

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



DISEÑO DE CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (CCM)
PARA LA “ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS” Y
“ZONA 400 - ENSACADO Y PERIFÉRICOS” DE LA PLANTA DE
CEMENTO WARNES – SOBOCE S.A.

Proyecto de Grado presentado para optar al título de Licenciatura en Ingeniería Eléctrica

POR: UNIV. ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ

TUTOR: ING. CARLOSALBERTO FERNANDEZ SEGA

LA PAZ – BOLIVIA

Septiembre, 2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Proyecto de Grado:

DISEÑO DE CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (CCM) PARA LA
“ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS” Y “ZONA 400 - ENSACADO Y
PERIFÉRICOS” DE LA PLANTA DE CEMENTO WARNES – SOBOCE S.A.

Presentado por:

Univ. ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ

Proyecto de grado para optar el grado académico de ingeniero eléctrico

Nota numeral:

Nota literal:

Ha sido aprobado como:

**ING. JUAN JOSÉ TORRES OBLEAS
DIRECTOR DE LA CARRERA DE ING. ELECTRICA**

Tutor: ING. CARLOSALBERTO FERNANDEZ SEGA

Tribunal: ING. JUAN FUENTES SOTOMAYOR

ING. RUPERTO JUAN ADUVIRI RODRIGUEZ

ING. VIDHER WILFREDO BUSTILLOS DURAN

Fecha: 11 de septiembre de 2024

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis queridos padres Juan Condori Saisa y Blanca Fernandez Choque, porque ellos son la motivación e inspiración para que pueda seguir adelante y llegar lejos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco eternamente a Dios por haberme iluminado y permitirme seguir adelante, a mis padres, mi familia y mi compañera que siempre estuvieron presentes para darme ánimos.

Agradezco a mi Tutor, al Ing. Carlosalberto Reynaldo Fernandez Segá, por haber confiado en mí, por la paciencia y dedicación para el desarrollo del proyecto de grado.

Agradezco a los señores tribunales Ing. Juan Fuentes Sotomayor, Ing. Ruperto Juan Aduviri Rodríguez, Ing. Vidher Wilfredo Bustillos Duran, por el tiempo dedicado a la revisión y mejora del proyecto de grado.

RESUMEN

La planta de cemento Warnes – SOBOCE S.A. en su propuesta de ampliación para la nueva línea de producción contemplará con una gran variedad de maquinaria procedente de Estados Unidos y Alemania para ello se realizará el diseño de centros de control de motores (CCM) para la “Zona 100 – Materias primas” y “Zona 400 – Ensacado y Periféricos” cumpliendo con requisitos de construcción de la norma IEC 61439-1-2, normas vigentes como la NB 777, NFPA 70 y especificaciones requeridas por la planta.

Para la elaboración del diseño se realizará los cálculos de potencias, factor de potencia, corrientes de cargas, corriente total de cada CCM para determinar los conductores eléctricos, sistema de embarramiento y el cálculo de caída de tensión. Se analizará la compensación del consumo de energía reactiva para mejorar el factor de potencia, se seleccionará los dispositivos de protección, maniobra, control para los diferentes arranques de motores y banco de condensadores, se elaborará los esquemas de fuerza y control para los CCM en el software de diseño EPLAN ELECTRIC P8, se verificará la coordinación y selectividad de los circuitos en general.

Finalmente se determinará la forma constructiva, dimensiones y modelado 2D y 3D en el software de diseño SOLIDWORKS y se elaborará los protocolos de aceptación en fábrica (FAT) y protocolos de aceptación en sitio (SAT).

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS	xii
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción del problema.....	1
1.3 Alcance del proyecto	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo General	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
CAPITULO 2 MARCO TEORICO	4
2.1 Motores de inducción con rotor jaula de ardilla.....	4
2.1.1 Partes constructivas	4
2.1.2 Principio de funcionamiento y características principales	5
2.1.2.1 Clases de diseño en motores de inducción	5
2.1.3 Fallas en motores de inducción	7
2.1.3.1 Sobrecarga	8
2.1.3.2 Cortocircuito	8
2.1.3.3 Falta de tensión en fase.....	8
2.2 Centro de control de motores	8
2.2.1 Descripción de un CCM conforme a la norma IEC 61439	9
2.2.1.1 Características y especificaciones de un CCM.....	9
2.2.1.1.1 Gabinetes	9
2.2.1.1.2 Barras.....	10
2.2.1.1.3 Soporte de barra aislador	11

2.2.1.1.4	Climatización en gabinetes.....	12
2.2.1.1.5	Compartimiento (cubículos).....	14
2.2.1.1.6	Formas de Segregación en Gabinetes.....	14
2.2.1.2	Clasificación de los CCM.....	19
2.2.1.2.1	Según el tipo de construcción.....	19
2.2.1.2.2	Según el tipo de ejecución.....	19
2.2.1.3	Grados de protección (IP) conforme a la norma IEC 60529	21
2.2.1.4	Grados de protección (IK) conforme a la norma IEC 62262.....	25
2.2.2	Dispositivos de protección, maniobra, control y señalización	26
2.2.2.1	Dispositivos de protección.....	26
2.2.2.1.1	Interruptores automáticos	26
2.2.2.1.2	Relés de sobrecorriente	28
2.2.2.1.3	Fusibles.....	29
2.2.2.1.4	Guardamotores	29
2.2.2.2	Dispositivos de maniobra	30
2.2.2.2.1	Contactores.....	30
2.2.2.2.2	Selectores.....	33
2.2.2.2.3	Interruptores de maniobra.....	33
2.2.2.3	Dispositivos de control	33
2.2.2.3.1	Arrancadores suaves.....	33
2.2.2.3.2	Variadores de velocidad	34
2.2.2.3.3	Controlador lógico programable (PLC)	35
2.2.2.4	Dispositivos de medición.....	36
2.2.2.5	Dispositivos de mando y señalización.....	37
2.2.3	Coordinación y Selectividad de dispositivos de protección.....	38

2.2.3.1	Selectividad Nula.....	38
2.2.3.2	Selectividad parcial.....	39
2.2.3.3	Selectividad total	39
2.2.4	Análisis de las corrientes de cortocircuito.....	39
2.2.4.1	Características de los cortocircuitos	43
2.2.4.2	Consecuencia de los cortocircuitos.....	43
2.2.4.3	Calculo de la corriente de cortocircuito.....	44
2.2.5	Selección de alimentadores y barras	49
2.2.5.1	Alimentadores.....	49
2.2.5.1.1	Configuración de los alimentadores	49
2.2.5.1.2	Dimensionamiento de los alimentadores.....	50
2.2.5.2	Tipos y características de conductores eléctricos	53
2.2.5.3	Criterios para la selección de conductores conforme a las normas NFPA 70 y NB 777.....	54
2.2.5.3.1	Capacidad térmica de conducción y tipo de aislamiento	55
2.2.5.3.2	Máxima caída de tensión	63
2.2.5.3.3	Máxima corriente de cortocircuito en conductores	65
2.2.5.4	Criterios para la selección de barras	66
2.2.5.4.1	Calculo de esfuerzos electrodinámicos	68
2.2.5.4.2	Calculo de la distancia entre soportes a partir de las tensiones del conductor más solicitado (límite de elasticidad del conductor)	70
2.2.5.4.3	Calculo de la distancia entre soportes a partir de las fuerzas en los soportes (límite de elasticidad de los soportes)	71
2.2.5.4.4	Determinación máxima entre los soportes:	72
2.2.5.4.5	Mecanizado del juego de barras	72
2.2.5.5	Protección de los alimentadores	79

2.2.5.5.1	Protección contra sobrecorrientes	79
2.2.5.5.2	Protección contra cortocircuitos	79
2.2.5.5.3	Sistemas de conexión a tierra	80
2.2.6	Métodos de arranque	83
2.2.6.1	Arranque directo	84
2.2.6.2	Arranque estrella – triangulo	84
2.2.6.3	Arranque suave	84
2.2.6.4	Arranque con variador de frecuencia.....	84
2.3	Compensación de energía reactiva	85
2.3.1	Triangulo de potencias	85
2.3.2	Factor de potencia	87
2.3.3	Calculo para la compensación del factor de potencia	87
2.3.4	Tipos de compensación para el factor de potencia.....	89
2.3.4.1	Compensación individual	89
2.3.4.2	Compensación por grupos	89
2.3.4.3	Compensación centralizada y controlada	90
2.4	Protocolos de aceptación FAT Y SAT	91
2.4.1	Pruebas de aceptación en fabrica (FAT)	91
2.4.2	Pruebas de aceptación en sitio (SAT)	95
CAPITULO 3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO DE LA PLANTA DE		
CEMENTO WARNES – SOBOCE S.A.		97
3.1	Descripción de las zonas de producción.....	97
3.2	Descripción de la nueva línea de producción.....	99
3.2.1	Especificaciones técnicas Generales	99
3.2.1.1	Consideraciones específicas	99
3.2.1.2	Barra colectora de alimentación	100

3.2.1.3	Cubículos	100
3.2.1.4	Variador de Frecuencia	101
3.2.1.5	Arrancador suave	102
3.2.1.6	Identificación	102
3.2.1.7	Datos técnicos y listado de equipos	103
3.2.1.8	Hoja de datos técnicos	103
3.2.1.9	Listado para el centro de control de motores “Zona 100 – Materias primas”	104
3.2.1.10	Listado de motores “Zona 400 – Ensacado y Periféricos”	105
CAPITULO 4 INGENIERIA DEL PROYECTO		108
4.1	Determinación de la potencia instalada y demandada total de los CCMs....	108
4.2	Determinación de los Alimentadores eléctricos y sistema de embarramiento	113
4.2.1	Alimentadores de circuitos derivados y caída de tensión	113
4.2.2	Alimentadores para motores eléctricos y caída de tensión	116
4.2.3	Alimentadores principales de cada CCM.....	123
4.2.4	Selección del sistema de embarramiento para los CCM’s y distancias de separación.....	126
4.3	Análisis de compensación del consumo de energía reactiva.....	130
4.4	Selección de los dispositivos de control, protección, maniobra y esquemas eléctricos de los circuitos de control y fuerza para los CCM’s mediante el software EPLAN ELECTRIC P8	131
4.4.1	Selección de dispositivos de protección para unidades de control.....	132
4.4.2	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con arranque directo	133
4.4.3	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con arranque estrella triángulo	134

4.4.4	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con arrancador suave	136
4.4.5	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con variador de frecuencia	138
4.5	Verificación de coordinación y selectividad de los dispositivos de protección	146
4.6	Determinación de la forma constructiva, dimensión, modelado 2D y 3D utilizando el software SOLIDWORKS	147
4.6.1	Características constructivas del CCM1 Y CCM2.....	147
4.6.1.1	Conjunto	147
4.6.1.2	Dimensión.....	149
4.6.1.3	Forma de segregación	149
4.6.1.4	Barras	150
4.6.1.5	Identificación de cableado, bornes y terminales.....	151
4.6.1.6	Compartimientos.....	151
4.6.1.7	Climatización.....	152
4.6.2	Modelado 2D, 3D y piezas de construcción de los CCMs.....	155
4.7	Elaboración de los protocolos de aceptación FAT Y SAT	156
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		157
5.1	Conclusiones	157
5.2	Recomendaciones.....	158
BIBLIOGRAFIA		160

ANEXO A ESQUEMAS ELECTRICOS CCM (1)
ANEXO B ESQUEMAS ELECTRICOS CCM (2)
ANEXO C INFORME DE SELECTIVIDAD CCM (1)
ANEXO D INFORME DE SELECTIVIDAD CCM (2)
ANEXO E INFORME DE CLIMATIZACION DEL CCM (1)
ANEXO F INFORME DE CLIMATIZACION DEL CCM (2)
ANEXO G MODELADO 2D, 3D Y PIEZAS DE CONSTRUCCION DEL CCM (1)
ANEXO H MODELADO 2D, 3D Y PIEZAS DE CONSTRUCCION DEL CCM (2)
ANEXO I PROTOCOLOS DE ACEPTACION FAT Y SAT PARA LOS CCMs

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Motor con estator de 2 polos.....	4
Figura 2.2. Rotor giratorio o móvil	5
Figura 2.3. Curvas par - velocidad típicas para los diferentes diseños de motores...	6
Figura 2.4. Perfiles de aluminio o acero de un gabinete	10
Figura 2.5. Estructura metálica con perfiles y placas de chapa de acero inoxidable (gabinete)	10
Figura 2.6. Soporte de barra aislador	11
Figura 2.7. Ventilación Natural	13
Figura 2.8. Ventilación forzada.....	13
Figura 2.9. Unidades de refrigeración.....	14
Figura 2.10. Compartimiento (cubículo).....	14
Figura 2.11. Símbolos utilizados para separación interna.....	15
Figura 2.12. Forma 1	15
Figura 2.13. Forma 2a	16
Figura 2.14. Forma 2b	16
Figura 2.15. Forma 3a	17
Figura 2.16. Forma 3b	17
Figura 2.17. Forma 4a	18
Figura 2.18. Forma 4b	18
Figura 2.19. Clasificación mediante el tipo de construcción.	19
Figura 2.20. Fijo	20
Figura 2.21. Extraíble.....	20
Figura 2.22. Posiciones de cubículos extraíbles.....	21
Figura 2.23. Disposición del Código IP	22
Figura 2.24. Curva de funcionamiento.....	27

Figura 2.25. Interruptores automáticos	28
Figura 2.26. Relé de sobrecorriente	29
Figura 2.27. Fusible.....	29
Figura 2.28. Guardamotor	30
Figura 2.29. Interruptor seccionador	33
Figura 2.30. Arrancador suave	34
Figura 2.31. Variador de velocidad y circuito de potencia	35
Figura 2.32. PLC compacto y modular	36
Figura 2.33. Transformador de corriente.....	37
Figura 2.34. Medidor multifunción	37
Figura 2.35. Dispositivos de mando.....	38
Figura 2.36. Dispositivos de señalización.....	38
Figura 2.37. Selectividad parcial y total.....	39
Figura 2.38. Curva de cortocircuito alejado de un generador	40
Figura 2.39. Factor de “k”	42
Figura 2.40. Fig.G38 - Valores de ρ en función de la temperatura de operación, aislamiento del cable y material del núcleo del cable en [$m\Omega \text{ mm}^2/m$] según IEC 60909-0 y CENELEC TR50480.	47
Figura 2.41. Configuración de los alimentadores	50
Figura 2.42. Tipos de conductores	53
Figura 2.43. Circuito equivalente y diagrama vectorial	63
Figura 2.44. Fig. 2: Variación de k en función de las razones b/a y d/a (ábaco de Dwight).....	69
Figura 2.45. Fig 14 Parametros teniendo en cuenta en el planteamiento de la ecuación de las fuerzas de atracción entre conductores de un juego de barras....	70
Figura 2.46. Fig. 15 Configuración de un juego de barras con coeficientes β	71

Figura 2.47. Distancia de aislamiento	73
Figura 2.48. Distancia de fuga	74
Figura 2.49. Distancia de aislamiento entre una pieza sin revestimiento y un panel con revestimiento.....	74
Figura 2.50. Diametro de perforacion de una barra rigida y flexible.....	75
Figura 2.51. Sección de área “Sc” y “Sb”	76
Figura 2.52. Enlaces de continuidad de barras principales, verticales y transferencia.	76
Figura 2.53. Ramificaciones de barras principales.	77
Figura 2.54. Presión de contacto.	77
Figura 2.55. Formas de evitar aflojamiento.	78
Figura 2.56. Sistema TN-C	81
Figura 2.57. Sistema TN-S.....	82
Figura 2.58. Sistema TT.....	82
Figura 2.59. Sistema IT	83
Figura 2.60. Métodos de arranque.....	85
Figura 2.61. Triángulo de potencias.....	86
Figura 2.62. Tipos de cargas	87
Figura 2.63. Esquema de compensación	88
Figura 2.64. Compensación individual	89
Figura 2.65. Compensación por grupos	90
Figura 2.66. Compensación centralizada y controlada.....	91
Figura 3.1. Proceso de fabricación del cemento.....	99
Figura 4.1. Curva de selectividad interruptor principal y Guardamotor	147
Figura 4.2. Forma de segregación “3b” del CCM.....	150
Figura 4.3. Cableado, borneras y terminales	151

Figura 4.4. Mecanismo de operación	151
Figura 4.5. Modelado mecánico 2D del CCM (1).....	155
Figura 4.6. Modelado mecánico 3D del CCM (2).....	156

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla 1 - Grados de protección contra el acceso de partes peligrosas indicada por el primer número característico.....	22
Tabla 2.	Tabla 2 - Grados de protección contra objetos solidos externos indicados por el primer número característico	23
Tabla 3.	Tabla 3 - Grados de protección contra el agua indicados por el segundo número característico	23
Tabla 4.	Tabla 4 - Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional	24
Tabla 5.	Tabla 5 - Letras suplementarias	25
Tabla 6.	Tabla 1 - Correspondencia entre el código IK y la energía de impacto	25
Tabla 7.	Condiciones de corte según la categoría de empleo	31
Tabla 8.	Coefficientes de desclasificación para contactores	32
Tabla 9.	Tabla 1 - Factor de tensión “c”	41
Tabla 10.	Tabla 7 - Valor normalizado para el factor “n”	42
Tabla 11.	Tabla 5.4 - Código de colores para conductores.....	54
Tabla 12.	Tabla 5.5 – Intensidad de corriente admisible con PVC, para una temperatura de operación de 70°C a temperatura ambiente de 30°C (hasta (3) conductores agrupados).....	57
Tabla 13.	Tabla 5.6 - Factores de corrección para temperatura ambiente diferente a 30°C y 20°C para líneas subterráneas (temperatura del suelo).....	57
Tabla 14.	Tabla 310.15(B) (16) (antes Tabla 310.16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 1000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F) *.	58

Tabla 15.	Tabla 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30°C.....	59
Tabla 16.	Tabla 5.2 – Tipos de instalación	60
Tabla 17.	Tabla 5.10 - Factores de corrección a aplicar cuando hubieren más de tres (3) conductores agrupados o más de tres (3) conductores en un cable multipolar.....	61
Tabla 18.	Tabla 5.11 - Selección del calibre del conductor neutro.....	62
Tabla 19.	Tabla 9.1 - Secciones mínimas de los conductores de protección	62
Tabla 20.	Tabla 5.3 - Valores normalizados de T_f y T_i	66
Tabla 21.	Tabla 5-15 Capacidad de corriente continua en barras de cobre (DIN 43671)	66
Tabla 22.	Tabla 1 - Distancia de aislamiento mínima.....	73
Tabla 23.	Diámetro máximo de perforaciones.....	75
Tabla 24.	Valores de referencia para las características de los tornillos y pares de apriete recomendados.	78
Tabla 25.	Pruebas de aceptación en fabrica (FAT).....	94
Tabla 26.	Pruebas de aceptación en sitio (SAT).....	95
Tabla 27.	Hoja de datos técnicos	103
Tabla 28.	Zona 100 – Materias Primas	104
Tabla 29.	Zona 400 – Ensacado y Periféricos.....	105
Tabla 30.	Potencia instalada del CCM (1).....	108
Tabla 31.	Potencia instalada del CCM (2)	109
Tabla 32.	Potencia instalada y demandada de los CCMs	113
Tabla 33.	Alimentadores de circuitos derivados CCM (1) “Zona 100 - Materias Primas”	115
Tabla 34.	Caída de tensión de circuitos derivados CCM (1) “Zona 100 - Materias Primas”	115

Tabla 35.	Alimentadores de circuitos derivados CCM (2) “Zona 400 - Ensacado y Periféricos”	116
Tabla 36.	Caída de tensión de circuitos derivados CCM (2) “Zona 400 - Ensacado y Periféricos”	116
Tabla 37.	Alimentadores de motores eléctricos CCM (1)” Zona 100 – Materias Primas”	119
Tabla 38.	Caída de tensión de motores eléctricos CCM (1)” Zona 100 – Materias Primas”	120
Tabla 39.	Alimentadores eléctricos CCM (2) “Zona 400 – Ensacado y Periféricos”	121
Tabla 40.	Caída de tensión de motores eléctricos CCM (2)” Zona 400 – Ensacado y Periféricos”	122
Tabla 41.	Alimentador y caída de tensión de cada CCM	126
Tabla 42.	Barras principales para los CCM’s	127
Tabla 43.	Compensación de 4 pasos para el CCM (1).....	131
Tabla 44.	Compensación de 4 pasos para el CCM (2).....	131
Tabla 45.	Selección de dispositivo de protección, para la unidad de control	132
Tabla 46.	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arranque directo	134
Tabla 47.	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arranque estrella triángulo	135
Tabla 48.	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arrancador suave	137
Tabla 49.	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arranque con variador de frecuencia.....	139
Tabla 50.	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para cada arranque de motores del CCM (1)	140

Tabla 51.	Selección de dispositivos de protección para unidades de control y banco de condensadores del CCM (1).....	142
Tabla 52.	Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para cada arranque de motores del CCM (2)	143
Tabla 53.	Selección de dispositivos de protección para unidades de control y banco de condensadores del CCM (2).....	145
Tabla 54.	Características de regulación de interruptor Masterpact MTZ1 630A y Guardamotor TeSys GV4	146
Tabla 55.	Especificaciones del conjunto.....	148
Tabla 56.	Dimensión del CCM (1) y CCM (2).....	149
Tabla 57.	Especificaciones de las barras de cobre	150
Tabla 58.	Resumen de balance térmico en el CCM (1)	152
Tabla 59.	Resumen de balance térmico en el CCM (2)	154

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La sociedad Boliviana de Cemento S.A. (SOBOCE S.A.) inicio operaciones de producción en 1928, siendo el principal productor de cemento, concreto premezclado, prefabricados de cemento y áridos para la construcción civil. Cuenta con cuatro plantas productoras de cemento, doce plantas de hormigón premezclados, dos plantas de producción de agregados pétreos y dos plantas de producción de prefabricados ubicados en los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija.

SOBOCE S.A. se encuentra desarrollando un proyecto de ampliación de una nueva línea de producción para la planta de cemento Warnes ubicado en la carretera al Norte km 24 en el distrito de Warnes departamento de Santa Cruz ($17^{\circ}34'05''S$ $63^{\circ}08'58''W$), el proyecto tiene el propósito de incrementar la producción de cemento de 19.000 a 59.000 toneladas al mes con la finalidad de abastecer la demanda y proporcionarse como el producto líder de cemento en el mercado local.

Esta nueva línea de producción contemplara la adquisición de maquinaria de última generación compuesta por: motores eléctricos y equipos electrónicos con un moderno sistema de control, además de la construcción de las nuevas zonas de producción.

1.2 Descripción del problema

La planta de cemento Warnes – SOBOCE S.A. en su propuesta de ampliación para la nueva línea de producción contará con una variedad de maquinaria procedente de Estados Unidos y Alemania, donde en las “Zonas 200 - Clinker” y “Zona 300 – Mezclado, su maquinaria tendrá un sistema integral de control y operación, a diferencia de las “Zona 100 – Materias primas” y “Zona 400 – Ensacado y Periféricos” donde solo se contempla la maquinaria.

En la “Zona 100 – Materias primas” y “Zona 400 – Ensacado y Periféricos” se prevé que contarán con 21 y 23 motores eléctricos respectivamente, debido a la gran cantidad de motores que conforman estos procesos se hará muy difícil el arranque y operación de

manera individual, por lo que es necesario concentrar los dispositivos de protección y maniobra en un mismo recinto, además de controlar de manera local y remota los motores de cada aplicación. Para ello se requiere diseñar un centro de control de motores (CCM) para cada zona, los cuales serán ensamblados el territorio nacional optimizando la puesta en marcha del proyecto contemplando las características propias de la planta.

1.3 Alcance del proyecto

El presente proyecto tiene los siguientes alcances:

- Dimensionamiento constructivo y especificaciones técnicas de los gabinetes que forman parte del CCM conforme a las normas:
 - IEC 61439 Conjuntos de dispositivos de control y conmutación de baja tensión.
 - IEC 60529 Grados de protección por envolvente (Código IP).
 - IEC 62262 Grados de protección por envolvente (código IK).
 - NFPA 70 Código Nacional Eléctrico
 - NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión.
- Simulación de la coordinación y selectividad mediante el software ECODIAL de SCHNEIDER ELECTRIC.
- Modelamiento 2D y 3D de los CCM mediante el software EPLAN ELECTRIC Y SOLIDWORK.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Diseñar los Centros de Control de Motores para la “Zona 100 – Materias primas” y “Zona 400 – Ensacado y Periféricos” de la planta de cemento Warnes – SOBOCE S.A.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la potencia instalada y corriente total del CCM a partir de las corrientes de cada motor considerando las características propias de la planta.
- Determinar los conductores eléctricos y el sistema de embarramiento para los circuitos de fuerza y control, considerando cálculos de caída de tensión y cortocircuitos conforme a las normas NFPA 70 y NB 777.
- Analizar la compensación del consumo de energía reactiva para mejorar el factor de potencia.
- Seleccionar los dispositivos de protección, maniobra y control para los diferentes arranques de motores.
- Elaborar los esquemas de fuerza y control para los CCMs de las “Zona 100 – Materias primas” y “Zona 400 – Ensacado y Periféricos” conforme a la norma (IEC 60617 – Símbolos y gráficos) en el software EPLAN ELECTRIC.
- Verificar la coordinación y selectividad del circuito en general mediante el software ECODIAL de SCHNEIDER ELECTRIC, para observar el comportamiento de los dispositivos ante posibles fallas eléctricas.
- Determinar la forma constructiva, dimensiones, modelado 2D y 3D del CCM conforme a las normas (IEC 61439), (IEC 60529), (IEC 62262) utilizando el software SOLIDWORK.
- Elaborar los protocolos de pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y pruebas de aceptación en sitio (SAT) para los CCMs.

CAPITULO 2 MARCO TEORICO

2.1 Motores de inducción con rotor jaula de ardilla

Los motores de inducción con rotor jaula de ardilla son máquinas que convierten la energía eléctrica en mecánica, dentro la industria son los que tienen una aplicación más generalizada debido a su bajo costo de fabricación, facilidad de utilización y poco mantenimiento.

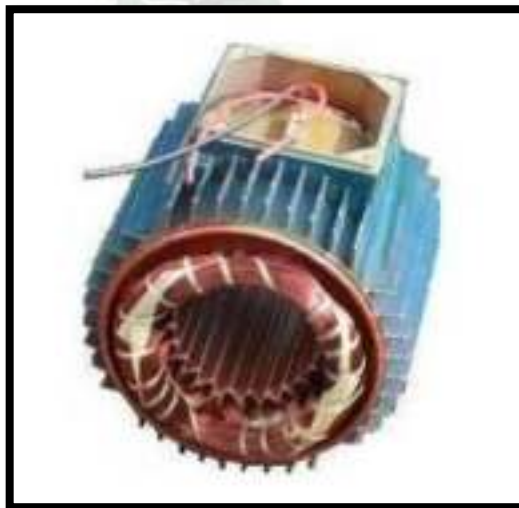
Estos motores son fabricados a diferentes potencias, tienen una característica de velocidad constante y una corriente de arranque elevada que puede alcanzar siete veces la corriente nominal (corriente a plena carga).

2.1.1 Partes constructivas

Los motores de inducción están compuestos por dos partes principales un estator fijo y un rotor giratorio o móvil.

- **Estator fijo:** Está constituido por una carcasa de fundición que internamente tiene un grupo de bobinas arrolladas alrededor de un núcleo laminado de forma de cilindro hueco.

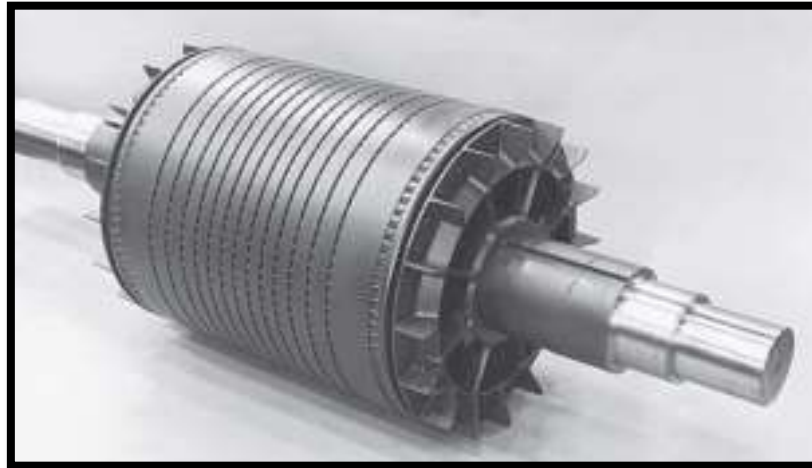
Figura 2.1. Motor con estator de 2 polos



Fuente: S. J. CHAPMAN. 2012. Maquinas Eléctricas.

- **Rotor giratorio o móvil:** Estos están compuestos de una serie de barras conductoras, con chapas de hierro aisladas entre sí.

Figura 2.2. *Rotor giratorio o móvil*



Fuente: S. J. CHAPMAN. 2012. Maquinas Eléctricas.

2.1.2 Principio de funcionamiento y características principales

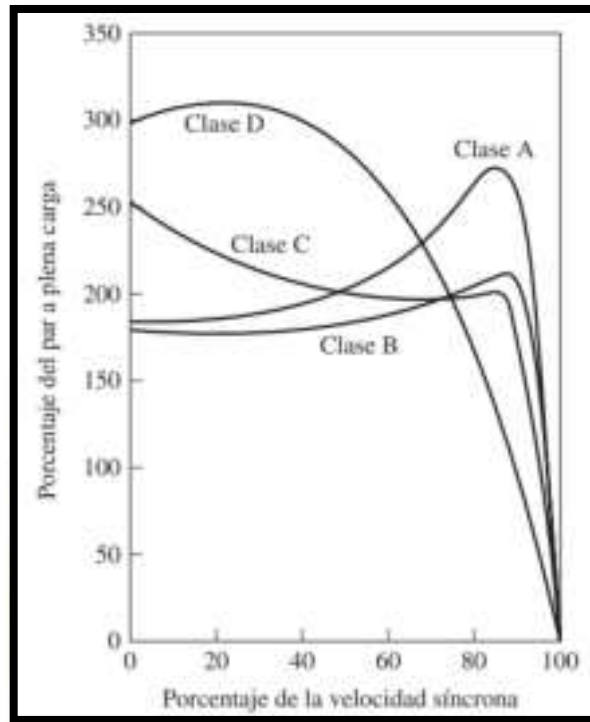
Su funcionamiento consiste en alimentar los tres bobinados del estator con una red de alimentación trifásica, generando en su interior un campo magnético rotatorio que induce corrientes en las barras del rotor el cual origina un par motor que pone en movimiento al rotor de manera continua.

Se debe hacer notar que la velocidad del rotor nunca alcanza a la velocidad del campo magnético, si las dos velocidades fuesen iguales no existiría inducción y no habría par en el rotor, a esta diferencia se la conoce como deslizamiento razón por el cual se lo denomina motor asíncrono.

2.1.2.1 Clases de diseño en motores de inducción

La NEMA (National Electrical Manufacturers Association) y IEC (International Electrotechnical Comision) desarrollaron un sistema de identificación mediante letras para los motores comerciales según el tipo de curva característica par – velocidad para cada diseño (ver Figura 2.3).

Figura 2.3. *Curvas par - velocidad típicas para los diferentes diseños de motores*



Fuente: S. J. CHAPMAN. 2012. Maquinas Eléctricas.

- **Diseño clase A:** Es un motor jaula de ardilla para usarse a velocidad constante. Sus principales características son:
 - Buena capacidad de disipación de calor.
 - Alta resistencia y baja reactancia al arranque.
 - El par de arranque esta entre 200% y 300% del par de plena carga y ocurre a bajo deslizamiento.
 - Aceleración bastante rápida hacia la velocidad nominal.
 - Presenta la mayor regulación de velocidad entre 2% y 4%.
 - Su corriente de arranque varía entre 5 a 7 veces la corriente nominal.
- **Diseño clase B:** Es denominado como motor de propósito general y a este tipo pertenecen la mayoría de los motores con rotor jaula de ardilla. Sus principales características son:
 - Par de arranque normal, baja corriente de arranque y bajo deslizamiento.

- Produce casi el mismo par de arranque que el diseño anterior.
- El par máximo es mayor o igual al 200% del par de carga nominal.
- Su deslizamiento es bajo (menor del 5%).
- **Diseño clase C:** Estos motores tienen las siguientes características:
 - Alto par de arranque (entre 2 a 2.5 veces el nominal) con bajas corrientes de arranque (de 3.5 a 5 veces la nominal).
 - Son construidos con un rotor de doble jaula (más costosos).
 - Bajo deslizamiento (menor a 5%) a plena carga.
 - Debido a su alto par de arranque, acelera rápidamente.
 - Cuando se emplea con cargas pesadas se limita la disipación térmica del motor ya que la mayor parte de la corriente se concentra en el devanado superior.
 - Tiende a sobrecalentarse con arranques frecuentes.
- **Diseño clase D:** Estos motores tienen las siguientes características:
 - Son conocidos por tener el par y resistencia alto.
 - Alto par de arranque (275% o más del nominal) y baja corriente de arranque.
 - Alto deslizamiento a plena carga.
 - La alta resistencia del rotor desplaza al par máximo hacia una velocidad muy baja.
 - Diseñado para servicio pesado de arranque, en especial grandes volantes utilizados generalmente en troqueladoras o cortadoras.

También existen los diseños de clase E y F denominados como motores de inducción de arranque suave pero que hoy en día son obsoletos.

2.1.3 Fallas en motores de inducción

Dentro la industria las principales fallas eléctricas que se tiene en los motores de inducción con rotor jaula de ardilla son:

2.1.3.1 Sobrecarga

Esta falla se da cuando el motor se encuentra bajo una carga excesiva generando un consumo de corriente, par insuficiente y sobrecalentamiento, teniendo como consecuencia el desgaste de sus componentes mecánicos de manera permanente. Esta se lo puede prevenir instalando una protección que detecte sobrecorriente e interrumpa el suministro.

2.1.3.2 Cortocircuito

Esta falla se hace presente en el estator cuando existe un cortocircuito entre espiras, generalmente empieza con unas pocas hasta causar una falla más severa. Para evitar este tipo de inconvenientes se debe contar con un dispositivo de protección contra cortocircuito.

2.1.3.3 Falta de tensión en fase

Este tipo de falla se da cuando el motor se encuentra operando y pierde una de las fases, si el motor continúa operando reduce su velocidad y experimenta vibraciones haciendo que la corriente que circula por las fases restantes aumente generando un calentamiento en la máquina. Para evitar este tipo de falla se debe tener un dispositivo de corte automático de alimentación

2.2 Centro de control de motores

Un centro de control de motores es un sistema integral que agrupa varios arrancadores en un mismo recinto con la función de alimentar, operar y controlar de manera individual los motores eléctricos.

De forma física los CCM son gabinetes metálicos auto soportados pintados en polvo de poliéster color gris (RAL 7035 y RAL 7032) con grado de protección IP30 a IP68 y resistentes a arcos eléctricos, en su interior está compuesto por un juego de barras de cobre y/o aluminio, con un sistema de canalización en secciones verticales, atornilladas y aisladas entre sí, donde las unidades funcionales denominadas como módulos son alojadas en cubículos.

2.2.1 Descripción de un CCM conforme a la norma IEC 61439

La norma IEC 61439 define a un centro de control de motores (CCM) como un conjunto, además establece una diferencia entre el fabricante de origen y el fabricante del conjunto.

- **Conjunto:** Es una gama completa de componentes mecánicos y eléctricos (carcaza, barras colectoras, unidades funcionales, etc.), según lo definido por el fabricante original, que se puede ensamblar de acuerdo con las instrucciones del mismo para producir varios conjuntos. La tensión nominal de estos conjuntos no debe superar los 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- **Fabricante de origen:** Es una entidad que realiza la concepción de origen y verificación asociada de un gabinete conforme a la presente norma.
- **Fabricante de conjunto:** Entidad que realiza el armado y cableado del gabinete tomando la responsabilidad del conjunto terminado.

La norma IEC 61439 también establece definiciones, condiciones de servicio, requisitos de construcción y características técnicas con el fin de hacer cumplir al fabricante de origen y fabricante del conjunto una serie de ensayos y pruebas eléctricas, con la finalidad de ofrecer mayor conformidad al usuario final brindando seguridad a su personal operador, confiabilidad con un porcentaje de riesgo menor, mantenimiento adecuado y una optimización técnica.

2.2.1.1 Características y especificaciones de un CCM

2.2.1.1.1 Gabinetes

Son estructuras metálicas auto soportadas que son atornillables para formar un grupo o grupos en secciones verticales, están compuestos por perfiles de aluminio o acero (parantes y travesaños), cárcamos de transporte y placas de chapa de acero inoxidable que son utilizados en la carcasa (paneles, techos, pisos, sócalos y puertas), con la función de proteger ante corrosión al grupo de dispositivos instalados internamente. Generalmente las medidas estándar de estos gabinetes metálicos son:

- Altura 1800, 2000, 2200 mm.

- Profundidad 400, 600, 800, 1000 y 1200 mm.
- Ancho 400, 600, 800, 1000 y 1200 mm.

Figura 2.4. *Perfiles de aluminio o acero de un gabinete*



Fuente: RITTAL Catalogo general 35

Figura 2.5. *Estructura metálica con perfiles y placas de chapa de acero inoxidable (gabinete)*



Fuente: www.siemens.com/SIVACON-S8

2.2.1.1.2 Barras

Las barras conocidas como busbar o barras colectoras, están hechas de cobre y/o aluminio

debido a que son excelentes conductores, disipan el calor y tienen una buena resistencia a la corrosión, dentro de un CCM los tipos de barras más usados son:

- **Barras principales:** Consiste en un juego de pletinas de cobre rígido (juego de barras rígidas) que soportan una alta corriente de 600 A hasta 4000 A, este es instalado en la parte superior, en el centro o en la parte inferior de un CCM y va unido a las barras de distribución.
- **Barras de distribución:** Consiste en un juego de pletinas de cobre rígidas, que soportan una corriente de 600 A hasta 1500 A que se encuentra unido a las barras principales y así distribuye la energía a las diferentes unidades funcionales.
- **Barras flexibles:** Son barras hechas de un conjunto de láminas de cobre, cuyo envolvente es un aislador de silicona libre de elementos alójenos, estas son usadas para corrientes superiores a 100A.
- **Barras de tierra:** Es un punto común de todos los conductores fijado a la estructura con la función de garantizar la continuidad eléctrica del sistema.

2.2.1.1.3 Soporte de barra aislador

Son soportes que sirven como apoyo a las pletinas de cobre que forman el juego de barras rígidas tanto horizontal como vertical, estos están realizados con material aislante. Su colocación y distribución a lo largo del juego de barras depende de las fuerzas electrodinámicas que sufren las barras, por lo que deben tener una resistencia alta y respetar una distancia máxima entre soportes.

Figura 2.6. Soporte de barra aislador



Fuente: MELBAT s.a.c. Materiales eléctricos de baja tensión.

2.2.1.1.4 Climatización en gabinetes

Los gabinetes deben tener un sistema de climatización (ventilación, resistencias calefactoras, refrigeración, intercambiadores y control térmico) debido a dos factores principales:

- El primero por la temperatura y humedad relativa del ambiente donde se hará la instalación del gabinete. “El aire debe ser limpio y la temperatura no debe superar los 40°C a una humedad relativa del 50%. Se puede permitir una temperatura baja pero a una humedad relativa más alta, por ejemplo, temperatura de 20°C a una humedad de 90%, teniendo en cuenta la condensación moderada que puede producirse por variaciones de temperatura.”¹
- El segundo debido a los dispositivos eléctricos y electrónicos instalados dentro del gabinete que generan potencia disipada (calor), estos dispositivos son interruptores automáticos, fuentes de energía, transformadores, contactores, variadores de frecuencia, arrancadores suaves, equipos de comunicación, etc.

La temperatura interna dentro del gabinete puede oscilar en un rango de 20°C a 35°C. Este valor se define de acuerdo a las características técnicas de funcionamiento de los dispositivos eléctricos.

“Los dispositivos eléctricos y electrónicos pueden perder hasta un 50% de vida útil por cada 10°C por encima de la temperatura de los dispositivos instalados.”²

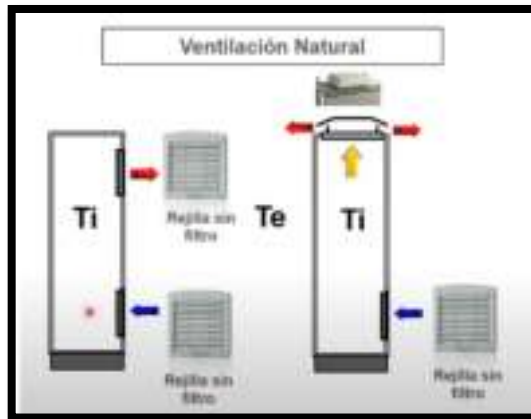
Existen diferentes formas de climatizar los gabinetes, el método para su elección es de acuerdo a las potencias disipadas:

- Para potencias de disipación menores a 500 W se puede hacer el uso de una ventilación natural que consta de rejillas sin filtro en la parte inferior y superior del gabinete.

¹ IEC 61439. 2009. Conjuntos de dispositivos de control y conmutación de baja tensión

² HOFFMAN-LATAN. Importancia de la climatización dentro los gabinetes.

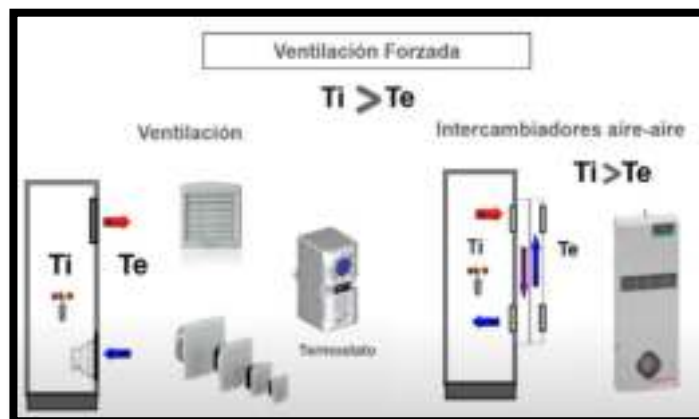
Figura 2.7. *Ventilación Natural*



Fuente: ELECTROMAGAZINE. Revista técnica del sector eléctrico de Uruguay

- Para potencias de disipación mayores a 500 W se debe tomar dos consideraciones:
 - Si la temperatura interna es mayor a la temperatura externa del gabinete, se hace el uso de la ventilación forzada el cual se obtiene mediante un sistema de ventilación que compone de un ventilador, termostato y una rejilla instalada en la parte superior del gabinete o un sistema de intercambiador aire - aire.

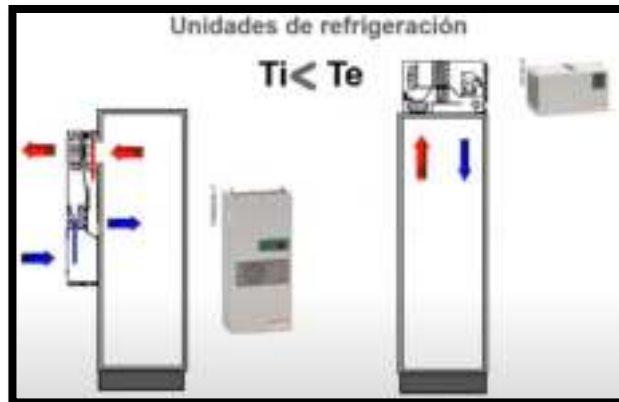
Figura 2.8. *Ventilación forzada*



Fuente: ELECTROMAGAZINE. Revista técnica del sector eléctrico de Uruguay

- Si la temperatura interna es menor a la temperatura externa del gabinete, se hace el uso de unidades de refrigeración.

Figura 2.9. *Unidades de refrigeración*



Fuente: ELECTROMAGAZINE. Revista técnica del sector eléctrico de Uruguay

2.2.1.1.5 Compartimiento (cubículos)

Los compartimientos o cubículos son cajas que albergan las unidades funcionales o módulos, estos están compuestos por una variedad de dispositivos eléctricos y electrónicos (interruptores automáticos, interruptores termomagnéticos, contactores, relés, variadores de frecuencia, PLC, pulsadores, luces piloto, canaletas, etc.), estos son alimentados por las barras de distribución.

Figura 2.10. *Compartimiento (cubículo)*



Fuente: ABB Catalogo técnico

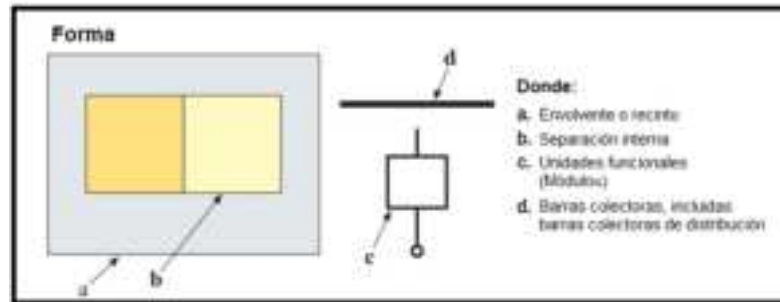
2.2.1.1.6 Formas de Segregación en Gabinetes

De acuerdo con la norma IEC 61439-2 el apartado “8.101 de la parte 2” establece la separación interna por barreras, tabiques, paneles o particiones del conjunto armado con la finalidad de:

- Proteger contra el contacto directo con partes peligrosas.
- Proteger contra entrada de cuerpos sólidos.
- Limitar la propagación de arcos eléctricos.
- Facilitar las operaciones de mantenimiento del gabinete.

