realizar la medición, es necesario que la corriente circule por el amperímetro, por lo cual debe colocarse en serie. La resistencia interna del instrumento debe ser lo más pequeña posible, para evitar una apreciable caída de tensión.

2.2.13 Voltímetro. Instrumento utilizado para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Para obtener la medición, el voltímetro debe colocarse en paralelo a los puntos que se desea conocer la diferencia de potencial, por esto la resistencia interna del instrumento debe ser lo más alta posible, para evitar un consumo apreciable, lo cual ocasionaría una lectura errónea.

2.3 CLASIFICACIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS

En la Universidad Industrial de Santander, existen gran cantidad de equipos de acondicionamiento de aire, los cuales son muy diversos en su capacidad de enfriamiento y en su tecnología.

Los aires acondicionados se pueden clasificar según su construcción, de esta forma encontramos las siguientes clases de equipos:

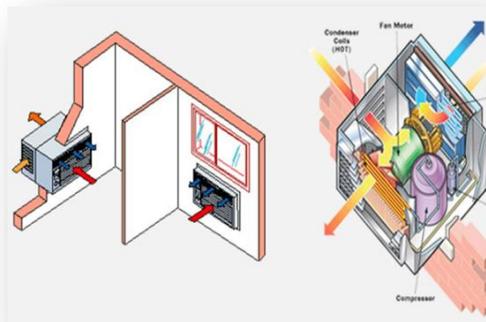
Equipos de ventana.

Equipos dividido o remoto.

Equipo paquete o compacto

2.3.1 Equipos de Ventana. Es un equipo compacto y de descarga directa requieren toma de aire. Se coloca uno por habitación, si el sitio es de gran tamaño, se usan varios según las necesidades. La instalación se realiza en ventana o muro. Son los equipos más económicos pero poseen como desventajas su eficiencia limitada y alto nivel de ruido.

Figura 8. Aire acondicionado tipo ventada

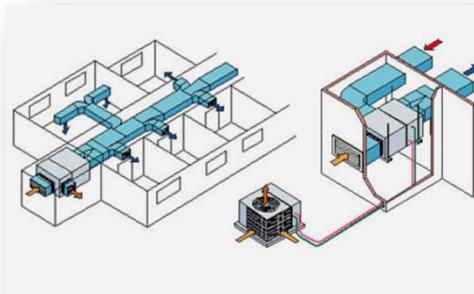


Fuente: Tecno climas; tipos de Aire Acondicionado

2.3.2 Equipo Dividido o Remoto. Es un equipo de aire acondicionado central, distribuye el aire por una red de conductos y lo emite a través de rejillas en paredes o en el techo. [18]

Este Sistemas de aire acondicionado se caracteriza por tener dos unidades separadas; una interior, la cual se encuentra conformada por el evaporador y su ventilador y otra interior conformada por compresores y condensador, ambas unidades se encuentran comunicadas entre sí por conductos de recomunicación;

Figura 9. Aire acondicionado tipo dividido



Fuente: Tecno climas; tipos de Aire Acondicionado

2.3.3 Tipos de aires acondicionados dividido. La clasificación de este tipo de aires se presenta según características como número de unidades condensantes y forma de instalación de las unidades, de esta forma se encuentran.

Fijos: se conforman por una unidad interior y otra exterior, ambas fijas; es el más demandado y económico en su instalación y mantenimiento.

Multisplit: poseen una sola unidad exterior, la cual alimenta varias unidades condensantes interiores.

Minisplit: tienen una unidad exterior fija y la interior portátil. [19]

2.3.4 Equipo de Paquete. Es un sistema de aire acondicionado central, en el cual todos sus componentes se encuentran ubicados en el mismo gabinete, la circulación del aire se realiza al igual que en el tipo dividido, por medio de una red de conductos. [18]

Figura 10. Aire acondicionado tipo paquete



Fuente: Tecno climas; tipos de Aire Acondicionado

3. DESCRIPCIÓN PROCESO DE LEVANTAMIENTO

En este proyecto se realizó el levantamiento de siete los AAC-UIS, entre los cuales se encontraron, diferentes tipos de aires, empaquetados, divididos. Para la realización del proyecto, se inició con una etapa de estudio de los sistemas de refrigeración. Para el levantamiento de cada aire, se realizaron las siguientes etapas.

- Reconocimiento del equipo.
- Identificación del sistema de potencia.
- Reconocimiento del sistema de control.
- Elaboración de los planos.
- Determinación de las características del sitio.

3.1 RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO

Esta etapa es una de las más importantes, debido a que en ella se logra identificar el tipo de equipo que es utilizado para refrigerar un lugar en específico.

El reconocimiento del equipo consiste principalmente en realizar una inspección visual del tipo de equipo, la ubicación de sus partes, dimensiones, se identifican la cantidad y el funcionamiento de las estaciones de arranque y parada, cantidad de elementos de medición (voltímetros, Amperímetros)

A demás de la inspección visual, se realiza la toma de los valores de la placa principal del equipo.

3.2 IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA

En la identificación del sistema de potencia se observa la cantidad de motores del equipo, como por ejemplo, la cantidad de compresores, ventiladores en la unidad condensante y número de motores en el evaporador o manejadora.

Luego de conocer la cantidad de motores del equipo, se toman los datos de las placas de características de cada uno de ellos, después estas características de cada motor son comparadas con los datos de la placa principal. En caso de encontrarse alguna diferencia entre los datos comparados, esta será consignada en este documento y reportada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander.

3.3 RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

Durante esta etapa se identifican los elementos que conforman el sistema de control del equipo, como son contactores, relés, timers, interruptores, presostatos, termostatos, entre otros, la cantidad y las características de los elementos pueden variar según el equipo.

Después de identificados los elementos del sistema de control se realiza el diagrama del tablero de control, diagrama en el cual se encuentran bosquejados los elementos de control, sus medidas y su ubicación en el tablero.

De igual forma que en las anteriores etapas, se realiza una recolección de las características en las placas de los elementos, el obtener estos datos muchas veces no se pudo realizar debido al mal estado o ausencia de la placa de características en algunos elementos.

En esta etapa también se realiza la identificación de que contactor se encuentra asociado a cual motor.

Figura 11. Sistema de control AAC Aula Máxima Ing. Mecánica



Fuente: Autores

3.4 ELABORACIÓN DE LOS PLANOS

Esta es la parte principal de este proyecto, ya que al finalizar esta etapa, se podrá obtener un documento en el cual se pueda revisar la secuencia de funcionamiento del AAC-UIS.

Para la realización de cada plano se debió identificar las conexiones entre los elementos de control para esto se siguieron los siguientes pasos.

3.4.1 Etiquetado de los conductores. Este proceso consiste en asignarle un número para cada uno de los conductores del equipo.

El etiquetado de los conductores en cada AAC-UIS que se realizó el levantamiento puede variar en base a lo siguiente:

- Si el equipo no presenta conductores identificados, el etiquetado comienza a partir del número 1.
- Si el equipo presenta conductores identificados, se revisa cual es el número mayor de estos, si el número mayor es menor a cien, entonces el etiquetado realizado comienza a partir del número 100.

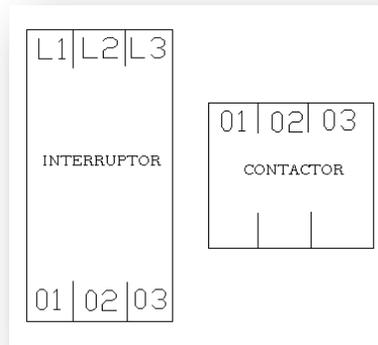
3.4.2 Identificación de conexiones entre elementos. La identificación de las conexiones, es un proceso que se realiza de manera simultánea al etiquetado de los conductores, es decir cada vez que se logra establecer la conexión que establece un conductor, inmediatamente se le asigna un número.

El proceso de revisar cada una de las conexiones, se realiza de forma manual, esto consiste en que se debe escoger un conductor y seguir su recorrido desde un extremo al otro, para así determinar la conexión establecida por medio de ese conductor.

3.4.3 Registro de conexiones. El registro de conexiones consiste en que inmediatamente después de establecer la conexión que cada conductor permite, el número de este se coloca en los elemento que se encuentran conectados correspondiente en el diagrama del tablero de control.

Como ejemplo del registro de conexiones se puede mencionar que durante la identificación de conexiones, el conductor que conecta la salida de la línea 1 de un interruptor termomagnético con la entrada del contacto principal de un contactor se etiquetó con el número 01; de forma similar se realiza con las salidas 2 y 3, las cuales se conectan, respectivamente con el segundo y tercer contacto principal del contactor, los conductores que permiten cada una de estas conexiones se enumeran con el número 02 y 03. Al realizar el registro de las conexiones descritas, se obtiene la siguiente gráfica.

Figura 12. Registro de conexiones.



Fuente: Autores.

3.4.4 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento. Para el desarrollo de esta etapa se necesita haber culminado el registro de conexiones. Los planos eléctricos se realizaron usando la metodología ladder, bajo la normativa ANSI.

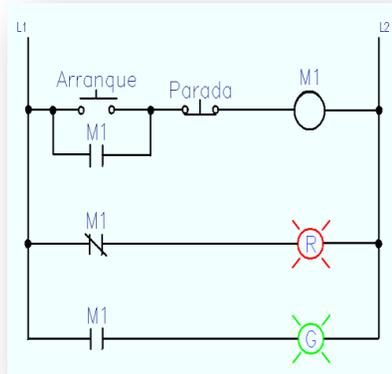
3.4.4.1 Metodología ladder - normativa ANSI. La metodología ladder es una forma sencilla de representar un circuito la cual permite visualizar el funcionamiento del circuito de control, gracias a que en este tipo de planos se pueden observar las condiciones necesarias para energizar los elementos del sistema.

Un diagrama ladder elaborado siguiendo la normativa ANSI o americana, se caracteriza principalmente por:

- Usa los símbolos y designaciones según las normas ANSI (ANEXO A)
- El circuito de potencia se grafica de forma independiente al circuito de control.
- El circuito de potencia se ubica en la parte superior y sigue el sentido de izquierda a derecha.
- El circuito de control se encuentra en la parte inferior y se desarrolla desde la parte superior hacia abajo.

En la figura 13. Se encuentra el diagrama del arranque directo de un motor trifásico, el cual se acciona desde un solo lugar por medio de una estación arranque-parada, cuando el motor se encuentra apagado, una luz roja permanece encendida, al pulsar arranque se energizan el motor y una luz verde que indica encendido, mientras que la luz roja se apaga inmediatamente, al pulsar el botón de parada, el sistema regresa a las condiciones iniciales.

Figura 13. Diagrama ladder de un Circuito de control.



Fuente: Autores

Al observar el diagrama de control, se nota que:

La bobina del contactor al cual se encuentra asociado el motor, se encuentra desenergizada hasta el momento de pulsar el botón de arranque, en este momento se energiza la bobina y sus contactos principales y auxiliares cambian de normalidad, el contacto que se encuentra paralelo a la estación de arranque-parada se cierra, creando un camino para mantener energizada la bobina del contactor, a esto se le conoce como enclavamiento eléctrico, el cambio de normalidad de los contactos, permite que se encienda la luz de verde y se apague la luz roja.

Cuando se pulsa el botón de parada, se desenergiza la bobina del contactor, abriendo así los contactos principales y auxiliares del contactor, con lo cual se desenergiza el motor y la luz verde, mientras que la luz roja se enciende.

3.5 DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE ACCIONAMIENTO

El conocer la secuencia de accionamiento para cada AAC-UIS permite saber cómo actúan los elementos del circuito de control, lo cual permite realizar una revisión de la veracidad de lo establecido en el diagrama ladder del circuito de control, debido a que al comparar la secuencia de funcionamiento del circuito control realizado, es la misma que la establecida en el equipo.

La secuencia del accionamiento del equipo, se determinó por medio de la toma de tiempo de entrada de cada elemento del AAC-UIS.

La medición del tiempo de encendido de cada elemento como ventiladores, motores del evaporador, compresores, se inicia desde el momento de pulsar el encendido del AAC-UIS, durante este proceso se pueden observar características como el encendido y apagado de compresores, cuando el sitio a refrigerar alcanza la temperatura deseada con lo cual se evita alcanzar niveles bajas de temperatura.

Tan importante como es establecer el tiempo de encendido de los elementos, lo es el determinar el tiempo de apagado de estos, ya que en algunos casos se encuentra que hay elementos que no se desenergizan inmediatamente que se pulsa el botón de apagado, este caso se presenta generalmente en el motor del evaporador, por lo cual cuando se decide apagar el AAC-UIS, se contabiliza el tiempo de apagado de cada elemento.

Al culminar esta fase del proyecto, se elabora de una tabla del tiempo de encendido y apagado, de cada elemento del equipo. A demás de una grafica de la secuencia del accionamiento.

3.6 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE SEGURIDAD

Esta etapa consiste básicamente en determinar las condiciones de seguridad del sitio en el cual una persona que se encontrará realizando un trabajo de mantenimiento o reparación de un AAC-UIS.

En este estudio se revisaron las condiciones en que se encuentran algunos elementos los cuales pueden ser fuente de riesgos para los trabajadores, como son:

- Facilidad de acceso y evacuación al equipo.
- Altura de trabajo.
- Medidas del sitio de trabajo.
- Cantidad y ubicación de las salidas con respecto al punto de trabajo
- Condición del piso

Para obtener una valoración del riesgo al que se encuentra expuesto un trabajador que efectuó el mantenimiento o arreglo al AAC-UIS, se realizó el panorama de factores de riesgo en las locaciones que se encuentran los equipos se trabajaron en este proyecto.

3.7 MEDICIONES EN LOS EQUIPOS

Con el fin de observar el funcionamiento de los elementos, fueron realizadas diferentes mediciones a cada uno de los motores de cada AAC-UIS.

Las mediciones realizadas fueron las siguientes:

- Tensión sin carga en la acometida principal.
- Tensión sin carga en cada motor.
- Tensión con carga en la acometida principal.
- Tensión con carga en cada motor.
- Corriente en cada línea de la acometida principal.
- Corriente las líneas de cada motor del AAC-UIS.

Las mediciones se realizaron usando los siguientes instrumentos de medición:

Tabla 2. Lista de instrumentos para mediciones eléctricas.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Instrumento	Marca
Pinza Amperimétrica	KYORITSU
Multimetro	MASTECH

Fuente: Autores

La toma de estas mediciones tiene como objetivo:

- Comparar la tensión con carga y la tensión sin carga, para obtener un valor aproximado de la regulación de cada motor y del equipo completo.
- Conocer por medio de la corriente, si la maquina se encuentra trabajando en condiciones anormales.
- Determinar si los conductores de alimentación de los motores y de la acometida principal son los adecuados para la corriente de operación del sistema.

4. DOCUMENTACIÓN DE PLANOS ELÉCTRICOS, SECUENCIA DE ACCIONAMIENTO DE LOS AAC-UIS

En este capítulo se describen las características eléctricas, se presentan los planos eléctricos, la secuencia de accionamiento y las condiciones a las que se encuentran expuestos los trabajadores, en cada uno de los AAC-UIS que trata este documento

4.1 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AULA MÁXIMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

El aula máxima de la escuela de ingeniería mecánica se encuentra ubicada en el campus principal de la universidad Industrial de Santander, posee un área aproximada de 180 m², con una altura de 5 m aproximadamente, esta aula posee una capacidad para 178 personas.

Figura 14. Aula máxima de mecánica



Fuente: Autores

4.1.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El Aire Acondicionado Central del Aula Máxima de la escuela de ingeniería mecánica (AAC-AMM), se encuentra ubicado en la parte posterior del aula, a una altura de 2.7 m, en una placa de concreto de 5m x 3.8m. Este es un aire tipo compacto o paquete, cuya placa de características se encuentra en muy mal estado y no solo es posible identificar el fabricante.

El acceso al AAC-AMM, se debe realizar por medio de escaleras portátiles o de forma rudimentaria a través de una jardinera ubicada en la parte posterior del aula, motivo por el cual se puede generar un accidente.

Figura 15. Ubicación del AAC-AMM



Fuente: Autores

4.1.2 Descripción del Aire acondicionado central del aula máxima de mecánica AAC-AMM. El AAC-AMM es un aire tipo paquete, marca YORK, cuya placa de características es ilegible, este equipo posee una altura de 1.75 m, un ancho de 2.45m y un largo de 3.1m, donde se encuentran dos compresores marca Copeland, un motor para funcionamiento del blower, dos ventiladores para forzar la ventilación que circula por el condensador.

El sistema de control del AAC-AMM se encuentra instalado en el panel frontal del equipo, mientras que en el interior del auditorio se encuentra el interruptor de encendido, junto con el termostato, las luces pilotos y los instrumentos de medición de tensión y corriente.

Figura 16. Condiciones de la placa de características del AAC-AMM



Fuente: Autores

El encendido y el apagado del AAC-AMM solo puede realizarse desde el interior del auditorio y para lo cual se utiliza un interruptor accionado por llave, este interruptor presenta un adecuado funcionamiento.

4.1.3 Indicadores de control (luces, medidores). El AAC-AMM cuenta con un instrumento de medición de corriente y uno de medición de tensión y 6 luces pilotos, todos estos elementos se encuentran ubicados en el tablero que se encuentra dentro del aula.

4.1.3.1 Indicadores luminosos. En el aula máxima de ingeniería mecánica se cuenta con 6 indicadores luminosos los cuales permiten conocer el momento en que se energiza cada uno de los compresores del equipo, los ventiladores, el motor del blower; los otros dos indican la presencia de diferencia de tensión. Al momento de revisar estas luces todas se encontraban funcionando de forma correcta, la tabla 3 permite conocer a que elemento se encuentra asignada cada luz.

Tabla 3. Descripción de luces pilotos en el AAC-AMM

Descripción de luces pilotos en AAC-AMM		
Nomenclatura	color	Elemento asignado
C1	Verde	Compresor 1
C2	Verde	Compresor 2
Blower 1	Verde	Motor del Blower
Blower 2	Verde	Ventiladores del condensador
Tensión control (lado izquierdo)	Amarillo	Tensión de línea V_{RS}
Tensión control (lado derecho)	Amarillo	Tensión de línea V_{RT}

Fuente: Autores

4.1.3.2 Instrumentos de medición. Los instrumentos de medición con los cuales cuenta el AAC-AMM son, un voltímetro análogo, el cual se encuentra conectado de forma tal que permite establecer la tensión de línea V_{ST} , el segundo instrumento de medición es un amperímetro, también análogo, cuya conexión permite conocer la corriente que circula por la línea R del AAC-AMM.

Figura 17. Estación de encendido del AAC-AMM



Fuente: Autores

4.1.4 Identificación del sistema de potencia.

El sistema de potencia del AAC-AMM, está conformado principalmente por cuatro motores, los cuales se clasifican así.

Tabla 4. Motores del sistema de Potencia del AAC-AMM

Motores del sistema de potencia del AAC-AMM	
Descripción	Cantidad
compresores	2
ventiladores	2
Motor del blower	1

Fuente: Autores

Los cuadros 4,5 y 6 presentan las características de cada uno de los grupos en que se han clasificado los motores.

Cuadro 4. Características de los compresores del AAC-AMM

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES			
Marca	Copeland	modelo	BRH2-1000-TFC-505
serie	95D35194	potencia	10 HP
Tipo	Hermético	Número de fases	3
Voltaje Nominal	200/240 V	Frecuencia	60 Hz
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	42,1	Refrigerante	R22
LRA (Locked Rotor Current) Corriente a Rotor Bloqueado	207	BTU/H	125 000

Fuente: Placa de características del compresor

Figura 18. Compresores del AAC-AMM



Fuente. Autores

Cuadro 5. Características del motor del Blower del AAC-AMM

MOTOR DEL BLOWER					
Marca	Marathon Electric	Modelo	3VA184TTDR7026DJ	Serie	H124
Voltaje Nominal	208-230/460 V	Núm. de fases	3	RPM	1740
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	13,8-13,2/6,6 A	Frecuencia	60	Potencia	5 HP
SF	1.15	Clase	K		

Fuente: Placa de características del motor del blower

Figura 19. Motor del Blower del AAC-AMM



Fuente. Autores

Cuadro 6. Características de los ventiladores del AAC-AMM

MOTORES VENTILADORES					
Marca	Marathon Electric	Modelo	1VE56T1105302B	Serie	X502
Voltaje Nominal	208-230/460 V	Núm. de fases	3	RPM	1140
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	4,1-4,2/2,1 A	Frecuencia	60	Potencia	1 HP
SF	1	Clase	K	Tipo	TS

Fuente: Placa de características de los ventiladores.

4.1.5 Reconocimiento del sistema de control. El AAC-AMM posee todo el sistema de control en el panel frontal del equipo, pero además de este posee instrumentos de medición, indicadores luminosos y un totalizador en el auditorio, los elementos ubicados en el auditorio son los siguientes.

Cuadro 7. Características luces pilotos color verde

Luces pilotos color verde			
Marca	No posee	Modelo	No posee
cantidad en el equipo	4		
Tensión	120 Vac		

Fuente: Autores

Cuadro 8. Características luces pilotos color amarillo

Luces pilotos color amarillo			
Marca	No posee	Modelo	No posee
cantidad en el equipo		2	
Tensión		120 Vac	

Fuente: Autores

Cuadro 9. Características Interruptor termomagnético principal del AAC-AMM

Interruptor tripolar(Principal)			
marca	General Electric	Tipo	E11592-B
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 Vac
Corriente Nom. Max.	125 A		

Fuente: Placa de características del interruptor

Las principales características de los elementos de control del equipo que se encuentran en el panel frontal del AAC-AMM se describen a continuación.

Cuadro 10. Características de los contactores de los compresores del AAC-AMM

CONTACTORES DE LOS COMPRESORES			
Marca	Joslynclark	Serie	DP5C603
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		120 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	No posee	60 A	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
2	1		

Fuente: Placa de características del contactor

Figura 20. Contactor de un compresor del AAC-AMM



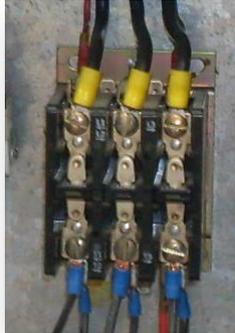
Fuente: Autores

Cuadro 11. Características de los contactores de los ventiladores del AAC-AMM.

CONTACTOR DE LOS VENTILADORES			
Marca	No posee	Modelo	AQ-352091
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	120Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	No posee	50	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
1	0		

Fuente: Placa de características del contactor

Figura 21. Contactor de los ventiladores del AAC-AMM.



Fuente. Autores

Cuadro 12. Características del contactor del motor del blower del AAC-AMM.

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER			
Marca	No posee	Modelo	AQ-352095
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	No posee	50	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
1	0		

Fuente: Placa de características del motor

Figura 22. Contactor del motor del blower.



Fuente: Autores

Cuadro 13. Características del relé de sobre carga

RELE DE SOBRECARGA			
Marca	Telemecanique	Modelo	LR2 D1321
cantidad en el equipo		1	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	
3		750 V	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (Adicionados)			
NO		NC	
0		0	
Observaciones			
Este elemento se encuentre ubicado como bloque aditivo en el contactor del motor del blower			

Fuente: Placa de características del Relé

Cuadro 14. Características de los relés del circuito de control del AAC-AMM.

RELÉ DE CONTROL			
Marca	ESSEX	Modelo	W-R/RBM
serie	91-191006-19083	Tensión contactos	250 V
cantidad en el equipo		4	
Tensión de la bobina		120 vac	
Contactos			
NO		NC	
2		2	

Fuente: Placa de características del Rele

Figura 23. Relés de circuito de control del AAC-AMM



Fuente: Autores

Cuadro 15. Características Interruptor termomagnético de los compresores del AAC-AMM

Interruptor tripolar (compresores)			
marca	LG	Tipo	LG MCCB ABS 103
Cantidad en el equipo	2	Tensión Max	690 Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	75 A	I.C	100 A

Fuente: Placa de características del interruptor

Figura 24. Interruptor termomagnético de los compresores del AAC-AMM



Fuente: Autores

Cuadro 16. Características Interruptor termomagnético de los ventiladores del AAC-AMM

Interruptor tripolar (Ventiladores)			
marca	Terasaki	Modelo	X550C5
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	600 Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	15 A	I.C	No posee

Fuente: Placa de características del interruptor

Cuadro 17. Características Interruptor termomagnético del motor del blower del AAC-AMM

Interruptor tripolar (motor del blower)			
marca	Terasaki	Modelo	X550C5
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	600 Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	15 A	I.C	No posee

Fuente: Placa de características del motor

.

Figura 25. Interruptor termomagnético del motor del blower del AAC-AMM



Fuente: Autores

Timers

Los timers usados en el sistema de control del AAC-AMM son dos timers ICM 102, cuya función es que arranque primero un compresor y luego el otro, con el objetivo de disminuir la corriente de arranque del equipo.

Cuadro 18. Características de los timer del AAC-AMM

TIMERS			
Marca	ICM	Modelo	102
cantidad en el equipo	2		
Tensión máx. de la carga	240 Vac	Tensión min de la carga	18Vac
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	0,3 a 10 min		
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • El contacto de este timer es del tipo on delay • La variación del tiempo de retardo, es ajustable por medio de una perilla en el elemento. 			

Fuente: placa de características [28]

Figura 26. Timer ICM 102



Fuente: ABB Inc; Delay On Make

Cuadro 19. Características transformador circuito de control del AAC-AMM

Transformador			
Marca	No posee	referencia	75-24P/(208/220/250)V
Potencia	40 VA	Frecuencia	60 Hz
Tensión primario	208/220/230 V	Tensión secundario	24 V
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> El transformador se encuentra conectado para trabajar con una tensión de 208 V en el lado de alta 			

Fuente. Placa de características del transformador.

Figura 27. Transformador del circuito de control del AAC-AMM.



Fuente: Autores

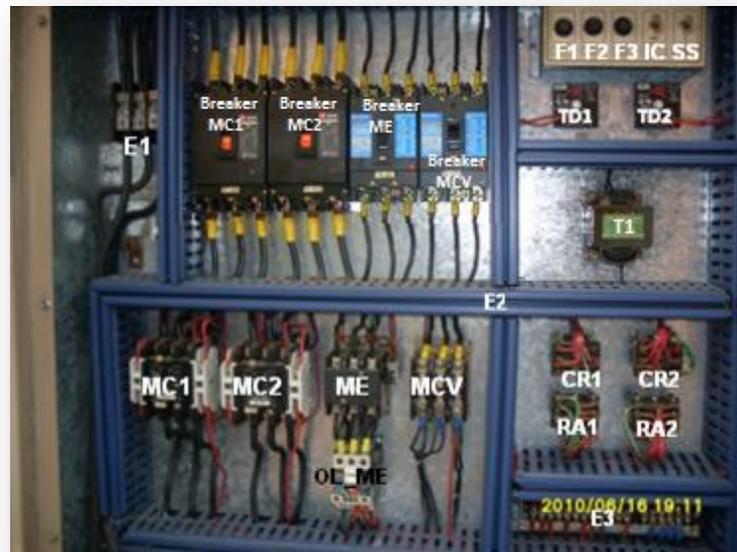
4.1.6 Elaboración de los planos. El primer paso a realizar para obtener los planos eléctricos es el etiquetado de los conductores

4.1.6.1 Etiquetado de los conductores. Al revisar el sistema de control, se encontró que algunos de los conductores de este se encontraban etiquetados, como el número mayor de los conductores etiquetados fue menor a 100, se procedió a etiquetar los demás conductores a partir del número 100.

Los conductores que se encuentran en la caja ubicada en el interior del auditorio, se etiquetaron a partir del número 201, esto con el fin de identificar la ubicación de cada conductor en el diagrama ladder del circuito de control.

En la siguiente figura se encuentra el, panel frontal del AAC-AMM y la denominación de cada uno de sus elementos.

Figura 28. Panel del circuito de control del AAC-AMM.



Fuente: Autores.

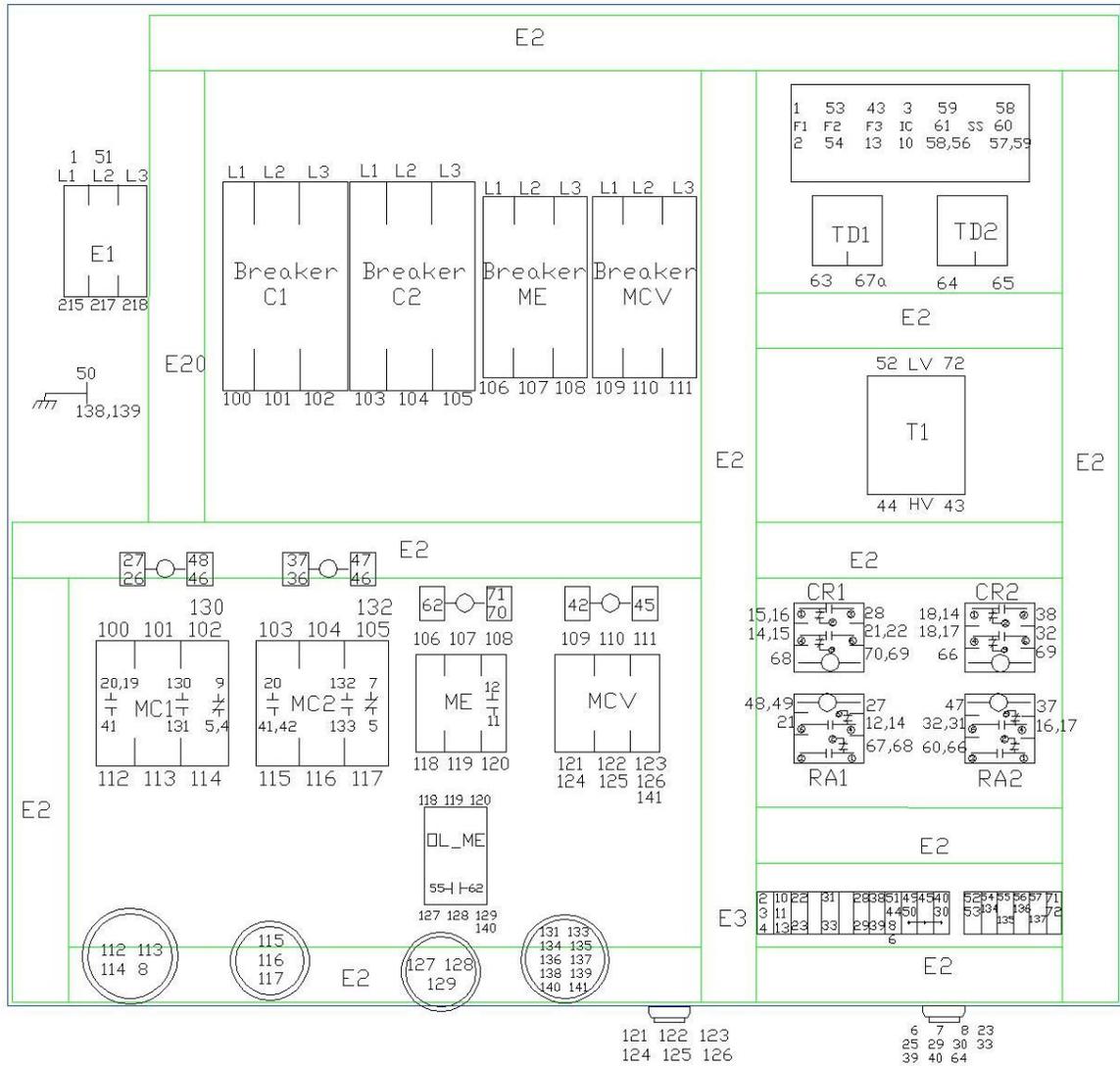
Tabla 5. Elementos del circuito de control del AAC-AMM.

ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL AAC-AMM			
E1	Conectores de la acometida	E2	Conduletas para el cableado
Breaker MC1	interruptor tripolar compresor 1	E3	Borneras de conexiones
Breaker MC2	interruptor tripolar compresor 2	OL_ME	Relé de sobrecarga del motor del blower
Breaker ME	interruptor tripolar del motor Blower	F1, F2,F3	Fusibles circuito de control
Breaker C2	interruptor tripolar ventiladores	ME	Contactador del motor del blower
MC1	Contactador compresor 1	MCV	Contactador de los ventiladores
MC2	Contactador compresor 2	CR1, CR2 RA1, RA2	Relés del circuito de control
T1	Transformador 220V/24V	SS	Selector de compresor
TD1	Timer compresor 1	IC	Interruptor on/off circuito de control
TD2	Timer compresor 2	Breaker AAC-AMM	Interruptor trifásico principal

Fuente: Autores

Después de realizado el proceso de etiquetado del circuito de control del AAC-AMM, se obtuvo como resultado en registro de conexiones que se observa en la figura 29.

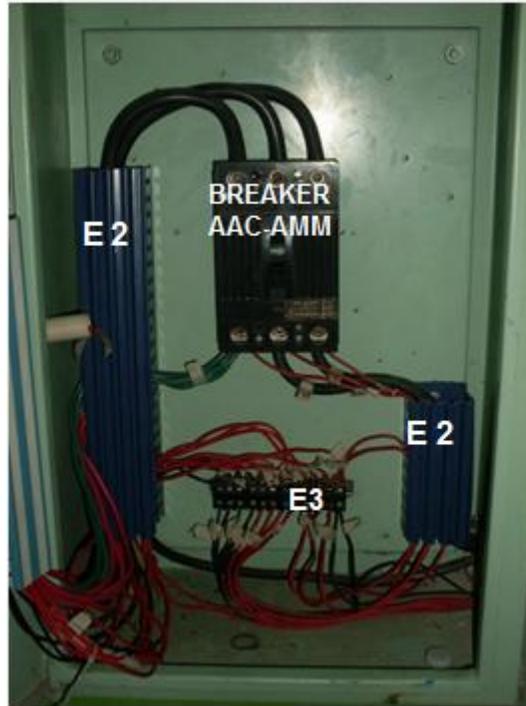
Figura 29. Registro de conexiones del tablero de control del AAC-AMM



Fuente: Autores

De igual manera se realizó en el tablero ubicado en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica.

Figura 30. Tablero de control en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica



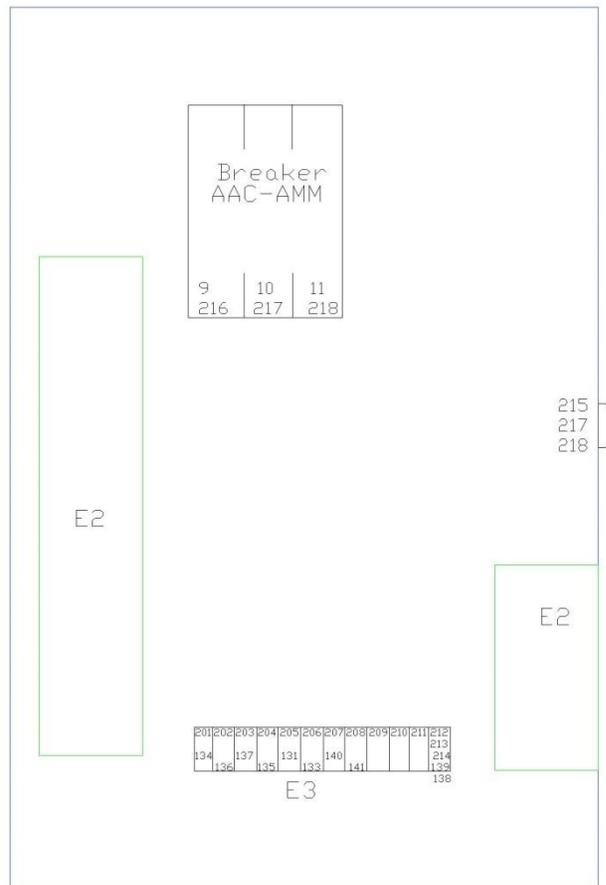
Fuente: Autores

Tabla 6. Elementos del Tablero de control en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica

ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL AAC-AMM			
E2	Conduletas para el cableado	E3	Borneras de conexiones
Breaker AAC-AMM	Interruptor trifásico principal		

Fuente: Autores

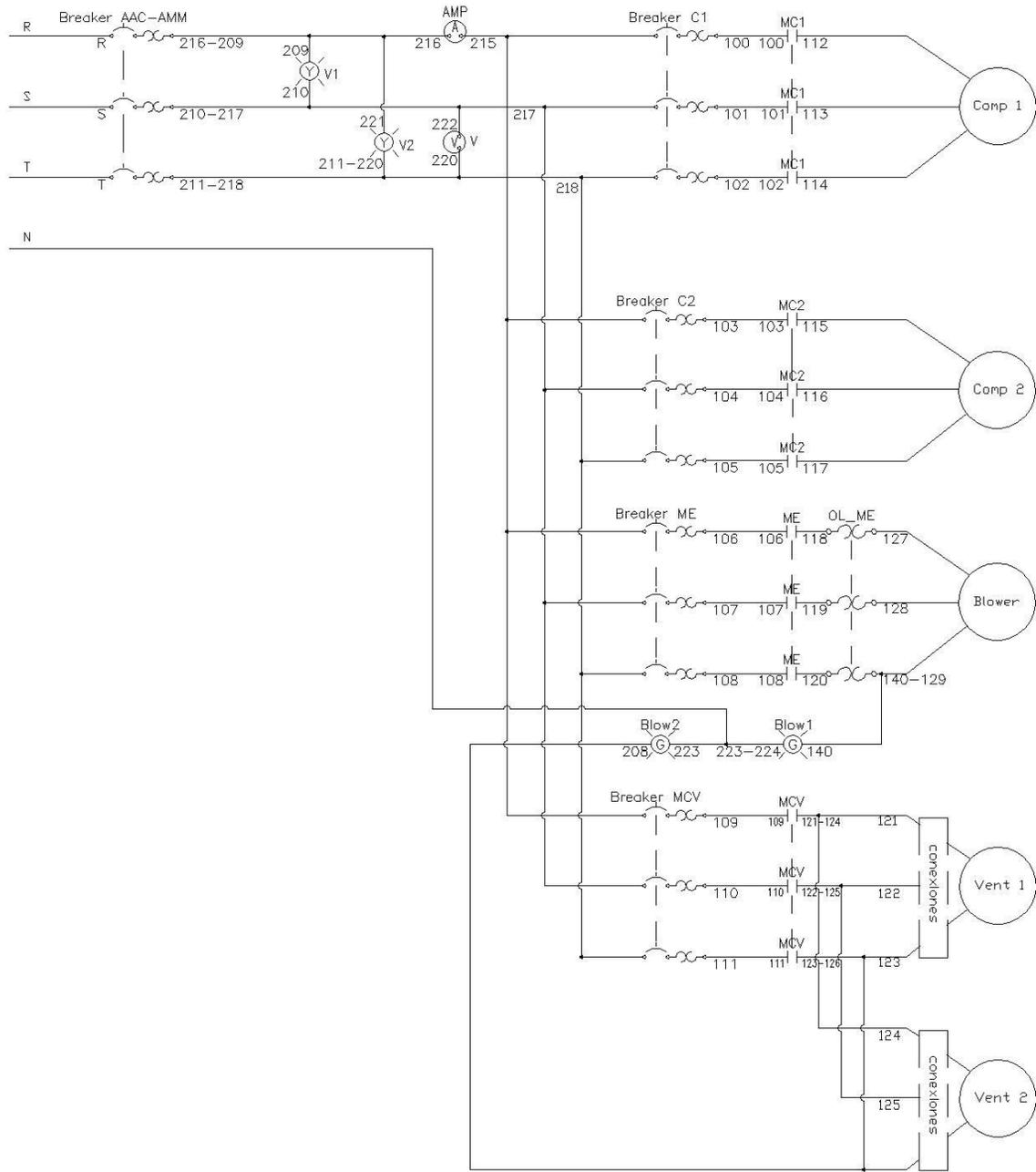
Figura 31. Registro de conexiones del tablero de control en el interior del aula máxima de ingeniería mecánica



Fuente. Autores

4.1.6.2 Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMM. Durante el desarrollo del sistema de potencia, se observa que los instrumentos de medición (voltímetro, amperímetro), las luces de blower 1, blower 2 y las dos luces de tensión control, pertenecen a este circuito.

Figura 32. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMM.

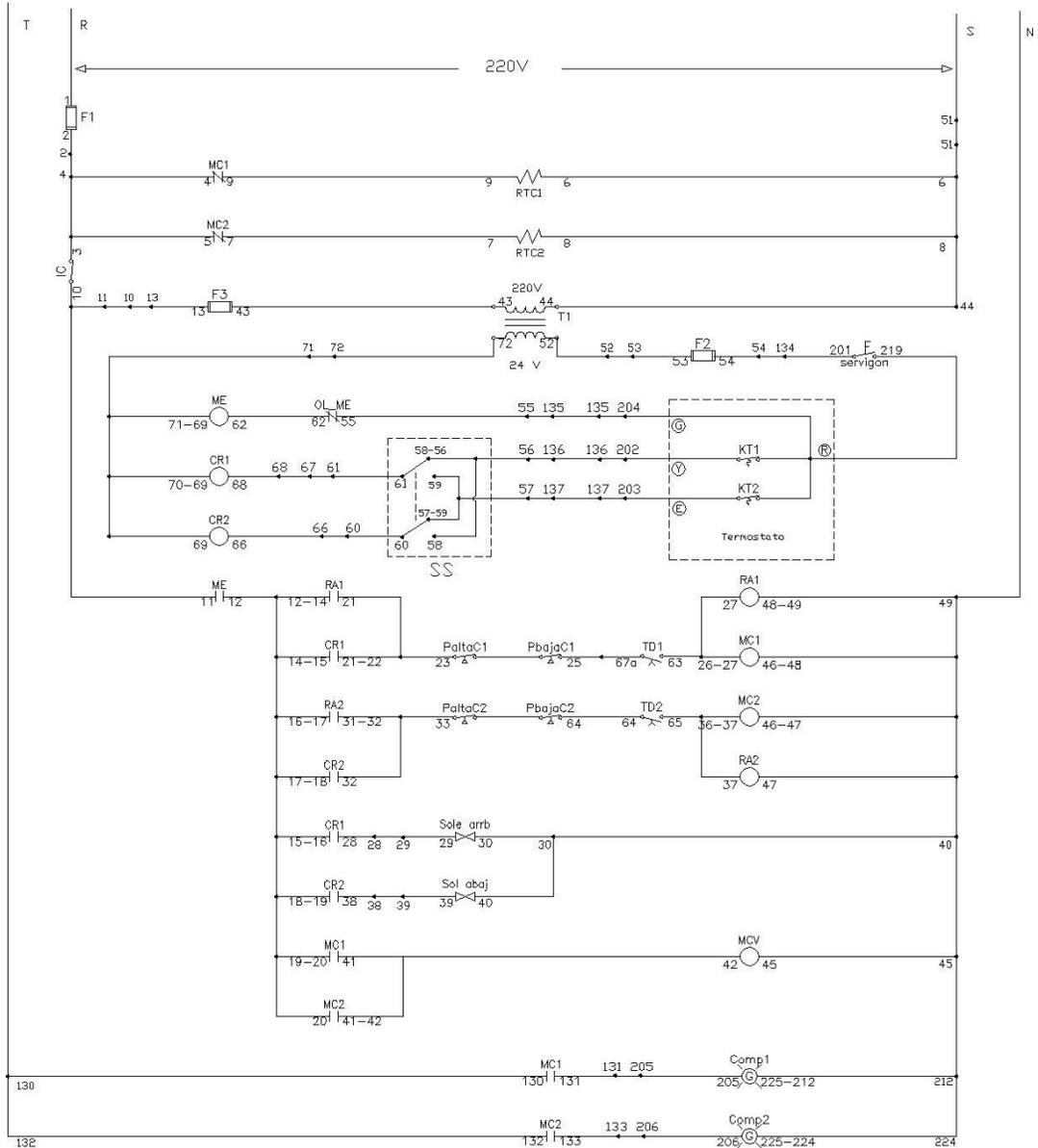


Fuente: Autores

Al revisar el plano eléctrico del sistema de potencia, se destaca que las luces del blower se encuentran conectadas a las tensiones V_{RS} y V_{TR} , mientras que el voltímetro se encuentra midiendo la tensión V_{ST} , lo cual permite observar si las tres tensiones de líneas del sistema se mantienen presentes.

Plano eléctrico del circuito de control del AAC-AMM. Al realizar el plano del circuito de control del AAC-AMM, se observa que alguno de los elementos ubicados en el interior del auditorio, se vinculan a este circuito de control.

Figura 33. Plano eléctrico del circuito de control del AAC-AMM.



Fuente: Autores

4.1.7 Determinación de la secuencia de accionamiento. El determinar el tiempo que demora en energizarse cada elemento del sistema de potencia del AAC-AMM, permite establecer la secuencia de accionamiento del AAC-AMM

4.1.7.1 Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-AMM. Cuando es accionado el interruptor del AAC-AMM, el encendido del sistema de potencia, se realiza siguiendo esta secuencia.

Al cerrar el interruptor, inmediatamente se enciende el motor del blower y la luz B1.

Después de transcurridos 1 min y 50 segundos, se encienden el compresor 1, los ventiladores y sus correspondientes luces pilotos (C1 y B2).

El compresor 2y su luz piloto C2, se energizan luego de 6 min y 15 segundos de accionado el interruptor.

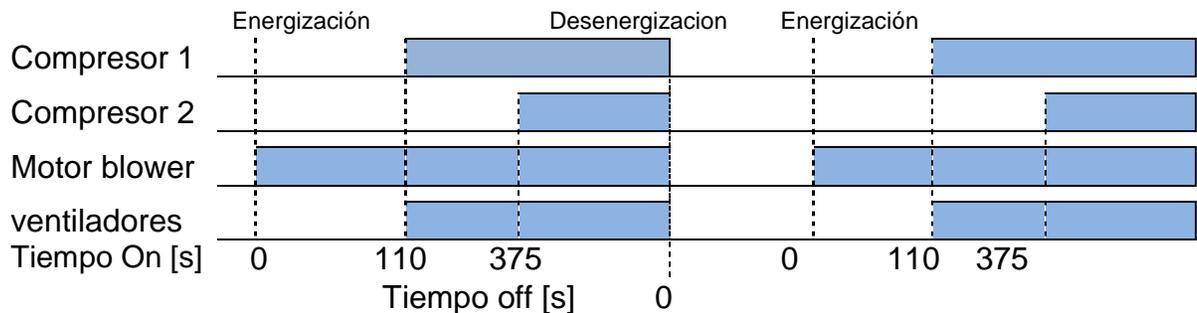
4.1.7.2 Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-AMM. La secuencia de accionamiento durante el funcionamiento, depende básicamente de la temperatura a la cual se encuentre ajustado el termostato. Esta secuencia fue revisada durante las mediciones eléctricas en el equipo, las cuales se tomaron durante aproximadamente dos horas.

La secuencia de accionamiento durante el funcionamiento presenta la siguiente característica. Cuando el recinto desciende la temperatura deseada, el compresor 2 es desenergizado por acción del termostato; cuando la temperatura sobre pasa el valor fijado, el termostato permite de nuevo la energización del compresor 2. Los demás elementos del sistema de potencia del AAC-AMM se mantienen energizados.

4.1.7.3 Secuencia de apagado del AAC-AMM. Cuando se abre el interruptor que permite la alimentación del sistema, los elementos del equipo; el motor del blower, los compresores y los ventiladores, se desenergizan inmediatamente.

La secuencia de accionamiento de los elementos del equipo cuando es encendido, luego es apagado y se vuelve a pulsar el arranque, se observa en la figura 34.

Figura 34. Secuencia de accionamiento del AAC-AMM



Fuente. Autores

4.1.8 Determinación de condiciones de seguridad

- Facilidad de acceso y evacuación al equipo.

El acceso al equipo debe realizarse por medio de escaleras portátiles o en su defecto, en caso de no poseer esta, el acceso y evacuación se realiza sin ninguna herramienta de ayuda, solo usando las extremidades y habilidades de cada trabajador. En este sitio no se encuentra una forma fácil de evacuación en caso de alguna situación peligrosa

- Altura de trabajo.

La altura de trabajo del trabajador, que se encargue del mantenimiento o reparación del AAC-AMM es de 2,7 m, por lo cual que se considera que el trabajador se encuentra realizando un trabajo en altura y se deben tomar las medidas de seguridad necesarias para esto.

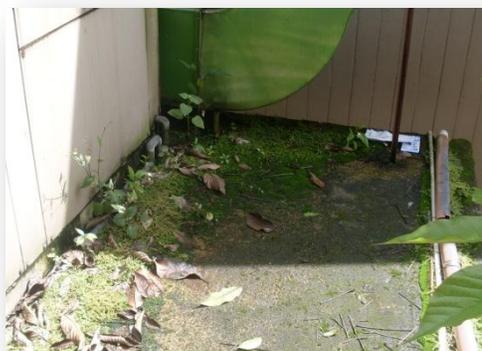
- Sitio de trabajo.

El trabajo en el AAC-AMM se realiza en una superficie metálica (5 m x 0.85 m), la cual se encuentra adherida a una superficie de concreto de las siguientes dimensiones 5m x 3m, en la cual se encuentra ubicado el AAC-AMM, ambas superficies se encuentran a la intemperie y a una altura de 2.7m.

La seguridad en el sitio de trabajo es muy baja, debido que a pesar de encontrarse elevado, la única seguridad para evitar una posible caída es una baranda de 1m de altura y 5 m de largo, con lo cual solo se protege la parte frontal de la superficie y no la totalidad de la periferia.

Debido a encontrarse a la intemperie, el piso de la placa de concreto, se encuentra cubierto por una capa de musgo, el cual aumenta el riesgo de caídas, durante el acceso o evacuación del sitio de trabajo.

Figura 35. Superficie de trabajo en el AAC-AMM.



Fuente: Autores

4.1.9 Mediciones en el equipo. En el AAC-AMM, se realizaron diferentes mediciones eléctricas entre las cuales se encuentran.

- Tensión sin carga en la acometida principal.
- Tensión sin carga en cada motor.
- Tensión con carga en la acometida principal.
- Tensión con carga en cada motor.
- Corriente en cada línea de la acometida principal.
- Corriente en cada línea de cada motor del AAC-UIS.

Los valores obtenidos se encuentran en el anexo B

Esta mediciones permitieron conocer un valor cercano al máximo de corriente de los elemento del sistema de potencia del AAC-AMM.

Tabla 7. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AMM.

Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AMM [A]									
Compresor 1			Compresor 2		Blower	Ventilador 1		Ventilador 2	
42,1			42,1		13,2	4,1		4,1	

Fuente: Autores

Tabla 8. Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AMM

Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AMM [A]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventilador 1			Ventilador 2		
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L3	L1	L2	L3
21,6	23,69	22,75	22,9	23	22	4,5	4,35	4,93	3,49	3,41	3,5	3,12	3,13	3,37

Fuente: Autores

Tabla 9. Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AMM

Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AMM [A]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventilador 1			Ventilador 2		
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L3	L1	L2	L3
23,6	26,4	25,1	25,6	26	23,5	4,6	4,5	5,3	3,5	4	3,5	3,3	3,2	3,4

Fuente: Autores

Las tablas 8 y 9, muestran la relación entre la corriente nominal de los motores del sistema de potencia del AAC-AMM y las corrientes promedio y máximas medidas en cada uno de estos.

Tabla 10. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AMM

Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AMM [%]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventilador 1			Ventilador 2		
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L3	L1	L2	L3
51,21	56,26	54	54,47	54,63	52,26	34,3	33	37,3	85	83,09	85,4	76,9	76,26	82,3

Fuente: Autores

Tabla 11. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AMM

Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AMM [%]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventilador 1			Ventilador 2		
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L3	L1	L2	L3
56,06	62,71	59,6	60,8	60,8	55,82	34,8	34,1	40,2	85,4	97,56	85,4	80,5	78,05	82,9

Fuente: Autores

Después de contrastar los valores máximos y promedios de corriente de cada uno de los motores del sistema de potencia del AAC-AMM, se puede destacar lo siguiente.

Se le debe realizar mantenimiento preventivo al motor del ventilador 1 del equipo debido a que en condiciones normales, la corriente de este se mantiene en un valor cercano al 85% de la corriente nominal.

El motor del ventilador 2 opera en un rango desde el 75% hasta el 80% de su corriente nominal.

Los compresores del AAC-AMM, se encuentran funcionando aproximadamente al 55% de su corriente nominal.

El motor del blower es el que se encuentra en mejores condiciones ya que en condiciones normales trabaja con alrededor de un 37% de su corriente nominal

A continuación se presentan los valores promedios de tensión obtenidos y la mínima tensión obtenida, valores con los cuales se calculo la regulación durante el funcionamiento del equipo y la máxima regulación que se presenta.

Tabla 12. Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AMM

Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AMM [V]														
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
211	211	212	211	211	212	211	211	212	211	211	212	211	211	212

Fuente: Autores

Tabla 13. Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMM

Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMM [V]														
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
203,5	204,6	204,5	203,7	204,7	204,5	203,8	204,5	204,5	203,6	204,9	204,4	203,7	204,8	204,7

Fuente. Autores

Tabla 14. Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMM

Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMM [V]														
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
201	203	201	201	203	201	201	202	201	201	203	201	201	203	201

Fuente. Autores

Tabla 15. Regulación promedio en el AAC-AMM

Regulación promedio en el AAC-AMM [%]														
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
3,67	3,13	3,7	3,6	3,06	3,68	3,53	3,16	3,65	3,63	2,96	3,72	3,57	3,03	3,55

Fuente. Autores

Tabla 16. Regulación máxima en el AAC-AMM

Regulación máxima en el AAC-AMM [%]														
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			Ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
4,98	3,94	5,47	4,98	3,94	5,47	4,98	4,46	5,47	4,98	3,94	5,47	4,98	3,94	5,47

Fuente. Autores

La regulación en el AAC-AMM se mantiene en valores cercanos al 3,5 % y su valor más crítico fue de 5,47%

4.1.10 Observaciones y recomendaciones en el AAC-AMM

Tabla 17. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-AMM

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
AAC-AMM	No está inventariado	Dificultades en la solicitud de mantenimiento al equipo	Iniciar el proceso de para inventariar el AAC-AMM
AAC-AMM	No posee pasacable en el ducto principal	Posible falla a tierra por contacto con la carcasa del equipo	Colocar pasacable
Motor ventilador 1	Trabaja cerca a su valor nominal de corriente	Si llegase a superar su valor nominal de corriente puede ser fuente de daños en el motor	Realizar mantenimiento preventivo en este motor
Luces pilotos	Nomenclatura inadecuada	Provoca errores de interpretación	Corregir nomenclaturas Blower 1 por blower y Blower 2 por Ventiladores
medidores	Anticuados	Incide a error en la lectura	Reemplazar por medidores digitales
Control de fases	No posee	Daño en los motores en caso de funcionar en ausencia de una fase	Instalar un controlador de fases
Acceso al equipo	Sin escaleras de acceso	Riesgo de accidentes	Construir una forma segura para el acceso
Superficie de trabajo	Cubierta por musgo	Riesgo de accidentes	Remover el musgo

Fuente: Autores

4.2. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO MARIO GALÁN GÓMEZ

El Auditorio Mario Galán es el auditorio principal de la escuela de ingeniería Química, el cual posee un área aproximada de 60 m², con una altura de 3 metros aprox. y posee una capacidad para 88 personas, la figura 36 muestra el interior del auditorio.