Esta norma define cuatro formas típicas de separación interna como se muestra en las figuras y son descritas de la siguiente manera.

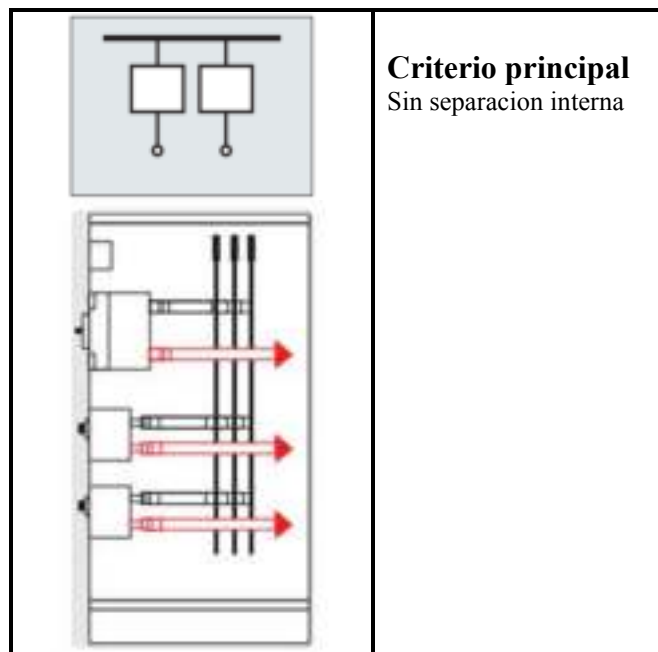
Figura 2.11. Símbolos utilizados para separación interna



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 1**

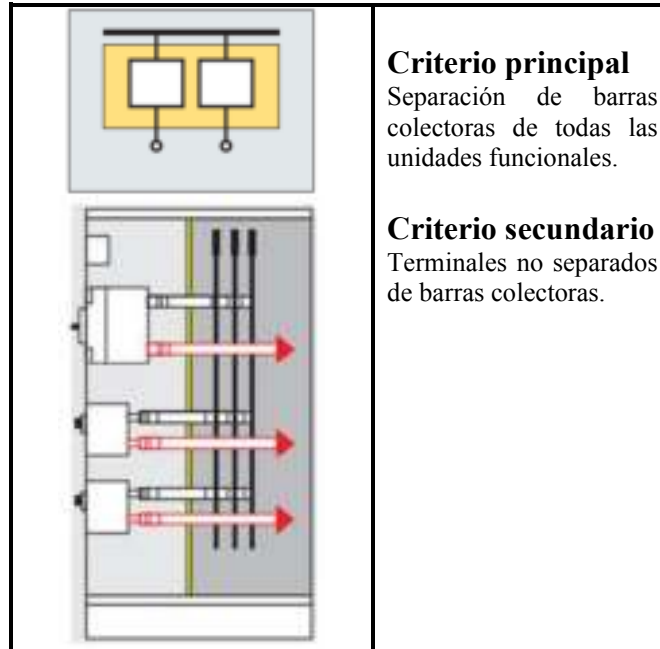
Figura 2.12. Forma 1



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 2a**

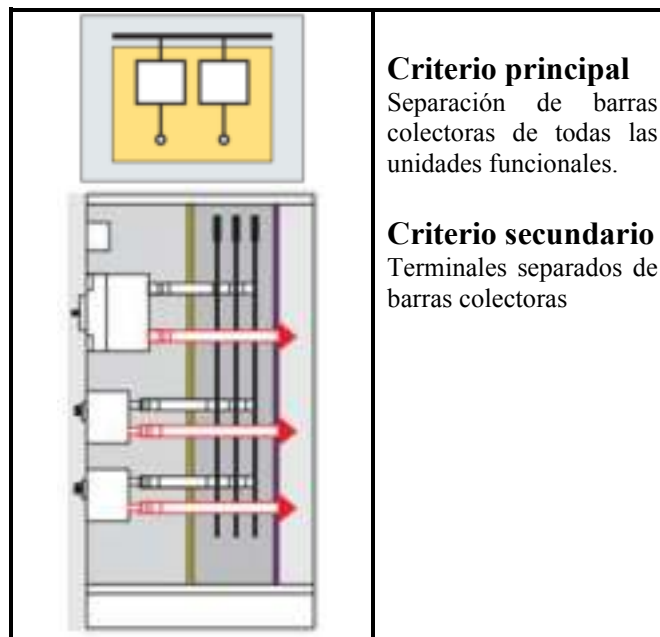
Figura 2.13. Forma 2a



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 2b**

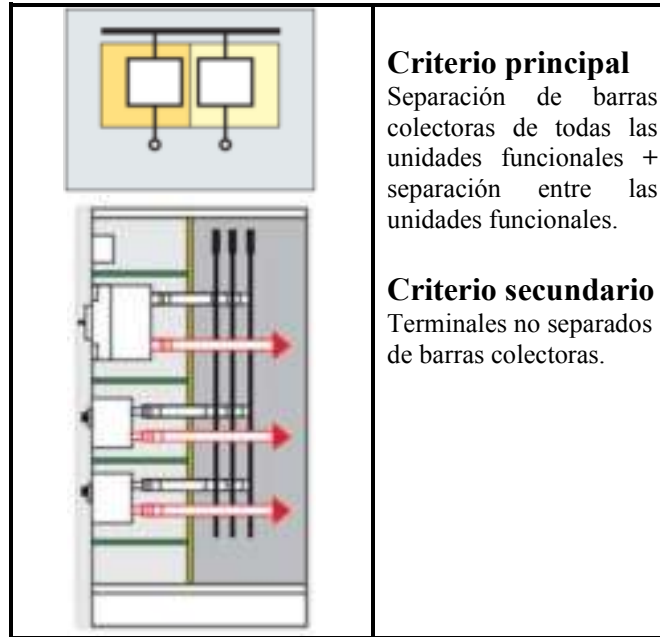
Figura 2.14. Forma 2b



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 3a**

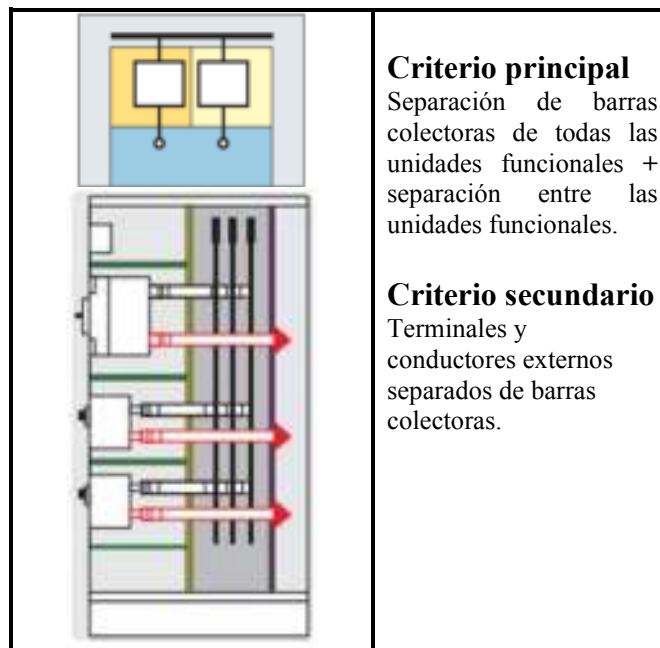
Figura 2.15. *Forma 3a*



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 3b**

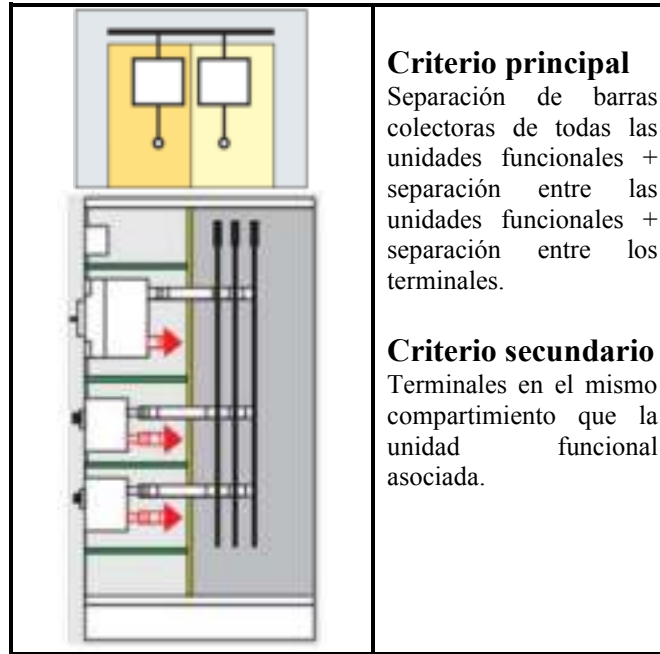
Figura 2.16. *Forma 3b*



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 4a**

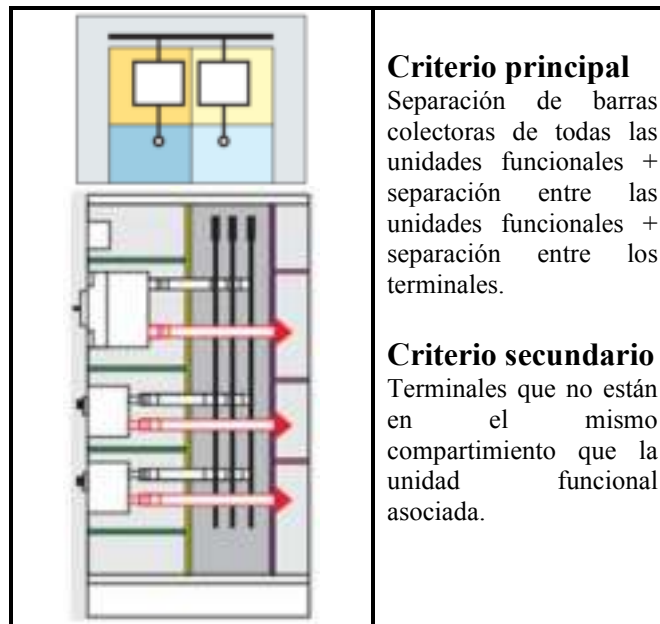
Figura 2.17. *Forma 4a*



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

- **Forma 4b**

Figura 2.18. *Forma 4b*



Fuente: LEGRAND Tableros a norma IEC 61439.

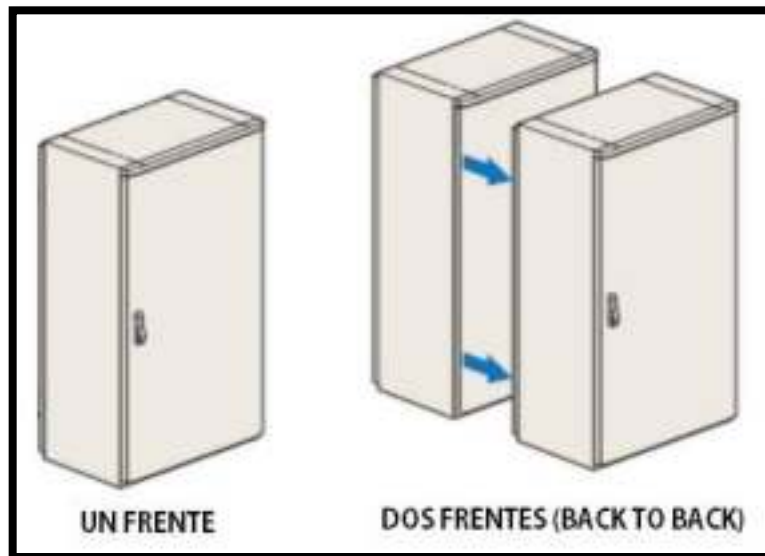
2.2.1.2 Clasificación de los CCM

2.2.1.2.1 Según el tipo de construcción

Se clasifican de un frente y de dos frentes

- **Un frente:** Son aquellos donde los cubículos se encuentran ubicados en un solo frente teniendo acceso a las partes internas desde el frente, pero las barras colectoras horizontal y vertical desde la parte posterior del CCM.
- **Dos frentes:** También denominados Back to Back son aquellos donde los cubículos se encuentran ubicados en dos frentes el anterior y posterior, pero las barras colectoras se encuentran en el centro.

Figura 2.19. Clasificación mediante el tipo de construcción.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2.2 Según el tipo de ejecución

Se clasifican en fijos y removibles (extraíbles)

- **Fijos:** Son aquellos que se caracterizan por tener sus cubículos integrados a la estructura metálica de forma fija y las unidades funcionales son ensamblados en una placa de montaje fija.

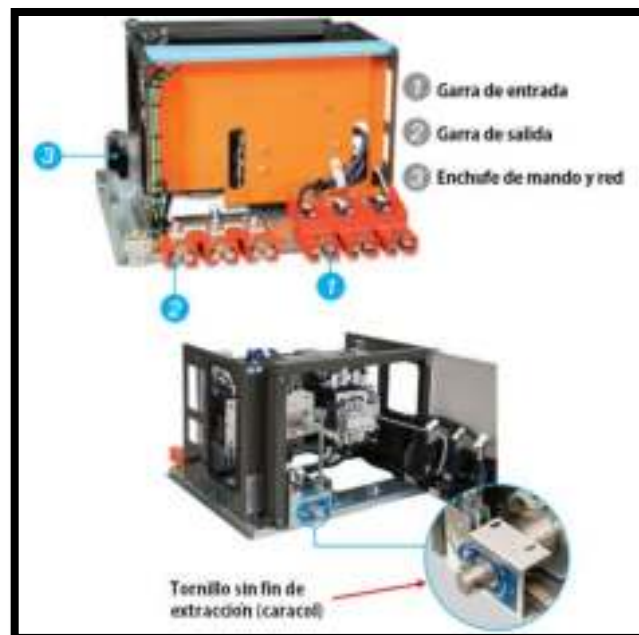
Figura 2.20. Fijo



Fuente: WEG cuadros eléctricos en baja tensión.

- **Removibles (extraíbles):** Son aquellos que se caracterizan por tener sus cubículos totalmente extraíbles con la posibilidad de alcanzar las posiciones insertada, extraída y prueba mediante un tornillo sin fin de extracción denominado caracol con la función de accionar las garras de entrada (alimentación).

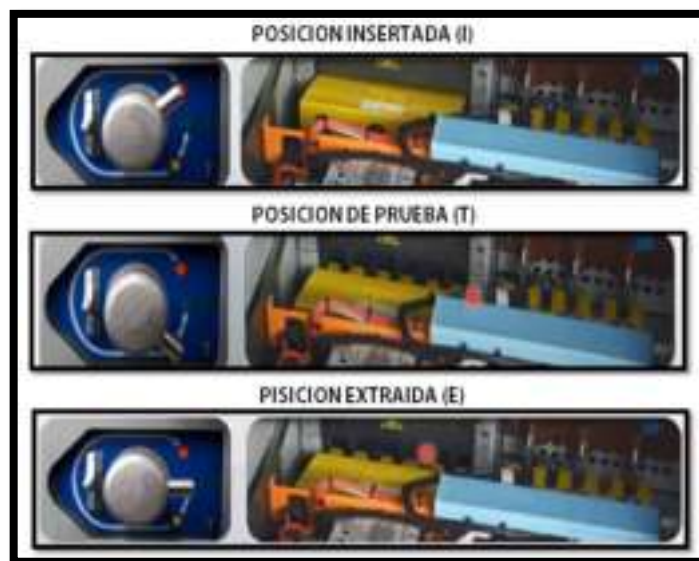
Figura 2.21. Extraíble



Fuente: WEG cuadros eléctricos en baja tensión.

- **Posición insertada (I):** Garra de entrada y circuitos de control conectados, donde la unidad esta lista para su funcionamiento. No permite el cambio de posición de prueba (T) sin antes apagar el dispositivo de maniobra de la unidad principal.
- **Posición de prueba (T):** Garra de entrada desconectada y circuito de control conectado. En esta posición es posible realizar pruebas en la unidad funcional, pero sin presencia de tensión.
- **Posición extraída (E):** Garra de entrada y circuito de control desconectado. En esta posición es posible la extracción total de la unidad funcional de su cubículo con total seguridad al operador.

Figura 2.22. Posiciones de cubículos extraíbles



Fuente: WEG cuadros eléctricos en baja tensión.

2.2.1.3 Grados de protección (IP) conforme a la norma IEC 60529

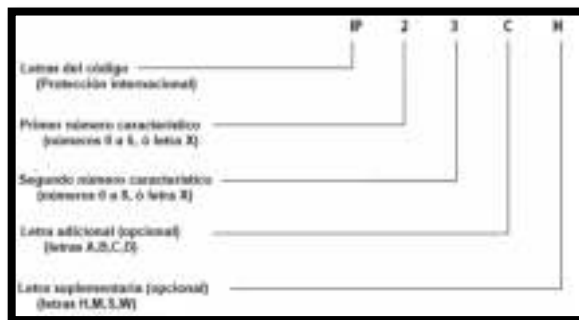
La norma IEC 60529 describe un sistema para clasificar los grados de protección proporcionados por gabinetes metálicos (envolventes) con el objetivo de proteger a personas contra el acceso a partes peligrosas, proteger los equipos instalados en su interior de objetos sólidos y contra el ingreso de agua.

La norma IEC 60529 define:

- **Grado de protección:** Nivel de protección proporcionado por un envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra el ingreso de elementos solidos extraños, y/o contra el ingreso de agua y verificación de los métodos de ensayo verificado.
- **Código IP:** Sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra el ingreso de elementos solidos extraños, y/o contra el ingreso de agua y entregar información adicional en relación con tal protección.

El código IP está compuesto por dos cifras y dos letras como se observa en la figura.

Figura 2.23. Disposición del Código IP



Fuente: IEC 60529 Grados de protección por envolvente (Código IP) (pág. 10), 2001.

- **Primer número característico:** indica la protección de personas y los equipos contra la entrada de cuerpos solidos (ver Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. Tabla 1 - Grados de protección contra el acceso de partes peligrosas indicada por el primer número característico

Grado de protección		
Primer número característico	Breve descripción	definición
0	No protegido	
1	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la parte posterior de una mano	El calibre de acceso, esfera de 50 mm Ø, tendrá una separación adecuada de partes peligrosas
2	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo	El ensayo de prueba articulado de 12 mm Ø, 80mm longitud, tendrá una separación adecuada de partes peligrosas

3	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta	El calibre de acceso, de 2.5 mm Ø, no penetrara
4	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un cable	El calibre de acceso, de 1.0 mm Ø, no penetrara
5	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un cable	El calibre de acceso, de 1.0 mm Ø, no penetrara
6	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un cable	El calibre de acceso, de 1.0 mm Ø, no penetrara

Fuente: IEC 60529 Grados de protección por envoltente (Código IP) (pág. 13), 2001.

Tabla 2. *Tabla 2 - Grados de protección contra objetos solidos externos indicados por el primer número característico*

Grado de protección		
Primer número característico	Breve descripción	Definición
0	No protegido	
1	Protegido contra objetos solidos externos de 50 mm Ø y mayor	El calibre de acceso, esfera de 50 mm Ø, No penetrara completamente ¹⁾
2	Protegido contra objetos solidos externos de 12.5 mm Ø y mayor con un dedo	El calibre de acceso, esfera de 12.5 mm Ø, No penetrara completamente ¹⁾
3	Protegido contra objetos solidos externos de 2.5 mm Ø y mayor	El calibre de acceso, esfera de 2.5 mm Ø, No penetrara completamente ¹⁾
4	Protegido contra objetos solidos externos de 1.0 mm Ø y mayor	El calibre de acceso, esfera de 1.0 mm Ø, No penetrara completamente ¹⁾
5	Protegido del polvo	El ingreso de polvo no está toralmente prevenido pero el polvo no penetrara en una cantidad que interfiera con la operación satisfactoria del aparato o deteriore la seguridad.
6	Hermético al polvo	No ingreso de polvo

¹⁾ El diámetro total del calibre de ensayo no pasara a través de ninguna abertura de la envoltura

Fuente: IEC 60529 Grados de protección por envoltente (Código IP) (pág. 14), 2001.

- **Segundo número característico:** Indica la protección contra entrada de agua (ver Tabla 3).

Tabla 3. *Tabla 3 - Grados de protección contra el agua indicados por el segundo número característico*

Grado de protección		
Segundo número característico	Breve descripción	Definición
0	No protegido	
1	Protegido contra gotas de agua verticalmente descendentes	Las caídas de gotas verticales, no tendrán efectos perjudiciales
2	Protegido contra gotas de agua verticalmente descendentes cuando la envoltura esta inclinada hasta 15°	Las caídas de gotas verticales, no tendrán efectos perjudiciales cuando la envoltura es inclinada a cualquier ángulo hasta 15° de cualquier lado del vertical

3	Protegido contra agua de roció	El agua rociada a un ángulo hasta 60° de cualquier lado del vertical, no tendrá efectos perjudiciales
4	Protegido contra salpicadura de agua	El agua salpicada contra la envoltura desde cualquier dirección, no tendrá efectos perjudiciales
5	Protegido contra chorros de agua	El agua proyectada en chorros contra la envoltura desde cualquier dirección, no tendrá efectos perjudiciales
6	Protegido contra chorros de agua de gran alcance	El agua proyectada en chorros de gran alcance contra la envoltura desde cualquier dirección, no tendrá efectos perjudiciales
7	Protegido contra chorros de inmersión transitoria en agua	El ingreso de agua en cantidades que causen efectos perjudiciales, no será posible cuando la envoltura este inmersa temporalmente en agua bajo condiciones normalizadas de presión y tiempo
8	Protegido contra los efectos de inmersión continua de agua	El ingreso de agua en cantidades que causen efectos perjudiciales, no será posible cuando la envoltura este inmersa continuamente en agua bajo condiciones que se acordaran entre el fabricante y el usuario pero que sean más severas que para el numero 7

Fuente: IEC 60529 Grados de protección por envoltente (Código IP) (pág. 15), 2001.

- **Letra adicional (opcional):** Es usado cuando la protección actual contra el acceso a partes peligrosas es mayor que el indicado para el primer número característico o si solo la protección contra el acceso a partes peligrosas está indicada, siendo el primer número característico reemplazado por una X (ver Tabla 4).

Tabla 4. *Tabla 4 - Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional*

Grado de protección		
Letra adicional	Breve descripción	Definición
A	Protegido contra el acceso con la parte posterior de la mano	El calibre de acceso, esfera de 50 mm Ø, tendrá adecuada separación de partes peligrosas
B	Protegido contra el acceso con un dedo	El dedo de prueba articulado de 12 mm Ø, tendrá adecuada separación de partes peligrosas
C	Protegido contra el acceso con una herramienta	El calibre de acceso de 2.5 mm Ø, 100 mm de longitud, tendrá adecuada separación de partes peligrosas
D	Protegido contra el acceso con un cable	El calibre de acceso de 1.0 mm Ø, 100 mm de longitud, tendrá adecuada separación de partes peligrosas

Fuente: IEC 60529 Grados de protección por envoltente (Código IP) (pág. 16), 2001.

- **Letra suplementaria (opcional):** Estas son designadas y tienen el significado que se indica (ver Tabla 5)

Tabla 5. *Tabla 5 - Letras suplementarias*

Letra	Significado
H	Aparatos de alto voltaje
M	Ensayados para efectos perjudiciales debido al ingreso de agua cuando las partes móviles del equipo (por ejemplo, el rotor de una maquina giratoria) están en movimiento
S	Ensayados para efectos perjudiciales debido al ingreso de agua cuando las partes móviles del equipo (por ejemplo, el rotor de una maquina giratoria) están detenidos
W	Adecuado para el uso bajo condiciones climáticas específicas y proporcionadas con fallas o procesos protectores adicionales

Fuente: IEC 60529 Grados de protección por envolvente (Código IP) (pág. 17), 2001.

2.2.1.4 Grados de protección (IK) conforme a la norma IEC 62262

La norma IEC 62262 describe un sistema para clasificar los grados de protección proporcionados por los gabinetes metálicos (envolventes) con el objetivo de proteger los materiales eléctricos instalados dentro estas estructuras contra los impactos metálicos externos.

La norma IEC 62262 define:

- **Grado de protección contra los impactos metálicos:** La extensión (nivel) de la protección de un material proporcionado por una envolvente contra los impactos metálicos nocivos y verificaciones por los métodos de ensayo normalizados.
- **Código IK:** Sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por una envolvente contra los impactos metálicos nocivos.

El código IK está compuesto por un grupo de cifras características (00 a 10) y cada grupo representa un valor de la energía de impacto (ver Tabla 6).

Tabla 6. *Tabla 1 - Correspondencia entre el código IK y la energía de impacto*

Código IK	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Energía de impacto J	*	0.14	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20
* No protegido según esta norma											
Nota 1	Si es necesario una energía superior, se recomienda el valor de 50 J.										

Nota 2	Se ha elegido un grupo de cifras características compuesto por dos cifras a fin de evitar cualquier confusión con las antiguas normas nacionales existentes que utilizan una cifra para indicar un valor dado de energía de impacto
--------	---

Fuente: IEC 62262 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (Código IK) (pág. 8), 2002

2.2.2 Dispositivos de protección, maniobra, control y señalización

2.2.2.1 Dispositivos de protección

Son dispositivos que tienen la función de proteger a personas de contactos directos como indirectos y materiales (conductores y motores eléctricos) contra corrientes de sobrecarga y cortocircuito.

2.2.2.1.1 Interruptores automáticos

Son dispositivos que permiten realizar operaciones de maniobra de forma manual, apertura y cierre del circuito. Este es instalado como elemento de protección que interrumpe de manera automática los efectos de sobrecarga y cortocircuito.

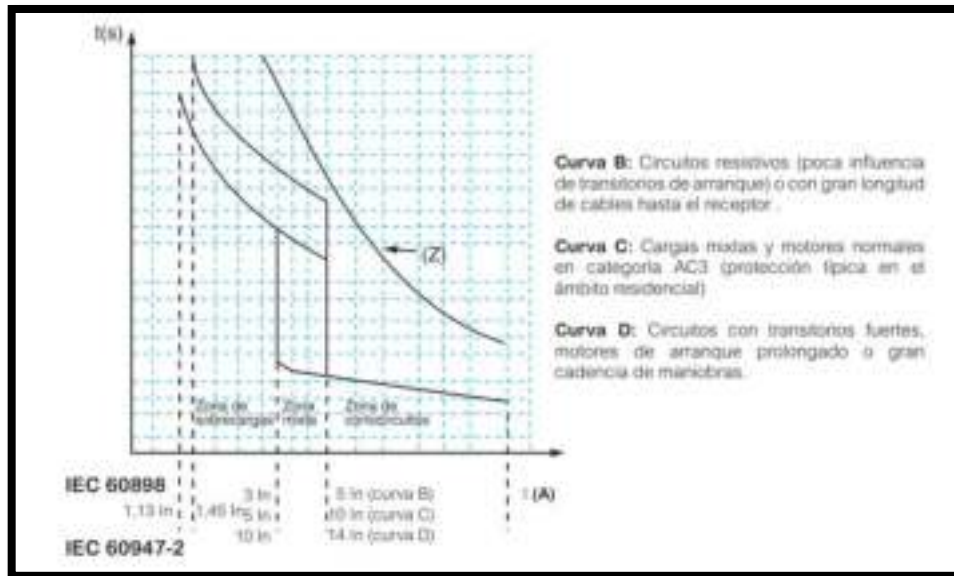
Curva de funcionamiento

La característica de funcionamiento de un interruptor automático puede ser fijo o regulable y está formada por dos zonas de funcionamiento una térmica y la otra magnética.

- **Zona de funcionamiento térmica (zona de sobrecarga):** Está constituido por un disparador bimetálico que se activa cuando sobrepasa el valor de corriente nominal, mediante una curva inversa para la protección contra la sobrecarga.
- **Zona de funcionamiento magnética o instantáneo (zona de cortocircuito):** Está constituido por una bobina y núcleo de hierro que es activado cuando sobrepasa el valor de la corriente dependiendo el tipo de curva de actuación como medio de protección contra cortocircuito.

La norma IEC 60947-2 y IEC 60898 fijan las características de disparo de las protecciones de los interruptores automáticos.

Figura 2.24. Curva de funcionamiento



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE (pág.32), 2021

Los tipos de interruptores automáticos que son usados dentro un CCM son:

- **Interruptores automáticos de bastidor abierto:** Son interruptores de gran tamaño tripolares o tetrapolares construidos sobre una estructura portante metálica con montaje extraíble o fijo, corriente nominal de 600 a 6300 A, relés completamente regulables, poder de corte de 42 a 150 kA, operan a través de un sistema de resortes que pueden ser cargados manualmente, a través de una palanca frontal o eléctricamente mediante un mando motor, incorporan tecnología digital avanzada con unidades de control y medición, también incorpora comunicación Ethernet y Wireless.
- **Interruptores automáticos de caja moldeada (MCCB):** Son interruptores construidos sobre una envolvente aislante, son monopolares, bipolares, tripolares y tetrapolares, con corriente nominal de 16 a 630 A, relé térmico regulable y poder de corte de 25 a 200 kA. Algunos modelos cuentan con un contacto auxiliar inalámbrico que proporciona comunicación local y remota con alarmas de disparo además de contar con una unidad de control avanzada con medición de energía integrada.

- **Interruptores automáticos termomagnéticos (MCB):** Son interruptores de ejecución fija, son monopolares, bipolares, tripolares y tetrapolares, con corriente nominal de 1 a 125 A, curva de disparo fija B, C, D no regulable, con un poder de corte de 3 a 15 kA.
- **Interruptores automáticos diferenciales:** Son dispositivos de ejecución fija bipolares y tetrapolares, es instalado como elemento de protección contra corrientes residuales o diferenciales como medio de protección contra contactos directos e indirectos de las personas.

Figura 2.25. *Interruptores automáticos*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.1.2 Relés de sobrecorriente

Son dispositivos diseñados para la protección de motores contra sobrecarga, fallo de una fase y diferencia de cargas entre fases, este incorpora dos contactos auxiliares normalmente abierto (NO) y normalmente cerrado (NC) para el uso en el circuito de mando, dispone de un regulador selector con rango de ajuste de protección térmica de 0.16 a 333 A, además incorpora un botón de prueba STOP y otro para RESET.

Figura 2.26. *Relé de sobrecorriente*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.1.3 Fusibles

Son dispositivos de protección cuya función es interrumpir el flujo eléctrico de una instalación o la parte en falla, por la fusión de un filamento o lamina de metal (hilo conductor), cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado. Su corriente nominal es de 2 a 1250 A con un poder de corte de 50 kA en corriente alterna para tensiones de hasta 660 V y 25 kA en corriente continua para tensiones menores o iguales a 750 V.

Figura 2.27. *Fusible*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.1.4 Guardamotores

Son dispositivos diseñados para la protección de motores contra sobrecarga y cortocircuito, este puede remplazar una combinación de Contactador, relé de sobrecarga y terna de fusibles, su accionamiento se hace en forma manual y con la utilización de accesorios puede señalarse la posición de los contactos, detectar fallas y desconectar a distancia.

Los Guardamotores tienen un rango de ajuste de protección térmica de 0.1 a 65 A, poder de corte de 2 a 100 kA, intensidad de disparo magnético de 0.15 a 416 A. Estos son utilizados para motores de 0.35 a 55 kW.

Figura 2.28. *Guardamotor*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.2 Dispositivos de maniobra

Estos dispositivos están contruidos para la actividad de maniobra de los circuitos, es decir corte o interrupción utilizando los siguientes dispositivos: contactores, selectores e interruptores de maniobra.

2.2.2.2.1 Contactores

Es un aparato electromecánico diseñado para realizar operaciones de conmutación, cierre o apertura del circuito eléctrico por medio de una señal eléctrica a distancia. Su principal componente es la bobina el cual es un electroimán que genera un campo magnético que permite accionar los elementos mecánicos del contacto.

Para la selección de un contactor se debe tomar en cuenta dos aspectos principales la categoría de empleo y altitud de operación.

- **Categoría de empleo**

La norma IEC 60947-4 indica que la categoría de empleo de un equipo define la aplicación a la cual está destinado considerando las condiciones de funcionamiento con relación a la corriente de empleo (I_e), corriente térmica (I_{th}), corriente de corte (I_c), tensión de empleo (U_e) y factor de potencia.

- **Corriente de empleo (corriente asignada de servicio) “ I_e ”:** Es la corriente nominal máxima del receptor que el contactor puede establecer, soportar e interrumpir en unas condiciones de utilización definidas, sin recalentamiento excesivo ni desgaste exagerado de los contactos.
- **Corriente térmica “ I_{th} ”:** Es la corriente que un contactor puede soportar en condición cerrado por un tiempo de 8 horas, sin que la temperatura exceda los límites dados por las normas.
- **Corriente de corte “ I_c ”:** Es la máxima corriente que es capaz de cortar un contactor sin destruirse por sobrecalentamiento y se obtiene a partir de la corriente de empleo. (Ver tabla 7).
- **Tensión de empleo “ U_e ”:** Es el voltaje nominal de operación. Para circuitos trifásicos este viene dado con la tensión entre fases.

Tabla 7. Condiciones de corte según la categoría de empleo

Categoría de servicio	I_c/I_e	Factor de potencia
AC 1	1	0.95
AC 2	2.5	0.65
AC 3	1	0.35 a 0.65
AC 4	6	0.35

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

La norma IEC 60947-4 define diferentes tipos de categorías de empleo que son:

- En corriente alterna:
 - **Categoría AC1:** Se aplica a todos los aparatos de utilización en corriente alterna, cuyo factor de potencia es al menos mayor o igual a 0.95. Esta categoría es usada para equipos de calefacción, distribución e iluminación.

- **Categoría AC2:** Se aplica al arranque, inversión y marcha por impulsos de motores de anillos rozantes. Al cierre, el contactor establece una corriente de frenado del orden de 2.5 veces la corriente de arranque del motor. La apertura del contactor se da en condiciones de arranque.

Esta categoría es usada en puentes grúas, grúas pórtico con motores de rotor bobinado.

- **Categoría AC3:** Se aplica arranque y parada de motores de inducción con rotor jaula de ardilla. Al cierre, el contactor establece la corriente de arranque de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. A la apertura el contactor realiza el corte a condiciones nominales del motor.

Esta categoría es usada en fajas transportadoras, compresoras, bombas, mezcladora, escaleras mecánicas, etc.

- **Categoría AC4:** Se aplica al arranque, inversión y a la marcha por impulsos de motores de inducción con rotor jaula de ardilla. Al cierre, el contactor establece una corriente de arranque de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. La apertura del contacto normalmente se da en condiciones de arranque.

Esta categoría es usada en Winches, máquinas de impresión, trefiladoras, elevación metalúrgica, etc.

- **Altitud de operación**

Si la altitud es mayor a 3000 msnm, se debe aplicar tanto a la corriente de empleo como a la tensión de empleo los siguientes coeficientes (ver Tabla 8).

Tabla 8. *Coefficientes de desclasificación para contactores*

Altitud	3500	4000	4500	5000
Tensión asignada de empleo	0.90	0.80	0.70	0.60
Corriente asignada de empleo	0.92	0.90	0.88	0.86

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.2.2 Selectores

Son dispositivos mecánicos que permiten abrir y cerrar un circuito en vacío o cuando la corriente es despreciable (corriente muy pequeña), esto se debe porque no tiene ningún método de extinción de arco y por lo tanto no tiene poder de corte ni cierre.

2.2.2.2.3 Interruptores de maniobra

Son dispositivos mecánicos capaz de establecer, soportar y cortar la corriente en condiciones normales de funcionamiento del circuito, además está previsto para la operación sin daño y sin perturbar el funcionamiento del circuito.

Figura 2.29. *Interruptor seccionador*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.3 Dispositivos de control

2.2.2.3.1 Arrancadores suaves

Los arrancadores suaves son dispositivos electrónicos que permite el arranque y parada de un motor de forma progresiva, donde el arranque está limitado a una variación de la tensión y/o corriente.

Este permite controlar la rampa de arranque (aceleración) del motor, aumentando progresivamente la tensión a partir de un determinado valor hasta llegar a su valor nominal, es decir ejerce un control sobre el valor eficaz de la tensión durante el tiempo que dura el arranque, manteniendo la frecuencia constante.

Para la selección se debe elegir en función a tres criterios principales:

- i) Tensión de alimentación de la red trifásica en conexión estrella o delta.
- ii) Potencia y corriente nominal (extraídos de la placa del motor).
- iii) Tipos de aplicación y el ciclo de funcionamiento:
 - Cantidad de arranques consecutivos.
 - Cantidad de arranques por hora.
 - Valor inicial de la corriente de arranque.
 - Tiempo de la rampa de arranque.
 - Par resistente de la maquina o carga en el eje.

Figura 2.30. *Arrancador suave*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

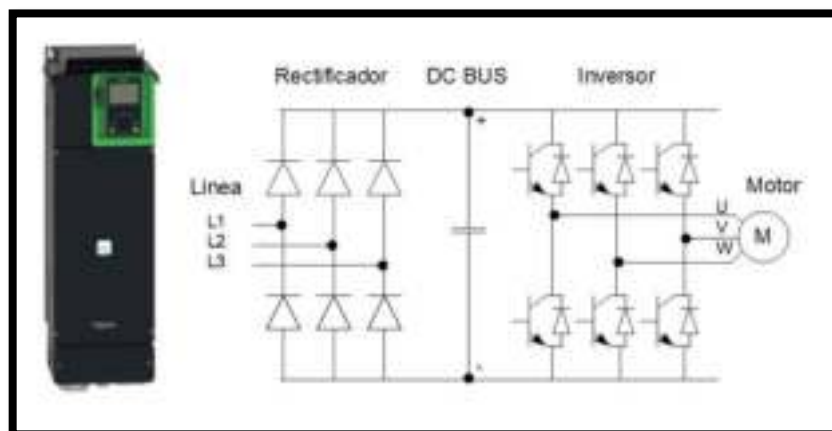
2.2.2.3.2 Variadores de velocidad

Son dispositivos electrónicos de potencia que permiten variar la velocidad y cupla de los motores eléctricos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de la red en magnitudes variables.

Estos dispositivos están formados por circuitos de potencia que incorporan diodos, condensadores, inductores y transistores como los IGBT (Transistor bipolar de puerta aislada) o tiristores, con el principio básico de transformar energía eléctrica de frecuencia industrial en frecuencia variable, esta variación se consigue mediante tres etapas.

- **Etapa 1 Convertidor de entrada (rectificador):** Consta de un puente de diodos que transforma la corriente alterna (CA) en corriente continua (DC).
- **Etapa 2 Bus DC:** La corriente continua rectificada es filtrada de los armónicos y residuos de corriente alterna utilizando inductores y condensadores.
- **Etapa 3 Ondulador (inversor):** En esta etapa se transforma la corriente continua rectificada filtrada en una señal trifásica cuadrada a través de un grupo de transistores IGBT. Esta señal cuadrada simula una señal trifásica usual permitiendo modificar la tensión y la frecuencia. Con la tensión se controlará el par o cupla y mediante la frecuencia se controlará la velocidad del motor.

Figura 2.31. Variador de velocidad y circuito de potencia



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.3.3 Controlador lógico programable (PLC)

Un Controlador lógico programable (PLC) es un equipo industrial de control de procesos de automatización que se encuentra continuamente monitoreando el estado de sus entradas para tomar decisiones sobre las salidas de acuerdo a la programación realizada en el dispositivo.

Tipos de PLC

- **Compacto:** Contiene los canales de entrada, salida, puertos de comunicación y alimentación en el mismo dispositivo.
- **Modular:** Los canales de entrada, salida, puertos de comunicación y alimentación vienen separados.
- **Compacto - modular:** Es la combinación de ambos.

Figura 2.32. PLC compacto y modular



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.4 Dispositivos de medición

Son dispositivos que tienen la función de medir y registrar señales eléctricas como corriente, tensión, frecuencia, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva, temperatura, etc. Es por eso que se debe contar con instrumentos de medición eléctrica dentro de un CCM.

A continuación, se detalla los dispositivos de medición y registro.

- **Transformadores de corriente:** Son dispositivos eléctricos que se utilizan para reducir el valor de corriente a niveles seguros o manejables para los dispositivos de medición.

El transformador de corriente entrega en el secundario una corriente de 0 a 5 A el cual es proporcional a la corriente medida en el primario, permitiendo así que se utilicen en combinación con equipos de medición, amperímetros, medidores, etc.

Figura 2.33. *Transformador de corriente*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

- **Medidores multifunción (analizadores de red):** Es un dispositivo indicador el cual está basado en un microprocesador para la lectura de magnitudes eléctricas programadas, en sustitución de las pantallas analógicas y digitales de tensión individual, corriente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, etc.

Figura 2.34. *Medidor multifunción*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.2.5 Dispositivos de mando y señalización

Los dispositivos de mando y señalización son muy utilizados dentro la industria para ejecutar ordenes o para señalar estados de forma óptica o acústica. Estos están compuestos por indicadores luminosos, pulsadores, pulsadores de parada de emergencia, avisadores acústicos, temporizadores, detectores de proximidad.

Los dispositivos de mando incorporan en su interior unos contactos abiertos, cerrados o conmutados que son encargados de intervenir sobre el circuito de mando de la instalación para poder realizar distintas maniobras.

Figura 2.35. *Dispositivos de mando*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

Los dispositivos de señalización nos indican en todo momento el estado de funcionamiento de una maquina o equipo.

Figura 2.36. *Dispositivos de señalización*



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y Catalogo del Electricista – MYCE, 2021

2.2.3 Coordinación y Selectividad de dispositivos de protección

La selectividad es una técnica que consiste en coordinar el funcionamiento de los diferentes dispositivos tales como fusibles o interruptores automáticos, de manera que, ante una falla en el circuito, solamente actué el dispositivo de protección que se encuentra localizado cerca de dicha falla, aislando el sector, sin afectar toda la instalación. Mejorando así la continuidad del servicio y la seguridad de la instalación.

2.2.3.1 Selectividad Nula

Es cuando los dispositivos de protección aguas arriba y aguas abajo actúan simultáneamente en presencia de un cortocircuito debido a que sus curvas de disparo se superponen.

2.2.3.2 Selectividad parcial

Es cuando el dispositivo de protección que se encuentra ubicado aguas abajo dispara hasta un cierto valor de intensidad de cortocircuito. Para valores mayores se desconecta simultáneamente los dos interruptores tanto como el de aguas arriba y abajo.

2.2.3.3 Selectividad total

Es cuando el dispositivo de protección situado aguas abajo actúa primero que los dispositivos situados aguas arriba.

Para que exista selectividad total se debe cumplir la siguiente relación:

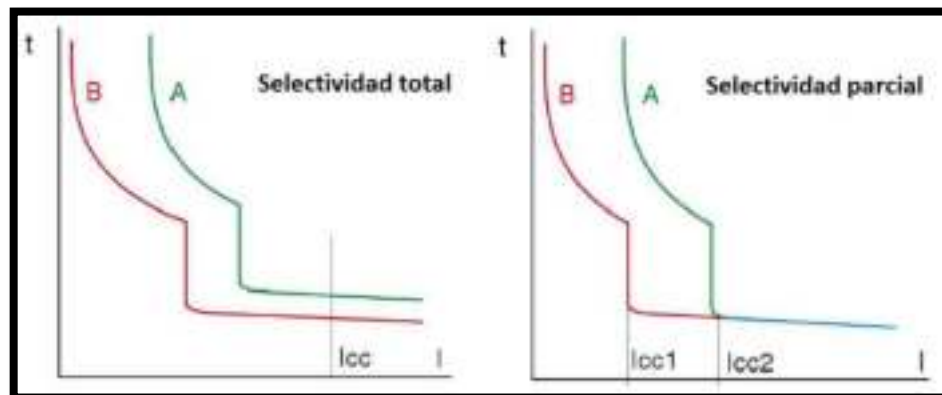
$$I_{cu} \geq I''_K \quad (1)$$

Donde:

I_{cu} , corriente de capacidad de ruptura (poder de corte ultimo) [kA]

I''_K , corriente de cortocircuito simétrica inicial trifásico.

Figura 2.37. Selectividad parcial y total



Fuente: Elaboración propia

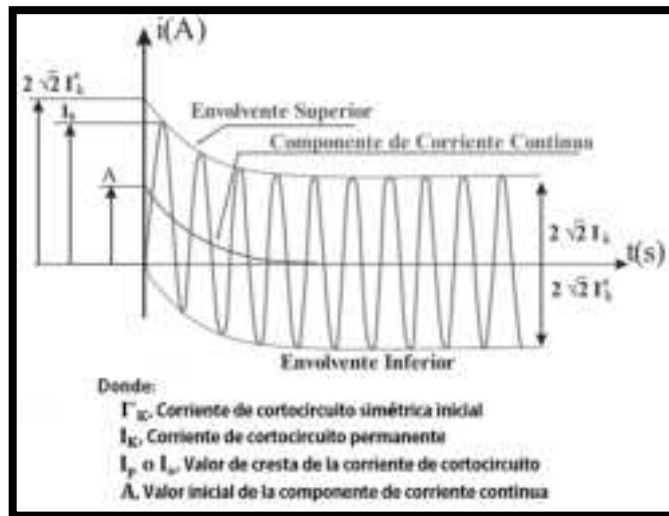
2.2.4 Análisis de las corrientes de cortocircuito

El análisis de cortocircuito se fundamenta en el cálculo o determinación de las magnitudes de las corrientes de falla y los aportes de cada uno de los elementos a esta falla. La corriente de cortocircuito permite establecer las características de los elementos de

protección que deberán soportar o cortar la corriente de falla, por lo que es necesario el cálculo para cada uno de los niveles de tensión del sistema. Desde el punto de vista eléctrico un cortocircuito es una conexión accidental o intencionada cuando se unen dos o más puntos aislados de la instalación eléctrica a diferente potencial (tensión) mediante una impedancia de valor pequeño o teóricamente nula.

La figura muestra la curva de un cortocircuito

Figura 2.38. Curva de cortocircuito alejado de un generador



Fuente: IEC 60909. Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna (pág. 16), 2002.

- **Corriente de cortocircuito simétrica inicial trifásico (I''_{K3}):** es el valor eficaz de la componente alterna simétrica de una corriente presunta de cortocircuito en el instante de aparición del cortocircuito si la impedancia mantiene su valor inicial. La corriente de cortocircuito simétrica inicial o denominado como corriente de cortocircuito trifásico se la calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I''_{K3} = I''_{K3} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * |Z_{eq}|} \quad (2)$$

Donde:

U_n , voltaje nominal del sistema fase-fase (valor eficaz).

Z_{eq} , impedancia de cortocircuito de un sistema trifásico de corriente alterna.

c , factor de corrección de tensión máxima o mínima (ver Tabla 9).

Tabla 9. *Tabla 1 - Factor de tensión "c"*

Tensión nominal U_n	factor de tensión c para el cálculo de	
	las corrientes de cortocircuito máximas $C_{max}^{1)}$	las corrientes de cortocircuitos mínimas C_{min}
Baja tensión 100 V a 1000 V (Tabla 1 de la Norma IEC 60038)	1.05 ³⁾ 1.10 ⁴⁾	0,95
Media tensión >1 kV a 35 kV (Tabla 3 de la Norma IEC 60038)	1.10	1.00
Alta tensión²⁾ >35 kV (Tabla 4 de la Norma IEC 60038)		
1) $C_{max} \cdot U_n$ no debería exceder de la tensión más elevada para el material U_m de los sistemas de potencia 2) Si no está definida la tensión nominal se debería aplicar $C_{max} \cdot U_n = U_m$ o $C_{min} \cdot U_n = 0.9 \times U_m$ 3) Para sistemas de baja tensión con una tolerancia de +6%, por ejemplo sistemas renombrados de 380 V a 400 V 4) Para sistemas de baja tensión con una tolerancia de +10%		

Fuente: IEC 60909. Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna (pág. 20), 2002.

- **Corriente de cortocircuito permanente (I_{K3}):** es el valor eficaz de la corriente de cortocircuito que permanece luego de la extinción del fenómeno transitorio.
- **Corriente de cortocircuito bifásico (I''_{K2}):** corresponde a un cortocircuito entre dos fases sin contacto a tierra y es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$I''_{K2} = \frac{c * U_n}{2 * |Z_{eq}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} * I''_{K3} \quad (3)$$

- **Corriente mínima de cortocircuito (I_{Kmin}):** esta corriente corresponde al extremo del conductor protegido, en las instalaciones de baja tensión están representados por el cortocircuito monofásico (fase - neutro) y es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$I_{Kmin} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * |Z_{eq} + Z_n|} \quad (4)$$

Donde:

Z_n , impedancia equivalente del conductor neutro de retorno.

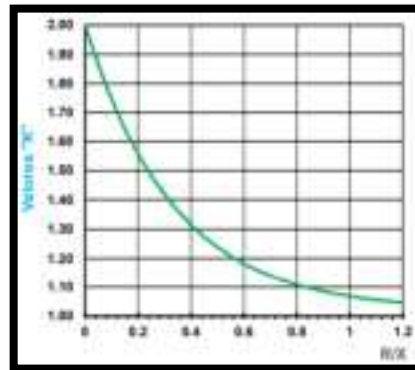
- **Valor de cresta de la corriente de cortocircuito, corriente de impulso, de choque, de cresta o corriente de pico (I_p ó I_S):** es el valor instantáneo máximo posible de la corriente de cortocircuito prevista, su magnitud varía de acuerdo con el momento en que ocurre la falla. Su cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$I_p = k * \sqrt{2} * I''_{K3} \quad (5)$$

Para determinar el factor de “k” en función de la relación R/X se utiliza la curva de la Figura 2.39 o la siguiente ecuación.

$$k = 1.02 + 0.98 * e^{\frac{-3*R}{X_L}} \quad (6)$$

Figura 2.39. Factor de “k”



Fuente: IEC 60909. Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna (pág. 49), 2002.

En el caso que no se tenga la relación de R/X se optara por la Tabla 10 donde “n” representa el valor de $k * \sqrt{2}$.

Tabla 10. Tabla 7 - Valor normalizado para el factor “n”

Valor eficaz de corriente de cortocircuito [kA]	n
$I \leq 5$	1,5
$5 < I \leq 10$	1,7
$10 < I \leq 20$	2
$20 < I \leq 50$	2,1
$50 < I$	2,2

Fuente: IEC 61439-1. Conjuntos de dispositivos de maniobra y control de baja tensión. 2009
Parte 1: Reglas generales

2.2.4.1 Características de los cortocircuitos

Las principales características de los cortocircuitos son por:

- **Su duración:**
 - autoextinguible
 - fugaz y permanente
- **Su origen:**
 - originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre conductores producida por un objeto extraño).
 - debido a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico.
 - Causado por la degradación del aislamiento provocado por el calor, humedad o un ambiente corrosivo.
- **Su locación:**
 - Dentro o fuera de una maquina o un gabinete eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos dentro la industria pueden ser:

- **Monofásicos:** 80% de los casos.
- **Bifásicos:** 15% de los casos.
- **Trifásicos:** solo el 5% de los casos.

2.2.4.2 Consecuencia de los cortocircuitos

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad:

- Según del lugar del defecto, la presencia de un arco puede:
 - Degradar los aislantes.
 - Fundir los conductores.
 - Provocar un incendio o representar un peligro a personas.
- Según el circuito afectado, pueden presentarse:
 - Deformación de los juegos de barras.

- Arrancado o desprendimiento de los cables.
- Sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto joule con riesgo de deterioro de los aislantes.

2.2.4.3 Cálculo de la corriente de cortocircuito

El método usado para determinar la corriente de cortocircuito es el método de reducción de impedancia, el cual permite calcular la corriente de falla en cualquier punto de la instalación, este método consiste en encontrar una impedancia equivalente hasta el punto de falla.

Para ello se describirá el cálculo de las impedancias en los diferentes puntos de la instalación

- **Impedancia de la red de media tensión:** El valor de la impedancia de entrada podrá ser calculada mediante la siguiente ecuación:

$$Z_{RED} = \frac{c * U_N}{\sqrt{3} * I''_{KQ}} [m\Omega] \quad (7)$$

Alternativamente, si en lugar de conocer la corriente de falla aguas arriba se conoce la potencia de cortocircuito, la impedancia del sistema se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Z_{RED} = \frac{(c * U_N)^2}{S_{CC_{kQ}}} [m\Omega] \quad (8)$$

Donde:

U_N , tensión nominal del sistema en el punto de conexión de la alimentación.

I''_{KQ} , corriente de cortocircuito simétrica en el punto de conexión de la alimentación.

c , factor de corrección de tensión máxima o mínima (ver Tabla 9).

$S_{CC_{kQ}}$, potencia aparente de cortocircuito trifásico (valor proporcionado por la empresa distribuidora de energía en MVA).

En ausencia de datos precisos referentes al distribuidor de energía, la norma IEC 60909 menciona que los valores de resistencia y reactancia se calcule mediante las siguientes ecuaciones:

$$X_{RED} = 0.995 * Z_{RED} [m\Omega] \quad (9)$$

$$R_{RED} = 0.1 * Z_{RED} [m\Omega] \quad (10)$$

- **Impedancia del transformador de potencia:** La impedancia de los transformadores de potencia de dos arrollamientos, se determina a partir de la tensión de cortocircuito y pérdidas en los arrollamientos de cobre mediante las siguientes ecuaciones.

$$Z_T = \frac{u_k(\%) * (c * U_n)^2}{S_T * 100\%} \quad (11)$$

$$R_T = \frac{P_{cu}(\%) * (c * U_n)^2}{S_T * 100\%} = \frac{P_{cu}}{3 * I_n^2} \quad (12)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (13)$$

Donde:

$u_k(\%)$, tensión de cortocircuito del transformador en [%].

U_n , tensión nominal de la instalación entre fases (tensión secundaria del transformador en V).

S_T , potencia aparente nominal del transformador en KVA.

c , factor de corrección de tensión máxima o mínima (ver Tabla 9).

R_T , resistencia del transformador [$m\Omega$].

$P_{cu}(\%)$, pérdidas en el cobre del transformador en [%].

P_{cu} , pérdidas en el cobre del transformador en [W].

I_n , corriente nominal del transformador en [A].

X_T , reactancia inductiva del transformador [$m\Omega$].

Los valores de resistencia y reactancia vienen determinados por el fabricante, en ausencia de información CENELEC 50480 sugiere utilizar las siguientes ecuaciones:

$$R_T = 0.31 * Z_T \quad (14)$$

$$X_T = 0.95 * Z_T \quad (15)$$

- **Impedancia de las barras de cobre:**

La resistencia de las barras colectoras es insignificante, por lo que la impedancia es prácticamente toda reactiva y asciende aproximadamente a 0.15 $m\Omega/m$ de longitud (para sistemas de 50 Hz) y 0.18 $m\Omega/m$ de longitud (para sistemas de 60 Hz).³

- **Impedancia de los conductores eléctricos:**

Los valores de resistencias y reactancias de los conductores se pueden obtener de los fabricantes y se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$R_c = r * \frac{l}{N} \quad (16)$$

$$X_c = x * \frac{l}{N} \quad (17)$$

Donde:

R_c , resistencia del conductor [$m\Omega$].

X_c , reactancia del conductor [$m\Omega$].

r , resistencia del conductor por unidad de longitud [Ω/km].

x , reactancia del conductor por unidad de longitud [Ω/km].

N , número de conductores paralelos por fase.

³ SCHNEIDER ELECTRIC. 2022. [En línea] En: [https://www.electrical-installation.org/enwiki/3-phase_short-circuit_current_\(Isc\)_at_any_point_within_a_LV_installation](https://www.electrical-installation.org/enwiki/3-phase_short-circuit_current_(Isc)_at_any_point_within_a_LV_installation)

Para valores menores a 50 mm² se puede ignorar la reactancia. En ausencia de otra información se puede utilizar un valor de 0.08 mΩ/m (para sistemas de 50 Hz) y 0.096 mΩ/m (para sistemas de 60 Hz).⁴

$$R_c = \frac{\rho}{N} * \frac{l}{s} \quad (18)$$

Donde:

R_c , resistencia del conductor [mΩ].

ρ , resistividad a temperatura de operación [mΩ mm²/m] (ver Figura 2.40).

l , longitud del conductor [m].

s , sección del conductor [mm²].

N , número de conductores paralelos por fase.

Figura 2.40. Fig.G38 - Valores de ρ en función de la temperatura de operación, aislamiento del cable y material del núcleo del cable en [mΩ mm²/m] según IEC 60909-0 y CENELEC TR50480.

	20°C	PRXLPE 90 °C	PVC 70°C
Cobre	18.51	23.69	22.21
Al	29.41	37.65	35.29

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC. 2022. [En línea] En: [https://www.electrical-installation.org/enwiki/3-phase_short-circuit_current_\(Isc\)_at_any_point_within_a_LV_installation](https://www.electrical-installation.org/enwiki/3-phase_short-circuit_current_(Isc)_at_any_point_within_a_LV_installation)

- **Impedancia de los motores asíncronos:**

La impedancia que se utiliza para modelar motores asíncronos en instalaciones de baja tensión es determinada a partir de la corriente de arranque del motor y es calculada mediante las siguientes ecuaciones:

$$Z_M = \frac{I_{NM}}{I_{arr}} * \frac{U_{NM}^2}{S_M} \quad (19)$$

La IEC 60909 establece que, para grupos de motores de baja tensión con cables de conexión, se utiliza la siguiente relación para determinar la resistencia y reactancia:

⁴ SCHNEIDER ELECTRIC 2022 [En línea] En: www.electrical-installation.org

$$X_M = 0.922 * Z_M \quad (20)$$

$$\frac{R_M}{X_M} = 0.42 \quad (21)$$

Donde:

I_{NM} , corriente nominal del motor.

$\frac{I_{NM}}{I_{arr}}$, relación de la corriente nominal y la corriente de arranque del motor.

S_M , potencia aparente nominal del motor.

U_{NM} , tensión nominal del motor.

X_M , reactancia del motor.

R_M , resistencia del motor.

Debido al gran número de motores asíncronos en las instalaciones industriales de baja tensión y a la falta de datos necesarios de cada uno de los motores la IEC 60909-0 modela un grupo de motores por un motor equivalente tomando un promedio de la corriente arranque de 5 veces la corriente nominal como se observa en la ecuación:

$$I_{arr} = 5 * I_{NM} \quad (22)$$

Entonces la impedancia equivalente para un grupo de motores será:

$$Z_{ME} = \frac{1}{5} * \frac{U_{NM}^2}{\sum S_M} \quad (23)$$

Donde:

$\sum S_M$, es la suma de potencias aparentes que forman un grupo de motores.

La IEC 60909 establece que: “Los motores de media tensión tienen que ser considerados en el cálculo de corriente de cortocircuito máxima y la contribución de los motores asíncronos en sistemas de potencia de baja tensión a la corriente de cortocircuito I''_K se puede despreciar si no es superior al 5% de la corriente de

cortocircuito simétrica inicial I''_{KM} calculada sin motores”⁵.

$$\sum I_{NM} \leq 0.01 * I''_{KM} \quad (24)$$

Donde:

$\sum I_{NM}$, es la suma de las corrientes asignadas de los motores conectados directamente (sin transformador) a la red donde ocurre el cortocircuito.

I''_{KM} , es la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el punto sin la influencia de los motores.

- **Otras impedancias**

Para el caso de interruptores automáticos es correcto tomar un valor de 0.15 [mΩ] para el valor de la reactancia y despreciar la resistencia.⁶

2.2.5 Selección de alimentadores y barras

2.2.5.1 Alimentadores

Un alimentador es un conjunto de conductores que transportan energía eléctrica desde los puntos de suministro de energía eléctrica hasta los dispositivos de protección de los circuitos derivados.

2.2.5.1.1 Configuración de los alimentadores

Los alimentadores tienen diferentes configuraciones, su selección depende de las consideraciones técnicas y económicas las cuales son:

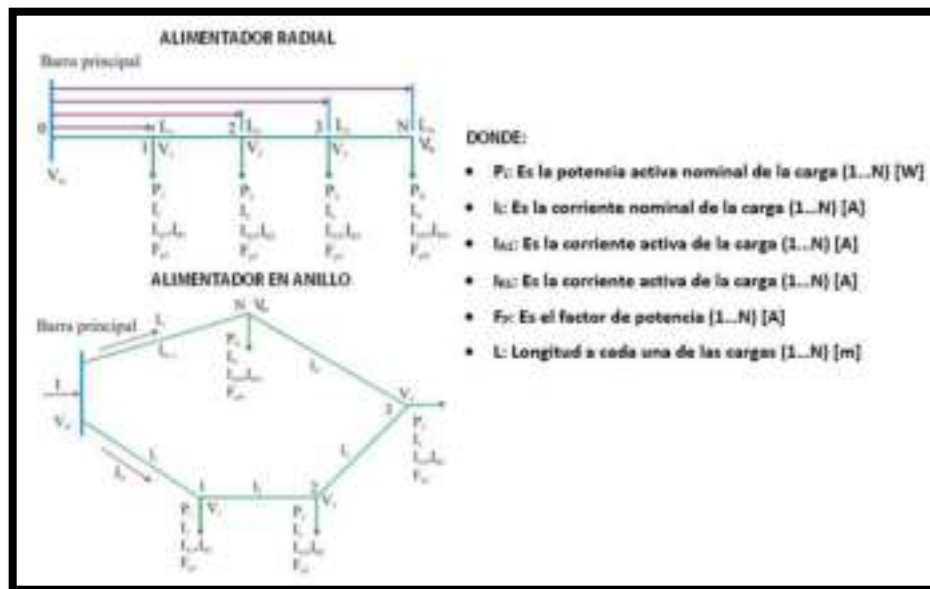
- **Alimentador radial:** Está conformado por un alimentador principal de donde se derivan circuitos secundarios a distintas distancias de la fuente de energía o entre ellas.

⁵ IEC 60909.) 2002. Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna.

⁶ SCHNEIDER ELECTRIC.2000. Cuaderno Técnico n°158.

- **Alimentador en anillo:** Se constituye por ser un alimentador cerrado, el inicio y el final se encuentra en un mismo punto de conexión.

Figura 2.41. Configuración de los alimentadores



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

2.2.5.1.2 Dimensionamiento de los alimentadores

Dimensionamiento de los alimentadores de circuitos derivados

Para los circuitos derivados la alimentación es monofásica, por lo tanto, la corriente se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P_{1\phi}}{V * \text{Cos}(\varphi)} \quad (25)$$

Donde:

I , corriente del circuito monofásico [A]

$P_{1\phi}$, potencia activa nominal monofásica del circuito [W]

V , Voltaje entre fases monofásica [V]

$\text{Cos}(\varphi)$, factor de potencia

La NFPA 70 establece que: “Los conductores de los circuitos ramales deben tener una ampacidad no inferior a la carga máxima que van alimentar. Cuando un circuito alimente cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el calibre mínimo del conductor del circuito ramal, antes de la aplicación de cualquier factor de corrección o ajuste, debe tener una ampacidad permisible no inferior a la carga no continua más el 125% de la continua”⁷, es decir:

$$I_{dim} = 1.25 * I \quad (26)$$

Dimensionamiento de los alimentadores para motores eléctricos

El calibre de los alimentadores para motores eléctricos se seleccionará de acuerdo a la corriente nominal según la siguiente ecuación:

$$I_{NM} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}(\varphi) * \eta} \quad (27)$$

Donde:

I_{NM} , corriente nominal del motor [A].

P , potencia activa nominal trifásica del motor [W].

V , Voltaje entre fases trifásica[V].

$\text{Cos}(\varphi)$, factor de potencia.

η , rendimiento del motor.

La norma NB 777 establece que: “El calibre de los conductores de conexión que alimenta a un solo motor debe estar dimensionado para una corriente no inferior a 125% de la intensidad a plena carga del motor”⁸, es decir:

$$I_{dim} = 1.25 * I_{NM} \quad (28)$$

⁷ NFPA 70. Código Nacional Eléctrico

⁸ NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de Instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. REV 2015

La norma NB 777 establece que: “Los motores de más de 3HP no deben alimentarse con conductores de cobre de sección inferior a 4 mm² (N° 12 AWG) o su equivalente en otro tipo de material”⁹

Dimensionamiento del alimentador para el CCM

Los alimentadores que alimentan a varios motores (CCM) deben estar dimensionados para una corriente no menor del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de los demás motores que funcionan simultáneamente y más la intensidad de otras cargas.

$$I_{ALIM\ CCM} = 1.25 * I_{MG} + \sum I_{NM} + Fs * \sum I_{OC} \quad (29)$$

Donde:

I_{MG} , corriente del motor más grande o mayor potencia [A].

I_{NM} , corriente nominal del motor [A].

Fs , factor de simultaneidad de otras cargas.

I_{OC} , corriente de otras cargas [A]

Dimensionamiento del alimentador principal

Para el alimentador principal la selección está definida por la corriente nominal secundaria del transformador, esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_{ST} = \frac{S_T}{\sqrt{3} * U_2} \quad (30)$$

Donde:

I_{ST} , corriente nominal secundaria del transformador [A].

S_T , potencia aparente nominal del transformador [kVA].

⁹ NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de Instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. REV 2015

U_2 , tensión secundaria del transformador [V].

2.2.5.2 Tipos y características de conductores eléctricos

Dependiendo a la aplicación los conductores eléctricos de cobre y/o aluminio pueden ser del tipo:

- **Conductor de alambre desnudo:** Este conductor es de un solo alambre en estado sólido, no es flexible y no tiene recubrimiento generalmente es utilizado para la conexión a tierra.
- **Conductor de alambre aislado:** Este conductor es de un solo alambre que va recubierto por una capa de aislante plástico, para que este no entre en contacto con ningún otro elemento como objetos metálicos, conductores o personas.
- **Conductor de cable flexible:** Este conductor es el más aplicado y comercializado debido a que está compuesto por una multitud de finos alambres que lo vuelven flexible y está recubierto por un material aislante de material plástico.
- **Conductor de cordón:** Están formados por más de un cable o alambre, de modo que son juntados y envueltos con un material aislante por segunda vez, es decir, tienen el propio aislamiento de cada conductor y uno más que los reúne a todos en un solo conjunto.

Figura 2.42. Tipos de conductores



Fuente: Elaboración propia

Los conductores instalados para los alimentadores deben cumplir con el siguiente código de colores:

Tabla 11. *Tabla 5.4 - Código de colores para conductores*

Conductor	Designación	Color
Fase 1	(R);(A);(L1)	Azul
Fase 2	(S);(B);(L2)	Negro
Fase 3	(T);(C);(L3)	Rojo
Neutro	(N)	Blanco o celeste
De protección	(PE)	Verde y amarillo o verde

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015

“En caso de no existir en el mercado conductores de color negro, rojo y azul, se deben utilizar colores distintos al blanco, celeste, verde, amarillo y verde-amarillo, cada conductor debe de identificarse en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas con colores normalizados o sus denominaciones, anillo u otro método de identificación indeleble y estable en el tiempo.”¹⁰

2.2.5.3 Criterios para la selección de conductores conforme a las normas NFPA 70 y NB 777

Para seleccionar los conductores eléctricos de los alimentadores se debe seguir los siguientes criterios:

- Capacidad térmica de conducción y tipo de aislamiento
- Máxima caída de tensión
- Máxima corriente de cortocircuito

Se utiliza el primer criterio tomando en cuenta todos los factores de corrección necesarios, la selección calculada debe ser verificada mediante el segundo criterio y finalmente se debe proteger los conductores contra eventuales sobrecargas y corriente de falla que puede comprometer la vida del conductor.

¹⁰ NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015

2.2.5.3.1 Capacidad térmica de conducción y tipo de aislamiento

Los conductores deben tener una capacidad de conducción no menor a la máxima corriente admisible (es aquella que puede circular por un conductor en servicio permanente sin que sufra daños), por lo que en la selección del conductor por capacidad de conducción se deben considerar los siguientes factores:

- Tipo de aislamiento y temperatura máxima admitida por aislante
- Temperatura ambiente
- Tipo de instalación de los conductores y número de conductores instalados

Tipo de aislamiento y temperatura máxima admitida por aislante

Para poder identificar el tipo de aislamiento se debe verificar las características que se encuentra sobre el conductor, estas son definidas por las abreviaturas junto con la temperatura máxima de operación de la siguiente manera:

- 1) **T (Thermoplastic):** Aislamiento termoplástico PVC.
- 2) **H (Heat resistant):** Resiste al calor hasta una temperatura máxima de 70°C.
- 3) **HH (Heat resistant):** Resiste al calor hasta una temperatura máxima de 90°C.
- 4) **W (Water resistant):** Resiste al agua y humedad.
- 5) **LS (Low smoker):** Este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.
- 6) **STP (Service parallel thermoplastic):** Esta nomenclatura es usada para identificar un cordón que compone dos conductores flexibles y paralelos con un aislamiento de plástico que están unidos entre sí, es denominado también como cordón dúplex.

De manera general los conductores eléctricos están compuestos por dos tipos de aislantes:

- **Aislamiento termoplástico**
 - **PVC (Policloruro de vinilo):** Es un material aislante utilizado para el uso de los cables eléctricos de uso industrial de baja tensión con resistencia a

la propagación del incendio y reducida emisión de gases tóxicos o corrosivos.

- **PE (Polietileno):** Es un material aislante utilizado en cables de datos por sus buenas características dieléctricas. Este no contiene alógenos, tiene buenas cualidades mecánicas y es fácilmente inflamable.
- **PCP (Poli cloropreno, neopreno o plástico):** Es un material aislante utilizado como recubrimiento de varios cables (conductor de cordón), es incombustible y no se deteriora con facilidad.
- **Z (Poliolefinas):** Es una mezcla reticulada a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos
- **Aislamiento termoestable**
- **XLPE (Polietileno de enlace cruzado o Polietileno reticulado):** Es un material del tipo termoestable (una vez reticulado, no cambia sus características sometidas a un aumento de temperatura y calor), presenta mejor característica eléctrica y térmica que el PVC. Su termoestabilidad hace que pueda funcionar en forma permanente con temperaturas de operación de 90°C en conductores y 250°C en caso de cortocircuito.
- **EPR (Etileno Propileno con caucho):** Es de material termoestable muy flexible con buena resistencia a la humedad, calor y frío. Su temperatura de operación es de 90°C y 250°C en caso de cortocircuito.
- **MICC (Cable revestido, mineral aislado):** Están hechos de conductor de cobre dentro de un recubrimiento de cobre, aislado por óxido de magnesio en polvo comprimido que es usado para el sistema de supervivencia contra incendios.

Temperatura ambiente

Los conductores eléctricos están diseñados según las normas para una temperatura ambiente de 30°C y 20°C para líneas subterráneas (temperatura del suelo), con temperatura de operación de 60°C, 70°C, 75°C y 90°C.

Cuando la temperatura ambiente difiere a los 30°C se debe aplicar los factores de corrección por temperatura dado en las tablas siguientes.

Tabla 12. *Tabla 5.5 – Intensidad de corriente admisible con PVC, para una temperatura de operación de 70°C a temperatura ambiente de 30°C (hasta (3) conductores agrupados)*

Sección nominal, en mm ²	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0.75	-	12	15
1	11	15	19
1.5	15	19	23
2.5	20	25	32
4	25	34	42
6	33	44	54
10	45	61	73
16	61	82	98
25	83	108	129
35	103	134	158
50	132	167	197
70	164	207	244
95	197	249	291
120	235	291	343
150	-	327	382
185	-	374	436
240	-	442	516
300	-	510	595
400	-	-	708
500	-	-	809

GRUPO 1: Monoconductores tendidos al interior de ductos
GRUPO 2: Multiconductores con cubierta común, que van al interior de tubos metálicos, cables planos, cables portátiles o móviles, etc.
GRUPO 3: Monoconductores tendidos sobre aisladores

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015

Tabla 13. *Tabla 5.6 - Factores de corrección para temperatura ambiente diferente a 30°C y 20°C para líneas subterráneas (temperatura del suelo)*

Temperatura, en °C	PVC	EPR o XLPE	PVC	EPR o XLPE
	Ambiente		Suelo	
10,00	1,22	1,15	1,10	1,07
15,00	1,17	1,12	1,05	1,04
20,00	1,12	1,08	1,00	1,00
25,00	1,06	1,04	0,95	0,96
30,00	1,00	1,00	0,89	0,93
35,00	0,94	0,96	0,84	0,89

40,00	0,87	0,91	0,77	0,85
45,00	0,79	0,87	0,71	0,80
50,00	0,71	0,82	0,63	0,76
55,00	0,61	0,76	0,55	0,71
60,00	0,50	0,71	0,45	0,65
65,00	-	0,65		0,60
70,00	-	0,58		0,53
75,00	-	0,50		0,46
80,00	-	0,41		0,38

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.

Tabla 14. *Tabla 310.15(B) (16) (antes Tabla 310.16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 1000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F) *.*

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Ver Tabla 310.104(A).]						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18**	-	-	14	-	-	-	-
16**	-	-	18	-	-	-	-
14**	15	20	25	-	-	-	-
12**	20	25	30	15	20	25	12**
10**	30	35	40	25	30	35	10**
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1

1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	350	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	315	375	425	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	445	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	525	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	555	665	750	470	560	630	2000
*Ver sección 310.15(B)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es distinta a 30°C(86°F)							
**Ver sección 240.4(D) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor							

Fuente: NFPA 70 Código Nacional Eléctrico (pág. 161).2014.

Tabla 15. *Tabla 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30°C.*

Para temperaturas ambientes distintas a 30°C (86°F), multiplique las Ampacidades permisibles especificadas en las tablas de ampacidad por el factor de corrección apropiado mostrado a continuación				
Temperatura ambiente (°C)	Temperatura nominal del conductor			Temperatura ambiente (°F)
	60°C	75°C	90°C	
10 o menos	1,29	1,2	1,15	50 o menos
11 - 15	1,22	1,15	1,12	51 - 59
16 - 20	1,15	1,11	1,08	60 - 68
21 - 25	1,08	1,05	1,04	69 - 77
26 - 30	1	1	1	78 - 86
31 - 35	0,91	0,94	0,96	87 - 95
36 - 40	0,82	0,88	0,91	96 - 104
41 - 45	0,71	0,82	0,87	105 - 113
46 - 50	0,58	0,75	0,82	114 - 122
51 - 55	0,41	0,67	0,76	123 - 131

56 - 60	-	0,58	0,71	132 - 140
61 - 65	-	0,47	0,65	141 - 149
66 - 70	-	0,33	0,58	150 - 158
71 - 75	-	-	0,5	159 - 167
76 - 80	-	-	0,41	168 - 176
81 - 85	-	-	0,29	177 - 185

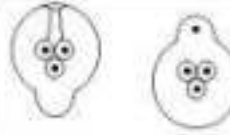

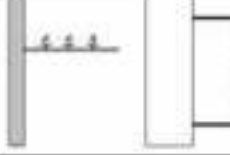
Fuente: NFPA 70 Código Nacional Eléctrico (pág. 158). 2014

- **Tipo de instalación de los conductores y número de conductores instalados**

El tipo de instalación que generalmente es utilizado en instalaciones eléctricas es la que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Tabla 5.2 – Tipos de instalación

Tipos de instalación			
Descripción	Esquema	Descripción	Esquema
1. Conductores aislados dentro de tubos protectores en montaje superficial.		2. Conductores aislados dentro de tubos protectores embudidos en pared o piso.	
3. Conductores aislados dentro de tubos protectores en canaleta (abierta a ventanilla).		4. Conductores uni o multipolares en conductos.	
5. Conductores aislados en canaletas.		6. Conductores aislados en molduras o rodones.	
7. Conductores uni o multipolares en espacios de construcción o fosos.		8. Conductores uni o multipolares fijados en paredes.	
9. Conductores uni o multipolares en canaleta (abierta o cerrada).		10. Conductores uni o multipolares en bandejas.	

11. Conductores uni o multipolares suspendidos en cable mensajero.		12. Conductores aislados instalados sobre aisladores.	
13. Conductores aislados en líneas aéreas.			

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.

Cuando existe agrupamiento de más de (3) conductores se debe aplicar los factores de corrección por agrupamiento como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17. *Tabla 5.10 - Factores de corrección a aplicar cuando hubieren más de tres (3) conductores agrupados o más de tres (3) conductores en un cable multipolar*

Número de conductores instalados	Factores de corrección
4 a 6	0,80
7 a 9	0,70
10 a 20	0,50
21 a 30	0,45
31 a 40	0,40
Más de 41	0,35

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.

Para definir la capacidad de corriente admisible del conductor se debe tomar los factores de corrección por temperatura y de agrupamiento, el cual se obtiene por la siguiente ecuación:

$$I_{CA} = \frac{I_{dim}}{k_T * k_A} \quad (31)$$

Donde:

I_{CA} , corriente admisible del conductor.

k_T , factor de corrección por temperatura ambiente que difiere de 30°C.

k_A , factor de corrección por agrupamiento con más de (3) conductores.

Para la selección del conductor neutro y de tierra según la norma NB 777 se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para circuitos monofásicos el conductor de neutro debe tener la misma sección que el conductor de fase.
- Para los circuitos trifásicos, para dimensionar el conductor neutro se debe considerar el máximo desequilibrio que pueda preverse, corrientes armónicas, etc. No siendo inferior a los siguientes valores:

Tabla 18. *Tabla 5.11 - Selección del calibre del conductor neutro*

Sección del conductor de fase, en mm ²	Sección mínima del conductor neutro, en mm ²
10	10
16	10
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.

El conductor PE, es requerido en ciertas medidas para la protección contra choques eléctricos. A continuación, se observan las secciones del conductor de tierra a partir de la sección de fase.

Tabla 19. *Tabla 9.1 - Secciones mínimas de los conductores de protección*

Sección mínima de los conductores de fase, en mm ²	Sección mínima de los conductores de protección, en mm ²
$s \leq 16$	$s^{(*)}$
$16 < s \leq 35$	16
$s > 35$	$s/2$

NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.

2.2.5.3.2 Máxima caída de tensión

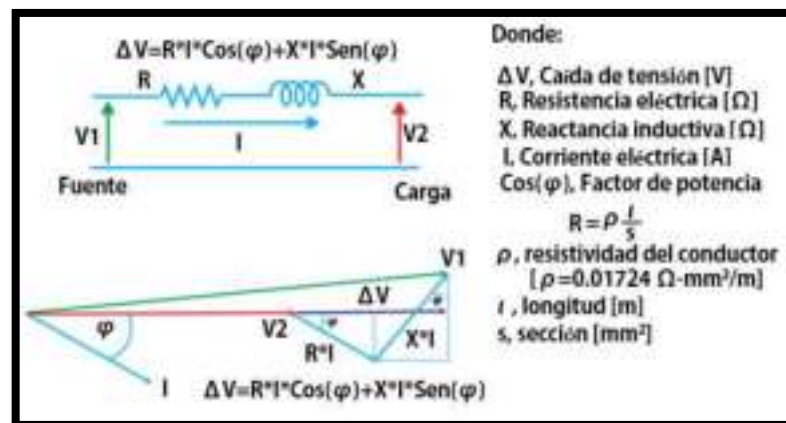
Para determinar la sección del conductor no solo se debe considerar el criterio de capacidad térmica del conductor, también es necesario considerar la máxima caída de tensión entre los extremos del conductor (desde el punto más cercano a la fuente de energía eléctrica hasta el punto donde se conecta la carga).

La caída de tensión representa la pérdida de tensión en un conductor a través de la corriente que circula. Está pérdida depende del área transversal del conductor y su longitud. Su valor debe estar por debajo de los límites establecidos en las normas para garantizar el correcto funcionamiento del conductor.

Según la Norma Boliviana NB 777 recomienda que la caída de tensión para alimentadores no debe exceder del 2% y el resto de instalación un 3% llegando a ser un total de 5% permitido en una instalación eléctrica.

Para el cálculo de caída de tensión, el conductor eléctrico es considerado con todos sus parámetros eléctricos en un determinado tramo, a la vez es representado mediante un diagrama vectorial como se muestra a continuación:

Figura 2.43. Circuito equivalente y diagrama vectorial



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

- Para un solo conductor:

$$\Delta V = R * I * \text{Cos}(\varphi) + X * I * \text{Sen}(\varphi) \quad (32)$$

- Para circuitos monofásicos:

$$\Delta V = 2 * [R * I * \text{Cos}(\varphi) + X * I * \text{Sen}(\varphi)] \quad (33)$$

- Para circuitos trifásicos (motores):

$$\Delta V = \sqrt{3} * [R * I * \text{Cos}(\varphi) + X * I * \text{Sen}(\varphi)] \quad (34)$$

En el caso de no tener datos de resistencia y reactancia inductiva se utiliza la resistividad del conductor o valores de resistencias definidas, tomando ciertas consideraciones:

- Utilizando la resistividad del conductor para el cobre o aluminio

$$R = \rho \frac{L}{s} \quad (35)$$

$$X = \rho \frac{L}{s} \quad (36)$$

Donde:

R , Resistencia del conductor [Ω].

ρ , resistividad del conductor cobre 0.01724 [$\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$] y aluminio 0.028 [$\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$].

L , longitud [m].

s , sección [mm^2].

- Para un solo conductor:

$$\Delta V = \frac{\rho * L * I * \text{cos}(\varphi)}{s} \quad (37)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\rho * L * I * \text{Cos}(\varphi)}{V * s} * 100(\%) \quad (38)$$

- Para circuitos monofásicos:

$$\Delta V = \frac{2 * \rho * L * I * \text{Cos}(\varphi)}{s} \quad (39)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 * \rho * L * I * \cos(\varphi)}{V * s} * 100(\%) \quad (40)$$

- Para circuitos trifásicos:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos(\varphi)}{s} \quad (41)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos(\varphi)}{V * s} * 100(\%) \quad (42)$$

- ✓ Utilizando valores de resistencias definidas tanto para el cobre o aluminio

Para cobre:

$$r = \frac{22,5 [\Omega \text{ mm}^2 / \text{km}]}{s [\text{mm}^2]} \quad (43)$$

Para aluminio:

$$r = \frac{36 [\Omega \text{ mm}^2 / \text{km}]}{s [\text{mm}^2]} \quad (44)$$

- ✓ Consideraciones a tomar son:

R , es despreciable por encima de 500 mm^2 .

X , despreciable para conductores con una sección inferior a 50 mm^2 . Si no se dispone de más información se considera $X = 0.8 \Omega / \text{km}$ para secciones mayores a 50 mm^2 .

2.2.5.3.3 Máxima corriente de cortocircuito en conductores

La máxima corriente de cortocircuito que soporta un conductor se debe calcular conforme indica la Norma Boliviana NB 777 mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{0.34 * s}{\sqrt{t}} * \left[\log \left(\frac{234 + T_f}{234 + T_i} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (45)$$

Donde:

s , sección del conductor en [mm²].

t , tiempo de duración de la falla en [s].

T_f , temperatura máxima admisible del conductor en régimen de cortocircuito en [°C].

T_i , temperatura máxima admisible del conductor en régimen normal de operación [°C].

I_{CC} , máxima corriente de cortocircuito en [kA].

Como referencia la Tabla 20 muestra valores normalizados para T_f y T_i para un determinado tipo de conductor:

Tabla 20. *Tabla 5.3 - Valores normalizados de T_f y T_i*

Tipo de aislación	T_f en °C	T_i en °C
PVC	160	70
Polietileno reticulado (XLPE)	250	90
Goma etileno propileno (EPR)	250	90

Fuente: NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.

2.2.5.4 Criterios para la selección de barras

Para la selección del juego de barras se deben de emplear algunos criterios y ecuaciones utilizadas en el dimensionamiento de los alimentadores. Para la selección de las barras de cobre se recurrirá a la Tabla 21:

Tabla 21. *Tabla 5-15 Capacidad de corriente continua en barras de cobre (DIN 43671)*

Ancho x Grosor	Sección	Peso	Intensidad continua en A c.a. Hasta 60 Hz							
			Pintado				Desnudo			
			N° de barras				N° de barras			
			1	2	3	4	1	2	3	4
mm	mm ²	kg/m	I	II	III	II II	I	II	III	II II
12x2	23,5	0,209	123	202	228		108	182	216	
15x2	29,5	0,262	148	240	261		128	212	247	
15x3	44,5	0,396	187	316	381		162	282	361	
20x2	39,5	0,351	189	302	313		162	264	298	

20x3	59,5	0,529	237	394	454		204	348	431	
20x5	99,1	0,882	219	560	728		274	500	690	
20x10	199	1,77	497	924	1320		427	825	1180	
25x3	74,5	0,663	287	470	525		245	412	498	
25x5	124	1,11	384	662	839		327	586	795	
30x3	89,5	0,796	337	544	593		385	476	564	
30x5	149	1,330	447	760	944		379	672	896	
30x10	299	2,660	676	1200	1670		573	1060	1480	
40x3	119	1,050	435	692	725		366	600	690	
40x5	199	1,770	573	952	1140		482	836	1090	
40x10	399	3,550	850	1470	2000	2580	715	1290	1770	2280
50x5	249	2,220	690	1140	1330	2010	583	994	1260	1920
50x10	499	4,440	1020	1720	2320	2950	852	1510	2040	2600
60x5	299	2,660	826	1330	1510	2310	688	1150	1440	2210
60x10	599	5,330	1180	1960	2610	3290	985	1720	2300	2900
80x5	399	3,550	1070	1680	1830	2830	885	1450	1750	2720
80x10	799	7,110	1500	2410	3170	3930	1240	2110	2790	3450
100x5	499	4,440	1300	2010	2150	3300	1080	1730	2050	3190
100x10	988	8,890	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980
120x10	1200	10,700	2110	3280	4270	5130	1740	2860	3740	4500
160x10	1600	14,200	2700	4130	5360	6320	2220	3590	4680	5530
200x10	2000	17,800	3290	4970	6430	7490	2690	4310	5610	6540
Calculado con una densidad de 8,9 kg/dm ³										

Fuente: Norma DIN 43671. 1975.

La máxima corriente de cortocircuito que soporta una barra según la IEC 60865-1 en un determinado tiempo se la puede calculada mediante la siguiente expresión:

$$S_{thr} = \frac{1}{\sqrt{T_{kr}}} * \sqrt{\frac{k_{20} * c * \rho}{\alpha_{20}} * \ln \frac{1 + \alpha_{20} * (\theta_c - 20^\circ C)}{1 + \alpha_{20} * (\theta_b - 20^\circ C)}} \quad (46)$$

$$I''_{KMAX} = S_{thr} * A \quad (47)$$

Donde:

S_{thr} , valor asignado de corta duración de la densidad de corriente soportada por los conductores [A/mm^2].

α_{20} , coeficiente de variación de resistencia con la temperatura con un valor de 0.00393 [$1/^\circ C$] para el cobre.

c , capacidad térmica específica a $20^\circ C$ con un valor de 390 [$J/kg^\circ C$] para el cobre.

ρ , densidad con un valor de 8900 [kg/m^3] para el cobre.

k_{20} , conductividad específica a $20^\circ C$ con un valor de 56×10^6 [$1/\Omega m$] para el cobre.

θ_c , temperatura del conductor al final de un cortocircuito con un valor de $200^\circ C$.

θ_b , temperatura del conductor al comienzo de un cortocircuito con un valor de $30^\circ C$.

A , sección del conductor en mm^2 .

Una vez seleccionado la barra se debe emplear el análisis de las corrientes de cortocircuito de todo el sistema, para el cálculo de esfuerzos electrodinámicos y distancias entre soportes.

2.2.5.4.1 Cálculo de esfuerzos electrodinámicos

Cada conductor de fase sufre un esfuerzo debido a las acciones entre fases y a las de otros conductores de la misma fase. La fuerza máxima se ejerce sobre los conductores externos de la fase central.

Estos conductores están sometidos:

- Por una parte, al esfuerzo resultante de las otras dos fases y este es calculado mediante la ecuación:

$$F1/l = \frac{cte * 2 * 10^{-7} * k_1(I_P)^2}{d_f} \quad [N/m] \quad (48)$$

Donde:

$F1/l$, fuerza por unidad de longitud del juego de barras [N/m].

cte , 1 o 0.87 según se trate de un defecto trifásico o bifásico.