Figura 36. Auditorio Mario Galán Gómez



Fuente: Autores

4.2.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El auditorio Mario Galán cuenta con un aire Acondicionado Central (AAC-AMG), marca Mc Quay, tipo paquete, el cual se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio de la escuela de Ingeniería Química, Este equipo se encuentra a la intemperie y el acceso al equipo no presenta ninguna complejidad.

4.2.2 Descripción Aire acondicionado central del auditorio Mario Galán. El AAC-AMG es un aire tipo paquete, marca Mc Quay, las dimensiones de este equipo son las siguientes, altura de 0.9 m, un ancho de 0.8 m y un largo de 1.75 m, este equipo cuenta con un compresor marca Copeland, un motor para funcionamiento del blower y un ventiladores para aumentar la circulación de aire a través del condensador.

El AAC-AMG cuenta con un sistema de control ubicado en el panel frontal del equipo, las dimensiones de este panel son, 70 cm X 18 cm. En el interior del auditorio se encuentra un termostato, el cual se encuentra en resguardo dentro en una caja plástica, con el objetivo de no ser manipulado por personal no autorizado.

Figura 37. Aire Acondicionado Central del Auditorio Mario Galán.



Fuente: Autores

El encendido y el apagado del AAC-AMG se realizan por medio de un interruptor, ubicado en el auditorio, junto al termostato. La disposición de este interruptor, tiene como objetivo evitar operar el termostato, para de esta manera facilitar el uso del equipo.

El AAC-AMG posee como protección tres interruptores termomagnéticos monopolares, con enclavamiento mecánico, los cuales se encuentran en el tablero de distribución ubicado al costado izquierdo de la pared en la cual se encuentra la entrada al auditorio

Figura 38. Interruptores principales y de encendido del AAC-AMG.



Fuente. Autores

4.2.3 Indicadores de control (luces, medidores). La instalación del AAC-AMG no posee ningún instrumento de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando el equipo.

El AAC-AMG, no posee instalado ningún tipo de indicador, que indique el momento en el cual se energizan los elementos del equipo; estos indicadores

deben ser instalados en el interior del auditorio y ser los suficientes para monitorear, el compresor, motor del blower y el motor del ventilador.

4.2.4 Identificación del sistema de potencia. Tres motores constituyen el sistema de potencia del AAC-AMG, la tabla 18, muestra como se encuentran distribuidos.

Tabla 18. Motores del sistema de potencia del AAC-AMG

Motores del sistema de potencia del AAC-AMG	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

Fuente. Autores

Los cuadros 20 y 21 presentan las características los motores de cada uno de los grupos de los motores del sistema de potencia del AAC-AMG.

Cuadro 20. Características del compresor del AAC-AMG.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR			
Marca	Copeland	modelo	CRP5-0450-TF5-522
serie	03K28795B	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Hermético	Número de fases	3
Voltaje Nominal	200/230 V	Potencia	4 ½ HP
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	19,6 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	105 A	BTU/H	58 600

Fuente Placa de características del compresor

Cuadro 21. Características del motor del blower del AAC-AMG

MOTOR BLOWER EVAPORAR					
Marca	A. O SMITH	Modelo	F48SO6L73	Serie	GC96
Voltaje Nominal	208/230 V	Núm. de fases	1	RPM	1075
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	5 A	Frecuencia	60 Hz	Potencia	¾ HP

Fuente: Placa de características del motor del blower

Figura 39. Motor del blower del AAC-AMG



Fuente: Autores

La placa de características del ventilador, no pudo ser documentada debido a que por las condiciones de instalación del motor, esta es ilegible

4.2.5 Reconocimiento del sistema de control. El sistema de control del AAC-AMG, se encuentra ubicado en el panel frontal del equipo, a continuación se describen las características de cada uno de los elementos que conforman el sistema de control.

Cuadro 22. Características contactor del motor del blower

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER			
Marca	Furnas	Modelo	LR6535
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos Principales			

Cantidad	Tensión contactos	FLA
3	277 Vac	25
Contactos Auxiliares (Incluidos)		
NO	NC	
0	0	
Contactos Auxiliares (adicionados)		
NO	NC	
0	0	

Fuente. Placa de características contactor

Figura 40. Contactor del motor del blower del AAC-AMG



Fuente. Autores

Cuadro 23. Características interruptores termomagnético del AAC-AMG.

Interruptor Monopolar			
marca	Luminex	Corriente Nom. Max.	50 A
Cantidad en el equipo	3	Tensión Max	240 V
OBSERVACIONES			
Estos tres interruptores se encuentran enclavados mecánicamente, para brindar protección al circuito trifásico del AAC-AMG			

Fuente: Placa de características del interruptor

Cuadro 24. Características transformador del circuito de control del AAC-AMG.

Transformador			
marca	No posee	modelo	No posee
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	240 V	Tensión secundario	24 V

Fuente. Placa de características del transformador

Cuadro 25. Características del contactor principal del ACC-AMG

CONTACTOR PRINCIPAL			
Marca	Furnas	Serie	42BE35AJ477
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	240		30
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
2	2		
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Este contactor es usado para maniobrar el compresor y el ventilador del equipo 			

Fuente. Placa de características contactor principal

Figura 41. Contactor principal del ACC-AMG



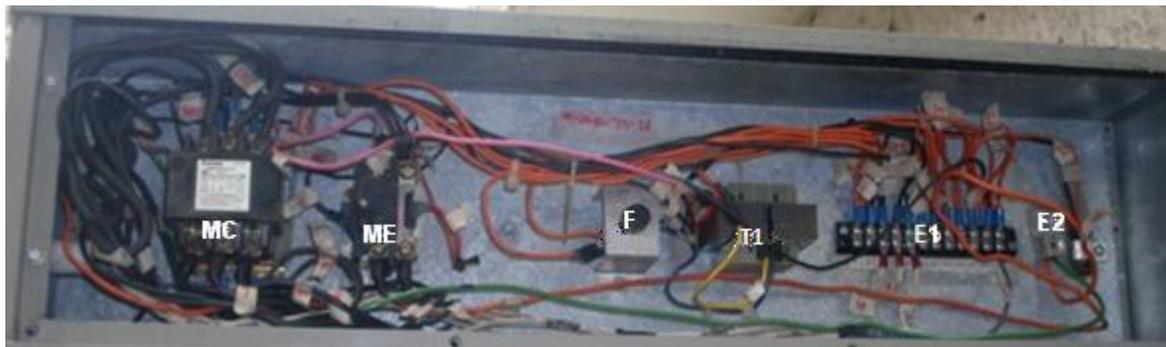
Fuente. Autores

4.2.6 Elaboración de los planos del AAC-AMG. En la elaboración de los planos se realizaron diferentes etapas, así.

Etiquetado de los conductores. Al revisar los conductores del circuito de control y el circuito de potencia del AAC-AMG, no se encontró ningún tipo de etiquetado para estos conductores, por lo cual se comenzaron a etiquetar a partir del número 1.

La denominación asignada a los elementos del AAC-AMG se pueden observar en la siguiente figura.

Figura 42. Panel frontal del AC-AMG



Fuente. Autores

Los elementos instalados en el panel frontal del ACC-AMG, se presentan en la siguiente tabla.

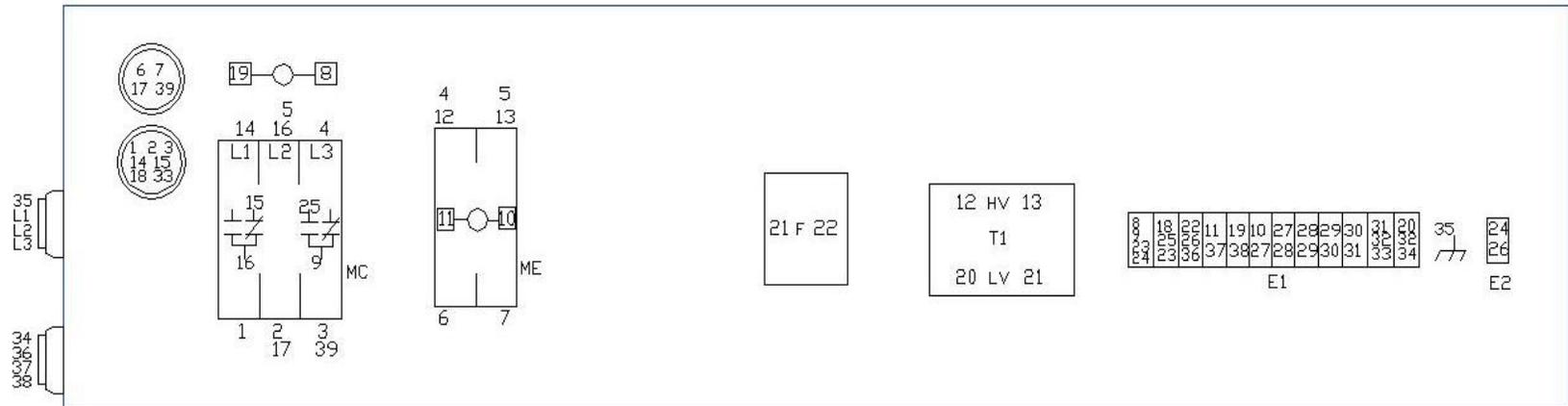
Tabla 19. Elementos del panel de control DEL AAC-AMG

ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-AMG			
MC	Contactador Principal	T1	Transformador 240V/24V
ME	Contactador del motor del blower	E1	Bornera de conexiones
F	Fusible del circuito de control	E2	Conector para conductores

Fuente: Autores

Al finar el proceso de etiquetado, se pudo obtener el siguiente diagrama conexiones.

Figura 43. Registro de conexiones del AAC-AMG

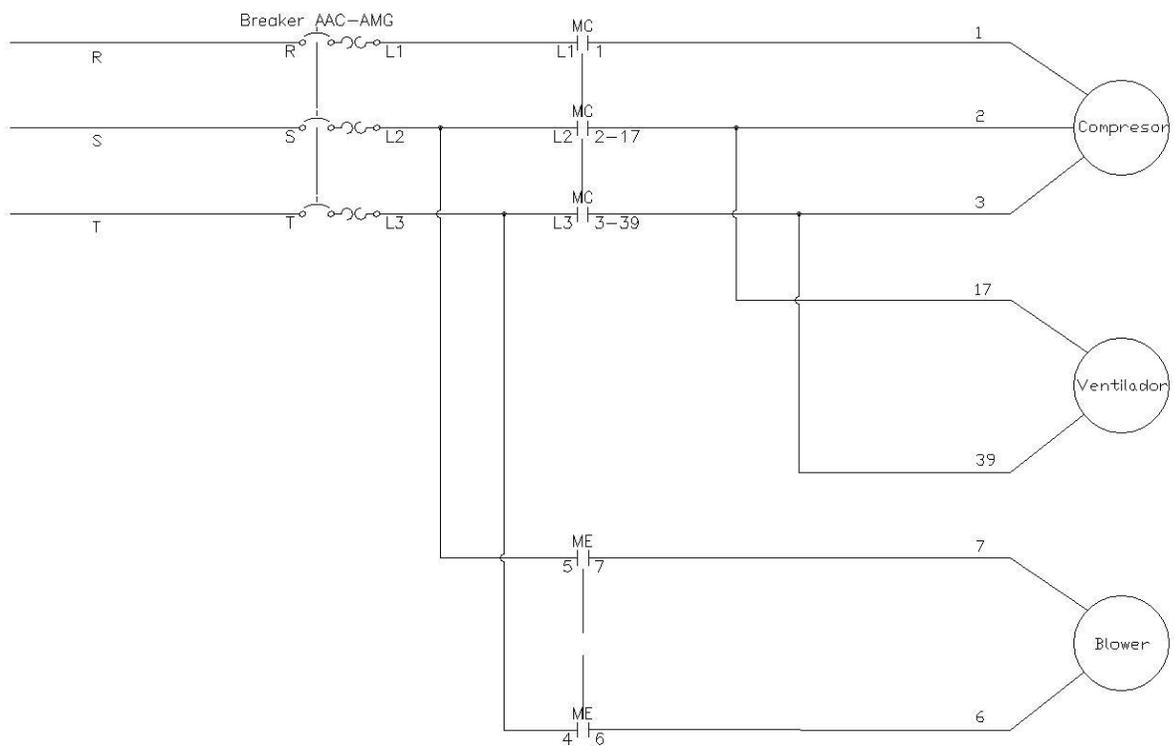


Fuente. Autores

4.2.6.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento. La metodología implementada en la elaboración de los planos eléctricos del sistema de potencia y del sistema de control del AAC-AMG es la metodología ladder, usando la simbología ANSI.

Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMG. El plano del sistema de potencia se observa en la figura 44, en la cual se identifica el contactor al cual se encuentra asociado cada motor.

Figura 44. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMG.

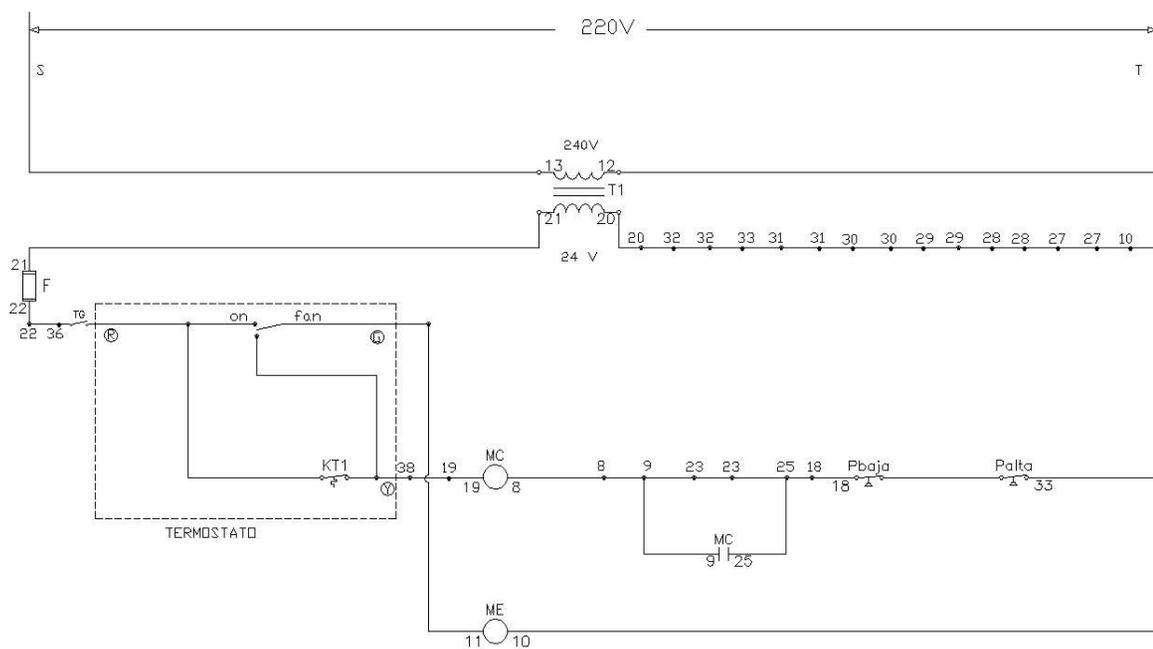


Fuente: Autores

Plano eléctrico del sistema de control del AAC-AMG. El plano realizado del circuito de control, vincula los elementos que se encuentran dentro del equipo y el termostato en el auditorio.

El plano eléctrico del circuito de control del AAC-AMG se ilustra en la figura 45.

Figura 45. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-AMG.

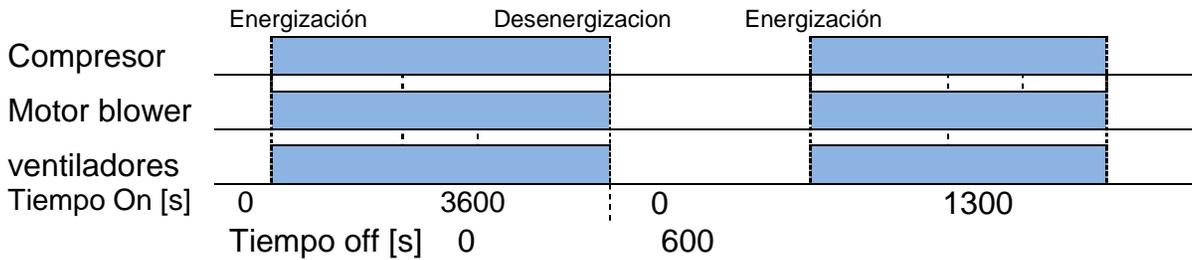


Fuente. Autores

4.2.7 Determinación de la secuencia de accionamiento. Durante el proceso de etiquetado de los conductores del AAC-AMG, se pudo observar que este equipo no cuenta con ningún elemento temporizador, lo cual se corroboró al momento de determinar la secuencia de accionamiento del equipo, ya que todos los elementos del sistema de potencia del equipo se energizan inmediatamente se enciende el equipo, de igual manera estos elementos se desenergizan inmediatamente que el equipo es desenergizado.

Durante las mediciones realizadas, el compresor del equipo se mantuvo operando de forma continua, esto debido a que el termostato se encuentra programado para desenergizar la bobina del contactor del compresor cuando se alcance una temperatura de 16 °C, la cual es una temperatura muy baja.

Figura 46. Secuencia de accionamiento del AAC-AMG



Fuente. Autores

4.2.8 Determinación de condiciones de seguridad

- Facilidad de acceso y evacuación al equipo.

El acceso al equipo debe ser realizado por medio de una escalera portátil, la cual generalmente es usada como superficie de trabajo.

- Altura de trabajo.

El AAC-AMG se encuentra ubicado a una altura de 1,7 m, desde el piso, cuando se realizan trabajos eléctricos en el equipo la altura de la superficie de trabajo puede ser de 1 m, por tanto no se considera trabajo en alturas.

- Condiciones del sitio de trabajo.

Cuando se realiza un mantenimiento o reparación en el AAC-AMG, se realiza en un área abierta; a pesar de que el equipo, se encuentra a una altura de 1,7 m, no se cuenta con una superficie de trabajo adecuada, lo cual aumenta las posibilidades de accidentes para los trabajadores.

La figura 47 ilustra las condiciones en que los trabajadores deben realizar trabajos en ese equipo.

Figura 47. Condiciones de trabajo en el AAC-AMG



Fuente: Autores

El sitio de trabajo de este equipo, presenta un factor de riesgo físico, ya que el frente de trabajo, se encuentra continuo a una escalera hacia un subnivel del edificio, lo cual no permite colocar de forma adecuada el elemento que proporcionara la superficie de trabajo.

Debido a que el trabajador puede realizar sus funciones a una altura de 1m, esto no permite evacuar con facilidad la zona de trabajo, en caso de ser necesario

4.2.9 Mediciones en el equipo. En el AAC-AMG se realizaron diferentes mediciones eléctricas para identificar las condiciones en que se encuentra funcionando el equipo, estas mediciones fueron.

- Tensión sin carga en la acometida principal.
- Tensión sin carga en cada motor.
- Corriente en cada línea de la acometida principal.
- Corriente en cada línea de cada motor del AAC-UIS.
- Tensión con carga en la acometida principal.
- Tensión con carga en cada motor.

Los valores de las mediciones realizadas se encuentran en el anexo B, a continuación se destacan los valores promedios y máximos de la corriente en medida en cada motor del sistema de potencia.

Tabla 20. Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-AMG

Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-AMG [A]						
Compresor			Blower		Ventilador	
R	S	T	R	S	R	S
11,02	15,1	13,99	2,29	2,3	0,8	0,96

Fuente. Autores

Tabla 21. Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-AMG

Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-AMG [A]						
Compresor			Blower		Ventilador	
R	S	T	R	S	R	S
11,9	16,3	15,6	2,3	2,3	0,8	1

Fuente. Autores

Con el objetivo de conocer el comportamiento de los motores del sistema de potencia del AAC-AMG se calculo la relación entre las corrientes promedios y las corrientes nominales de cada motor del AAC-AMG, de igual manera se calculo la relación entre la corriente máxima y la corriente nominal.

Tabla 22. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AMG

Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AMG [A]							
Compresor			Blower		Ventilador ¹		
R	S	T	R	S	R	S	T
19,6	19,6	19,6	5	5			

Fuente. Autores

¹ La corriente nominal del ventilador no se conoce, porque no pudo ser leída la placa de características del ventilador.

Tabla 23. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AM

Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AMG [%]							
Compresor			Blower		Ventilador ²		
R	S	T	R	S	R	S	T
56,23	77,11	71,39	45,86	46			

Fuente. Autores

Tabla 24. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AMG

Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AMG [%]							
Compresor			Blower		Ventilador ³		
R	S	T	R	S	R	S	T
60,71	83,16	79,59	46	46			

Fuente. Autores

El motor del blower funciona a condiciones de corriente prácticamente constante de 2,3 A, lo cual indica que se mantiene en un 46 % de su corriente nominal.

Las condiciones del ventilador, no pudieron ser evaluadas, debido a que por forma de instalación del mismo, no se tiene acceso a su placa de características.

A continuación se presenta las tablas con los valores de regulación durante el funcionamiento del AAC-AMG y la máxima regulación que alcanzó el AAC-AMG durante las mediciones realizadas.

Tabla 25. Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AMG

Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AMG [V]			
Acometida/Ventilador/Comp.			Blower
RS	ST	TR	RS
221	220	220	220

Fuente. Autores

² Debido a que no se conoce la corriente nominal del ventilador, la relación de corrientes no pudo ser calculada

Tabla 26. Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMG

Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMG [V]			
Acometida/Ventilador/Comp.			Blower
RS	ST	TR	V23
217,1	216,4	216,8	217,6

Fuente. Autores

Tabla 27. Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMG

Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AMG [V]			
Acometida/Ventilador/Comp.			Blower
RS	ST	TR	V23
202	212	208	215

Fuente. Autores

Tabla 28. Regulación promedio en el AAC-AMG

Regulación promedio en el AAC-AMG [%]			
Acometida/Ventilador/Comp.			Blower
RS	ST	TR	RS
1,81	1,65	1,48	1,08

Fuente. Autores

Tabla 29. Regulación máxima en el AAC-AMG

Regulación máxima en el AAC-AMG [%]			
Acometida/Ventilador/Comp.			blower
RS	ST	TR	RS
9,41	3,77	5,77	2,33

Fuente. Autores

4.2.10 Observaciones y recomendaciones en el AAC-AMG. El ACC-AMG, presenta ciertas condiciones que deben ser mejoradas, entre las cuales se encuentran.

Tabla 30. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-AMG

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
luces piloto	No posee	No permite observar la desenergización de los elementos del sistema de potencia	Instalar luces pilotos en el auditorio
Medidores de tensión y corriente	No posee	No se puede monitorear el funcionamiento del equipo	Instalar medidores
Control de fases	No posee	Daño en los motores en caso de funcionar en ausencia de una fase	Instalar un controlador de fases
Compresor del AAC-AMG	Opera de manera continua	Consumo innecesario de energía	Ajustar la temperatura del termostato
Interruptores principales	Inadecuadamente identificados	Energización o desenergización de circuitos diferentes al circuito del AAC-AMG	Identificar adecuadamente los interruptores del circuito de alimentación del AMC-AMG
AAC-AMG	No está inventariado	En caso de mantenimiento, el proceso es mas complicado	Iniciar el proceso de para inventariar el AAC-AMG
Superficie de trabajo	No posee	Aumenta el riesgo de caídas	Construir una superficie de trabajo o reinstalar el AAC-AMG donde el mantenimiento se realice a nivel del suelo
AAC-AMG	Filtración de agua en el panel de control	Aumento de probabilidad de cortocircuito	Impermeabilizar el contorno del panel de control

Fuente: Autores

4.3 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DE LA SALA JORGE ZALAMEA

La sala Jorge Zalamea, es un auditorio con un área aproximada de 120 m², con una altura cerca a los 3 metros, la capacidad de este escenario es para 70 personas, sin incluir los actores en escena. El interior de este auditorio se muestra en la figura 48.

Figura 48. Auditorio Sala Jorge Zalamea



Fuente: Autores

4.3.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El Aire Acondicionado Central de la Sala Jorge Zalamea (AAC-SJZ), es un aire en el cual la etiqueta del fabricante ya no puede ser leída, este equipo es tipo compacto o paquete, el cual se encuentra ubicado al lado izquierdo de la entrada del recinto.

El AAC-SJZ, posee las siguientes dimensiones 1,6 m de largo, 0,8 m de ancho y 0,85 m de alto, la unidad condensante alberga los compresores, en la figura 49 se observa el ACC-SJZ.

Figura 49. Aire acondicionado Central de la Sala Jorge Zalamea



Fuente: Autores

El encendido y el apagado del AAC-SJZ se efectúa por medio de un interruptor ubicado en el interior del auditorio, al realizar las revisiones en el equipo se nota el correcto encendido y apagado por medio de este dispositivo.

A continuación el cuadro 26 muestra los datos de la placa de características del equipo.

Cuadro 26. Características del AAC-SJZ

PLACA DE CARACTERÍSTICA AAC-SJZ			
Model	PC060-38	SERIAL N°	9602083862
Ac Volts	208/230	PH 3 Hertz 60	Use copper conductors only
VoltageRange	max253	Min 197	Min. CircuitAmps 26,4
Compressor	RLA 15,5	LRA 124	Fase maxAmps 40
Cond motor	FLA 15,5	HP 1/3	Charge 92 oz. R22
Blower motor	fLA 4,8	HP ¾	
Factory Test Pressure	Psi low side 150	High Side	300

Fuente. Placa de características del AAC.

4.3.2 Indicadores de control (luces, medidores). El equipo de acondicionamiento de aire de la sala Jorge Zalamea, no cuenta con instrumentos de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando. De igual forma no posee indicadores luminosos que permitan observar el momento en que se accionan los motores del equipo.

4.3.3 Identificación del sistema de potencia. El sistema de potencia del AAC-SJZ se constituye de tres motores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 31. Motores del sistema de potencia del AAC-SJZ

Motores del sistema de potencia del AAC-SJZ	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

Fuente: Autores

Cada uno de los motores del sistema de potencia, presentan características diferentes, las cuales se presentan en las siguientes tablas.

Cuadro 27. Características del compresor del ACC-SJZ

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR			
Marca	Copeland	modelo	ZR57KC-TF5-230
serie	96B888844	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Scroll	Número de fases	3
Voltaje Nominal	200/230 V	Potencia	5 010 W
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	17,2	Refrigerante	R22
LRA (Locked Rotor Current) Corriente a Rotor Bloqueado	124	BTU/H	57 000
OBSERVACIONES			
Este compresor, también puede operar con una frecuencia de 50Hz			

Fuente: Placa de características del compresor

Figura 50. Compresor del ACC-SJZ



Fuente. Autores

Cuadro 28. Características del motor del blower del ACC-SJZ

MOTOR BLOWER					
Marca	A. O SMITH	Modelo	F48B27A76		
Voltaje Nominal	208/230 V	Núm. De fases	1	RPM 1 075	
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. A plena carga	4,6 A	Frecuencia	60 Hz	Potencia ¼ HP	

Fuente. Placa de características del motor

Figura 51. Motor y blower de AAC-SJZ



Fuente. Autores

Cuadro 29. Características del ventilador del ACC-SJZ

MOTOR VENTILADOR AAC-SJZ					
Marca	A. O Smith	Modelo	F48B21A76	RPM	1 075
Voltaje Nominal	208/230 V	Número de fases	1	Potencia	1/3 HP
FLA	2,4 A	Frecuencia	60 Hz	Tipo	C

Fuente. Placa de características del motor

4.3.4 Reconocimiento del sistema de control. El sistema de control del AAC-SJZ cuenta con diferentes elementos, los cuales en conjunto logran el accionamiento del equipo, de forma adecuada, a continuación se describen las características de cada uno de los elementos usados en el sistema de control.

Cuadro 30. Características del contactor principal del ACC-SJZ

CONTACTOR PRINCIPAL AAC-SJZ			
Marca	Janitrol Goodman	Modelo	B13603-15
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	482	25	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
3	2		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
0	0		
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Por medio de los contactos principales de este contactor circula la corriente del compresor y del motor del ventilador del equipo 			

Fuente. Placa de características del contactor

Figura 52. Contactor principal del AAC-SJZ.



Fuente: Autores

Cuadro 31. Características del relé de estado sólido del AAC-SJZ

RELÉ DE ESTADO SOLIDO			
Marca	ICM	Modelo	LR 30320
cantidad en el equipo	1		
Tensión de energización	24 Vac		

Fuente. Placa del relé.

Figura 53. Relé de estado sólido.



Fuente: Autores.

Cuadro 32. Características interruptor termomagnético del AAC-SJZ

Interruptor tripolar			
Marca	Scheider	Tipo	Dom A63
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	400 V
Corriente Nom. Max.	150	I.C	25KA

Fuente: Placa de características del interruptor

Figura 54. Interruptor termomagnético del AAC-SJZ



Fuente: Autores

Cuadro 33. Características transformador del control del AAC-SJZ

Transformador			
Marca	No posee	modelo	B 130-6
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	240 V	Tensión secundario	24 V

Fuente. Placa de características del transformador.

Figura 55. Transformador del circuito control del AAC-SJZ



Fuente: Autores.

Cuadro 34. Características transformador del control del AAC-SJZ

RELÉ TEMPORIZADO			
Marca	No posee	Modelo	B13707-38
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos			
NO		NC	
1		1	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Este relé es del tipo off- delay. • El tiempo de temporización de los contactos para el cambio de normalidad después de la desenergización es de 1 minuto 			

Fuente. Placa de características del relé

Figura 56. Rele temporizado B13707-38

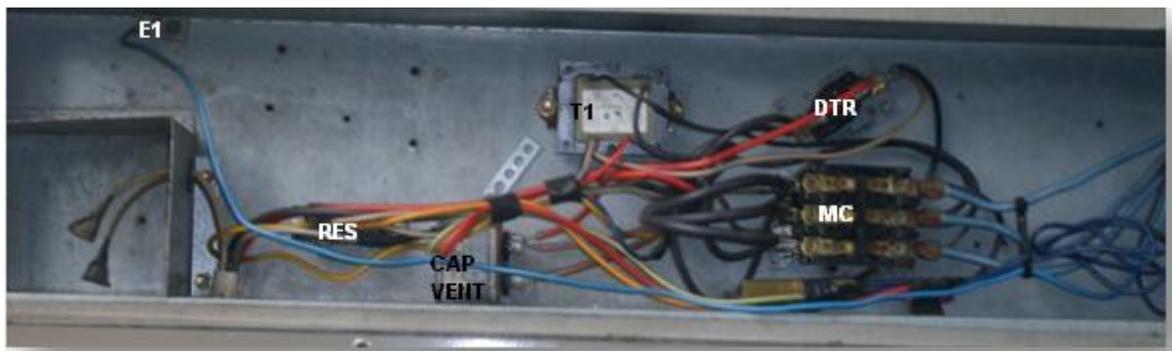


4.3.5 Elaboración de los planos. Los planos eléctricos del AAC-SJZ se desarrollaron siguiendo, diferentes fases, las cuales se describen a continuación.

Etiquetado de los conductores. Lo primero que se revisó en el equipo, fue si los conductores de este poseían algún etiquetado anterior. El AAC-SJZ no tenía ningún conductor rotulado, por lo cual los conductores ubicados en el equipo se comenzaron a enumerar a partir del número 1.

A continuación se encuentra la figura 57 en la cual se puede observar el panel frontal del ACC-SJZ.

Figura 57. Panel frontal del AAC-SJZ



Fuente. Autores

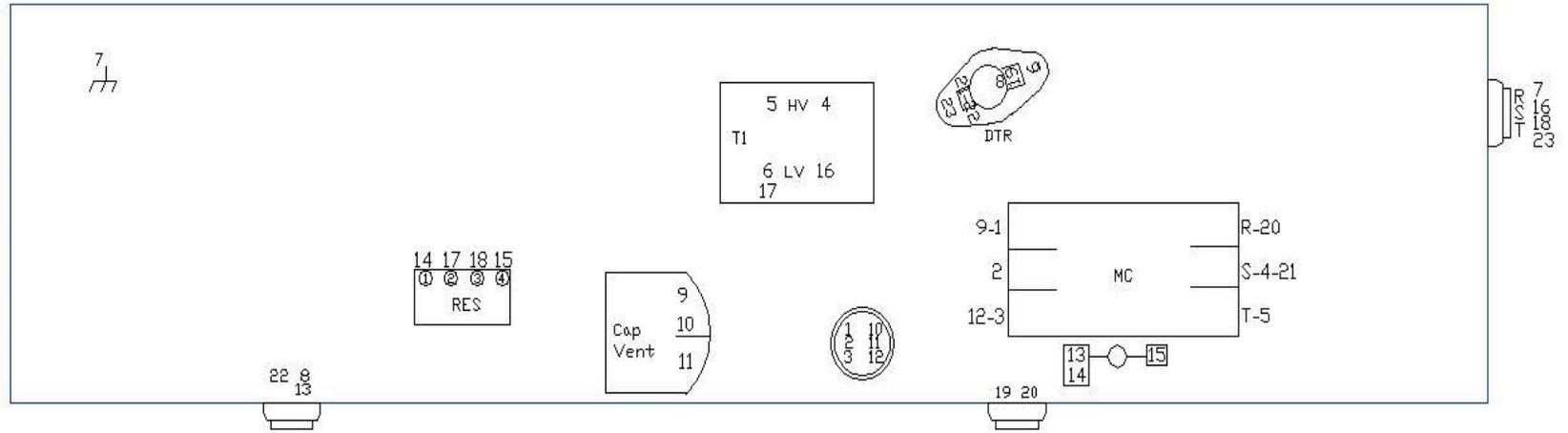
Tabla 32. Elementos del panel de control del AAC-SJZ

ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-SJZ			
E1	Conector para conductores	DTR	Relé temporizado
CapVent	Capacitor del ventilador	MC	Contactador principal (compresor, ventilador, Motor blower)
T1	Transformador 240V/24V	RES	Relé de estado solido

Fuente: Autores

Al finalizar el etiquetado, se obtuvo como resultado el siguiente diagrama conexiones.

Figura 58. Diagrama de conexiones del panel frontal del AAC-SJZ

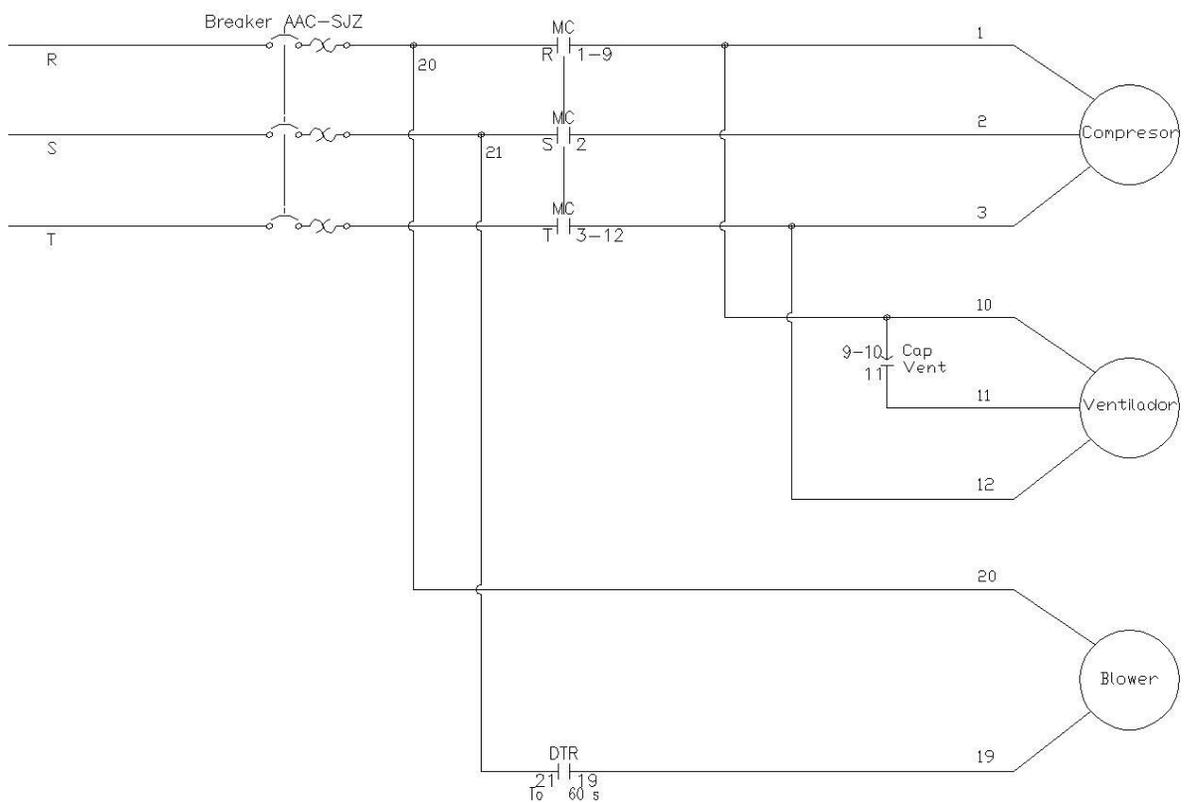


Fuente: Autores

4.3.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento. Los planos eléctricos desarrollados para facilitar el análisis del accionamiento del AAC-SJZ, se dividen en dos partes, que son el sistema de potencia y el sistema de control, en los cuales se utilizó la metodología ladder y siguiendo la simbología ANSI

Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-SJZ. El plano del sistema de potencia, ilustra los motores del equipo y los contactos que permiten el paso de la corriente, para alimentar dichos motores.

Figura 59. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-SJZ.



Fuente: Autores

Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-SJZ. La secuencia de accionamiento durante el funcionamiento, se revisó mientras se realizaba las mediciones eléctricas en el equipo. Durante este tiempo no se produjo ninguna variación en los elementos del equipo, esto debido a que el termostato tiene como set point una temperatura de 50°F (10°C), la cual es muy baja y el recinto no alcanzó esa temperatura.

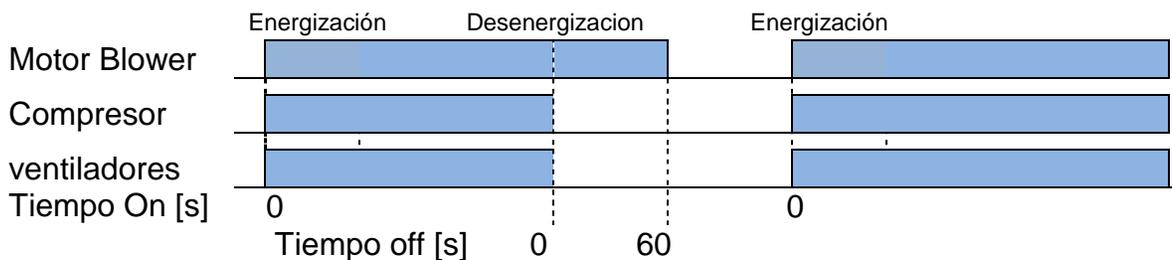
El set point del termostato, no pudo ser variado debido a que no se posee conocimiento de la llave de la una caja que lo protege y evita su manipulación.

Secuencia de apagado del AAC-SJZ. La secuencia que siguen los elementos del AAC-SJZ, después de colocar el interruptor en la posición de apagado es la siguiente.

1. El compresor y el motor del ventilador se desenergizan inmediatamente que el interruptor se sitúa en la posición de apagado.
2. El motor del blower se desenergiza después de 1 minuto de colocar el interruptor en la posición de apagado.

La figura 61 muestra la secuencia de los elementos del equipo al encender, apagar y encender por segunda vez el equipo.

Figura 61. Secuencia de accionamiento del AAC-SJZ



Fuente. Autores

4.3.7 Determinación de condiciones de seguridad.

- Facilidad de acceso y evacuación al equipo.
El acceso al equipo, no necesita ningún elemento mecánico. De igual forma la evacuación en caso de ser necesario es de gran facilidad.
- Altura de trabajo.

El AAC-SJZ se encuentra ubicado a una altura de 70 cm, pero a pesar de esto el trabajo se realiza a nivel del piso, motivo por lo cual, en lo correspondiente a la altura del trabajo, este se considera seguro.

- Condiciones del sitio de trabajo.
El trabajo en el AAC-SJZ se realiza en una superficie de 0,9m de largo y 1m de ancho, esta superficie se encuentra cubierta por una capa de pasto, lo cual puede generar un mínimo de riesgo de caída cuando este pasto se encuentra húmedo.

4.3.8 Mediciones en los equipos. Con el objetivo de conocer ciertos parámetros eléctricos, durante el funcionamiento del equipo, se realizaron mediciones de corriente y tensión en los elementos del sistema de potencia del AAC-SJZ, obteniendo los siguientes resultados, las mediciones realizadas se encuentran en el anexo B.

Tabla 33. Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-SJZ

Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-SJZ [A]								
Compresor			Ventilador		Blower ³			
R	S	T	R	S	R	S	T	
10,31	9,51	9,235	2	2,01				

Fuente: Autores

Tabla 34. Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-SJZ

Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-SJZ [A]								
Compresor			Ventilador		Blower ⁴			
R	S	T	R	S	R	S	T	
10,6	9,8	9,6	2	2,1				

Fuente: Autores

³ La medición de corrientes en el motor del blower, no se realizaron, debido a que las condiciones de instalación, no lo permiten.

⁴ Debido a que no se pudo medir la corriente en el blower, no se obtuvo su corriente máxima.

Los valores de corriente del motor del blower, no pudieron ser medidos, debido a que las condiciones de instalación del circuito de control, no permite medir la corriente de este motor.

Luego de conocer los valores máximos de corrientes y los valores promedios de corriente, se calculó la relación existente entre cada uno de estos valores y la corriente nominal de los motores del AAC-SJZ

Tabla 35. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-SJZ

Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-SJZ [A]								
Compresor			Ventilador		Blower			
R	S	T	R	S	R	S	T	
17,2	17,2	17,2	2,4	2,4	4,6	4,6	4,6	

Fuente. Autores

Tabla 36. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-SJZ

Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-SJZ [%]								
Compresor			Ventilador		Blower ⁵			
R	S	T	R	S	R	S	T	
59,95	55,3	53,69	83,33	83,58				

Fuente. Autores

Tabla 37. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-SJZ

Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-SJZ [%]								
Compresor			Ventilador		Blower ⁵			
R	S	T	R	S	R	S	T	
61,63	56,98	55,81	83,33	87,5				

Fuente. Autores

⁵ Debido a que la corriente en el motor del blower no pudo medirse, la relación de corrientes no pudo ser calculada

A demás de las mediciones de corrientes, en el AAC-SJZ, se realizaron mediciones de tensión, debido a que el circuito de control de este equipo, solo posee un contactor, solo se realizaron mediciones en este elemento, las mediciones realizadas se encuentran en el anexo B, a continuación se presentan los valores promedios de tensión calculados y los valores mínimos de tensión que se presentaron durante las mediciones

Tabla 38. Valores Promedios de Tensiones de los motores del Potencia del AAC-SJZ

Valores Promedios de Tensiones de los motores del Potencia del AAC-SJZ [V]		
Acometida/Comp./Vent/blower		
RS	ST	TR
213,53	214,85	214,54

Fuente. Autores

Tabla 39. Valores Mínimos de Tensiones los motores del AAC-SJZ

Valores Mínimos de Tensiones los motores del AAC-SJZ [V]		
Acometida/Comp./Vent/blower		
RS	ST	TR
212	214	214

Fuente. Autores

Después de obtener los valores promedios de tensión y la tensión mínima, se calculo la regulación durante el funcionamiento y la regulación máxima que se presento en el AAC-AMG, durante las mediciones realizadas.

Tabla 40. Valores de Tensiones sin carga en los motores del AAC-SJZ del AAC-SJZ

Valores de Tensiones sin carga en los motores del AAC-SJZ del AAC-SJZ [V]		
Acometida/Comp./Vent/blower		
RS	ST	TR
216	217	217

Fuente. Autores

Tabla 41. Regulación promedio en el AAC-SJZ

Regulación promedio en el AAC-SJZ [%]		
Acometida/Comp./Vent/blower		
RS	ST	TR
1,16	1	1,15

Fuente. Autores

Tabla 42. Regulación máxima en el AAC-SJZ

Regulación máxima en el AAC-SJZ [%]		
Acometida/Comp./Vent/blower		
RS	ST	TR
1,89	1,4	1,4

Fuente. Autores

4.3.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-SJZ

Tabla 43. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
luces piloto	No posee	No se observar la desenergización de un elemento del sistema de potencia	Instalar luces pilotos en el auditorio
Medidores de tensión y corriente	No posee	No es posible monitorear el funcionamiento del equipo	Instalar medidores
Compresor del AAC-SJZ	Opera de manera continua	Consumo innecesario de energía	Ajustar la temperatura del termostato
Control de fases	No posee	Daño en los motores en caso de funcionar en ausencia de una fase	Instalar un controlador de fases

Tabla 43. (Continuación)

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
AAC-SJZ	No está inventariado	El proceso de adjudicación para mantenimiento, es más complicado	Iniciar el proceso de para inventariar el AAC-AMG
Contactador principal	Este elemento soporta 25 A en sus contactos y el máximo que pueden alcanzar los tres motores del equipo es de 24,2 A	Avería de los contactos del contactor y por ser el único contactor del AAC-SJZ, este equipo no puede funcionar hasta corregir la falla	Reemplazar el contactor por uno de mayor capacidad de corriente, o agregar un contactor para maniobrar el motor del blower.

Fuente. Autores

4.4 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO FUNDADORES

El Auditorio fundadores de la facultad de salud de la universidad industrial de Santander, posee un área aproximada de 250 m², con una altura mínima de 3 metros y una altura máxima de 11 metros aprox. Y posee una capacidad para 404 personas, en la figura 13 se observa el auditorio en su interior.

Figura 62. Auditorio Fundadores, Facultad de Salud UIS



Fuente: Autores

El auditorio cuenta con una sala de espera, la cual posee un área aproximada de 140 m² y una altura de 2.5 m, el aire de esta sala es acondicionado por el mismo equipo utilizado en el resto del auditorio.

4.4.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El Aire Acondicionado Central del Auditorio Fundadores (AAC-AF), es un aire marca Paramo, del tipo dividido, la manejadora se encuentra en un cuarto antes de salir al exterior de la azotea de la biblioteca Medica de la facultad de salud de la UIS, mientras que la unidad condensante se encuentra en el exterior de esta azotea. El acceso se realiza a través de unas escaleras ubicadas en el segundo piso de la biblioteca.

4.4.1.1 Unidad condensante del AAC-AF. La unidad condensante posee las siguientes dimensiones 3.1m de largo, 1.1 m de ancho y 1.1m de alto, la unidad condensante alberga los compresores, el condensador y sistema de control de compresores y motores de ventilación.

Figura 63. Unidad condensante del AAC-AF



Fuente: Autores

La unidad condensante consta de dos compresores herméticos, trifásicos, marca COPELAND modelo BRK2-1200-TFC-505, serie N° 95608426-95C08420.

Los datos de la placa de características de la unidad condensante se encuentran en la siguiente tabla.

Cuadro 35. Placa de características unidad condensante del AAC-AF

UNIDAD CONDENSANTE	
Modelo	UCA-26B-2-O-A
Serie	951-1450 9431869
Equipos Incluidos	
Equipo	cantidad
ventiladores	3
compresores	2

Fuente: Placa de características de la unidad

Condensador AAC-AF. El condensador de AAC-AF es aletado, enfriado por de aire de tiro forzado. La circulación del aire se produce gracias a tres motores con las siguientes características cada uno.

Cuadro 36. Características de los ventiladores AAC-AF

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE					
Marca	Ro Smitt	Modelo	F48SZ6B1	RPM	1075
Voltaje Nominal	220 V	Número de fases	1	Potencia	1,5 HP
FLA	7 A	Frecuencia	60 Hz	Tipo	F

Fuente: Placa de características de los ventiladores

Manejadora del AAC-AF. La manejadora del AAC-AF posee las siguientes dimensiones 2.45 m de largo, 0.8 m de ancho y 2.0 m de alto. En la manejadora se encuentra el evaporar, el blower y el motor que permite su funcionamiento. En la figura 64 se puede observar la manejadora, y en el cuadro 37 se encuentran los datos de la placa de características de la unidad manejadora.

Figura 64. Manejadora del AAC-AF



Fuente. Autores

Cuadro 37. Características de los ventiladores AAC-AF

UNIDAD MANEJADORA		
Modelo	UMAC-20-DX-2V1-D-A	
Serie	951-1450 94-31869	
Equipos incluidos		
Equipo	Serie	cantidad
Blower	LAUX 15	1

Fuente: Autores

El encendido y el apagado del AAC-AF pueden realizarse desde cualquiera de las dos estaciones de arranque y parada del equipo, de las cuales una se encuentra en el camerino del auditorio y la otra se encuentra en el cuarto donde se encuentra la manejadora. Las dos estaciones se encuentran funcionando de manera correcta.

La figura 65 muestra a la izquierda la estación ubicada en el cuarto de maquinas, y a la derecha la estación ubicada en el auditorio

Figura 65. Estaciones de arranque-parada del ACC-AF



Fuente: Autores

4.4.2 Indicadores de control (luces, medidores). El AAC-AF no cuenta con ningún instrumento de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando el equipo.

Los indicadores luminosos se encuentran instalados en el cuarto donde se encuentra la manejadora, estos permiten observar el momento en que se energiza cada compresor del equipo.

Los indicadores luminosos instalados son insuficientes, debido a que no hay luces piloto que permiten visualizar cuando los ventiladores y el motor del blower, se encuentran funcionando.

Los indicadores luminosos instalados, se encuentran averiados.

4.4.3 Identificación del sistema de potencia. El sistema de potencia del AAC-AF, se encuentra constituido por seis motores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 44. Motores del sistema de potencia del AAC-AF

Motores del sistema de potencia del AAC-AF	
Descripción	Cantidad
compresores	2
ventiladores	3
Motor del blower	1

Fuente. Autores

Cada uno de los grupos de motores del sistema de potencia, presentan características diferentes, por lo cual en los cuadros 38 y 39 se presentan las características los motores de cada grupo.

Cuadro 38. Características de los compresores del AAC-AF

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES			
Marca	Copeland	modelo	BRK-1200-TFC-505
Serie	95608426-95608420	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Hermético	Número de fases	3
Voltaje Nominal	208/230 V	Potencia	12 HP
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	48,8 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	267	BTU/H	156 000

Fuente Placa de características del compresor

Figura 66. Compresores del AAC-AF



Fuente: Autores

Cuadro 39. Características del motor del blower del AAC-AF

MOTOR BLOWER DEL EVAPORAR						
Marca	Siemens	Modelo	1LA3 113-4YB60		Clase	F
Voltaje Nominal		220 V	Número de fases	3	RPM	1745
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga		19 A	Frecuencia	60 Hz	Potencia	6,6 HP
Factor de potencia		0,8	Factor de seguridad		1,0	

Fuente: Placa de características del Motor

Figura 67. Motor del Blower del AAC-AF



Fuente. Autores

Cuadro 40. Características de los ventiladores del AAC-AF

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE					
Marca	Ro Smith	Modelo	F48SZ6B1	RPM	1 075
Voltaje Nominal	220 V	Número de fases	1	Potencia	1,5 HP
FLA	7 A	Frecuencia	60 Hz	Tipo	F

Fuente. Placa de características de los Ventiladores

4.4.4 Reconocimiento del sistema de control. El sistema de control del AAC-AF se encuentra dividido principalmente en dos partes; la primera se encuentra en un gabinete en el cuarto donde se encuentra la manejadora, esta parte del sistema de control se pueden encontrar los siguientes elementos.

Cuadro 41. Características contactor del motor del Blower.

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER			
Marca	Telemecanique	Modelo	LA1 DN22
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		240 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	
3			
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
3		2	
Contactos Auxiliares (Adicionados)			
NO		NC	
0		0	
OBSERVACIONES			
Posee un bloque aditivo contra sobre carga LR2 D13			

Fuente: Placa de características contactor

Figura 68. Contactor del motor del blower



Fuente: Autores

Cuadro 42. Característica relé de sobrecarga, motor del blower

RELE DE SOBRECARGA			
Marca	Telemecanique	Modelo	LR2 D13
cantidad en el equipo		1	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	
3		660 V	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (Adicionados)			
NO		NC	
0		0	

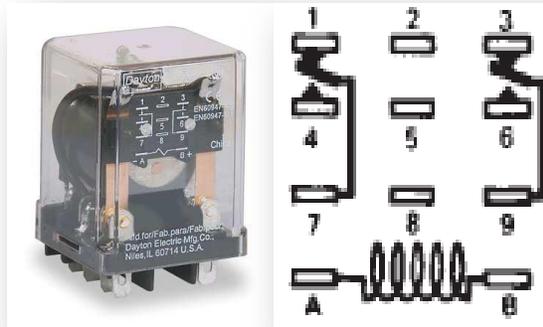
Fuente: Placa de características del relé de sobrecarga.

Cuadro 43. Características de relés de control del AAC-AF

RELÉ DE CONTROL			
Marca	Dayton	Modelo	5X837E
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		24Vac	
Contactos			
NO		NC	
2		2	

Fuente. Placa de características del relé de control.

Figura 69. Relé Dayton 5X83, diagrama interno relé Dayton 5X83



Fuente: Deltrol controls, guide160series 5 and 13 amp general purpose plug-in relay

Cuadro 44. Característica de Interruptor principal del AAC-AF

Interruptor tripolar principal			
Marca	Kawasaki	Tipo	225C
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 V
Corriente Nom. Max.	150	I.C	25KA

Fuente: Placa de características del interruptor.

Cuadro 45. Características transformador del circuito de control

Transformador			
Marca	Furnas	modelo	No posee
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	240 V	Tensión secundario	24 V

Fuente: Placa de características del transformador.

Figura 70. Caja de control del AAC-AF en el cuarto de la manejadora



Fuente. Autores

La segunda parte del sistema de control se encuentra en la unidad condensante, esta parte del sistema es la encargada del control de los compresores, los ventiladores. En este sistema se encuentran contactores, relés, timers, presostatos e interruptores termomagnéticos, las características de estos elementos se describen a continuación.

Cuadro 46. Característica de los compresores del AAC-AF

CONTACTORES DE LOS COMPRESORES			
Marca	Furnas	Serie	42DF35AF
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		120 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		240	50
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	
Contactos Auxiliares (adicionados)			

Cuadro 46.(Continuación)

NO	NC
3	3

Fuente. Placa de características del contactor

Figura 71. Contactor de compresor



Fuente: Autores

Cuadro 47. Característica de los compresores del AAC-AF

CONTACTOR DE LOS VENTILADORES				
Marca	Furnas	Modelo	41WV3EZF	Serie B
cantidad en el equipo		1		
Tensión de la bobina		120 Vac	frecuencia	60 Hz
Contactos Principales				
Cantidad		Tensión contactos		FLA
3		240		50
Contactos Auxiliares (Incluidos)				
NO		NC		
1		1		
Contactos Auxiliares (adicionados)				
NO		NC		
0		0		

Fuente: Placa de características del contactor

Figura 72: Contactor de los ventiladores del AAC-AF



Fuente. Autores

Cuadro 48. Característica del relé de control

RELÉ DE CONTROL			
Marca	Essex	Modelo	No posee
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		120 V	
Contactos			
NO		NC	
1		0	

Fuente. Placa de características del relé de control

Cuadro 49. Característica del relé de control

RELÉ DE CONTROL			
Marca	VCP Electric	Modelo	TRP 6932
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		120 V	
Contactos			
NO		NC	
3		3	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Este relé es denominado como CR2 en la unidad condensante 			

Fuente. Placa de características del relé de control.

Cuadro 50. Característica de los Interruptores termomagnético de los compresores

Interruptor tripolar (compresores)			
Marca	Heineman	modelo	CF3-68 DU
Cantidad en el equipo	2	Tensión Max	240
Corriente Nom. Max.	48 A	I.C	220
Frecuencia	50-60 Hz		

Fuente. Placa de características del interruptor.

Figura 73. Interruptor termomagnético de un compresor del AAC-AF



Fuente: Autores

Cuadro 51. Característica de los Interruptores termomagnético de los ventiladores

Interruptor tripolar (Ventiladores)			
Marca	Siemens	Modelo	3VQ52T
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	550V
Corriente Nom. Max.	20 A	I.C	240 A

Fuente. Placa de características del interruptor

Figura 74. Interruptor termomagnético de los ventiladores del AAC-AF



Fuente: Autores

Timers

El sistema de control del AAC-AF cuenta con dos timers con las mismas características, los cuales tienen como función realizar un arranque primero de un compresor y luego del otro, para así disminuir la corriente de arranque del equipo.

Cuadro 52. Características de los timers del AAC-AF.

TIMERS			
Marca	ABB	Modelo	TSU2000
cantidad en el equipo		2	
Tensión máx. de la carga	240Vac	Tensión min de la carga	19 Vac
Corriente máxima	1 A		
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	5 a 480 s		
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • El contacto de este timer es del tipo on delay • La variación del tiempo de retardo se realiza variando la resistencia ubicada en los terminales 4 y 5, esta variación es de una proporción de 6.5 kΩ por segundo 			

Fuente Placa de características del timer

4.4.5 Elaboración de los planos

4.4.5.1 Etiquetado de los conductores del AAC-AF. Para el proceso del etiquetado de los conductores, se revisó si el equipo poseía algún etiquetado anterior, después de realizada la revisión, no se encontró ningún conductor etiquetado, por lo cual los conductores ubicados en la unidad condensante comenzaron a ser enumerados a partir del número 1. Los conductores que se encuentran dentro del gabinete del cuarto de la manejadora, se enumeraron a partir del número 101.

La siguiente figura ilustra los elementos del AAC-AF.

Figura 75. Panel de control de la unidad condensante



Fuente. Autores

Los elementos ubicados en este tablero son los siguientes:

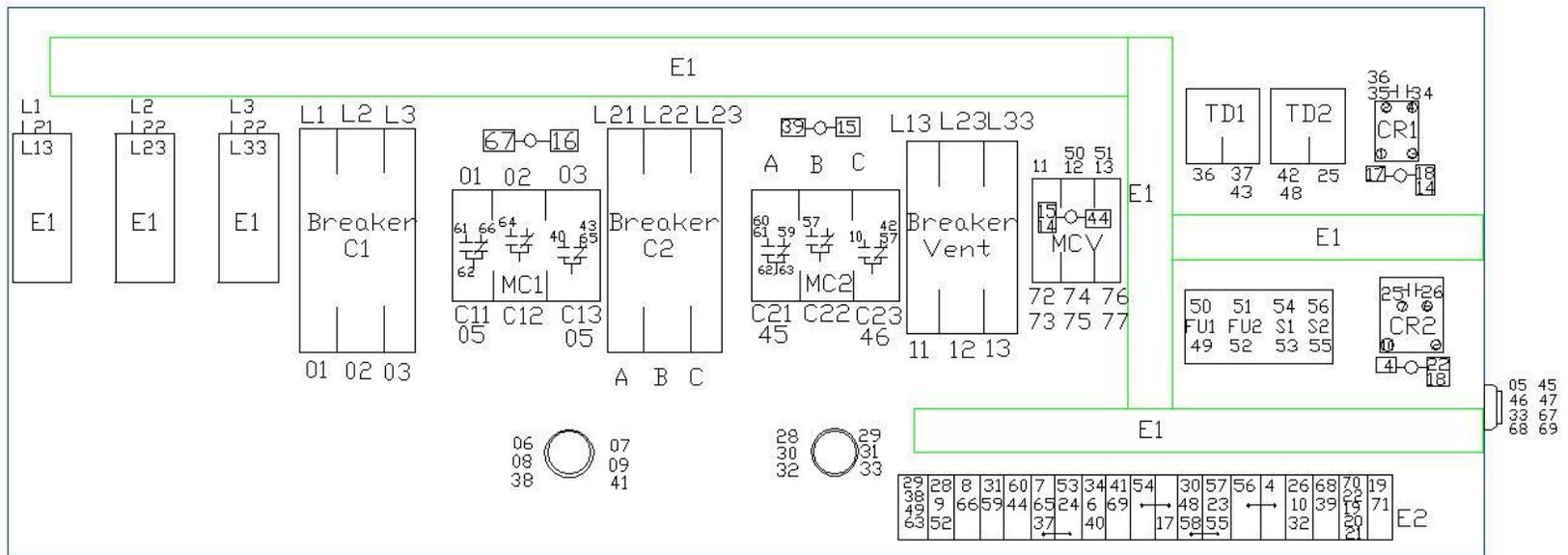
Tabla 45. Elementos del Panel de control del AAC-AF.

ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-AF			
E1	Conectores de la acometida	E2	Conduletas para el cableado
Breaker C1	Interruptor tripolar del compresor 1	CR1	Relé del circuito de control
MC1	Contactador del compresor 1	CR2	Relé del circuito de control
Breaker C2	Interruptor tripolar del compresor 2	SS1	Interruptor de palanca del circuito de control del compresor 1
Breaker MCV	Interruptor tripolar de los ventiladores	SS2	Interruptor de palanca del circuito de control del compresor 2
TD1	Temporizador compresor 1	F1	Fusible circuito de control
TD2	Temporizador compresor 2	F2	Fusible resistencias del carter
E3	Bornera de conexiones		

Fuente. Autores.

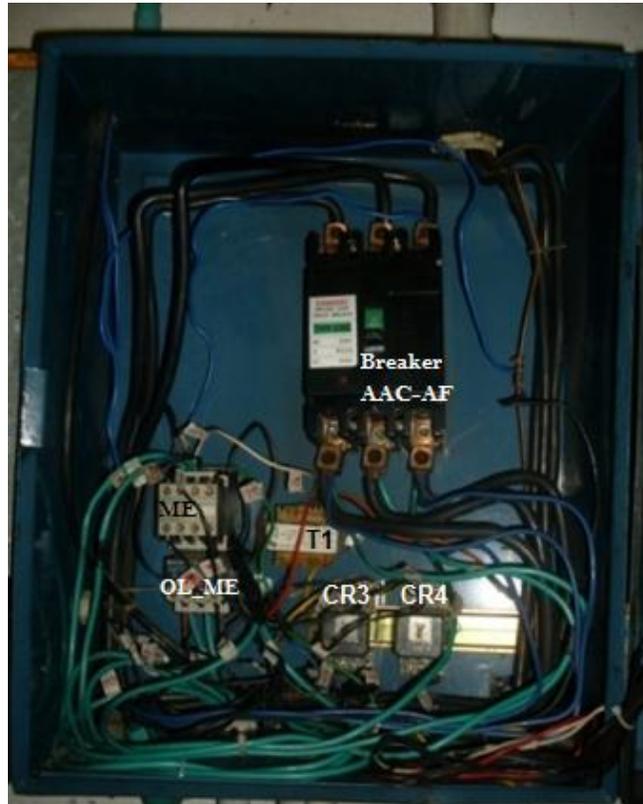
La figura 76 ilustra el diagrama de conexiones obtenido en el AAC-AF, después de realizado el proceso de etiquetado en el equipo.

Figura 76. Registro de conexiones de la unidad condensante del AAC-AF



Fuente. Autores

Figura 77. Tablero de control en el cuarto de la manejadora del AAC-AF



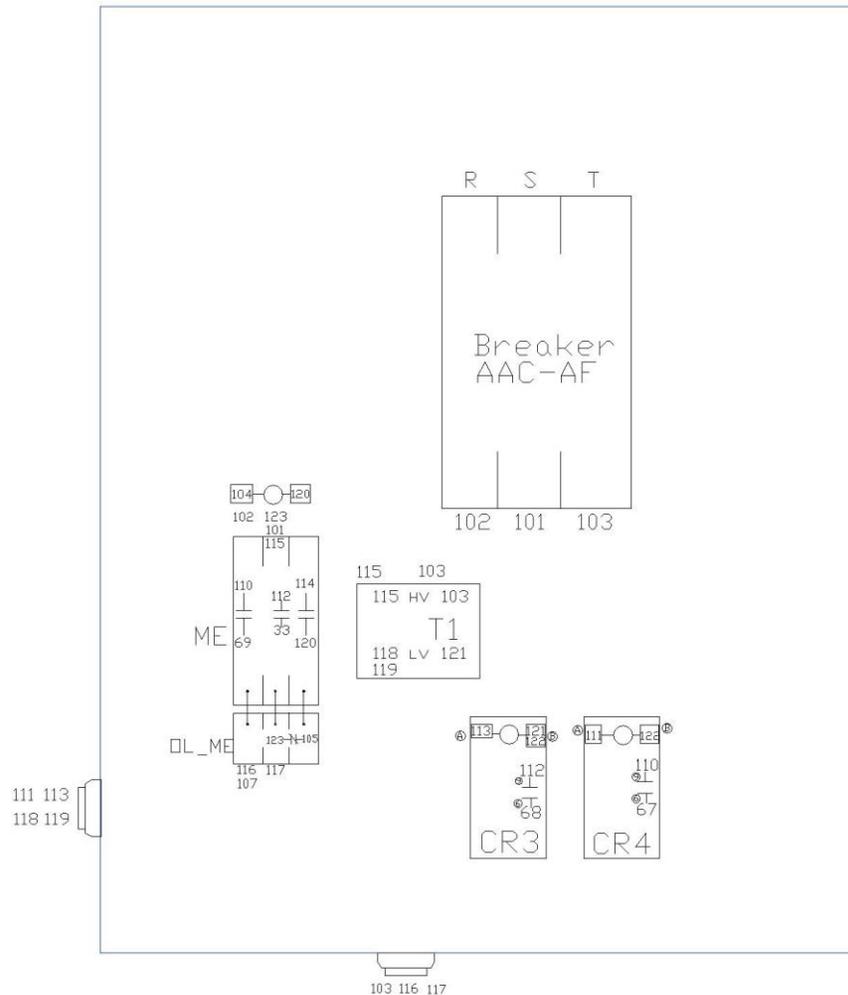
Fuente. Autores

Tabla 46. Elementos de control en el cuarto de la manejadora del AAC-AF

ELEMENTOS DEL TABLERO EN EL CUARTO DE LA MANEJADORA DEL AAC-AF			
ME	Contactor del motor del blower	Breaker AAC-AF	Interruptor tripolar principal del AAC-AF
OL_ME	Relé de sobrecarga del motor del blower	T1	Transformador 240V/24V
CR3	Relé del circuito de control	CR4	Relé del circuito de control

Fuente. Autores

Figura 78. Registro de conexiones del tablero en el cuarto de la manejadora del AAC-AF

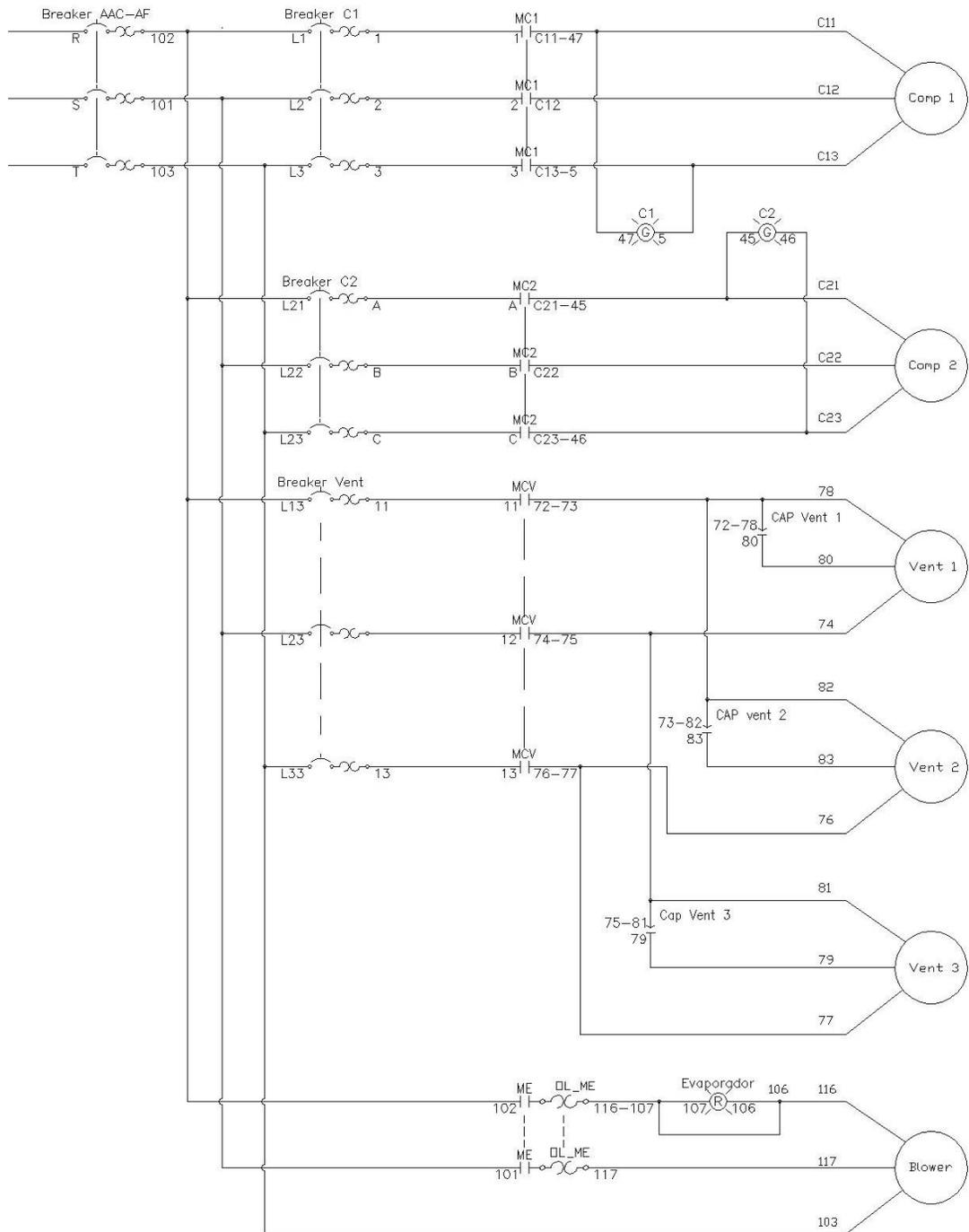


Fuente. Autores

4.4.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento. Los planos eléctricos del sistema de potencia y del sistema de control del AAC-AF fueron realizados utilizando la metodología ladder y siguiendo la simbología ANSI.

4.4.5.2 Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AF. En la elaboración del plano del sistema de potencia se encontró que las luces pilotos se encuentran directamente al sistema de potencia, motivo por el cual se incluyeron en este plano

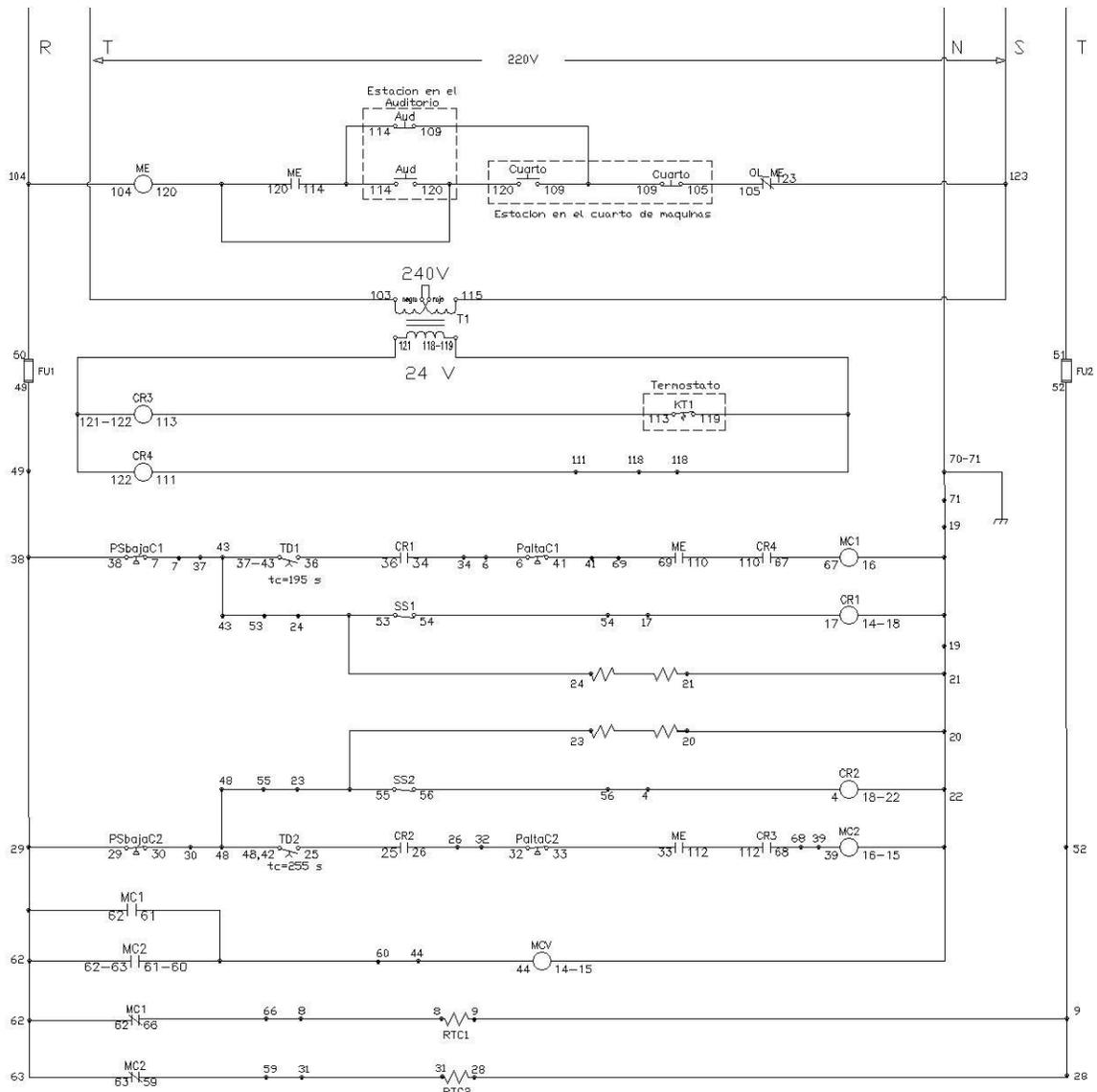
Figura 79. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AF



Fuente: Autores

Durante la realización del plano del circuito de control, se pudo comprobar que a pesar de que el sistema se encuentra dividido en dos sitios distintos, estos no funcionan de manera independiente, sino que lo hacen de manera conjunta.

Figura 80. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-AF



Fuente: Autores

4.4.6 Determinación de la secuencia de accionamiento. La secuencia de accionamiento del AAC-AF se realizó observando el momento cuando cada elemento del sistema de potencia, se energizaba a partir desde el momento que fue encendido del equipo.

4.4.6.1 Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-AF. Al pulsar el botón de arranque, en cualquiera de las dos estaciones del AAC-AF, el encendido del sistema de potencia, se realiza siguiendo esta secuencia.

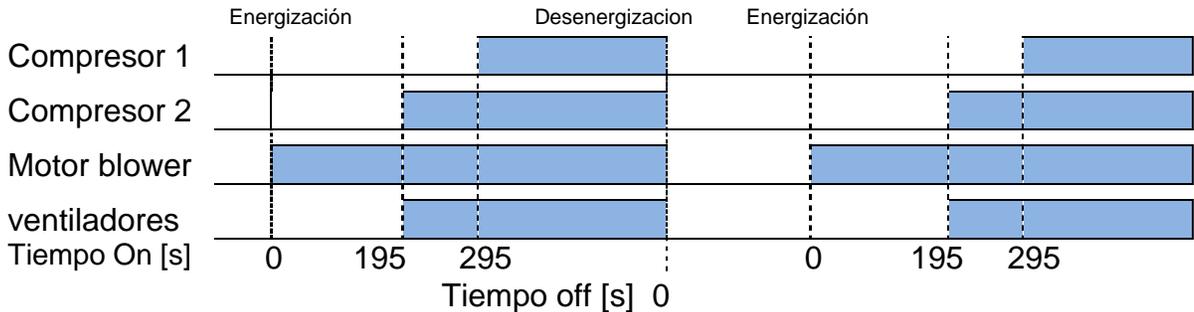
1. Cuando se pulsa el botón de arranque, inmediatamente se enciende el motor del blower.
2. Después de transcurridos 3 min y 15 segundos desde el momento de pulsar el arrancador el compresor denominado como 2 (ubicado al lado derecho de la unidad condensante) se enciende junto con todos los ventiladores.
3. El compresor 1 (ubicado al lado izquierdo de la unidad condensante) se enciende luego de 1 min y 40 segundos de encendido el compresor 2

4.4.6.2 Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-AF. La secuencia de accionamiento durante el funcionamiento, se revisó mientras se realizaba las mediciones eléctricas en el equipo, las cuales se tomaron durante aproximadamente tres horas, estando el auditorio desocupado. En este tiempo no se desenergizó ningún elemento del equipo, esto indica que el termostato instalado en el cuarto donde se encuentra la manejadora y cuya función es desenergizar uno o los dos compresores cuando se alcanza la temperatura deseada, no se encuentra funcionando de manera adecuada

4.4.6.3 Secuencia de apagado del AAC-AF. Cuando es pulsado el botón de apagado de alguna de las dos estaciones de arranque y parada del AAC-AF, la desenergización de los elementos del equipo se realiza de manera inmediata, motivo por el cual el motor del blower, los compresores y los ventiladores, todos son desenergizados cuando se pulsa parada.

La figura 81 muestra la secuencia de los elementos del equipo cuando es encendido, luego es apagado y se vuelve a pulsar el arranque.

Figura 81. Secuencia de accionamiento del AAC-AF



Fuente. Autores

4.4.7 Determinación de condiciones de seguridad.

- Facilidad de acceso y evacuación al equipo.
El acceso es de forma segura por medio de escalera de concreto desde el segundo piso de la biblioteca
- Altura de trabajo.
El trabajo en la manejadora y la unidad condensante del AAC-AF se realiza a nivel del piso, con una altura máxima de trabajo de 80 cm, por lo cual, el trabajo en este AAC-UIS, no se considera como trabajo en altura.
- Sitio de trabajo.
El trabajo en el AAC-AF se puede realizar en dos sitios que son el tablero de control en el cuarto donde se encuentra la manejadora o el tablero de control de la unidad condensante.

Cuando el trabajo es en el cuarto donde se encuentra la manejadora, se realiza en el tablero de control ubicado a una altura de 1,6 metros desde el piso y se encuentra a una distancia de 80 cm de la salida del cuarto, lo que permite una rápida evacuación en caso de presentarse algún accidente, un inconveniente que se presenta es debido a que el espacio de trabajo entre el tablero y la manejadora es de solo 85 cm.

Realizar mantenimientos en la unidad condensante, presenta una gran incomodidad, debido a que solo se cuenta con un espacio de trabajo de 60 cm desde el panel frontal de la unidad condensante hasta la pared ubicada al frente del panel, ya que la unidad solo posee una altura de 80 cm, el trabajador se ve obligado a mantenerse en cuclillas para realizar el mantenimiento, lo cual es un factor de riesgo ergonómico.

La salida cuando se está trabajando en la unidad condensante se encuentra a tan solo 2 m, esto permite una evacuación adecuada.

- El piso en ambos sitios de trabajos es corrugado, lo cual permite una adecuada adhesión del calzado al suelo lo que disminuye el riesgo de caídas durante el mantenimiento del equipo.

4.4.8 Mediciones en los equipos. Con el fin de conocer las condiciones que presenta el AAC-AF durante su el funcionamiento, se realizaron las siguientes mediciones eléctricas:

- Tensión sin carga en la acometida principal.
- Tensión sin carga en cada motor.
- Tensión con carga en la acometida principal.
- Tensión con carga en cada motor.
- Corriente en cada línea de la acometida principal.
- Corriente en cada línea de cada motor del AAC-AF.

Los valores obtenidos se encuentran en el anexo B

Por medio de las mediciones realizadas, se pudo conocer un valor aproximado al máximo de corriente de cada elemento y se estimo un promedio de la corriente a la cual se mantienen operando cada motor del sistema de potencia del AAC-AF, estos valores se presentan a continuación.

Tabla 47. Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AF

Valores Promedios de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AF [A]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores					
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L1	L1	L2	L2
29,77	27,8	28,87	29,3	32	25,7	9,3	9,38	9,71	3,6	3,633	3,708	3,63	3,64	3,7

Fuente: Autores

Tabla 48. Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AF [A]

Valores Máximos de Corriente en el Sistema de Potencia del AAC-AF [A]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores					
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L1	L1	L2	L2
30,1	28,3	29,3	30	32	26	9,4	9,6	9,9	3,6	3,7	3,8	3,7	3,7	3,8

Fuente: Autores

Al comparar los valores máximos de corriente con valores a plena carga de los motores del AAC-AF, se obtuvieron los siguientes porcentajes.

Tabla 49. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AF

Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-AF [A]														
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores					
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L1	L1	L2	L2
48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	19	19	19	7	7	7	7	7	7

Fuente: Autores

Tabla 50. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AF

Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-AF [%]															
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores						
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L1	L1	L2	L2	
61	57	59,2	60,1	65,2	52,6	48,9	49,3	51,1	51,4	51,9	53	51,9	52	52,9	

Fuente: Autores

Tabla 51. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AF

Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-AF [%]															
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores						
R	S	T	R	S	T	R	S	T	L1	L2	L1	L1	L2	L2	
61,68	58	60	61,5	66	53,3	49,5	50,5	52,1	51,4	52,9	54,3	52,9	52,9	54,3	

Fuente: Autores

Al revisar la tabla 51, se observa que los motores de los ventiladores y del motor del blower, alcanzan un porcentaje máximo del 50% y el 55% de su valor máximo corriente, mientras que los compresores se encuentran trabajando en un rango del 61% y un 67% de su corriente nominal.

En las siguientes tablas se encuentra documentada la información de la tensión mínima a la cual operó el equipo durante las mediciones realizadas, la tensión promedio y la tensión cuando el equipo no se encontraba en funcionamiento.

Tabla 52. Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AF

Valores Mínimos de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AF [V]											
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
222	221	221	222	221	221	222	221	221	221	221	221

Fuente: Autores

Tabla 53. Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AF

Valores Promedios de Tensiones en el Sistema de Potencia del AAC-AF [V]											
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
223	222	223	223	222	223	223	222	222,5	222,6	222	222

Fuente: Autores

Tabla 54. Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AF

Valores de Tensiones sin carga en el Sistema de Potencia del AAC-AF [V]											
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V13	V23
232	229	230	231	230	230	231	230	230	231	230	231

Fuente: Autores

Usando la información de las tablas 52, 53 y 54 se calculó la regulación aproximada a la cual se mantiene el equipo, y se calculo la máxima regulación que presentó durante el tiempo que fueron realizadas las mediciones.

Tabla 55. Regulación promedio en el AAC-AF

Regulación promedio en el AAC-AF [%]											
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V12	V12
3,82	3,01	3,35	3,55	3,42	3,35	3,55	3,42	3,35	3,77	3,50	3,87

Fuente: Autores

Tabla 56. Regulación máxima en el AAC-AF

Regulación máxima en el AAC-AF [%]											
Compresor 1			Compresor 2			Blower			ventiladores		
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V12	V12
4,5	3,62	4,07	4,05	4,07	4,1	4,1	4,1	4,07	4,5	4,1	4,5

Fuente. Autores

De las tablas 55 y 56 se observa que la regulación calculada por medio de las tensiones promedios en el equipo, no supera el 3,9 % y la calculada con la tensión mínima obtenida durante las mediciones no superó el 4,5%.

4.4.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-AF. Durante el proceso de levantamiento de los circuitos eléctricos del ACC-AF, se encontraron ciertas condiciones que deberían ser mejoradas, las cuales se mencionan a continuación junto con la recomendación para un mejor desempeño

Tabla 57. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-AF

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
Luces pilotos	averiadas	No indica la energización de los motores	Reemplazar los bombillos
Luz piloto Blower	Se encuentra averiada e instalada en serie con la fase R	No indica la energización del blower. Al averiarse el bombillo, la fase R sale, por lo cual fue necesario inutilizar esta por medio de un puente.	Instalar adecuadamente (entre dos fases que energizan el blower o entre una de estas y el neutro del sistema) y luego cambiar la bombilla por una en buen estado
Termostato	Averiado	Los dos compresores trabajan permanente mente, lo cual puede ser un gasto innecesario de energía	Cambiar el termostato.
Contactador del motor del blower	Contacto principal averiado (conexión directa de una fase con el motor)	En caso de sobre corriente en esta fase , no hay elemento de protección que evite una avería en el motor	Reemplazar el contactor

Tabla 57. (Continuación)

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
Medidores y luces piloto	Sitio inadecuado	No permiten observar una anomalía desde el auditorio	Instalar medidores y luces pilotos en el auditorio
Control de fases	No posee	Daño en los motores en caso de funcionar en ausencia de una fase	Instalar un controlador de fases
AAC-AF	No esta inventariado	En caso de mantenimiento, el proceso es mas complicado	Iniciar el proceso de para inventariar el AAC-AF

Fuente. Autores

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AULA 103 E3T (AULA WILHEM SPACHOSKY)

El aula 103 de edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, es una aula de clases, con capacidad de aproximadamente 40 estudiantes, el área de este recinto es de 70 m² y posee una altura de 2.7 m, la siguiente figura muestra el interior del aula 103.

Figura 82. Aula 103 E3T



Fuente: Autores

4.5.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El equipo de acondicionamiento de aire que brinda confort, a los estudiantes en esta aula, es un aire tipo paquete, cuya marca y placa de características no se encuentran en la estructura del equipo.

El Aire Acondicionado Central del aula 103 de la escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de telecomunicaciones (AAC-103IE), posee las siguientes dimensiones 1,75m de largo, 0,8m de ancho y 0,90m de alto.

Figura 83. Aire Acondicionado central del aula 103 E3T



Fuente. Autores

El interruptor principal, que brinda seguridad a este equipo es un interruptor tripolar, con capacidad de 125 A, al cual también se encuentra asociado el aire acondicionado del aula 104 del mismo edificio, dicho interruptor se encuentra ubicado en la parte externa de la pared oriental, del edificio en mención.

Figura 84. Interruptor AAC-10I3Ey ACC-104IE



Fuente: Autores

El encendido y el apagado del AAC-103IE, se realiza al interior del aula, desde un interruptor anexo al termostato del equipo, para de este modo facilitar el accionamiento del equipo.

Figura 85. Termostato e interruptor de encendido del AAC-103IE



Fuente. Autores

4.5.2 Indicadores de control (luces, medidores). El AAC-103IE no cuenta con ningún instrumento de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando el equipo.

En la instalación del AAC-103IE no se cuenta con ningún indicador, que permita el monitoreo de los elementos del equipo, tales como compresor, ventilador y motor del blower.

4.5.3 Identificación del sistema de potencia. El sistema de potencia del AAC-103IE, se conforma por tres motores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 58. Motores del sistema de potencia del AAC-103IE

Motores del sistema de potencia del AAC-103IE	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

Fuente. Autores

Las características de cada uno de estos motores e encuentran consignadas los cuadros 53 y 54, las cuales se presentan a continuación.

Cuadro 53. Características del compresor del AAC-103IE

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR			
Marca	Copeland	modelo	ZR72KC-TF5-501
serie	95K599708	Frecuencia	60/50 Hz
Tipo	SCROLL	Número de fases	3
Voltaje Nominal	200/230 V	Potencia	6 230 W
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	20,7 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	156 A	BTU/H	73 500
OBSERVACIONES			
Este compresor, también puede operar con una frecuencia de 50Hz			

Fuente. Placa de características del compresor, 29

Figura 86. Compresor del AAC-103IE



Fuente: Autores

Cuadro 54. Características del motor del blower.

MOTOR BLOWER				
Marca	A. O SMITH	Modelo	312P812	Serie 2G93
Voltaje Nominal	230/460 V	Núm. de fases	3	RPM 1 725
FLA (Full Load Amperes)				
Corriente Nom. a plena carga	5,8/2,9 A	Frecuencia	60/50 Hz	Potencia 1 ½ hp

Fuente. Placa de características del motor

Figura 87. Motor Blower del AAC-103IE



Fuente: Autores

Las características del ventilador del AAC-103IE, no pudieron ser documentadas, debido a que la forma de instalación del ventilador no permite tener acceso a esta.

4.5.4 Reconocimiento del sistema de control. El sistema de control del AAC-103IE se encuentra ubicado en el panel frontal del equipo, y de forma remota, en el interior del aula 103, se encuentra el termostato del equipo. En equipo se encuentran los siguientes elementos.

Figura 88. Contactor del motor del blower.



Fuente: Autores

Cuadro 55. Características del contactor del motor del blower del AAC-IE103

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER			
Marca	Furnas	Modelo	41WE3BEAJ
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		240/270	15
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	

Fuente. Placa de características del contactor

Cuadro 56. Características del interruptor termomagnético del AAC-IE103

Interruptor tripolar			
Marca	General Electric	Tipo	E-11592-C
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 VAC
Corriente Nom. Max.	125 A	I.C	10KA

Fuente. Placa de características del interruptor

Cuadro 57. Características del transformador de control del AAC-IE103

Transformador			
marca	No posee	modelo	TBO 402424-B51T1
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	208 V	Tensión secundario	24 V

Fuente. Placa de características del transformador.

Figura 89. Transformador del circuito de control del AAC-103IE



Fuente: Autores

Cuadro 58. Características del contactor principal del AAC-103IE Interruptor

CONTACTOR PRINCIPAL		
Marca	No posee	Serie 3100-30Q1099CG
cantidad en el equipo	1	
Tensión de la bobina	24 Vac	
Contactos Principales		
Cantidad	Tensión contactos	FLA
3	240 V	50 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)		
NO	NC	
0	0	
Contactos Auxiliares (adicionados)		
NO	NC	
0	0	
OBSERVACIONES		
Este contactor se encuentra asociado al compresor y al ventilador del AAC.103IE		

Fuente .Placa de características del contactor

Figura 90. Contactor principal del AAC-103IE



Fuente: Autores

Cuadro 59. Características de los relés de sobrecarga del AAC-IE103

RELÉ DE SOBRECARGA			
Marca	Heinemann	Modelo	C-292-F
cantidad en el equipo		3	
Contactos			
NO		NC	
0		1	
Tensión de contactos		300 Vac	

Fuente. Placa de características del relé

Figura 91.reles de sobrecarga.



Fuente: Autores

Cuadro 60. Características timer

TIMMER			
Marca	Smart Electric	Modelo	SAM 8
cantidad en el equipo		1	
Tensión máx. de la carga	288 Vac	Tensión min de la carga	18 Vac
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	1,8 a 600 s		
OBSERVACIONES			
El contacto de este timer es del tipo on delay La variación del tiempo de retardo se realiza, por medio de una perilla en el elemento			

Fuente: Placa de características del timer.

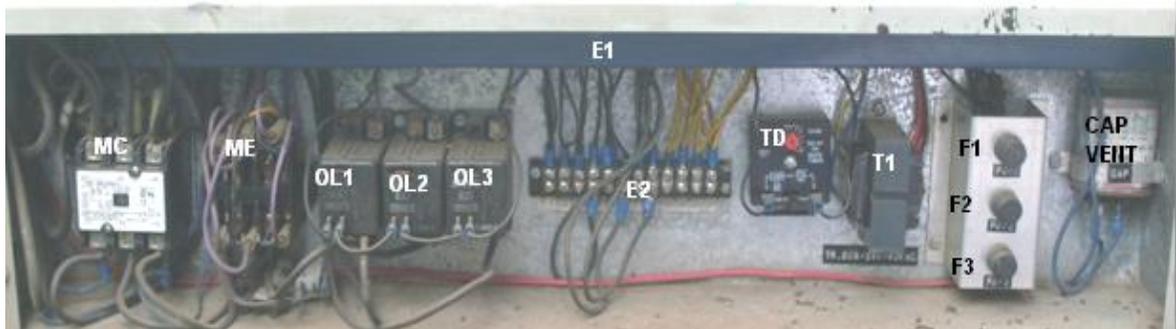
Figura 92. Timer Sam 8



Fuente: Autores

4.5.5 Elaboración de los planos. Etiquetado de los conductores. Con el fin de realizar el etiquetado de los conductores del AAC-103IE, lo primero que se realizó fue verificar si existía algún conductor etiquetado con anterioridad, al no encontrar ninguno, los conductores ubicados en el equipo, se etiquetaron desde el número 1 en adelante.

Figura 93. Panel frontal del AAC-103IE



Fuente: Autores

En la tabla 59 se enuncian los elementos ubicados en el panel de control del AAC-103IE

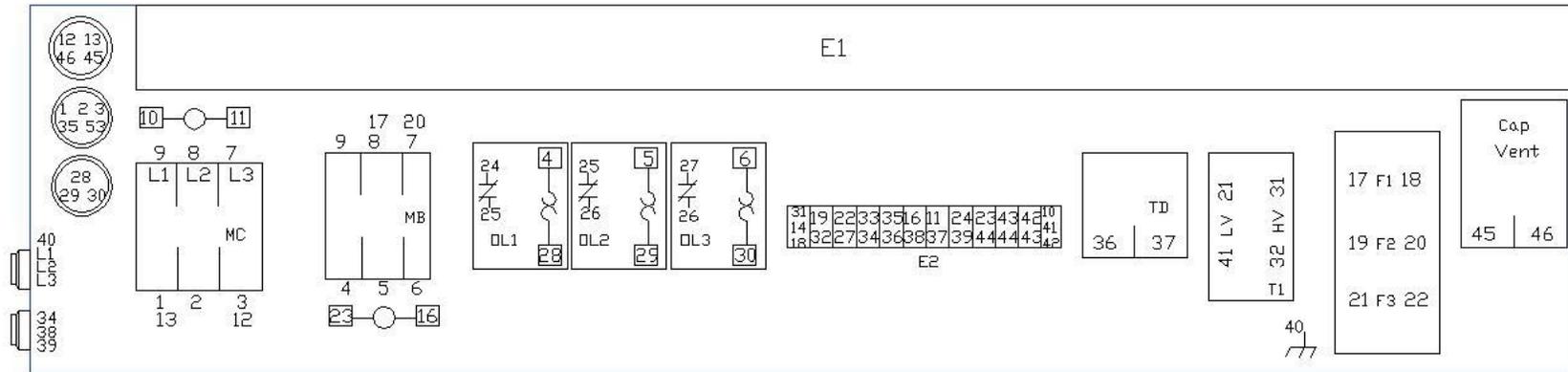
Tabla 59. Elementos del panel de control del AAC-103IE

ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-103IE			
MC	Contactador principal (compresor, ventilador)	T1	Transformador 208V/24V
ME	Contactador del motor del blower	F1, F2	Fusibles del circuito de control
OL1,OL2 OL3	Relés de sobrecarga (asociados al Motor del blower)	Cap. Vent	Capacitor del ventilador
E2	Bornera de conexiones	E1	Conduleta
TD	Timmer		

Fuente: Autores

El resultado de este proceso de etiquetar los conductores, identificar las conexiones entre los elementos, así como puede ser observado en la figura 94.

Figura 94. Registro de conexiones del panel de control del AAC-103IE

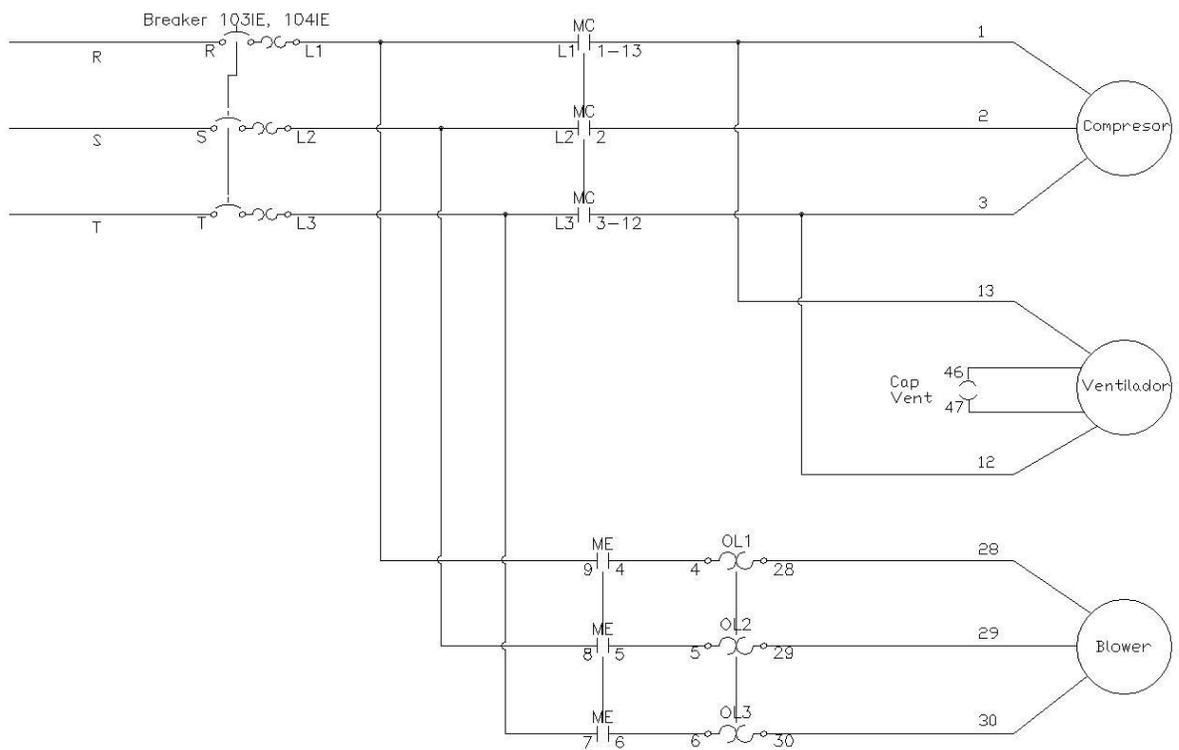


Fuente: Autores

4.5.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento. Los planos eléctricos del AAC-103IE se realizaron utilizando la metodología ladder y la simbología ANSI

Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-103IE. Los motores del AAC-103IE y demás elementos que soportan las corrientes debido a ellos (interruptores termomagnéticos, contactos principales de contactores), se ilustran en el plano eléctrico del sistema de potencia.

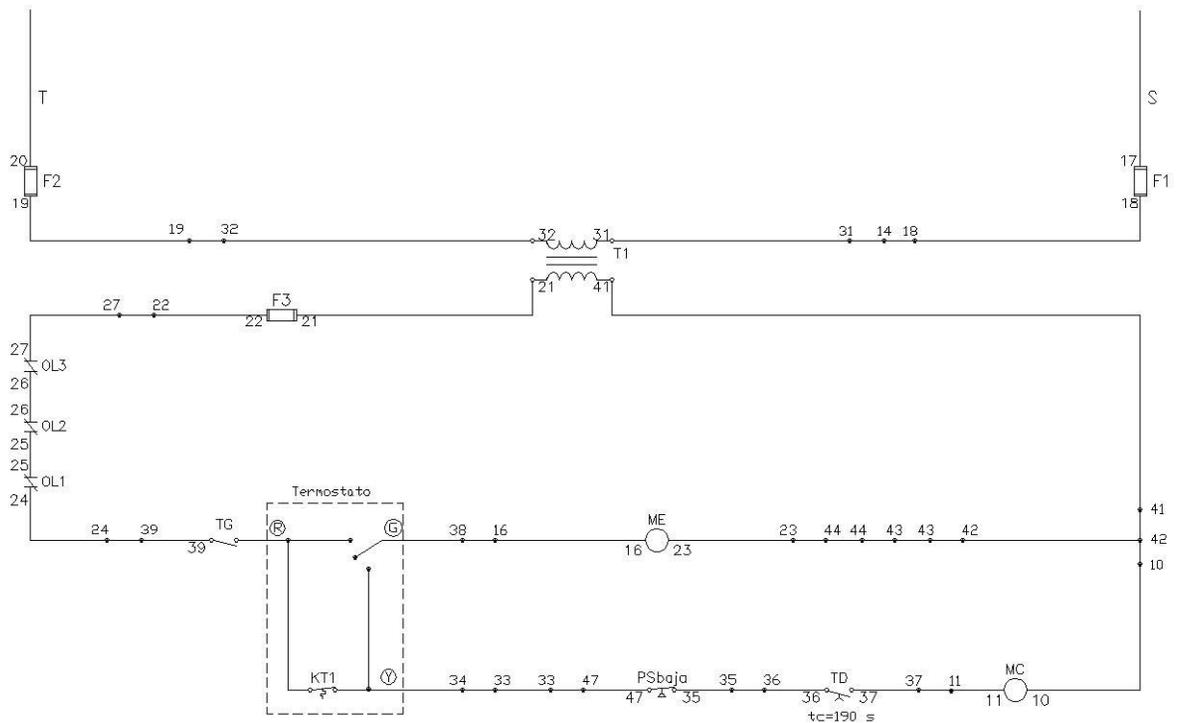
Figura 95. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-103IE



Fuente: Autores

Plano eléctrico del sistema de control del AAC-103IE. La figura 96 corresponde al plano eléctrico del circuito de control del AAC-103IE.

Figura 96. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-103IE



Fuente: Autores

4.5.6 Determinación de la secuencia de accionamiento.

Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-103IE. La secuencia de encendido que sigue el AAC-103IE a partir del momento de colocar el interruptor en la posición de encendido, es la siguiente.

1. El motor del blower se energiza inmediatamente cuando el interruptor pasa a la posición On.
2. Luego de 3 min y 10 segundos después de encontrarse el interruptor en On, se energizan el compresor y el ventilador.

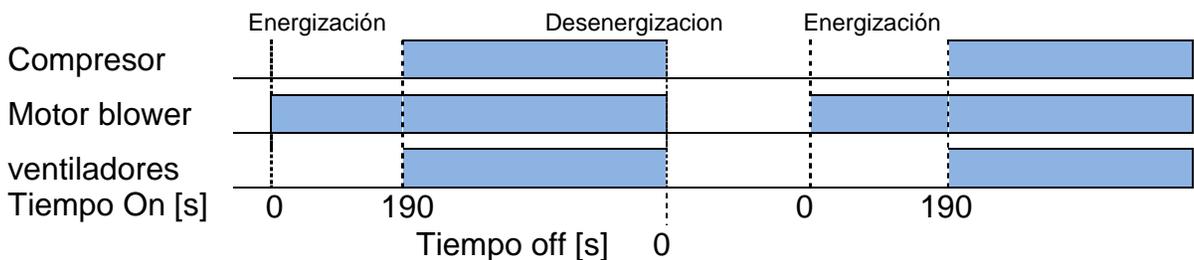
Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-103IE. Debido a las remodelaciones a realizar en el edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, el AAC-103IE ha sido

desenergizado. Por lo cual no se pudo documentar la Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-103IE

Secuencia de apagado del AAC-103IE. La desenergización de todos los elementos del sistema de potencia del equipo, se presenta de forma inmediata, cuando el interruptor es colocado en la posición off.

En la figura 97 se aprecia la secuencia de los elementos del equipo cuando es encendido, luego es apagado y encendido en una segunda ocasión

Figura 97. Secuencia de accionamiento del AAC-103IE



Fuente. Autores

4.5.7 Determinación de condiciones de seguridad

- **Facilidad de acceso y evacuación al equipo.**
El AAC-103IE, se encuentra ubicado medio de los edificios de Ingeniería eléctrica, y de Ingeniería industrial, exactamente al costado oriental del primero y en costado occidental del segundo, a pesar de estar ubicado entre dos edificios, el espacio de trabajo es amplio y permite un adecuado acceso o evacuación. Este equipo se encuentra a sobre una base de concreto a nivel del suelo
- **Altura de trabajo.**
El AAC-103IE se encuentra ubicado a nivel del piso, por lo cual cuando se realiza un trabajo de reparación o mantenimiento en este equipo, no se considera como trabajo en altura.
- **Condiciones del sitio de trabajo.**
El sitio de trabajo donde se encuentra ubicado el AAC-103IE, no posee un piso construido en material, y la tierra en la cual se ubica el trabajador presenta un leve desnivel y pequeñas acumulaciones de barro, creando así este conjunto de condiciones un riesgo de caídas.

4.5.8 Mediciones Eléctricas en el aac-103IE. Debido a que en el edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones se encontraran realizando trabajos de remodelación y adecuación, el AAC-103IE ha sido desenergizado. Motivo por el cual las mediciones eléctricas en este equipo no pudieron ser realizadas

4.5.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-103IE

Tabla 60. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-103IE

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
Medidores de tensión y corriente	No posee	No es posible monitorear el funcionamiento del equipo	Instalar medidores
Control de fases	No posee	Daño en los motores en caso de ausencia de una fase	Instalar un controlador de fases
luces piloto	No posee	No se puede observar la desenergización de los elementos del sistema de potencia	Instalar luces pilotos
AAC-103IE	No está inventariado	Complicaciones en el proceso de adjudicación del mantenimiento.	Iniciar el proceso de para inventariar el AAC-AMG
Presostato de alta	No posee	Avería en el compresor en caso de presión inadecuada en la tubería de descarga	Instalar presostato

Fuente. Autores

4.6 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AULA 104 E3T (AULA CARLOS MARÍA GÓMEZ)

El aula 104 de edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, es una aula similar al aula 103 del mismo edificio, posee una

capacidad de aproximadamente 40 estudiantes, el área de este recinto es de 77 m² y posee una altura de 2,7 m, la siguiente figura muestra el interior del aula 103.

Figura 98. Aula 104 E3T



Fuente: Autores

4.6.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El Aire Acondicionado del Aula 104 de la escuela de Ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones (AAC-104IE), es un aire marca Mc Quay, tipo paquete, cuya y su placa de características no se encuentran en el equipo.

El AAC-104IE, posee las siguientes dimensiones 1,75 m de largo, 0,8 m de ancho y 0,9 m de alto.

Figura 99. Aire Acondicionado Central del Aula 104 E3T



Fuente: Autores

El interruptor termomagnético, que brinda seguridad a este equipo es el mismo que brinda protección al AAC-103IE, el cual se encuentra en la pared oriental del edificio de la escuela de Ingenierías eléctrica. Sus características se muestran a continuación.

Cuadro 61. Característica interruptor principal aires 103IE y 104IE

Interruptor tripolar			
marca	General Electric	Tipo	E-11592-C
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 VAC
Corriente Nom. Max.	125 A	I.C	10 KA

Fuente: Placa de características del interruptor.