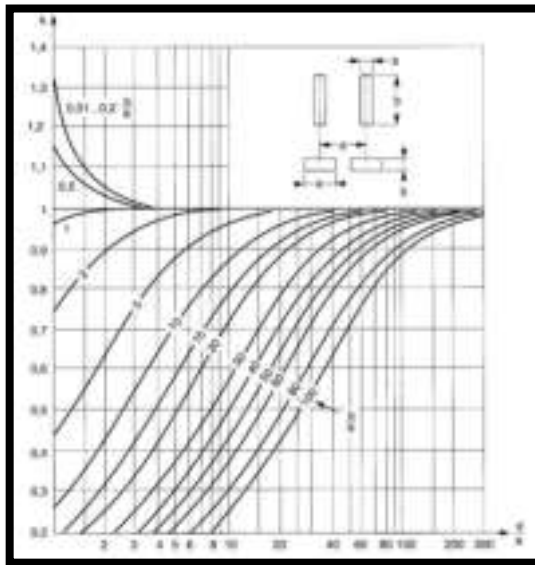
I_p , corriente de cortocircuito de pico [kA].

d_f , distancia entre ejes de fases [m].

k_1 , coeficiente de Dwight, que tiene en cuenta la forma del conjunto de los conductores de la fase. Este coeficiente puede obtenerse mediante ecuación (50) con relación a la anchura (b), grosor (a) y distancia entre ejes de fases (d_f), para luego leerse en los ábacos que se muestra en la Figura 2.44.

$$k_1\left(\frac{b}{a}; \frac{d_f}{a}\right) \quad (49)$$

Figura 2.44. Fig. 2: Variación de k en función de las razones b/a y d/a (ábaco de Dwight)



Fuente: SCHENIERDER ELECTRIC. Cuaderno técnico n°162. (pág. 7) .2000

- Por otra parte, están sometidos a la fuerza de atracción (corriente en el mismo sentido) resultante de los otros conductores de la fase considerada (ver Figura 2.45), si estos están unidos mecánicamente se hará el cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$F_2/l = \sum_i F_{2 \rightarrow i}/l \quad [N/m] \quad (50)$$

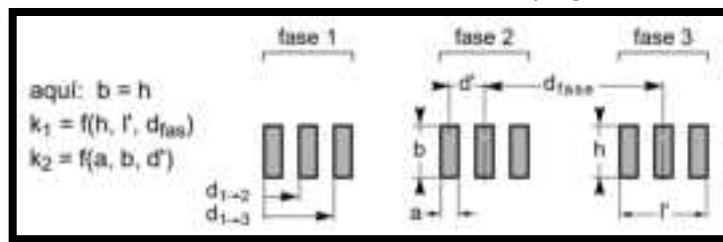
Al hacer el uso de esta ecuación se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

$d_{1 \rightarrow i}$, distancia entre el eje del conductor 1 al conductor i [m]

n , número de conductores por fase

k_2 , coeficiente de Dwight, para el conductor de la fase

Figura 2.45. Fig 14 *Parámetros teniendo en cuenta en el planteamiento de la ecuación de las fuerzas de atracción entre conductores de un juego de barras.*



Fuente: SCHENIERDER ELECTRIC. Cuaderno técnico n°162. (pág. 14) .2000

2.2.5.4.2 Cálculo de la distancia entre soportes a partir de las tensiones del conductor más solicitado (límite de elasticidad del conductor)

El conductor más solicitado debe de soportar la fuerza:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{\beta_1 * (F_1/l) * d_1^2}{8 * Z} + \frac{\beta_2 * (F_2/l) * d_1^2}{8 * Z_0} \quad (51)$$

$$\sigma = 1.5 * R_{\rho 0.2} \quad (52)$$

Donde:

F_1/l y F_2/l , fuerzas [N/m].

d_1 , distancia entre dos soportes [m].

$R_{\rho 0.2}$, límite elástico de un conductor (125×10^6 [N/m] para el aluminio y 250×10^6 [N/m] para el cobre).

Z_0 , modulo resistente de una barra [m³].

$$Z_0 = \frac{b * a^2}{6} \quad (53)$$

Z, modulo resistente de una fase [m³].

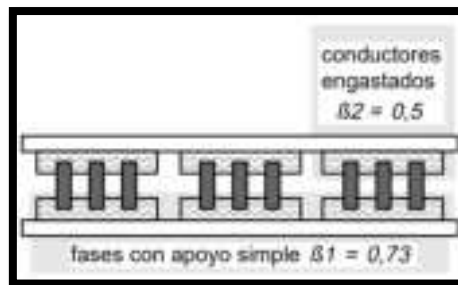
$$Z = n * Z_0 \quad (54)$$

β_1 , coeficiente para el caso de apoyo simple igual a 0.73.

β_2 , coeficiente para el caso de encaste igual a 0.5.

Estos valores son válidos para la configuración de un juego de barras dado las barras de una misma fase están encastadas y los tres grupos de fases apoyados como se observa en la figura.

Figura 2.46. Fig. 15 Configuración de un juego de barras con coeficientes β



Fuente: SCHENIERDER ELECTRIC. Cuaderno técnico n°162. (pág. 7) .2000

De forma simplificada para obtener el cálculo de distancia entre soportes se reemplazan las ecuaciones (52), (53) y (54) en (51). Teniendo como resultado la ecuación (55)

$$d_1 = \sqrt{\frac{1.5 * R_{\rho 0.2}}{\frac{\beta_1 * (F1/l)}{8 * n * \frac{b * a^2}{6}} + \frac{\beta_2 * (F2/l)}{8 * \frac{b * a^2}{6}}} [m] \quad (55)$$

2.2.5.4.3 Cálculo de la distancia entre soportes a partir de las fuerzas en los soportes (límite de elasticidad de los soportes)

Los soportes deben de resistir los esfuerzos debido a la fuerza F1 y su cálculo es realizado mediante la siguiente ecuación:

$$d_2 = \frac{R_m * S_m}{\alpha * F_1/l} \quad (56)$$

Donde:

R_m , Resistencia mecánica del soporte (obtenido de catálogo de soportes)

S_m , Sección del soporte solicitada en tracción (obtenido de catálogo de soportes)

α , constante cuyo valor depende del modo de fijación y del número de soportes (igual a 0.5).

2.2.5.4.4 Determinación máxima entre los soportes:

Para resistir a los esfuerzos electrodinámicos, se debe colocar los soportes a una distancia d igual al valor más pequeño de d_1 y d_2 .

$$d \leq \min (d_1, d_2) \quad (57)$$

2.2.5.4.5 Mecanizado del juego de barras

Una vez elegido el juego de barras se realiza el mecanizado para incorporar estos dentro del CCM. Para ello se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Disposición del juego de barras**

Normalmente el orden de las barras será N, L1, L2, L3, desde la parte frontal a la parte trasera o desde la parte izquierda a la derecha del CCM, este orden es recomendado por los siguientes motivos:

- Seguridad
- Facilidad de conexión de los dispositivos de protección
- Fácil acceso a la barra del neutro

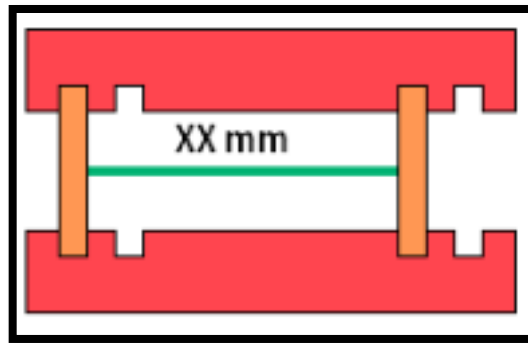
Además, que las barras deben estar identificadas independientemente.

- **Distancia de aislamiento y líneas de fuga**

La distancia de aislamiento es la distancia más corta en el aire:

- Entre dos conductores activos
- Entre un conductor activo y la tierra

Figura 2.47. *Distancia de aislamiento*



Fuente: SCHENIERDER ELECTRIC Guía de ensamblado de un cuadro de distribución eléctrica (pág. 34)

La norma IEC 61439-1 indica los valores mínimos de distancia de aislamiento que permite soportar las tensiones de impulso declarada por el fabricante como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. *Tabla 1 - Distancia de aislamiento mínima*

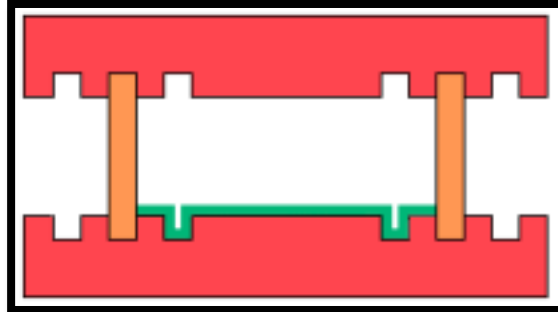
Tensión soportada al impulso U_{imp} [kV]	Espacio libre mínimo mm
≤ 2,5	1,5
4,0	3,0
6,0	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0
a) Basado en condiciones de campo no homogéneos y grado de contaminación 3	

IEC 61439-1, 2009. Conjuntos de dispositivos de maniobra y control de baja tensión. Parte 1: Reglas generales (pág. 84).

La línea de fuga es la distancia mínima a lo largo de la superficie de un aislamiento entre:

- Dos conductores activos
- Entre un conductor activo y la superficie que lo limita

Figura 2.48. *Distancia de fuga*



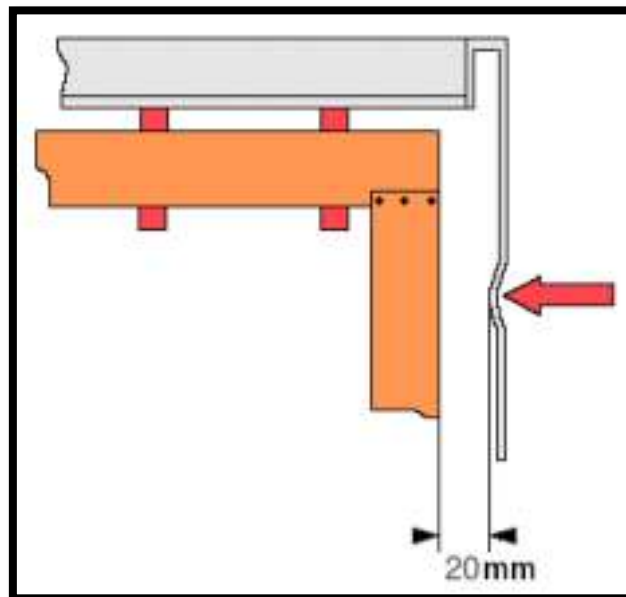
Fuente: SCHENIERDER ELECTRIC Guía de ensamblado de un cuadro de distribución eléctrica (pág. 35)

La norma IEC 61439-1 recomienda una distancia de línea de fuga mínima de 16 mm para una tensión de servicio de hasta 1000 V.

La distancia de aislamiento entre una pieza sin revestimiento que está alimentada por una barra de cobre y un panel con revestimiento que es susceptible a una deformación tras un impacto (una prueba de grado de protección IK), debe ser como mínimo 20 mm.

Si esto no es posible se debe colocar una barrera aislante entre ellos.

Figura 2.49. *Distancia de aislamiento entre una pieza sin revestimiento y un panel con revestimiento*



Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller

- **Punzonado (perforado)**

La barra ya sea rígida o flexible debe perforarse con una herramienta adecuada con un soporte de trabajo que permita que la perforación se realice sin deformar la barra.

El diámetro de perforación depende de los tornillos utilizados y la longitud de la barra como se observa en la tabla:

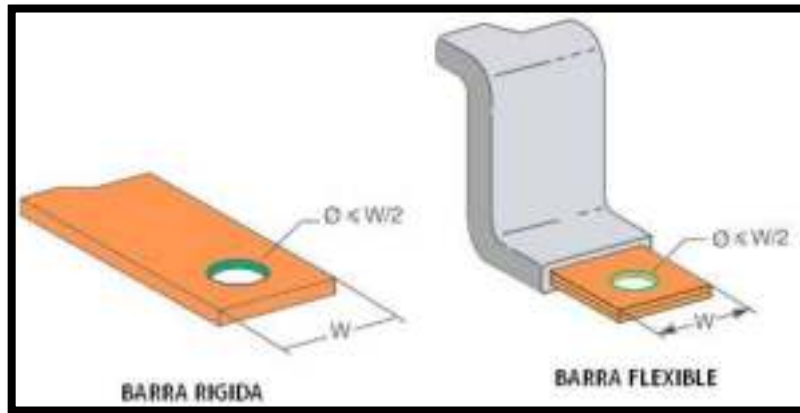
Tabla 23. *Diámetro máximo de perforaciones*

Diámetro de tornillos	Diámetro máximo de perforaciones [mm]
M6	7
M8	10
M10	12
M12	14

Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller.

El diámetro de la perforación de la barra rígida o flexible siempre debe ser inferior a la mitad de la longitud W como se ve en la figura:

Figura 2.50. *Diámetro de perforación de una barra rígida y flexible*



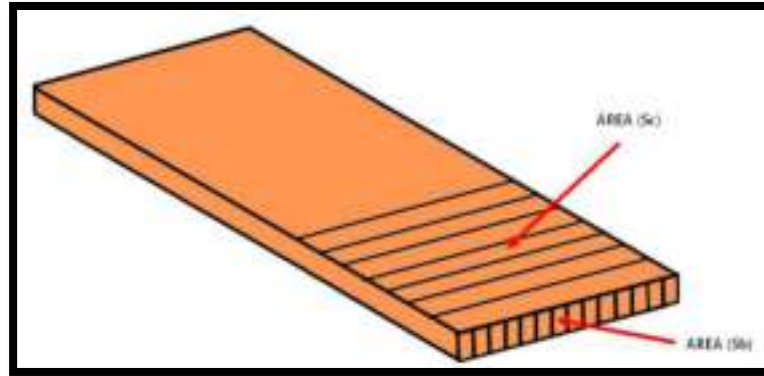
Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller

- **Dimensión de las áreas de contacto**

Para obtener un buen contacto entre barras el área (S_c) debe ser 5 veces la sección transversal de la barra (S_b).

$$S_c > 5 \times S_b \quad (58)$$

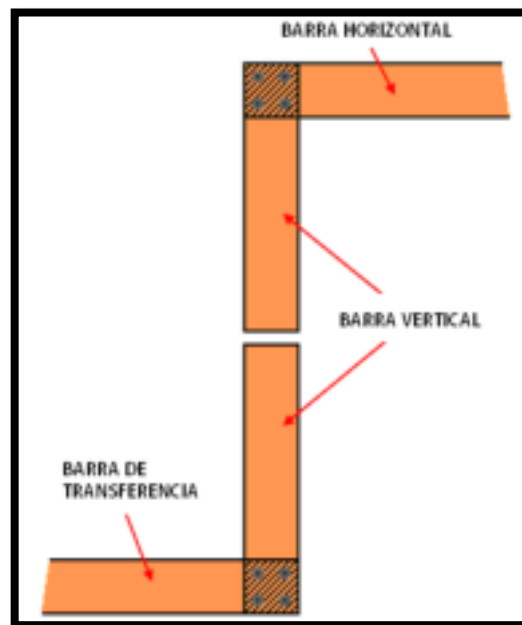
Figura 2.51. Sección de área “Sc” y “Sb”



Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller.

Para los enlaces de continuidad de barras principales es mejor establecer los contactos a toda la longitud de la barra para obtener una transferencia de calor óptima.

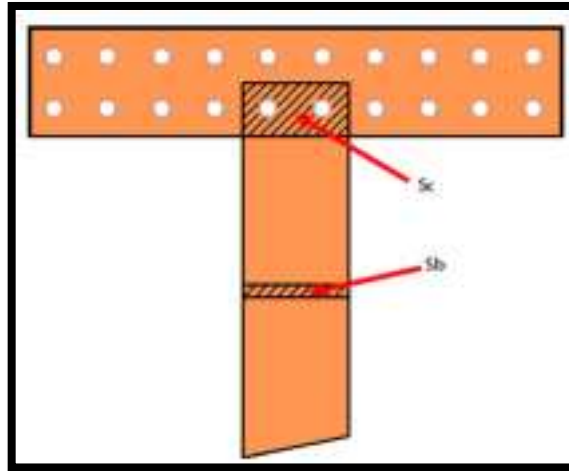
Figura 2.52. Enlaces de continuidad de barras principales, verticales y transferencia.



Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller.

Para las ramificaciones de los juegos de barras que salen de las barras principales se debe cumplir la condición de la ecuación (58).

Figura 2.53. *Ramificaciones de barras principales.*



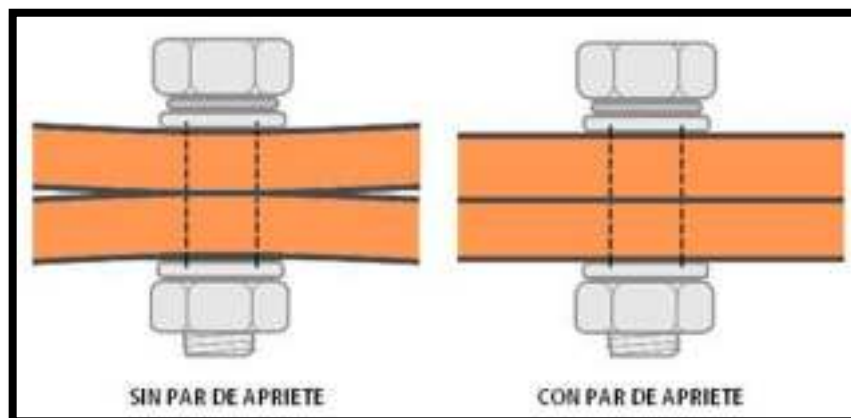
Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller.

- **Presión de contacto**

La presión de contacto entre barras se consigue mediante tornillos cuyo tamaño, cantidad y par de apriete es seleccionado en función al espesor de la barra de cobre.

Si la presión de contacto es demasiado alta superara el límite de elasticidad, además de que un par de apriete alto o una cantidad insuficiente de tornillos llegaría a provocar una deformación llegando a reducir el área de contacto.

Figura 2.54. *Presión de contacto.*



Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller

Para evitar los problemas de par de apriete se recomienda utilizar la siguiente tabla:

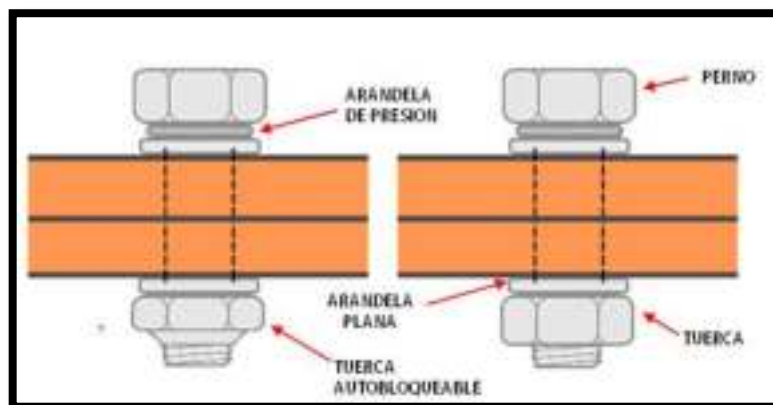
Tabla 24. Valores de referencia para las características de los tornillos y pares de apriete recomendados.

Valores de referencia para las características de los tornillos y pares de apriete recomendados							
Grosor de barra	I [A]		Anchura de barra [mm]	Cantidad mínima de tornillos	Ø del tornillo [mm]	Clase [calidad]	Par [Nm]
	1barra	2 o más barras					
5 mm	1,5		< 25	1	M8	8-8	15/20
	< 400		< 32	1	M10	6-8	30/35
				2	M6	8-8	10/15
	< 630		< 50	1	M12	6-8	50/65
				2	M10	6-8	30/35
				2	M8	8-8	15/20
	800	1250	< 80	4	M8	8-8	15/20
				4	M10	6-8	30/35
1000	1650	< 100	4	M10	8-8	40/50	
			2	M12	6-8	50/60	
1600	2000	< 125	3	M12	6-8	50/60	
10 mm		2500	< 80	3	M12	8-8	70/85
		3200	< 100	4	M12	8-8	70/85
		4000	< 125	6	M12	8-8	70/85

Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller

Para evitar el aflojamiento entre las barras se puede utilizar tuercas, tuercas auto bloqueables, arandelas de presión y arandelas planas anchas como se muestra en la figura.

Figura 2.55. Formas de evitar aflojamiento.



Fuente: LEGRAND Cuaderno de taller.

2.2.5.5 Protección de los alimentadores

2.2.5.5.1 Protección contra sobrecorrientes

Según norma NB 777 los conductores eléctricos deben estar protegidos con dispositivos de corte contra sobrecorrientes (interruptores automáticos), antes que el conductor presente un excesivo calentamiento dañando el aislamiento y reduciendo su tiempo de vida cumpliendo las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (59)$$

$$I_2 \leq 1.45 * I_Z \quad (60)$$

Donde:

I_B , corriente de diseño del circuito [A].

I_N , corriente nominal del dispositivo de protección [A].

I_Z , corriente admisible en el conductor en régimen permanente [A].

I_2 , corriente que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección está definida en la norma del producto o puede ser obtenida del fabricante, en la práctica I_2 es igual a:

- La corriente de funcionamiento en el tiempo convencional, para interruptores automáticos, en A.
- La corriente de fusión en el tiempo convencional para fusibles del tipo gl, en A.
- 0.9 veces la corriente de fusión en el tiempo convencional para fusibles del tipo gll, en A.

En el caso de empleo de fusibles, se debe verificar la corriente de funcionamiento, caso contrario utilizar la siguiente relación:

$$I_C \leq I_N \leq 0.9 * I_Z \quad (61)$$

2.2.5.5.2 Protección contra cortocircuitos

Según la Norma NB 777 los dispositivos de protección deben ser previstos para

interrumpir toda corriente de cortocircuito en los conductores, antes que la misma pueda causar daño como consecuencias de los defectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y conexiones.

Para garantizar esta protección se debe cumplir la siguiente condición:

$$I^2 * t \leq K^2 * S^2 \quad (62)$$

Donde:

$I^2 * t$, energía específica del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el instalador, por ser un valor garantizado por el fabricante [A^2s].

S , sección del conductor [mm^2].

K , factor cuyo valor depende de la naturaleza del aislamiento del conductor y de las temperaturas inicial y final (véase las tablas B1, B2 y B3 de la norma NB 148005).

2.2.5.5.3 Sistemas de conexión a tierra

Los esquemas de conexión a tierra tienen la función de proteger personas, protección de equipos, estabilizar el voltaje de los circuitos a tierra y facilitar la operación de los equipos en caso de fallas a tierra, dicha protección es contra fallas que provienen de defectos de aislamiento por envejecimiento del conductor, calor excesivo, etc.

Métodos de conexión a tierra

Existen diferentes métodos de conexión a tierra, para poder identificar estos se utilizan la combinación de dos letras.

- **Primera letra:** Relación entre la fuente de alimentación y tierra.
 - **T:** conexión directa del centro de la estrella del transformador (neutro) al sistema de puesta a tierra.
 - **I:** sin conexión al sistema de tierra, aislado o conectado a través de una elevada impedancia.
- **Segunda letra:** Relación entre las masas de la instalación eléctrica y tierra.
 - **T:** conexión directa de la masa o carcasa a un sistema independiente de tierra.

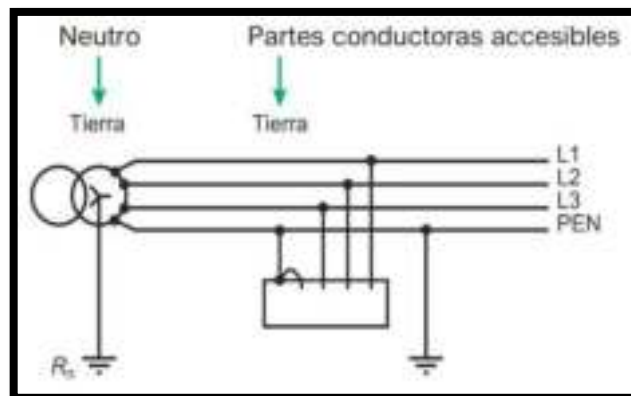
- **N:** conexión de la masa o carcasa mediante un conductor al mismo sistema de tierra del sistema eléctrico.

Sistema TN: La primera letra indica que la fuente de alimentación (neutro de la estrella del transformador) está conectado directamente al sistema de tierra. La segunda letra indica que todas las partes conductoras y accesibles están conectadas al mismo sistema de tierra del sistema eléctrico a través del conductor neutro. Dentro de esta existen dos formas de conexión TN-C y TN-S.

- **Sistema TN-C:** Las funciones de los conductores neutro y protección están combinados en un solo sistema denominado como conductor PEN (neutro y tierra de protección). Este sistema no está permitido para conductores menores de 10 mm² ni para equipos portátiles.

Este sistema requiere de un entorno equipotencial con electrodos de tierra dispersos y separados a intervalos que sean lo más regulares posible. Por tanto, el conductor PEN debe conectarse a una serie de electrodos de tierra en la instalación. Como el conductor neutro también es el conductor de protección, cualquier corte en el conductor representa un peligro para los equipos instalados y para las personas.

Figura 2.56. Sistema TN-C

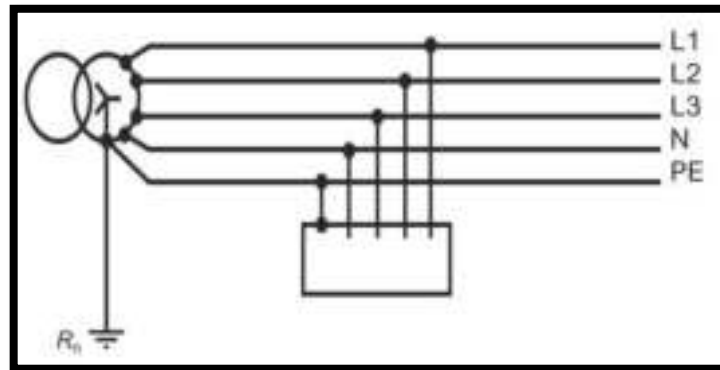


Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y catálogo del electricista – MYCE.2021

- **Sistema TN-S:** El conductor de protección y neutro son independientes, este sistema es obligatorio para equipos portátiles con conductores menores a 10

mm². Las partes conductoras, masas, carcasas de equipos eléctricos son conectadas a la misma tierra a través de un conductor independiente de protección denominado conductor PE. Por lo tanto, este sistema compone de 5 conductores. Este sistema es el más utilizado en la industria eléctrica

Figura 2.57. Sistema TN-S

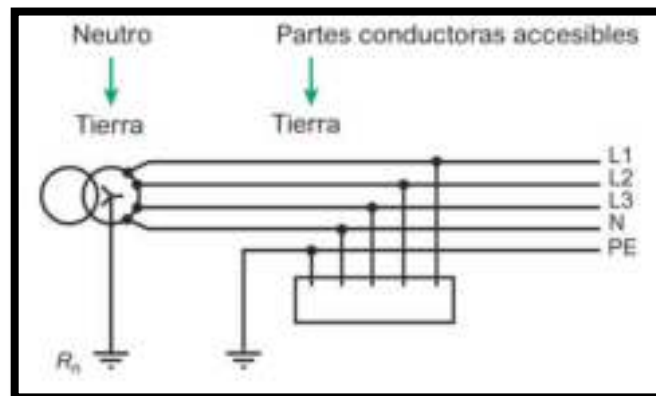


Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y catálogo del electricista – MYCE.2021

Sistema TT: Este sistema indica que un punto de la fuente de alimentación (neutro de la estrella del transformador) se conecta directamente a un sistema de tierra, todas las partes conductoras y accesibles se deben de conectar a un sistema de tierra independiente de la fuente.

Este sistema es utilizado en instalaciones eléctricas conectadas directamente a la red secundaria de distribución es decir a las que no cuentan con un transformador propio.

Figura 2.58. Sistema TT



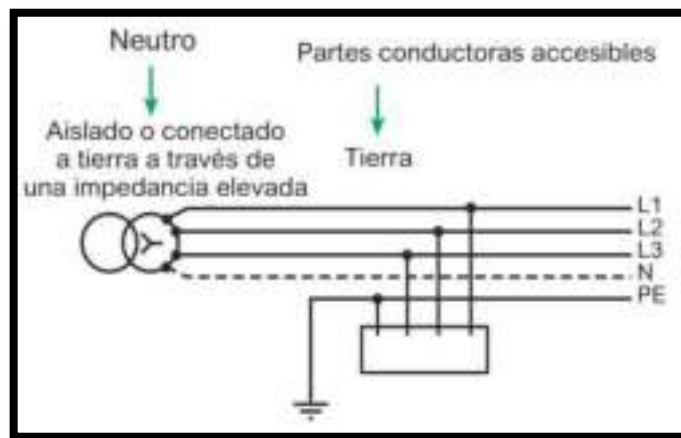
Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y catálogo del electricista – MYCE.2021

Sistema IT: En este sistema no se realiza ninguna conexión entre el punto neutro de la fuente de alimentación y tierra. Además, todas las partes conductoras y accesibles deben estar conectadas a un sistema de tierra.

Generalmente este sistema es utilizado en instalaciones que tienen su propio transformador privado de media tensión/baja tensión o de baja tensión/baja tensión, además este sistema ofrece la mejor continuidad de servicio durante el funcionamiento.

La elevada impedancia se constituye en un elemento regulador para disminuir las variaciones de potencial entre los conductores activos de la red y los sistemas de tierra que tengan origen de perturbaciones de la red de media tensión.

Figura 2.59. Sistema IT



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC Manual y catálogo del electricista – MYCE.2021

2.2.6 Métodos de arranque

El arranque de un motor puede definirse como el régimen transitorio que permite mover el rotor que inicialmente se encuentra en reposo hasta que el mismo alcance la velocidad de régimen permanente de trabajo.

Durante el arranque de un motor la corriente se eleva en el orden de 6 a 7 veces la corriente nominal ocasionando problemas como perturbaciones en la red eléctrica. Es por eso que se debe recurrir a los diferentes métodos de arranque que se describe a continuación teniendo en cuenta factores eléctricos, mecánicos y el tipo de carga de cada motor.

2.2.6.1 Arranque directo

Este tipo de arranque también es conocido por la sigla DOL que significa Direct On Line (directo en línea), además este método el más utilizado y el más sencillo para el arranque de un motor donde los bobinados del estator están conectados directamente a la red de alimentación eléctrica logrando consumir una corriente alta durante algunos segundos y a medida que aumenta su velocidad, la corriente disminuye llegando a su punto de operación.

Según la norma NB 777 este tipo de arranque debe ser aplicado a motores pequeños menores o igual a 5 HP o 4 kW de potencia.

2.2.6.2 Arranque estrella – triángulo

Este método es utilizado para reducir la corriente de arranque en motores de mayor o igual potencia a 5 HP o 4 kW, este procedimiento consiste en conectar los bobinados en una forma estrella consumiendo el 33% de la corriente de arranque, luego de un corto tiempo mediante un relé temporizador se hace la conmutación automática de los bobinados a una forma de triángulo donde el motor logra el torque máximo llegando a su punto de operación.

2.2.6.3 Arranque suave

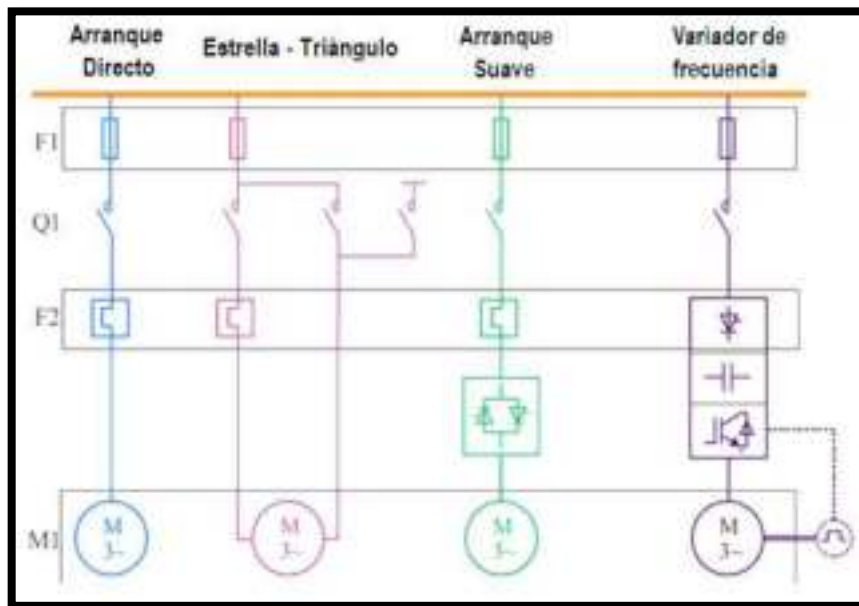
Este método se encuentra compuesto mediante un dispositivo de control que permite el arranque del motor de forma progresiva sin variar la frecuencia ni velocidad controlando la tensión con la que es alimentado el motor desde un valor inicial hasta la tensión nominal, a medida que incrementa la tensión el torque del motor aumenta con el propósito de vencer el torque de la carga y este comienza a acelerar.

2.2.6.4 Arranque con variador de frecuencia

Este método se encuentra compuesto mediante un dispositivo electrónico que durante el arranque aumenta progresivamente la frecuencia desde 0 Hz hasta un valor de 50 Hz permitiendo así el control de la velocidad de giro del motor para obtener un arranque suave y controlado.

En relación con el arrancador suave el variador de frecuencia no tiene limitaciones en el número de arranques.

Figura 2.60. *Métodos de arranque*



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

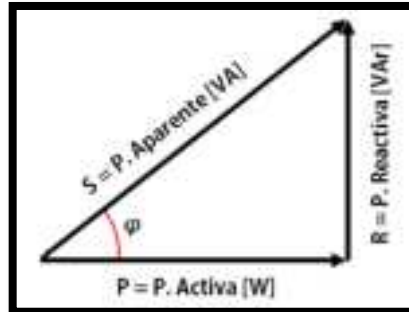
2.3 Compensación de energía reactiva

La energía reactiva dentro la industria eléctrica no es transformada en trabajo efectivo (útil) generando pérdidas y caídas de tensión. Es por esta razón que las compañías eléctricas penalizan el consumo de energía reactiva aplicando recargos. Para evitar este inconveniente se debe recurrir a la compensación o mejora del factor de potencia a través de capacitores en derivación (paralelo) debido a que es el método es más económico, rápido y seguro de proporcionar la energía reactiva requerida. Estos capacitores pueden estar conectados continuamente a la red eléctrica o pueden activar o desactivarse durante ciertos periodos de tiempo.

2.3.1 Triángulo de potencias

Conceptualmente la potencia aparente, activa y reactiva son diferentes, es mediante que con el triángulo de potencias podemos determinar las relaciones que existen entre cada una de ellas.

Figura 2.61. Triángulo de potencias



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

- **Potencia activa (P):** Es la potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo efectivo, es decir es la potencia que se utiliza para hacer funcionar elementos que se conecten al circuito y es representado de la siguiente manera.

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi \quad [W] \quad (63)$$

- **Potencia Reactiva (Q):** Es la potencia que representa la energía almacenada que luego se libera en el campo magnético de un inductor (motores) o en el campo eléctrico de un capacitor, esta potencia no se transforma en trabajo efectivo y es representado de la siguiente manera.

$$Q = \sqrt{3} * V * I * \sin \varphi \quad [kVA] \quad (64)$$

- **Potencia aparente (S):** Es la potencia total consumida por la carga, además es definida como el producto de los valores eficaces de tensión e intensidad. Se obtiene como la suma vectorial de la potencia activa y reactiva, es representado de la siguiente manera.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (65)$$

$$S = \sqrt{3} * V * I \quad [VA] \quad (66)$$

- **Tipos de cargas:**

- **Cargas resistivas:** son aquellas cargas puramente resistivas donde no existe un elemento que almacene energía en forma de campo magnético. Teniendo un factor de potencia igual a la unidad.

- **Cargas inductivas:** son aquellas cargas donde existe la presencia de una bobina (inductores), la corriente se encuentra retrasada respecto al voltaje. Teniendo un factor de potencia en retraso.
- **Cargas capacitivas:** son aquellas cargas donde existe la presencia de condensadores, la corriente se encuentra adelantada respecto al voltaje. Teniendo un factor de potencia adelantado.

Figura 2.62. Tipos de cargas



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

2.3.2 Factor de potencia

Está representado como la relación entre la potencia activa y aparente, es utilizado como un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, este puede tomar valores de 0 a 1 siendo la unidad el valor máximo, indicando el mejor aprovechamiento de energía. Por ejemplo, si el factor de potencia es igual a 0.9, indica que del total de energía suministrada del 100%, solo el 90% de esa energía es aprovechada en trabajo útil y el 10% restante es una pérdida.

$$FP = \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (67)$$

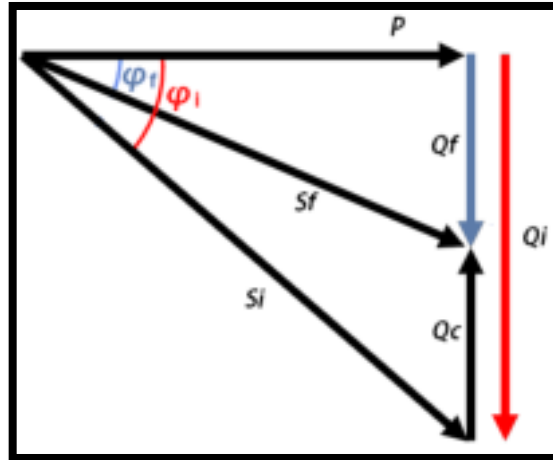
Para determinar el factor de potencia de una instalación se calcula mediante la ecuación:

$$\cos \varphi = \frac{\sum(P * \cos\varphi)}{\sum P} \quad (68)$$

2.3.3 Cálculo para la compensación del factor de potencia

Para el cálculo de la compensación de factor de potencia se basa en un esquema de compensación como se muestra en la figura.

Figura 2.63. Esquema de compensación



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina.

$$Q_c = Q_i - Q_f \quad (69)$$

$$Q_i = P * \tan \varphi_i \quad (70)$$

$$Q_f = P * \tan \varphi_f \quad (71)$$

$$Q_c = P(\tan \varphi_i - \tan \varphi_f) \quad (72)$$

Donde:

Q_c , potencia reactiva capacitiva del banco de capacitores [kVAr].

Q_i , potencia reactiva inicial [kVAr].

Q_f , potencia reactiva final [kVAr].

P , potencia activa de la instalación [W].

φ_i , ángulo inicial.

φ_f , ángulo final.

Es a partir de la ecuación (72) podemos determinar el valor de potencia reactiva del banco de capacitores a instalar, para la compensación del factor de potencia.

2.3.4 Tipos de compensación para el factor de potencia

2.3.4.1 Compensación individual

Cada carga de carácter reactivo está provista de su propia unidad de condensador o banco de capacitores, con el fin de que por este circuito circule una corriente menor reduciendo las pérdidas.

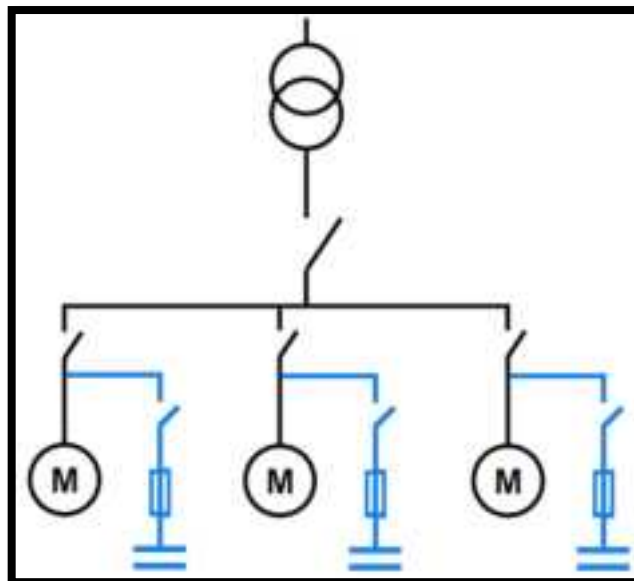
Las ventajas que tiene este tipo de compensación son:

- Los capacitores son instalados cerca de las cargas inductivas.
- La compensación solo se da solo cuando la carga esté en funcionamiento.

Las desventajas que tiene este tipo de compensación son:

- La implementación directa a cada una de las cargas hace que el costo de instalación sea mayor debido a la cantidad de condensadores implementados.

Figura 2.64. *Compensación individual*



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

2.3.4.2 Compensación por grupos

Para este tipo de compensación se implementa un banco de condensadores para compensar la potencia inductiva de un grupo de cargas específicas.

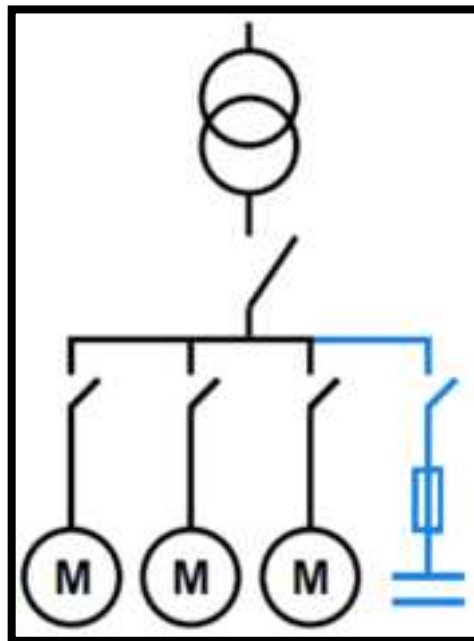
Las ventajas que tiene este tipo de compensación son:

- El implementar una solución para un conjunto de cargas sea más económico.
- Se puede llegar a descargar el transporte de energía reactiva inductiva de las líneas.
- Si se cuenta con un sistema de control, la compensación solo entra en funcionamiento cada vez que la carga lo necesite.

Las desventajas que tiene este tipo de compensación son:

- Si no se cuenta con un sistema de control, se tendrá una compensación individual lo cual puede generar un sobre costo por transporte de energía reactiva capacitiva.
- Si la carga del sistema llegase a cambiar con el paso del tiempo de forma muy notoria, la compensación podría quedar corta

Figura 2.65. *Compensación por grupos*



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

2.3.4.3 Compensación centralizada y controlada

Este tipo de compensación ofrece una solución generalizada ya que el banco de capacitores se instala en la acometida cerca de los tableros de distribución de energía.

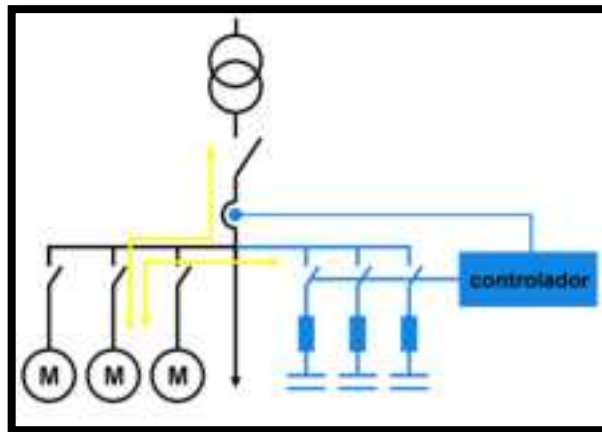
Las ventajas que tiene este tipo de compensación son:

- Mejor utilización de la capacidad de los bancos de capacitores.
- Mejor regulación del voltaje del sistema.
- Si se cuenta con un sistema de control automático, solo entrara en funcionamiento cada vez que la carga lo necesite con lo cual no se generaran sobre costos por transporte de energía reactiva capacitiva.

Las desventajas que tiene este tipo de compensación son:

- Es necesario la implementación de un sistema de control y medida, para que la compensación se base a los requerimientos del sistema, lo cual repercute en mayores costos.

Figura 2.66. *Compensación centralizada y controlada*



Fuente: Apuntes instalaciones eléctricas – Ing. Jorge Gutiérrez Tejerina

2.4 Protocolos de aceptación FAT Y SAT

Los CCM deben tener una serie de pruebas conforme indica la norma IEC 61439 para poder entrar en funcionamiento dentro la industria eléctrica, estas pruebas incluyen dos categorías las pruebas de aceptación en fabrica y las pruebas de aceptación en sitio.

2.4.1 Pruebas de aceptación en fabrica (FAT)

Estas son pruebas o verificaciones que son realizadas en fabrica por el fabricante de origen las cuales son:

- **Resistencia de materiales y partes:** El CCM debe estar construido de material capaz de resistir las tensiones mecánicas, eléctricas, térmicas y ambientales. Por lo tanto, se realizan los siguientes ensayos:
 - **Resistencia a la corrosión:** Esta prueba garantiza el uso de materiales adecuados en las placas de chapa de acero, bisagras cerraduras y las fijaciones del gabinete metálico.
 - **Estabilidad térmica:** Esta prueba es realizada en CCM hechos de materiales aislantes.
 - **Resistencia a la radiación ultravioleta:** Esta prueba es realizada netamente para CCM de uso exterior.
 - **Resistencia de los materiales aislantes al calor y al fuego:** Esta prueba es realizada a cada uno de los materiales aislantes como ser partes de las placas de chapa de acero, barreras y demás materiales aislantes, esta es realizada a una temperatura de 125°C a partes portadoras de corriente y 70°C a otras partes.
 - **Elevación:** Esta prueba se debe realizar en los cárcamos de elevación, con objetivo de poder soportar el peso del CCM cuando se haga el levantamiento para el transporte.
 - **Impacto mecánico:** Esta prueba debe ser realizada a todas las partes del CCM (placa de chapa de acero, bisagras, cerraduras), incluido los medios de bloqueo.
 - **Marcado:** Esta prueba es realizado con agua y con alcohol de petróleo (etanol).
- **Grados de protección IP:** El CCM debe contra el contacto de partes activas, ingreso de cuerpos extraños sólidos y líquidos.
- **Distancia de aislamiento:** Los componentes que hacen parte del CCM deben mantener las distancias de acuerdo con las especificaciones de construcción, cuando se montan los elementos en un CCM se deben obedecer las distancias de aislamiento y líneas de fuga o las tensiones soportadas al impulso. Las distancias

mínimas de aislamiento se encuentran en función a la tensión soportada de impulso y las distancias de fuga mínima se encuentran en función de la tensión asignada de aislamiento (U_i). Como regla general los fabricantes originales aplican un grado de contaminación 3 para las aplicaciones industriales.