El encendido y el apagado del AAC-104IE, se realiza desde el interior del aula, por medio de un interruptor colocado en la misma caja donde se encuentra protegido el termostato del equipo, esto con el objetivo de realizar la maniobra de encendido de una forma más fácil (evitando manipular el termostato).

Figura 100. Termostato e interruptor de encendido AAC-104IE



Fuente: Autores

4.6.2 Indicadores de control (luces, medidores). En el aula 104 y en el AAC-104IE no cuenta con ningún instrumento que permita medir la corriente, la tensión a las cuales opera el equipo.

El AAC-104IE y sus instalaciones eléctricas, no cuenta con algún indicador luminoso, que permita el monitorear los elementos del equipo, como son compresor, ventilador y motor del blower.

4.6.3 Identificación del sistema de potencia. El sistema de potencia del AAC-104IE, cuenta con los siguientes elementos.

Tabla 61. Motores del AAC-104IE

Motores del sistema de potencia del AAC-104IE	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

Fuente: Autores

A continuación se describen las características de cada uno de los motores del sistema de potencia del AAC-104IE.

Cuadro 62. Características compresor AAC-104IE

CARACTERÍSTICAS COMPRESOR AAC-104IE			
Marca	Bristol	modelo	H29A723DBLA
serie	(5)29504014090	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Hermético	Número de fases	3
Voltaje Nominal	208/230 V	Potencia	6 HP
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación		Refrigerante	R 22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	158 A	BTU/H	74 000

Fuente: Placa de característica del compresor, [29]

Figura 101. Compresor del AAC-104IE



Fuente: Autores

Cuadro 63. Características del motor del blower

MOTOR BLOWER AAC-104IE				
Marca	A. O SMITH	Modelo	312P812	Serie 2G93
Voltaje Nominal	230/460 V	Núm. de fases	3	RPM 1 725
FLA (Full Load Amperes)				
Corriente Nom. a plena carga	5,8/2,9 A	Frecuencia	60/50 Hz	Potencia 1 ½ hp

Fuente: Placa de características del motor

Figura 102. Motor del blower del AAC-104IE



Fuente: Autores

Cuadro 64. Característica ventilador del AAC-104IE

MOTOR VENTILADORES AAC-104IE					
Marca	Dayton	Referencia	K55HJWZ-3093	RPM	1075
Voltaje Nominal	203/220 V	Número de fases	1	Potencia	1/2 HP
Frecuencia	60 Hz				

Fuente. Placa de características del motor.

Figura 103. Ventilador del AAC-104IE



Fuente: Autores

4.6.4 Reconocimiento del sistema de control. El sistema de control del AAC-104IE está ubicado en el panel frontal del equipo, en el interior del aula 104, se encuentra el termostato del equipo. A continuación se describen los elementos del sistema de control.

Cuadro 65. Características contactor principal AAC-104IE

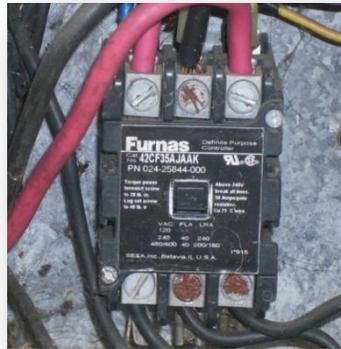
CONTACTOR PRINCIPAL AAC-104IE			
Marca	Furnas	Serie	42CF35JAAK
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	240 V	50	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	

Cuadro 65. (Continuación)

NO	NC
0	0
Contactos Auxiliares (adicionados)	
NO	NC
0	0
OBSERVACIONES	
Este contactor realiza maniobras al compresor y al ventilador del AAC.104IE, de manera simultanea	

Fuente: Placa de características del contactor

Figura 104. Contactor AAC-104IE



Fuente: Autores

Cuadro 66. Características transformador del control de AAC-104IE

Transformador			
Marca	No posee	modelo	TBO 402424-B51T1
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	208 V	Tensión secundario	24 V

Fuente: Placa de características del transformador

Cuadro 67. Características contactor del motor del blower AAC-104IE

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER AAC-104IE			
Marca	Furnas	Modelo	41WB3EAJ
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	240/270		15
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	

Fuente: Placa de características del contactor

Figura 105. Contactor del motor del blower del AAC-104IE



Fuente: Autores

Relé de sobrecarga. Cada fase del motor del blower cuenta con un relé de sobrecarga, las características de cada uno de estos, son descritas a continuación.

Cuadro 68. Características de los relés del AAC-104IE

RELÉ DE SOBRECARGA AAC-104IE			
Marca	Heinemann	Modelo	C-292-F
cantidad en el equipo		3	
Contactos			
NO		NC	
0		1	
Tensión Max de contactos		300 Vac	

Fuente. Placa de características de los relés

Figura 106. Relés de sobrecarga del AAC-104IE



Fuente: Autores

Cuadro 69. Características del timer en el AAC-104IE

Timer			
Marca	Smart Electric	Modelo	SAM 8
cantidad en el equipo		1	
Tensión máx. de la carga		288 Vac	Tensión Min. de la carga 18 Vac
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo		1.8 a 600 s	
OBSERVACIONES			
El contacto de este timer es del tipo on delay La variación del retardo se realiza, por una perilla en el elemento			

Fuente: Placa de características del timer

Figura 107. Timer en el AAC-104IE



Fuente. Autores

4.6.5 Elaboración de los planos

Etiquetado de los conductores. En el proceso de revisión, en búsqueda de conductores rotulados con anterioridad, no se encontró ningún conductor rotulado en el AAC-104IE, por lo que los conductores comenzaron a ser etiquetados a partir del número 1.

En la siguiente figura se ilustra el panel de control del AAC-104IE, indicando la denominación de cada elemento.

Figura 108. Panel de control del AAC-104IE



Fuente: Autores

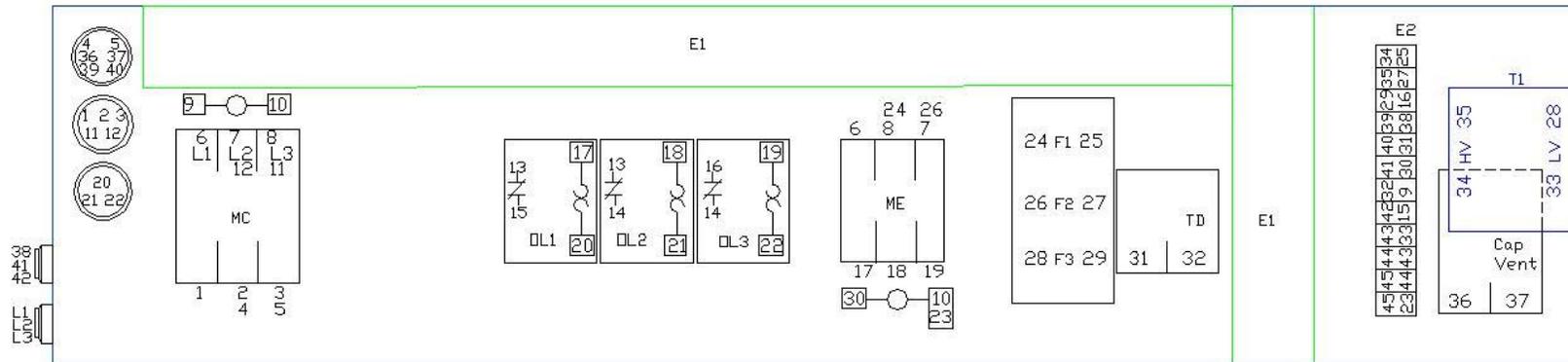
Tabla 62. Elementos del panel de control del AAC-104IE

ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-104IE			
E1	Conduleta	E2	Bornera de conexiones
MC	Contactador principal (compresor, ventilador)	OL1, OL2, OL3	Relés de sobrecarga
ME	Contactador del motor del blower	Cap. Vent	Capacitor del ventilador
T1	Transformador 208V/24V	F1, F2, F3	Fusibles del circuito de control
TD	Timmer		

Fuente: Autores

El siguiente diagrama muestra los números de los conductores que conectan cada elemento del sistema de control.

Figura 109. Diagrama de conexiones del panel frontal del AAC-104IE

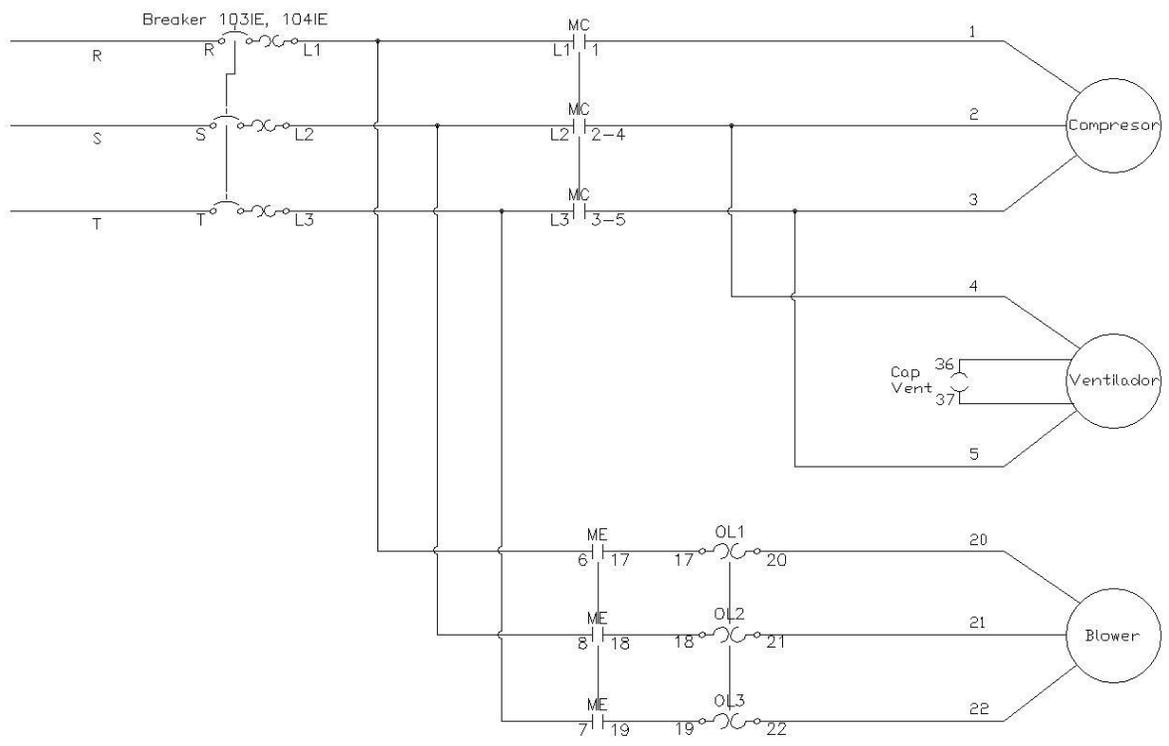


Fuente: Autores

4.6.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento

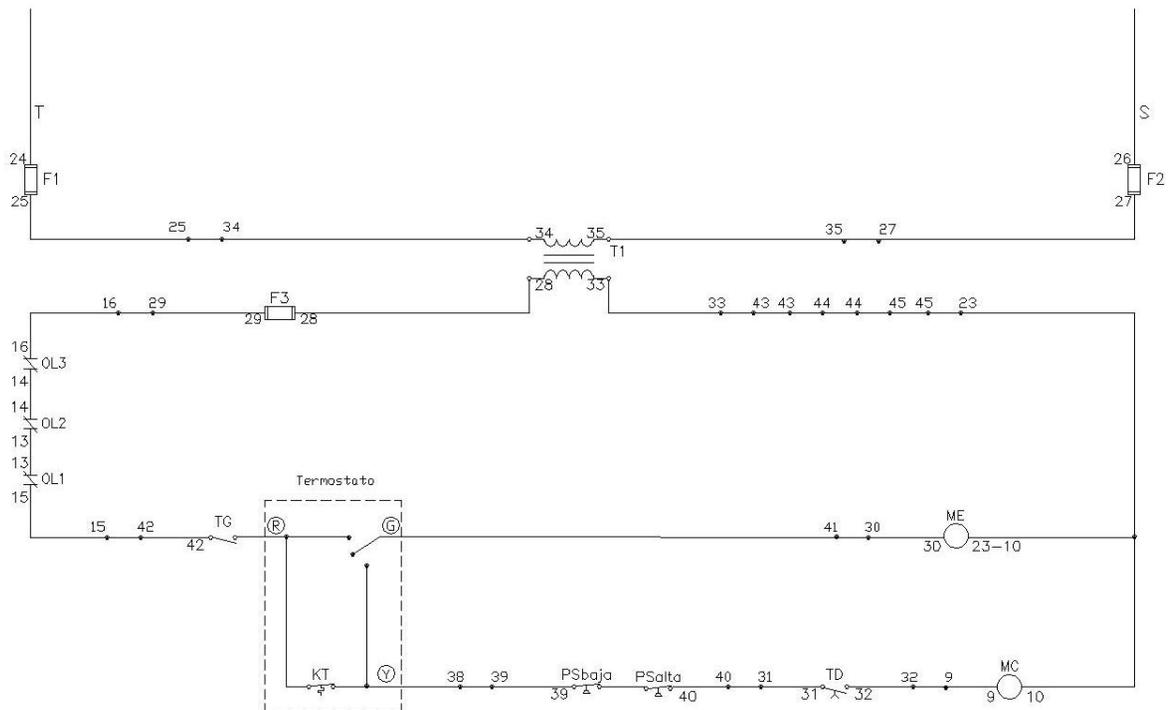
Los planos eléctricos del AAC-104IE se dividen en dos partes esenciales, el plano eléctrico del sistema de control y el plano eléctrico del sistema de potencia.

Figura 110. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-104IE



Fuente: Autores

Figura 111. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-104IE



Fuente. Autores

4.6.6 Determinación de la secuencia de accionamiento. El determinar la secuencia del accionamiento del equipo permite conocer el orden en que interactúan los elementos del equipo.

Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-104IE. Cuando es colocado el interruptor en la posición de encendido, el sistema de potencia del AAC-104IE, se enciende siguiendo esta secuencia.

1. Al colocar el interruptor en encendido el motor del blower es energizado de forma inmediata.
2. Transcurridos 5 min y 25 segundos luego de encender el equipo, se energizan el compresor y el ventilador.

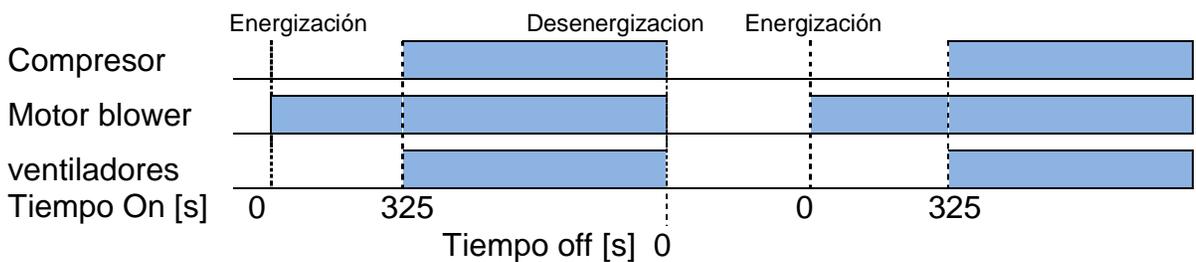
Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-104IE. El edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, se encuentra en proceso de remodelación, motivo por el cual el AAC-104IE se

encuentra desenergizado. Debido a esto, no fue posible documentar la Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-104IE

Secuencia de apagado del AAC-104IE. Luego de ser colocado el interruptor en la posición de off, la desenergización de los elementos de potencia del equipo, se presenta de forma inmediata.

En la figura 112 se aprecia la secuencia de los elementos del equipo cuando es encendido, luego es apagado y encendido en una segunda ocasión

Figura 112. Secuencia de accionamiento del AAC-104IE



Fuente. Autores

4.6.7 Determinación de condiciones de seguridad

- **Facilidad de acceso y evacuación al equipo.**
El AAC-104IE, se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio de Ingeniería eléctrica, en el sector conocido como “El bosque”, este equipo se encuentra a sobre una base de concreto a nivel del suelo, por ser esta una amplia área y sin acceso restringido, tanto el acceso y evacuación se realiza con facilidad.
- **Altura de trabajo.**
Cualquiera trabajo eléctrico, que se realice en este equipo, se realiza a nivel del piso, motivo por el cual el trabajo en este equipo no se considera como trabajo en altura.
- **Condiciones del sitio de trabajo.**
El AAC-104IE se encuentra ubicado a la intemperie, en la parte posterior del edificio de la escuela E3T, en la zona conocida como el bosque, por encontrarse en este lugar el acceso al equipo es libre y el trabajo se realiza sobre la superficie natural de la zona, siendo esta firme y segura

4.6.8 Mediciones eléctricas AAC-104IE. Debido a que en el edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones se encontraran realizando trabajos de remodelación y adecuación, el AAC-104IE ha sido desenergizado. Motivo por el cual las mediciones eléctricas en este equipo no pudieron ser realizadas

4.6.9 Observaciones y recomendaciones en el AAC-104IE

Tabla 63. Anomalías, consecuencia y recomendaciones en el AAC-104IE

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
luces piloto	No posee	No permite observar la desenergización de un elemento del sistema de potencia	Instalar luces pilotos en el aula
Medidores de tensión y corriente	No posee	No se puede monitorear el funcionamiento del equipo	Instalar medidores
Control de fases	No posee	Daño en los motores en caso de funcionar en ausencia de una fase	Instalar un controlador de fases
AAC-104IE	No está inventariado	En caso de mantenimiento, el proceso es más complicado	Iniciar el proceso de para inventariar el AAC-104IE

Fuente: Autores

4.7 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO LUIS A. CALVO

El Auditorio Luis A. Calvo, es el auditorio más grande de la universidad industrial de Santander, posee un área aproximada de 1527 m² en su zona de silletería, la capacidad de este escenario es de 989 personas, la figura 113 muestra la parte interior del escenario.

Figura 113. Auditorio Luis A. Calvo



Fuente: Registro División Cultural UIS

4.7.1 Reconocimiento y ubicación del equipo. El Aire Acondicionado Central del Auditorio Luis A. Calvo (AAC-ALAC), es un aire marca Fedders, del tipo dividido, la manejadora de este equipo se encuentra localizada en el sótano del auditorio, la unidad condensante del AAC-ALAC se ubica en una azotea en la parte sur del auditorio. La figuras 114 muestran los sitios donde se ubica la unidad condensante y la manejadora respectivamente.

Figura 114. Ubicación unidad condensante y manejadora del AAC-ALAC



Fuente: autores

El encendido del equipo, se realiza por medio de una estación de arranque-parada, la cual se encuentra en el sótano del auditorio.

Figura 115. Estación arranque parada del AAC-ALAC



Fuente: autores

UNIDAD CONDENSANTE DEL AAC-ALAC. Las dimensiones de la unidad condensante son las siguientes 4,80m de largo, 2 m de ancho y 1,28m de alto, esta unidad alberga los compresores, los ventiladores, el condensador y el sistema de control del equipo.

Figura 116. Unidad condensante del AAC-ALAC



Fuente: autores

La unidad condensante consta de dos compresores semiherméticos, trifásicos, marca COPELAND.

El AAC-ALAC posee dos placas de características en la unidad condensante, las cuales se muestran a continuación

Cuadro 70. Características de la unidad condensante del AAC-ALAC

PLACA 1 UNIDAD CONDENSANTE			
Marca	FEDDERS		
Modelo	CRC070314200CA		
Serie	JR 448189		
Test Pressure			
High side	450	Low side	

Fuente. Placa en la unidad condensante

Cuadro 71. Características de los motores en la unidad condensante del AAC-ALC

PLACA 2 UNIDAD CONDENSADORA								
Frec	60 Hz	N°	Volts	PH	HP	RLA FLA	FLA	RLA
Comp motors		A	460	3		120.3	283	
		B	460	3				
Fan motors		8	460	1		12.0		

Fuente. Placa de características de la unidad condensante

Manejadora del AAC-ALAC. La manejadora del AAC-ALAC, es una manejadora marca FEDDERS, modelo CCL51LORFOKDOA DR 01 6516, y con las siguientes dimensiones 3,20 m de largo, 3,35 m de ancho y 1,85 m de alto. La manejadora cuenta con el evaporar, el blower y el motor que permite su funcionamiento. La manejadora se observa en la figura 117.

Figura 117. Manejadora del AAC-ALAC



Fuente: Autores

4.7.2 Indicadores de control (luces, medidores). El AAC-ALAC posee dos controladores de fases, los cuales se encuentran ubicados en el panel frontal de la unidad condensante, sin embargo no posee instrumentos de medición que permitan conocer la corriente, la tensión desde un sitio cercano a los encargados del equipo.

El conjunto de la unidad condensante y la manejadora del AAC-ALAC no poseen indicadores luminosos que permitan ver el momento del accionamiento de cada uno de los motores del sistema de potencia del equipo.

4.7.3 Identificación del sistema de potencia. El equipo de AAC-ALAC, está diseñado para funcionar con 11 motores, de los cuales solo posee 9 y se encuentran distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 64. Motores del AAC-ALAC

Motores del sistema de potencia del AAC-ALAC	
Descripción	Cantidad
compresores	2
ventiladores	6
Motor del blower	1

Fuente: Autores

A continuación se presentan las características de cada uno de los motores de los anteriores grupos

Cuadro 72. Características del compresor 1 del AAC-ALAC

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES			
COMPRESOR 1			
Marca	Copeland	modelo	6RK2-3500-TSK-200
serie	EK 10C01890R	Potencia	381 000 BTUH 35 hp
Tipo	Semihermético	Número de fases	3
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	67,1 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	283 A	Voltaje Nominal	460 V
OBSERVACIONES			
Este compresor es el que se encuentra mas alejado del frente del equipo			

Fuente: Placa de características del compresor 1

Figura 118. Compresor 1 del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 73. Características del compresor 2 del AAC-ALAC

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES			
COMPRESOR 2			
Marca	Copeland	modelo	6DH3-R35M0-TSK-200
serie	EK 10D00611R	Potencia	350 000 BTUH
Tipo	Semihermético	Número de fases	3
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	62,6 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	283 A	Voltaje Nominal	460 V
OBSERVACIONES			
Este compresor es el que se encuentra más cercano del frente del equipo La conexión actual permite una alimentación de 460 V			

Fuente: Placa de características del compresor 2

Figura 119. Compresor 2 del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 74. Características del motor del blower del AAC-ALAC

MOTOR BLOWER EVAPORAR					
Marca	Century Electric Co.	Modelo	SC-286U-FCA 9-003583-00		
Voltaje Nominal	208-220/440 V	Núm. de fases	3	RPM	1730
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	53-50/25 A	Frecuencia	60 Hz	Potencia	20 HP
Factor de servicio	1,15	Clase	F		

Fuente: Placa de características del motor del blower

Cuadro 75. Características de los ventiladores 2 y 3 del AAC-ALAC

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE 2, 3 ⁶					
Marca	Emerson	Modelo	K55HXTDR-8455	RPM	1075
Voltaje Nominal	460 V	Número de fases	1	Potencia	3/4 HP
FLA	2 A	Frecuencia	60 Hz		

Fuente: Placa de características de la unidad

⁶ El ventilador 6 no se encuentra instalado

Cuadro 76. Características de los ventiladores 1, 4,5 ,7 y 8 del AAC-ALAC

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE 1, 4, 5, 7, 8'					
Marca	Emerson	Modelo	K63ZZCFJ-2823	RPM	1075
Voltaje Nominal	400/460 V	Número de fases	1	Potencia	1 HP
FLA	2,3 A	Frecuencia	50/60 Hz		

Fuente. Placa de características del ventilador

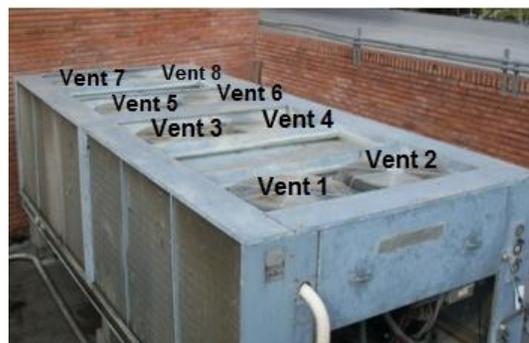
Figura 120. Ventiladores del AAC-ALAC



Fuente: Autores

En la figura 120 se observa la ubicación de los ventiladores del AAC-ALAC

Figura 121. Distribución de los ventiladores en la unidad condensante



Fuente: Autores

Cuadro 77. Características del Interruptor Tripolar unidad condensante

Interruptor Tripolar unidad condensante			
Marca	Terasaki Electric	Tipo	TO-225CA
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	500Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	175 A	I.C	10 kA

Fuente. Placa de características del interruptor

Figura 122. Interruptor tripolar de la unidad condensante



Fuente: Autores

Cuadro 78. Características del interruptor tripolar del motor del blower.

Interruptor Tripolar motor del blower			
Marca	General Electric	Tipo	TED 134030
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	480 Vac
Corriente Nom. Max.	30 A	I.C	14 kA

Fuente: Placa de características del interruptor

Figura 123. Interruptor tripolar del motor del blower del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 79. Características de los interruptores monopolares de los ventiladores

Interruptores monopolar Ventiladores			
Marca	Me Chint	Tipo	NB1- 63
Cantidad en el equipo	3	Tensión Max	277 Vac
Corriente Nom. Max.	No posee	I.C	5 kA

Fuente: Placa de características de cada interruptor

Figura 124. Interruptores monopolares de los ventiladores del AAC-ALAC



Fuente: Autores

4.7.4 Reconocimiento del sistema de control. El sistema de control del AAC-ALAC se encuentra dividido en dos partes; la primera se encuentra en un encerramiento metálico en el sótano donde se encuentra la manejadora del equipo

y la segunda en el panel frontal de la unidad condensante del equipo, la cual se encuentra en una azotea del auditorio.

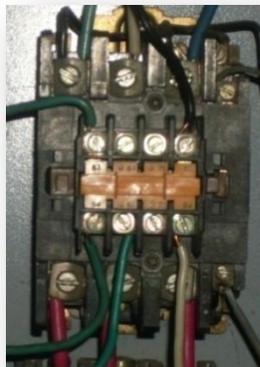
Los elementos que se encuentran en gabinete ubicado en el sótano, son los siguientes.

Cuadro 80. Características del contactor del motor del blower

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER		
Marca	Telemecanique	Modelo LC1 D 403
cantidad en el equipo	1	
Tensión de la bobina	440 V	
Contactos Principales		
Cantidad	Tensión contactos	FLA
3	660 V	60 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)		
NO	NC	
1	1	
Contactos Auxiliares (adicionados)		
NO	NC	
2	2	

Fuente: Placa de característica del contactor

Figura 125. Contactor del motor del blower del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 81. Características del relé de sobrecarga del motor del blower del AAC-ALAC

RELE DE SOBRECARGA (motor del blower)			
Marca	BBC CEM	Modelo	T85
cantidad en el equipo		1	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		600 V	70 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	

Fuente: Placa de características del relé

Figura 126. Relé de sobrecarga del motor del blower del AAC.ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 82. Características del Transformador del circuito de control del AAC.ALAC

Transformador			
marca		Modelo	
Potencia		Frecuencia	
Tensión primario	440 V	Tensión secundario	120 V
Observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> • La placa de características de este transformador, no pudo ser leída debido a que se encuentra dentro del Tablero de distribución ubicado en el sótano del Auditorio Luis A Calvo. • La información de tensiones se obtuvo debido a la relación de transformación. 			

Fuente: Placa de características del Transformador

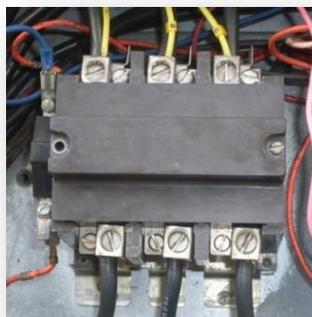
Los elementos que se encuentran ubicados en el panel frontal de la unidad condensante, son los siguientes.

Cuadro 83. Características los contactores de los compresores del AAC.ALAC

CONTACTORES DE LOS COMPRESORES			
Marca	Airtemp	Serie	9560H1596A
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		120 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		600 V	90 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	

Fuente: Placa de características de los contactores

Figura 127. Contactor de un compresor del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 84. Características de los contactores de los ventiladores del AAC.ALAC

CONTACTOR DE LOS VENTILADORES				
Marca	Essex	Modelo	143-A3B2	Serie 3661134
cantidad en el equipo		4		
Tensión de la bobina		120 Vac		
Contactos Principales				
Cantidad		Tensión contactos		FLA
3		600 V		10 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)				
NO		NC		
0		0		
Contactos Auxiliares (adicionados)				
NO		NC		
0		0		

Fuente. Placa de características de los contactores.

Figura 128. Contactor de un ventilador del AAC.ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 85. Característica de elemento de protección al compresor, contra sobrecarga.

TERMICOS DE COMPRESORES				
Marca	Airtemp	Modelo	C8306N1	
cantidad en el equipo		2		
Contactos Principales				
Cantidad		Tensión contactos		FLA
3		600 V		100 A

Fuente: Placa de características del elemento térmico

Figura 129. Elemento de protección al compresor, contra sobrecarga



Fuente: Autores

Cuadro 86. Características de relés de control

RELÉ DE CONTROL			
Marca	No posee	Modelo	3610474
serie	84-20203-3010	Tensión contactos	250 V
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		120 vac	
Contactos			
NO		NC	
2		2	

Fuente: Placa de características del relé

Figura 130. Relé de control del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Cuadro 87. Características del relé del circuito de control del AAC-ALAC

RELÉ DE CONTROL			
Marca	No posee	Modelo	No posee
serie	No posee	Tensión contactos	250 V
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		120 V	
Contactos			
NO		NC	
2		2	

Fuente: Placa de características del relé.

Figura.131 relé de control



Fuente: Autores

Cuadro 88. Características del controlador de fases en el AAC-ALAC

CONTROL DE FASE	
Marca	Wagner Serie DTP-3
cantidad en el equipo	2
Cronometro de respuesta	0,1 a 20 segundos
Cronometro de reencendido	0 a 720 segundos
Cronometro de retardo	0 a 30 segundos
Visualización del voltímetro	Desde 90 V hasta 600 V Visualiza simultáneamente las tensiones V_{RS} , V_{ST} Y V_{TR}
Características de la salida de relés	
Corriente	Tensión
10 A	250 Vac
Tensión de la entrada de control	250 Vac

Fuente: Manual de usuario del DTP-3I

Figura 132. Controlador de tension de fases



Fuente: Autores

Cuadro 89. Característica de los Timer en el ACC-ALAC

TIMER			
Marca	SSAC	Modelo	TS141380 17-30-00240-004
cantidad en el equipo		3	
Tensión máx. de la carga		120 Vac	
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	No especificado		
OBSERVACIONES			
El contacto de este timer es del tipo on delay			

Fuente: Placa de características del timer

Figura 133. Timer del circuito de control del AAC-ALAC



Fuente: Autores

4.7.5 Elaboración de los planos

Etiquetado de los conductores.

El etiquetado del AAC-ALAC, fue el más difícil de realizar de todos los AAC-UIS que se revisaron en este proyecto, esto debido a que el AAC-UIS es el de mayor

tamaño y potencia, además los conductores de los sistemas de control y de potencia, poseían diferentes tipos de rotulaciones y en ocasiones se repetía el número de etiquetado entre los diferentes tipos de rótulos.

El etiquetado de los conductores se realizó de la siguiente manera:

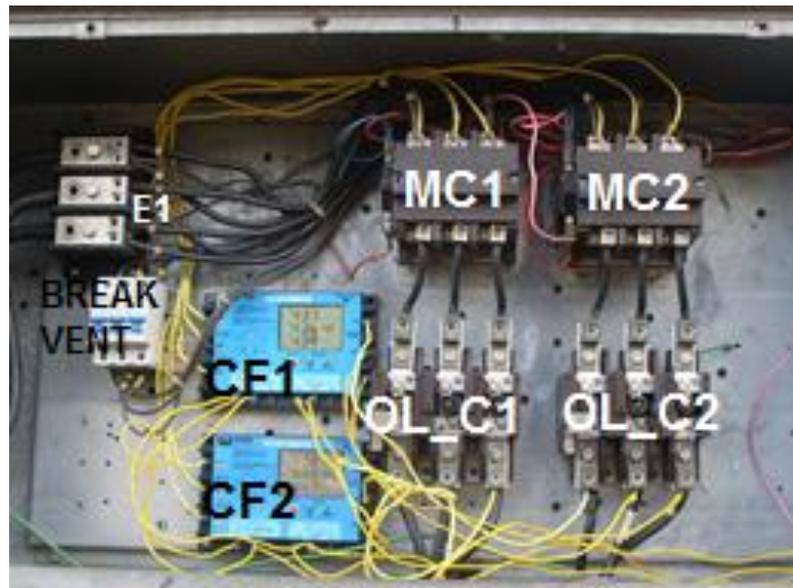
Se revisó que las rotulaciones existentes fueran correctas (los números en cada extremo de los conductores fuera el mismo).

La rotulación existente supera el número 100 y debido a que inicialmente no se tuvo acceso a varios conductores; los conductores sin rotular, fueron rotulados a partir del número 300.

La rotulación existente es de tres tipos, en cinta de papel amarillo o blanco y en brazaletes plásticos, debido a esto se encontraron conductores diferentes rotulados con un mismo número, por lo cual, en estos casos uno de los rótulos se cambia por nuestra rotulación con números superiores al 300. Con el objetivo de identificar los conductores procedentes del gabinete ubicado en el cuarto de la manejadora; estos conductores, fueron rotulados a partir del número 400

En la figura 134 se observa el lado izquierdo del panel frontal de la unidad manejadora del AAC-ALAC el diagrama de conexiones para este, se observa en la figura 135.

Figura 134. Panel de control del AAC-ALAC (Lado Izquierdo)



Fuente: Autores

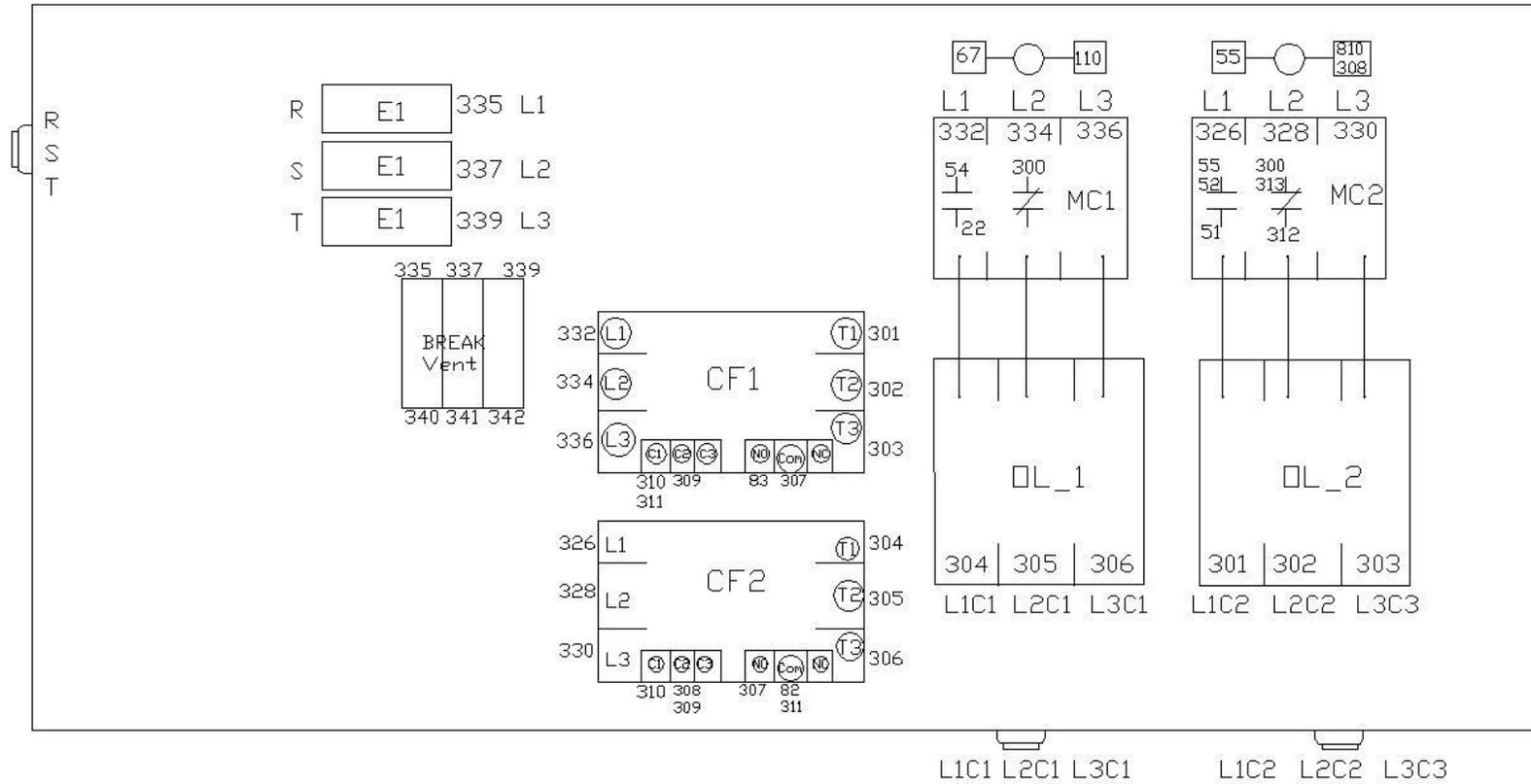
Luego de realizado el etiquetado; en estos elementos, el diagrama de conexiones fue el siguiente.

Tabla 65. Elementos del tablero de control del AAC-ALAC (lado izquierdo)

ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL AAC-ALAC			
Breaker Vent	Interruptores monopolares del circuito de potencia de los ventiladores	OL_C1	Elemento térmico de protección del compresor 1 contra sobrecarga
MC1	Contactador compresor 1	OL_C2	Elemento térmico de protección del compresor 2 contra sobrecarga
MC2	Contactador compresor 2	CF1	Controlador de fases
E1	Conectores de la acometida	CF2	Controlador de fases

Fuente: Autores

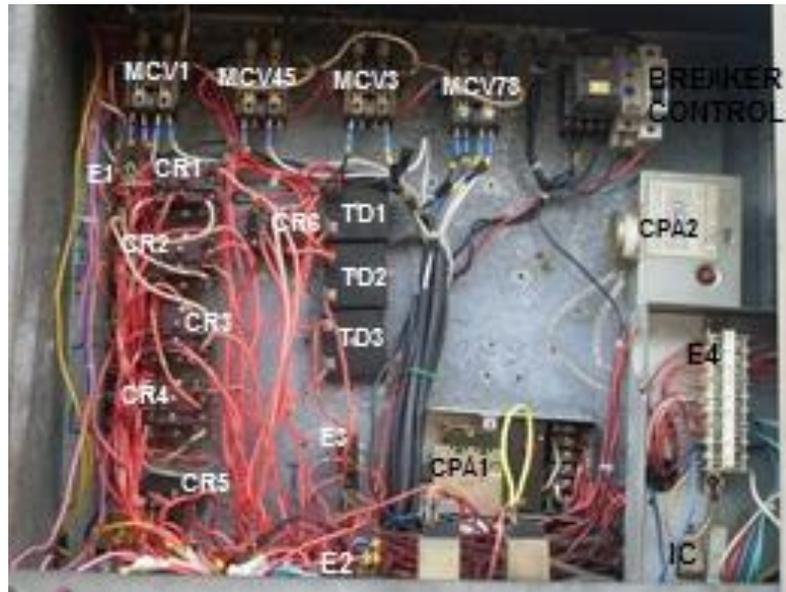
Figura 135. Diagrama de conexiones del panel de control del AAC-ALAC (Lado Izquierdo)



Fuente: Autores

En la figura 136 se ilustra el lado derecho del panel de control de la unidad condensante y el diagrama de conexiones para este, se observa en la figura 137.

Figura 136. Panel de control del AAC-ALAC (Lado derecho)



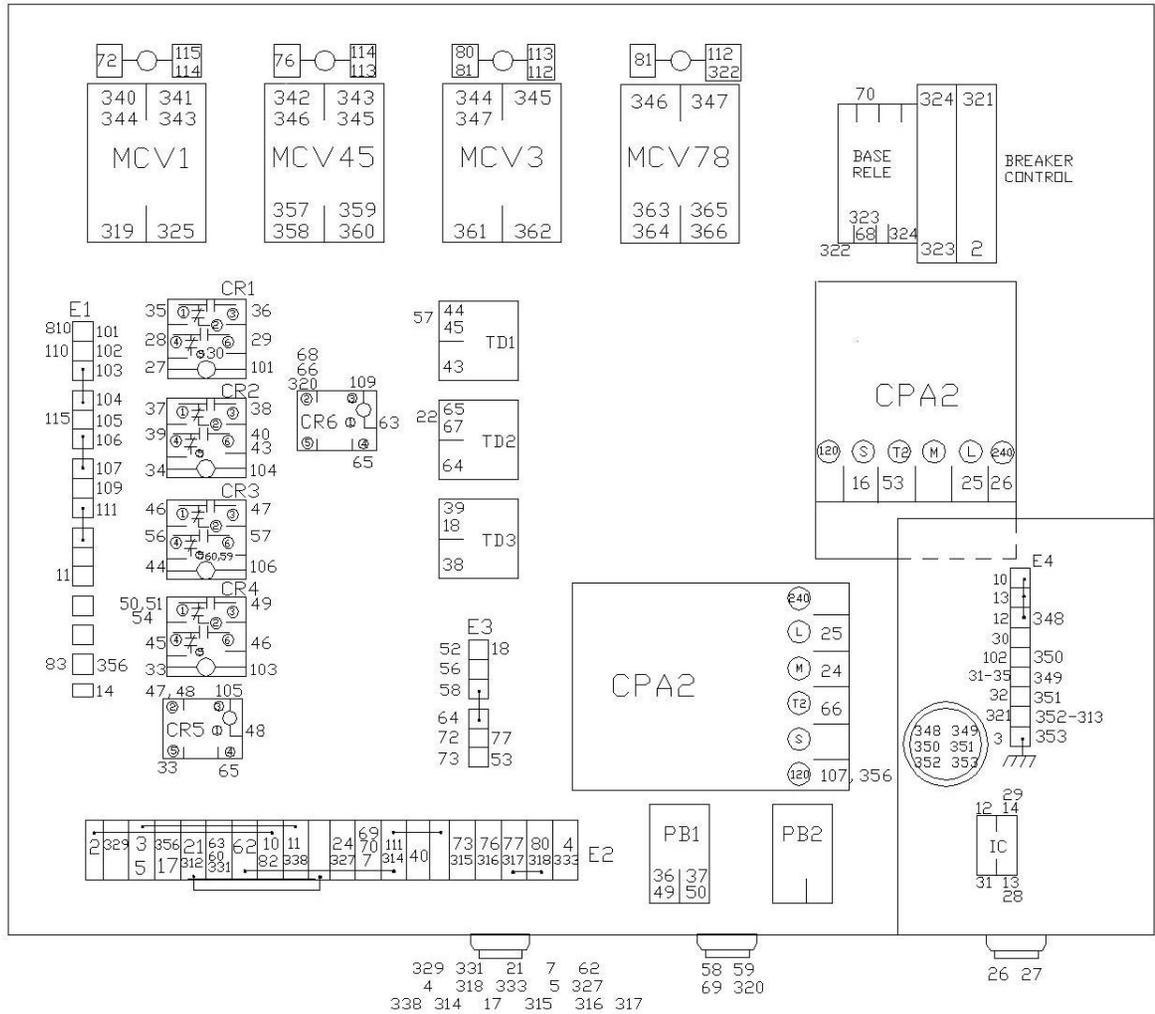
Fuente: autores

Tabla 66. Elementos del tablero de control del AAC-ALAC (lado derecho)

ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL AAC-ALAC			
Breaker Control	Interruptor monopolar circuito de control	MCV1	Contacto de los ventiladores 1
TD1	Timer 1	MCV45	Contacto de los ventiladores 4 y 5
TD2	Timer 2	MCV3	Contacto de los ventiladores 3
TD3	Timer 3	MCV78	Contacto de los ventiladores 7 y 8
E1	Borneras de conexiones 1	CR1, CR2 CR3, CR4 CR5, CR6	Relés del circuito de control
E2	Borneras de conexiones 2	IC	Interruptor on/off circuito de control
E3	Borneras de conexiones 3	CPA1, CPA2	Control de presión de aceite
E4	Borneras de conexiones 4		

Fuente: Autores

Figura 137. Diagrama de conexiones del panel de control del AAC-ALAC (Lado derecho)



Fuente: Autores

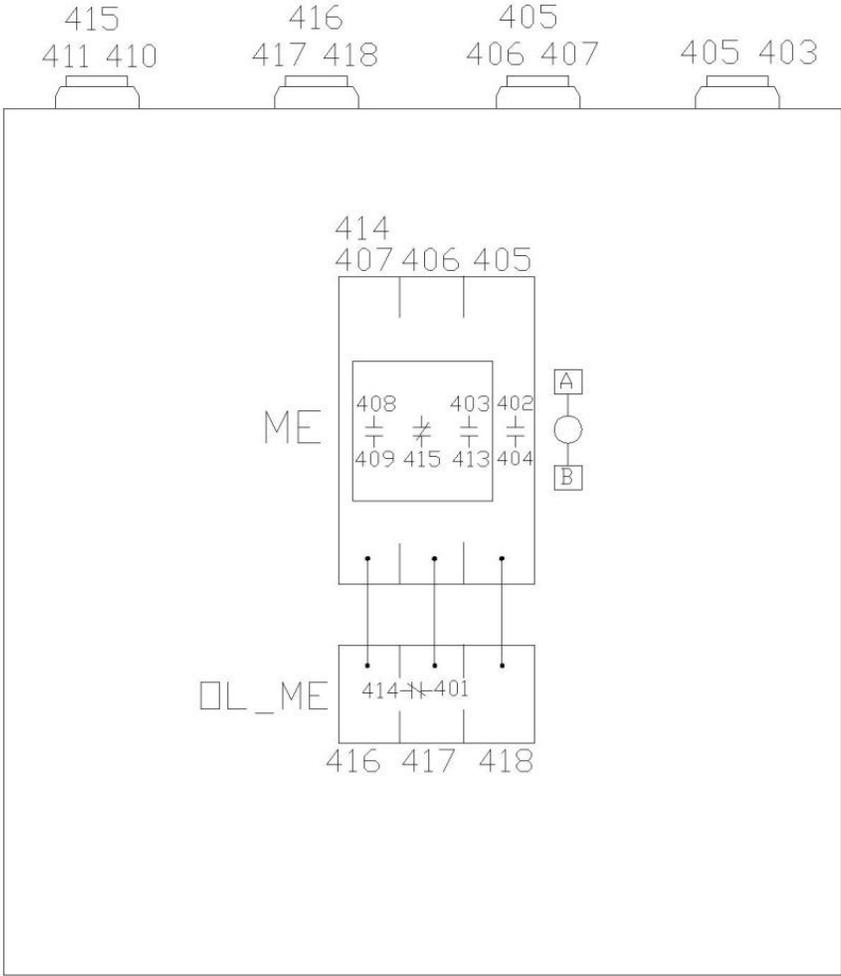
La estación arranque-parada del AAC-ALAC se puede observar en la figura 138 y su correspondiente diagrama de conexión se ilustra en la figura 139.

Figura.138 Estación arranque-parada del AAC-ALAC



Fuente: autores

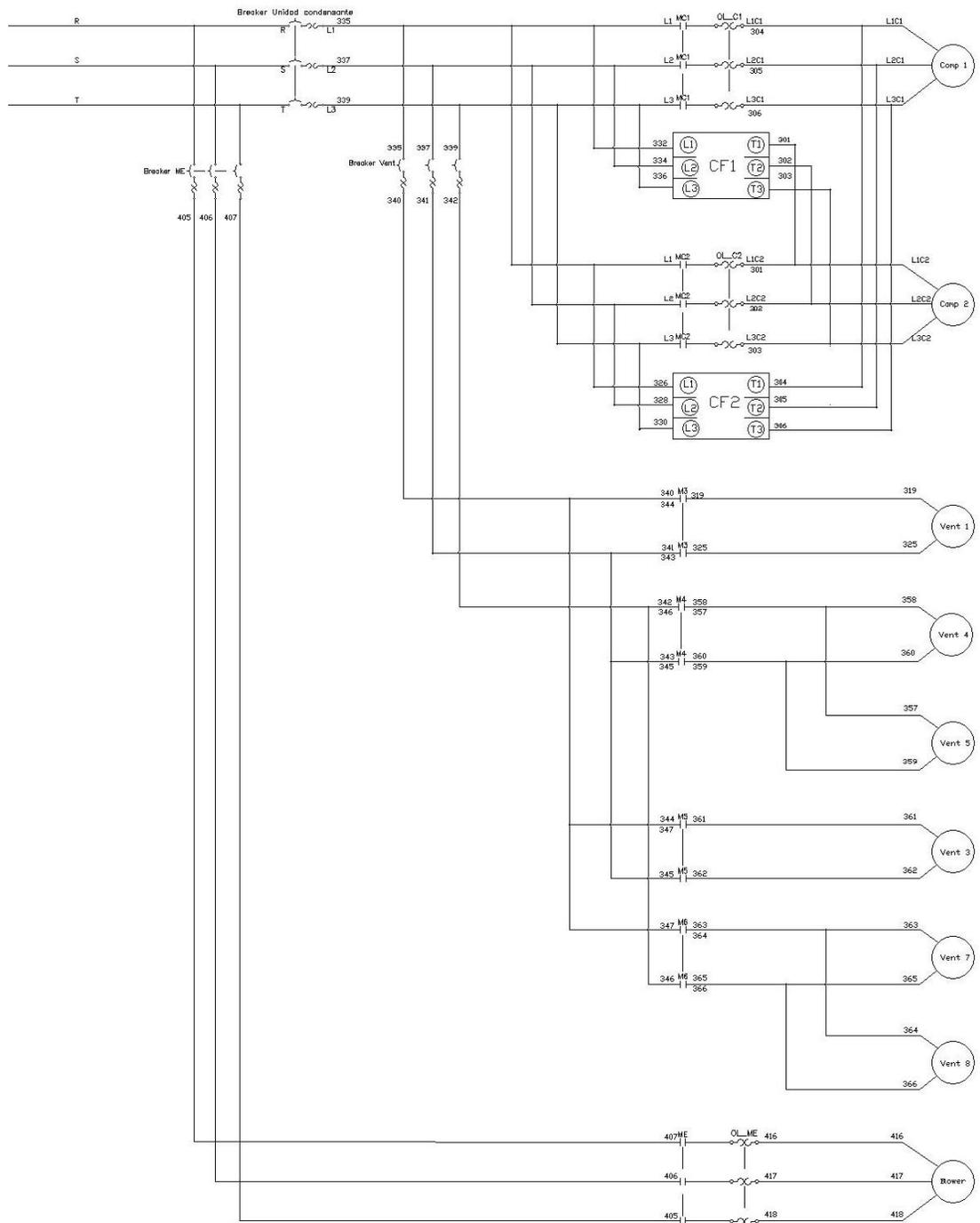
Figura 139. Diagrama de conexiones en la estación arranque- parada del AAC-ALAC



Fuente: autores

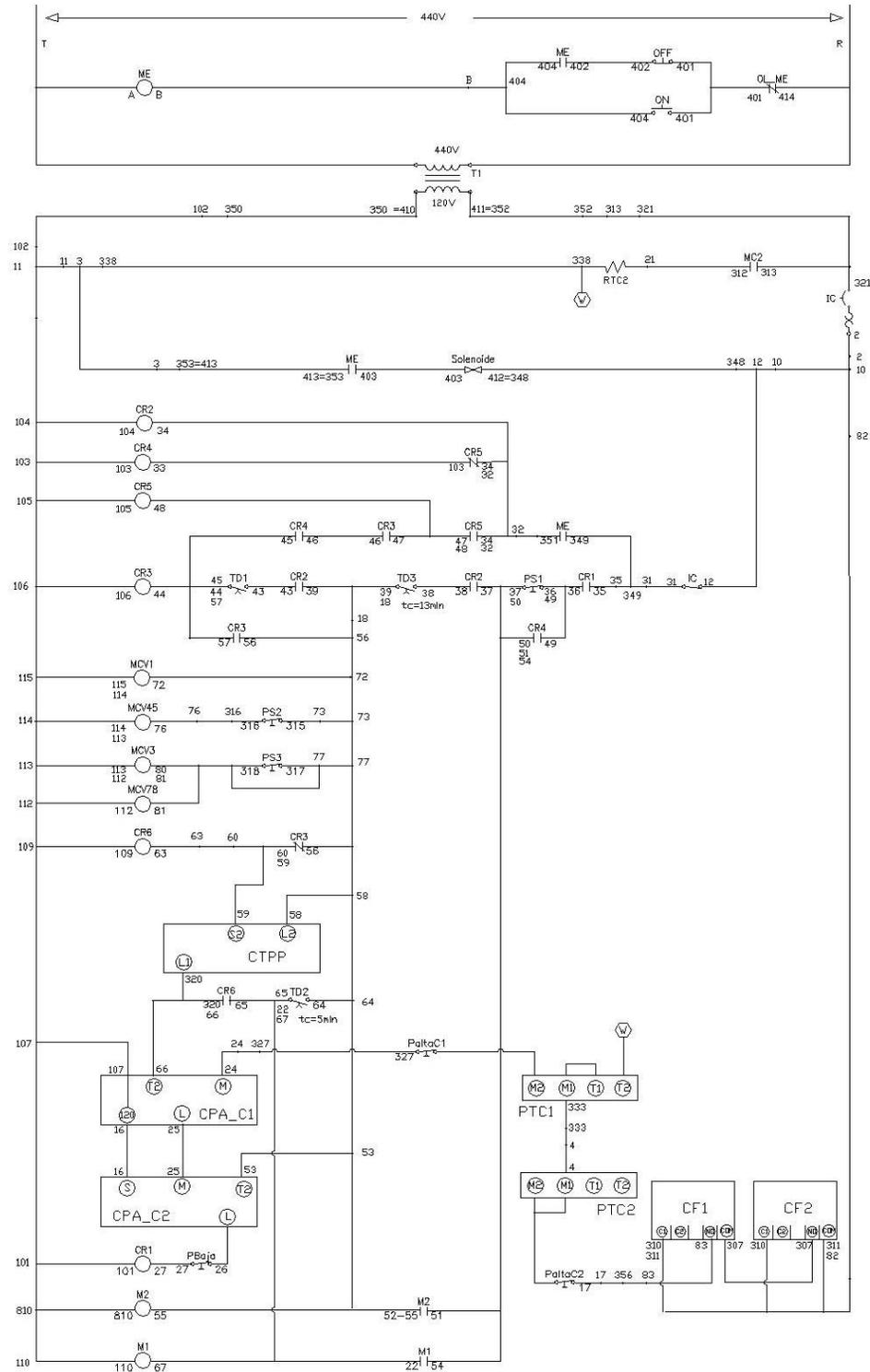
4.7.5.1 Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento

Figura 140. Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-ALAC



Fuente: Autores

Figura 141. Plano eléctrico del sistema de control del AAC-ALAC



Fuente: Autores

4.7.6 Determinación de la secuencia de accionamiento. La secuencia de accionamiento del AAC-ALAC se obtuvo durante el proceso de las mediciones eléctricas en el equipo, proceso que tuvo una duración de cuatro horas.