- **Protección contra descargas eléctricas e integridad de los circuitos de protección:** Cada CCM debe contar con un conductor de protección para facilitar el corte automático de la alimentación si se produce un fallo interno. Este conductor de protección debe ser capaz de soportar los cortocircuitos que se puedan producir dentro del CCM, además todas las partes metálicas de este deben estar conectadas entre sí y al conductor de protección. La medición se debe realizar con un instrumento de medida Megohmetro a 10[A] y que la resistencia no supere los 0.1 [Ω].
- **Instalación de dispositivos y componentes de maniobra:** Estas son reglas sobre la instalación de los componentes dentro del CCM, tanto componentes fijos o extraíbles. Esto también incluye la accesibilidad para ajustar y configurar los dispositivos y todo tipo de señalizaciones (luces piloto, indicadores, etc.).
- **Conexiones y circuitos eléctricos internos:** Esta prueba consiste en la verificación de la conformidad de los circuitos de control y fuerza respecto a los requisitos de diseño. Incluyendo el correcto dimensionamiento de los conductores y el juego de barras, la conexión a tierra de los circuitos de control, etc., así también como la identificación de los conductores mediante el código de colores.
- **Terminales para conductores externos:** Esta regla asegura que las indicaciones de terminales (bornes) sean precisas. También incluye la comprobación de todos los terminales que se pueden utilizar para las entradas y salidas de conductores.
- **Propiedades dieléctricas:** Las pruebas dieléctricas comprueban los niveles de aislamiento para una tensión de servicio máxima, estas son llevadas a una frecuencia de 50 Hz y con una forma de onda de tensión que simula el efecto del impacto de un rayo.

- **Aumento de temperatura:** Esta prueba permite comprobar si los CCM funcionan correctamente en condiciones máximas de uso (corriente, número de dispositivos, volumen del gabinete metálico). Se emplea para definir los datos de balance térmico inferior a 30 °C y un calentamiento de los bornes inferior a 70 °C.
- **Resistencia al cortocircuito:** Esta prueba debe garantizar la resistencia frente a los esfuerzos térmicos y electrodinámicos de los juegos de barras y de sus soportes.
- **Compatibilidad electromagnética:** Esta prueba consiste en controlar perturbaciones electromagnéticas causadas por el CCM en funcionamiento con el objeto de no provocar perturbaciones.
- **Operación mecánica:** Para obtener un buen funcionamiento mecánico se verifica mediante la ejecución de 200 ciclos de maniobras sobre bastidores extraíbles y las fijaciones de placas frontales.

A continuación, se ilustra la Tabla 25 donde se observa las pruebas que son realizadas por el fabricante de origen.

Tabla 25. Pruebas de aceptación en fábrica (FAT)

No	Características a verificar	Artículos	Opción de verificación		
			Ensayo	Comparación	Evaluación
1	Resistencia de material y partes:	10.2			
	Resistencia a la corrosión		SI	NO	NO
	Propiedades del material aislante:				
	Estabilidad térmica		SI	NO	NO
	Resistencia a la radiación ultravioleta		SI	NO	SI
	Resistencia de los materiales aislantes al calor y al fuego		SI	NO	SI
	Elevación		SI	NO	NO
	Impacto mecánico		SI	NO	NO
	Marcado		SI	NO	NO
2	Grados de protección IP	10.3	SI	NO	SI
3	Distancia de aislamiento y línea de fuga	10.4	SI	NO	NO
4	Protección contra descargas eléctricas e integridad de los circuitos de protección	10.5			

	Eficacia en la continuidad entre las partes conductoras expuestas del conjunto y el circuito de protección:		SI	NO	NO
	Resistencia del circuito de protección frente a un cortocircuito		SI	SI	NO
5	Instalación de dispositivos y componentes de maniobra	10.6	NO	NO	SI
6	Conexiones y circuitos eléctricos internos	10.7	NO	NO	SI
7	Terminales para conductores externos	10.8	NO	NO	SI
8	Propiedades dieléctricas:	10.9			
	Tensión soportada a frecuencia industrial		SI	NO	NO
	Tensión soportada al impulso		SI	NO	SI
9	Aumento de temperatura	10.10	SI	SI	SI
10	Resistencia al cortocircuito	10.11	SI	SI	NO
11	Compatibilidad electromagnética	10.12	SI	NO	SI
12	Operación mecánica	10.13	SI	NO	NO

Fuente: IEC 61439-1. 2009. Conjuntos de dispositivos de maniobra y control de baja tensión. Parte 1: Reglas generales

2.4.2 Pruebas de aceptación en sitio (SAT)

Estas son pruebas que son realizadas en el sitio para lo cual se verificara mediante un test en base a las pruebas FAT como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 26. Pruebas de aceptación en sitio (SAT)

ARTICULO	OPERACIÓN	EFFECTUADA	NO APLICABLE
	1. Inspección visual		
11.10	■ Verificación de diseño	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Conformidad según los planos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.5	■ Verificación de equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.5	■ Conformidad de equipos especificados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.6	■ Verificación de juego de barras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4	■ Verificación de la conexión efectiva de masas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Funcionamiento eléctrico [Fuerza]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Funcionamiento eléctrico [Control]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Verificación de aparatos de medida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11.10	■ Test de dispositivos diferenciales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.8	■ Verificación del funcionamiento mecánico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.8	■ Conformidad de las especificaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4/11.6	■ Verificación de torques de apriete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Conformidad de dispositivos de maniobra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.2	■ Verificación de la conservación del grado de protección IP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Verificación de aislación			
11.9	■ Test dieléctrico de tensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.9	■ Resistencia de aislación bajo 500V. Valor mínimo medido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Verificación de la continuidad del circuito de protección			
11.4	■ Medida de continuidad con corriente de operación de 10 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4	■ Verificación con tester de continuidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Control final			
11.10	■ Presencia de placa de datos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Presencia de documentación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: IEC 61439-1. 2009. Conjuntos de dispositivos de maniobra y control de baja tensión. Parte 1:
Reglas generales

CAPITULO 3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO DE LA PLANTA DE CEMENTO WARNES – SOBOCE S.A.

3.1 Descripción de las zonas de producción

El proceso de fabricación del cemento comienza con la extracción de materias primas (piedra caliza, arcilla, óxido de hierro, toba, yeso y puzolana) a cielo abierto, una vez extraído este material es triturado a un tamaño granular para posteriormente ser transportado directamente a fábrica para seguir con las diferentes zonas de producción que se encuentran definidos de la siguiente manera:

- **Zona 100 – Materias primas**

En esta zona se concentran los procesos:

- ✓ **Pre-homogenización:** Es donde la materia prima de tamaño granular es transportado por un apilador hasta su almacenamiento en el patio lineal de materias primas.

- ✓ **Homogenización y molino vertical:** En esta etapa la materia prima de tamaño granular es mezclado por arcilla, caliza, óxido de hierro y toba, a su vez es transportado mediante fajas transportadoras hacia el molino vertical con el objeto de triturar la materia prima hasta obtener un polvo fino.

Estas fajas transportadoras cuentan con un separador magnético y un detector de metales que permiten retirar todos los materiales metálicos que pudiera tener la mezcla. La materia prima que es rechazada es desviada hacia una tolva para que nuevamente sea analizado por otro detector de metales, si en caso de seguir detectando estos metales, es rechazado definitivamente del proceso, pero si no lo es, será ingresado al molino vertical a través de una faja transportadora y un elevador de cangilones.

- **Zona 200 – Clinker**

En esta zona se concentra el proceso:

- ✓ **Calcinación y enfriado:** En esta etapa el polvo fino ingresa a un horno rotatorio donde la temperatura del material alcanza hasta la temperatura de

Clinkerización de 1400°C, produciendo reacciones químicas que dan lugar a la fabricación del Clinker. Posteriormente a la salida del horno el Clinker será introducido a un enfriador donde se inyectará aire frío del exterior para reducir la temperatura de 1400°C a 100°C.

- **Zona 300 – Mezclado.**

En esta zona se concentrará los siguientes procesos:

- ✓ **Mezclado de Clinker y fabricación del cemento:** En esta etapa se realiza el mezclado de Clinker con yeso y puzolana, se lleva la mezcla mediante un molino de tubo alargado que tiene bolas de acero para colisionar entre sí, con el fin de triturar la mezcla hasta lograr el cemento concluyendo el proceso de fabricación.

- ✓ **Almacenado en silos:** El cemento es almacenado en silos y separados según el tipo de cemento IP 40 o IP 30.

El cemento IP 40 tiene menor cantidad de puzolana que el IP 30 lo que hace que sea el más indicado para construcciones de estructuras importantes.

- **Zona 400 – Ensacado y Periféricos**

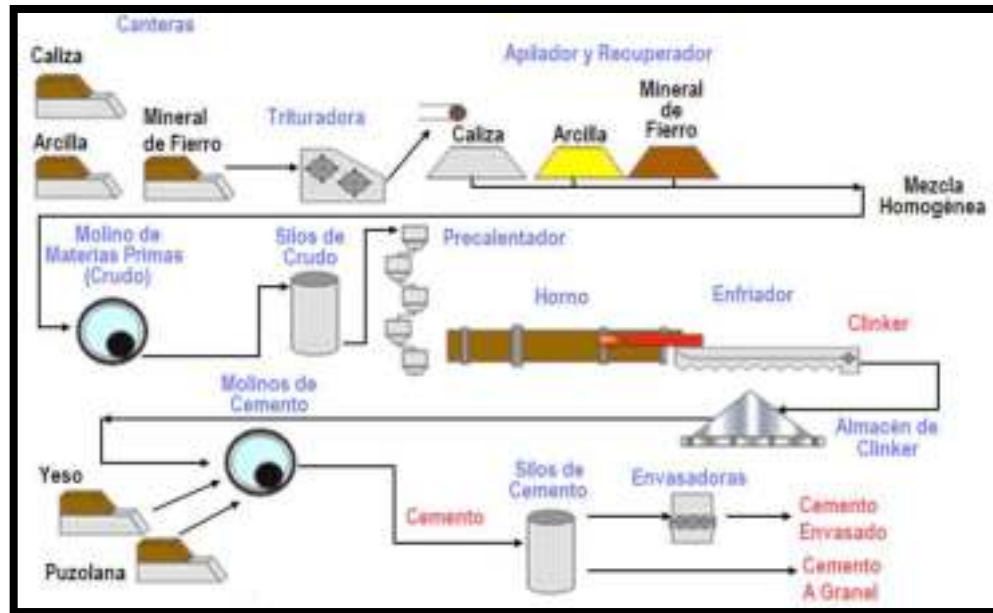
En esta zona se concentran los siguientes procesos:

- ✓ **Ensacado:** En esta etapa el cemento es llenado en bolsas de papel de 50 kg mediante una maquina automática que realiza el control del dosificado mediante peso y el cierre hermético de la bolsa.

- ✓ **Paletizado:** En esta etapa las bolsas de cemento son transportadas por una faja transportadora hacia la paletizadora, donde se acomodan las bolsas de manera vertical y/o horizontal para su posterior despacho.

- ✓ **Sistema rechazador de bolsas:** En este proceso las bolsas que no cumplen son sacadas del proceso.

Figura 3.1. Proceso de fabricación del cemento



Fuente: <https://slideplayer.es/amp/5636752/>

3.2 Descripción de la nueva línea de producción

La nueva línea de producción de cemento Warnes contemplará con una tecnología moderna con maquinaria de última generación, instalación de un nuevo molino vertical que ayuda en la uniformidad granulométrica y un sistema de control automático de ensacado y despacho Paletizado. Con la finalidad de mejorar la producción en el mercado produciendo alrededor de 59 mil toneladas al mes y obteniendo la fabricación de dos tipos de cemento el IP 30 e IP 40 siendo estos productos eco amigables y resistentes a agentes agresivos como sulfatos.

3.2.1 Especificaciones técnicas Generales

El proyecto debe contar con las siguientes especificaciones técnicas conforme requiere la planta de cemento Warnes.

3.2.1.1 Consideraciones específicas

- El diseño y construcción del CCM debe estar elaborado para una tensión de 400 V ac, trifásico, 4 hilos, 50 Hz. A una altura de instalación de 500 m.s.n.m.

- El CCM debe estar compuesto por una o más columnas de acero empernadas entre sí para formar un ensamble independiente y diseñado para permitir la adición de futuras columnas sin fabricación ni interrupción del servicio.
- Los cubículos para el cableado deben estar aislado de todos los buses y las unidades, además de tener una puerta de acceso independiente, las bisagras de la puerta deben permitir el acceso sin obstrucciones.
- Al abrir las puertas la persona en el lado de operación no debe quedar expuesta a las piezas energizadas.

3.2.1.2 Barra colectora de alimentación

- Alimentación de entrada de la barra colectora debe ser de 400 V, trifásico, con neutro aterrado a 50Hz.
- El sistema de barras debe estar soportado, fijado y aislado por un soporte de bus continuo, este soporte debe estar fabricado con una mezcla de vidrio y poliéster no conductor.
- La barra colectora horizontal y vertical debe ser de cobre con recubrimiento de estaño o pintura epoxica, además que estas deben ser continuas en cada columna del CCM, su empalme debe ser realizado usando un juego de empalmes y para asegurar la confiabilidad de las conexiones de estas los extremos deben tener por lo menos dos pernos.
- Las barras de conexión a tierra deben ser de cobre con recubrimiento de estaño, deben estar instalados en la parte inferior de todo el CCM.

3.2.1.3 Cubículos

Diseño de unidades

- Las conexiones de línea, carga, PE, red y control se deben hacer directamente dentro la unidad funcional a los terminales dedicados.
- Las unidades deben ser parcialmente extraíbles (sin desconexión a barra), para cambio rápido y cómodo de dispositivos.

- Las unidades funcionales deben tener dimensiones modulares de modo que sea posible intercambiar unidades del mismo tamaño sin necesidad de modificación del gabinete.

Mecanismo de manija de operación

- El suministro debe incluir un mecanismo de manija de operación para servicio pesado, control del desconectador en cada unidad funcional.
- Cuando la puerta de la unidad se encuentre cerrada, la manija debe estar enganchada con el desconectador.
- La manija de operación debe tener la capacidad de enclavarse en la posición OFF con hasta tres candados de grillete de 8 mm de diámetro.
- La manija de operación de la unidad funcional debe poder enclavarse con la puerta para ayudar a evitar que se abra la puerta de la unidad funcional a menos que el desconectador este en la posición OFF.

Dispositivos piloto

- Los dispositivos piloto deben ir montados en la puerta de cada unidad con el correspondiente color:
 - Arranque directo: 1 luz verde ON y 1 luz roja OFF.
 - Arranque bidireccional: 2 luces verde ON y 1 luz roja OFF.
 - Arranque estrella – triangulo: 1 luz verde ON y 1 luz roja OFF.
 - Alimentador: 1 luz verde ON y 1 luz roja OFF

3.2.1.4 Variador de Frecuencia

- La unidad debe ser una combinación de circuito de desconexión y el circuito del variador de frecuencia.
- Todas las conexiones en el interior deben estar aisladas para prevenir posibles contactos accidentales con partes energizadas.
- La unidad funcional debe contener un sistema de refrigeración y debe ser de fácil acceso para mantenimiento y debe incluir un relé de sobre temperatura para

proteger el variador de frecuencia.

- El terminal de parametrización del variador de frecuencia debe ser instalado sobre la puerta de la unidad funcional.
- Debe considerarse 10% de sobrecarga de la corriente nominal del motor para la selección del variador.

3.2.1.5 Arrancador suave

- La unidad debe ser una combinación de circuito de desconexión y el circuito del arrancador suave.
- Todas las conexiones en el interior deben estar aisladas para prevenir posibles contactos accidentales con partes energizadas.
- La unidad funcional debe contener un sistema de refrigeración y debe ser de fácil acceso para mantenimiento y debe incluir un relé de sobre temperatura para proteger el arrancador suave.
- El terminal de parametrización del arrancador suave debe ser instalado sobre la puerta de la unidad funcional.
- Debe considerarse borneras para el conexionado de entrada de sensores de temperatura del motor. Cableados al arrancador suave.
- Debe contar con By pass ya sea integrado o externo.

3.2.1.6 Identificación

- Todas las borneras y cables debe ir identificados de acuerdo a planos.
- Considerar las secciones de cables de los diagramas unifilares para la instalación de las borneras adecuadas.
- Todos los dispositivos, borneras, elementos de corte, regletas y adicionales dentro del CCM deben estar claramente identificados y guarda estricta relación con la identificación según planos.

3.2.1.7 Datos técnicos y listado de equipos

3.2.1.8 Hoja de datos técnicos

Tabla 27. Hoja de datos técnicos

DESCRIPCIÓN		
1	Condiciones ambientales del lugar de operación	
1.1	Ubicación planta Warnes	Carretera al norte km 24 distrito Warnes Santa Cruz
1.2	Altitud	500 msnm
1.3	Temperatura del medio ambiente:	
	Temperatura máxima anual	≤ 37 °C
	Temperatura mínima anual	≥ 10 °C
	Temperatura máxima de diseño	40 °C
1.4.	Humedad relativa:	
	Humedad relativa a temperatura ambiente máxima	98%
	Humedad relativa máxima	-
	Humedad relativa mínima	-
1.5	Condiciones sísmicas	UBC - Zona 1
1.6	Lugar de Instalación	Sala eléctrica
2	Tensión de servicio	
2.1	Tensión nominal de servicio, trifásico 4 hilos con neutro aterrado	400 V a.c.
2.2	Configuración de la red de potencia	Estrella aterrado
2.3	Frecuencia de servicio nominal	50 ± 2%
2.4	Tensión nominal para aislamiento	1000 V a.c.
2.5	Tensión de control, alimentación interna en cada cubículo por medio de un transformador de control, voltaje nominal	120 o 220 V a.c.
2.6	Sistema de control para circuitos de campo (botoneras)	220 V a.c.
3	Ingreso de acometida	
3.1	Entrada principal:	
	Entrada principal	Inferior o Superior
	Salida de alimentador	Inferior
	Salida para alimentadores de los motores (cargas)	Inferior
4	Protección Principal	
4.1	Interruptor de caja moldeada regulable	Requerido
4.2	Corriente de cortocircuito máxima para cada CCM	20 kA

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.9 Listado para el centro de control de motores “Zona 100 – Materias primas”

Tabla 28. Zona 100 – Materias Primas

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS (Sala Eléctrica molino SKET)										
N°	Descripción	Función	TAG SOBOCE	Potencia		fp	n	voltaje	f	Tipo de arranque
				HP	kW	cos ϕ	rend	[V]	[Hz]	
1	Alimentador de vibración	Motor	A 52-VF01	10	7.5	0.83	0.85	400	50	Directo
2	Alimentador rotativo de despolvado	Motor	A 52-RF01	2	1.5	0.8	0.78	400	50	Directo
3	Ventilador de despolvado	Motor	A 52-FN01	20	15	0.86	0.88	400	50	Directo
4	Cinta transportadora puzolana 80 t/h	Motor	A 52-BC02	10	7.5	0.83	0.85	400	50	Variador de frecuencia
5	Freno 1	Motor	A 52-BC02 (1)	0.27	0.2	0.69	0.61	400	50	Directo
6	Trituradora de rodillo de dientes	Motor	A 52-TC01	25	18.5	0.86	0.88	400	50	Arrancador suave
7	Trituradora de rodillo de dientes	Motor	A 52-TC02	25	18.5	0.86	0.88	400	50	Arrancador suave
8	Alimentador rotativo de despolvado	Motor	A 52-RF03	2	1.5	0.8	0.78	400	50	Directo
9	Ventilador de despolvado	Motor	A 52-FN03	20	15	0.86	0.88	400	50	Estrella Triangulo
10	Cinta transportadora 80 t/h	Motor	A 52-BC03	15	11	0.86	0.87	400	50	Directo
11	Freno 2	Motor	A 52-BC03 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	50	Directo
12	Alimentador de peso YESO 10-50 t	Unid de control	A 53-WF04	5	4	0.86	-	400	50	Breaker
13	Cinta transportadora 80 t/h	Motor	A 52-BC04	15	11	0.86	0.87	400	50	Directo
14	Freno 3	Motor	A 52-BC04 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	50	Directo
15	Monta cargas Eléctrico	Unid de control	A 52-EH01	6	4.5	0.86	-	400	50	Breaker
16	Cinta transportadora de Clinker/yeso 120 t/h	Motor	A 52-BC01	15	11	0.86	0.87	400	50	Directo
17	Freno 4	Motor	A 52-BC01 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	50	Directo
18	Elevador de cangilones	Motor	A 52-BE01	29	22	0.86	0.89	400	50	Variador de frecuencia

19	Mantenimiento auxiliar	Motor	A 52-BE01 (1)	3	2,2	0.8	0.79	400	50	Directo
20	Alimentador rotativo de desempolvado	Motor	A 52-RF02	2	1.5	0.8	0.78	400	50	Directo
21	Ventilador de desempolvado	Motor	A 52-FN02	5	4	0.8	0.82	400	50	Directo
22	Alimentador de repuesto N°01	Unid de control	A 52-SF N01	34	25	0.86	-	400	50	Breaker
23	Alimentador de repuesto N°02	Unid de control	A 52-SF N02	34	25	0.86	-	400	50	Breaker
24	REPUESTO DOL 4KW	Motor	A 52-SD01	10	7.5	0.83	0.85	400	50	Directo
25	REPUESTO DOL 15KW	Motor	A 52-SD02	20	15	0.86	0.88	400	50	Directo
26	Filtro de desempolvado	Unidad de control	A 52-DE01	0.13	0.1	0.86	-	220	50	Breaker
27	Filtro de desempolvado	Unidad de control	A 52-DE03	0.13	0.1	0.86	-	220	50	Breaker
28	Tolva 150 t (día 5000)	Unidad de control	A 52-BI01	1.53	1.14	0.86	-	220	50	Breaker
29	Alimentador de peso YESO	Unidad de control	A 53-WF04	0.13	0.1	0.86	-	120	50	Breaker
30	Filtro de desempolvado	Unidad de control	A 52-DE02	0.13	0.1	0.86	-	220	50	Breaker
31	Alimentador de repuesto N°02	Unidad de control	A 52-SF N03	8	6	0.86	-	220	50	Breaker
32	Alimentador de repuesto N°02	Unidad de control	A 52-SF N04	8	6	0.86	-	220	50	Breaker

Fuente: Planta de cemento Warnes - Soboce s.a.

3.2.1.10 Listado de motores “Zona 400 – Ensacado y Periféricos”

Tabla 29. Zona 400 – Ensacado y Periféricos

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 400 - ENSACADO Y PERIFERICOS (Sala Eléctrica molino SKET)										
N°	Descripción	Función	TAG SOBOCE	Potencia		fp	n	voltaje	f	Tipo de arranque
				HP	kW	cos φ	rend	[V]	[Hz]	
1	Panel de control de la planta empacadora	DCS	A61-BA01	4.7	3.5	0.86	-	400	50	Breaker
2	Motor de cinta transportadora de descarga de bolsas	Motor	A61-BC01	3	2.2	0.8	0.79	400	50	Directo
3	Motor de correa de alineación de bolsa de descarga de bolsa	Motor	A61-BC02	1	0.75	0.75	0.72	400	50	Directo

4	Motor de cinta transportadora de transporte de bolsas	Motor	A61-BC03	4	3	0.8	0.81	400	50	Directo
5	Motor de cinta transportadora de transporte de bolsas	Motor	A61-BC04	5	4	0.8	0.82	400	50	Directo
6	Motor de cinta transportadora de transporte de bolsas	Motor	A61-BC05	3	2.2	0.8	0.79	400	50	Directo
7	Elevador de cangilones para plantas empacadoras	Motor	A61-BE01	15	11	0.86	0.87	400	50	Directo
8	Ventilador de Colector CP316 de ensacadora	Motor	A61-BF01	20	15	0.86	0.88	400	50	Arrancador suave
9	Ventilador de Colector CP317 de elevador	Motor	A61-BF02	5	3.7	0.8	0.82	400	50	Directo
10	Ventilador de colector de ensacadora rotempacador	Motor	A61-BF03	7	5.5	0.83	0.84	400	50	Directo
11	Ventilador de ingreso de aire Pre-Tolva	Motor	A61-BL02	4	3	0.8	0.81	400	50	Directo
12	Soplador de aireación/fluidificación	Motor	A61-BL01	20	15	0.86	0.88	400	50	Directo
13	Descarga de bolsas: motor de la estación de limpieza de bolsas	Motor	A61-BN01	1	1.1	0.79	0.75	400	50	Directo
14	Descarga de bolsas: motor de la estación de limpieza de bolsas	Motor	A61-BN01 (1)	5	4	0.8	0.82	400	50	Directo
15	Descarga de bolsas: Motor cortador de bolsas	Motor	A61-BT01	4	3	0.8	0.81	400	50	Directo
16	Descarga de sacos: motor de control de peso	Motor	A61-BW01	1	0.75	0.75	0.72	400	50	Variador de frecuencia
17	Motor de relleno	Motor	A61-PM01	2	1.5	0.8	0.78	400	50	Variador de frecuencia
18	Panel de control principal de relleno	Unidad de control	A61-PM01 (1)	45	33.5	0.86	-	400	50	Breaker
19	Descarga de bolsa: Motor de trampa de bolsa	Motor	A61-RJ01	1	0.75	0.86	0.72	400	50	Directo
20	Sistema de derrames: Motor transportador de tornillo	Motor	A61-SC01	7	5.5	0.83	0.84	400	50	Directo
21	Sistema de derrames: Motor transportador de tornillo	Motor	A61-SC02	3	2.2	0.8	0.79	400	50	Directo
22	Descarga de bolsas: Motor de tambor de tamizado	Motor	A61-SD01	1	1.1	0.79	0.75	400	50	Directo
23	repuesto	Motor	DOL spare	10	7.5	0.83	0.85	400	50	Directo
24	repuesto	Motor	DOL spare (1)	7	5.5	0.83	0.84	400	50	Directo
25	repuesto	Motor	DOL spare (2)	4	3	0.8	0.81	400	50	Directo

26	Controlador de colector de polvo CP316	Unidad de control	A61-BF01	0.3	0.2	0.86	-	220	50	Breaker
27	Controlador de colector de polvo CP317	Unidad de control	A61-BF02	0.3	0.2	0.86	-	220	50	Breaker
28	Controlador colector de polvo del envasador	Unidad de control	A61-BF03	0.3	0.2	0.86	-	220	50	Breaker
29	Descarga de sacos: unidad de control de peso	Unidad de control	A61-BW01	0.3	0.2	0.86	-	220	50	Breaker
30	Luz de advertencia de puesta en marcha de la planta empacadora	Unidad de control	A61-PJ01	0.01	0.01	0.86	-	220	50	Breaker
31	Bocina de advertencia de puesta en marcha de la planta empacadora	Unidad de control	A61-PJ01	0.03	0.02	0.86	-	220	50	Breaker
SISTEMA PALETIZADOR										
32	Aplanador de bolsas con cinturón de prensa	Unidad de control	A 61-BC06	6	4.4	0.86	-	400	50	Breaker
33	Paletizador PACPAL 3300	Unidad de control	A 61-PZ01	54	40.4	0.86	-	400	50	Breaker
34	Transporte de pallets y Take out	Unidad de control	A 61-PC01	7	4.87	0.86	-	400	50	Breaker

Fuente: Planta de cemento Warnes - Soboce s.a.

CAPITULO 4 INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 Determinación de la potencia instalada y demandada total de los CCMs

- La potencia instalada del CCM (1) y CCM (2), se calcula sumando todas las cargas (motores y unidades de control), como se observa en la Tabla 30 y Tabla 31.

Tabla 30. Potencia instalada del CCM (1)

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS (Sala Eléctrica molino SKET)									
N°	Descripción	Función	TAG SOBOCE	Potencia		fp	n	voltaje	f
				HP	kW	cos ϕ	rend	[V]	[Hz]
1	Alimentador de vibración	Motor	A 52-VF01	10	7.5	0.83	0.85	400	50
2	Alimentador rotativo de desempolvado	Motor	A 52-RF01	2	1.5	0.8	0.78	400	50
3	Ventilador de desempolvado	Motor	A 52-FN01	20	15	0.86	0.88	400	50
4	Cinta transportadora puzolana 80 t/h	Motor	A 52-BC02	10	7.5	0.83	0.85	400	50
5	Freno 1	Motor	A 52-BC02 (1)	0.27	0.2	0.69	0.61	400	50
6	Trituradora de rodillo de dientes	Motor	A 52-TC01	25	18.5	0.86	0.88	400	50
7	Trituradora de rodillo de dientes	Motor	A 52-TC02	25	18.5	0.86	0.88	400	50
8	Alimentador rotativo de desempolvado	Motor	A 52-RF03	2	1.5	0.8	0.78	400	50
9	Ventilador de desempolvado	Motor	A 52-FN03	20	15	0.86	0.88	400	50
10	Cinta transportadora 80 t/h	Motor	A 52-BC03	15	11	0.86	0.87	400	50
11	Freno 2	Motor	A 52-BC03 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	50
12	Alimentador de peso YESO 10-50 t	Unidad de control	A 53-WF04	5	4	0.86	-	400	50
13	Cinta transportadora 80 t/h	Motor	A 52-BC04	15	11	0.86	0.87	400	50
14	Freno 3	Motor	A 52-BC04 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	50
15	Monta cargas Eléctrico	Unidad de control	A 52-EH01	6	4.5	0.86	-	400	50
16	Cinta transportadora de Clinker/yeso 120 t/h	Motor	A 52-BC01	15	11	0.86	0.87	400	50
17	Freno 4	Motor	A 52-BC01 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	50
18	Elevador de cangilones	Motor	A 52-BE01	29	22	0.86	0.89	400	50
19	Mantenimiento auxiliar	Motor	A 52-BE01 (1)	3	2,2	0.8	0.79	400	50

20	Alimentador rotativo de desempolvado	Motor	A 52-RF02	2	1.5	0.8	0.78	400	50
21	Ventilador de desempolvado	Motor	A 52-FN02	5	4	0.8	0.82	400	50
22	Alimentador de repuesto N°01	Unidad de control	A 52-SF N01	34	25	0.86	-	400	50
23	Alimentador de repuesto N°02	Unid de control	A 52-SF N02	34	25	0.86	-	400	50
24	REPUESTO DOL 4KW	Motor	A 52-SD01	10	7.5	0.83	0.85	400	50
25	REPUESTO DOL 15KW	Motor	A 52-SD02	20	15	0.86	0.88	400	50
26	Filtro de desempolvado	Unidad de control	A 52-DE01	0.13	0.1	0.86	-	220	50
27	Filtro de desempolvado	Unidad de control	A 52-DE03	0.13	0.1	0.86	-	220	50
28	Tolva 150 t (día 5000)	Unidad de control	A 52-BI01	1.53	1.14	0.86	-	220	50
29	Alimentador de peso YESO	Unidad de control	A 53-WF04	0.13	0.1	0.86	-	120	50
30	Filtro de desempolvado	Unidad de control	A 52-DE02	0.13	0.1	0.86	-	220	50
31	Alimentador de repuesto N°02	Unidad de control	A 52-SF N03	8	6	0.86	-	220	50
32	Alimentador de repuesto N°02	Unidad de control	A 52-SF N04	8	6	0.86	-	220	50
POTENCIA INSTALADA				326	243.20				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Potencia instalada del CCM (2)

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 400 - ENSACADO Y PERIFERICOS (Sala Eléctrica molino SKET)									
N°	Descripción	Función	TAG SOBOCE	Potencia		fp	n	voltaje	f
				HP	kW	cos φ	rend	[V]	[Hz]
1	Panel de control de la planta empacadora	DCS	A61-BA01	4.7	3.5	0.86	-	400	50
2	Motor de cinta transportadora de descarga de bolsas	Motor	A61-BC01	3	2.2	0.8	0.79	400	50
3	Motor de correa de alineación de bolsa de descarga de bolsa	Motor	A61-BC02	1	0.75	0.75	0.72	400	50
4	Motor de cinta transportadora de transporte de bolsas	Motor	A61-BC03	4	3	0.8	0.81	400	50
5	Motor de cinta transportadora de transporte de bolsas	Motor	A61-BC04	5	4	0.8	0.82	400	50
6	Motor de cinta transportadora de transporte de bolsas	Motor	A61-BC05	3	2.2	0.8	0.79	400	50
7	Elevador de cangilones para plantas empacadoras	Motor	A61-BE01	15	11	0.86	0.87	400	50
8	Ventilador de Colector CP316 de ensacadora	Motor	A61-BF01	20	15	0.86	0.88	400	50
9	Ventilador de Colector CP317 de elevador	Motor	A61-BF02	5	3.7	0.8	0.82	400	50

10	Ventilador de colector de ensacadora rotoempacador	Motor	A61-BF03	7	5.5	0.83	0.84	400	50
11	Ventilador de ingreso de aire Pre-Tolva	Motor	A61-BL02	4	3	0.8	0.81	400	50
12	Soplador de aireación/fluidificación	Motor	A61-BL01	20	15	0.86	0.88	400	50
13	Descarga de bolsas: motor de la estación de limpieza de bolsas	Motor	A61-BN01	1	1.1	0.79	0.75	400	50
14	Descarga de bolsas: motor de la estación de limpieza de bolsas	Motor	A61-BN01 (1)	5	4	0.8	0.82	400	50
15	Descarga de bolsas: Motor cortador de bolsas	Motor	A61-BT01	4	3	0.8	0.81	400	50
16	Descarga de sacos: motor de control de peso	Motor	A61-BW01	1	0.75	0.75	0.72	400	50
17	Motor de rellenado	Motor	A61-PM01	2	1.5	0.8	0.78	400	50
18	Panel de control principal de rellenado	Unidad de control	A61-PM01 (1)	45	33.5	0.86	-	400	50
19	Descarga de bolsa: Motor de trampa de bolsa	Motor	A61-RJ01	1	0.75	0.86	0.72	400	50
20	Sistema de derrames: Motor transportador de tornillo	Motor	A61-SC01	7	5.5	0.83	0.84	400	50
21	Sistema de derrames: Motor transportador de tornillo	Motor	A61-SC02	3	2.2	0.8	0.79	400	50
22	Descarga de bolsas: Motor de tambor de tamizado	Motor	A61-SD01	1	1.1	0.79	0.75	400	50
23	repuesto	Motor	DOL spare	10	7.5	0.83	0.85	400	50
24	repuesto	Motor	DOL spare (1)	7	5.5	0.83	0.84	400	50
25	repuesto	Motor	DOL spare (2)	4	3	0.8	0.81	400	50
26	Controlador de colector de polvo CP316	Unidad de control	A61-BF01	0.3	0.2	0.86	-	220	50
27	Controlador de colector de polvo CP317	Unidad de control	A61-BF02	0.3	0.2	0.86	-	220	50
28	Controlador colector de polvo del envasador	Unidad de control	A61-BF03	0.3	0.2	0.86	-	220	50
29	Descarga de sacos: unidad de control de control de peso	Unidad de control	A61-BW01	0.3	0.2	0.86	-	220	50
30	Luz de advertencia de puesta en marcha de la planta empacadora	Unidad de control	A61-PJ01	0.01	0.01	0.86	-	220	50
31	Bocina de advertencia de puesta en marcha de la planta empacadora	Unidad de control	A61-PJ01	0.03	0.02	0.86	-	220	50
SISTEMA PALETIZADOR									
32	Aplanador de bolsas con cinturón de prensa	Unidad de control	A 61-BC06	6	4.4	0.86	-	400	50
33	Paletizador PACPAL 3300	Unidad de control	A 61-PZ01	54	40.4	0.86	-	400	50
34	Transporte de pallets y Take out	Unidad de control	A 61-PC01	7	4.87	0.86	-	400	50
POTENCIA INSTALADA				253	188.80				

Fuente: Elaboración Propia

- El factor de potencia del CCM (1) y CCM (2) se calcula mediante la ecuación (68).

Por ejemplo:

- Para el CCM (1)

$$\cos \varphi_{CCM(1)} = \frac{\sum(P * \cos\varphi)}{\sum P}$$

$$\cos \varphi_{CCM(1)} = \frac{(7.5 * 0.83) + (1.5 * 0.8) + (15 * 0.86) + \dots + (6 * 0.86)}{7.5 + 1.5 + 15 + \dots + 6}$$

$$\cos \varphi_{CCM(1)} = \frac{207.70}{243.20}$$

$$\cos \varphi_{CCM(1)} = 0.85$$

- Para el CCM (2)

$$\cos \varphi_{CCM(2)} = \frac{\sum(P * \cos\varphi)}{\sum P}$$

$$\cos \varphi_{CCM(2)} = \frac{(3.5 * 0.86) + (2.2 * 0.8) + (0.75 * 0.75) + \dots + (4.87 * 0.86)}{3.5 + 2.2 + 0.75 + 4.87}$$

$$\cos \varphi_{CCM(2)} = \frac{159.40}{188.77}$$

$$\cos \varphi_{CCM(2)} = 0.84$$

- La potencia aparente del CCM (1) y CCM (2) se calcula mediante la ecuación (67).

Por ejemplo

- Para el CCM (1) con:

Potencia instalada: 243.20 [kW].

Factor de potencia: 0.85

$$S_{CCM(1)} = \frac{P_{I\ CCM(1)}}{\cos \varphi_{CCM(1)}}$$

$$S_{CCM(1)} = \frac{243.2}{0.85}$$

$$S_{CCM(1)} = 286.1 \text{ [kVA]}$$

- Para el CCM (2) con:

Potencia instalada: 188.8 [kW].

Factor de potencia: 0.84

$$S_{CCM(2)} = \frac{P_{I\ CCM(2)}}{\cos \varphi_{CCM(1)}}$$

$$S_{CCM(2)} = \frac{188.8}{0.84}$$

$$S_{CCM(2)} = 224.8 \text{ [kVA]}$$

- La potencia demandada se calcula multiplicando el valor de la potencia aparente por el factor de demanda.

El factor de demanda es considerado de acuerdo con los periodos de operación de los motores y unidades de control durante el día, es por eso que para el cálculo se tomara un valor de 0.9.

Por ejemplo:

- Para el CCM (1) con:

Potencia aparente: 286.1 [kVA]

Factor de demanda: 0.9

$$S_{dem\ CCM(1)} = S_{CCM(1)} * F_d$$

$$S_{dem\ CCM(1)} = 286.1 * 0.9$$

$$S_{dem\ CCM(1)} = 257.6 \text{ [kVA]}$$

- Para el CCM (2) con:

Potencia aparente: 224.7 [kVA]

Factor de demanda: 0.9

$$S_{dem\ CCM(2)} = S_{CCM(2)} * F_d$$

$$S_{dem\ CCM(2)} = 224.8 * 0.9$$

$$S_{dem\ CCM(2)} = 202.3 \text{ [kVA]}$$

- En la Tabla 32 se detalla un resumen de la potencia instalada y demanda de los CCMs

Tabla 32. Potencia instalada y demandada de los CCMs

Descripción	Potencia Instalada	fp	Potencia Aparente	Factor de demanda	Potencia demandada
	[kW]	cos φ	[kVA]		[kVA]
CCM 1 - Materias primas	243.20	0.85	286.10	0.9	257.60
CCM 2 - Ensacado y Periféricos	188.80	0.84	224.80	0.9	202.30

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Determinación de los Alimentadores eléctricos y sistema de embarramiento

4.2.1 Alimentadores de circuitos derivados y caída de tensión

Los alimentadores de los circuitos derivados son seleccionados con el valor de corriente nominal.

Por ejemplo:

- Para el cálculo del alimentador del “TAG A 52-DE01” del CCM (1) con:

Potencia: 100 W

cos φ: 0.86

Voltaje: 230 [V]

Longitud: 55 [m]

ρ: 0.0172 [Ω mm²/m]

Remplazando valores en la ecuación (25) y (26)

$$I = \frac{P_{1\phi}}{V * \cos(\varphi)} = \frac{100}{230 * 0.86}$$

$$I = 0.51 [A]$$

$$I_{dim} = 1.25 * I = 1.25 * 0.52$$

$$I_{dim} = 0.63 [A]$$

A este valor se le aplica los factores de corrección por temperatura y agrupamiento, debido a que la temperatura en la planta de cemento Warnes alcanza hasta 40°C. Obteniendo estos valores de la Tabla 13 y Tabla 17:

$$K_T = 0.87 \text{ (factor de corrección por temperatura)}$$

$K_A = 1$ (factor de corrección por agrupamiento)

Reemplazando en la ecuación (31)

$$I_{CA} = \frac{I_{dim}}{k_T * k_A} = \frac{0.66}{0.87 * 1}$$

$$I_{CA} = 0.72 [A]$$

Con la corriente calculada seleccionamos el calibre del conductor utilizando la Tabla 12. Teniendo como resultado un conductor de sección 2.5 mm^2 con corriente admisible de 20 A. cumpliendo con la ecuación (59).

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$0.51 \leq 10 \leq 20 A$$

- El cálculo de caída de tensión se obtiene mediante la ecuación (40)

$$\Delta V(\%) = \frac{2 * \rho * L * I * \cos(\varphi)}{V * s} * 100(\%)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 * (0.0172) * 0.51 * 55 * 0.86}{230 * 2.5} * 100(\%)$$

$$\Delta V(\%) = 0.14 \%$$

- El cálculo de la máxima corriente de cortocircuito de conductores se obtiene mediante la ecuación (45).

$$I_{CC} = \frac{0.34 * s}{\sqrt{t}} * \left[\log \left(\frac{234 + T_f}{234 + T_i} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

De la Tabla 20 se obtiene los valores de T_f y T_i con un tiempo de 0.5 [s].

T_f : 160 [°C] para PVC

T_i : 70 [°C] para PVC

$$I_{CC} = \frac{0.34 * 2.5}{\sqrt{0.1}} * \left[\log \left(\frac{234 + 160}{234 + 70} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$I_{CC} = 0.902 [kA]$$

Para obtener los demás alimentadores de los circuitos derivados y caídas de tensión del CCM (1) y CCM (2) se aplica el mismo criterio de cálculo, teniendo como resultado la Tabla 33, Tabla 34, Tabla 35 y Tabla 36.

Tabla 33. Alimentadores de circuitos derivados CCM (1) “Zona 100 - Materias Primas”

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (1) “ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS” (ALIMENTADORES DE CIRCUITOS DERIVADOS) UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A-52-UCG)											
N°	TAG SOBOCE	Potencia		fp	v	I	I _{dim}	Factor de corrección por temperatura (KT) y agrupamiento (KA)		I _{ca}	Sección del conductor a temperatura Max. de 70°C
		HP	kW	cos φ	[V]	[A]	[A]	KT	KA	[A]	[mm ²]
1	A 52-DE01	0.13	0.1	0.86	230	0.5	0.63	0.87	1	0.73	2.5
2	A 52-DE03	0.13	0.1	0.86	230	0.5	0.63	0.87	1	0.73	2.5
3	A 52-BI01	1.53	1.14	0.86	230	5.8	7.20	0.87	1	8.28	2.5
4	A 53-WF04	0.13	0.1	0.86	120	1.0	1.21	0.87	1	1.39	2.5
5	A 52-DE02	0.13	0.1	0.86	230	0.5	0.63	0.87	1	0.73	2.5
6	A 52-SF N03	8	6	0.86	230	30.3	37.92	0.87	1	43.58	16
7	A 52-SF N04	8	6	0.86	230	30.3	37.92	0.87	1	43.58	16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Caída de tensión de circuitos derivados CCM (1) “Zona 100 - Materias Primas”

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (1) “ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS” (CAÍDA DE TENSIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS) UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A-52-UCG)							
N°	TAG SOBOCE	I	Calibre del conductor a temperatura Max de 70°C	Sección del conductor a temperatura máxima de 70°C	L	Caída de Tensión	Máxima corriente de cortocircuito de conductores
		[A]	AWG	[mm ²]	[m]	ΔV(%)	I _{cc} [kA]
1	A 52-DE01	0.5	14	2.5	55	0.14	0.902
2	A 52-DE03	0.5	14	2.5	55	0.14	0.902
3	A 52-BI01	5.8	14	2.5	55	1.90	0.902
4	A 53-WF04	1.0	14	2.5	65	0.62	0.902
5	A 52-DE02	0.5	14	2.5	65	0.17	0.902
6	A 52-SF N03	30.3	6	16	65	1.59	5.773
7	A 52-SF N04	30.3	6	16	65	1.59	5.773

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Alimentadores de circuitos derivados CCM (2) “Zona 400 - Ensacado y Periféricos”

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (2) “ZONA 400 – ENSACADO Y PERIFÉRICOS” (ALIMENTADORES DE CIRCUITOS DERIVADOS) UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A61-UCG)												
N°	TAG SOBOCE	Potencia		fp	V	f	I	I _{dim}	Factor de corrección por temperatura (KT) y agrupamiento (KA)		I _{ca}	Sección del conductor a temperatura Max. de 70°C
		HP	kW	cos φ	[V]	[Hz]	[A]	[A]	KT	KA	[A]	[mm ²]
1	A61-BF01	0.3	0.2	0.86	230	50	1.01	1.26	0.87	1	1.45	2.5
2	A61-BF02	0.3	0.2	0.86	230	50	1.01	1.26	0.87	1	1.45	2.5
3	A61-BF03	0.3	0.2	0.86	230	50	1.01	1.26	0.87	1	1.45	2.5
4	A61-BW01	0.3	0.2	0.86	230	50	1.01	1.26	0.87	1	1.45	2.5
5	A61-PJ01	0.03	0.02	0.86	230	50	0.10	0.13	0.87	1	0.15	2.5
6	A61-PJ01	0.03	0.02	0.86	230	50	0.08	0.10	0.87	1	0.12	2.5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Caída de tensión de circuitos derivados CCM (2) “Zona 400 - Ensacado y Periféricos”

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (2) “ZONA 400 – ENSACADO Y PERIFÉRICOS” (CAÍDA DE TENSIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS) UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A61-UCG)							
N°	TAG SOBOCE	I	Calibre del conductor a temperatura Max de 70°C	Sección del conductor a temperatura máxima de 70°C	L	Caída de Tensión	Máxima corriente de cortocircuito de conductores
		[A]	AWG	[mm ²]	[m]	ΔV(%)	I _{cc} [kA]
1	A61-BF01	1.01	14	2.5	75	0.39	0.902
2	A61-BF02	1.01	14	2.5	75	0.39	0.902
3	A61-BF03	1.01	14	2.5	75	0.39	0.902
4	A61-BW01	1.01	14	2.5	75	0.39	0.902
5	A61-PJ01	0.10	14	2.5	65	0.03	0.902
6	A61-PJ01	0.08	14	2.5	65	0.03	0.902

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Alimentadores para motores eléctricos y caída de tensión

Los alimentadores de los motores eléctricos son seleccionados de acuerdo con la corriente nominal.