Secuencia de accionamiento durante el encendido del AAC-ALAC. La secuencia de encendido del AAC-ALAC, se inicia desde el momento que se pulsa el botón de encendido en la estación de arranque-parada, cuando el botón de encendido es pulsado, el encendido del sistema de potencia, se realiza siguiendo esta secuencia.

1. Inmediatamente se pulsa el botón de encendido, se energiza el motor del blower.
2. Transcurridos 13 minutos después de ser pulsado el arrancador, el compresor 2 (compresor que se encuentra más cercano del panel frontal) y los ventiladores, se energizan.
3. Luego de 18 minutos de pulsar el encendido del equipo, el compresor 1 (compresor mas alejado del panel frontal) es energizado.

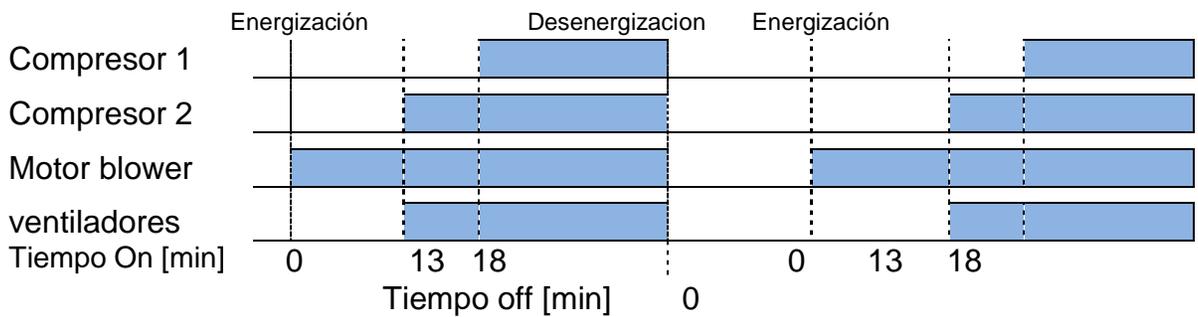
Secuencia de accionamiento durante el funcionamiento del AAC-ALAC. La secuencia de accionamiento durante el funcionamiento, se realizó durante las cuatro horas que fueron realizadas las mediciones eléctricas en el equipo, durante este tiempo no se produjo ninguna variación en los elementos del equipo.

El mecanismo de desenergización de los compresores cuando se alcanza la temperatura deseada, es por medio del control de presión en los compresores. Debido a que no se está presentando la desenergización de los compresores, se debe revisar el correcto funcionamiento de este elemento.

Secuencia de apagado del AAC-ALAC. La desenergización de todos los elementos del sistema de potencia del equipo se realiza de manera inmediata, por el cual el motor del blower, los compresores y los ventiladores, se desenergizan en el momento que se pulsa el botón de parada.

En la figura 142 se ilustra la secuencia de los elementos del sistema de potencia del AAC-ALAC cuando el equipo es encendido, luego es apagado y se vuelve a pulsar el arranque.

Figura 142. Secuencia de accionamiento del AAC-ALAC



Fuente. Autores

4.7.7 Determinación de condiciones de seguridad

- Facilidad de acceso y evacuación al equipo.
El acceso a la unidad condensante, se realiza por medio de una escalera metálica vertical, la cual se encuentra empotrada en la pared, esta escalera permite subir los 6 metros, necesarios para acceder a la azotea donde se encuentra la unidad condensante.

Figura 143. Acceso a la unidad condensante



Fuente: Autores

El acceso a la manejadora del AAC-ALAC, se realiza de forma segura por medio de una escalera de concreto, la cual lleva al sótano de las instalaciones del

auditorio, donde se encuentra la manejadora. En este sitio, la iluminación es deficiente.

- **Altura de trabajo.**

Durante la realización de un mantenimiento por parte de un trabajador, en este equipo no se presenta trabajo en altura. Pero es importante destacar que para acceder a ambos sitios donde se encuentra dividido el AAC-ALAC, si se realiza trabajo en altura, por lo cual deben tomarse las medidas de seguridad necesarias.

- **Condiciones del sitio de trabajo.**

Cuando el trabajo se realiza en el sótano cuarto donde se encuentra la manejadora, se realiza en un tablero de control ubicado a una altura de 1,7 metros desde el piso y se encuentra a una distancia de 70 cm de la salida del cuarto, lo que permite una rápida evacuación.

Cuando se realiza mantenimiento en la manejadora o en la unidad condensante, las dimensiones de ambos sitios permiten alejarse del equipo, en caso que se presente un accidente.

- El piso en ambos sitios de trabajos es una plantilla de cemento sin pulir, lo cual permite una adecuada adhesión del calzado disminuyendo así el riesgo de caídas durante el mantenimiento del equipo.

4.7.8 Mediciones en el AAC-ALAC. En el AAC-ALAC se realizaron distintas mediciones eléctricas, entre las cuales se encuentran:

- Tensiones sin carga.
- Tensiones con carga.
- Corriente en cada línea de la acometida principal.
- Corriente en cada línea de cada motor del AAC-UIS.

Estas mediciones permiten:

- Comparar la tensión con carga y la tensión sin carga, para obtener un valor aproximado de la regulación del equipo.
- Conocer por medio de la corriente, si la maquina se encuentra trabajando en condiciones anormales.

En el anexo B se encuentra la tabla que posee todas las mediciones realizadas en el AAC-UIS, a continuación se encuentra los valores promedios y máximos de corriente obtenidos de estas mediciones.

Tabla 67. Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-ALAC

Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-ALAC [A]								
Compresor 1			Compresor 2			Blower		
R	S	T	R	S	T	R	S	T
40,4	37,8	40,49	45,6	43	45,7	10,6	10,9	10,9

Fuente: Autores

Tabla 68. Valores Promedios de Corriente en los ventiladores del AAC-ALAC

Valores Promedios de Corriente de los motores del AAC-ALAC [A]											
MCV1		MCV45				MCV3		MCV78			
L1V 1	L2v1	L1V 4	L1V 5	L2V4	L2V5	L1V 3	L2V3	L1V7	L1V8	L2V7	L2V8
1,18	1,175	1,075	1,13	1,03	1,08	1	0,99	1	1,1	1,08	1,14

Fuente: Autores

Tabla 69. Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-ALAC

Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-ALAC [A]								
Compresor 1			Compresor 2			Blower		
R	S	T	R	S	T	R	S	T
40,7	38,2	40,8	49,5	46	49,1	10,9	11,1	11,1

Fuente: Autores

Tabla 70. Valores Máximos de Corriente de los ventiladores del AAC-ALAC

Valores Máximos de Corriente de los motores del AAC-ALAC [A]											
MCV1		MCV45				MCV3		MCV78			
L1V 1	L2v1	L1V 4	L1V 5	L2V4	L2V5	L1V 3	L2V3	L1V7	L1V8	L2V7	L2V8
1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1,1	1,2	1,2

Fuente: Autores

La tabla 71 muestra los valores de corriente nominal de los motores del sistema de potencia del AAC-UIS, estos valores permitieron encontrar la relación entre la corriente nominal y la corriente promedio a la cual opera el equipo generalmente.

Tabla 71. Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-ALAC

Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-ALAC [A]								
Compresor 1			Compresor 2			Blower		
R	S	T	R	S	T	R	S	T
67,1	67,1	67,1	62,2	62,2	62,2	25	25	25

Fuente: Autores

Tabla 72. Valores de Corriente nominal de los ventiladores del AAC-ALAC

Valores de Corriente nominal de los motores del AAC-ALAC [A]											
MCV1		MCV45				MCV3		MCV78			
L1V 1	L2v1	L1V 4	L1V 5	L1V 1	L2v1	L1V 4	L1V 5	L1V 1	L2v1	L1V 4	L1V 5
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: Autores

Tabla 73. Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-ALAC

Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-ALAC [%]									
IPROMC1/INC1			IPROMC2/INC2			IPROMBLOWER/INBLOWER			
R	S	T	R	S	T	R	S	T	
60,2	56,4	60,3	72,9	68,7	73,1	42,5	43,7	43,5	

Fuente: Autores

Tabla 74. Relación corriente nominal y corriente promedio en los ventiladores del AAC-ALAC

Relación corriente nominal y corriente promedio en los motores del AAC-ALAC [%]											
MCV1		MCV45				MCV3		MCV78			
L1	L2	L1	L1	L2	L2	L1	L2	L1	L1	L2	L2
50,84	50,84	46,49	49,16	44,48	46,49	50	49,62	43,48	47,8	46,49	49,5

Fuente: Autores

Tabla 75. Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-ALAC

Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-ALAC [%]								
IMAXC1/INC1			IMAXC2/INC2			IMAXBLOWER/INBLOWER		
R	S	T	R	S	T	R	S	T
60,7	56,9	60,8	79,1	73,5	78,43	43,6	44,4	44,4

Fuente: Autores

Tabla 76. Relación corriente nominal y corriente máxima en los ventiladores del AAC-ALAC

Relación corriente nominal y corriente máxima en los motores del AAC-ALAC (I_{MAXVEN}/I_{NOMVEN}) [%]											
MCV1		MCV45				MCV3		MCV78			
IMAXVENTX/INVENTx		IMAXVENTX/INVENTx				IMAXVENTX/INVENTx		IMAXVENTX/INVENTx			
L1	L2	L1	L1	L2	L2	L1	L2	L1	L1	L2	L2
52,2	52,2	47,8	52,2	47,8	47,8	55	55	43,48	47,8	52,17	52,17

Fuente: Autores

El compresor 2 es el motor que presenta una corriente máxima cercana al valor de su corriente nominal (aproximadamente 78% de su corriente nominal), la cual se presenta luego de solo dos minutos de que este compresor comenzara a operar.

Al finalizar las mediciones y comparar la corriente promedio de este compresor con su corriente nominal, se observa que opera en promedio al 73% de su corriente nominal.

Los ventiladores de la unidad condensante reflejan un adecuado funcionamiento, ya que la relación entre su corriente de funcionamiento y su corriente nominal, no supera el 60%.

Las mediciones de tensión realizadas en el AAC-ALAC, permiten conocer de forma aproximada la regulación de este equipo, así de este modo se presentan los valores de tensión sin carga del equipo, los valores promedios de tensión con el fin de conocer la regulación durante el funcionamiento del AAC-UIS y los valores mínimos de tensión que se presentan, para con estos conocer la regulación máxima del AAC-ALAC.

Tabla 77. Valores de Tensiones sin carga en los motores del AAC-ALAC

Valores de Tensiones sin carga en los motores del AAC-ALAC [V]															
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			MCV1	MCV45	MCV3	MCV78
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V12	V12	V12
452	451	449	451	450	449	452	451	450	452	450	452	452	449	452	452

Fuente: Autores

Tabla 78. Valores Promedios de Tensiones en los motores del AAC-ALAC

Valores Promedios de Tensiones en los motores del AAC-ALAC [V]												
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	
433,1	432,7	430,2	432,3	432,6	430,1	433	433,5	430,9	436,6	434,1	436,6	

Fuente: Autores

Tabla 79. Valores Promedios de Tensiones en los motores del AAC-ALAC

Valores Promedios de Tensiones en los motores del AAC-ALAC [V]			
MCV1	MCV45	MCV3	MCV78
V12	V12	V12	V12
432,18	430,73	432,2	431,8

Fuente: Autores

Tabla 80. Valores Mínimos de Tensiones en los motores del AAC-ALAC

Valores Mínimos de Tensiones en los motores del AAC-ALAC [V]															
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			MCV1	MCV45	MCV3	MCV78
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V12	V12	V12
424	424	422	423	424	421	423	425	422	425	423	425	422	422	423	423

Fuente: Autores

Tabla 81. Regulación promedio en el AAC-ALAC

Regulación promedio en el AAC-ALAC [%]															
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			MCV1	MCV45	MCV3	MCV78
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V12	V12	V12
4,37	4,22	4,37	4,33	4,01	4,40	4,39	4,04	4,43	3,53	3,65	3,53	4,59	4,24	4,59	4,67

Fuente: Autores

Tabla 82. Regulación máxima en el AAC-ALAC

Regulación máxima en el AAC-ALAC [%]															
Acometida			Compresor 1			Compresor 2			Blower			MCV1	MCV45	MCV3	MCV78
RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR	V12	V12	V12	V12
6,6	6,37	6,4	6,62	6,13	6,65	6,86	6,12	6,64	6,35	6,38	6,35	7,11	6,4	6,86	6,86

Fuente: Autores

La regulación promedio del equipo se mantuvo en un valor cercano al 4,6%, y la regulación máxima fue cercana al 7%. Al revisar el valor máximo de regulación se debe aclarar que las mediciones se comenzaron a realizar desde las 12 m y esta regulación máxima se alcanzo cerca de las 2 pm, hora en la cual los empleados de la universidad retornan a sus puestos de trabajo, por lo cual la tensión en la universidad disminuye.

Observaciones y recomendaciones en el AAC-ALAC

Tabla 83. Anomalías, consecuencias y recomendaciones en el AAC-ALAC

Elemento implicado	Anomalía	Consecuencias	recomendación
luces piloto	No posee	No se puede observar la desenergización de los elementos del sistema de potencia	Instalar luces pilotos en el auditorio
Medidores de tensión y corriente	No posee	No es posible monitorear el funcionamiento del equipo	Instalar medidores

Tabla 83. (Continuación)

AAC-ALAC	Cantidad de Ventiladores incompleta	Flujo de aire en la unidad condensante inferior al diseñado	Instalar los ventiladores faltantes
AAC-ALAC	No está inventariado	En caso de mantenimiento, el proceso es más complicado	Iniciar el proceso para inventariar el AAC-ALAC
AAC-ALAC	No hay conduleta	Desorden en el panel del equipo lo que causa incomodidad en el mantenimiento	Instalar conduletas
Control de temperatura por presión	Los compresores se encuentran funcionando en un ciclo continuo	Consumo innecesario de energía.	Revisar el control de temperatura, reemplazar si es necesario
Conductores del circuito de control	Cables a la intemperie	Deterioro del aislamiento de los conductores	Instalar ducteria para su protección.
Circuito de alimentación de la manejadora del AAC-ALAC	Tubería de pasta expuesta	Aumento de riesgo en el circuito de alimentación del AAC-ALAC	Reemplazar por tubería metálica
Caja de conexiones	Caja de conexiones en mal estado	Empalmes expuestos	Cambiar la caja de conexiones
Interruptor de la unidad condensante	Interruptor se encuentra suelto	Riesgo eléctrico para quien manipule el interruptor	Ajustar el interruptor
Presostato	este elemento se encuentra puenteado	Falla en el compresor por alta presión	Reemplazar el presostato y eliminar el puente instalado

Fuente: Autores

5. CONCLUSIONES

Por medio de la elaboración del “Instructivo de equipos y elementos de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander”, se logra facilitar un poco el proceso de mantenimiento por parte de los técnicos de refrigeración, debido a que en este manual pueden encontrar los planos eléctricos, el diagrama de conexiones y las características de los elementos de los AAC-UIS.

Los AAC-UIS son equipos de gran potencia, de los cuales algunos se encuentran presentando un consumo innecesario de energía, debido a que el termostato de estos equipos se encuentra ajustado para desenergizar el compresor a una temperatura muy baja, la cual generalmente no es alcanzada.

Diferentes AAC-UIS presentan soluciones temporales, las cuales permiten el funcionamiento del equipo, pero lo colocan en riesgo de presentar una falla aun mayor. Como es el caso de funcionar sin presostatos, termostatos y sin el número de ventiladores adecuados para el equipo.

Por medio de las mediciones realizadas en los equipos, se comprobó que ninguno de los motores de los sistemas de potencia de los AAC-UIS se encuentra funcionando por encima de su valor nominal de corriente.

Los trabajadores encargados del mantenimiento de los AAC-UIS, se encuentran expuestos a riesgos de diferentes tipos, entre los cuales a demás de los riegos eléctricos y químicos, los cuales van directamente vinculado con el mantenimiento de equipos de refrigeración, se destaca el riesgo físico debido a que el acceso a estos aires no es seguro, como es el caso del AAC-AMM y de los AAC-UIS que se encuentran en la azotea del edificio de administración I

En algunos de los AAC-UIS no se posee conocimientos de ubicación de interruptores principales o de las llaves de la caja que protege el termostato del equipo. Lo cual puede llevar a que se realice el mantenimiento con el equipo energizado, poniendo en riesgo así la seguridad de los trabajadores.

Se debe realizar el reemplazo de los elementos averiados y de aquellos que presentan soluciones provisionales.

Con el objetivo de mejorar las condiciones de funcionamiento de los AAC-UIS y reducir el número de fallas, se debe revisar la estructura del programa de mantenimiento actual.

Los AAC-UIS son equipos de un alto costo económico, por lo cual debería tener instalados controladores de fases, para protegerlos y de esta forma evitar daños a elementos como compresores y motores. Dentro de los equipos de este proyecto, solo el AAC-ALAC posee este elemento de protección

En algunos AAC-UIS, se encontró que luego de realizarse el mantenimiento correctivo, los elementos y conductores reemplazados, no son retirados del equipo, lo cual dificulta la detección de la falla, cuando el equipo vuelve a presentar un mal funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] GRANADOS, J. Seminario Básico de Aire Acondicionado Manuales LG Electronics. Bucaramanga Julio de 2003.
- [2] BLANCO LOPEZ Jaime, HERNANDEZ MEJIA Carlos; Cuarto Frio con Fines Didácticos: Diseño, Construcción y Puesta En Marcha. (Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 1995
- [3] R. HARDENBURG, A. WATADA, Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencia de floristerías y viveros, primera edición. IICA San José de Costa Rica, 1998, p 20
- [4] DUARTE GIL Favio, PINTO Lenin Norberto; Mejoramiento En Las Facilidades De Operación Y Medición Del Cuarto Frio. (Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 2002
- [5] EMBRACO, Coling solution;
http://www.embraco.com.br/portugue/produtos/informativos_pdf/05001_ingles.pdf
(Consultado Diciembre 3 de 2010)
- [6] GÓMEZ SARMIENTO Martha. Determinación Del Consumo Energético De Un Sistema De Refrigeración En Carga Parcial Bajo Esquemas De Control Continuo Y Control On-Off;(Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 2009
- [7] EMBRACO, Manual de aplicación de compresores
Septiembre 2009
<http://www.embraco.com/DesktopModules/DownloadsAdmin/Arquivos/O7aPHEzzQu.pdf>
- [8] SCHROEDER SOTO Augusto; Accionamientos eléctricos para una maquina productora de laminas plásticas Continuas;(Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 1961
- [9] J. GÉLVEZ, Accionamientos eléctricos. Control electromecánico; Colombia; 1994; p 4-9, 23-28, 31-34
- [10] MARESA, relés térmicos de sobrecarga;
<http://www.maresa.com/pdf/01%20linea%20de%20control%20AEG/p%201-13%20rel%C3%A9s%20t%C3%A9rmicos%20de%20sobrecarga.pdf>
(Consultado Diciembre 3 de 2010)

[11] Mc Intyre; Electric motor control fundamentals; Third Edition; Mc Graw Hill; New York, USA;

[12] S. CHAPMAN, Maquinas eléctricas; cuarta edición, Mc Graw Hill;p 65-69

[13] SIEMENS Argentina; Aparatos de Maniobra, Interruptores abiertos y en caja moldeada

http://www.siemens.com.ar/sites/internet/legacy/sie-pe/pe/interruptores_abiertos__moldeados_.htmsiemens argentina
(Consultado 03 de agosto de 2010)

[14] J. FRANCO; Manual de refrigeración; Editorial Reverte; Barcelona España; 2006; p 11

[15] Sporlan solenoid valves;

<http://www.carlyleccrp.com/site/catalog07/SPORLAN/SPORLAN-003.pdf>
(consultado 15 julio de 2010)

[16] Esquema de maquina limpiadora; [<http://www.forofrio.com/index.swf>]
(Consultado 25 Julio de 2010)

[17] Pilot Lights and Indicator Lights;

http://www.globalspec.com/LearnMore/Video_Imaging_Equipment/Meters_Readouts_Indicators/Pilot_Lights
(Consultado 28 de julio de 2010)

[18] Tecno climas; tipos de Aire Acondicionado

<http://tecnoclimas.com.mx/main/index.php?/tipos-de-equipo-de-aire-acondicionado-residencial.html> (Consultado 28 de julio)

[19] Aires York, Generalidades del aire acondicionado tipo dividido

<http://www.cosmos.com.mx/a/tec/f30w.htm?search=aire+acondicionado+tipo+dividido>; (Consultado 29 de julio de 2010)

[20] Emerson Climates Technologies; La tecnología del compresor scroll y sus aplicaciones en aire acondicionado, bombas térmicas y refrigeración;

<http://spanish.emersonclimate.com/espanol/art-sp-reporte-scroll.pdf>, (Consultado el 25 de Noviembre de 2010)

[21] Emerson Climate Technologies; Guía de aplicación Scroll de refrigeración (ZF24 K4E...ZF48 K4E, ZS56 K4E...ZS11 M3E, ZB56 KCE...ZB11 MCE);

http://www.emersonclimate.eu/literature/eCopeland/ES_C060203_AGL_Scroll_Ref_Big_0.pdf
(Consultado 2 Septiembre de 2010)

[22] Deltrol controls, guide160series 5 and 13 amp general purpose plug-in relay
<http://literature.puertoricosupplier.com/004/WJ3910.pdf?CFID=43563800&CFTOKEN=69906609>

(Consultado 6 septiembre 2010)

[23] Mc Quay International; Compressor cross-reference Catalog #057105905;
<http://www.airdistributors.com/rapid/57105905.pdf> (Consultado 12 julio de 2010)

[24] Copeland, compresores hermeticos.

[25] channel oversea limited, LR2 termall relay;
<http://www.channeloversea.com/channel/en/download/lt/Thermal%20relay.pdf>
(Consultado el 9 de Diciembre de 2010)

[26] ABB Inc; Delay On Make (Operate) TMV8000/TSU2000 Uni-Timer
Timing Module;
[http://www05.abb.com/global/scot/scot260.nsf/veritydisplay/647e37bac1debec18525709f006975c0/\\$File/TMV01A01.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot260.nsf/veritydisplay/647e37bac1debec18525709f006975c0/$File/TMV01A01.pdf)
(Consultado 06 Marzo de 2010)

[27] SQUARE D, Overload Relays with Current Transformer
<http://static.schneider-electric.us/docs/Motor%20Control/Overload%20Relays-IEC%20Style/Bimetallic%20Overload%20Relays%20IEC/LR/30072-012-30A.pdf>
(Consultado 15 Diciembre de 2010)

[28] ICM CONTROLS, Guide ICM 102 delay on make
<http://www.icmcontrols.com/downloads/icm102-ig.pdf>
(Consultado noviembre 23 de 2010)

[29] Emerson Climates Technologies; Compresores copeland scroll para aire acondicionado comercial; (Consultado Noviembre 25 de de 2010)

BIBLIOGRAFIA

Aires York, Generalidades del aire acondicionado tipo dividido
<http://www.cosmos.com.mx/a/tec/f30w.htm?search=aire+acondicionado+tipo+dividido>
(Consultado el 29 de julio de 2010)

Channel oversea limited, LR2 termall relay. Pág. 1
<http://www.channeloversea.com/channel/en/download/lt/Thermal%20relay.pdf>
(Consultado el 2 de agosto de 2010)

DUARTE GIL Favio, PINTO Lenin Norberto. Mejoramiento en las facilidades de Operación y Medición del Cuarto Frio. (Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 2002

Emerson Climate Technologies; Guía de aplicación Scroll de refrigeración (ZF24 K4E...ZF48 K4E, ZS56 K4E...ZS11 M3E, ZB56 KCE...ZB11 MCE);
http://www.emersonclimate.eu/literature/eCopeland/ES_C060203_AGL_Scroll_Ref_Big_0.pdf
(Consultado 25 de Noviembre de 2010)

Emerson Climates Technologies; La tecnología del compresor scroll y sus aplicaciones en aire acondicionado, bombas térmicas y refrigeración; Pág. 1-4, 8
<http://spanish.emersonclimate.com/espanol/art-sp-reporte-scroll.pdf>
(Consultado 25 de Noviembre de 2010)

Emerson climates technologies. La tecnología del compresor scroll y sus aplicaciones en aire acondicionado, bombas térmicas y refrigeración. Pág. 1-4
<http://spanish.emersonclimate.com/espanol/art-sp-reporte-scroll.pdf>
(Consultado 25 de Noviembre de 2010)

Embraco, Coling solution
http://www.embraco.com.br/portugue/produtos/informativos_pdf/05001_ingles.pdf
(Consultado 3 Diciembre de 2010)

Embraco. Manual de aplicación de compresores
<http://www.embraco.com/DesktopModules/DownloadsAdmin/Arquivos/O7aPHEzzQu.pdf>
(Consultado Septiembre 2009)

FRANCO, Juan Manuel. Manual de refrigeración; Editorial Reverte; Barcelona España; 2006; p 11

GELVEZ, Julio. Accionamientos eléctricos. Control electromecánico. Bucaramanga Colombia; 1994; p 4-9, 23-28, 31-34

GOMEZ SARMIENTO Martha. Determinación Del Consumo Energético De Un Sistema De Refrigeración En Carga Parcial Bajo Esquemas De Control Continuo Y Control On-Off;(Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 2009.

HARDENBURG, Robert. WATADA, Alley. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencia de floristerías y viveros, primera edición. IICA San José de Costa Rica, 1998, p 20.

MARESA, reles térmicos de sobrecarga;
<http://www.maresa.com/pdf/01%20linea%20de%20control%20AEG/p%201-13%20rel%C3%A9s%20t%C3%A9rmicos%20de%20sobrecarga.pdf>

Mc Intyre; Electric motor control fundamentals; Third Edition; Mc Graw Hill;

Mc Quay International; Compressor cross-reference Catalog #057105905;
<http://www.airdistributors.com/rapid/57105905.pdf>
(Consultado 15 de enero de 2011)

Pilot Lights and Indicator Lights
http://www.globalspec.com/LearnMore/Video_Imaging_Equipment/Meters_Readouts_Indicators/Pilot_Lights
(Consultado 28 de julio de 2010)

SCHROEDER SOTO Augusto. Accionamientos eléctricos para una maquina productora de laminas plásticas Continuas;(Pregrado); Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 1961

Seminario Básico de Aire Acondicionado Manuales LG Electronis Inc, Jorge E. Granados G., Bucaramanga Julio de 2003.

SIEMENS Argentina; Aparatos de Maniobra, Interruptores abiertos y en caja moldeada
http://www.siemens.com.ar/sites/internet/legacy/sie-pe/pe/interruptores_abiertos__moldeados_.htmsiemens argentina
(consultado 12 de noviembre de 2010)

Tecno climas, tipos de Aire Acondicionado
<http://tecnoclimas.com.mx/main/index.php?/tipos-de-equipo-de-aire-acondicionado-residencial.html>
(Consultado 28 de julio de 2010)

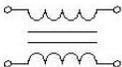
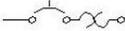
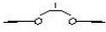
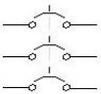
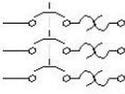
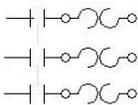
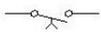
**ANEXO A. SIMBOLOGIA DE LOS PLANOS ELECTRICOS Y DE LOS
DIAGRAMAS DE CONEXIONES**

SIMBOLOGIA DE LOS PLANOS ELECTRICOS

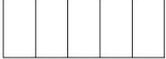
	Pulsador NC
	Pulsador NO
	Presostato, Contacto NA
	Presostato, Contacto NC
	Interruptor por temperatura NO
	Interruptor por temperatura NC
	Interruptor de Palanca NO
	Interruptor de Palanca NC
	Interruptor accionado por llave
	Voltmeter
	Ampermeter
	Resistencia Fija
	Valvula Solenoide
	Conexión entre conductores
	No conexión entre conductores
	Masa
	Capacitor
#	Rotulacion del conductor
⊕	Rotulacion del terminal del elemento
	Control de presion de aceite
	Proteccion termica interna del compresor

El símbolo # indica diferentes números colocados en los planos

SIMBOLOGIA DE LOS PLANOS ELECTRICOS

	Fusible
	Transformador
	Relé de sobrecarga
	Disyuntor termico monofasico
	Disyuntor Monofasico
	Disyuntor trifasico
	Disyuntor termico tripolar
	Contactos trifasico con protección contra sobrecarga
	Bobina de relé o contactor
	Contacto NO de relé o contactor
	Contacto NC de relé o contactor
	Temporizador NO
	Temporizador NC
	Motor Trifasico
	Luz Piloto Roja
	Luz Piloto Verde
	Luz Piloto Amarilla
	Control de temperatura por presion en el compresor

SIMBOLOGIA DE LOS DIAGRAMAS DE CONEXIONES

	Terminales de conexion
	Ducto lateral
	Terminales de bobina
	Terminales del bimetalico de un rele de sobrecarga
	Bornera de conexiones
LV	Lado de baja del transformador
HV	Lado de alta del transformador
	Conductor a tierra
	Contacto normalmente cerrado
	Contacto normalmente abierto
	Contacto normalmente abierto y normalmente cerrado con terminal comun
	Ducto frontal
	Numeracion de conductor
	Numeracion de terminal de un elemento

El símbolo # indica diferentes números colocados en los planos

**ANEXO B. MEDICIONES ELECTRICAS EN LOS AIRES ACONDICIONADOS
CENTRALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-ALAC ⁷																
elemento	TENSIONES [V]															
	Acometida			C1			C2			ME			MVC			
	R	S	T	V12	V13	V23	V12	V13	V23	V12	V13	V23	M3	M4	M5	M6
Tiempo [min]																
0	452	451	449	451	450	449	452	451	450	452	450	452	452	449	452	452
3										452	449	451				
5										452	449	451				
10	450	452	448	449	451	446	449	450	447	450	447	450	450	449	450	450
15	447	447	445	447	445	445	447	445	445				447	443	447	447
20	444	444	441	442	444	440	442	444	440				443	442	442	443
25	444	445	438	443	445	442	443	444	442				444	442	444	443
30										443	437	443				
40										442	440	442				
60	439	441	436	439	441	437	438	440	437	438	437	438	439	438	439	439
80	438	436	436	438	436	435	438	436	435	438	435	438	436	435	436	435
100	436	435	434	434	436	432	434	436	432	436	433	437	434	433	434	434
120	429	430	427	429	430	428	429	430	427	432	429	432	429	428	429	430
140	427	427	423	427	428	425	427	428	425	427	427	428	426	426	426	425
160	424	424	422	423	424	421	423	425	422	425	423	425	422	422	423	423
180	428	426	425	427	425	424	428	426	424	425	424	426	427	423	427	426
200	427	426	425	427	425	423	428	426	425	425	423	425	427	424	427	426
220	428	426	425	426	425	424	428	425	425	427	425	426	427	425	427	426

⁷ Las casillas vacías, corresponden a mediciones que no pudieron ser tomadas, debido a la distancia entre la manejadora y la unidad condensante

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-ALAC																								
CORRIENTES [A]																								
Elemento	Acometida			C1			C2			ME			M3		M4				M5					
	IR	IS	IT	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	L1	L1	L2	L2						
Tiempo [min]																								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3				0	0	0	0	0	0	10,6	10,9	10,9												
5				0	0	0	0	0	0	10,4	10,7	10,4												
10				0	0	0	0	0	0	10,5	10,7	10,6	1,2	1,2	1,1	1,2	1	1,1	1	1	1	1,1	1,1	1,2
15	52,7	49,7	52,2	0	0	0	49,5	46	49,1				1,2	1,2	1	1,2	1	1,1	1	1	1	1,1	1,1	1,2
20	92,5	85,9	91,6	40,7	38	40,6	45,2	42,8	45,7				1,2	1,2	1,1	1	1	1,1	1	0,9	1	1,1	1	1,1
25	91,8	85,5	91,7	40,6	38,1	40,1	45,4	42,9	45,9				1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1,1	1,2	1,1
30										10,6	10,8	10,9												
40										10,5	10,8	10,8												
60	91,4	85,2	91,3	40	37,3	40,3	44,9	42,1	45	10,6	10,8	10,9	1,2	1,2	1	1,2	1	1,1	1	1	1	1,1	1,1	1,2
80	91,4	84,9	90,9	39,7	37,8	40,3	45,2	42,4	44,3	10,6	10,9	10,7	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,1	1	1,1	1,1	1,2
100	92	85,5	90,7	40,5	37,7	40,4	45,2	42,5	45,5	10,8	11	10,8	1,2	1,2	1,1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1,1	1	1,1
120	92,1	86,5	91,3	40,5	38,2	40,5	45,2	43	45,5	10,7	11	11,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1	1	1	1,1	1,2	1,1
140	91,9	86,1	91,4	40,5	38	40,6	45,2	43	45,4	10,6	11,1	11	1,2	1,2	1	1,1	0,9	1	1	1	1	1,1	1	1,2
160	92,2	86,3	92,6	40,4	37,5	40,7	45,5	42,8	45,1	10,9	11,1	11	1,1	1,1	1,1	1,2	1	1,1	0,9	1	1	1,1	1,1	1,1
180	92,9	86,1	92,1	40,6	37,9	40,8	45,2	43	45,8	10,7	11,1	11,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1	1	1	1,1	1	1,1
200	92,6	86,3	92,1	40,5	37,8	40,6	45,2	42,6	45,7	10,6	11,1	11	1,1	1,1	1,1	1,2	1	1	1	0,9	1	1,1	1	1,1
220	92,7	86,2	92,1	40,4	37,7	40,6	45,3	42,6	45,6	10,5	11	11	1,1	1,1	1	1,1	1	1	1	1	1	1,1	1	1,1

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-AMM															
Elemento	TENSIONES [V]														
	Acometida			C1			C2			ME			MVC		
	R	S	T	V12	V13	V23									
tiempo															
0	211	211	212	211	211	212	211	211	212	211	211	212	211	211	212
3	207	207	209	207	207	208	207	207	208	208	208	209	208	208	209
5	204	205	205	204	205	206	205	205	206	205	205	206	205	205	206
10	206	208	207	206	208	207	206	208	207	206	208	207	206	208	207
15	202	204	203	202	204	202	202	203	203	202	204	203	202	204	203
20	202	204	203	202	204	203	202	204	202	202	204	203	202	204	203
25	201	203	202	204	206	205	206	206	206	202	203	202	201	203	202
30	201	203	203	201	203	202	202	202	203	202	204	202	202	204	205
35	204	206	205	205	205	206	204	205	205	204	206	205	204	206	205
40	206	205	206	206	205	206	206	205	206	205	206	205	206	206	206
60	203	203	204	203	203	203	202	203	203	202	204	203	203	203	204
80	203	205	204	203	205	204	203	205	204	203	205	204	203	205	204
100	201	203	201	201	203	201	201	202	201	201	203	201	201	203	201
120	205	205	205	204	205	205	204	205	205	205	205	206	205	205	206
140	205	205	206	205	205	206	205	205	206	205	205	206	205	205	206
160	203	203	204	202	203	203	202	203	203	202	204	204	203	203	204

Elemento	MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-AMM																	
	CORRIENTES [A]																	
	Acometida			C1			C2			ME			MVC					
	IR	IS	IT	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	L1	L1	L2	L2
tiempo																		
0	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	37,6	40,1	40,6	23,6	26,4	25,1	0	0	0	4,6	4,5	5,3	3,5	3,4	3,5	3,1	3,2	3,3
5	59	62	62	22,8	25,4	24,3	25,6	25,6	23,5	4,5	4,4	4,9	3,4	3,4	3,5	3,1	3,1	3,3
10	57	60	59	22,3	24,8	23,6	21,5	21,7	20,7	4,5	4,4	4,9	3,5	3,4	3,5	3,1	3,2	3,4
15	56	60	58	22,3	24,4	23,3	21,6	21,7	20,6	4,6	4,5	5	3,5	4	3,5	3,2	3,1	3,3
20	55	59	58	21,6	23,7	22,6	21	21	21,1	4,6	4,3	5	3,5	3,4	3,5	3,2	3,1	3,3
25	55,3	58,7	57,8	21,7	23,5	22,5	21,2	21,5	21,4	4,6	4,3	4,9	3,5	3,3	3,5	3,3	3,1	3,4
30	55	57,8	57,6	20,9	23,2	22,4	21,3	21,6	21,3	4,6	4,3	4,9	3,5	3,3	3,5	3,2	3,1	3,4
35	31	34	34	21,2	23,3	22,5	0	0	0	4,6	4,3	4,9	3,5	3,4	3,5	3,2	3,1	3,4
40	55	59	58	21,1	22,8	22,2	0	0	0	4,4	4,3	4,9	3,5	3,4	3,5	3,1	3,1	3,4
60	54,6	58,3	57,2	21,2	23,2	22,5	24,7	24,6	23,1	4,6	4,4	4,9	3,5	3,4	3,5	3,1	3,1	3,4
80	31	33	33,3	20,5	22,5	21,5	0	0	0	4,5	4,4	4,9	3,5	3,4	3,5	3,2	3,2	3,4
100	54	57	56	21,4	23,3	22,3	24,9	24,8	23,3	4,4	4,2	4,7	3,4	3,3	3,5	3,2	3,1	3,4
120	31,4	33,6	33,7	20,8	22,8	22,1	0	0	0	4,5	4,3	4,9	3,5	3,3	3,5	3,1	3,2	3,4
140	31	33,3	33,1	20,9	22,8	22	0	0	0	4,5	4,3	4,9	3,5	3,3	3,5	3,1	3,1	3,4
160	54,8	59,2	57,6	21,1	23,2	22,4	24,6	24,5	23	4,5	4,4	4,9	3,5	3,4	3,5	3,1	3,1	3,4

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-AMG														
Elemento	TENSIONES [V]				CORRIENTES [A]									
	Acometida/ventilador /Compresor			blower	Acometida			Compresor			Blower		Ventilador	
	Tiempo [min]	V12	V13	V23	V23	IR	IS	IT	I1	I2	I3	I1	I2	I1
0	221	220	220	220	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0
2	218	216	216	215	11,1	15,3	13,9	11,2	12,2	10,5	2,3	2,3	0,8	1
5	218	217	216	216	10,6	15,1	13,7	10,5	12,2	10,5	2,3	2,3	0,8	1
10	217	216	216	216	10,7	11,9	10,6	10,6	15	13,8	2,2	2,3	0,7	1
15	219	217	218	218	10,5	11,9	10,4	10,5	15	13,7	2,3	2,3	0,8	0,9
20	202	216	208	217	10,4	11,6	10,3	10,3	14,7	13,6	2,3	2,3	0,8	1
40	218	217	219	219	10,1	11,5	10,5	10	14,7	13,8	2,3	2,3	0,8	1
60	218	212	212	217	11	12,7	11,4	11	15,7	14,5	2,3	2,3	0,8	1
80	219	218	219	219	11	12,5	11,1	11	15,5	14,5	2,3	2,3	0,8	0,9
100	218	217	219	219	11,4	12,7	11,7	11,3	15,8	15	2,3	2,3	0,8	1
120	218	217	218	218	11,1	13,3	11,8	11,9	16,3	15,6	2,3	2,3	0,7	1
140	217	216	218	218	11,5	11,9	11,6	11,6	16	15,2	2,3	2,3	0,7	0,9
160	218	216	218	218	11,5	12,9	11,7	11,5	16	15,1	2,3	2,3	0,8	0,9
180	220	218	219	219	11,4	12,9	11,4	11,4	16,2	15,1	2,3	2,3	0,8	0,9
200	219	217	219	218	11,4	13,1	11,6	11,5	16,3	15	2,3	2,3	0,8	0,9

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-SJZ											
Elemento	TENSIONES [V]			CORRIENTES [A]							
	Acometida			Acometida			Compresor			Ventilador	
Tiempo [min]	R	S	T	IR	IS	IT	I1	I2	I3	I1	I2
0	216	217	217	0	0	0	0	0	0		
0,1	214	216	215	11,7	11,7	11,7	10,3	9,7	9,5	2	2
1	213	215	214	10,7	11,8	13,3	10,5	9,7	9,3	2	2
2	214	214	215	10,6	12,3	13,4	10,5	9,8	9,3	2	2
5	214	215	215	10,5	12,1	13,3	10,6	9,7	9,6	2	2
10	213	215	214	10,7	12,1	13,2	10,4	9,7	9,5	2	2
15	213	215	214	10,6	12,2	13,4	10,4	9,6	9,2	2	2
20	213	215	215	10,4	12	13,1	10,5	9,6	9,1	2	2
40	212	214	214	10,6	12	12,9	10,3	9,6	9,2	2	2
60	213	214	214	10,5	11,9	13,4	10,3	9,5	9,1	2	2
70	213	215	215	10,6	12,1	13,4	10,2	9,4	9,1	2	2
80	213	215	214	10,4	12,3	13,4	10,3	9,4	9,3	2	2
100	213	215	215	10,5	12,3	13,6	10,3	9,3	9,2	2	2
120	213	215	215	10,5	12,3	13,5	10,2	9,3	9,1	2	2
140	214	216	216	10,6	12,4	13,7	10,2	9,4	9,2	2	2
160	215	216	216	10,6	12,2	13,6	10,1	9,3	9,1	2	2
180	215	217	216	10,5	12,2	13,9	10,1	9,4	9,1	2	2,1
200	215	217	216	10,7	12,4	13,6	10,1	9,3	9,1	2	2

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-AF															
elemento	TENSIONES														
	Acometida/ unidad			MC1			MC2			ME			MVC		
	R	S	T	V12	V13	V23									
Tiempo [min]															
0	232	229	231	232	229	230	231	230	230	231	230	230	231	230	231
20	222	223	223	223	222	222	223	222	222	223	222	222	222	221	222
40	222	222	223	223	221	222	222	221	222	222	221	222	222	223	222
60	224	224	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	221	222	222
80	222	224	223	223	222	222	222	222	222	222	222	222	222	221	222
100	222	224	223	224	223	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
120	222	223	223	222	221	222	222	221	222	222	221	222	222	221	221
140	221	224	223	222	221	222	222	222	222	222	222	222	222	221	221
160	222	225	223	223	222	222	223	222	222	223	222	222	223	222	222
180	223	224	224	222	221	221	222	221	221	222	221	221	221	221	221
200	222	225	224	223	222	222	223	222	222	223	222	222	222	222	222
220	224	225	225	224	223	223	224	223	223	224	223	223	223	222	222
240	223	224	224	222	221	221	222	221	221	222	221	221	221	221	221

MEDICIONES ELECTRICAS EN EL AAC-AF																		
CORRIENTES [A]																		
Elemento	Acometida/unidad			MC1			MC2			ME			MVC					
	IR	IS	IT	L1	L2	L3	L1	L2	L3	I1	I2	I3	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Tiempo [min]																		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	66,5	67,2	61,6	30	27,7	28,9	29,4	32,2	25,6	9,3	9,3	9,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,6	3,7
40	66,5	67,8	61,3	30,1	28,3	28,7	30	32,2	25,8	9,2	9,2	9,8	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6	3,7
60	65,9	68,1	61,6	29,7	28	29,3	29,3	31,8	26	9,3	9,3	9,8	3,6	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7
80	65,7	67,2	61,4	29,6	27,9	28,6	29,8	31,8	25,5	9,3	9,3	9,7	3,6	3,6	3,7	3,6	3,7	3,7
100	66	67,3	61,1	29,8	27,7	29	29,4	31,5	25,6	9,3	9,3	9,7	3,6	3,7	3,7	3,6	3,6	3,7
120	65,7	67,4	60,7	29,7	27,7	28,8	29,1	31,6	25,5	9,3	9,3	9,7	3,6	3,6	3,7	3,6	3,6	3,6
140	66,1	67,2	60,8	29,5	27,6	28,9	29,4	32,1	25,7	9,2	9,4	9,7	3,6	3,6	3,7	3,6	3,6	3,7
160	65,6	66,9	60,8	29,7	27,8	28,5	29,1	31,9	25,8	9,3	9,5	9,9	3,6	3,6	3,7	3,6	3,6	3,7
180	65,3	67,4	61,3	29,8	27,7	29	29,1	31,7	25,7	9,4	9,5	9,5	3,6	3,6	3,7	3,6	3,7	3,7
200	66,6	67,5	60,4	29,7	28,1	28,7	29,3	31,9	25,5	9,3	9,3	9,9	3,6	3,6	3,7	3,6	3,7	3,7
220	65,5	66,8	60,7	29,8	27,7	29	29	31,6	25,6	9,4	9,6	9,7	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8
240	65,3	67,5	61,1	29,8	27,7	29	29,3	31,7	25,6	9,3	9,5	9,5	3,6	3,7	3,7	3,6	3,6	3,7

**ANEXO C. INSTRUCTIVO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE LOS AIRES
ACONDICIONADOS CENTRALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

INSTRUCTIVO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE LOS AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



Luis Jesús Torrado Zuleta
Ricardo Vanegas Anaya

INSTRUCTIVO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE LOS AIRES ACONDICIONADOS
CENTRALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

LUIS JESÚS TORRADO ZULETA
RICARDO VANEGAS ANAYA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2011

PROLOGO

Este documento hace parte del proyecto de grado “Actualización de los Planos Eléctricos Correspondientes a los Aires Acondicionados Centrales de Gran Potencia de la Universidad Industrial de Santander”, elaborado por los estudiantes Luis Jesús Torrado Zuleta y Ricardo Vanegas Anaya.

Los autores deseamos que este “Instructivo de equipos y elementos de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander”, sea complementado con los demás Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander (AAC-UIS), los cuales no fueron documentados en el proyecto de grado anteriormente mencionado y que pueda ser utilizado como modelo para documentar los demás equipos de la Universidad Industrial de Santander.

El trabajo realizado tuvo como fin obtener en un solo documento la mayor cantidad de información de cada uno de los AAC-UIS objeto del proyecto. Esta información comprende descripción del AAC-UIS, características de cada uno los elementos que conforman el circuito eléctrico de control y el circuito eléctrico de potencia. De igual forma se presentan los planos eléctricos de cada uno de estos circuitos y los diagramas de conexiones de cada panel control de los AAC-UIS.

En el “Instructivo de equipos y elementos de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander” se encuentra información sobre medidas de seguridad en los equipos, a demás unas pequeñas pautas sobre algunos problemas frecuentes en sistemas de refrigeración.

DESCRIPCION DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.

El principal propósito de este manual, es presentar las características de los Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander (AAC.UIS), los planos eléctricos y las características de sus elementos.

La explicación de la forma de interpretar los planos eléctricos de los AAC-UIS se encuentra a continuación.

Elaboración de los planos de los circuitos eléctricos de los AAC-UIS

Los planos eléctricos de los AAC-UIS, fueron desarrollados utilizando la metodología ladder o escalera usando la normativa ANSI, debido a que cuando se realizan este tipo de planos, se puede observar con mayor claridad las condiciones necesarias para la energización de cada elemento, esto facilita el análisis del circuito de control.

Explicación de interpretación de diagramas ladder – normativa ANSI

Un diagrama ladder se elabora usando gran cantidad de símbolos disponibles, para los planos presentes en este manual, se tomaron los símbolos ANSI junto con su normativa. El diagrama ladder es conformado por dos partes principales, las cuales son. El diagrama del sistema de potencia y el diagrama del circuito de control.

EL DIAGRAMA DEL SISTEMA DE POTENCIA

En este tipo de planos, el diagrama del sistema de potencia se ubica en la parte superior y su correcta interpretación se realiza de izquierda a derecha. En este diagrama se ubican los contactos principales de los contactores y aquellos elementos por los cuales circule su corriente nominal, como es el caso de motores eléctricos, algunos medidores de parámetros eléctricos, luces pilotos, entre otros.

Ocasionalmente en este instructivo, debido a que no es posible ubicar el diagrama de potencia en la misma página que el diagrama del circuito de control, estos se reasignan manteniendo el mismo principio, así de este modo la primera página contendrá el diagrama del circuito de potencia y en la siguiente se encontrara el diagrama del circuito de control.

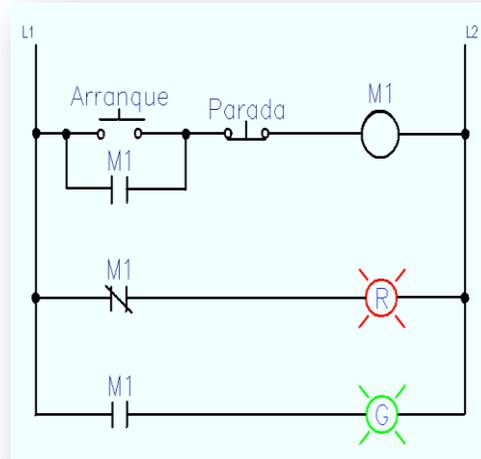
DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE CONTROL.

Como es de esperar, este diagrama se ubica en la parte inferior de la hoja y a diferencia del diagrama del sistema de potencia; la interpretación del diagrama del circuito de control se realiza desde la parte superior hasta la parte inferior del mismo. En el diagrama del circuito de control, se encuentran los símbolos que representan las bobinas de

contactores y relés, los contactos auxiliares de contactores y relés, temporizadores, elementos de protección como son interruptores por presión, interruptores por temperatura. Estos son algunos de los elementos que se encuentran en los diferentes circuitos de control.

La siguiente grafica muestra un diagrama de un circuito de control.

Diagrama ladder de un Circuito de control.



En la anterior grafica se puede observar porque esta forma de presentar los circuitos eléctricos es llamada escalera. Donde al comparar con una escalera portátil, las líneas de alimentación y/o el neutro, serian los largueros, mientras que los peldaños serian formados por las conexiones entre los elementos del circuito.

A continuación se describe la interpretación realizada a un circuito que enciende un motor y el circuito permite conocer si el motor se encuentra funcionando al encender una luz verde, mientras que el motor se encuentra detenido, una luz roja permanece encendida.

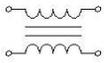
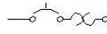
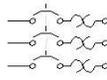
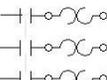
Al observar el diagrama de control, se nota que:

La bobina del contactor al cual se encuentra asociado el motor, se encuentra desenergizada hasta el momento de pulsar el botón de arranque, en este momento se energiza la bobina y sus contactos principales y auxiliares cambian de normalidad, el contacto que se encuentra paralelo a la estación de arranque-parada se cierra, creando un camino para mantener energizada la bobina del contactor, a esto se le conoce como enclavamiento eléctrico, el cambio de normalidad de los contactos, permite que se encienda la luz de verde y se apague la luz roja.

Cuando se pulsa el botón de parada, se desenergiza la bobina del contactor, abriendo así los contactos principales y auxiliares del contactor, con lo cual se desenergiza el motor y la luz verde, mientras que la luz roja se enciende.

SIMBOLOGIA DE LOS DIAGRAMAS ELECTRICOS.

La simbología implementada en estos diagramas como se menciona antes es la simbología ANSI, seguidamente se encuentran los símbolos de esta normativa que fueron implementados en los planos de los circuitos de control y de potencia de los AAC-UIS.

	Pulsador NC		Fusible
	Pulsador NO		Transformador
	Presostato, Contacto NA		Relé de sobrecarga
	Presostato, Contacto NC		Disyuntor termico monofasico
	Interruptor por temperatura NO		Disyuntor Monofasico
	Interruptor por temperatura NC		Disyuntor trifasico
	Interruptor de Palanca NO		Disyuntor termico tripolar
	Interruptor de Palanca NC		Contactos trifasico con protección contra sobrecarga
	Interruptor accionado por llave		Bobina de relé o contactor
	Voltmeter		Contacto NO de relé o contactor
	Ampermeter		Contacto NC de relé o contactor
	Resistencia Fija		Temporizador NO
	Valvula Solenoide		Temporizador NC
	Conexión entre conductores		Motor Trifasico
	No conexión entre conductores		Luz Piloto Roja
	Masa		Luz Piloto Verde
	Capacitor		Luz Piloto Amarilla
	Rotulacion del conductor		
	Rotulacion del terminal del elemento		

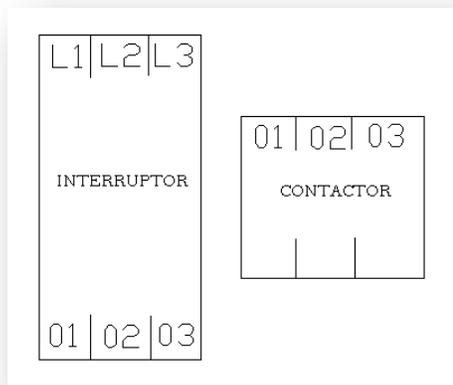
El símbolo # indica diferentes números colocados en los planos

DIAGRAMA DE CONEXIONES

El diagrama de conexión de cada AAC-UIS, es la base para elaborar los planos eléctricos de este, debido a que el diagrama de conexión permite conocer la interrelación entre cada uno de los elementos que conforman el circuito eléctrico de control o el circuito de potencia del AAC-UIS.