Por ejemplo:

- ✓ Para el cálculo del “TAG A 52-VF01 del CCM (1) con:

Potencia: 7.5 [kW]

cos φ : 0.83

n:0.85

Voltaje: 400 [V]

Longitud: 65 [m]

ρ : 0.0172 [Ω mm²/m]

Remplazando valores en la ecuación (27) y (28).

$$I_{NM} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\varphi) * \eta} = \frac{7.5 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.83 * 0.85}$$

$$I_{NM} = 15.34 [A]$$

$$I_{dim} = 1.25 * I_{NM} = 1.25 * 15.34$$

$$I_{dim} = 19.18 [A]$$

A este valor obtenido se le aplica factores de corrección por temperatura y agrupamiento, debido a que la temperatura en la planta de cemento Warnes alcanza hasta 40°C. Obteniendo estos valores de la Tabla 13 y Tabla 17:

$$K_T = 0.87 \text{ (factor de corrección por temperatura)}$$

$$K_A = 1 \text{ (factor de corrección por agrupamiento)}$$

Reemplazando en la ecuación (31)

$$I_{CA} = \frac{I_{dim}}{K_T * K_A} = \frac{19.18}{0.87 * 1}$$

$$I_{CA} = 22.05 [A]$$

Con la corriente calculada seleccionamos el calibre del conductor utilizando la Tabla 12. Teniendo como resultado un conductor de sección 6 mm² con corriente admisible de 33A. cumpliendo con la ecuación (59).

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$15.34 \leq 25 \leq 33 \text{ A}$$

- El cálculo de caída de tensión se obtiene mediante la ecuación (42)

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I_{NM} * \cos(\varphi)}{V * s} * 100(\%)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3} * 0.0172 * 65 * 15.34 * 0.83}{400 * 6} * 100(\%)$$

$$\Delta V(\%) = 1.03 \%$$

- El cálculo de la máxima corriente de cortocircuito de conductores se obtiene mediante la ecuación (45)

$$I_{CC} = \frac{0.34 * s}{\sqrt{t}} * \left[\log \left(\frac{234 + T_f}{234 + T_i} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

De la Tabla 20 se obtiene los valores de T_f y T_i con un tiempo de 0.5 [s].

T_f : 160 [°C] para PVC

T_i : 70 [°C] para PVC

$$I_{CC} = \frac{0.34 * 6}{\sqrt{0.1}} * \left[\log \left(\frac{234 + 160}{234 + 70} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$I_{CC} = 2.16 \text{ [kA]}$$

Para obtener los demás alimentadores de los motores y caídas de tensión del CCM (1) y CCM (2) se aplica el mismo criterio de cálculo, teniendo como resultado la Tabla 37, Tabla 38, Tabla 39 y Tabla 40.

Tabla 37. Alimentadores de motores eléctricos CCM (1) "Zona 100 – Materias Primas"

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS (ALIMENTADORES DE MOTORES)													
N°	Función	TAG SOBOCE	Potencia		fp	n	V	I _{NM}	I _{dim}	Factor de corrección por temperatura (KT) y agrupamiento (KA)		I _{CA}	Sección del conductor a temperatura Max de 70°C
			HP	kW	cos φ	rend	[V]	[A]	[A]	KT	KA	[A]	[mm ²]
1	Motor	A 52-VF01	10	7.5	0.83	0.85	400	15.34	19.18	0.87	1	22.05	6
2	Motor	A 52-RF01	2	1.5	0.8	0.78	400	3.47	4.34	0.87	1	4.99	1.5
3	Motor	A 52-FN01	20	15	0.86	0.88	400	28.61	35.76	0.87	1	41.10	16
4	Motor	A 52-BC02	10	7.5	0.83	0.85	400	15.34	19.18	0.87	1	22.05	6
5	Motor	A 52-BC02 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	0.86	1.07	0.87	1	1.23	1.5
6	Motor	A 52-TC01	25	18.5	0.86	0.88	400	35.28	44.10	0.87	1	50.69	16
7	Motor	A 52-TC02	25	18.5	0.86	0.88	400	35.28	44.10	0.87	1	50.69	16
8	Motor	A 52-RF03	2	1.5	0.8	0.78	400	3.47	4.34	0.87	1	4.99	1.5
9	Motor	A 52-FN03	20	15	0.86	0.88	400	28.61	35.76	0.87	1	41.10	16
10	Motor	A 52-BC03	15	11	0.86	0.87	400	21.22	26.53	0.87	1	30.49	6
11	Motor	A 52-BC03 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	0.86	1.07	0.87	1	1.23	1.5
12	U.C.	A 53-WF04	5	4	0.86	-	400	6.71	8.39	0.87	1	9.65	4
13	Motor	A 52-BC04	15	11	0.86	0.87	400	21.22	26.53	0.87	1	30.49	6
14	Motor	A 52-BC04 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	0.86	1.07	0.87	1	1.23	1.5
15	U.C.	A 52-EH01	6	4.5	0.86	-	400	7.55	9.44	0.87	1	10.85	4
16	Motor	A 52-BC01	15	11	0.86	0.87	400	21.22	26.53	0.87	1	30.49	10
17	Motor	A 52-BC01 (1)	0.34	0.25	0.69	0.61	400	0.86	1.07	0.87	1	1.23	1.5
18	Motor	A 52-BE01	29	22	0.86	0.89	400	41.49	51.86	0.87	1	59.61	25
19	Motor	A 52-BE01 (1)	3	2.2	0.8	0.79	400	5.02	6.28	0.87	1	7.22	2.5
20	Motor	A 52-RF02	2	1.5	0.8	0.78	400	3.47	4.34	0.87	1	4.99	1.5
21	Motor	A 52-FN02	5	4	0.8	0.82	400	8.80	11.00	0.87	1	15.65	4
22	U.C.	A 52-SF N01	34	25	0.86	-	400	41.96	52.45	0.87	1	60.29	25
23	U.C.	A 52-SF N02	34	25	0.86	-	400	41.96	52.45	0.87	1	60.29	25
24	Motor	A 52-SD01	10	7.5	0.83	0.85	400	15.34	19.18	0.87	1	22.05	6
25	Motor	A 52-SD02	20	15	0.86	0.88	400	28.61	35.76	0.87	1	41.10	16
UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A-52-UCG)													
26	U.C.	A-52-UCG	18	13.54	0.86	-	400	22.72	28.41	0.87	1	32.65	6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. *Caída de tensión de motores eléctricos CCM (1)'' Zona 100 – Materias Primas''*

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 100 - MATERIAS PRIMAS (ALIMENTADORES DE MOTORES)							
N°	TAG SOBOCE	I_{NM}	Calibre del conductor a temperatura Max de 70°C	Sección del conductor a temperatura Max de 70°C	L	Caída de tensión	Máxima corriente de cortocircuito de conductores
		[A]	AWG	[mm ²]	[m]	$\Delta V(\%)$	I_{cc} [kA]
1	A 52-VF01	15.34	10	6	65	1.03	2.16
2	A 52-RF01	3.47	16	1.5	75	1.04	0.54
3	A 52-FN01	28.61	6	16	85	0.98	5.77
4	A 52-BC02	15.34	10	6	65	1.03	2.16
5	A 52-BC02 (1)	0.86	16	1.5	65	0.19	0.54
6	A 52-TC01	35.28	6	16	85	1.2	5.77
7	A 52-TC02	35.28	6	16	85	1.2	5.77
8	A 52-RF03	3.47	16	1.5	75	1.04	0.54
9	A 52-FN03	28.61	6	16	85	0.98	5.77
10	A 52-BC03	21.22	10	6	65	1.48	2.16
11	A 52-BC03 (1)	0.86	16	1.5	65	0.19	0.54
12	A 53-WF04	6.71	12	4	65	0.7	1.44
13	A 52-BC04	21.22	10	6	65	1.48	2.16
14	A 52-BC04 (1)	0.86	16	1.5	65	0.19	0.54
15	A 52-EH01	7.55	12	4	85	1.03	1.44
16	A 52-BC01	21.22	8	10	85	1.16	3.61
17	A 52-BC01 (1)	0.86	16	1.5	85	0.25	0.54
18	A 52-BE01	41.49	4	25	100	1.07	9.02
19	A 52-BE01 (1)	5.02	14	2.5	100	1.2	0.9
20	A 52-RF02	3.47	16	1.5	100	1.38	0.54
21	A 52-FN02	8.8	12	4	100	1.31	1.44
22	A 52-SF N01	41.96	4	25	85	0.92	9.02
23	A 52-SF N02	41.96	4	25	85	0.92	9.02
24	A 52-SD01	15.34	10	6	65	1.03	2.16
25	A 52-SD02	28.61	6	16	85	0.98	5.77
UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A-52-UCG)							
26	A-52-UCG	22.66	10	6	55	1.33	2.16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Alimentadores eléctricos CCM (2) “Zona 400 – Ensacado y Periféricos”

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 400 - ENSACADO Y PERIFERICOS (ALIMENTADORES DE MOTORES)													
N°	Función	TAG SOBOCE	Potencia		fp	n	V	I _{NM}	I _{dim}	Factor de corrección por temperatura (KT) y agrupamiento (KA)		I _{CA}	Sección del conductor a temperatura Max de 70°C
			HP	kW	cos φ	rend	[V]	[A]	[A]	KT	KA	[A]	[mm²]
1	U.C.	A61-BA01	5	3.5	0.86	-	400	5.87	7.34	0.87	1	8.44	2.5
2	Motor	A61-BC01	3	2.2	0.8	0.79	400	5.02	6.28	0.87	1	7.22	2.5
3	Motor	A61-BC02	1	0.75	0.75	0.72	400	2.00	2.5	0.87	1	2.88	1.5
4	Motor	A61-BC03	4	3	0.8	0.81	400	6.68	8.35	0.87	1	9.6	2.5
5	Motor	A61-BC04	5	4	0.8	0.82	400	8.8	11,00	0.87	1	12.65	2.5
6	Motor	A61-BC05	3	2.2	0.8	0.79	400	5.02	6.28	0.87	1	7.22	1.5
7	Motor	A61-BE01	15	11	0.86	0.87	400	21.22	26.53	0.87	1	30.49	10
8	Motor	A61-BF01	20	15	0.86	0.88	400	28.61	35.76	0.87	1	41.1	10
9	Motor	A61-BF02	5	3.7	0.8	0.82	400	8.14	10.18	0.87	1	11.7	4
10	Motor	A61-BF03	7	5.5	0.83	0.84	400	11.39	14.23	0.87	1	16.36	4
11	Motor	A61-BL02	4	3	0.8	0.81	400	6.68	8.35	0.87	1	9.6	2.5
12	Motor	A61-BL01	20	15	0.86	0.88	400	28.61	35.76	0.87	1	41.1	16
13	Motor	A61-BN01	1	1.1	0.79	0.75	400	2.68	3.35	0.87	1	3.85	1.5
14	Motor	A61-BN01 (1)	5	4	0.8	0.82	400	8.8	11,00	0.87	1	12.65	2.5
15	Motor	A61-BT01	4	3	0.8	0.81	400	6.68	8.35	0.87	1	9.6	2.5
16	Motor	A61-BW01	1	0.75	0.75	0.72	400	2,00	2.51	0.87	1	2.88	1.5
17	Motor	A61-PM01	2	1.5	0.8	0.78	400	3.47	4.34	0.87	1	4.99	1.5
18	U.C.	A61-PM01 (1)	45	33.5	0.86	-	400	56.22	70.28	0.87	1	80.78	25
19	Motor	A61-RJ01	1	0.75	0.86	0.72	400	1.75	2.19	0.87	1	2.51	1.5
20	Motor	A61-SC01	7	5.5	0.83	0.84	400	11.39	14.23	0.87	1	16.36	4
21	Motor	A61-SC02	3	2.2	0.8	0.79	400	5.02	6.28	0.87	1	7.22	2.5
22	Motor	A61-SD01	1	1.1	0.79	0.75	400	2.68	3.35	0.87	1	3.85	1.5
23	Motor	DOL spare	10	7.5	0.83	0.85	400	15.34	19.18	0.87	1	22.05	10
24	Motor	DOL spare (1)	7	5.5	0.83	0.84	400	11.39	14.23	0.87	1	16.36	4
25	Motor	DOL spare (2)	4	3	0.8	0.81	400	6.68	8.35	0.87	1	9.6	2.5
UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A 61-UCG)													
26	U.C.	A61-UCG	1	0.83	0.86	-	400	1.39	1.74	0.87	1	2,00	1.5
SISTEMA PALETIZADOR													
27	U.C.	A61-BC06	6	4.4	0.86	-	400	7.38	9.23	0.87	1	10.61	4
28	U.C.	A61-PZ01	54	40.42	0.86	-	400	67.84	84.8	0.87	1	97.47	35
29	U.C.	A61-PC01	7	4.87	0.86	-	400	8.17	10.22	0.87	1	11.74	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. *Caída de tensión de motores eléctricos CCM (2) "Zona 400 – Ensacado y Periféricos"*

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ZONA 400 - ENSACADO Y PERIFERICOS (ALIMENTADORES DE MOTORES)									
N°	TAG SOBOCE	Potencia		I _{NM} [A]	Calibre del conductor a temperatura Max de 70°C AWG	Sección del conductor a temperatura Max de 70°C [mm²]	L [m]	Caída de tensión ΔV(%)	Máxima corriente de cortocircuito de conductores I _{cc} [kA]
		HP	kW						
1	A61-BA01	5	3.5	5.87	14	2.5	70	1.06	0.902
2	A61-BC01	3	2.2	3.97	14	2.5	80	0.76	0.902
3	A61-BC02	1	0.75	1.44	16	1.5	80	0.43	0.541
4	A61-BC03	4	3	5.41	14	2.5	65	0.84	0.902
5	A61-BC04	5	4	7.22	14	2.5	50	0.86	0.902
6	A61-BC05	3	2.2	3.97	16	1.5	65	1.03	0.541
7	A61-BE01	15	11	18.46	8	10	65	0.77	3.608
8	A61-BF01	20	15	25.18	8	10	55	0.89	3.608
9	A61-BF02	5	3.7	6.68	12	4	75	0.75	1.443
10	A61-BF03	7	5.5	9.56	12	4	55	0.81	1.443
11	A61-BL02	4	3	5.51	14	2.5	65	0.84	0.902
12	A61-BL01	20	15	25.18	6	16	80	0.81	5.773
13	A61-BN01	1	1.1	2.01	16	1.5	65	0.51	0.541
14	A61-BN01 (1)	5	4	7.22	14	2.5	65	1.12	0.902
15	A61-BT01	4	3	5.41	14	2.5	65	0.84	0.902
16	A61-BW01	1	0.75	1.44	16	1.5	75	0.4	0.541
17	A61-PM01	2	1.5	2.71	16	1.5	75	0.81	0.541
18	A61-PM01 (1)	45	33.5	56.22	4	25	75	1.08	9.021
19	A61-RJ01	1	0.75	1.26	16	1.5	80	0.43	0.541
20	A61-SC01	7	5.5	9.56	12	4	80	1.19	1.443
21	A61-SC02	3	2.2	3.97	14	2.5	80	0.76	0.902
22	A61-SD01	1	1.1	2.01	16	1.5	80	0.63	0.541
23	DOL spare	10	7.5	13.04	6	10	95	0.77	3.608
24	DOL spare (1)	7	5.5	9.56	12	4	80	1.19	1.443
25	DOL spare (1)	4	3	5.41	14	2.5	65	0.84	0.902
UNIDAD DE CONTROL GENERAL (A 61-JCG)									
26	A61-JCG	1,00	0.83	1.39	16	1.5	20	0.12	0.541
SISTEMA PALETIZADOR									
27	A61-BC06	6	4.4	7.38	12	4	95	1.13	1.443
28	A61-PZ01	54	40.42	67.84	2	35	100	1.24	12.629
29	A61-PC01	7	4.87	8.17	12	4	95	1.25	1.443

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Alimentadores principales de cada CCM

Los alimentadores de los CCMs son calculados en base a las corrientes de las cargas (motores y unidades de control).

Por ejemplo:

- Para el alimentador principal del CCM (1)
 - De la Tabla 37 se escoge el TAG A 52-BE01 ya que este motor es de mayor corriente “ I_{NM} ”

$$I_{MG} = 41.49 [A]$$

- De la Tabla 37 se suma todas las corrientes de los motores restantes

$$\sum I_{NM} = 15.34 + 3.47 + 28.61 + \dots + 28.61 [A]$$

$$\sum I_{NM} = 293.69 [A]$$

- De la Tabla 37 se suma las corrientes de las unidades de control

$$\sum I_{OC} = 6.71 + 7.55 + 41.96 + 41.96 + 22.72$$

$$\sum I_{OC} = 120.9 [A]$$

- Reemplazando en la ecuación (29)

$$I_{ALIM CCM(1)} = 1.25 * I_{MG} + \sum I_m + Fs * \sum I_{OC}$$

$$I_{ALIM CCM(1)} = 1.25 * (41.49) + 293.69 + 1 * (120.9)$$

$$I_{ALIM CCM(1)} = 466.45 [A]$$

A este valor obtenido se aplica los factores de corrección por temperatura y agrupamiento, debido a que la temperatura en la planta de cemento Warnes alcanza hasta 40°C. Obteniendo estos valores de la Tabla 13 y Tabla 17:

$K_T = 0.87$ (factor de corrección por temperatura)

$K_A = 1$ (factor de corrección por agrupamiento)

Reemplazando en la ecuación (31)

$$I_{CA} = \frac{I_{dim}}{k_T * k_A} = \frac{466.45}{0.87 * 1}$$

$$I_{CA} = 536.15 [A]$$

Con la corriente calculada seleccionamos el calibre del conductor utilizando la Tabla 12. Teniendo como resultado un conductor de sección 240 mm².

- El cálculo de caída de tensión se obtiene tomando en cuenta valores de resistencias definidas y mediante el uso de las ecuaciones (34), (35), (36) y (43)

De la ecuación (43)

$$r = \frac{22,5 [\Omega \text{ mm}^2/\text{km}]}{s [\text{mm}^2]} = \frac{22.5}{240} = 0.094 [\Omega/\text{km}]$$

Al no disponer más información se utiliza el valor de la reactancia inductiva de:

$$x = 0.8 \Omega/\text{km}$$

De la ecuación (35) y (36) se obtiene “r” y “x”

$$R = \rho \frac{L}{s}$$

$$\frac{R}{L} = \frac{\rho}{s} = r$$

$$X = \rho \frac{L}{s}$$

$$\frac{R}{L} = \frac{\rho}{s} = x$$

Reemplazando “r” y “x” en (34) se tiene la ecuación para calcular la caída de tensión para el alimentador principal del CCM 1

$$\Delta V = \sqrt{3} * [r * L * I * \text{Cos}(\varphi) + x * L * I * \text{Sen}(\varphi)]$$

$$\Delta V = \sqrt{3} * L * I * [r * \text{Cos}(\varphi) + x * \text{Sen}(\varphi)]$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3} * L * I * [r * \text{Cos}(\varphi) + x * \text{Sen}(\varphi)]}{V * 1000} * 100\%$$

Con:

Longitud = 10 [m]

$\cos \varphi_{CCM1} = 0.85$

$\text{sen} \varphi_{CCM1} = 0.54$

$I = 466.45$ [A]

$r = 0.094$ [Ω/km]

$x = 0.08$ [Ω/km]

Reemplazando los valores en la ecuación anterior se tiene:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 10 * 466.45 * [0.094 * 0.85 + 0.08 * 0.54]}{400 * 1000} * 100\%$$

$\Delta V = 0.25 \%$

- El cálculo de la máxima corriente de cortocircuito de conductores se obtiene mediante la ecuación (45)

$$I_{CC} = \frac{0.34 * s}{\sqrt{t}} * \left[\log \left(\frac{234 + T_f}{234 + T_i} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

De la Tabla 20 se obtiene los valores de T_f y T_i con un tiempo de 0.5 [s].

T_f : 160 [°C] para PVC

T_i : 70 [°C] para PVC

$$I_{CC} = \frac{0.34 * 240}{\sqrt{0.1}} * \left[\log \left(\frac{234 + 160}{234 + 70} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$I_{CC} = 86.60$ [kA]

Para obtener el alimentador del CCM (2) se aplica el mismo criterio de cálculo, teniendo como resultado la Tabla 41.

Tabla 41. Alimentador y caída de tensión de cada CCM

ALIMENTADOR DE CADA CCM									
Descripción	V	Corriente Max	Factor de corrección por temperatura (KT) y agrupamiento (KA)		Corriente del conductor	Sección del conductor a temperatura Max de 70°C	L	Caída de tensión	Máxima corriente de cortocircuito de conductores
	[V]	[A]	KT	KA	[A]	[mm ²]	[m]	$\Delta V(\%)$	I_{cc} [kA]
ALIMENTADOR CCM 1									
CCM 1	400	466.45	0.87	1	536.15	240	10	0.25	86.60
ALIMENTADOR CCM 2									
CCM 2	400	364.11	0.87	1	418.52	150	10	0.25	54.12

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Selección del sistema de embarramiento para los CCM's y distancias de separación

- La selección de las barras de cobre de los CCM's se obtiene mediante el uso de la corriente del alimentador que fue calculado en base a las ecuaciones (29), (31) y haciendo el uso de la Tabla 21.

Por ejemplo:

Para la selección de barra del CCM (1). Con la corriente del conductor igual a 536.15 [A], se selecciona de la Tabla 21 una barra pintada de dimensiones 10 mm de grosor (espesor) y 30 mm de ancho teniendo como sección 300 mm².

Así mismo se aplica este criterio para la selección de barra del CCM (2) obteniendo como resultado la Tabla 42.

- El cálculo de la corriente máxima de cortocircuito que puede soportar una barra de cobre se obtiene con la ecuación (46) y (47)

Por ejemplo:

- Para la barra seleccionada de 10 mm x 30 mm del CCM (1) con:

$$\alpha_{20} = 0.00393 [1/^{\circ}\text{C}]$$

$$c = 390 [\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}]$$

$$\rho = 8900 [\text{kg}/\text{m}^3]$$

$$k_{20} = 56 \times 10^6 [1/\Omega\text{m}]$$

$$\theta_c = 200 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\theta_b = 30 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$A = 10 \times 30 = 300 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Reemplazando en la ecuación (46) y (47)

$$S_{thr} = \frac{1}{\sqrt{T_{kr}}} * \sqrt{\frac{k_{20} * c * \rho}{\alpha_{20}} * \ln \frac{1 + \alpha_{20} * (\theta_c - 20^\circ\text{C})}{1 + \alpha_{20} * (\theta_b - 20^\circ\text{C})}}$$

Para un tiempo de 1 [s]

$$S_{thr} = \frac{1}{\sqrt{1}} * \sqrt{\frac{56 \times 10^6 * 390 * 8900}{0.00393} * \ln \frac{1 + 0.00393 * (200 - 20^\circ\text{C})}{1 + 0.00393 * (30 - 20^\circ\text{C})}}$$

$$S_{thr} = 156.6937 \times 10^6 \frac{A}{m^2}$$

$$I_{cc \text{ MAX}} = S_{thr} * A$$

$$I_{cc \text{ MAX}} = 156.6937 \times 10^6 * 300 \times 10^{-6}$$

$$I_{cc \text{ MAX}} = 47008,11 \text{ [A]}$$

$$I_{cc \text{ MAX}} = 47,01 \text{ [kA]}$$

Para obtener el cálculo de la corriente máxima de cortocircuito del CCM (2) se aplica el mismo criterio de cálculo, teniendo como resultado la Tabla 42.

Tabla 42. Barras principales para los CCM's

BARRA PRINCIPAL PARA LOS CCM's					
ITEM	Descripción	Corriente del conductor	BARRA DE COBRE		
			Grosor por ancho	Sección	Máxima corriente de cortocircuito en barras
		[A]	mm	mm ²	[kA] en 1 [s]
Barra colector principal CCM 1	Materias primas	536.15	10 x 30	300	47,01
Barra colector principal CCM 2	Ensacado y periféricos	418.52	10 x 20	200	31,18

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez seleccionado las barras para los CCM's se realiza el cálculo para las distancias de los soportes en base a los esfuerzos electrodinámicos.

Por Ejemplo:

- Para la barra del CCM (1) con:

$$\text{Grosor (espesor): } a = 10 \text{ [mm]} = 0.01 \text{ [m]}$$

$$\text{Ancho: } b = 30 \text{ [mm]} = 0.02 \text{ [m]}$$

$$I''_k = 47.01 \text{ [kA]}$$

$$cte = 0.87 \text{ defecto trifásico}$$

$$d_f = 75 \text{ mm}$$

$$n = 1 \text{ (Una sola fase)}$$

$$R_{\rho 0.2} = 250 \times 10^6 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$R_m = 100 \times 10^6 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$S_m = 150 \times 10^{-6} \text{ [m]}$$

Modo de fijación:

$$B_1 = 0.73 \text{ (coeficiente para apoyo simple)}$$

$$B_2 = 0.5 \text{ (coeficiente para engaste)}$$

$$\alpha = 0.5 \text{ (coeficiente que depende del modo de fijación)}$$

- Cálculo de esfuerzos entre fases

Para obtener el coeficiente de Dwight se reemplaza los valores de grosor ancho y distancia entre ejes de fase en la ecuación (49).

$$k1\left(\frac{b}{a}; \frac{d_f}{a}\right)$$

$$k1\left(\frac{30}{10}; \frac{75}{10}\right)$$

$$k1(3; 7.5)$$

Con esta relación de k1 se busca en la Figura 2.44 (ábaco de Dwight), teniendo como resultado:

$$k1 = 0.93$$

Reemplazando valores en la ecuación (48) se tiene:

$$F1/l = \frac{cte * 2 * 10^{-7} * k_1 * (I_P)^2}{d_f}$$

$$F1/l = \frac{0.87 * 2 * 10^{-7} * 0.93 * (2.2 * 47.01 * 1000)^2 * 100 * 10}{75}$$

$$F1/l = 23077.92 \text{ [N/m]}$$

- Cálculo de esfuerzos entre barras de una misma fase
Este cálculo no es considerado debido a que se hará el uso de una barra para una sola fase en ambos CCMs.
- Cálculo de la distancia entre soportes a partir de las tensiones del conductor más solicitado (límite de elasticidad del conductor).
Este valor es calculado mediante la ecuación (55)

$$d_1 = \sqrt{\frac{1.5 * 250 * 10^6}{8 * 1 * \frac{0.5 * 23077.93}{6} + \frac{0.5 * 0}{8 * \frac{0.02 * 0.01^2}{6}}} \text{ [m]}$$

$$d_1 = 0.36055 \text{ [m]}$$

$$d_1 = 360.55 = 361 \text{ [mm]}$$

- Cálculo de la distancia entre soporte a partir de los esfuerzos sobre los soportes (límite de elasticidad de los soportes).
Para este cálculo se recurrirá a la ecuación (56)

$$d_2 = \frac{R_m * S_m}{\alpha * F1/l} \text{ [m]}$$

$$d_2 = \frac{100 * 10^6 * 150 * 10^{-6}}{0.5 * 23077.93}$$

$$d_2 = 1.3 \text{ [m]} = 1300 \text{ [mm]}$$

- Determinación de la distancia máxima entre los soportes
Para obtener la distancia máxima entre los soportes, se debe colocar los soportes a una distancia "d" igual al valor más pequeño entre "d₁" y "d₂".
Para resistir a los esfuerzos electrodinámicos, se debe colocar los soportes

a una distancia “d” igual al valor más pequeño de “d₁” y “d₂”.

$$d \leq \min (d_1, d_2)$$

$$d \leq 361 \text{ [mm]}$$

4.3 Análisis de compensación del consumo de energía reactiva

Para evitar una penalización por bajo factor de potencia de la distribuidora de energía eléctrica del departamento de Santa Cruz CRE R.L. (Cooperativa rural de electricidad), se debe mantener un factor de potencia por encima de los 0.9.

En nuestro caso los CCMs tienen un factor de potencia por debajo de 0.9, por el cual se debe hacer la compensación del consumo de energía reactiva para evitar una penalización.

Por ejemplo:

- Para el CCM (1) con:

Potencia instalada: 243.20 [kW]

$\cos \varphi_{CCM\ 1} : 0.85$

Voltaje: 400 [V]

$\cos \varphi_{obtener} : 0.97$

Obteniendo el ángulo inicial y el ángulo final

$$\cos \varphi_{CCM\ 1} = 0.85$$

$$\varphi_{CCM\ 1} = \cos^{-1} 0.85$$

$$\varphi_{CCM\ 1} = 31.79^\circ = \varphi_i$$

$$\cos \varphi_{obtener} = 0.97$$

$$\varphi_{obtener} = \cos^{-1} 0.97$$

$$\varphi_{obtener} = 14.07^\circ = \varphi_f$$

Reemplazando valores en la ecuación (72)

$$Q_c = P(\tan \varphi_i - \tan \varphi_f)$$

$$Q_c = 243.2 * (\tan 31.79^\circ - \tan 14.07^\circ)$$

$$Q_c = 89.78 \text{ [kVAr]}$$

Teniendo el resultado de 89.78 kVAr la potencia normalizada a compensar es de 100 kVAr.

Esta potencia será compensada en 4 pasos como se observa en la Tabla 43.

Tabla 43. *Compensación de 4 pasos para el CCM (1)*

4 PASOS			
Paso 1 [kVAr]	10		10
Paso 2 [kVAr]	10	10	20
Paso 3 [kVAr]	10	10	20
Paso 4 [kVAr]	30	30	60
			110 [kVAr]

Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera se hace el cálculo de compensación para el CCM (2) teniendo como resultado una potencia a compensar de 80 kVAr el cual es compensado en 4 pasos como se observa en la Tabla 44.

Tabla 44. *Compensación de 4 pasos para el CCM (2)*

4 PASOS			
Paso 1 [kVAr]	7.5		7.5
Paso 2 [kVAr]	10	10	20
Paso 3 [kVAr]	15	15	30
Paso 4 [kVAr]	20	20	40
			97.5 [kVAr]

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Selección de los dispositivos de control, protección, maniobra y esquemas eléctricos de los circuitos de control y fuerza para los CCM's mediante el software EPLAN ELECTRIC P8

Para la selección de los dispositivos de protección, control y maniobra se realizará en base a la corriente nominal de la carga multiplicado por un factor de 1.15, 1.25, 1.43 y 1.8 el cual será considerado de la siguiente manera:

- Para interruptores automáticos de bastidor abierto, caja moldeada y interruptores seccionadores se utilizará el factor de 1.25.
- Para Guardamotores, interruptores termomagnéticos, diferenciales, contactores y relés térmicos se utilizará el factor de 1.15.

- Para la selección de interruptores para banco de condensadores se utilizará un factor de 1.43 para interruptores automáticos y 1.8 para fusibles.

4.4.1 Selección de dispositivos de protección para unidades de control

Para esta selección se utilizará un factor de 1.15

Por ejemplo:

- TAG A 52-DE01 del CCM (1) con:

Potencia: 100 W

Cos φ : 0.86

Voltaje: 230 [V]

Remplazando en la ecuación (25)

$$I = \frac{P_{1\phi}}{V * \text{Cos}(\varphi)}$$

$$I = \frac{100}{230 * 0.86}$$

$$I = 0.52 [A]$$

Corriente de diseño " I_d "

$$I_d = 1.15 * I = 1.15 * 0.52$$

$$I_d = 0.60 [A]$$

Con el valor de " I_d " seleccionamos el dispositivo de protección para la unidad de control como se observa en la Tabla 45.

Tabla 45. Selección de dispositivo de protección, para la unidad de control

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruptor termomagnético Marca: Schneider Electric Modelo: A9F94210 Gama: Acti 9 Numero de polos: 2P Corriente nominal: 10A Tipo de curva: C Norma: IEC 60947-2
---	--

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con arranque directo

Para esta selección se utilizará factores de 1.25 para el interruptor seccionador y 1.15 para el Guardamotor, contactor.

Por ejemplo:

- TAG A 52-VF01 del CCM 1 Con:

Potencia: 7.5 [kW]

cos φ : 0.83

Voltaje: 400 [V]

rendimiento: 0.85

Remplazando en la ecuación (27).

$$I_{NM} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}(\varphi) * \eta}$$
$$I_{NM} = \frac{7.5 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.83 * 0.85}$$
$$I_{NM} = 15.3 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d1} "

$$I_{d1} = 1.25 * I_{NM} = 1.25 * 15.3$$

$$I_{d1} = 19.12 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d2} "

$$I_{d2} = 1.15 * I_{NM} = 1.15 * 15.3$$

$$I_{d2} = 17.6 [A]$$

Con el valor de " I_{d1} " seleccionamos el interruptor seccionador y con " I_{d2} " el Guardamotor y contactor como se observa en la Tabla 46.

Tabla 46. Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arranque directo

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruptor seccionador Marca: Schneider Electric Modelo: V01 Gama: Tesys vario Numero de polos: 3P Corriente nominal: 25A
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Guardamotor Marca: Schneider Electric Modelo: GV4P25B Gama: TeSys GV4 Numero de polos: 3P Corriente nominal: 25A Tipo de control: Mando rotativo
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contacto Marca: Schneider Electric Modelo: LC1D18M7 Gama: Tesys Deca Numero de polos: 3P Categoría de empleo: AC-1, AC-3 Tensión del circuito de control: 220V

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con arranque estrella triángulo

Para esta selección se utilizará factores de 1.25 para la selección del interruptor de caja moldeada, interruptor seccionador y 1.15 para la de los contactores.

Por ejemplo:

– A 52-FN03 del CCM (1) Con:

Potencia: 15 [kW]

cos φ : 0.86

Voltaje: 400 [V]

rendimiento: 0.88

Remplazando en la ecuación (27).

$$I_m = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}(\varphi) * \eta}$$

$$I_m = \frac{15 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.86 * 0.88}$$

$$I_m = 28.61 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d1} "

$$I_d = 1.25 * I_m = 1.25 * 28.61$$

$$I_d = 35.76 [A]$$




Corriente de diseño " I_{d2} "

$$I_{d2} = 1.15 * I_m = 1.15 * 28.61$$

$$I_{d2} = 32.91 [A]$$

Con el valor de " I_{d1} " seleccionamos el interruptor seccionador y con " I_{d2} " el Guardamotor y contactor como se observa en la Tabla 47

Tabla 47. Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arranque estrella triangulo

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruptor seccionador Marca: Schneider Electric Modelo: V2 Gama: Tesys vario Numero de polos: 3P Corriente nominal: 40A
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruptor automático Marca: Schneider Electric Modelo: LV429825 Gama: Compact NSX Numero de polos: 3P Corriente nominal: 100A Tipo de control: Micrologic 2.2M
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contactor Marca: Schneider Electric Modelo: LC1D18M7 Gama: Tesys Deca Numero de polos: 3P Categoría de empleo: AC-1, AC-3 Tension del circuito de control: 220V



Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con arrancador suave

Para esta selección se utilizará factores de 1.25 para el interruptor seccionador y 1.15 para el Guardamotor y contactores.

Por ejemplo:

- A 52-TC01 del CCM (1) Con:

Potencia: 18.5 [kW]

cos φ : 0.86

Voltaje: 400 [V]

rendimiento: 0.88

Remplazando en la ecuación (27).

$$I_{NM} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}(\varphi) * \eta}$$

$$I_{NM} = \frac{18.5 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.86 * 0.88}$$

$$I_{NM} = 35.28 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d1} "

$$I_d = 1.25 * I_{NM} = 1.25 * 35.28$$

$$I_d = 44.1 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d2} "

$$I_{d2} = 1.15 * I_{NM} = 1.15 * 35.28$$

$$I_{d2} = 40.57 [A]$$

Con el valor de " I_{d1} " seleccionamos el interruptor seccionador y con " I_{d2} " el Guardamotor y contactor y con la potencia seleccionamos el arrancador como se observa en la Tabla 48.

Tabla 48. Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arrancador suave

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruptor seccionador Marca: Schneider Electric Modelo: V3 Gama: Tesys vario Numero de polos: 3P Corriente nominal: 63A
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Guardamotor Marca: Schneider Electric Modelo: GV3L40 Gama: TeSys GV3 Numero de polos: 3P Corriente nominal: 40A Tipo de control: Mando rotativo Norma: IEC 60947-4-1
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contactor Marca: Schneider Electric Modelo: LC1D38M7 Gama: Tesys Deca Numero de polos: 3P Categoría de empleo: AC-3, AC-4 Tensión del circuito de control: 220V Norma: IEC 60947-4-1
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Arrancador suave Marca: Schneider Electric Modelo: ATS22D47Q Gama: Altistart 22 Numero de fases: 3 fases Potencia: 22 kW Voltaje: 400V

Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para motores con variador de frecuencia

Para esta selección se utilizará factores de 1.25 para el interruptor seccionador y 1.15 para el Guardamotor y contactores.

Por ejemplo:

- A 52-BC02 del CCM (1) Con:

Potencia: 7.5 [kW]

cos φ : 0.83

Voltaje: 400 [V]

rendimiento: 0.85

Remplazando en la ecuación (27).

$$I_{NM} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}(\varphi) * \eta}$$
$$I_{NM} = \frac{7.5 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.83 * 0.85}$$
$$I_{NM} = 15.34 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d1} "

$$I_{d1} = 1.25 * I_{NM}$$

$$I_{d1} = 1.25 * 15.34$$

$$I_{d1} = 19.18 [A]$$

Corriente de diseño " I_{d2} "



$$I_{d2} = 1.15 * I_{NM}$$

$$I_{d2} = 1.15 * 15.34$$

$$I_{d2} = 17.64 [A]$$

Con el valor de " I_{d1} " seleccionamos el interruptor seccionador y con " I_{d2} " el Guardamotor, contactor y con la potencia seleccionamos el variador de frecuencia como se observa en la Tabla 49.

Tabla 49. Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para un motor con arranque con variador de frecuencia

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruptor seccionador Marca: Schneider Electric Modelo: V01 Gama: Tesys vario Numero de polos: 3P Corriente nominal: 20A
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Guardamotor Marca: Schneider Electric Modelo: GV2L20 Gama: TeSys GV2 Numero de polos: 3P Corriente nominal: 18A Tipo de control: Mando rotativo Norma: IEC 60947-4-1
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contactador Marca: Schneider Electric Modelo: LC1D18M7 Gama: Tesys Deca Numero de polos: 3P Categoría de empleo: AC-1 AC-2 AC-3 Tension del circuito de control: 220V Norma: IEC 60947-5-1
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Variador de frecuencia Marca: Schneider Electric Modelo: ATV630U75N4 Gama: Altivar Process ATV600 Numero de fases: 3 fases Potencia: 7.5 kW Voltaje: 380 – 480V

Fuente: Elaboración propia

Con el mismo criterio se seleccionará los demás dispositivos de protección, maniobra y control para las diferentes unidades de control y arranque de motores como se observa en la Tabla 50, Tabla 51, Tabla 52 y Tabla 53.