Cada diagrama bosqueja los elementos contenidos en el panel de control del equipo y cada conductor que permite la conexión entre diferentes elementos. Así de este modo los elementos como contactores, relés, temporizadores y demás, se encuentran representados por figuras geométricas, mientras que cada conductor se encuentra representado por un número, el cual es colocado dos veces en el diagrama, representando de esta manera cada extremo del conductor.

La siguiente figura ilustra un pequeño diagrama de conexiones, en cual se puede observar que la alimentación del circuito se realiza por los conductores L1, L2 y L3. El conductor rotulado con el número 1 conecta la salida de la línea 1 del interruptor termomagnético con el contacto principal del contactor; de forma similar el conductor número 2 conecta la salida 2 del interruptor con el segundo contacto principal del contactor y en conductor 3 permite una conexión entre la tercera salida del interruptor y el tercer contacto principal del contactor.



Fuente: Autores.

SIMBOLOGIA DE LOS DIAGRAMAS DE CONEXIONES.

La simbología utilizada permite identificar elementos y las diferentes partes de estos, la simbología usada fue elaborada por los autores y se describe a continuación.

	Terminales de conexion
	Ducto lateral
	Terminales de bobina
	Terminales del bimetalico de un rele de sobrecarga
	Bornera de conexiones
L V	Lado de baja del transformador
H V	Lado de alta del transformador
	Conductor a tierra
	Contacto normalmente cerrado
	Contacto normalmente abierto
	Contacto normalmente abierto y normalmente cerrado con terminal comun
	Ducto frontal
	Numeracion de conductor
	Numeracion de terminal de un elemento

El símbolo # indica diferentes números colocados en los planos

DOCUMENTACION DE ELEMENTOS Y PLANOS ELECTRICOS EN LOS AAC-UIS

La información recolectada de los equipos en general, sus elementos y los planos elaborados de cada AAC-UIS se presentan a continuación.

AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO DEL AULA MAXIMA DE INGENIERIA MECANICA (AAC-AMM)

El AAC-AMM es un aire tipo paquete, marca YORK, cuya placa de características es ilegible, este equipo posee una altura de 1.75 m, un ancho de 2.45m y un largo de 3.1m, donde se encuentran dos compresores marca Copeland, un motor para funcionamiento del blower, dos ventiladores para forzar la ventilación que circula por el condensador.

El sistema de control del AAC-AMM se encuentra instalado en el panel frontal del equipo, el encendido de este equipo se realiza desde el interior del auditorio y para lo cual se utiliza un interruptor accionado por llave.



Indicadores de control (luces, medidores)

Indicadores luminosos

En el aula máxima de ingeniería mecánica se cuenta con 6 indicadores luminosos los cuales permiten conocer el momento en que se energiza cada uno de los compresores del equipo, los ventiladores, el motor del blower; los otros dos indican la presencia de diferencia de tensión. Al momento de revisar estas luces todas se encontraban funcionando de forma correcta, la siguiente tabla permite conocer a que elemento se encuentra asignada cada luz.

Descripción de luces pilotos en AAC-AMM		
Nomenclatura	color	Elemento asignado
C1	Verde	Compresor 1
C2	Verde	Compresor 2
Blower 1	Verde	Motor del Blower
Blower 2	Verde	Ventiladores del condensador
Tensión control (lado izquierdo)	Amarillo	Tensión de línea VRS
Tensión control (lado derecho)	Amarillo	Tensión de línea VRT

Instrumentos de medición en el AAC-AMM

Los instrumentos de medición con los cuales cuenta el AAC-AMM son, un voltímetro análogo, el cual se encuentra conectado de forma tal que permite establecer la tensión de línea V_{ST} , el segundo instrumento de medición es un amperímetro, también análogo, cuya conexión permite conocer la corriente que circula por la línea R del AAC-AMM.

Elementos del sistema de potencia del AAC-AMM.

El sistema de potencia del AAC-AMM, está conformado por tres grupos de motores, los cuales son.

Motores del sistema de potencia del AAC-AMM	
Descripción	Cantidad
compresores	2
ventiladores	2
Motor del blower	1

Las características de cada uno de los grupos en que se han clasificado los motores se describen en las siguientes tablas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES (C1, C2)			
Marca	Copeland	modelo	BRH2-1000-TFC-505
serie	95D35194	potencia	10 HP
Tipo	Hermético	Numero de fases	3
Voltaje Nominal	200/240 V	Frecuencia	60 Hz
RLA (Rated Load Amperes)	42.1	Refrigerante	R22
LRA (Locked Rotor Current)	207	BTU/H	125000
OBSERVACIONES			
Este compresor, también puede operar con una frecuencia de 50Hz			

MOTOR BLOWER EVAPORAR (Blower)					
Marca	Marathon Electric	Modelo	3VA184TTDR7026DJ	Serie	H124
Voltaje Nominal	208-230/460	Núm. De fases	3	RPM	1740
FLA (Full Load Amperes)	13.8-13.2/6.6	Frecuencia	60	Potencia	5 HP
SF	1.15	Clase	K		

MOTORES VENTILADORES (Vent 1, Vent2)					
Marca	Marathon Electric	Modelo	1VE56T1105302B	Serie	X502
Voltaje Nominal	208-230/460	Núm. de fases	3	RPM	1140
FLA Corriente Nom. a plena carga	4.1-4.2/2.1	Frecuencia	60	Potencia	1 HP
SF	1	Clase	K	Tipo	TS

Elementos del sistema de control del AAC-AMM

Los elementos del sistema de control se encuentran en el panel frontal del equipo, y se complementan con los instrumentos de medición, indicadores luminosos y el totalizador ubicado en el interior del auditorio.

Luces pilotos color verde			
Marca	No posee	Modelo	No posee
cantidad en el equipo		4	
Tensión		120 Vac	

Luces pilotos color amarillo			
Marca	No posee	Modelo	No posee
cantidad en el equipo		2	
Tensión		120 Vac	

Interruptor tripolar principal (Breaker AAC-AMG)			
marca	General Electric	Tipo	E11592-B
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 Vac
Corriente Nom. Max.	125 A		

Las características de los elementos de control del equipo que se encuentran en el panel frontal del AAC-AMM se describen a continuación:

CONTACTORES DE LOS COMPRESORES (MC1, MC2)			
Marca	Joslyn clark	Serie	DP5C603
cantidad en el equipo	2		
Tensión de la bobina	120 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3			
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
2	1		

CONTACTOR DE LOS VENTILADORES (MCV)			
Marca	No posee	Modelo	No posee
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3		50	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
1	0		

RELE DE SOBRECARGA (OL_ME)			
Marca	Telemecanique	Modelo	LR2 D13
cantidad en el equipo		1	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	
3		660 V	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (Adicionados)			
NO		NC	
0		0	

RELÉ DE CONTROL (CR1,CR2, RA1, RA2)			
Marca	ESSEX	Modelo	W-R/RBM
serie	91-191006-19083	Tensión contactos	250 V
cantidad en el equipo		4	
Tensión de la bobina		120 vac	
Contactos			
NO		NC	
2		2	

Interruptor tripolar Ventiladores (Breaker MCV)			
marca	Terasaki	Modelo	X550C5
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	600 Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	15 A	I.C	No posee

Interrupor tripolar del motor del blower (Breaker ME)			
marca	Terasaki	Modelo	X550C5
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	600 Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	15 A	I.C	No posee

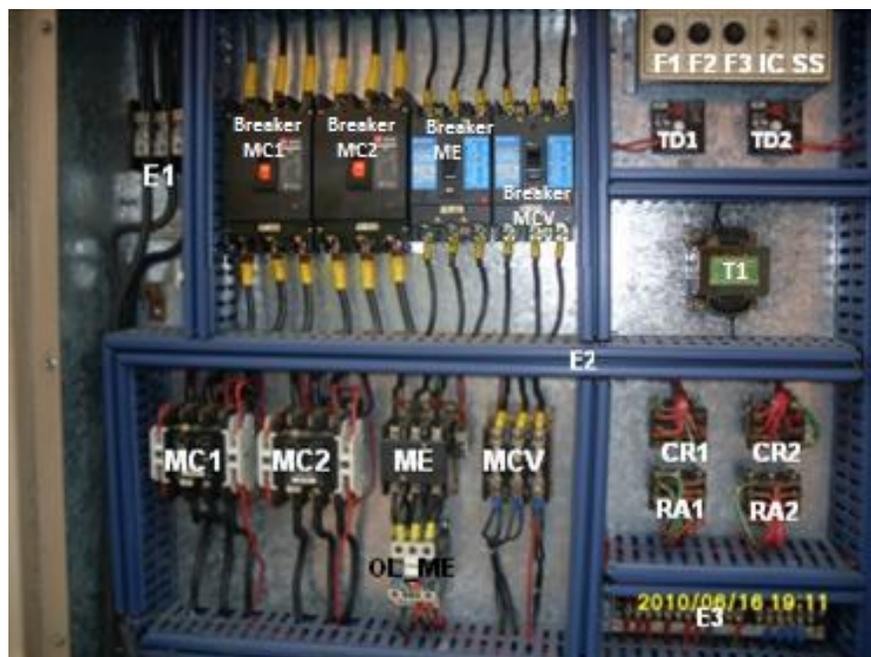
Interrupor tripolar compresores (Breaker C1, Breaker C2)			
marca	LG	Tipo	LG MCCB ABS 103
Cantidad en el equipo	2	Tensión Max	690 Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	75 A	I.C	100 A

Transformador (T1)			
marca	No posee	referencia	75- 24P/(208/220/250)V
Potencia	40 VA	Frecuencia	60 Hz
Tensión primario	208/220/230 V	Tensión secundario	24 V
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> El transformador se encuentra conectado para trabajar con una tensión de 208 V en el lado de alta 			

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER (ME)			
Marca	No posee	Modelo	No posee
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	120 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3			50
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
1	0		

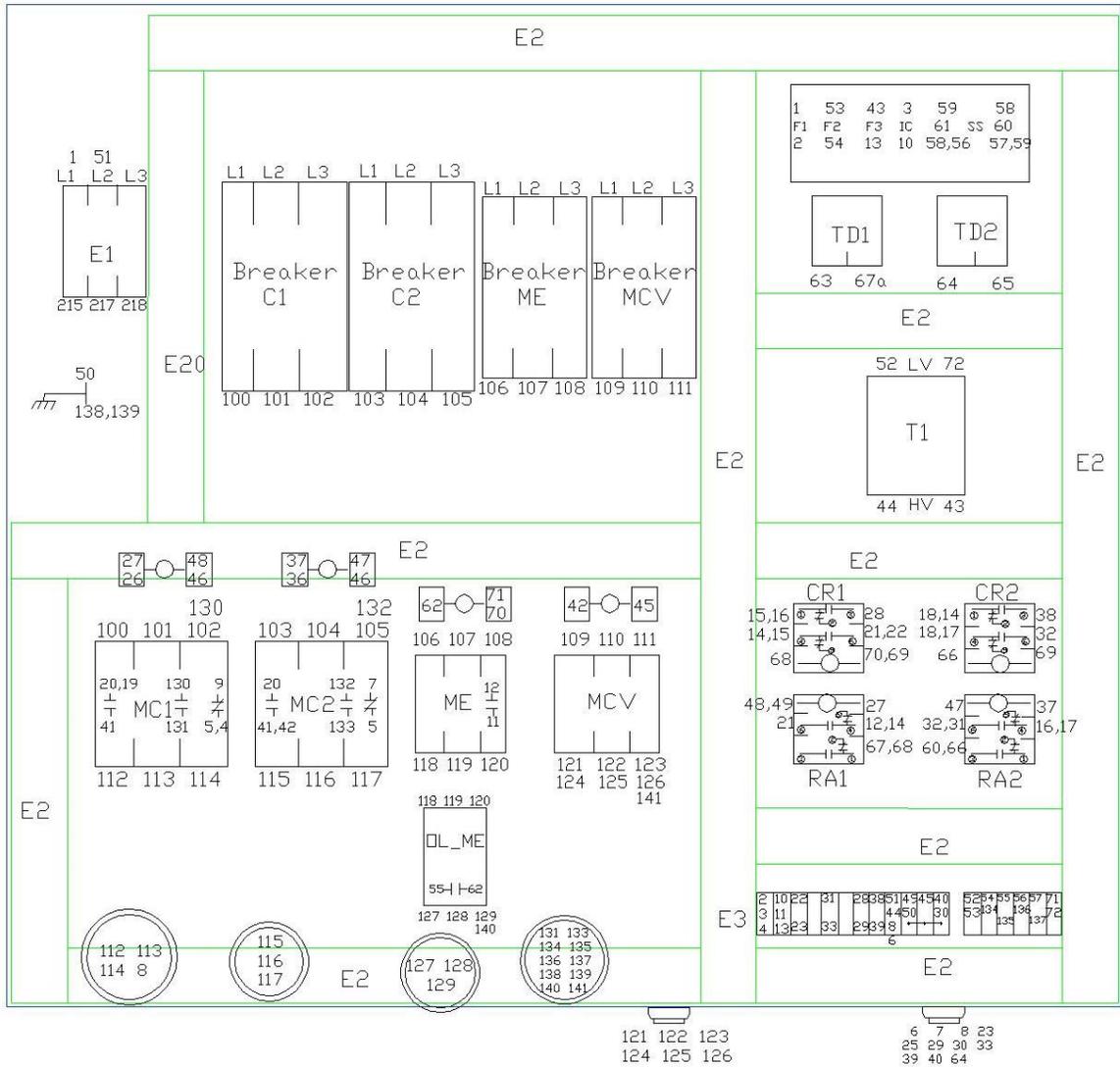
TIMERS (TD1, TD2)			
Marca	ICM	Modelo	102
cantidad en el equipo	2		
Tensión máx. de la carga	240 Vac	Tensión min de la carga	18 Vac
Contactos			
NO	NC		
1	0		
Tiempo de retardo	0.3 a 10 min		
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • El contacto de este timer es del tipo on delay • La variación del tiempo de retardo, es ajustable por medio de una perilla en el elemento. 			

TABLERO DE CONTROL DEL ACC-AMM



ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL AAC-AMM			
E1	Conectores de la acometida	E2	Conduletas para el cableado
Breaker MC1	interruptor tripolar compresor 1	E3	Borneras de conexiones
Breaker MC2	interruptor tripolar compresor 2	OL_ME	Relé de sobrecarga del motor del blower
Breaker ME	interruptor tripolar del motor Blower	F1, F2,F3	Fusibles circuito de control
Breaker C2	interruptor tripolar ventiladores	ME	Contactador del motor del blower
MC1	Contactador del compresor 1	MCV	Contactador de los ventiladores
MC2	Contactador del compresor 2	CR1, CR2 RA1, RA2	Reles del circuito de control
T1	Transformador 220V/24V	SS	Selector de compresor
TD1	Timer compresor 1	IC	Interruptor on/off circuito de control
TD2	Timer compresor 2	E21	Interruptor trifásico principal

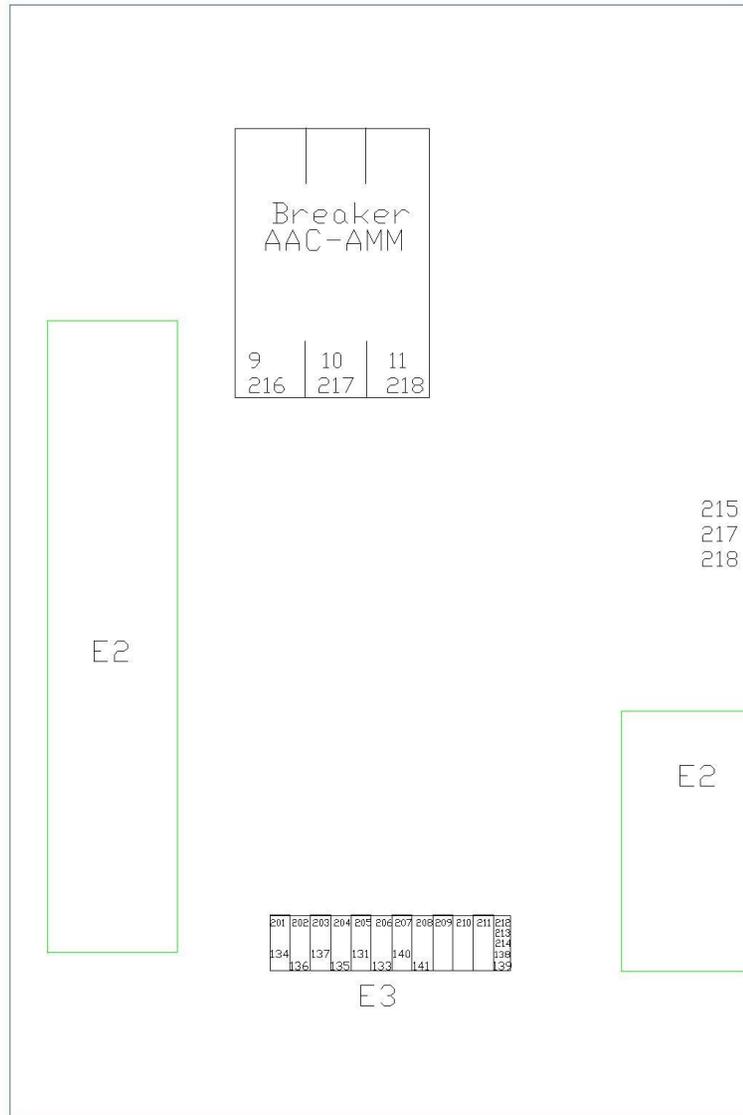
REGISTRO DE CONEXIONES DEL TABLERO DE CONTROL DEL ACC-AMM



2	10	22	31	28	38	51	49	45	40
3	11					44	50		30
4	10	23	33	29	39	8	•	•	•

52	54	55	56	57	71
53	134		136		72
		135		137	

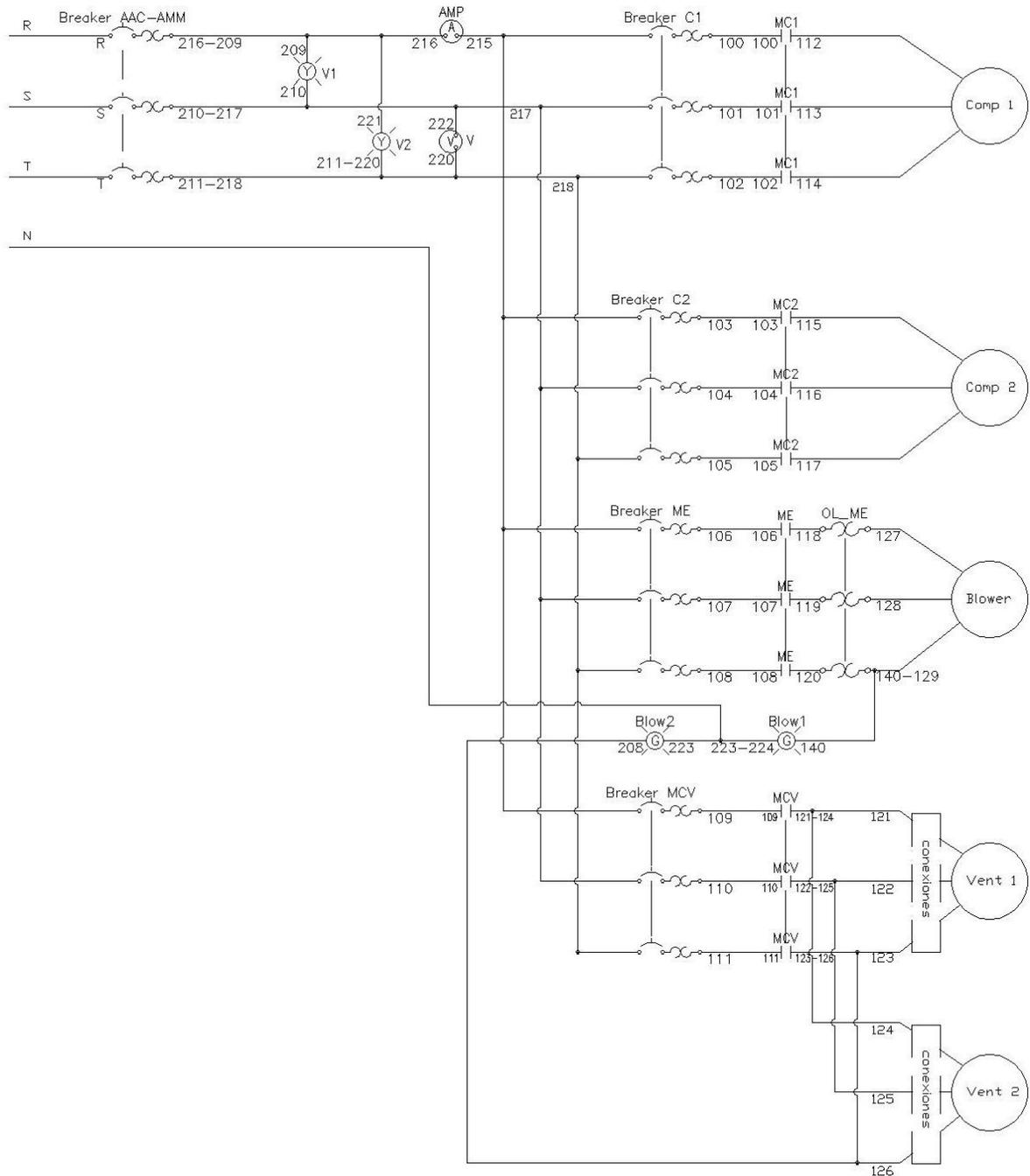
**REGISTRO DE CONEXIONES DEL TABLERO DE CONTROL EN EL INTERIOR DEL
AULA MAXIMA DE INGENIERIA MECANICA**



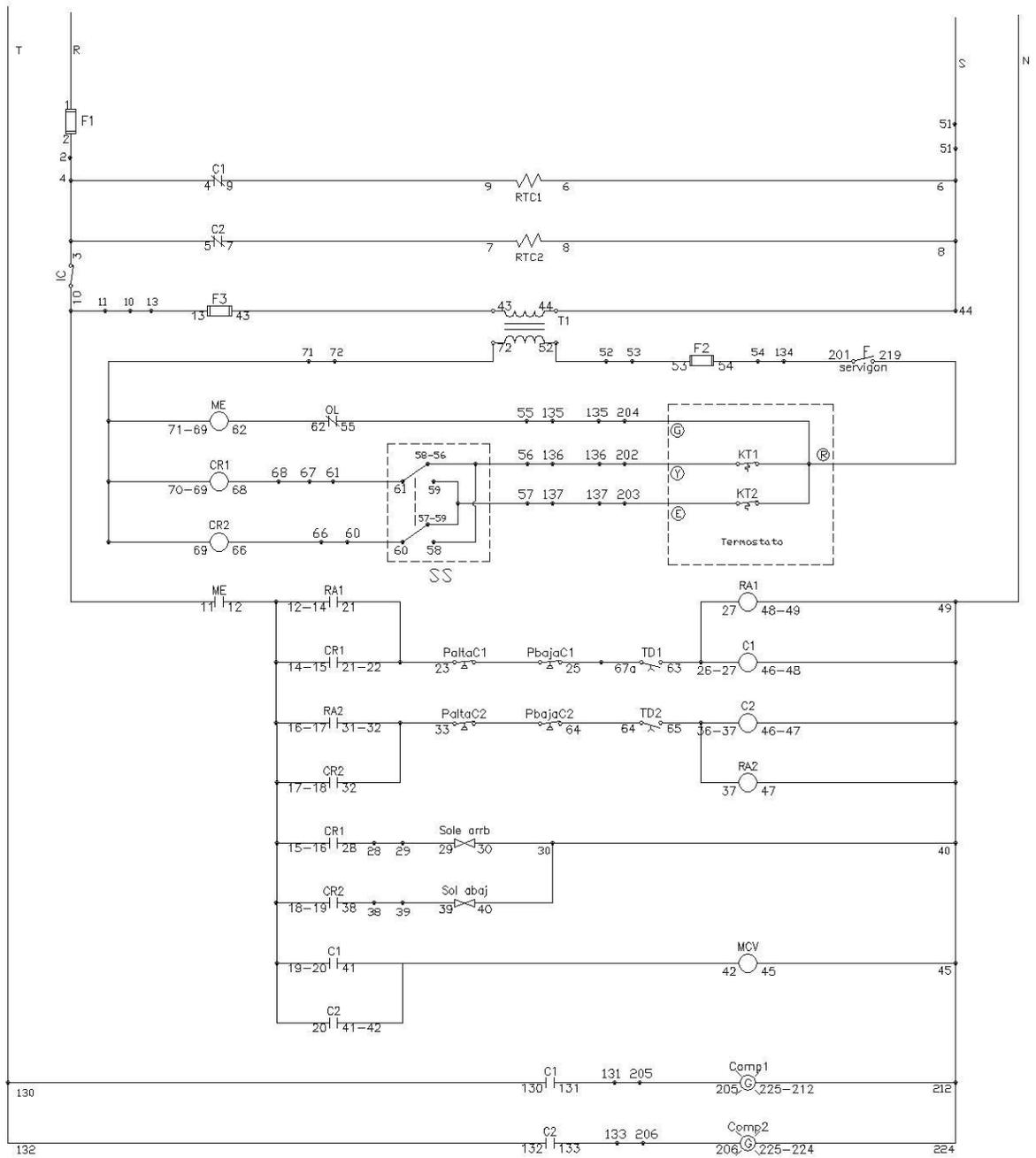
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
											213
134		137		131		140					214
	136		135		133		141				138
											139

E3

Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AMM



Plano eléctrico del circuito de control del AAC-AMM



AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL SALA JORGE ZALAMEA (AAC-SJZ)

El Aire Acondicionado Central de la Sala Jorge Zalamea (AAC-SJZ), es un aire tipo compacto o paquete, cuya etiqueta con el nombre del fabricante ya no puede ser leída.

El AAC-SJZ, posee las siguientes dimensiones 1.6m de largo, 0.8 m de ancho y 0.85m de alto, la unidad condensante alberga los compresores.

El encendido y el apagado del AAC-SJZ se efectúan por medio de un interruptor ubicado en el interior del auditorio.

PLACA DE CARACTERÍSTICA AAC-SJZ			
Model	PC060-38	SERIAL N°	9602083862
Ac Volts	208/230	PH 3 Hertz 60	Use copper conductors only
Voltaje Range	max 253	Min 197	Min. Circuit Amps 26.4
Compressor	RLA 15,5	LRA 124	Fase max Amps 40
Cond motor	FLA 15,5	HP 1/3	Charge 92 oz. R22
Blower motor	FLA 4,8	HP ¾	
Factory Test Pressure Psi low side 150 High Side 300			

Indicadores de control (luces, medidores)

El equipo de acondicionamiento de aire de la sala Jorge Zalamea, no cuenta con instrumentos de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando. De igual forma no posee indicadores luminosos que permitan observar el momento en que se accionan los motores del equipo.

Elementos del sistema de potencia del AAC-SJZ

El sistema de potencia del AAC-SJZ se constituye de tres motores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Motores del sistema de potencia del AAC-SJZ	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

Cada uno de los motores del sistema de potencia, presentan características diferentes, las cuales se presentan en las siguientes tablas.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR (Compresor)			
Marca	Copeland	modelo	ZR57KC-TF5-230
serie	96B888844	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Scroll	Numero de fases	3
Voltaje Nominal	200/230 V	Potencia	5 010 W
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	17,2	Refrigerante	R22
LRA (Locked Rotor Current) Corriente a Rotor Bloqueado	124	BTU/H	57 000
OBSERVACIONES			
Este compresor, también puede operar con una frecuencia de 50Hz			

MOTOR BLOWER (Blower)			
Marca	A. O SMITH	Modelo	F48B27A76
Voltaje Nominal	208/230	Núm. De fases	1 RPM 1075
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. A plena carga	4.6 A	Frecuencia	60 Hz Potencia ¾ HP

MOTOR VENTILADOR AAC-SJZ (Ventilador)					
Marca	A. O Smith	Modelo	F48B21A76	RPM	1075
Voltaje Nominal	208/230 V	Numero de fases	1	Potencia	1/3 HP
FLA	2.4 A	Frecuencia	60 Hz	Tipo	C

Elementos del sistema de control del AAC-SJZ

El sistema de control del AAC-SJZ cuenta con diferentes elementos, los cuales en conjunto logran el accionamiento del equipo, de forma adecuada, a continuación se describen las características de cada uno de los elementos usados en el sistema de control.

CONTACTOR PRINCIPAL AAC-SJZ (MC)			
Marca	Janitrol Goodman	Modelo	B13603-15
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	482	25	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
3	2		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
0	0		
OBSERVACIONES			
Por medio de los contactos principales de este contactor circula la corriente del compresor y del motor del ventilador del equipo			

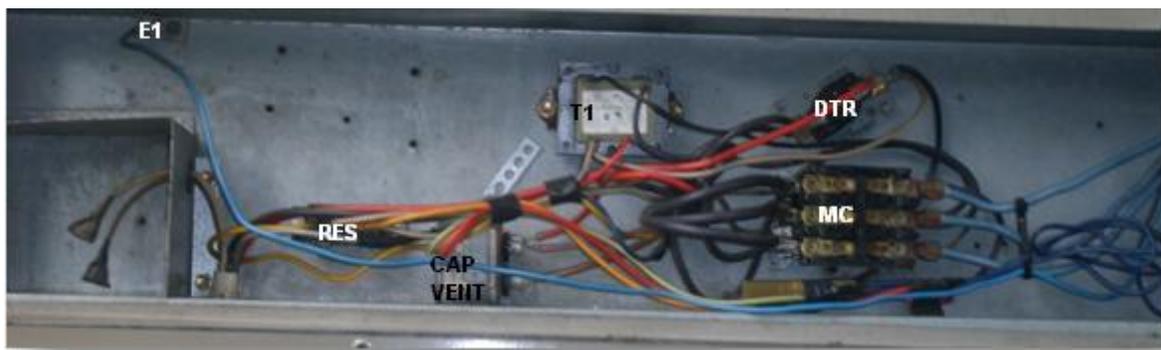
RELÉ DE ESTADO SOLIDO (RES)			
Marca	ICM	Modelo	LR 30320
cantidad en el equipo	1		
Tensión de energización	24 Vac		

Interruptor tripolar (Breaker AAC-SJZ)			
Marca	Scheider	Tipo	Dom A63
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	400 V
Corriente Nom. Max.	150	I.C	25KA

Transformador (T1)			
Marca	Furnas	modelo	B 130-6
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	240 V	Tensión secundario	24 V

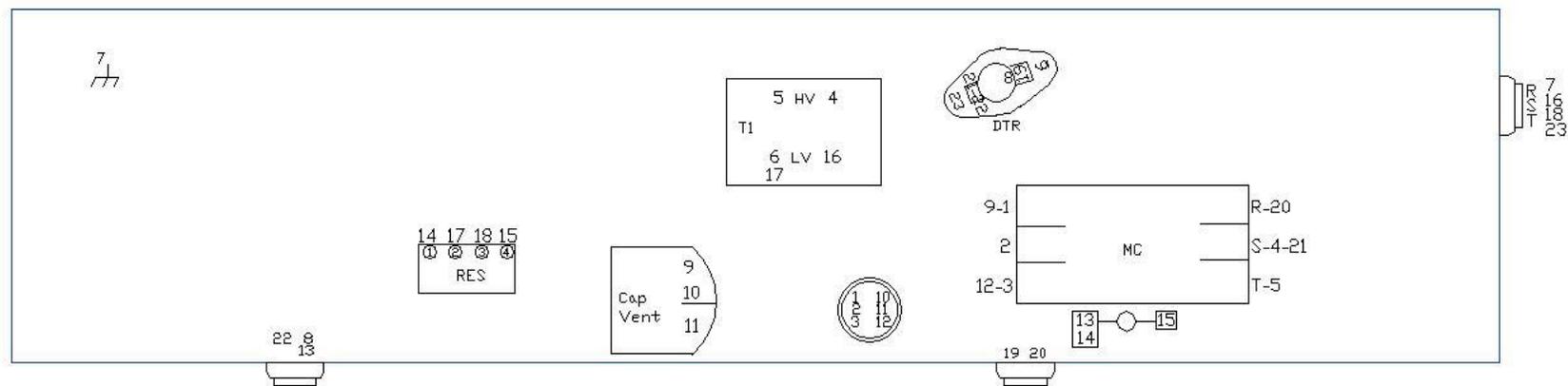
RELÉ TEMPORIZADO (DTR)			
Marca	No posee	Modelo	B13707-38
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos			
NO		NC	
1		1	
OBSERVACIONES			
El tiempo de temporización de los contactos para el cambio de normalidad es de 1 minuto			

PANEL DE CONTROL DEL AAC-SJZ



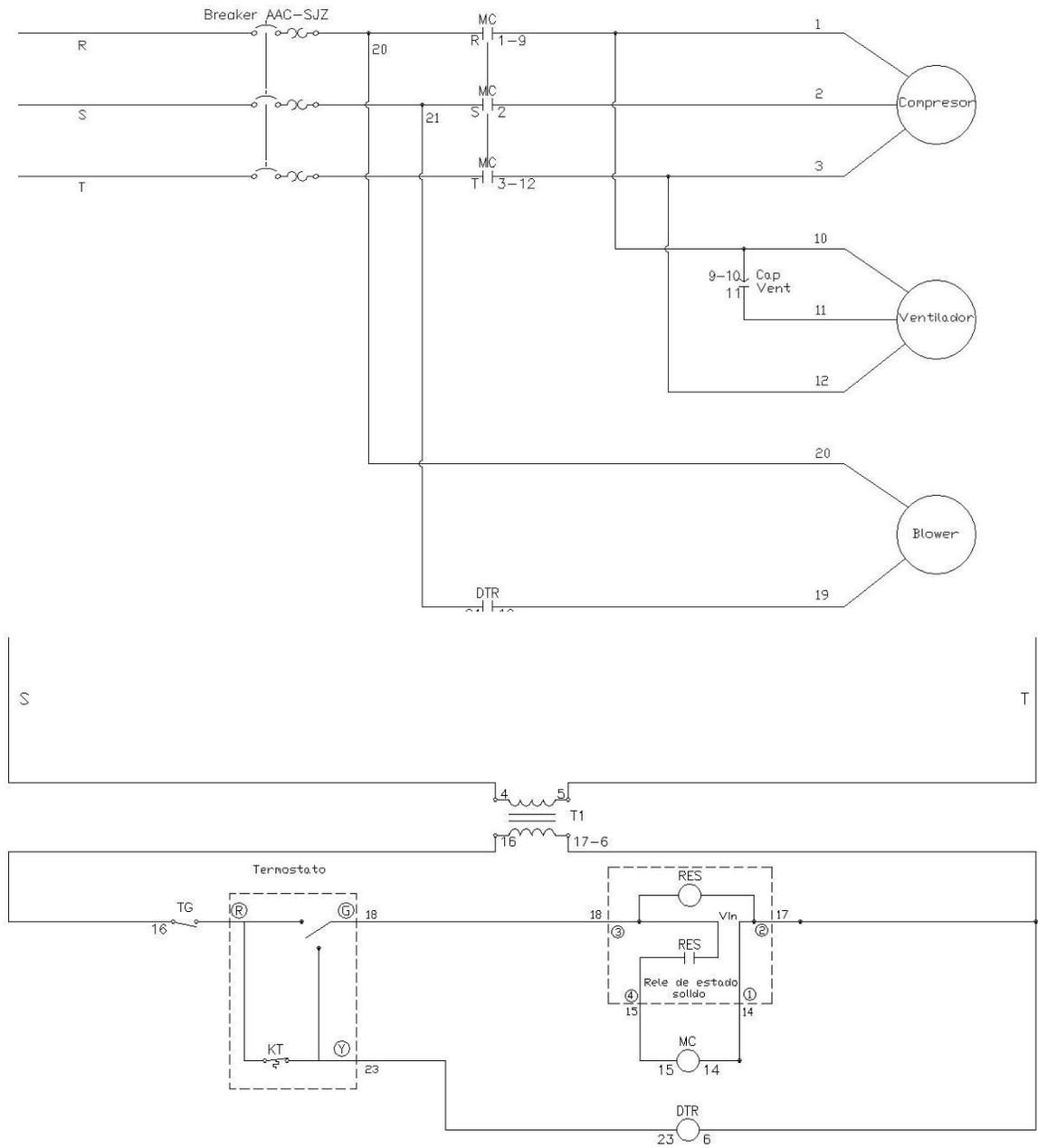
ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-SJZ			
E1	Conector para conductores	DTR	Relé temporizado
CapVent	Capacitor del ventilador	MC	Contactora principal (compresor, ventilador, Motor blower)
T1	Transformador 240V/24V	RES	Relé de estado solido

REGISTRO DE CONEXIONES DEL AAC-SJZ



Planos eléctricos del accionamiento

A continuación se ilustran, el plano eléctrico del sistema de potencia y el plano del sistema de control del AAC-SJZ.



Observación: El relé de estado sólido (RES) es un dispositivo electrónico. Las conexiones internas en el diagrama, solo indican su comportamiento en el AAC-SJZ

AIRE ACONDICIONADO CENTRAL AUDITORIO MARIO GALAN GOMEZ (AAC-AMG)

El auditorio Mario Galán cuenta con un Aire Acondicionado Central (AAC-AMG), tipo paquete de la marca Mc Quay, el cual se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio de la escuela de Ingeniería Química.

El encendido y el apagado del AAC-AMG se realizan por medio de un interruptor, ubicado en el auditorio, junto al termostato. El AAC-AMG posee como protección tres interruptores termomagnéticos monopolares, con enclavamiento mecánico, los cuales se encuentran en el tablero de distribución ubicado al costado izquierdo de la pared en la cual se encuentra la entrada al auditorio



Indicadores de control (luces, medidores)

La instalación del AAC-AMG no posee ningún instrumento de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando el equipo.

El AAC-AMG, no posee instalado ningún tipo de indicador, que indique el momento en el cual se energizan los elementos del equipo.

Elementos del sistema de potencia del AAC-AMG

El sistema de potencia del AAC-AMG, se encuentra constituido por los siguientes grupos de motores:

Motores del sistema de potencia del AAC-AMG	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

A continuación se encuentran las características de los motores del sistema de potencia del AAC-AMG.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR (Compresor)			
Marca	Copeland	modelo	CRP5-0450-TF5-522
serie	03K28795B	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Hermético	Numero de fases	3
Voltaje Nominal	200/230 V	Potencia	4 ½ HP
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	19.6	Refrigerante	R22
LRA (Locked Rotor Current) Corriente a Rotor Bloqueado	105	BTU/H	58 600

MOTOR DEL BLOWER (Blower)					
Marca	A. O SMITH	Modelo	F48SO6L73	Serie	GC96
Voltaje Nominal	208/230 V	Núm. de fases	1	RPM	1075
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	5	Frecuencia	60 Hz	Potencia	¾ HP

La placa de características del ventilador, no pudo ser documentada debido a que por las condiciones de instalación del motor, esta es ilegible

Elementos del sistema de control del ACC-AMG

Las características de los elementos del sistema de control del AAC-AMG se describen en las siguientes tablas.

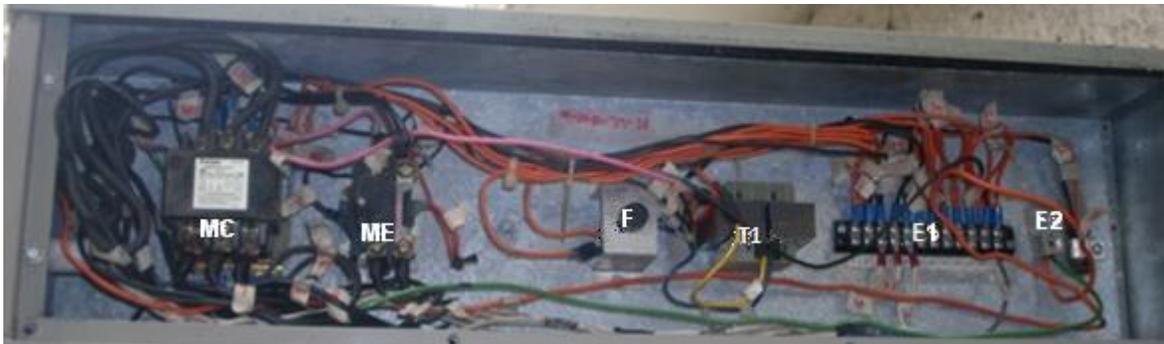
CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER (ME)			
Marca	Furnas	Modelo	LR6535
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		277 Vac	25
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	

Interruptor Monopolar (Breaker AAC-AMG)			
marca	Luminex	Corriente Nom. Max.	50 A
Cantidad en el equipo	3	Tensión Max	240 V
OBSERVACIONES			
Estos tres interruptores se encuentran enclavados mecánicamente, para brindar protección al circuito trifásico del AAC-AMG			

Transformador (T1)			
marca	No posee	modelo	No posee
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	240 V	Tensión secundario	24 V

CONTACTOR PRINCIPAL (MC)			
Marca	Furnas	Serie	42BE35AJ477
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		120 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		240	30
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
2		2	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Este contactor es usado para maniobrar el compresor y el ventilador del equipo 			

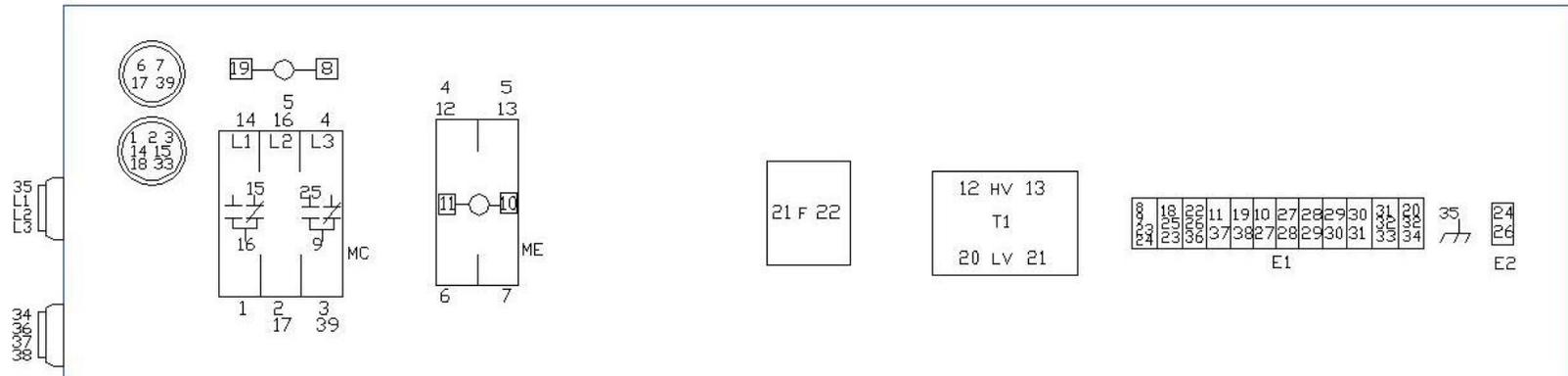
REGISTRO DE CONEXIONES DEL AAC-AMG



Los elementos instalados en el panel frontal del AAC-AMG, se presentan en la siguiente tabla.

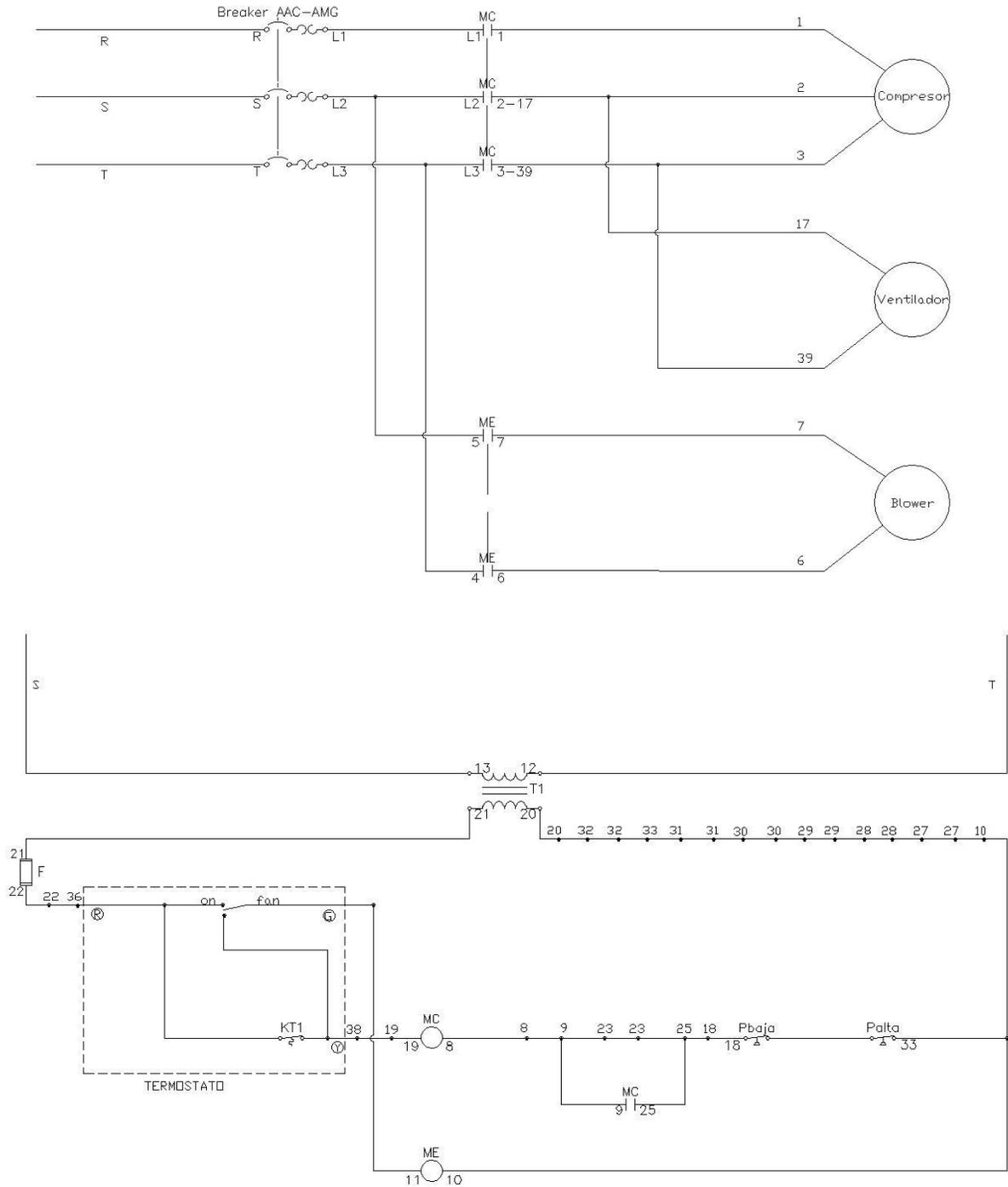
ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-AMG			
MC	Contactor Principal	T1	Transformador 240V/24V
ME	Contactor del motor del blower	E1	Bornera de conexiones
F	Fusible del circuito de control	E2	Conector para conductores

REGISTRO DE CONEXIONES DEL AAC-AMG



Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento

En la siguiente figura se observa el diagrama del circuito de potencia del AAC-AMG (parte superior) y el circuito de control del AAC-AMG (parte inferior).



AIRE ACONDICIONADO CENTRAL DEL AUDITORIO FUNDADORES (AAC-AF)

El Aire Acondicionado Central del Auditorio Fundadores (AAC-AF), es un aire marca Paramo, del tipo dividido, la manejadora se encuentra en un cuarto antes de salir al exterior de la azotea de la biblioteca Medica de la facultad de salud de la UIS, mientras que la unidad condensante se encuentra en el exterior de esta azotea. El acceso se realiza a través de unas escaleras ubicadas en el segundo piso de la biblioteca.

UNIDAD CONDENSANTE DEL AAC-AF.

La unidad condensante posee las siguientes dimensiones 3.1m de largo, 1.1 m de ancho y 1.1m de alto, la unidad condensante alberga los compresores, el condensador y sistema de control de compresores y motores de ventilación.



Los datos de la placa de características de la unidad condensante se encuentran en la siguiente tabla.

UNIDAD CONDENSANTE	
Modelo	UCA-26B-2-O-A
Serie	951-1450 9431869
Equipos Incluidos	
Equipo	cantidad
ventiladores	3
compresores	2

Manejadora del AAC-AF

La manejadora del AAC-AF posee las siguientes dimensiones 2.45 m de largo, 0.8 m de ancho y 2.0 m de alto. En la manejadora se encuentra el evaporar, el blower y el motor que permite su funcionamiento. En la figura se puede observar la manejadora y en la tabla a continuación se encuentran los datos de la placa de características de la unidad manejadora.



UNIDAD MANEJADORA		
Modelo	UMAC-20-DX-2V1-D-A	
Serie	951-1450 94-31869	
Equipos incluidos		
Equipo	Serie	cantidad
Blower	LAUX 15	1

Encendido del AAC-AF

El encendido y el apagado del AAC-AF se realizan desde cualquiera de las dos estaciones de arranque y parada del equipo, las cuales se encuentran, una en el camerino del auditorio y la otra se encuentra en el cuarto donde se encuentra la manejadora. Las dos estaciones se encuentran funcionando de manera correcta.

Elementos del sistema de potencia del AAC-AF.

El sistema de potencia del AAC-AF, se encuentra constituido por seis motores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Motores del sistema de potencia del AAC-AF	
Descripción	Cantidad
compresores	2
ventiladores	3
Motor del blower	1

Las características de cada uno de los anteriores grupos se presentan en las siguientes tablas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES (Comp 1, Comp 2)			
Marca	Copeland	modelo	BRK-1200-TFC-505
serie	95608426-95608420	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Hermético	Numero de fases	3
Voltaje Nominal	208/230 V	Potencia	12 HP
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	48.8 A	Refrigerante	R22
LRA (Locked Rotor Current) Corriente a Rotor Bloqueado	267 A	BTU/H	156 000

MOTOR BLOWER DEL EVAPORAR (Blower)					
Marca	Siemens	Modelo	1LA3 113-4YB60	Clase	F
Voltaje Nominal	220 V	Numero de fases	3	RPM	1745
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	19 A	Frecuencia	60 Hz	Potencia	6.6 HP
Factor de potencia	0,8	Factor de seguridad	1,0		

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE (Vent 1, Vent 2)					
Marca	Ro Smith	Modelo	F48SZ6B1	RPM	1075
Voltaje Nominal	220 V	Numero de fases	1	Potencia	1.5 HP
FLA	7 A	Frecuencia	60 Hz	Tipo	F

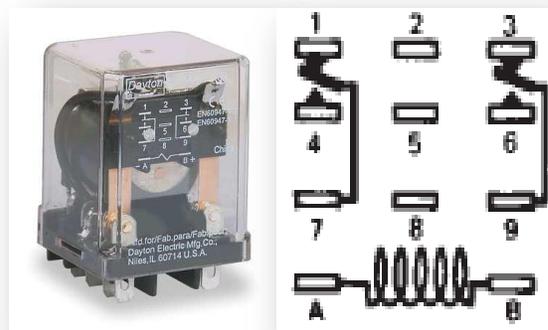
Elementos del sistema de control del AAC-AF

El sistema de control del AAC-AF se divide en dos partes; la primera se encuentra en un gabinete en el cuarto donde se encuentra la manejadora, los elementos en esta parte del sistema de control son:

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER (ME)			
Marca	Telemecanique	Modelo	LA1 DN22
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		120 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	
3			
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
3		2	
Contactos Auxiliares (Adicionados)			
NO		NC	
0		0	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Posee un bloque aditivo contra sobre carga LR2 D13 			

RELE DE SOBRECARGA (OL_ME)			
Marca	Telemecanique	Modelo	LR2 D13
cantidad en el equipo		1	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	
3		660 V	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (Adicionados)			
NO		NC	
0		0	

RELÉ DE CONTROL (CR3, CR4)			
Marca	Dayton	Modelo	5X837E
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos			
NO		NC	
2		2	



Interrupor Tripolar Principal (Breaker AAC-AF)			
marca	Kawasaki	Tipo	225C
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 V
Corriente Nom. Max.	150	I.C	25KA

Transformador (T1)			
marca	Furnas	modelo	No posee
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	240 V	Tensión secundario	24 V

La segunda parte del sistema de control se encuentra ubicado en el panel frontal de la unidad condensante y contiene los siguientes elementos.

CONTACTORES DE LOS COMPRESORES (MC1, MC2)			
Marca	Furnas	Serie	42DF35AF
cantidad en el equipo	2		
Tensión de la bobina	120 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos	FLA	
3	240 V	50 A	
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO	NC		
0	0		
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO	NC		
3	3		

CONTACTOR DE LOS VENTILADORES (MCV)				
Marca	Furnas	Modelo	41WV3EZF	Serie B
cantidad en el equipo		1		
Tensión de la bobina		120 Vac	frecuencia	60 Hz
Contactos Principales				
Cantidad		Tensión contactos		FLA
3		240 V		50 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)				
NO		NC		
1		1		
Contactos Auxiliares (adicionados)				
NO		NC		
0		0		

RELÉ DE CONTROL (CR1)			
Marca	Essex	Modelo	No posee
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		120 V	
Contactos			
NO		NC	
3		3	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Este relé es denominado como CR1 en la unidad condensante 			

RELÉ DE CONTROL (CR2)			
Marca	VCP Electric	Modelo	TRP 6932
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		120 V	
Contactos			
NO		NC	
3		3	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Este relé es denominado como CR2 en la unidad condensante 			

Interruptor tripolar compresores (Breaker MC1, Breaker MC2)			
marca	Heinelman	modelo	CF3-68 DU
Cantidad en el equipo	2	Tensión Max	240 V
Corriente Nom. Max.	48 A	I.C	
frecuencia	50-60 Hz		

Interruptor tripolar Ventiladores (Breaker MCV)			
marca	Siemens	Modelo	3VQ52T
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	550V
Corriente Nom. Max.	20 A	I.C	240 A

TIMERS (TD1, TD2)			
Marca	ABB	Modelo	TSU2000
cantidad en el equipo		2	
Tensión máx. de la carga	240 Vac	Tensión min de la carga	19 Vac
Corriente máxima	1 A		
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	5 a 480 s		
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • El contacto de este timer es del tipo on delay • La variación del tiempo de retardo se realiza variando la resistencia ubicada en los terminales 4 y 5, esta variación es de una proporción de 6.5 kΩ por segundo 			

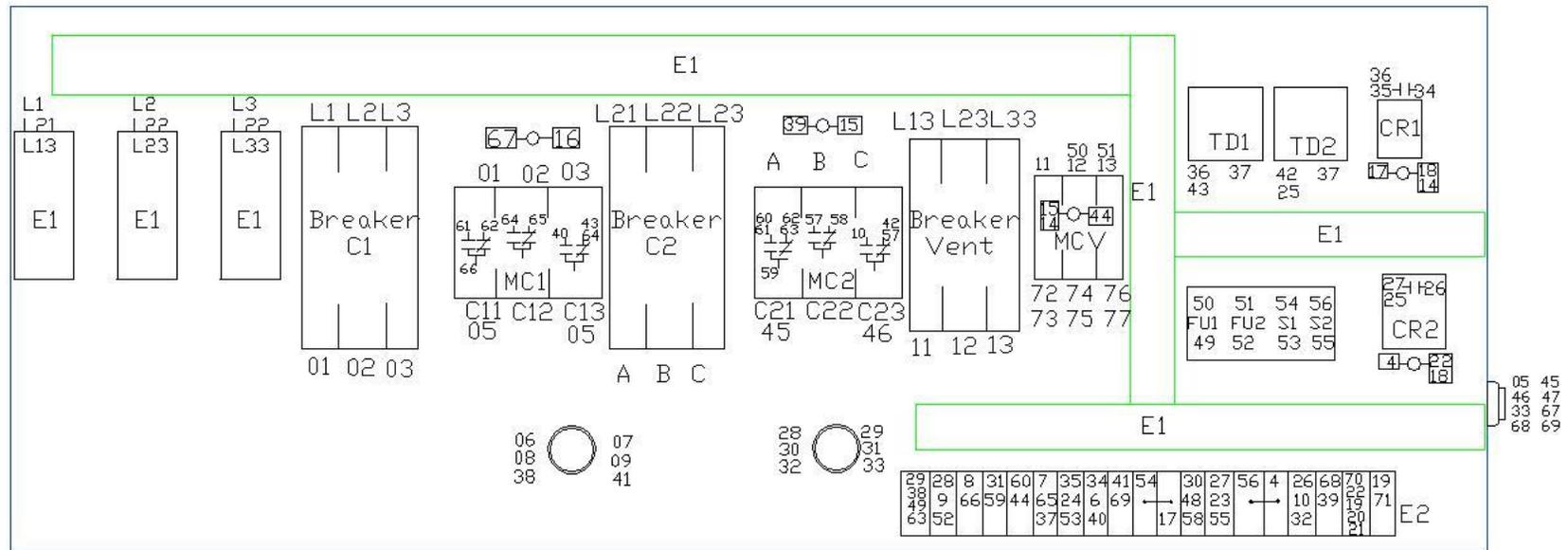
PANEL DE CONTROL DE LA UNIDAD CONDENSANTE



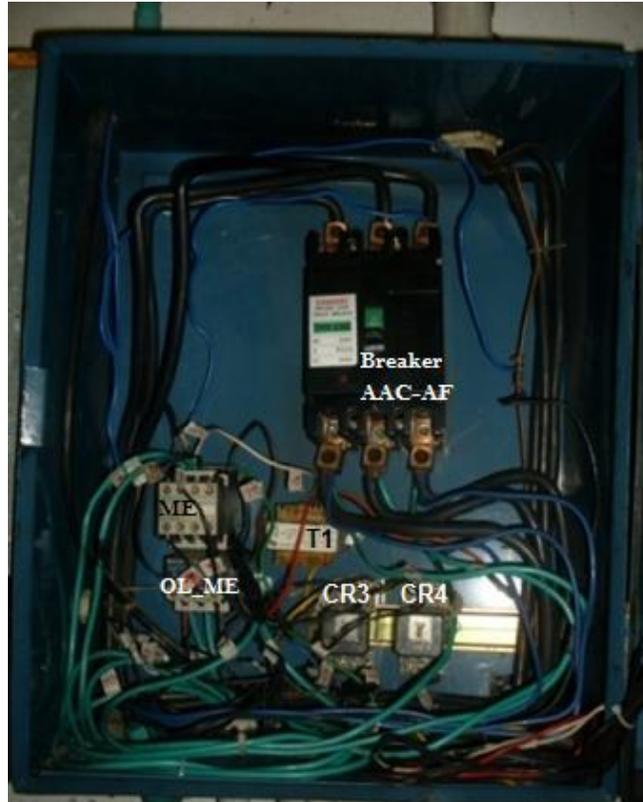
Los elementos ubicados en este tablero son los siguientes:

ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-AF			
E1	Conectores de la acometida	E2	Conduletas para el cableado
Breaker C1	Interruptor tripolar del compresor 1	CR1	Relé del circuito de control
MC1	Contactador del compresor 1	CR2	Relé del circuito de control
Breaker C2	Interruptor tripolar del compresor 2	SS1	Interruptor de palanca del circuito de control del compresor 1
Breaker MVC	Interruptor tripolar de los ventiladores	SS2	Interruptor de palanca del circuito de control del compresor 2
TD1	Temporizador del compresor 1	F1	Fusible circuito de control
TD2	Temporizador del compresor 2	F2	Fusible resistencias del carter

REGISTRO DE CONEXIONES DE LA UNIDAD CONDENSANTE DEL AAC-AF

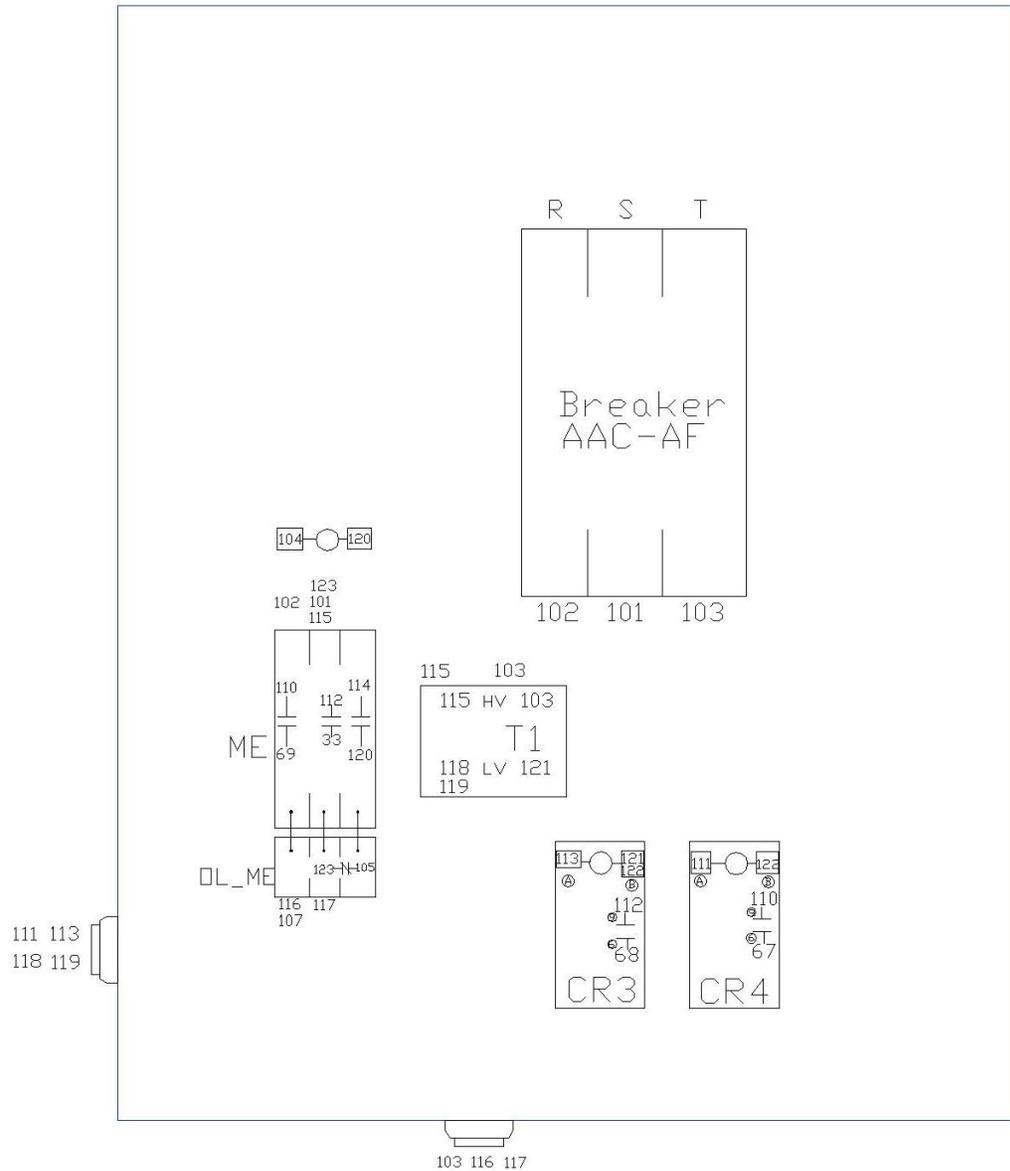


TABLERO DE CONTROL EN EL CUARTO DEL AMANEJADORA DEL AAC-AF



ELEMENTOS DEL TABLERO EN EL CUARTO DE LA MANEJADORA DEL AAC-AF			
ME	Contactor del motor del blower	Breaker AAC-AF	Interruptor tripolar principal del AAC-AF
OL_ME	Relé de sobrecarga del motor del blower	T1	Transformador 240V/24V
CR3	Relé del circuito de control	CR4	Relé del circuito de control

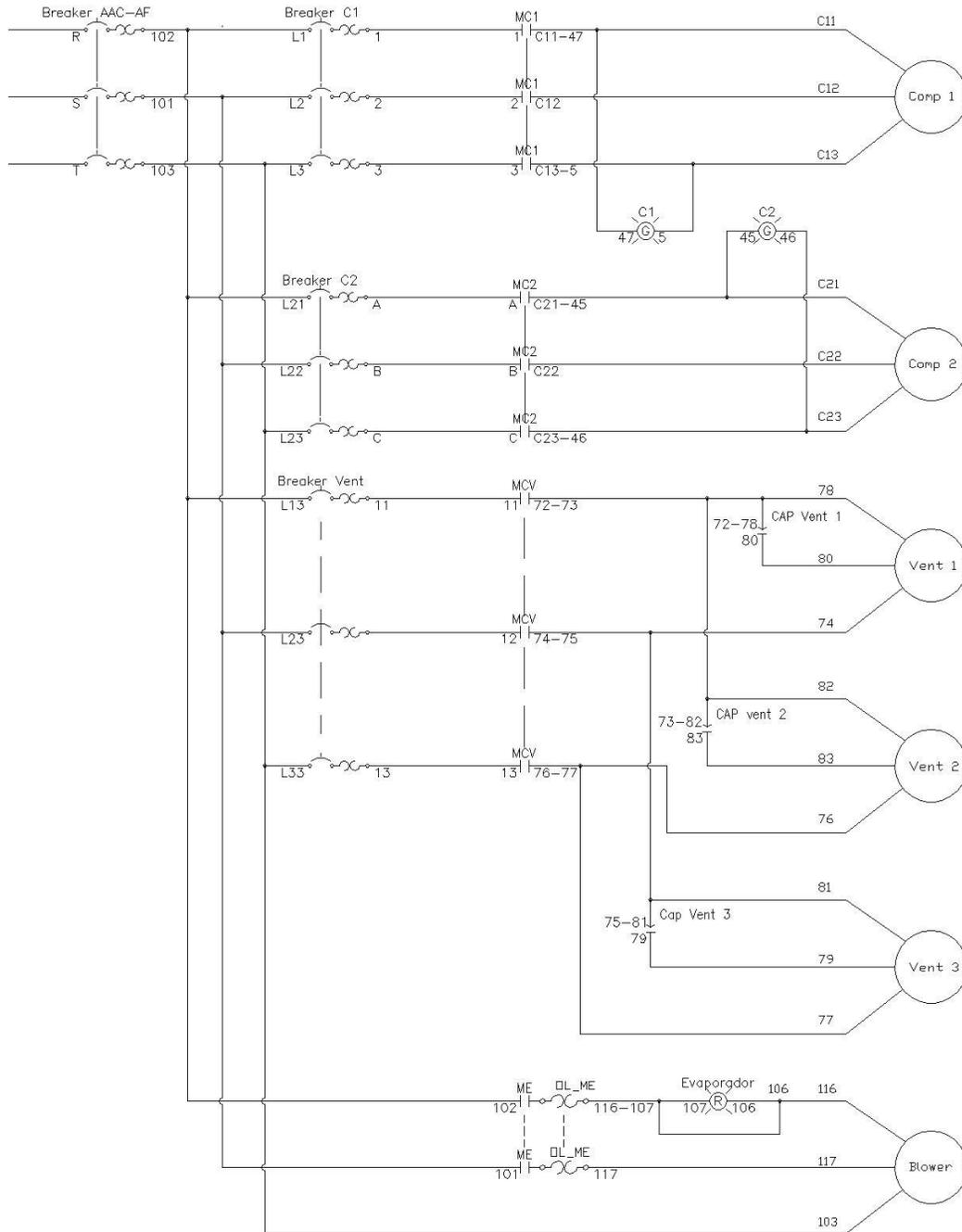
REGISTRO DE CONEXIONES DEL TABLERO EN EL CUARTO DE LA MANEJADORA DEL AAC-AF



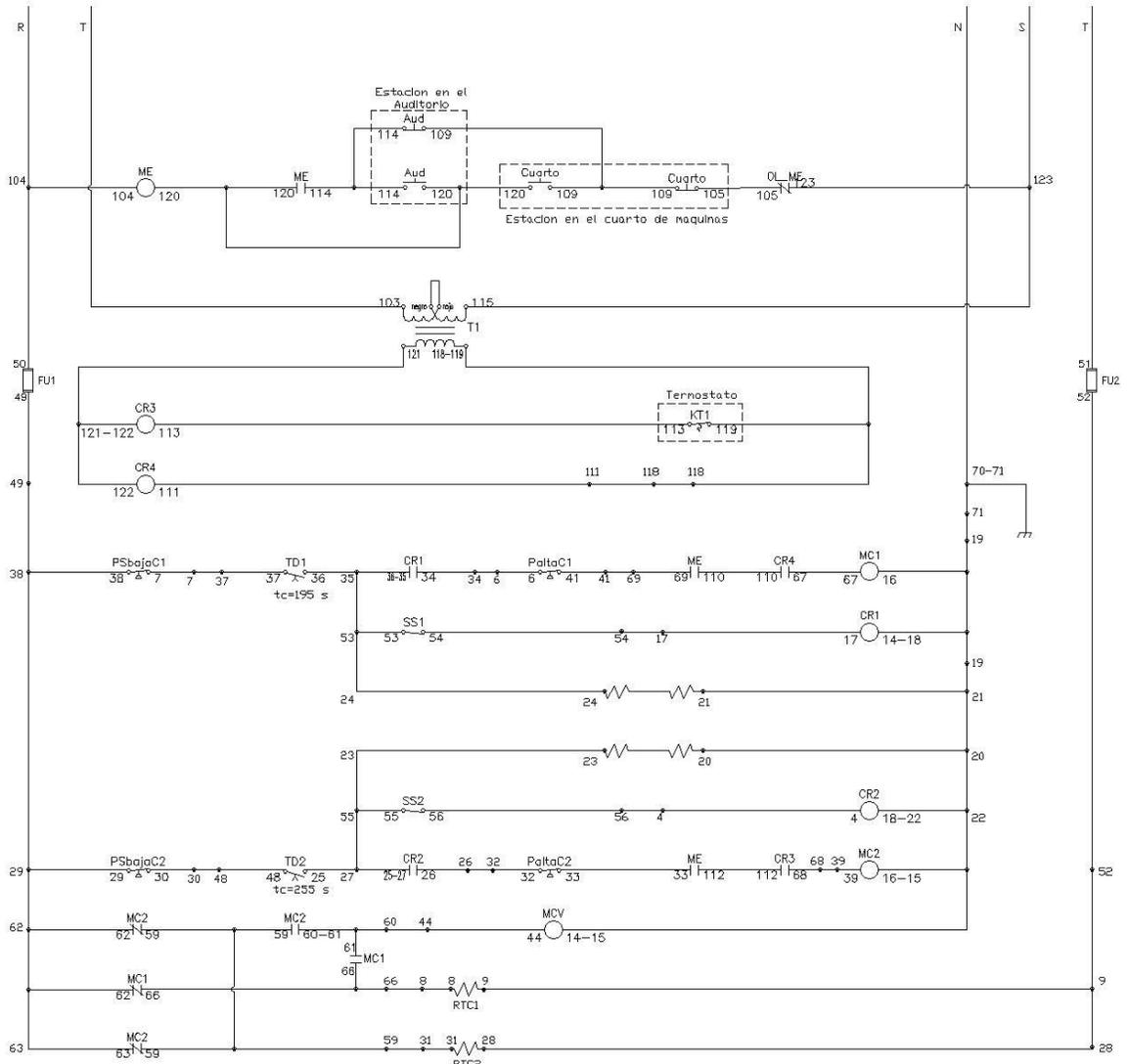
Elaboración de los planos eléctricos del accionamiento

Los planos eléctricos del sistema de potencia y del sistema de control del AAC- AF son.

Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-AF



Plano eléctrico del sistema de control del AAC-AF



AIRE ACONDICIONADO CENTRAL AULA 103 E3T (AULA WILHEN SPACHOSKY (AAC-103IE)

El Aire Acondicionado Central del aula 103 de la escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de telecomunicaciones (AAC-103IE), es un aire tipo paquete, cuya marca y placa de características no se encuentran en la carcasa del equipo, el AAC-103IE posee las siguientes dimensiones 1.75m de largo, 0.8m de ancho y 0.90m de alto.



El interruptor principal, que brinda seguridad a este equipo es un interruptor tripolar, con capacidad de 125 A, al cual también permite la energización del aire acondicionado del aula 104 del mismo edificio, este interruptor se encuentra ubicado en la parte externa de la pared oriental, del edificio en mención.

El encendido y el apagado del AAC-103IE, se realiza al interior del aula, desde un interruptor anexo al termostato del equipo.

Indicadores de control (luces, medidores)

El AAC-103IE no cuenta con ningún instrumento de medición que permita conocer la corriente, la tensión a las cuales se encuentra funcionando el equipo.

En la instalación del AAC-103IE no se cuenta con ningún indicador, que permita el monitoreo de los elementos del equipo (compresor, ventilado, motor del blower).

Elementos del sistema de potencia del AAC-103IE

El sistema de potencia del AAC-103IE, se conforma por tres grupos de motores, los cuales se distribuyen así.

Motores del sistema de potencia del AAC-103IE	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

Las características de cada uno de estos motores se encuentran a continuación.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR (Compresor)			
Marca	Copeland	modelo	ZR72KC-TF5-501
serie	95K599708	Frecuencia	60/50 Hz
Tipo	SCROLL	Numero de fases	3
Voltaje Nominal	200/230 V	Potencia	6 230 W
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	20,7 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	156 A	BTU/H	73 500
OBSERVACIONES			
Este compresor, también puede operar con una frecuencia de 50Hz			

MOTOR BLOWER (Blower)				
Marca	A. O SMITH	Modelo	312P812	Serie 2G93
Voltaje Nominal	230/460 V	Núm. de fases	3	RPM 1725
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	5.8/2.9 A	Frecuencia	60/50 Hz	Potencia 1 ½ hp

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE (Ventilador)					
Marca	Ro Smith	Modelo	F48SZ6B1	RPM	1075
Voltaje Nominal	220 V	Numero de fases	1	Potencia	1.5 HP
FLA	7 A	Frecuencia	60 Hz	Tipo	F

Elementos del sistema de control del AAC-103IE

Las características de los elementos del sistema de control del AAC-103IE se enuncian a continuación:

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER (ME)			
Marca	Furnas	Modelo	41WE3BEAJ
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		240/270	15
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	
OBSERVACIONES			

Interruptor tripolar (Breaker AAC-103IE)			
marca	General Electric	Tipo	E-11592-C
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 VAC
Corriente Nom. Max.	125 A	I.C	10KA

Transformador (T1)			
marca	desconocida	modelo	TBO 402424-B51T1
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	208 V	Tensión secundario	24 V

CONTACTOR PRINCIPAL (MC)			
Marca	desconocida	Serie	3100-30Q1099CG
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	240		50
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	
OBSERVACIONES			
Este contactor se encuentra asociado al compresor y al ventilador del AAC.103IE			

RELÉ DE SOBRECARGA (OL1, OL2, OL3)			
Marca	Heinemann	Modelo	C-292-F
cantidad en el equipo	3		
Contactos			
NO		NC	
0		1	
Tensión de contactos		300 Vac	

TIMMER (TD)			
Marca	Smart Electric	Modelo	SAM 8
cantidad en el equipo	1		
Tensión máx. de la carga	288 Vac	Tensión min de la carga	18 Vac
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	1.8 a 600 s		
OBSERVACIONES			
El contacto de este timer es del tipo on delay La variación del tiempo de retardo se realiza, por medio de una perilla en el elemento			

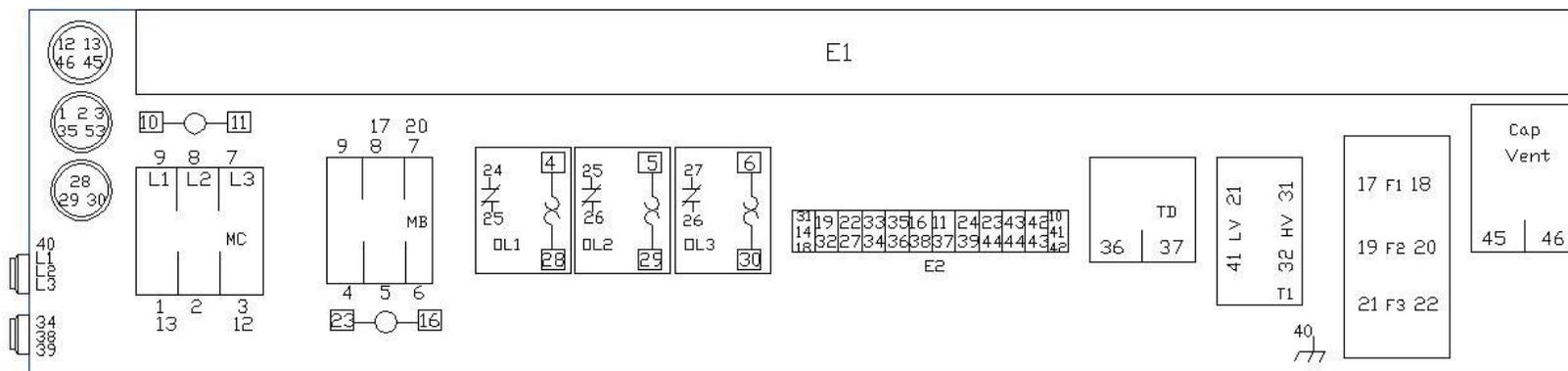
PANEL DE CONTROL DEL AAC-103IE



La siguiente tabla describe los elementos ubicados en el panel de control del AAC-103IE

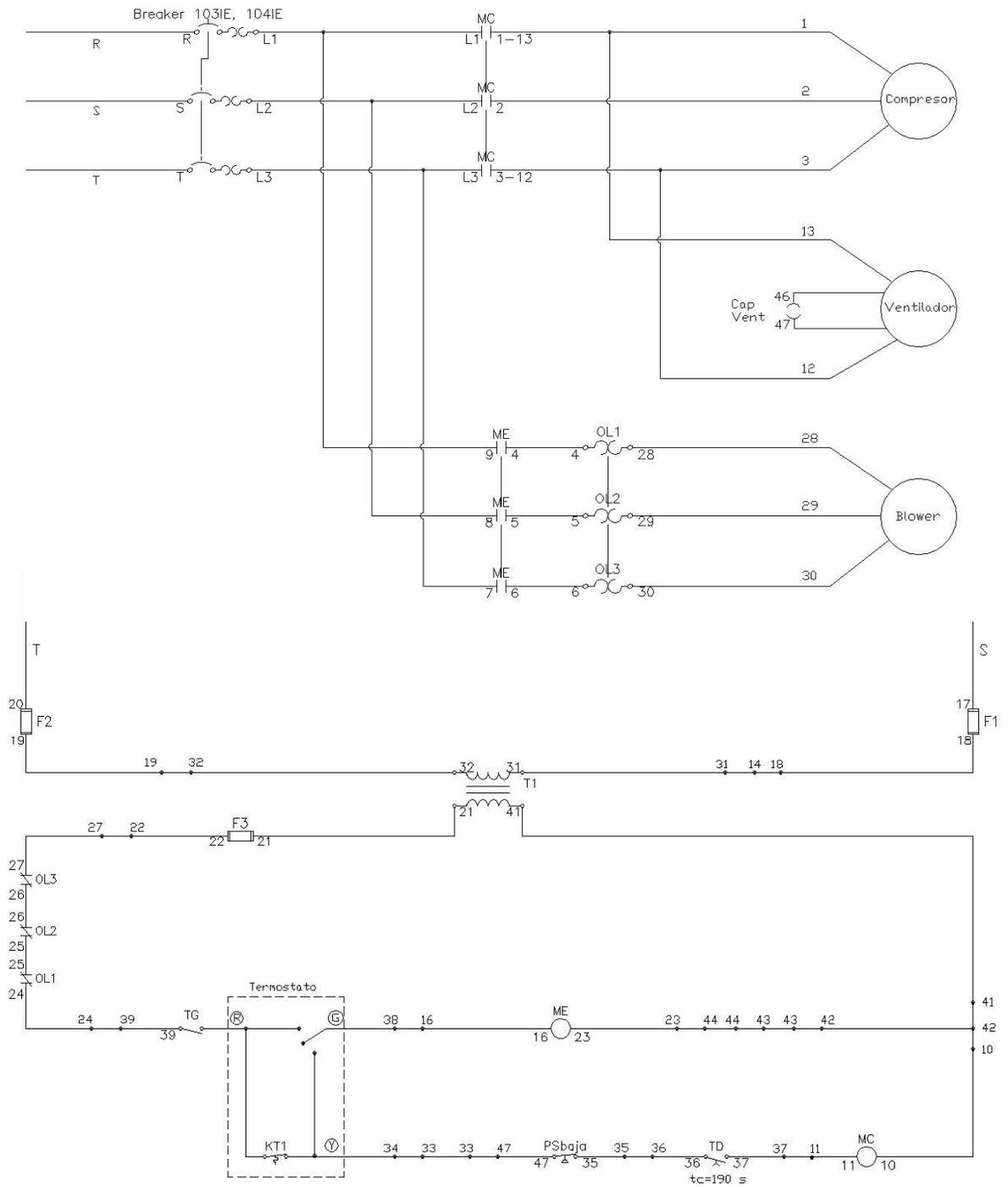
ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-103IE			
MC	Contactador principal (compresor, ventilador)	T1	Transformador 208V/24V
ME	Contactador del motor del blower	F1, F2	Fusibles del circuito de control
OL1,OL2 OL3	Relés de sobrecarga (asociados al Motor del blower)	CapVent	Capacitor del ventilador
E2	Bornera de conexiones	E1	Conduleta
TD	Timmer		

REGISTRO DE CONEXIONES DEL AAC-103IE



Planos eléctricos del accionamiento del AAC-103IE

En la siguiente figura se ilustran los planos correspondientes al circuito de potencia y al circuito de control del AAC-103IE.



AIRE ACONDICIONADO CENTRAL AULA 104 E3T (AULA CARLOS MARIA GOMEZ) (AAC-104IE)

El Aire Acondicionado del Aula 104 de la escuela de Ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones (AAC-104IE), es un aire marca Mc Quay, tipo paquete, cuya placa de características no se encuentra en el equipo.

Las dimensiones del AAC-104IE, son las siguientes 1.75m de largo, 0.8m de ancho y 0.9 m de alto.

El encendido y el apagado del AAC-104IE, se realiza desde el interior del aula, por medio de un interruptor colocado en la misma caja donde se encuentra protegido el termostato del equipo.



El interruptor termomagnético, que brinda seguridad a este equipo es el mismo que brinda protección al AAC-103IE, el cual se encuentra en la pared oriental del edificio de la escuela de Ingeniería eléctrica.

3.6.2 Indicadores de control (luces, medidores)

En el aula 104 y en el AAC-104IE no cuenta con ningún instrumento o indicador luminoso que permita monitorear corriente, la tensión a las cuales opera el equipo.

Elementos del sistema de potencia del AAC-104IE

El sistema de potencia del AAC-104IE, cuenta con los siguientes elementos.

Motores del sistema de potencia del AAC-104IE	
Descripción	Cantidad
compresores	1
ventiladores	1
Motor del blower	1

A continuación se describen las características de cada uno de los motores del sistema de potencia del AAC-104IE.

CARACTERÍSTICAS COMPRESOR AAC-104IE (Compresor)			
Marca	Bristol	modelo	H29A723DBLA
serie	(5)29504014090	Frecuencia	60 Hz
Tipo	Hermético	Numero de fases	3
Voltaje Nominal	208/230 V	Potencia	6 HP
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	Ilegible	Refrigerante	R 22
LRA (Locked Rotor Current) Corriente a Rotor Bloqueado	158 A	Potencia	74000BTU/H

MOTOR BLOWER AAC-104IE (Blower)				
Marca	A. O SMITH	Modelo	312P812	Serie 2G93
Voltaje Nominal	230/460	Núm. de fases	3	RPM 1725
FLA (Full Load Amperes)	5.8/2.9	Frecuencia	60/50 Hz	Potencia 1 ½ hp

MOTOR VENTILADORES AAC-104IE (Ventilador)					
Marca	Dayton	Referencia	K55HJWZ-3093	RPM	1075
Voltaje Nominal	203/220 V	Numero de fases	1	Potencia	1/2 HP
Frecuencia	60 Hz				

Interruptor tripolar Principal (Breaker AAC-104IE)			
marca	General Electric	Tipo	E-11592-C
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	240 VAC
Corriente Nom. Max.	125 A	I.C	10KA

Elementos del sistema de control del AAC-104IE

A continuación se describen los elementos del sistema de control.

CONTACTOR PRINCIPAL AAC-104IE (MC)			
Marca	Furnas	Serie	42CF35JAAK
cantidad en el equipo	1		
Tensión de la bobina	24 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	240 V		50
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	
OBSERVACIONES			
Este contactor realiza maniobras al compresor y al ventilador del AAC.104IE, de manera simultanea			

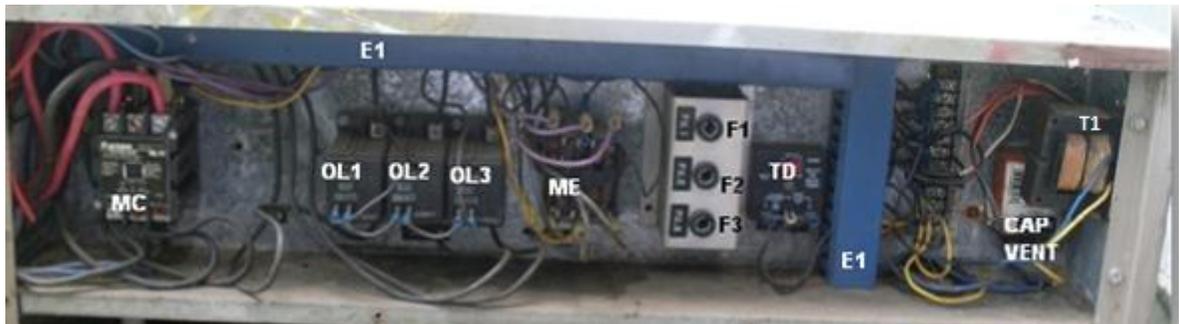
CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER AAC-104IE (ME)			
Marca	Furnas	Modelo	41WB3EAJ
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		24 Vac	
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	240/270		15
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	

Transformador (T1)			
marca	desconocida	modelo	TBO 402424-B51T1
Potencia	40 VA	Frecuencia	50/60 Hz
Tensión primario	208 V	Tensión secundario	24 V

RELÉ DE SOBRECARGA AAC-104IE (OL1, OL2, OL3)			
Marca	Heinemann	Modelo	C-292-F
cantidad en el equipo		3	
Contactos			
NO		NC	
0		1	
Tensión Max de contactos		300 Vac	

Timer (TD)			
Marca	Smart Electric	Modelo	SAM 8
cantidad en el equipo	1		
Tensión máx. de la carga	288 Vac	Tensión Min. de la carga	18 Vac
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	1.8 a 600 s		
OBSERVACIONES			
El contacto de este timer es del tipo on delay La variación del retardo se realiza, por una perilla en el elemento			

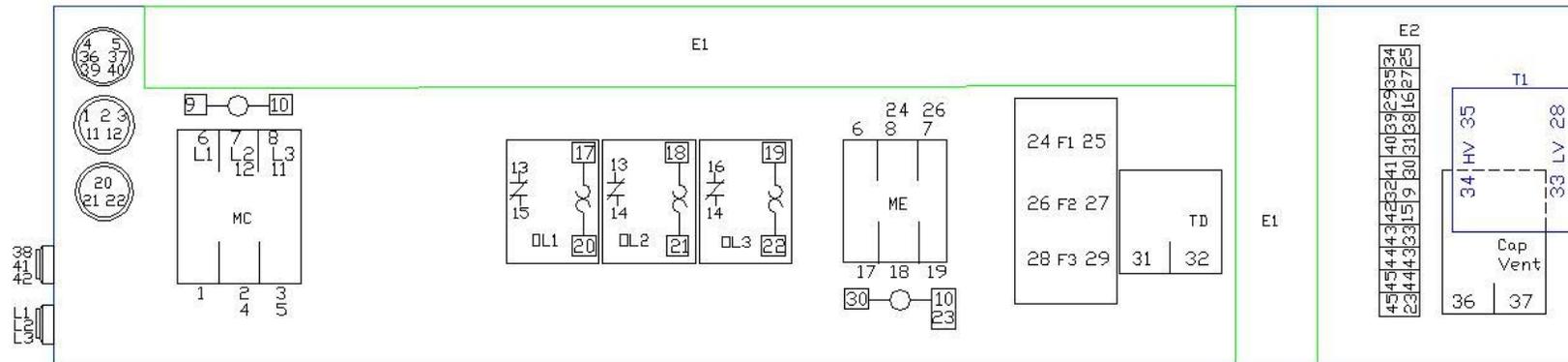
PANEL DE CONTROL DEL AAC-104IE



A continuación se listan los elementos del AAC-104IE

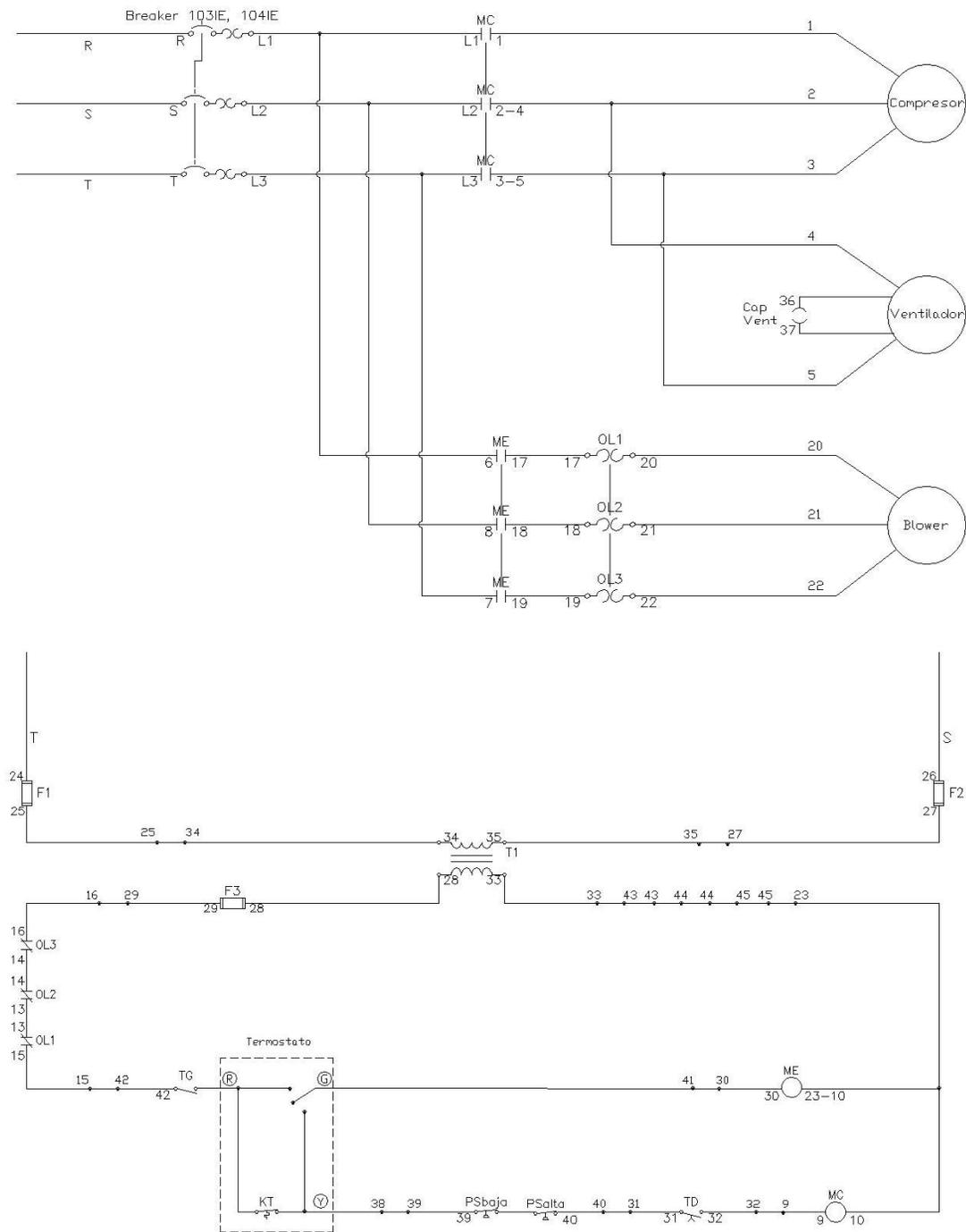
ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-103IE			
E1	Conduleta	E2	Bornera de conexiones
MC	Contactador principal (compresor, ventilador)	OL1, OL2, OL3	Relés de sobrecarga
ME	Contactador del motor del blower	Cap. Vent	Capacitor del ventilador
T1	Transformador 208V/24V	F1, F2, F3	Fusibles del circuito de control
E7	Timmer		

REGISTRO DE CONEXIONES DEL AAC-104IE



Planos eléctricos del accionamiento del AAC-104IE

Los planos eléctricos del circuito de potencia (parte superior) y del circuito de control del AAC-104IE (parte inferior), se encuentra en la siguiente figura.



Levantamiento del sistema eléctrico del aire acondicionado central del auditorio Luis A. Calvo

El Auditorio Luis A. Calvo, es el auditorio mas grande de la universidad industrial de Santander, posee un área aproximada de 1527 m² en su zona de silletería, la capacidad de este escenario es de 989 personas.

Figura Auditorio Luis A. Calvo



3.7.1 Reconocimiento y ubicación del equipo,

El Aire Acondicionado Central del Auditorio Luis A. Calvo (AAC-ALAC), es un aire marca Fedders, del tipo dividido, la manejadora de este equipo se encuentra localizada en el sótano del auditorio, la unidad condensante del AAC-ALAC se ubica en una azotea en la parte sur del auditorio. En la siguiente imagen se observan los sitios donde se ubica la unidad condensante y la manejadora respectivamente.

Fig. ubicación unidad condensante y manejadora del AAC-ALAC



El encendido del equipo, se realiza por medio de una estación de arranque-parada, la cual se encuentra en el sótano del auditorio.



UNIDAD CONDENSANTE DEL AAC-ALAC.

Las dimensiones de la unidad condensante son las siguientes 4,80m de largo, 2 m de ancho y 1,28m de alto, esta unidad alberga los compresores, los ventiladores, el condensador y el sistema de control del equipo.

Fig. unidad condensante del AAC-ALAC



La unidad condensante consta de dos compresores semiherméticos, trifásicos, marca COPELAND.

El AAC-ALAC posee dos placas de características en la unidad condensante, las cuales se muestran a continuación

PLACA 1 UNIDAD CONDENSANTE			
Marca	FEDDERS		
Modelo	CRC070314200CA		
Serie	JR 448189		
Test Pressure			
High side	450	Low side	

PLACA 2 UNIDAD CONDENSADORA								
Frec	60 Hz	N°	Volts	PH	HP	RLA FLA	FLA	RLA
		A	460	3		120.3	283	
Comp motors		B	460	3				
Fan motors		8	460	1		12.0		

Manejadora del AAC-ALAC

La manejadora del AAC-ALAC, es una manejadora marca FEDDERS, modelo CCL51LORFOKDOA DR 01 6516, y con las siguientes dimensiones 3.20 m de largo, 3.35 m de ancho y 1.85 m de alto. La manejadora cuenta con el evaporar, el blower y el motor que permite su funcionamiento.

Indicadores de control (luces, medidores)

El AAC-ALAC posee dos controladores de fases, los cuales se encuentran ubicados en el panel frontal de la unidad condensante. El AAC-ALAC no cuenta con instrumentos de medición que permitan conocer la corriente, la tensión desde un sitio cercano a los encargados del equipo.

El ACC-ALAC no posee indicadores luminosos que permitan ver el momento del accionamiento de cada uno de los motores del sistema de potencia del equipo.

Identificación del sistema de potencia.

El equipo de AAC-ALAC, está diseñado para funcionar con 11 motores, de los cuales solo posee 9 y se encuentran distribuidos de la siguiente manera.

Motores del sistema de potencia del AAC-ALAC	
Descripción	Cantidad
compresores	2
ventiladores	6
Motor del blower	1

Fuente. Autores

A continuación se presentan las características de cada uno de los motores de los anteriores grupos

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES (Comp 1, Comp 2)			
COMPRESOR 1			
Marca	Copeland	modelo	6RK2-3500-TSK-200
serie	EK 10C01890R	Potencia	381 000 BTUH
Tipo	Semihermético	Número de fases	3
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	67,1 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	283 A	Voltaje Nominal	208/230 V; 460 V
OBSERVACIONES			
Este compresor es el que se encuentra mas alejado del frente del equipo			

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES (Comp 1, Comp 2)			
COMPRESOR 2			
Marca	Copeland	modelo	6DH3-R35M0-TSK-200
serie	EK 10D00611R	Potencia	350 000 BTUH
Tipo	Semihermético	Número de fases	3
RLA (Rated Load Amperes) corriente máxima de operación	62,2 A	Refrigerante	R22
LRA (LockedRotorCurrent) Corriente a Rotor Bloqueado	283 A	Voltaje Nominal	460 V
OBSERVACIONES			
Este compresor es el que se encuentra mas cercano del frente del equipo La conexión actual permite una alimentación de 460 V			

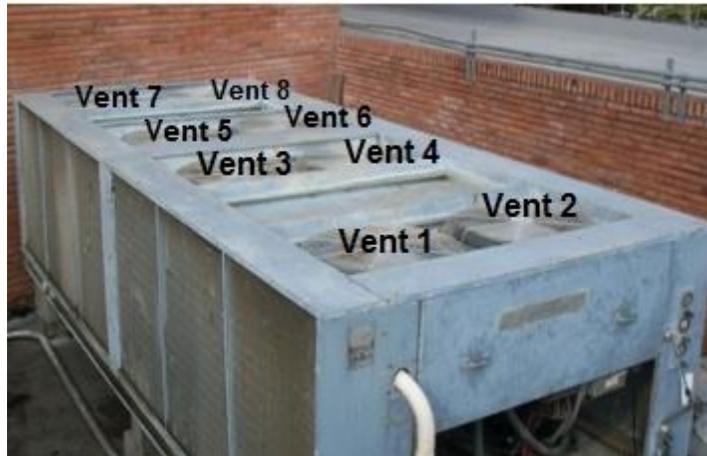
MOTOR BLOWER EVAPORAR (Blower)					
Marca	Century Electric Co.	Modelo	SC-286U-FCA 9-003583-00		
Voltaje Nominal	208-220/440 V	Núm. de fases	3	RPM	1730
FLA (Full Load Amperes) Corriente Nom. a plena carga	53-50/25 A	Frecuencia	60 Hz	Potencia	20 HP
Factor de servicio	1,15	Clase	F		

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE 3, 2⁸					
Marca	Emerson	Modelo	K55HXTDR-8455	RPM	1075
Voltaje Nominal	460 V	Número de fases	1	Potencia	3/4 HP
FLA	2 A	Frecuencia	60 Hz		

VENTILADORES DE LA UNIDAD CONDENSANTE 1, 4, 5, 7, 8¹					
Marca	Emerson	Modelo	K63ZZCFJ-2823	RPM	1075
Voltaje Nominal	400/460 V	Número de fases	1	Potencia	1 HP
FLA	2,3 A	Frecuencia	50/60 Hz		

⁸ El ventilador 6 no se encuentra instalado

A continuación se observa la ubicación de los ventiladores del AAC-ALAC



Interrupor Tripolar unidad condensante (Breaker Unidad Condensante)			
Marca	Terasaki Electric	Tipo	TO-225CA
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	500Vac 250 Vdc
Corriente Nom. Max.	175 A	I.C	10 kA

Interrupor Tripolar motor del blower (Breaker ME)			
Marca	General Electric	Tipo	TED 134030
Cantidad en el equipo	1	Tensión Max	480 Vac
Corriente Nom. Max.	30 A	I.C	14 kA

Interrupores Monopolar Ventiladores (Break Vent)			
Marca	Me Chint	Tipo	NB1- 63
Cantidad en el equipo	3	Tensión Max	277 Vac
Corriente Nom. Max.	No posee	I.C	5 kA

Elementos del sistema de control

El sistema de control del AAC-ALAC se encuentra dividido físicamente en dos lugares distintos (cuarto donde está la manejadora y panel frontal del equipo).

Los elementos que se encuentran en gabinete ubicado en el sótano, son los siguientes.

CONTACTOR DEL MOTOR DEL BLOWER (ME)			
Marca	Telemecanique	Modelo	LC1 D 403
cantidad en el equipo		1	
Tensión de la bobina		440 V	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		660 V	60 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
2		2	

RELE DE SOBRECARGA (OL_ME)			
Marca	BBC CEM	Modelo	T85
cantidad en el equipo		1	
Contactos Principales			
Cantidad		Tensión contactos	FLA
3		600 V	70 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
0		0	

Transformador (T1)			
marca		Modelo	
Potencia		Frecuencia	
Tensión primario	440 V	Tensión secundario	120 V
Observaciones			
<ul style="list-style-type: none"> • La placa de características de este transformador, no pudo ser leída debido a que se encuentra dentro del Tablero de distribución ubicado en el sótano del Auditorio Luis A Calvo. • La información de tensiones se obtuvo debido a la relación de transformación. 			

Los elementos que se encuentran ubicados en el panel frontal de la unidad condensante, son los siguientes.

CONTACTORES DE LOS COMPRESORES (MC1, MC2)			
Marca	Airtemp	Serie	9560H1596A
cantidad en el equipo	2		
Tensión de la bobina	120 Vac		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	600 V		90 A
Contactos Auxiliares (Incluidos)			
NO		NC	
1		1	
Contactos Auxiliares (adicionados)			
NO		NC	
0		0	

CONTACTOR DE LOS VENTILADORES (MCV1, MCV45, MCV3, MCV78)				
Marca	Essex	Modelo	143-A3B2	Serie 3661134
cantidad en el equipo	4			
Tensión de la bobina	120 Vac			
Contactos Principales				
Cantidad	Tensión contactos		FLA	
3	600 V		10 A	
Contactos Auxiliares (Incluidos)				
NO	NC			
0	0			
Contactos Auxiliares (adicionados)				
NO	NC			
0	0			

TERMICOS DE COMPRESORES (OL_C1, OL_C2)			
Marca	Airtemp	Modelo	C8306N1
cantidad en el equipo	2		
Contactos Principales			
Cantidad	Tensión contactos		FLA
3	600 V		100 A

RELÉ DE CONTROL (CR5, CR6)			
Marca	No posee	Modelo	3610474
serie	84-20203-3010	Tensión contactos	250 V
cantidad en el equipo	2		
Tensión de la bobina	120 vac		
Contactos			
NO	NC		
2	2		

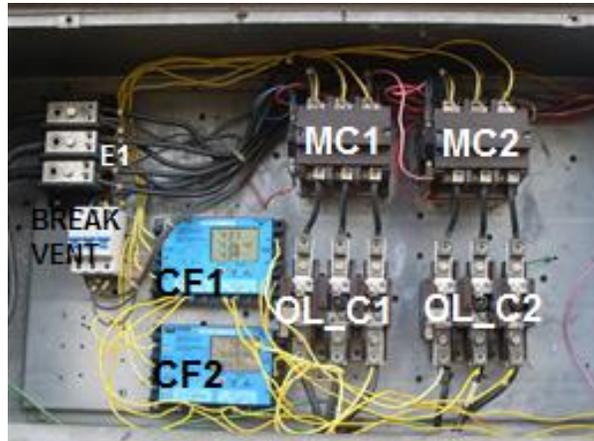
RELÉ DE CONTROL (CR1, CR2, CR3, CR4)			
Marca	No posee	Modelo	No posee
serie	No posee	Tensión contactos	250 V
cantidad en el equipo		2	
Tensión de la bobina		120 V	
Contactos			
NO		NC	
2		2	

CONTROL DE FASE (CF1, CF2)		
Marca	Wagner	Serie DTP-3
cantidad en el equipo		2
Cronometro de respuesta		0,1 a 20 segundos
Cronometro de reencendido		0 a 720 segundos
Cronometro de retardo		0 a 30 segundos
Visualización del voltímetro	Desde 90 V hasta 600 V Visualiza simultáneamente las tensiones V_{RS} , V_{ST} Y V_{TR}	
Características de la salida de relés		
Corriente		Tensión
10 A		250 Vac
Tensión de la entrada de control		250 Vac

TIMER (TD1, TD2, TD3)			
Marca	SSAC	Modelo	TS141380 17-30-00240-004
cantidad en el equipo		3	
Tensión máx. de la carga		120 Vac	
Contactos			
NO		NC	
1		0	
Tiempo de retardo	No especificado		
OBSERVACIONES			
El contacto de este timer es del tipo on delay			

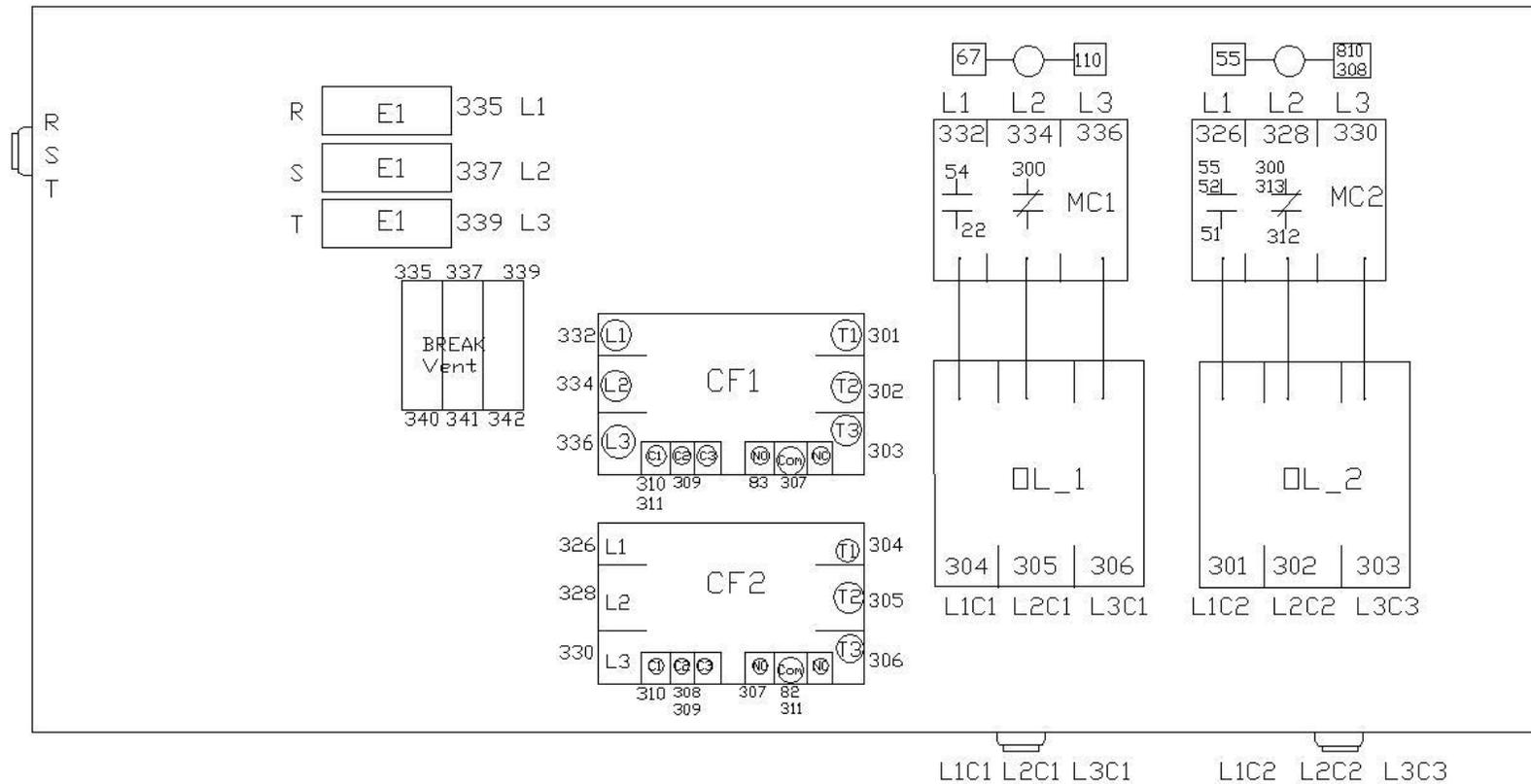
Panel de control del AAC-ALAC (Lado Izquierdo)

En esta parte del panel frontal, se encuentra ubicada la mayor parte de los controladores del sistema de potencia del AAC-ALAC



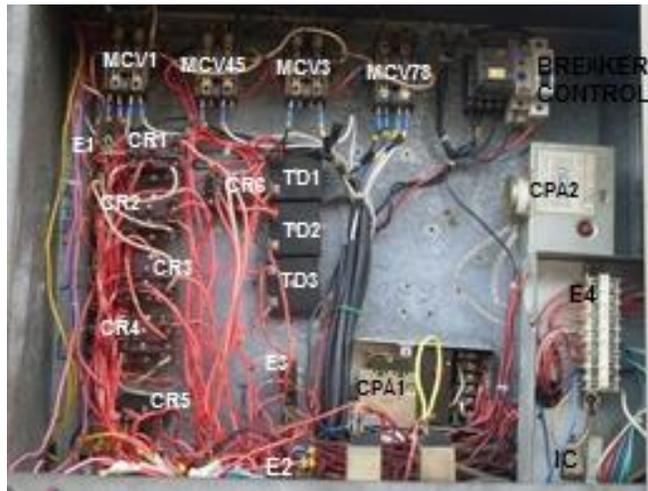
ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-103IE			
E1	Conectores de la acometida	CF1 CF2	Controladores de fases
MC1	Contactador compresor 1	OL_C1, OL_C2,	Protección contra sobrecarga
MC2	Contactador compresor 2	Break Vent	Interruptores termomagnéticos circuito de potencia de los ventiladores

DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-ALAC (LADO IZQUIERDO)



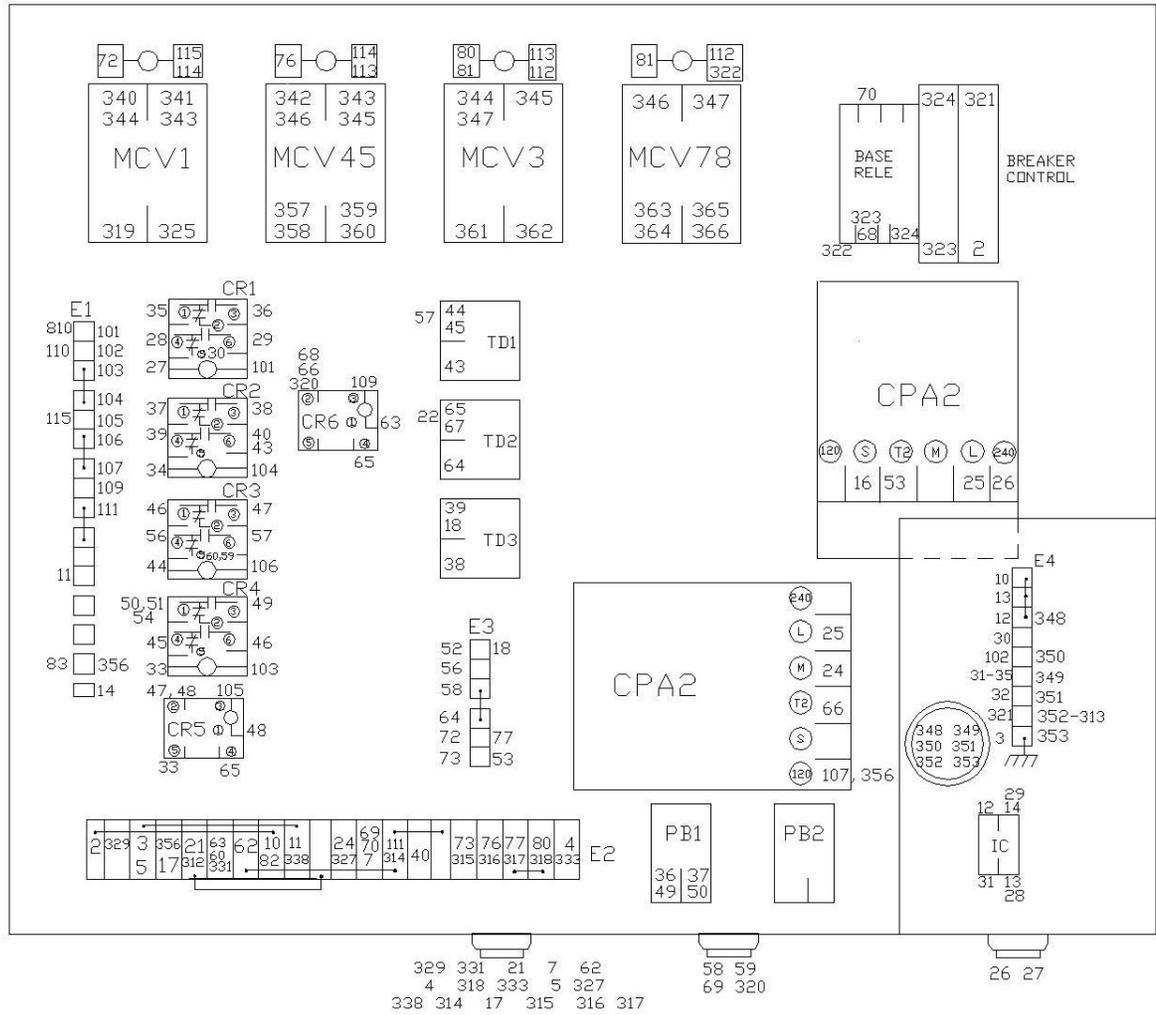
Panel de control del AAC-ALAC (Lado Derecho)

A continuación se observa el lado derecho del panel de control de la unidad condensante, en este lugar se ubican los elementos del circuito de control del AAC-ALAC y los contactores asociados a los ventiladores del equipo.



ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-103IE			
E1, E2,E3,E4	Borneras de conexiones	Breaker control	Interruptor termomagnético del circuito de control
CR1, CR2, CR3,CR4 ,CR5,CR6	Reles de control	IC	Interruptor del circuito de control
CPA1 CPA2	Control de la presión del aceite	MCV1	Contactador ventilador 1
MCV45	Contactador ventiladores 4 y 5	MCV3	Contactador ventilador 3
MCV78	Contactador ventiladores 7 y 8		

Diagrama de conexiones del panel de control del AAC-ALAC (lado derecho)

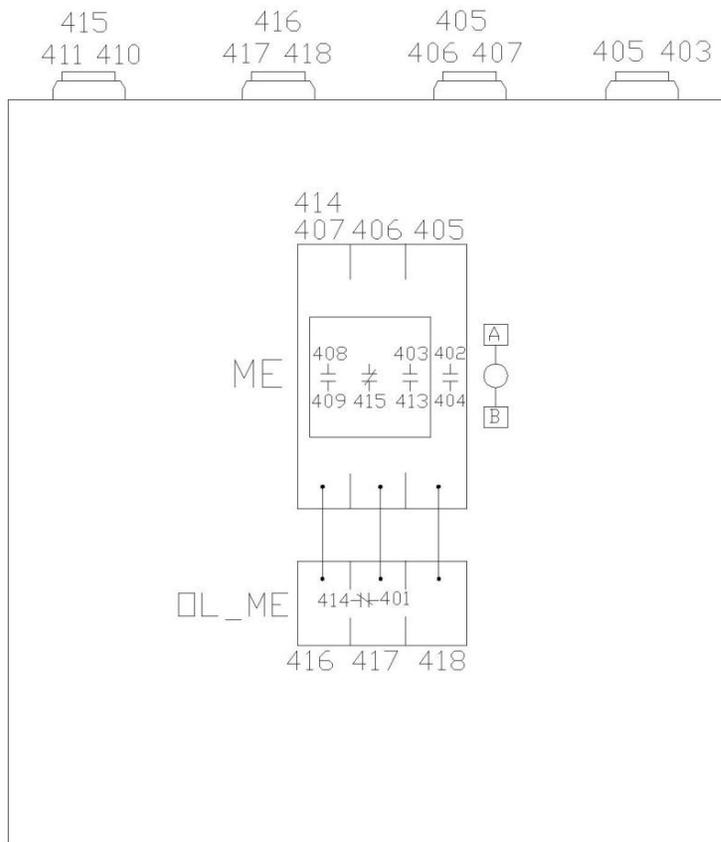


Estación Arranque-Parada del AAC-ALAC

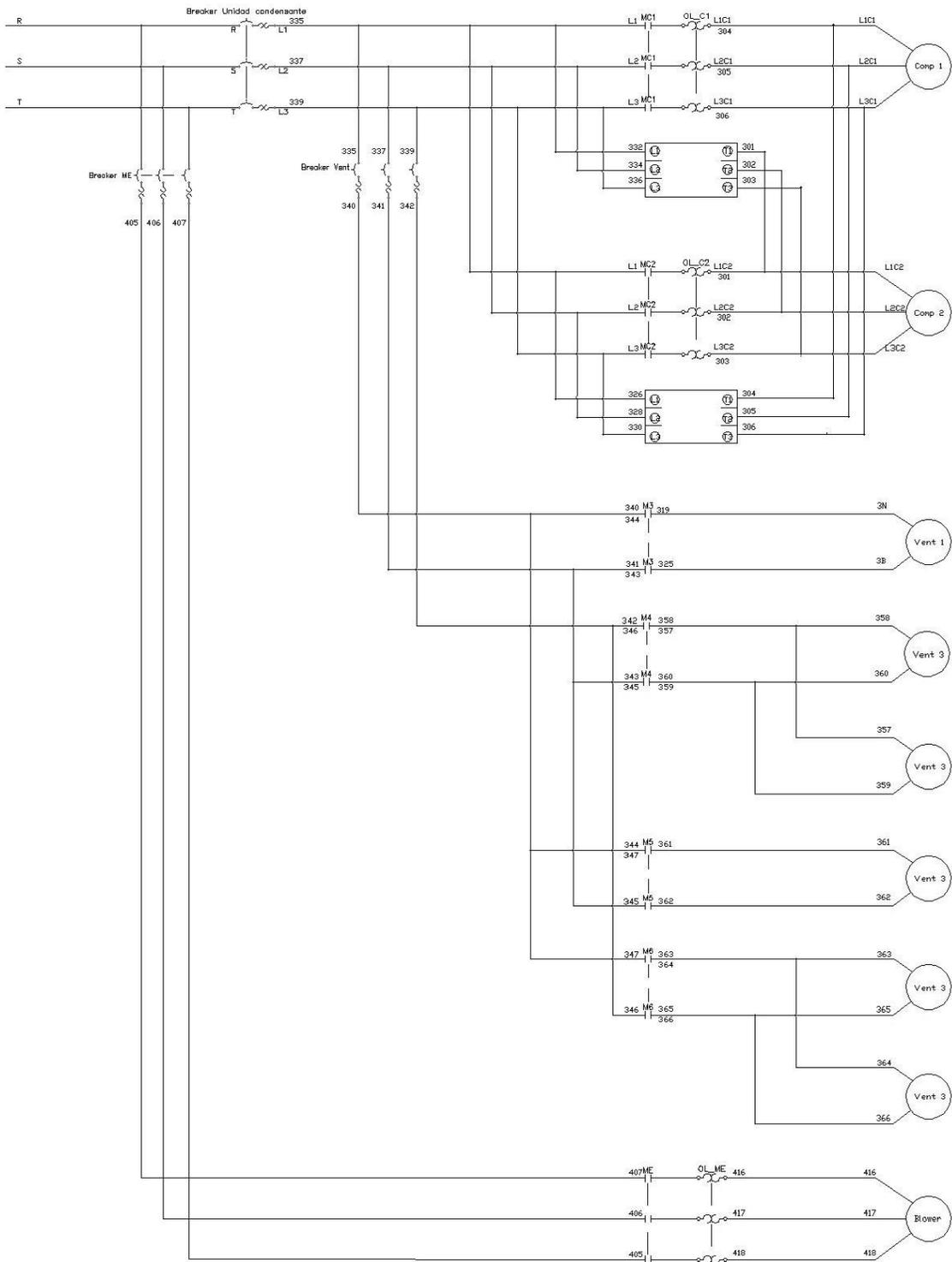


ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL DEL AAC-ALAC			
ME	Contactor del motor del blower	OL_ME	Rele de sobrecarga del motor del blower

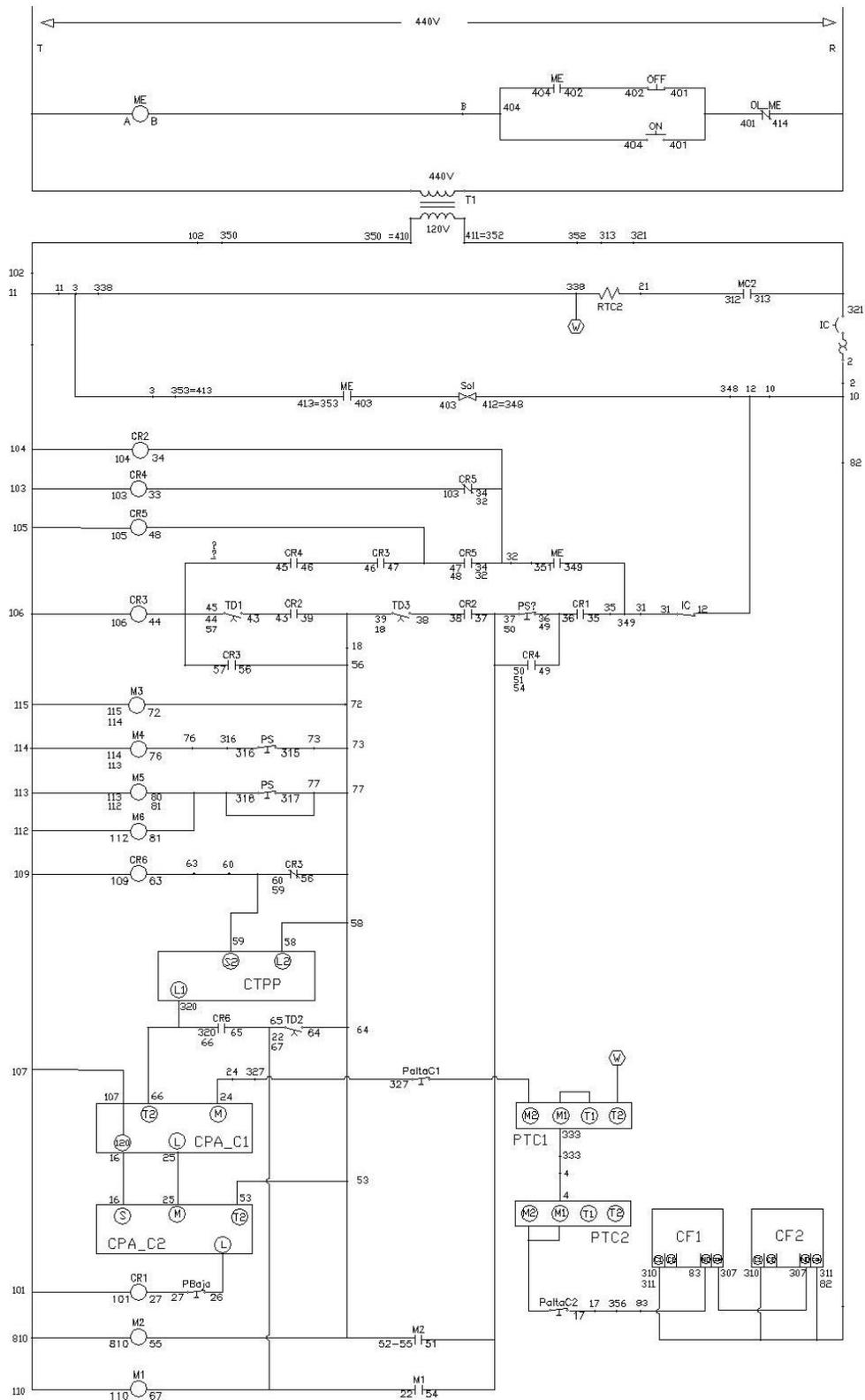
Diagrama de conexiones de la estación arranque-parada del AAC-ALAC



Plano eléctrico del sistema de potencia del AAC-ALAC



Plano eléctrico del sistema de control del AAC-ALAC



Programa de mantenimiento

El mantenimiento de equipos, ha presentado un gran avance, destacando de esto lo que hoy se conoce como el programa de mantenimiento.

Los AAC-UIS son equipos de refrigeración de gran potencia, los cuales son muy costosos y de igual forma lo es el mantenimiento correctivo de algunos de sus elementos, como es el caso de compresores y demás motores de los equipos, por lo cual establecer un programa de mantenimiento puede disminuir este tipo de costos por reparaciones, esto si se establece un adecuado mantenimiento preventivo.

Mantenimiento preventivo

Con el objetivo de disminuir costos por reparaciones, es recomendable la implementación de mantenimientos preventivos (MP) en los AAC-UIS, debido a que la implementación de un MP permite disminuir las fallas debido a falta de limpieza, o ajuste en los equipos.

Los AAC-UIS son equipos de refrigeración que presentan diferentes características entre ellos, por lo cual no se estipula cada cuanto se repetirá el mantenimiento preventivo, este se debe establecer para cada AAC-UIS.

A continuación se presentan, algunas pautas a seguir en el MP de cada una de las partes de los AAC-UIS.

ELEMENTOS Y CONDICIONES A EXAMINAR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS AAC-UIS	
Mantenimiento preventivo de los compresores.	Mantenimiento preventivo del sistemas de Refrigeración
Registro de presiones de succión y descarga. Inspección del nivel de aceite, recargar si hay necesidad. Revisar el funcionamiento de las resistencias del carter Observar si existe fuga de aceite. Ajuste de tornillos de soporte. Limpieza exterior. Analizar condiciones de funcionamiento (Ruidos, vibraciones, temperatura). Registrar el voltaje del compresor. Registrar la corriente del compresor	Examinar si existe fuga de refrigerante en las líneas, válvulas u otro. Control de carga refrigerante (revisión por medio del visor de liquido) Revisión de presostatos (calibrar cuando sea necesario) Inspección de válvulas solenoides. Revisar termostatos (ajustar si es necesario).

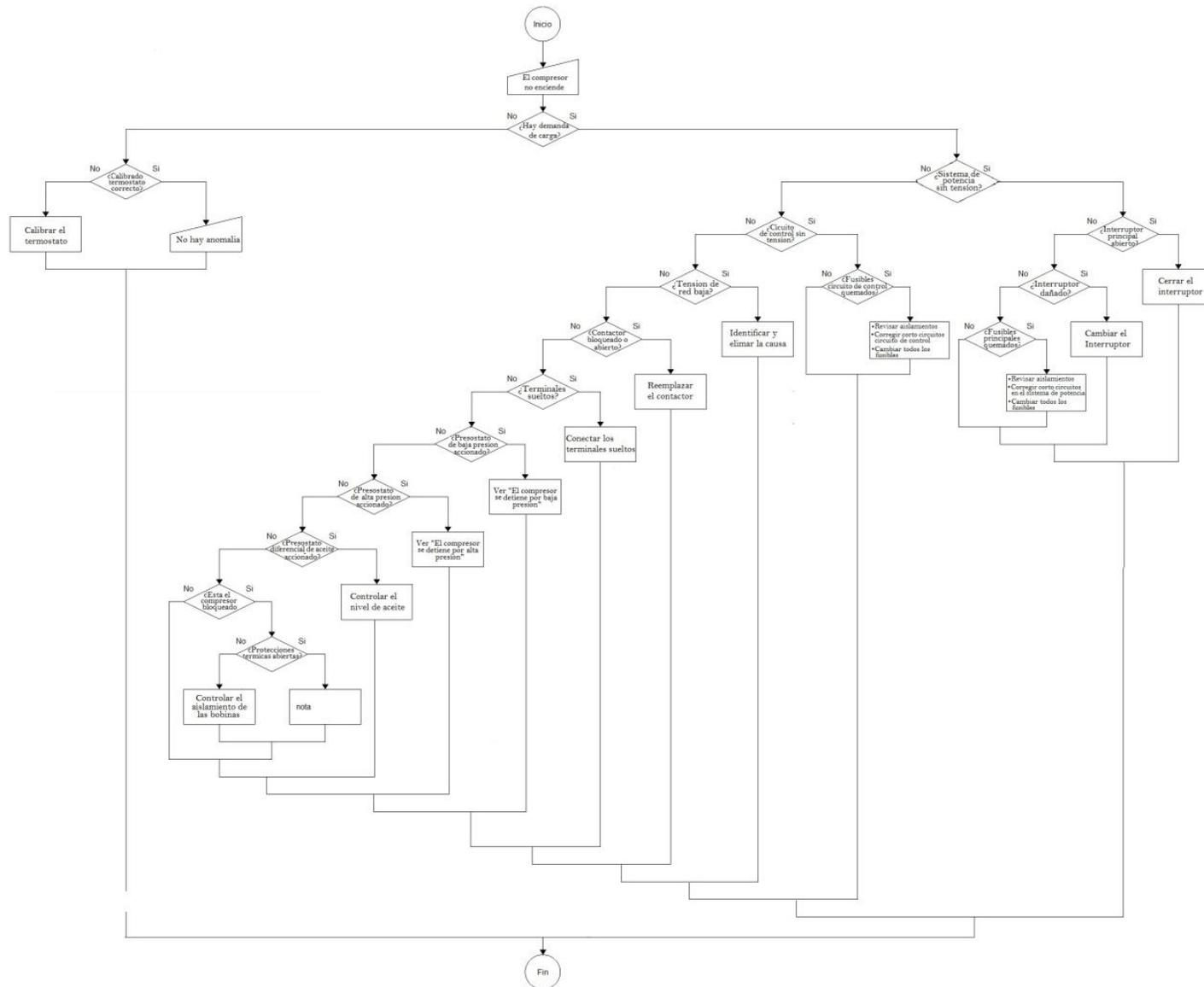
Mantenimiento preventivo Tablero Eléctrico	Mantenimiento preventivo del condensador.
Limpieza de los elementos. Revisión de interruptores. Inspección de contactores. Revisión de relés. Revisar las condiciones de los conductores y su aislamiento. Verificar las conexiones. Cambiar la cinta aislante de empalmes cuando sea necesario. Revisar la conexión a tierra.	Revisar las condiciones físicas del serpentín Limpieza del serpentín. Inspección del ventilador y su motor eléctrico. Examinar si hay fuga. Ajustar los tornillos de soportes
Mantenimiento preventivo de los motores eléctricos.	Mantenimiento preventivo del evaporador.
Probar aislamiento. Registrar el voltaje del motor. Registrar la corriente del motor Analizar condiciones de funcionamiento (Ruidos, vibraciones, temperatura). Revisar los rodamientos del motor (engrasar o lubricar si es necesario) Ajustar los tornillos de soportes Limpiar e inspeccionar las condiciones de la bornera de conexiones	Revisar las condiciones físicas del serpentín Limpieza del serpentín. Inspección de la válvula de expansión. Inspección del blower y su motor eléctrico. Examinar si posee fugas.

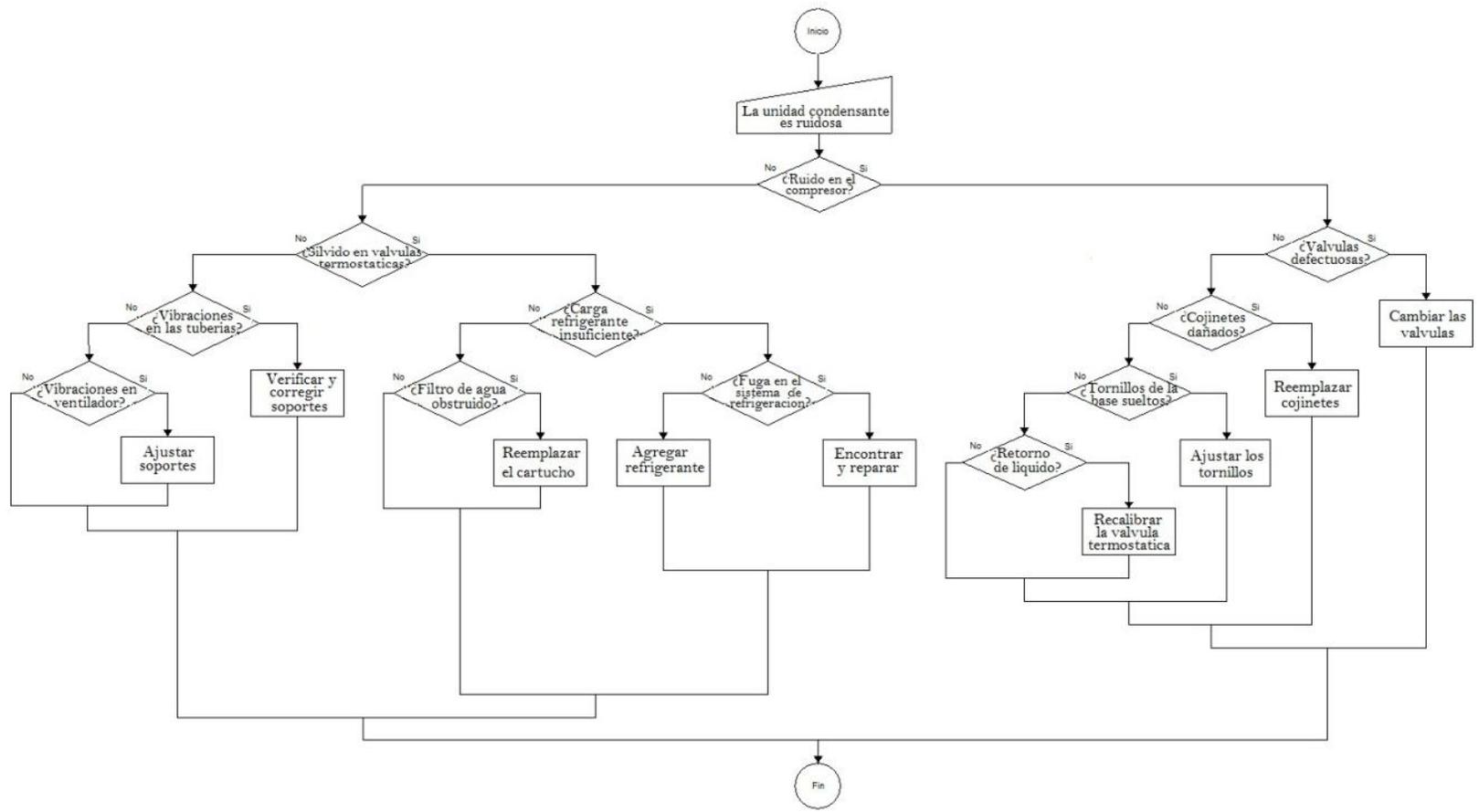
Mantenimiento correctivo.

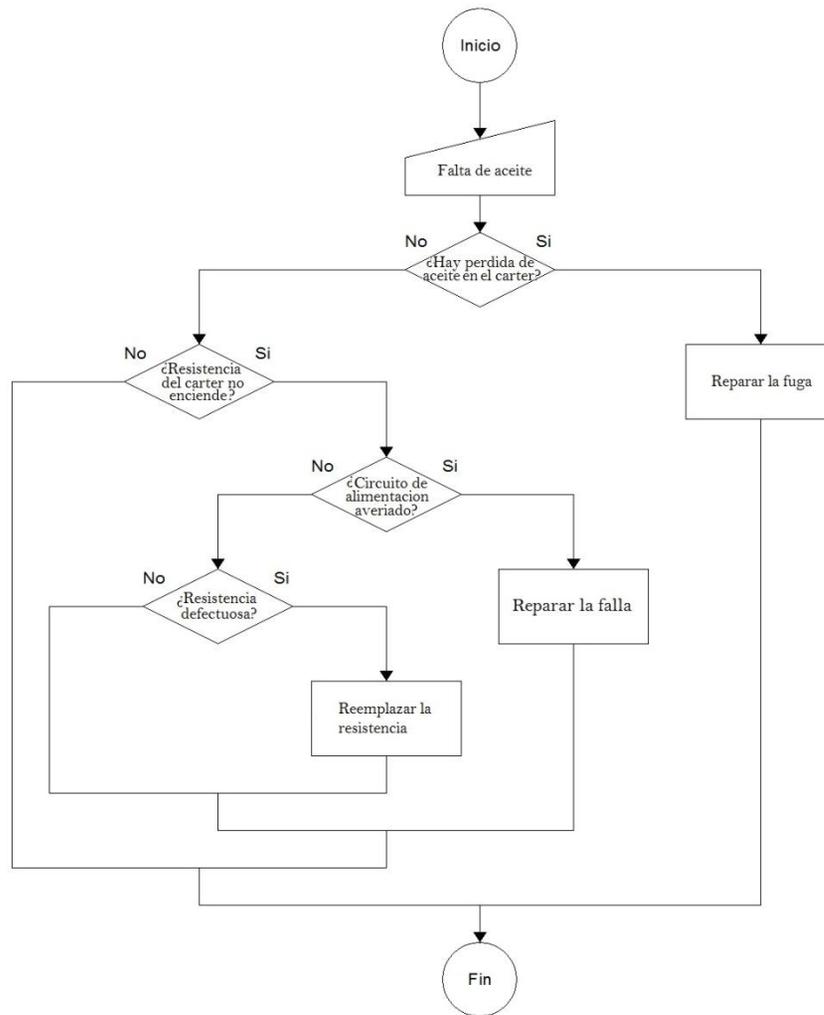
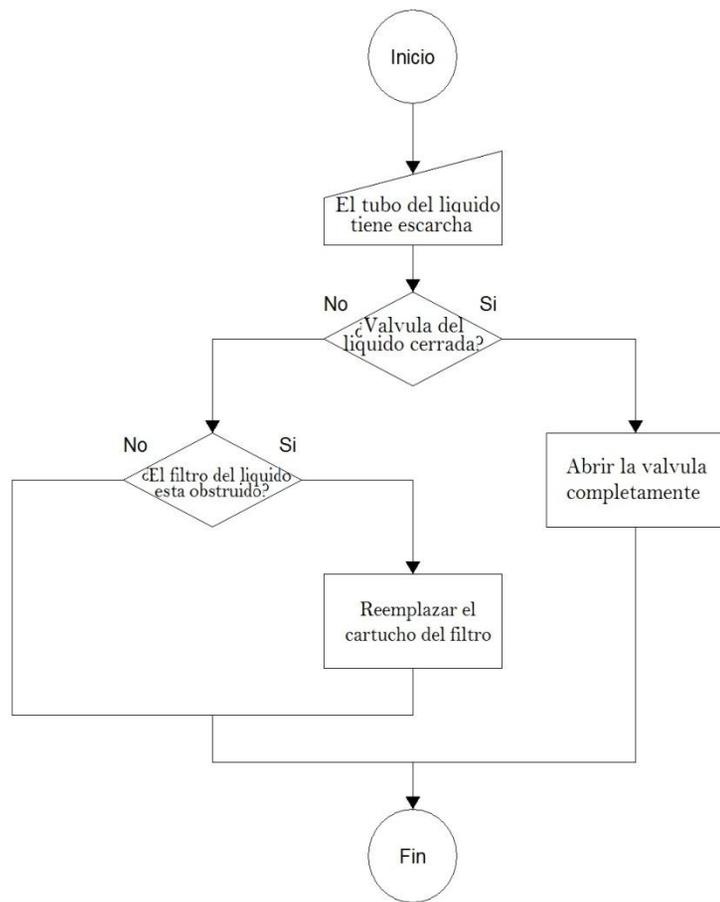
Este es el tipo de mantenimiento al cual no se desea llegar, debido a que en la mayoría de los casos implica una detención del equipo y un reemplazo de elementos del AAC-UIS, situación que causa discomfort y en ocasiones elevados costos por reparaciones, pero es cierto que este tipo de situaciones en algún momento sucederán, por lo cual seguidamente se presentan algunas de las principales fallas que presentan los sistemas de refrigeración y algunas pautas para su posible solución.

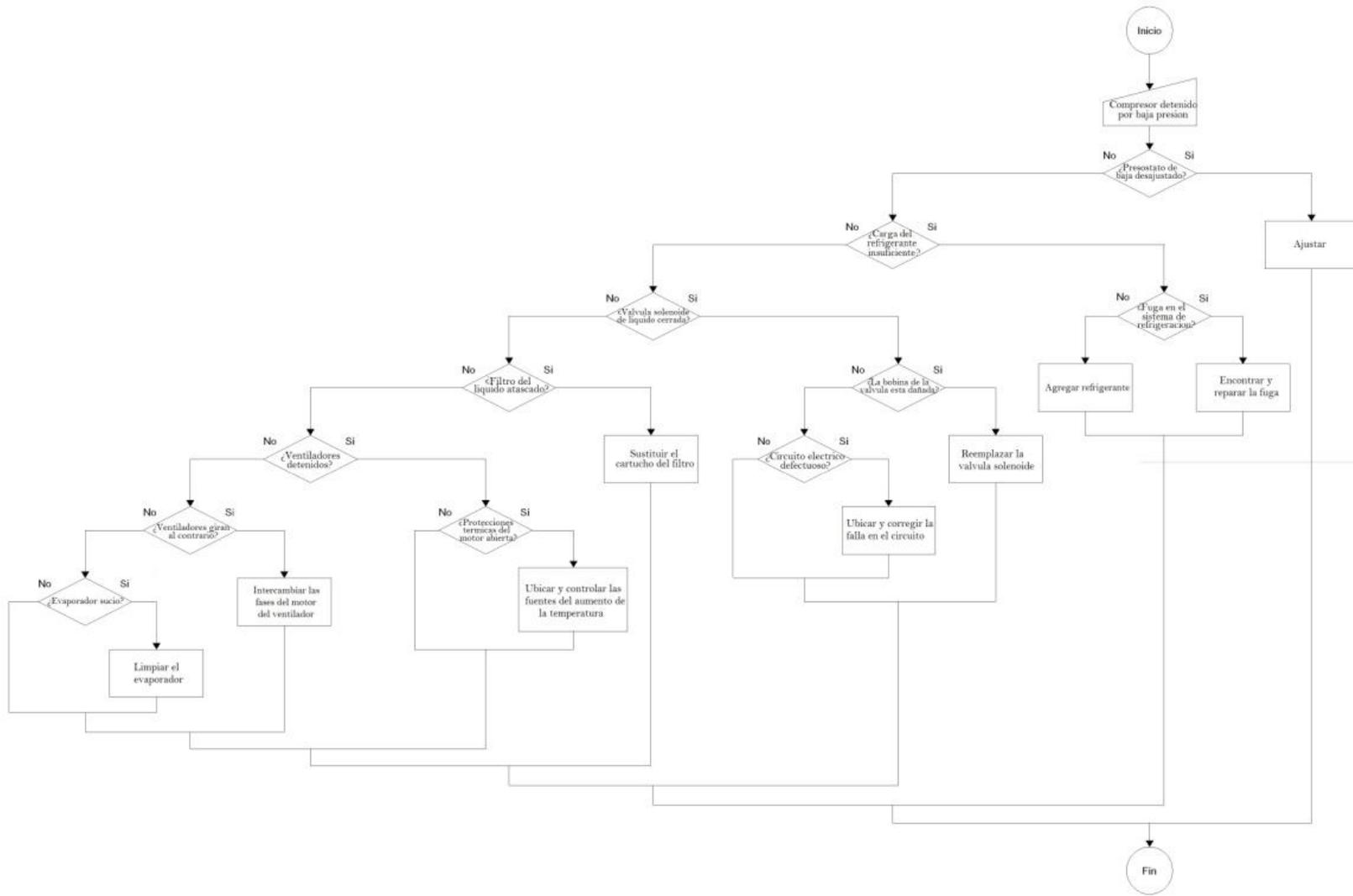
El mantenimiento correctivo, consiste en la reparación o reemplazo de un elemento del equipo, con el fin de que este pueda volver a operar correctamente.

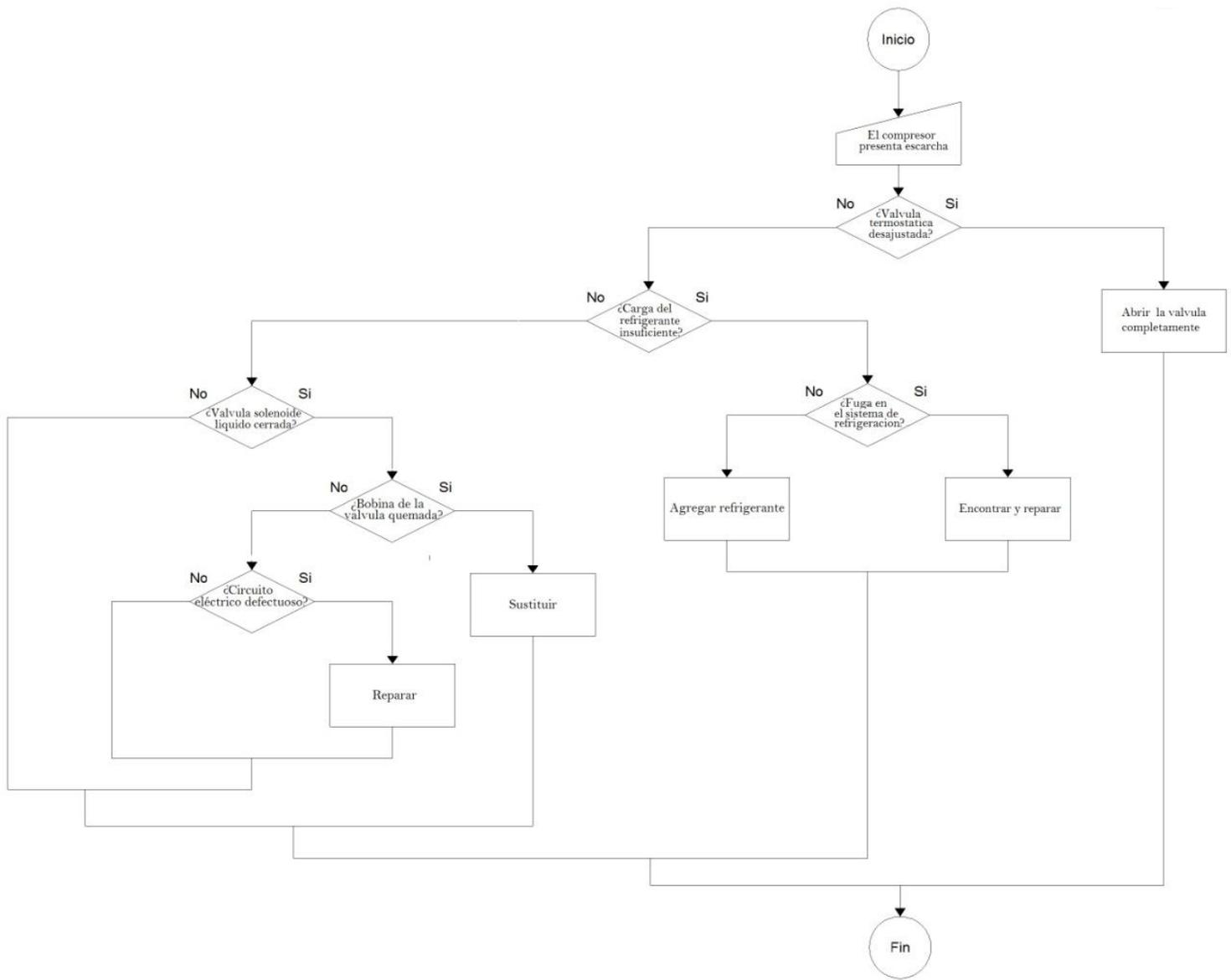
A continuación se describen las posibles soluciones a algunas fallas comunes en de los sistemas de refrigeración.

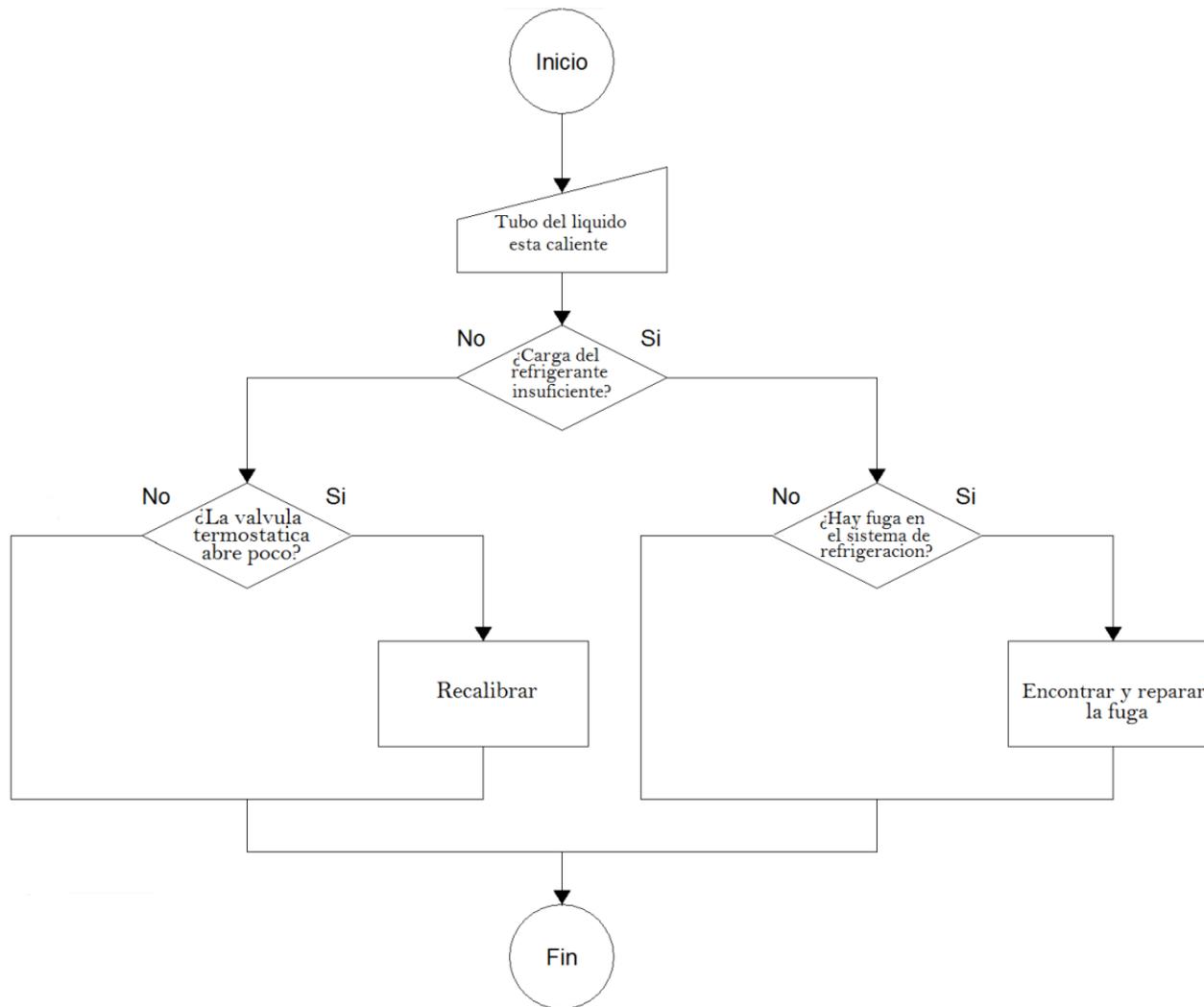


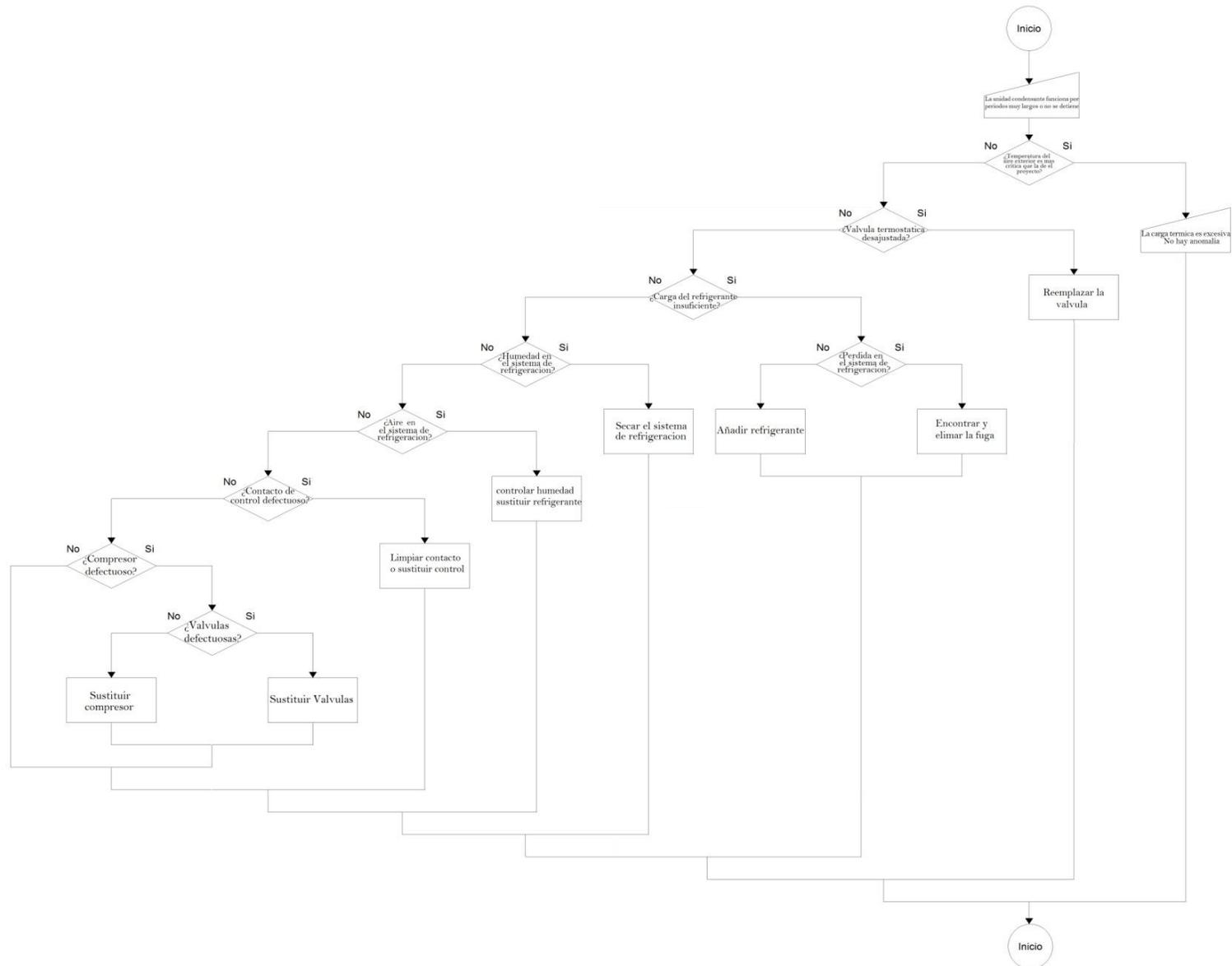












Medidas de seguridad para los trabajadores durante el mantenimiento de los AAC-UIS

Las siguientes recomendaciones se hacen extensivas a las personas encargadas del mantenimiento del AAC-UIS y aquellas personas que se encuentren cerca del mismo, como puede ser el caso de operadores y en algunos casos la persona encargada de supervisar el mantenimiento.

La más importante de las recomendaciones es que los trabajos de mantenimientos de los AAC-UIS y cualquier otro equipo, sean siempre realizados por los técnicos autorizados y que estos asuman con responsabilidad su trabajo, para lo cual a continuación se encuentran algunas recomendaciones.

Al acercarse o trabajar en el equipo, deben tomarse las siguientes precauciones:

- Utilizar la vestimenta adecuada y no llevar accesorios que puedan enredarse en los elementos del aire.
- Cuando se realicen trabajos con soldadura, aire comprimido o mediciones eléctricas, se deben utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP), como son guantes, gafas, botas, entre otros.
- Cuando las condiciones lo exijan, se debe usar protección auditiva.
- Antes de desmontar, filtros, válvulas u otros elementos de las líneas del sistema de refrigeración, se debe equilibrar la presión a la presión atmosférica.
- En caso de pérdida de presión, debido a fugas en las líneas, no deben usarse las manos para controlar la fuga.
- Antes de cerrar el aire hay que cerciorarse de haber retirado elementos como cables, herramientas o cualquier otro objeto.
- Utilizar los instrumentos y herramientas adecuadas para cada caso, y conocer las instrucciones de estos instrumentos y herramientas.
- No conservar líquidos inflamables cerca de la unidad.
- Tener próximo a la máquina un extintor apto para apagar incendios sobre aparatos eléctricos.
- Ejecutar las soldaduras en las tuberías vacías; no acercarse a llamas u otras fuentes de calor a las tuberías que contienen fluido refrigerante.
- No doblar o golpear las tuberías que contienen fluidos a presión.

Recomendaciones para trabajos en el panel de control

- Antes de abrir el panel de control, se debe desenergizar el equipo desde el interruptor principal.
- Utilizar las herramientas, los instrumentos de medición y los elementos de protección personal adecuados.
- Si el equipo debió ser desconectado, antes de energizar nuevamente, se debe tener en cuenta.

La correcta conexión del equipo a la red eléctrica.

La correcta conexión a tierra del equipo.

Garantizar que no existe presencia de elementos extraños en el equipo.

- Revisar las condiciones de los conductores (especialmente el estado de su aislamiento), se deben cambiar aquellos conductores que se observen deteriorados.
- Nunca se deben realizar conexiones con conductores inadecuados, es decir de longitud inadecuada, capacidad de corriente inferior a la que circulará por él.

PRECAUCIONES A OBSERVAR DURANTE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de los AAC-UIS, en algunas ocasiones puede alcanzar a tener un alto grado de peligrosidad, debido a que estos equipos funcionan con tensiones superiores a los 200 Volts y algunos de estos equipos presentan un consumo de corriente de hasta 90 Amperes. Por lo cual el trabajador debe tomar una serie de medidas preventivas, pero además de esto debe tomar precauciones en el medio, por lo cual antes de comenzar el mantenimiento, se debe:

- El grupo que realizara el mantenimiento debe ser mínimo dos personas, con el fin de en caso de accidente socorrer a su compañero.
- Usar los adecuados elementos de protección (casco, zapatos, guantes aislantes, gafas protectoras y demás)
- Desenergizar el AAC-UIS por medio del interruptor principal.
- Colocar un aviso sobre el interruptor general con la leyenda "NO MANIPULAR, MANTENIMIENTO EN PROCESO"
- Colocar un aviso en el sitio del encendido del equipo, con la siguiente leyenda "NO ENCENDER, MANTENIMIENTO EN PROCESO"
- Garantizar que el encendido del equipo no pueda ser accionado.
- Cuando sea necesario trabajar con el equipo encendido, se deben tener en cuenta.

Mantener abierto el panel de control el menor tiempo posible.

Si el equipo se encuentra a la intemperie, el trabajo no se puede realizar en condiciones peligrosas, como es el caso de la lluvia.

- No derramar líquidos del equipo en las zonas cercanas, puede ser causa de accidentes
- Cuando se reemplacen elementos electrónicos, se deben utilizar elementos como guantes o brazaletes antiestáticos.
- Si es necesaria la sustitución de elementos pesados, como son compresores, evaporadores, condensadores, motores u otros. Se debe asegurar que las herramientas para levantar estos elementos soporten el peso de los mismos.

Registro de información de mantenimiento.

Con el propósito de obtener un registro de la cantidad, frecuencia y tipos de fallas, se implementara la documentación de los mantenimientos realizados, para lo cual se debe diligenciar el "Formato de Mantenimiento de Aires Acondicionados Centrales de la Universidad Industrial de Santander".

FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO EN AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES DE LA UIS (AAC-UIS)						Versión 1.0 Núm.
Equipo		Ubicación o Dependencia				
Fecha solicitud		Fecha atención				
Nombre de quien solicita el mantenimiento						
Información Técnicos						
Técnico 1		Empresa o Dependencia				
Técnico 2		Empresa o Dependencia				
Técnico 3		Empresa o Dependencia				
Técnico 4		Empresa o Dependencia				
Información del AAC-UIS						
Marca		Modelo		Serie		Inventario
Información del Mantenimiento						
Tipo de Mantenimiento		Preventivo			Correctivo	
Descripción de la Falla 1						
Duración del mantenimiento Falla 1						
Descripción del mantenimiento realizado						
Descripción de la Falla 2						
Duración del mantenimiento Falla 2						
Descripción del mantenimiento realizado						

BIBLIOGRAFIA

Embraco, Coling solution;

GELVEZ, Julio Accionamientos eléctricos. Control electromecánico. Bucaramanga Colombia; 1994;

MC INTYRE; Electric motor control fundamentals; Third Edition; Mc Graw Hill; New York, USA.

RHEEM, Instalación, funcionamiento y mantenimiento, enfriadoras aire/agua. series chilo r1mc / r1mh y r2ec / r2eh

TORRADO, Luis J y VANEGAS, Ricardo; Actualización de los planos eléctricos correspondientes a los aires acondicionados centrales de gran potencia de la Universidad Industrial de Santander; trabajo de grado Ingeniero electricista, Facultad físico mecánica, Universidad Industrial de Santander, 2011.