Tabla 50. Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para cada arranque de motores del CCM (1)

Dispositivos de protección, maniobra y control para arranque de motores del CCM (1)									
N°	Función	TAG SOBOCE	Tipo de arranque	Dispositivos y características					
				Dispositivos	Modelo	N° Polo	I _N [A]	Potencia	Marca
1	Motor	A 52-VF01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactor	LC1D18M7	3P	18A		SE
2	Motor	A 52-RF01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV2ME08	3P	2.5 - 4A		SE
				Contactor	LC1K0610M7	3P	6A		SE
3	Motor	A 52-FN01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V1	3P	32A		SE
				Guardamotor	GV4P50B	3P	50A		SE
				Contactor	LC1D32M7	3P	32A		SE
4	Motor	A 52-BC02	Variador de frecuencia	Interruptor seccionador	V01	3P	20A		SE
				Guardamotor	GV2L20	3P	18A		SE
				Contactor	LC1D18M7	3P	18A		SE
				Variador de frecuencia	ATV630U75N4	3P		7.5kW	SE
5	Motor	A 52-BC02 (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME05	3P	0.6 - 1A		SE
				Contactor	LC1K0610M7	3P	6A		SE
6	Motor	A 52-TC01	Arranador suave	Interruptor seccionador	V2	3P	40A		SE
				Guardamotor	GV3L40	3P	40A		SE
				Contactor	LC1D38M7	3P	38A		SE
				Arrancador suave	ATS22D47Q	3P		22kW	SE
7	Motor	A 52-TC02	Arranador suave	Interruptor seccionador	V2	3P	40A		SE
				Guardamotor	GV3L40	3P	40A		SE
				Contactor	LC1D38M7	3P	38A		SE
				Arrancador suave	ATS22D47Q	3P		22kW	SE
8	Motor	A 52-RF03	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME08	3P	2.5 - 4A		SE
				Contactor	LC1K0610M7	3P	6A		SE
9	Motor	A 52-FN03	Arranque estrella triangulo	Interruptor seccionador	V3	3P	63A		SE
				Guardamotor	LV429825	3P	100A		SE
				Contactor (1)	LC1D18M7	3P	18A		SE
				Contactor (2)	LC1D18M7	3P	18A		SE
				Contactor (3)	LC1D12M7	3P	12A		SE

10	Motor	A 52-BC03	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactador	LC1D18M7	3P	18A		SE
11	Motor	A 52-BC03 (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME05	3P	0.6 - 1A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
12	Motor	A 52-BC04	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactador	LC1D25M7	3P	25A		SE
13	Motor	A 52-BC04 (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME05	3P	0.6 - 1A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
14	Motor	A 52-BC01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactador	LC1D25M7	3P	25A		SE
15	Motor	A 52-BC01 (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME05	3P	0.6 - 1A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
16	Motor	A 52-BE01	Variador de frecuencia	Interruptor seccionador	V3	3P	63A		SE
				Guardamotor	GV3L50	3P	50A		SE
				Contactador	LC1D40AM7	3P	40A		SE
				Variador de frecuencia	ATV212HD22N4	3P		22kW	SE
17	Motor	A 52-BE01 (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME10	3P	4 - 6.3A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
18	Motor	A 52-RF02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME08	3P	2.5 - 4A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
19	Motor	A 52-FN02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
20	Motor	A 52-SD01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V01	3P	20A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactador	LC1D18M7	3P	18A		SE
21	Motor	A 52-SD02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V1		32A		SE
				Guardamotor	GV4P50B		50A		SE
				Contactador	LC1D32M7		32A		SE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Selección de dispositivos de protección para unidades de control y banco de condensadores del CCM (1)

Dispositivos de Protección para unidades de control y banco de condensadores del CCM (1)									
N°	Función	TAG SOBOCE	Tipo	Dispositivos y características					
				Dispositivos	Modelo	N° Polo	I _N [A]	Potencia	Marca
1	Unidad de control	QAP1	Breaker	Interruptor	LV847205	4P	630A		SE
2	Unidad de control	A 53-WF04	Breaker	Interruptor	A9F94410	4P	10A		SE
3	Unidad de control	A 52-EH01	Breaker	Interruptor	A9F94410	4P	10A		SE
4	Unidad de control	A 52-SF N01	Breaker	Interruptor	18655	4P	50A		SE
5	Unidad de control	A 52-SF N02	Breaker	Interruptor	18655	4P	50A		SE
6	Unidad de control	A-52-UCG	Breaker	Interruptor	A9F77363	3P	63A		SE
7	Unidad de control	A 52-DE01	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
8	Unidad de control	A 52-DE03	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
9	Unidad de control	A 52-BI01	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
10	Unidad de control	A 53-WF04	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
11	Unidad de control	A 52-DE02	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
12	Unidad de control	A 52-SF N03	Breaker	Interruptor	A9F84240	2P	10A		SE
13	Unidad de control	A 52-SF N04	Breaker	Interruptor	A9F84240	2P	10A		SE
14	Banco de condensadores	QAA6	Breaker	Interruptor	LV433477	4P	200A		SE
15	Banco de condensadores	QAA6_1	Breaker	Interruptor	A9F94320	3P	20A		SE
				Contactador	LC1DFKU7	3P		12.5kVAr	SE
16	Banco de condensadores	QAA6_2	Breaker	Interruptor	A9F94340	3P	40A		SE
				Contactador	LC1DGKU7	3P		16.7kVAr	SE
17	Banco de condensadores	QAA6_3	Breaker	Interruptor	A9F94340	3P	40A		SE
				Contactador	LC1DGKU7	3P		16.7kVAr	SE
18	Banco de condensadores	QAA6_4	Breaker	Interruptor	A9N18369	3P	125A		SE
				Contactador	LC1DWK12U7	3P		63kVAr	SE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Selección de dispositivos de protección, maniobra y control para cada arranque de motores del CCM (2)

Dispositivos de protección, maniobra y control para arranque de motores del CCM (2)									
N°	Función	TAG SOBOCE	Tipo de arranque	Dispositivos y características					
				Dispositivos	Modelo	N° Polo	I _N [A]	Potencia	Marca
1	Motor	A61-BC01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME10	3P	4 - 6.3A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
2	Motor	A61-BC02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME07	3P	1.6 - 2.5A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
3	Motor	A61-BC03	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
4	Motor	A61-BC04	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
5	Motor	A61-BC05	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME10	3P	4 - 6.3A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
6	Motor	A61-BE01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactador	LC1D25M7	3P	25A		SE
7	Motor	A61-BF01	Arrancador suave	Interruptor seccionador	V1	3P	32A		SE
				Guardamotor	GV2L32	3P	32A		SE
				Contactador	LC1D32M7	3P	32A		SE
				Arrancador suave	ATS22D32Q	3P		15kW	SE
8	Motor	A61-BF02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
9	Motor	A61-BF03	Arranque directo	Interruptor seccionador	V01	3P	20A		SE
				Guardamotor	GV4P12N	3P	12.5A		SE
				Contactador	LC1D12M7	3P	12A		SE
10	Motor	A61-BL02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
11	Motor	A 61-BL01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P50B	3P	50A		SE
				Contactador	LC1D32M7	3P	32A		SE

12	Motor	A 61-BN01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME08	3P	2.5 - 4A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
13	Motor	A 61-BN01 (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
14	Motor	A 61-BT01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE
15	Motor	A 61-BW01	Variador de frecuencia	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2L08	3P	4A		SE
				Contactador	LC1D09M7	3P	9A		SE
				Variador de frecuencia	ATV320U07N4B	3P		0.75kW	SE
16	Motor	A 61-PM01	Variador de frecuencia	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2L08	3P	4A		SE
				Contactador	LC1D09M7	3P	9A		SE
				Variador de frecuencia	ATV630U15N4	3P		1.5kW	SE
17	Motor	A 61-RJ01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME07	3P	1.6 - 2.5A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
18	Motor	A 61-SC01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV4P12N	3P	12A		SE
				Contactador	LC1D12M7	3P	12A		SE
19	Motor	A 61-SC02	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME10	3P	4 - 6.3A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
20	Motor	A 61-SD01	Arranque directo	Interruptor seccionador	V02	3P	12A		SE
				Guardamotor	GV2ME08	3P	2.5 - 4A		SE
				Contactador	LC1K0610M7	3P	6A		SE
21	Motor	DOL spare	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P25B	3P	25A		SE
				Contactador	LC1D18M7	3P	18A		SE
22	Motor	DOL spare (1)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0	3P	25A		SE
				Guardamotor	GV4P12N	3P	12A		SE
				Contactador	LC1D12M7	3P	12A		SE
23	Motor	DOL spare (2)	Arranque directo	Interruptor seccionador	V0		25A		SE
				Guardamotor	GV2ME14	3P	6 - 10A		SE
				Contactador	LC1K0910M7	3P	9A		SE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Selección de dispositivos de protección para unidades de control y banco de condensadores del CCM (2)

Dispositivos de Protección para unidades de control y banco de condensadores del CCM (2)									
N°	Función	TAG SOBOCE	Tipo	Dispositivos y características					
				Dispositivos	Modelo	N° polos	I _N [A]	Potencia	Marca
1	Unidad de control	QBP1	Breaker	Interruptor	LV432694	4P	400A		SE
2	Unidad de control	A61-BA01	Breaker	Interruptor	A9F94410	4P	10A		SE
3	Unidad de control	A 61-PM01 (1)	Breaker	Interruptor	18656	4P	63A		SE
4	Unidad de control	A 61-BC06	Breaker	Interruptor	A9F94410	4P	10A		SE
5	Unidad de control	A 61-PZ01	Breaker	Interruptor	18656	4P	80A		SE
6	Unidad de control	A 61-PC01	Breaker	Interruptor	A9F94410	4P	10A		SE
7	Unidad de control	A 61-UCG	Breaker	Interruptor	A9F94410	4P	10A		SE
8	Unidad de control	A61-BF01	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
9	Unidad de control	A61-BF02	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
10	Unidad de control	A61-BF03	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
11	Unidad de control	A 61-BW01	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
12	Unidad de control	A61-PJ01	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
13	Unidad de control	A61-PJ01	Breaker	Interruptor	A9F94210	2P	10A		SE
14	Banco de condensadores	QBB7	Breaker	Interruptor	LV516426	4P	160A		SE
14	Banco de condensadores	QBB7_1	Breaker	Interruptor	A9F94320	3P	20A		SE
				Contactora	LC1DFKU7	3P		12.5kVAr	SE
15	Banco de condensadores	QBB7_2	Breaker	Interruptor	A9F94340	3P	40A		SE
				Contactora	LC1DFKU7	3P		16,7kVAr	SE
16	Banco de condensadores	QBB7_3	Breaker	Interruptor	A9F94363	3P	63A		SE
				Contactora	LC1DMKU7	3P		25kVAr	SE
17	Banco de condensadores	QBB7_4	Breaker	Interruptor	A9N18365	3P	80A		SE
				Contactora	LC1DPKU7	3P		60kVAr	SE

Fuente: Elaboración propia

Tomando como referencia la Figura 2.60 y Figura 2.65 se elaborará los esquemas eléctricos del CCM (1) y CCM (2) mediante el software de diseño EPLAN ELECTRIC P8. Ver ANEXO A y ANEXO B.

4.5 Verificación de coordinación y selectividad de los dispositivos de protección

La verificación de coordinación y selectividad es realizada mediante el software ECODIAL de SCHNEIDER ELECTRIC, observando el comportamiento de los dispositivos mediante curvas de tiempo vs corriente.

Para obtener selectividad total entre el interruptor de principal y el interruptor aguas abajo, se observa el tipo de curva que tiene cada protección, además se debe tener en cuenta que la curva del interruptor más cercano a la falla actué antes que el interruptor principal.

Por ejemplo:

Se hará el análisis del interruptor principal y el Guardamotor del TAG A 52-VF01.

Interruptor principal: Interruptor Masterpact MTZ1 630A Tipo H1 4P LV847205

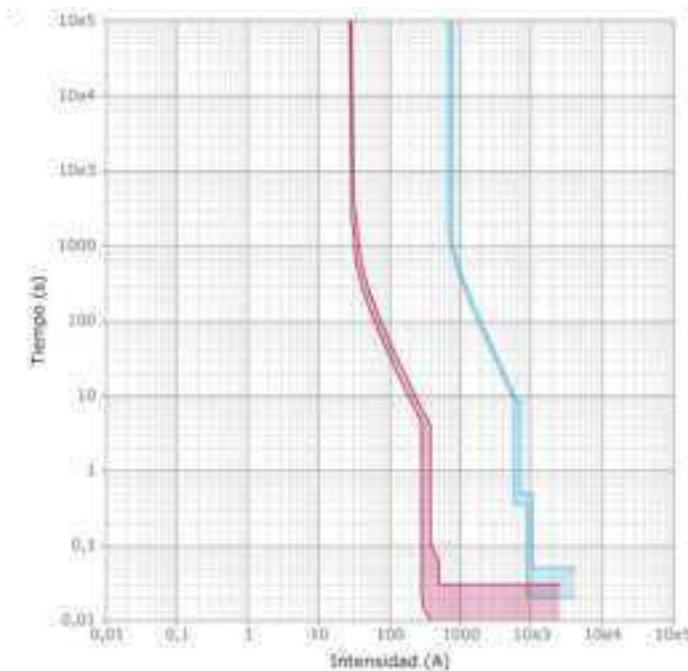
Guardamotor: TeSys GV4 25A 3P

Tabla 54. Características de regulación de interruptor Masterpact MTZ1 630A y Guardamotor TeSys GV4

Rango	Masterpact MTZ1	TeSys GV4
Designación	MTZ1 06H1	GV4P25B
Calibre (A)	630 A	25 A
Unidad de disparo	Micrologic 5.0 X	P25
Calibre de la unidad de disparo	630 A	25 A
Clase de disparo		10
Ajustes de retardos largos		
Ir	630 A	25 A
Tr	24 s	NA
Ajustes de retardos cortos		
Isd	6300 A	325 A
Tsd	0.4 s	0.03 s
Disparo instantáneo		
Ii	9450 A	425 A
Estado de selectividad	Aguas arriba	Selectividad total

Fuente: ECODIAL SCHNEIDER ELECTRIC

Figura 4.1. Curva de selectividad interruptor principal y Guardamotor



Fuente: ECODIAL SCHNEIDER ELECTRIC

En la figura anterior se observa las curvas de ambos dispositivos de protección y se interpreta que, si existe una falla de sobrecarga o cortocircuito, el guardamotor que tiene curva de color rojo es el que actúa antes que el interruptor principal de curva color celeste, teniendo así una selectividad total.

Para observar el comportamiento de curvas de los demás dispositivos de protección tanto del CCM (1) y CCM (2). Ver ANEXO C y ANEXO D

4.6 Determinación de la forma constructiva, dimensión, modelado 2D y 3D utilizando el software SOLIDWORKS






4.6.1 Características constructivas del CCM1 Y CCM2

Los CCMs serán construidos en territorio nacional cumpliendo los requisitos de construcción de la norma IEC 61439-1-2 y con las siguientes características técnicas:

4.6.1.1 Conjunto

Las especificaciones del conjunto se detallan en la Tabla 55

Tabla 55. Especificaciones del conjunto

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cada conjunto estará compuesto por perfiles de acero, cárcamos de transporte y placas de chapa de acero inoxidable con un espesor de 2 mm, aisladas y empernadas entre sí
<p style="text-align: center;">VISTA FRONTAL</p>  <p style="text-align: center;">VISTA POSTERIOR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cada conjunto será de dos frentes debido a que se tendrán el acceso por ambas caras, vista frontal y posterior. ○ Deberán tener el adecuado tratamiento anticorrosivo con un acabado con pintura electrostática color RAL 7035. ○ Cada conjunto tendrá su correspondiente etiqueta o logotipo de indicación.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estarán divididos en diferentes gabinetes y cada uno dividido en compartimientos además estarán diseñados para adicionar futuras ampliación y previstos para recibir los cableados externos tanto por la parte superior como inferior. ○ Deberán disponer de gabinetes aislados para embarrados y salida de cables de los compartimientos ○ En la parte inferior deberán tener de un zócalo que permita que todo el conjunto quede fijado al suelo mediante tornillería
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Las puertas de acceso estarán diseñadas para soportar el peso de los aparatos fijados en ellas, sin que se produzca deformaciones a largo plazo con las puertas totalmente abiertas.



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.2 Dimensión

Cada CCM tendrá una altura, profundidad y ancho definido conforme a la cantidad de dispositivos instalados dentro del conjunto.

La dimensión de los gabinetes tanto para el CCM (1) y CCM (2) se indica en la Tabla 56.

Tabla 56. Dimensión del CCM (1) y CCM (2)

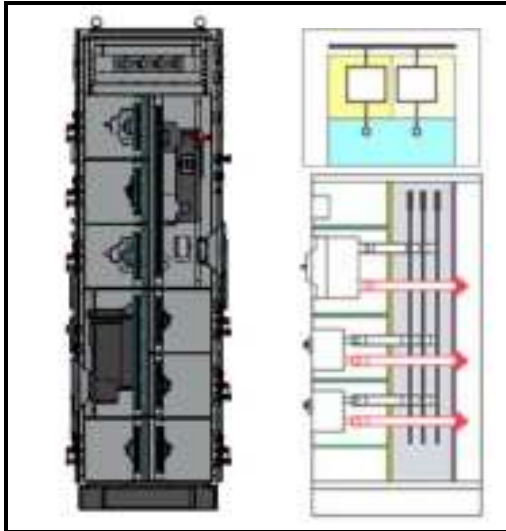
<p style="text-align: center;">CCM (1)</p> 	DIMENSIÓN DEL CCM (1)			
		ALTO [mm]	PROFUNDIDAD [mm]	ANCHO [mm]
	Gabinete 1	2000	600	600
	Gabinete 2	2000	600	300
	Gabinete 3	2000	600	600
	Gabinete 4	2000	600	300
	Gabinete 5	2000	600	600
	Gabinete 6	2000	600	300
	Gabinete 7	2000	600	600
	Gabinete 8	2000	600	300
Gabinete 9	2000	600	600	
TOTAL	2000	600	4200	
<p style="text-align: center;">CCM (2)</p> 	DIMENSIÓN DEL CCM (2)			
		ALTO [mm]	PROFUNDIDAD [mm]	ANCHO [mm]
	Gabinete 1	2000	600	600
	Gabinete 2	2000	600	300
	Gabinete 3	2000	600	600
	Gabinete 4	2000	600	300
	Gabinete 5	2000	600	600
	Gabinete 6	2000	600	300
	Gabinete 7	2000	600	600
	Gabinete 8	2000	600	300
Gabinete 9	2000	600	600	
TOTAL	2000	600	4200	

Fuente: Elaboración propia

4.6.1.3 Forma de segregación

La forma de segregación que se utilizara en los CCMs es del tipo “3b”, debido a que las barras, compartimento y unidades funcionales se encuentran separados. Como se observa en la Figura 4.2.

Figura 4.2. Forma de segregación “3b” del CCM





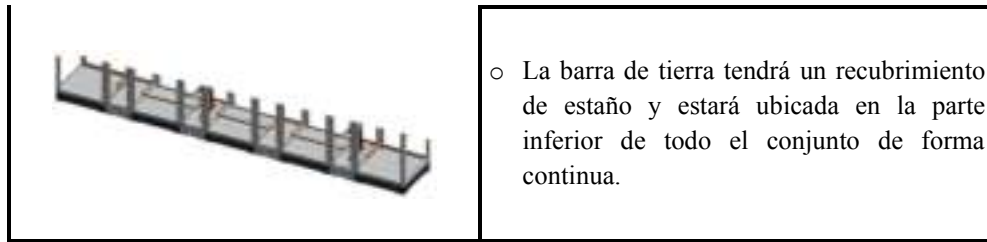
Fuente: Elaboración propia

4.6.1.4 Barras

Las especificaciones de barras de cobre se detallan en la Tabla 57

Tabla 57. Especificaciones de las barras de cobre

	<ul style="list-style-type: none"> ○ El sistema de alimentación será soportado, fijado y aislado por un soporte de bus continuo y una separación de soportes calculada de: $d_1 = 360.55 = 361 \text{ [mm]}$
	<ul style="list-style-type: none"> ○ La barra de cobre dentro los CCMs será de cobre electrolítico (cu-ETP). ○ Tendrá un revestimiento con pintura epoxica de material termoestable con grosor de $120 \pm 30 \mu\text{m}$ y secado en horno a una temperatura de 190 a 200 °C con un tiempo de 20 min. ○ Para la identificación de colores de las barras se toma en cuenta la Tabla 11 y para asegurar la confiabilidad de las conexiones entre barras se aplicará la Tabla 24



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.5 Identificación de cableado, bornes y terminales

Todas las borneras y cables serán identificados de acuerdo con los esquemas eléctricos del ANEXO A y ANEXO B.

Los bornes y terminales serán seleccionados de acuerdo a la sección del conducto obtenido en la Tabla 33, Tabla 35, Tabla 37, Tabla 39 y Tabla 41.

Figura 4.3. *Cableado, borneras y terminales*

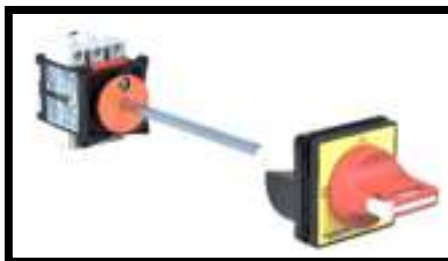


Fuente: Elaboración propia

4.6.1.6 Compartimientos

Los compartimientos tendrán un mecanismo de manija de operación que ayudara a evitar que la puerta se abra a menos que el desconectador este en posición OFF.

Figura 4.4. *Mecanismo de operación*



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.7 Climatización

La temperatura interna dentro los CCMs deberá permanecer entre un rango de 25 a 35°C para que los dispositivos de protección, maniobra y control trabajen en óptimas condiciones y con el software PROCLIMA de SCHNEIDER ELECTRIC se realizara un informe de balance térmico y se obtendrá la configuración adecuada de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración). Ver ANEXO E y ANEXO F

De acuerdo con el informe de balance térmico realizado en los gabinetes y compartimientos se tendrá la selección de los dispositivos de climatización para los CCMs.

Tabla 58. Resumen de balance térmico en el CCM (1)

GABINETE 1	
Dispositivos instalados:	
	Interruptor automático
	Transformador de 100 VA
	Transformador de 160 VA
	Transformador de 400 VA
	Señalización
	Otras fuente de calor
Potencia disipada	374,72 W
temperatura interior sin solución térmica	45.68°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF300M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR100WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 3	
COMPARTIMIENTO A 52-BC02	
Dispositivos instalados:	
	Variador de frecuencia
	Guardamotor
	Contacto
	Señalización
Potencia disipada	201,60 W
temperatura interior sin solución térmica	65.58°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR50WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
COMPARTIMIENTO A 52-BE01	
Dispositivos instalados:	

	Variador de frecuencia
	Guardamotor
	Contactador
	Señalización
Potencia a disipada	627,20 W
temperatura interior sin solución térmica	110,34°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR50WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 5	
COMPARTIMIENTO A 52-TC01	
Dispositivos instalados:	
	Arrancador suave
	Guardamotor
	Contactador
	Señalización
Potencia disipada	201,60 W
temperatura interior sin solución térmica	163,99°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR50WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
COMPARTIMIENTO A 52-TC02	
Dispositivos instalados:	
	Arrancador suave
	Guardamotor
	Contactador
	Señalización
Potencia a disipada	627,20 W
temperatura interior sin solución térmica	163,99°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR50WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 7	
Dispositivos instalados:	
	Interruptores
	Otras fuentes de calor
Potencia disipada	39,81 W
temperatura interior sin solución térmica	234,4°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR100WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Resumen de balance térmico en el CCM (2)

GABINETE 1	
Dispositivos instalados:	
	Interruptor automático
	Transformador de 100 VA
	Transformador de 160 VA
	Otra fuente de calor
Potencia disipada	179.84 W
temperatura interior sin solución térmica	37.53°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF85M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR100WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 3	
COMPARTIMIENTO A 61-PM01	
Dispositivos instalados:	
	Variador de frecuencia
	Guardamotor
	Contactador
	Señalización
Potencia disipada	76.80 W
temperatura interior sin solución térmica	43.55°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR50WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 5	
COMPARTIMIENTO A61-BF01	
Dispositivos instalados:	
	Arrancador suave
	Guardamotor
	Contactador
	Señalización
Potencia a disipada	122.05 W
temperatura interior sin solución térmica	51.54°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR50WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 7	
COMPARTIMIENTO A61-BW01	
Dispositivos instalados:	
	Variador de frecuencia
	Guardamotor
	Contactador
	Señalización
Potencia disipada	60.80 W
temperatura interior sin solución térmica	37.79°C
Dispositivos que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF38M230PF

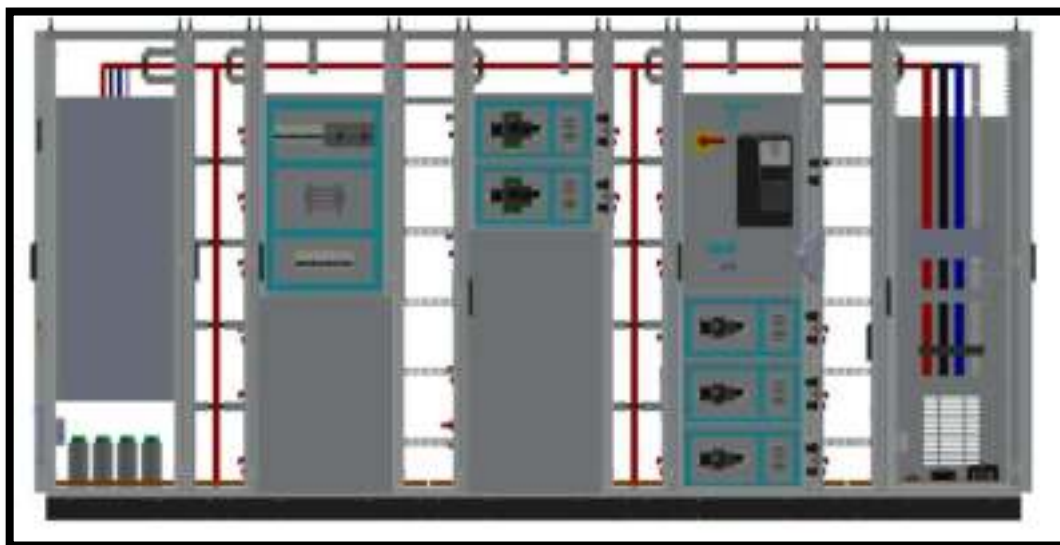
Resistencia calefactora	NSYCR100WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE
GABINETE 9	
Dispositivos instalados:	
	Interruptores
	Otras fuentes de calor
Potencia disipada	239,20 W
temperatura interior sin solución térmica	40.01°C
Dispositivo que ayudaran a disipar la potencia y mantener la temperatura en el rango establecido	
ventilador	NSYCVF165M230PF
Resistencia calefactora	NSYCR100WU2C
Termostato electrónico	NSYCCOTH230VID
sonda	NSYCCASTE

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Modelado 2D, 3D y piezas de construcción de los CCMs

El modelado mecánico 2D y 3D de los CCMs se elaborara de acuerdo a las características constructivas mencionadas y tomando en cuenta la medida (Alto, ancho y profundo) de cada dispositivo seleccionado para los arranques, unidades de control y banco de condensadores de la Tabla 50, Tabla 51, Tabla 52, Tabla 53 y con la ayuda del software de diseño mecánico SOLIDWORKS presentamos los siguientes diseños. Ver ANEXO G y ANEXO H.

Figura 4.5. Modelado mecánico 2D del CCM (1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6. Modelado mecánico 3D del CCM (2)



Fuente: Elaboración propia

4.7 Elaboración de los protocolos de aceptación FAT Y SAT

Los protocolos FAT y SAT son elaborados conforme a la Norma IEC 61439-1-2 con los aspectos más importantes para la fabricación y la comisión de recepción de la planta de cemento Warnes – SOBOCE S.A.

Los protocolos que cumplirán los CCMs son:

- Protocolos de aceptación FAT. Ver ANEXO I
- Protocolos de aceptación SAT. Ver ANEXO I

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ Se diseñó los centros de control de motores para la “zona 100 – Materias primas” y “zona 400 – Ensacado y Periféricos”, cumpliendo con los requisitos de construcción de la norma IEC 61439-1-2 y especificaciones requeridas por la Planta de Cemento Warnes SOBOCE S.A. Ver ANEXO G y ANEXO F.
- ✓ Se determinó la potencia instalada y el factor de potencia para obtener la potencia demanda de cada uno de los CCMs considerando un factor de demanda de 0.9 debido a los periodos de operación de la “zona 100 – Materias primas” y “zona 400 – Ensacado y Periféricos”. (Pág. 109-113).
- ✓ Se determinó la corriente de las unidades de control, motores y corriente total de cada CCM para dimensionar los conductores eléctricos de los circuitos de fuerza considerando los criterios de selección conforme indica la NB 777, NFPA 70 y también dimensionar el sistema de embarramiento para luego hacer el cálculo de la distancia de separación entre soportes. (Pág. 113-130).
- ✓ Se realizó el análisis de compensación del consumo de energía reactiva para cada CCM y se observó que ambos tenían un bajo factor de potencia por debajo de lo establecido, así mismo se realizó el diseño de los bancos de condensadores para evitar la penalización de la distribuidora de energía eléctrica del departamento de Santa Cruz CRE R.L (Pág. 130-131).
- ✓ Se realizó la selección de los dispositivos de protección, maniobra y control para los diferentes arranques de motores utilizando los valores corriente y potencia. (Pág. 131-145)
- ✓ Se elaboró los esquemas eléctricos en base a los diferentes arranques de los CCMs conforme a los símbolos y gráficos de la norma IEC 60617 en el software de diseño eléctrico EPLAN ELECTRIC P8. Ver ANEXO A y ANEXO B
- ✓ Se verifico la coordinación y selectividad de los diferentes dispositivos de protección mediante curvas de regulación en el software ECODIAL de

SCHNEIDER ELECTRIC. Ver ANEXO C y ANEXO D

- ✓ Se realizó un informe de balance térmico para que la temperatura interna de los gabinetes y compartimientos de los CCMs permanezcan en un rango de 25 a 35°C con el software PROCLIMA de SCHNEIDER ELECTRIC, a su vez este software obtendrá la configuración adecuada mediante el método de potencias disipadas y seleccionara los dispositivos de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración). Ver ANEXO E y ANEXO F.
- ✓ Se elaboró el modelado en 2D, 3D y piezas para la construcción de los CCMs cumpliendo las características constructivas con el software de diseño SOLIDWORK. Ver ANEXO G y ANEXO H.
- ✓ Se elaboró los protocolos de aceptación FAT y SAT para ambos CCMs conforme la Norma IEC 61439-1-2 y especificaciones técnicas requeridas por la Planta de cemento Warnes – SOBOCE S.A.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda la implementación de equipos de climatización para el ambiente donde estará ubicado los CCMs, debido a que en el distrito de Warnes la temperatura ambiente oscila entre 10 y 41°C y la humedad relativa oscila entre 20.4 y 99.1% según el registro de datos del SENAPI. La norma IEC 61439 establece que la temperatura ambiente debe estar por debajo de los 40°C y la humedad relativa no supere los 50% para que no exista condensación en los gabinetes.
- ✓ Se recomienda para la implementación usar conductores del tipo NH-80 para circuitos de fuerza y GPT para circuitos de control.
- ✓ Se recomienda para la implementación utilizar barra de cobre del tipo CU-ETP debido a que tiene alta conductividad eléctrica, no se rompe y es resistente a la corrosión. Y para el montaje utilizar tornillos dicromáticos amarillos galvanizados clase 8.8 debido a que tiene una alta resistencia mecánica.
- ✓ Se recomienda para realizar el mantenimiento a los CCMs utilizar un disolvente neutro para no dañar la pintura.

- ✓ Se recomienda integrar al sistema SCADA actual de la planta de cemento Warnes SOBOCE S.A. los dispositivos: PLC, variadores, arrancadores suaves, ya que cuentan con un puerto de comunicación ETHERNET/IP.

BIBLIOGRAFIA

1. S. J. CHAPMAN. 2012. Maquinas Eléctricas.
2. FRAILE MORA JESÚS. 2003. Máquinas Eléctricas, 5.a ed.
3. M. G. MACRI. 2014. Apuntes del curso - Cátedra Máquinas Eléctricas 1 - Departamento de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata.
4. R. O. FERREYRA. 2016. Característica Mecánica de Apuntes del curso - Cátedra "Accionamientos Eléctricos" - Área Instalaciones Eléctricas - Departamento de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería – UNMDP.
5. QUIJADA MÁRQUEZ JASÓN. 2006. Diseño y especificación de un centro de control de motores para sistema de extractores.
6. SCHNEIDER ELECTRIC. 2008. Centros de control motor fijo CCM.
7. LEGRAND. 2012. Construcción y certificación de conjuntos de conformidad, IEC 61439-1 Y 2.
8. ELECTRICAPLICADA. 2021. Principios de diseño de un CCM.
9. IEC 61439. 2009. Conjuntos de dispositivos de control y conmutación de baja tensión.
10. IEC 60529. 2001. Grados de protección por envolvente (código IP).
11. IEC 62262. 2002. Grados de protección por envolvente (código IK).
12. IEC 60617. Símbolos gráficos para diagramas.
13. NFPA 70. 2014. Código Nacional Eléctrico.
14. NORMA BOLIVIANA NB 777 Diseño y construcción de Instalaciones eléctricas interiores en baja tensión. Rev. 2015.
15. CENELEC 50480 Determinación del área de sección transversal de los conductores eléctricos y selección de los dispositivos de protección.
16. SCHNEIDER ELECTRIC. 2000. Cuaderno técnico n°158.
17. SCHNEIDER ELECTRIC. 2021. Manual y Catalogo del electricista – MYCE.
18. APUNTES DE INSTALACIONES ELECTRICAS. Ing. Jorge Gutierrez Tejerina

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



ANEXOS

POR: UNIV. ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ

TUTOR: ING. CARLOSALBERTO FERNANDEZ SEGA

LA PAZ – BOLIVIA

Septiembre, 2024

ANEXO A

ESQUEMAS ELECTRICOS CCM (1)



Empresa/cliente: **PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.**

Nombre del proyecto: **CENTRO DE CONTROL DE MOTORES**

Nombre de tablero: **IS_PG_CCM01**

Número de pedido: **000001**

Tipo de gabinete: **AUTOSOPORTADO**

Empresa fabricante: **-----**

Grados de protección: **IP 55**

Lugar de instalación: **WARNES-SANTA CRUZ
BOLIVIA**

Tensión: **400 V a.c.**



Responsable del proyecto: **ISRAEL LIMBERT
CONDORI FERNANDEZ**

Capacidad de interruptor principal: **630 A**

Creado: **4/3/2020**

Modificado: **28/8/2024**



Número de páginas **47**

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				+ CCM_1		
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				TITULO:	PORTADA	HOJA:	1
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.						SIGUIENTE:	&EAB/2
		2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		REVISO:	ING. C.R.F.S.				ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01
					APROBO:	ING. C.R.F.S.								

Indice de páginas

F06_007



Página	Descripción de página
=50RHF2S+CCM_1&EAA/1	PORTADA
=50RHF2S+CCM_1&EAB/2	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EAA/1 - =50RHF2S+CCM_1&EBA/28
=50RHF2S+CCM_1&EAB/3	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBA/29 - =50RHF2S+CCM_1&EBF/56
=50RHF2S+CCM_1&EAB/4	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBF/57 - =50RHF2S+CCM_1&EBF/84
=50RHF2S+CCM_1&EAB/5	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBF/85 - =50RHF2S+CCM_1&EBF/112
=50RHF2S+CCM_1&EAB/6	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBF/113 - =50RHF2S+CCM_1&EBF/140
=50RHF2S+CCM_1&EAB/7	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBF/141 - =50RHF2S+CCM_1&EBF/168
=50RHF2S+CCM_1&EAB/8	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBF/169 - =50RHF2S+CCM_1&EBH/194
=50RHF2S+CCM_1&EAB/9	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EAA/1 - =50RHF2S+CCM_1&EBA/26
=50RHF2S+CCM_1&EAB/9.a	Índice de páginas : =50RHF2S+CCM_1&EBA/27 - =50RHF2S+CCM_1&EBA/54
=50RHF2S+CCM_1&EBZ/9	Resumen de símbolos : IEC_symbol 1 - 307
=50RHF2S+CCM_1&EBZ/10	Resumen de símbolos : IEC_symbol 314 - 3617
=50RHF2S+CCM_1&EBZ/11	Resumen de símbolos : IEC_symbol 3618 - 3627
=50RHF2S+CCM_1&EAC/12	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/13	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/14	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/15	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/16	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/17	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/18	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/19	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAC/20	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=50RHF2S+CCM_1&EAZ/21	DIAGRAMA MONOPOLAR
=50RHF2S+CCM_1&EAZ/22	DIAGRAMA MONOPOLAR
=50RHF2S+CCM_1&EAZ/23	DIAGRAMA MONOPOLAR
=50RHF2S+CCM_1&EBA/24	DIAGRAMA MULTIPOLAR DE INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 630 A
=50RHF2S+CCM_1&EBA/25	DIAGRAMA MULTIPOLAR DE INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 630 A
=50RHF2S+CCM_1&EBA/26	DIAGRAMA MULTIPOLAR DE INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 630 A

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1 HOJA: 2 SIGUIENTE: 3
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				
		2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		REVISO:	ING. C.R.F.S.				
					APROBO:	ING. C.R.F.S.			TITULO:	INDICE DE PAGINAS (1)	
									ESCALA:	1:1	
									NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01	

Indice de páginas

F06_007

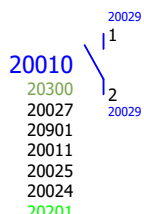
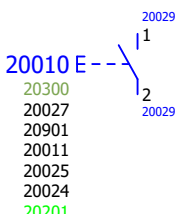
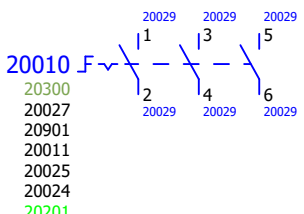
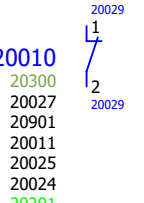
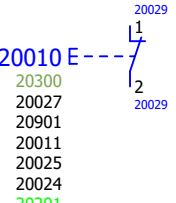
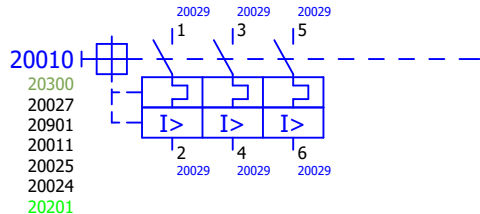
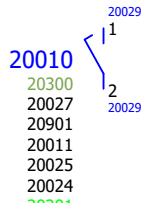
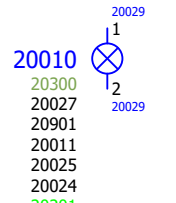
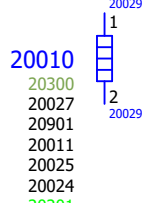
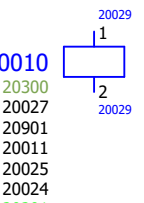
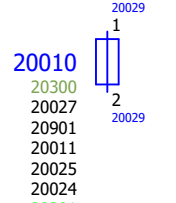
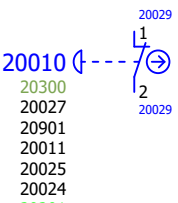
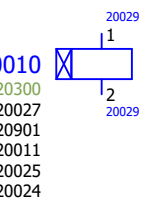
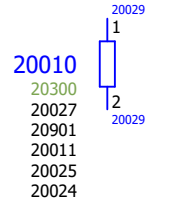
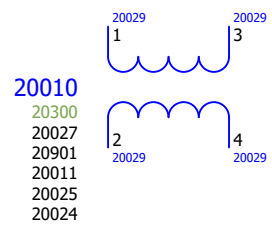

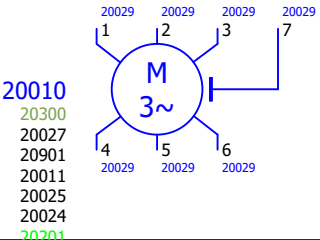
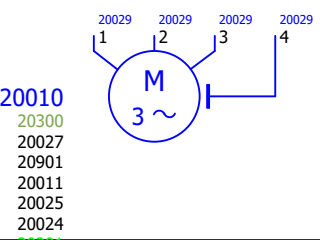
Página	Descripción de página
=50RHF2S+CCM_1&EBA/27	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 1 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/28	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 2 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/29	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 3 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/30	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 4 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=50RHF2S+CCM_1&EBA/31	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 4 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=50RHF2S+CCM_1&EBA/32	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 5 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/33	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 6 ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
=50RHF2S+CCM_1&EBA/34	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 6 ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
=50RHF2S+CCM_1&EBA/35	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 7 ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
=50RHF2S+CCM_1&EBA/36	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 7 ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
=50RHF2S+CCM_1&EBA/37	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 8 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/38	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 9 ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/39	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 10 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/40	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 11 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/41	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 12 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/42	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 13 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/43	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 14 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/44	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 15 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/45	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 16 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=50RHF2S+CCM_1&EBA/46	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 16 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=50RHF2S+CCM_1&EBA/47	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 17 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/48	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 18 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/49	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 19 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/50	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 20 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/51	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 21 ARRANQUE DIRECTO
=50RHF2S+CCM_1&EBA/52	CIRCUITO DE CARGAS GENERICAS (UNIDADES DE CONTROL)
=50RHF2S+CCM_1&EBA/53	BANCO DE CONDENSADORES DE 5 PASOS
=50RHF2S+CCM_1&EBA/54	BANCO DE CONDENSADORES ILUMINACIÓN, CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN


NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1 HOJA: 3 SIGUIENTE: &EBZ/4	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	RESPONSABLE	FIRMA		FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ISRAEL CONDORI F.					
		2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING. C.R.F.S.					

Resumen de símbolos

IEC_symbol

F25_005

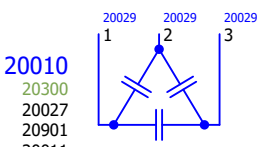
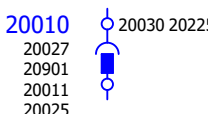
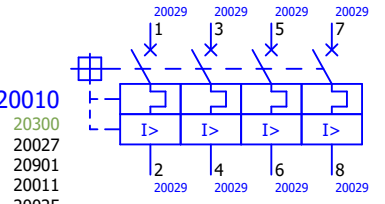
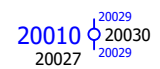
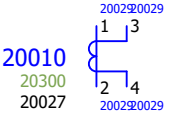
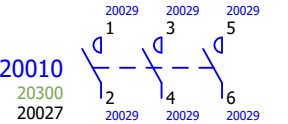
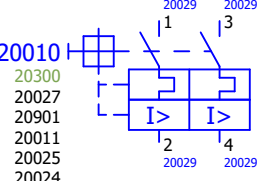
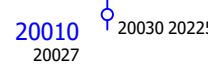
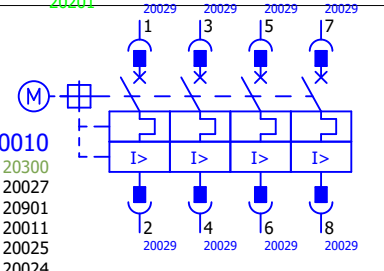
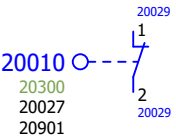
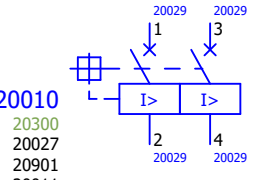
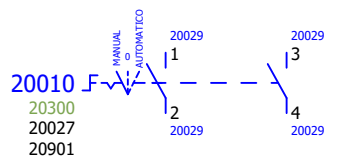
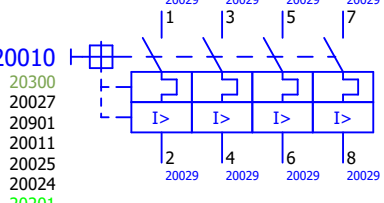
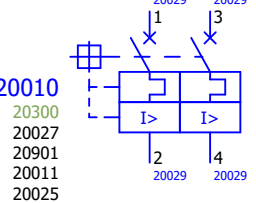
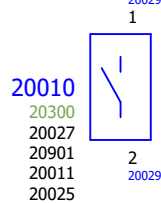
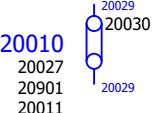
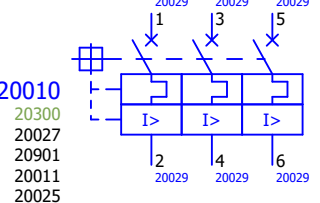
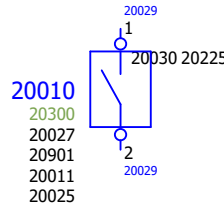
<p>1 S Contacto NA, contacto auxiliar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>35 SSD Pulsador, contacto NA</p>  <p>20010 E 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>78 Q1 Interruptor, contacto NA trifásico</p>  <p>20010 F 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>2 O Contacto NC, contacto auxiliar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>36 SOD Pulsador, contacto NC</p>  <p>20010 E 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>97 QL3_1 Interruptor guardamotor, tripolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>7 SVE Contacto NA, de retorno</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>46 H Lámpara, simple</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>116 RE Calefacción, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>20 K Bobina para contactor de potencia</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>50 F1 Fusible</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>170 SONOT1 Pulsador, contacto NC</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>21 KA2 Bobina, con retardo a la conexión</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>51 R Resistencia, simple</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>192 TS11 Transformador, 4 puntos de conexión</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>30 X Borne, general, con regleta, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20027 20901 20025 20024 20201</p>	<p>60 M6 Motor con PE, variable</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>307 M3_1 Motor de corriente trifásica</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	 	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1			
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			DISEÑO:		ISRAEL CONDORI F.	HOJA:	4
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				REVISO:		ING. C.R.F.S.	SIGUIENTE:	5
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.				TITULO:		Resumen de símbolos (1) : IEC 60617	ESCALA:	1:1

Resumen de símbolos

IEC_symbol

F25_005

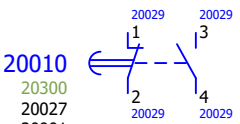
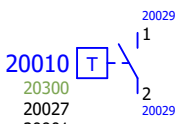
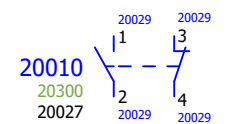
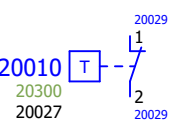
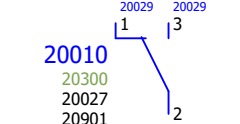
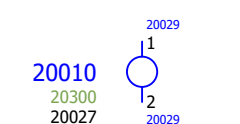
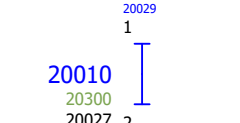
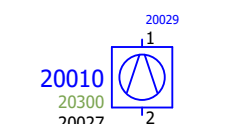
<p>314 CDREIECK</p> <p>Condensador, 3 puntos de conexión</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1361 X2_STBU</p> <p>Borne, general, con regleta, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1568 QL_4LI</p> <p>Interruptor de protección tetrapolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>1117 X2</p> <p>Borne, general, con regleta, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1407 LSW1A</p> <p>Convertidor de medida, intensidad, variable</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1625 SL3</p> <p>Contacto NA trifásico</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>1134 QL2</p> <p>Interruptor guardamotor, bipolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1413 X2_NB</p> <p>Borne, general, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>3612 QL_4LI_ST Con mando motor</p> <p>Interruptor de protección tetrapolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>1178 SOROL</p> <p>Interruptor, contacto NC</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1539 Q_2LI</p> <p>Interruptor de protección bipolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>3615 SS4A</p> <p>Interruptor, contacto NA doble</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>1196 QL4_1OL</p> <p>Interruptor guardamotor tetrapolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1541 Q_2LI</p> <p>Interruptor de protección bipolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>3616 Contacto salida PLC</p> <p>Contacto NA, contacto auxiliar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>1232 XTR1_1</p> <p>Borne, general, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1547 Q_3LI</p> <p>Interruptor de protección tripolar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>3617 Contacto RELE VARIADOR</p> <p>Contacto NA, contacto auxiliar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>


NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE: 	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES		
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					5
	2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		REVISO:	ING. C.R.F.S.			TITULO:	SIGUIENTE:		
					APROBO:	ING. C.R.F.S.			Resumen de símbolos (2) : IEC 60617	6		
									ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01		

Resumen de símbolos

IEC_symbol



F25_005

<p>3618 KAT (A la conexion) Contacto NC doble, general</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>3626 Pulsador termostato Interruptor, contacto NA</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>3619 SL G1 Contacto NA doble</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>3627 Pulsador termostato cerrado Interruptor, contacto NC</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>3620 Contacto masterpact Conmutador, contacto auxiliar</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	
<p>3622 PARA MASTERPACT Equipo de medida, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	
<p>3624 H lampara general Lámpara, simple</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	
<p>3625 E ventiladores Equipo de medida, 2 puntos de conexión</p>  <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	



NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE: 	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1 HOJA: 6 SIGUIENTE: &EAC/7
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING. C.R.F.S.		TITULO:	Resumen de símbolos (3) : IEC 60617	
						APROBO:	ING. C.R.F.S.		ESCALA:	1:1	
									NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01	

LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
PXC.3022218	135	Soporte final de montaje rápido, para carril simétrico NS 35/7,5 o carril simétrico NS 35/15, con posibilidad de marcado, ancho: 9,5 mm, color: gris	PXC
PXC.3211813	35	Borne de paso, Tipo de conexión: Conexión push-in, Sección: 0,5 mm ² - 10 mm ² , AWG: 20 - 8, Anchura: 8,2 mm, Altura: 42,2 mm, Color: gris, Tipo de montaje: NS 35/7,5, NS 35/15	PXC
PXC.3208100	198	Borne de paso, tensión nominal: 500 V, corriente nominal: 17,5 A, tipo de conexión: Conexión push-in, número de conexiones: 2, sección:0,14 mm ² - 1,5 mm ² , AWG: 26 - 14, anchura: 3,5 mm, altura: 30,5 mm, color: gris, clase de montaje: NS 35/7,5, NS 35/15	PXC
PXC.3031212	133	Borne de paso, Tipo de conexión: Conexión por resorte, Sección: 0,08 mm ² - 4 mm ² , AWG: 28 - 12, Anchura: 5,2 mm, Color: gris, Tipo de montaje: NS 35/7,5, NS 35/15	PXC
PXC.3044188	14	Borne de paso, Tipo de conexión: Conexión por tornillo, Sección: 0,5 mm ² - 16 mm ² , AWG: 20 - 6, Anchura: 10,2 mm, Altura: 46,9 mm, Color: azul, Tipo de montaje: NS 35/7,5, NS 35/15	PXC
PXC.3211757	21	Borne de paso, tensión nominal: 800 V, corriente nominal: 32 A, tipo de conexión: Conexión push-in, número de conexiones: 2, sección:0,2 mm ² - 6 mm ² , AWG: 24 - 10, anchura: 6,2 mm, altura: 35,3 mm, color: gris, clase de montaje: NS 35/7,5, NS 35/15	PXC
PXC.3044225	7	Borne de paso, Tipo de conexión: Conexión por tornillo, Sección: 1,5 mm ² - 50 mm ² , AWG: 16 - 1/0, Anchura: 16 mm, Altura: 65,1 mm, Color: gris, Tipo de montaje: NS 35/7,5, NS 35/15	PXC
SE.XB4BW34M5	22	Pulsador luminoso led 230v na+nc rojo	SE
SE.XB4BW33M5	24	Pulsador luminoso, led 230v na+nc verde	SE
BLRCH100A120B44	5	Capacitor VarPlus Can Hduty 10/12 Kvar 440V	SE



NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_1	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				TITULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS	HOJA: 7
			MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.						SIGUIENTE: 8
2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING. C.R.F.S.			ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01			

LISTA DE SUMA DE ARTICULOS			
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
BLRCH300A360B40	2	Condensador Can Hdy 30 Kvar 400V	SE
SE.NSYCVF300M230PF	2	ClimaSys ventilador IP54, 300m3/h, 230V, Con rejilla de salida y filtro G2	SE
SE.NSYCR150WU2C	2	ClimaSys Resistencias aislantes PTC 150W,110-250V	SE
SE.NSYCVF165M230PF	4	ClimaSys ventilador IP54, 165m3/h, 230V, Con rejilla de salida y filtro G2	SE
SE.NSYCR50WU2C	4	ClimaSys Resistencias aislantes PTC 50W,110-250V	SE
SE.A9N15635	42	ITS, 1 polo, portafusibles aislable 20kA	SE
SE.DF2BA0200	42	TeSys fusible-seccionador - cartucho de fusible de 8.5 x 31.5 mm - Am 2 A - w / o indicación	SE
SE.XB4BVM3	22	lámpara de señalización, 22 mm, redondo, metal cromado plateado, verde, lente, liso, con soporte, módulo de LED con LED integrado. 230 V AC, borne de tornillo	SE
SE.XB4BVM4	22	lámpara de señalización, 22 mm, redondo, metal cromado plateado, rojo, lente, liso, con soporte, módulo de LED con LED integrado. 230 V AC, borne de tornillo	SE
SE.XB4BVM5	21	lámpara de señalización, 22 mm, redondo, metal cromado plateado, Amarillo, lente, liso, con soporte, módulo de LED con LED integrado. 230 V AC, borne de tornillo	SE

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_1	
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	8
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.					SIGUIENTE:	9
		2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING. C.R.F.S.						
									ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01			



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
RIT.2500210 (Luminaria 11 W)	2	Luminaria LED 11 W	RIT
SE.LC1D18M7	4	Contactora Tesys Deca 3P 18 A AC-3 220V AC 50/60Hz	SE
SE.LC1K0610M7	8	TeSys K Contactora - 3P (3 NA) - AC-3,440V 6A - 220..230V AC bobina.	SE
SE.LC1D32M7	2	Contactora Tesys D 3P AC-3 440V 32A Bobina 220 VAC	SE
SE.LADN22	5	Bloque de Contactos Auxiliar Tesys D 2NA+2NC Terminales de tornillo	SE
SE.LC1D38M7	2	Contactora Tesys D 3P AC-3 440V 38A Bobina 220 VAC	SE
SE.LC1D12M7	2	Contactora Tesys Deca 3P 12A AC-3 220 AC 50/60Hz	SE
SE.LC1D25M7	3	Contactora Tesys D 3P AC-3 440V 25A Bobina 220 VAC	SE
SE.LC1D40AM7	1	Contactora Tesys D 3P AC-3 440V 40A Bobina 220 VAC	SE
SE.LC1K0910M7	1	TeSys K Contactora - 3P (3 NA) - AC-3,440V 9A - 220..230V AC bobina.	SE

NOTAS:	N° REV		FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S		
					GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA	TÍTULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS	+ CCM_1	
						ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	9
			2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.						SIGUIENTE:	10
							APROBO:	ING. C.R.F.S.							
											ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01			



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.LC1DFKU7	1	TeSys LC1-DF Contactor 12.5 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.LC1DGKU7	1	TeSys LC1-DG Contactor 16.7 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.LC1DPKU7	1	TeSys LC1-DF Contactor 30 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.LC1DWK12U7	1	TeSys LC1-DF Contactor 63 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.RE22R1QMQ	1	Relé de sincronización Estrella-triángulo - 230VAC / 440VAC - 1 C / O	SE
SE.METSEPM8240	1	Medidor de montaje en panel PowerLogic PM8000 - PM8240	SE
SE.A9F94206	4	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60L 2P 6 A Curva C 15 kA(IEC 60898-1) 50 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.GV4P25B	5	Disyuntor magnético térmico TeSys GV4 - 25A 3P - con conector EverLink. Capacidad de salida 25kA a 380..415V CA 50/60 Hz.	SE
SE.GV4AE11	6	TeSys GV4 - Contacto auxiliar OF o SD para GV4	SE
SE.GV2ME086	3	Magnética protección térmica del motor TeSys GV2ME - 3P - 2.5...4 A	SE

NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_1	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				TITULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS	HOJA: 10
			MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.						SIGUIENTE: 11
			2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	APROBO:	ING. C.R.F.S.				ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.A9F94310	2	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60L 3P 10 A Curva C 15 kA (IEC 60898-1) 50 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.18655	2	Magnetotérmico, Acti9 NG125N, 4P,50 A, C curva, 25 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.A9F77263	1	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60N 2P 63 A Curva C 6 kA(IEC 60898-1) 10 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.A9F94210	6	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 2P, 10 A, C curva, 15000 A (IEC 60898-1),25 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.A9F77240	2	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60N 2P 40 A Curva C 6 kA(IEC 60898-1) 10 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.LV433477	1	Interruptor-seccionador compacto NSX250NA - 4P - 250A	SE
SE.A9F94320	1	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 3P, 20 A, curva C, 15 kA (IEC 60898-1), 20 kA (60947-2)	SE
SE.A9F94340	2	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 3P, 40 A, curva C, 15 kA (IEC 60898-1), 25 kA (60947-2)	SE
A9N18369	1	Magnetotérmico, Acti9 C120N, 3P, 125 A, C curva, 10000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)	SE
LV847205	1	MasterPact MTZ 1 06 H1, 630A, 42kA/440VAC 50/60Hz (Icu), 4P	SE

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		+ CCM_1			
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	12
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					SIGUIENTE:	13
		2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		REVISO:	ING. C.R.F.S.					ESCALA:	1:1



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.A9F74402	1	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 2A curva C	SE
SE.A9F74202	2	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 2P 2A curva C	SE
SE.V0	12	Interruptor Seccionador 3P 25A	SE
SE.V1	2	Interruptor Seccionador 3P 32A	SE
SE.V01	2	Interruptor Seccionador 3P 20A	SE
SE.V02	1	Interruptor Seccionador 3P 12A	SE
SE.V2	2	Interruptor Seccionador 3P 40A	SE
SE.V3	2	Interruptor Seccionador 3P 63A	SE
SE.A9F77210	2	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60N 2P 10 A Curva C 6 kA(IEC 60898-1) 10 kA (IEC 60947-2)	SE
KAP.Micro Interruptor	2	Micro Interruptor eje metalico 1 NC	KAP

NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S		
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA	+ CCM_1	HOJA:	13	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				TITULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS	SIGUIENTE:	14
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.			ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01
					APROBO:	ING. C.R.F.S.							



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.XB4BD53	21	selector, iluminable, 22 mm, redondo, metal, brillante, blanco, selector, corto, 3 posiciones I-O-II, sostenido, ángulo de conmutación 2x45°, 10:30h/12h/13:30 h, con soporte, 1 NA, 1 NA, borne de tornillo	SE
XB4BS8445	21	Seta de emergencia Harmony XB4- seta de seguridad de metal roja Ø40, Ø22, giro del gatillo para liberar, 1 NO + 1 NC	SE
SE.NSYCCOTH230VID	6	Climasys CC-termostato electronico 200..240V rango de temperatura -40...80°C	SE
ABL6TS10U	1	voltage transformer - 230..400 V - 1x 230 V - 100 VA	SE
ABL6TS40U	1	voltage transformer - 230..400 V - 1x 230 V - 400 VA	SE
ABL6TS16U	1	voltage transformer - 230..400 V - 1 x 230 V - 160 VA	SE
SE.METSECT5MC080	4	Transformador de corriente, tipo MC, 800 / 5A, Ø32, 10x40 / 20x32 / 25x25, perfil de cable / barra Clase 0.5 / 10VA o Clase 1 / 12VA	SE
SE.ATV630U75N4	1	Altivar Process ATV600 - Variador de velocidad ATV630 - 7.5 kW/10 HP - 380...480 V - IP21/UL Tipo 1	SE
SE.ATS22D47Q	2	Altistart 22 - ATS22 arrancador suave para motores asincronos 22kW - 230...440V - 47A	SE
SE.ATV212HD22N4	1	Variador 22KW 30HP 480V TRI CEM IP20	SE

NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_1	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	14
			MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.					SIGUIENTE:	15
			APROBO:	ING. C.R.F.S.								
2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO						ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01	

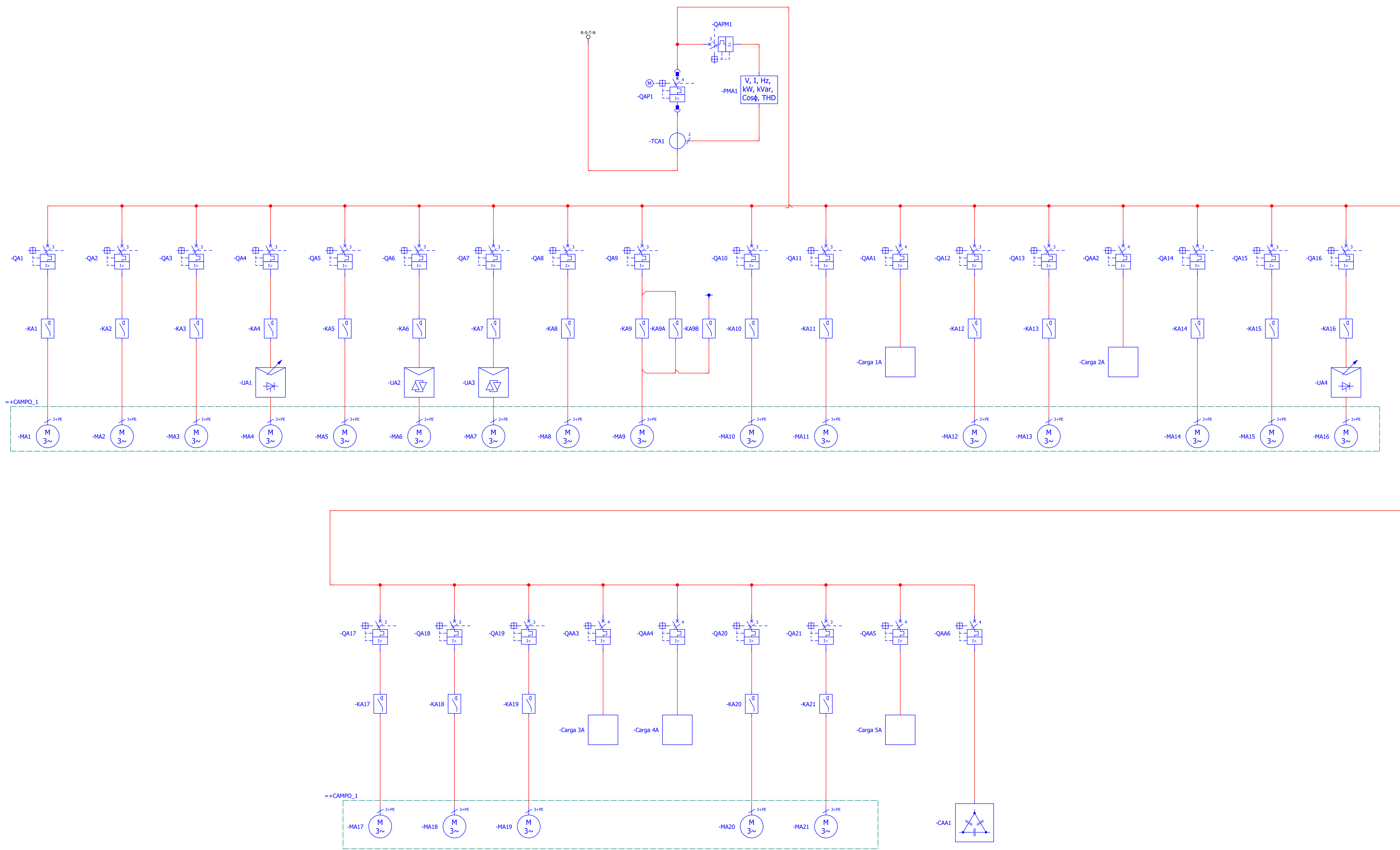
LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
MICROLOGIC X	1	MICROLOGIC X	SE

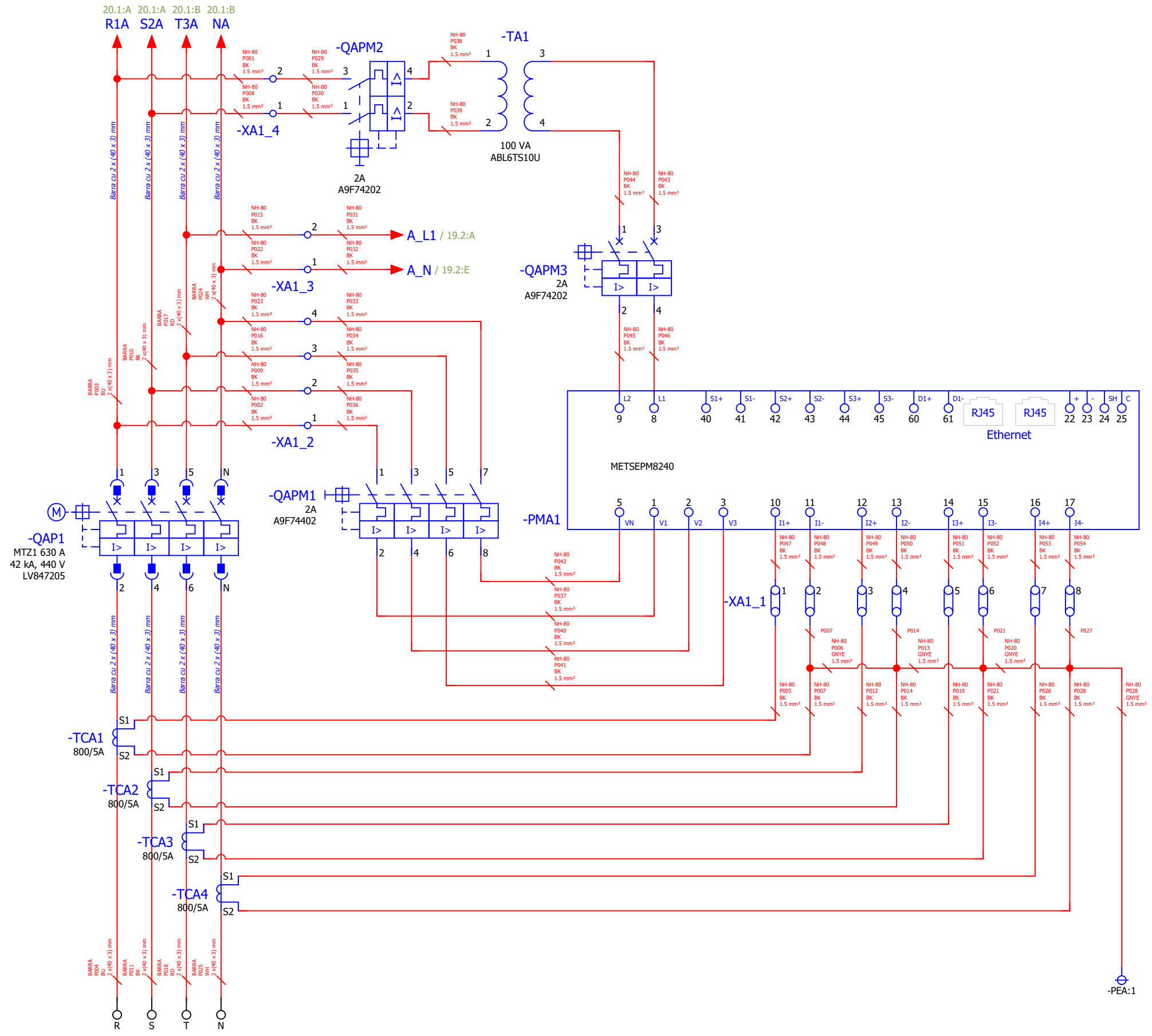
NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_1	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	15
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.				TITULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
						APROBO:	ING. C.R.F.S.				ESCALA:	1:1
	Nº REV	FECHA	REVISIONES						NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01		



SIGUIENTE:
&EAZ/16

DIAGRAMA UNIFILAR CCM 1
400 V a.c. - 4F - 50 Hz



NOTAS:	TIPO DE GABINETE: AUTOSOPORTADO		PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN:		CLIENTE:		PROYECTO: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 50RHF2S			
	GRADO DE PROTECCIÓN: IP 55		RESPONSABLE:	FIRMA:			FECHA:	TÍTULO: DIAGRAMA MONOPOLAR	= CCM_1		
	ACABADO: RAL 7035		DISEÑO: ISRAEL CONDORI F.	DIBUJO: ISRAEL CONDORI F.					HOJA: 16		
	MATERIAL: METALICO		REVISO: ING. C.R.F.S.	APROBO: ING. C.R.F.S.					SIGUIENTE: 8EBVA17		
2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		MATERIAL: METALICO		APROBO: ING. C.R.F.S.		ESCALA: 1:1		NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	
Nº REV		FECHA		REVISIONES							



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.
2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.	 	ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01	SIGUIENTE:	18	

-QP1⁵

-QP1¹

-Q1A

-TA2

-Q2A

6A
A9F94206

400 VA
400/220 V
ABL6TS40U

6A
A9F94206

-UQAP
MICROLOGIC X

-SMN1 E
XB4BW33M5

-SMX2 E
XB4BW34M5

-SMX1 E
XB4BW34M5

-SXF1 E
XB4BW34M5

-HPF1
XB4BVM3

-HCH1
XB4BVM4

Schneider
Electric

MICROLOGIC X

MN

MX2

MX1

XF

PF

CH

D1

CI2

CI

AZ

252

254

B3

B2

D1



CI1

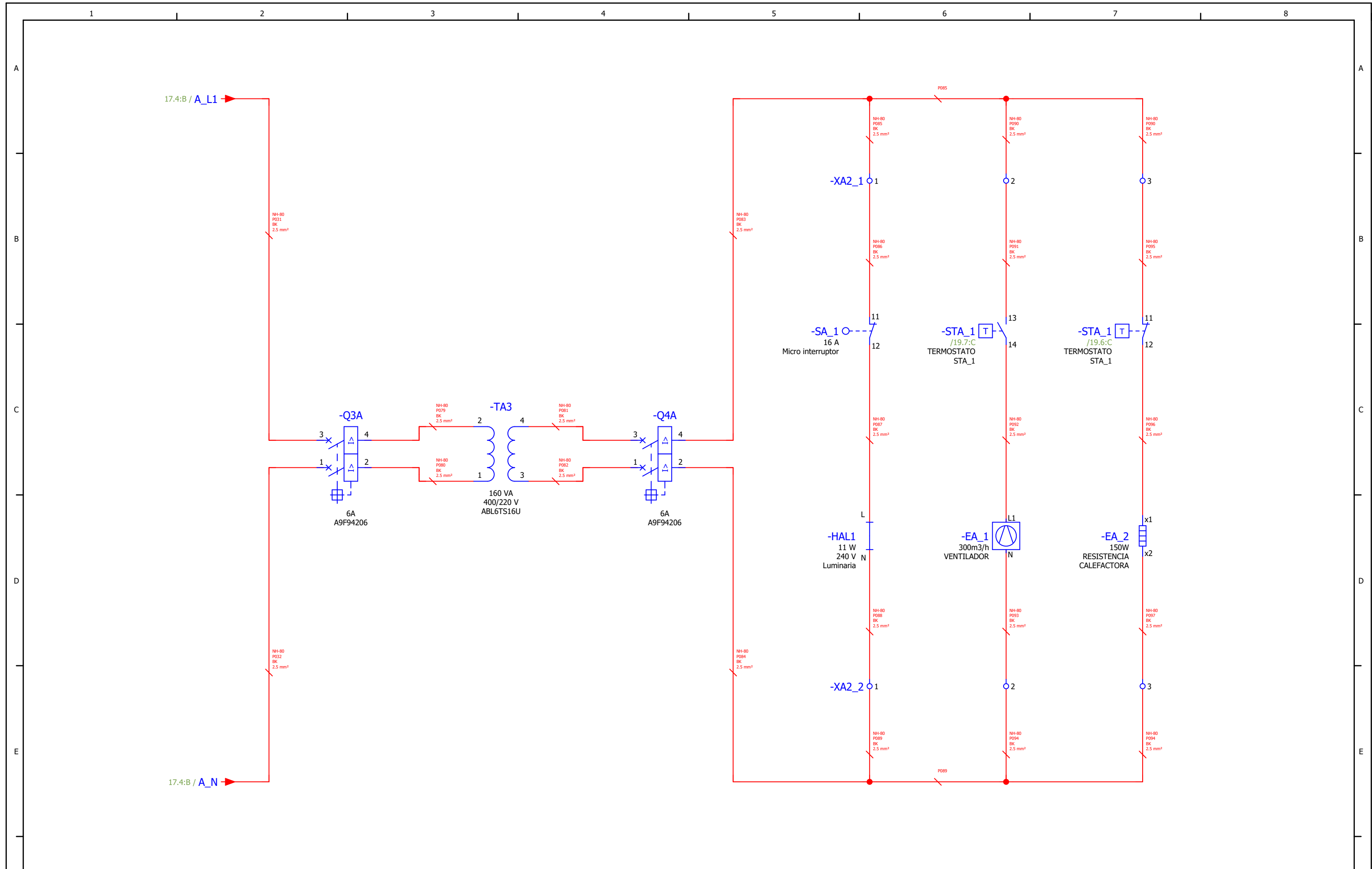
CI



AI

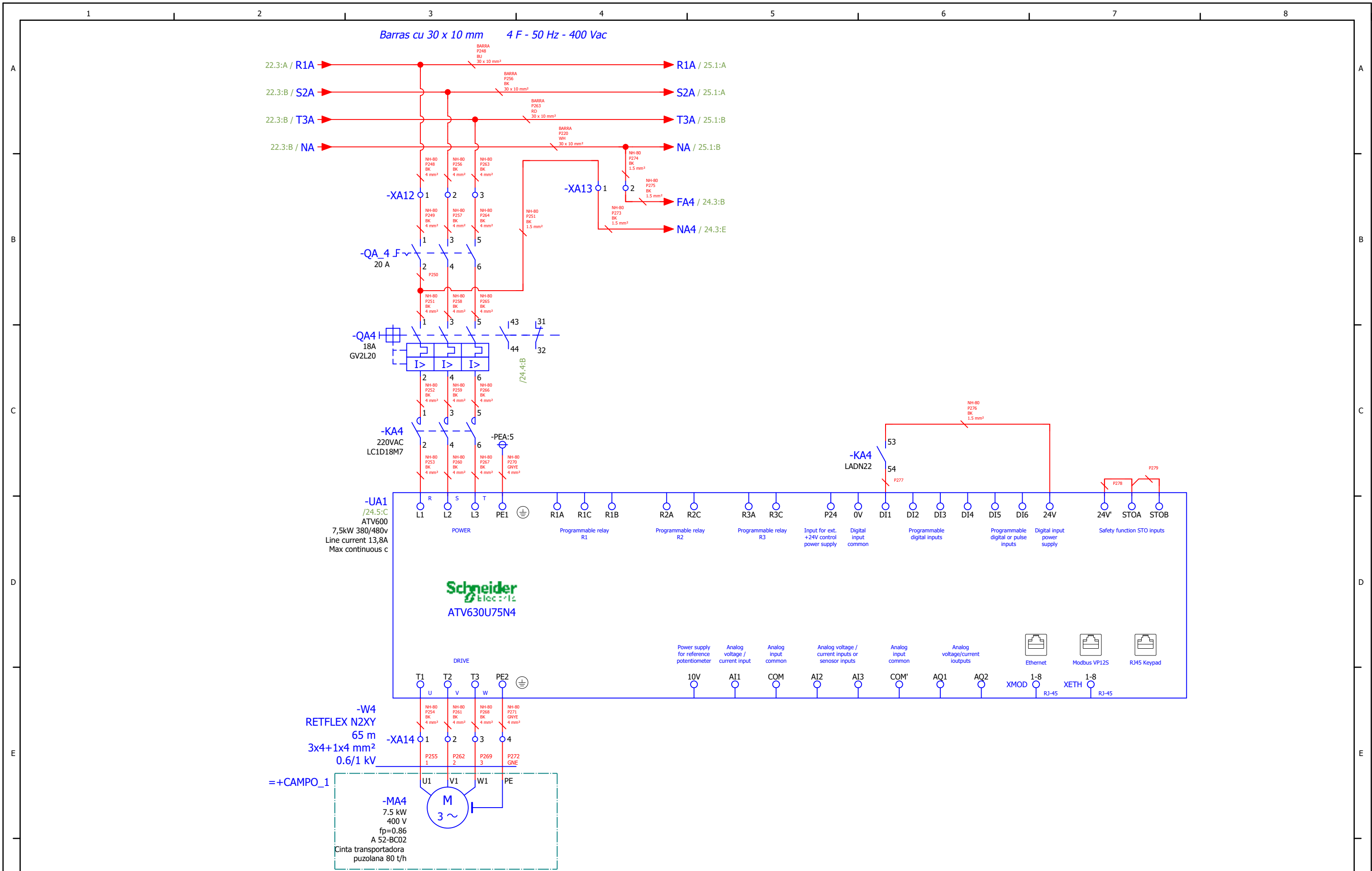
251

B1

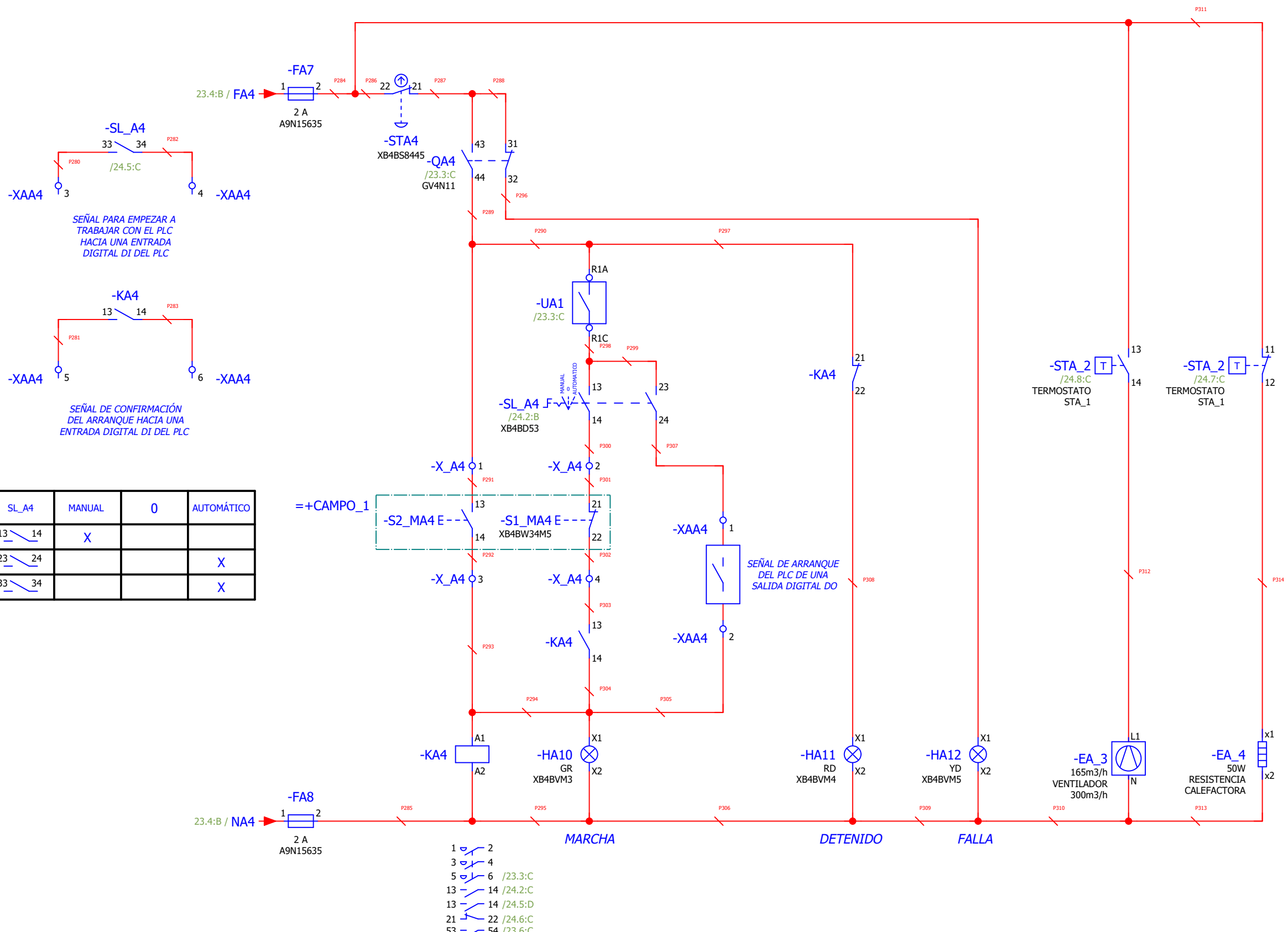
NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	 	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			CENTRO DE CONTROL DE MOTORES			
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.						HOJA:	18
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.						SIGUIENTE:	19
	2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		REVISO:	ING. C.R.F.S.			TITULO:	DIAGRAMA MULTIPOLAR DE INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 630 A				
					APROBO:	ING. C.R.F.S.			ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01		



NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1 HOJA: 19 SIGUIENTE: 20
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				
						REVISO:	ING. C.R.F.S.		TITULO:	DIAGRAMA MULTIPOLAR DE INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 630 A	
						APROBO:	ING. C.R.F.S.		ESCALA:	1:1	
									NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01	



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_1	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.			CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 4 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD	HOJA:	23
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				SIGUIENTE:	24
	2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO	REVISO:	ING. C.R.F.S.				ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01		




SEÑAL PARA EMPEZAR A TRABAJAR CON EL PLC HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC

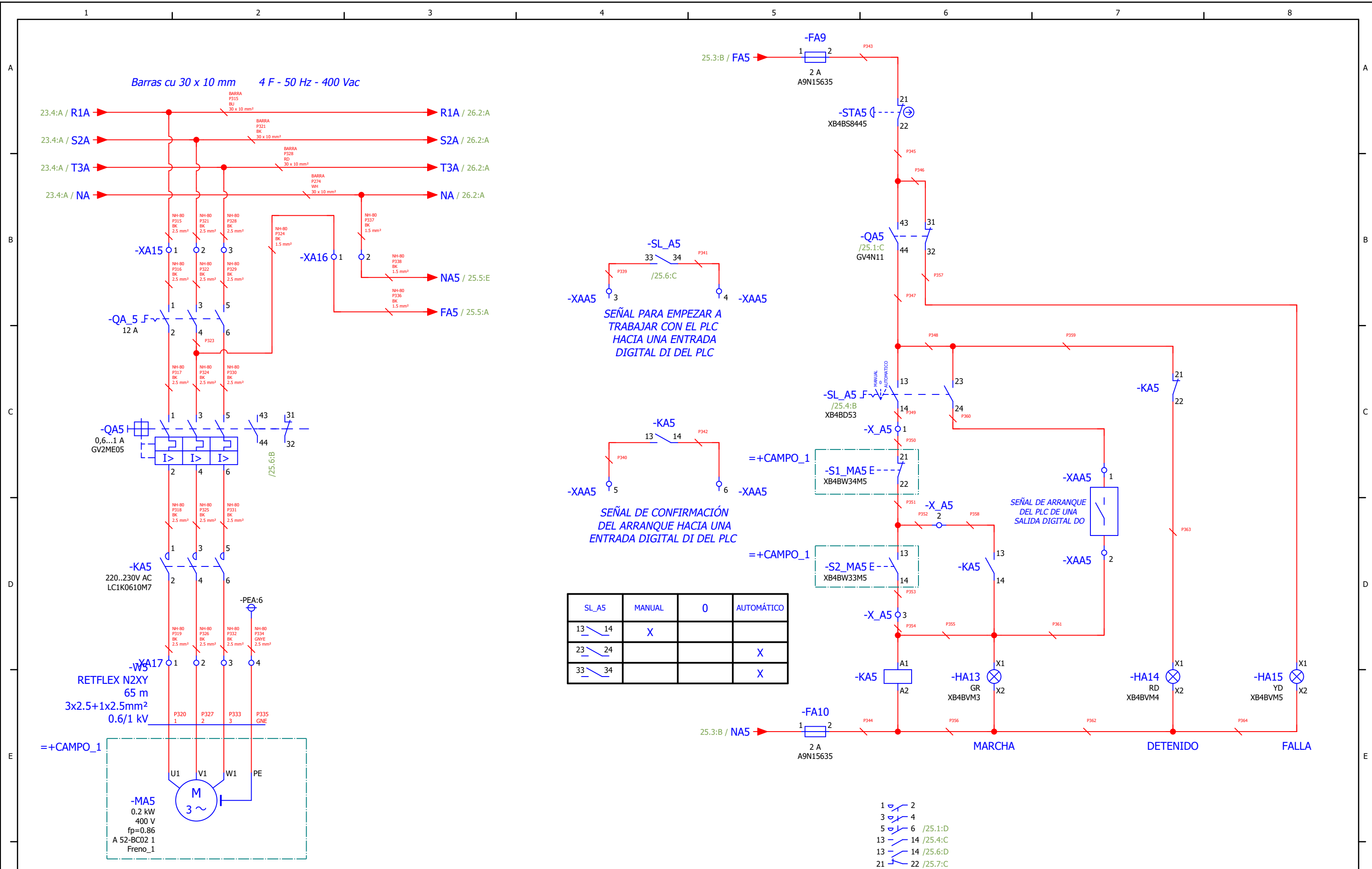
SEÑAL DE CONFIRMACIÓN DEL ARRANQUE HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC



SEÑAL DE ARRANQUE DEL PLC DE UNA SALIDA DIGITAL DO

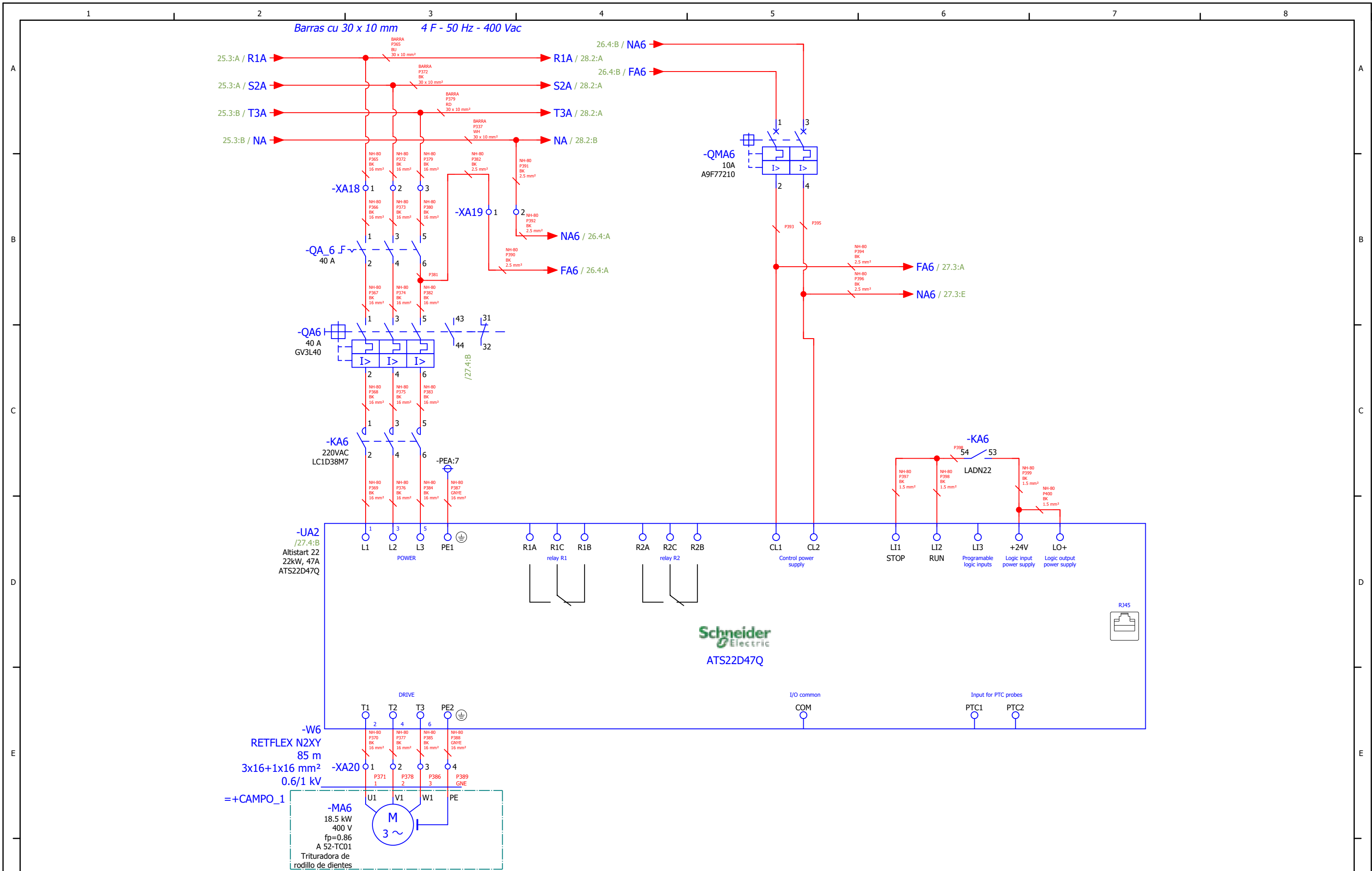
SL_A4	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X

- 1 2
- 3 4
- 5 6 /23.3:C
- 13 14 /24.2:C
- 13 14 /24.5:D
- 21 22 /24.6:C
- 53 54 /23.6:C

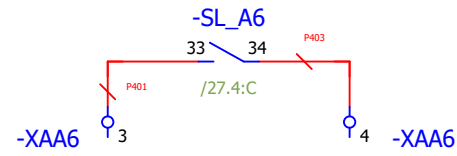
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING. C.R.F.S.			TÍTULO:	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 4 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD	HOJA:	24
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.						SIGUIENTE:



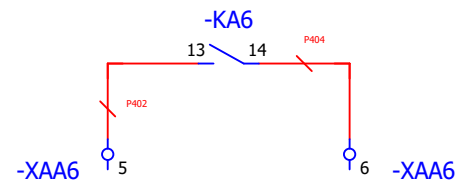
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING. C.R.F.S.			TÍTULO:	HOJA: 25
				MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.				
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO						ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1									
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	ING. C.R.F.S.	ING. C.R.F.S.	FECHA	TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 6 ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)	HOJA:	26
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:														
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:													SIGUIENTE:	27

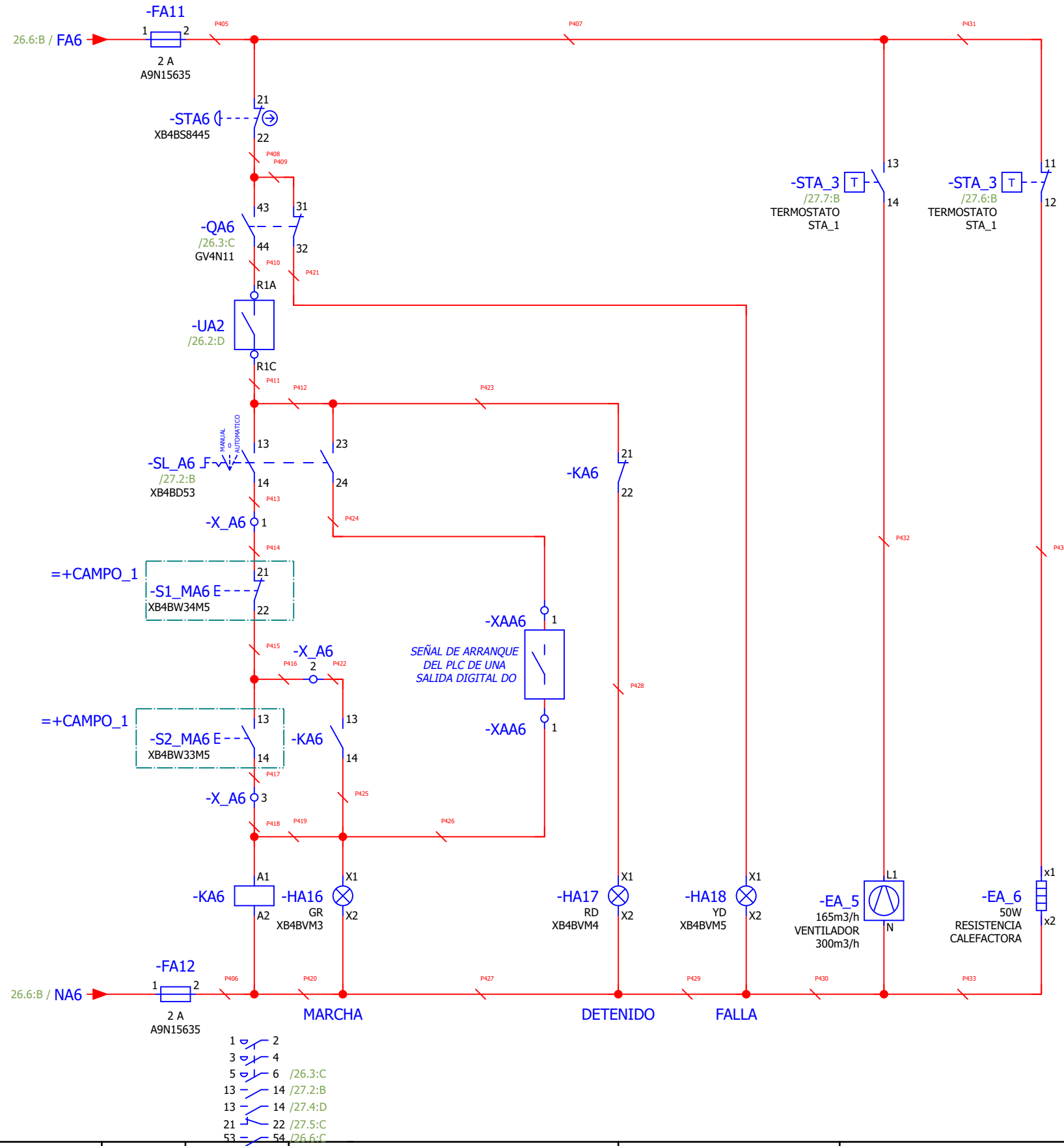


SEÑAL PARA EMPEZAR A TRABAJAR CON EL PLC HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC



SEÑAL DE CONFIRMACIÓN DEL ARRANQUE HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC

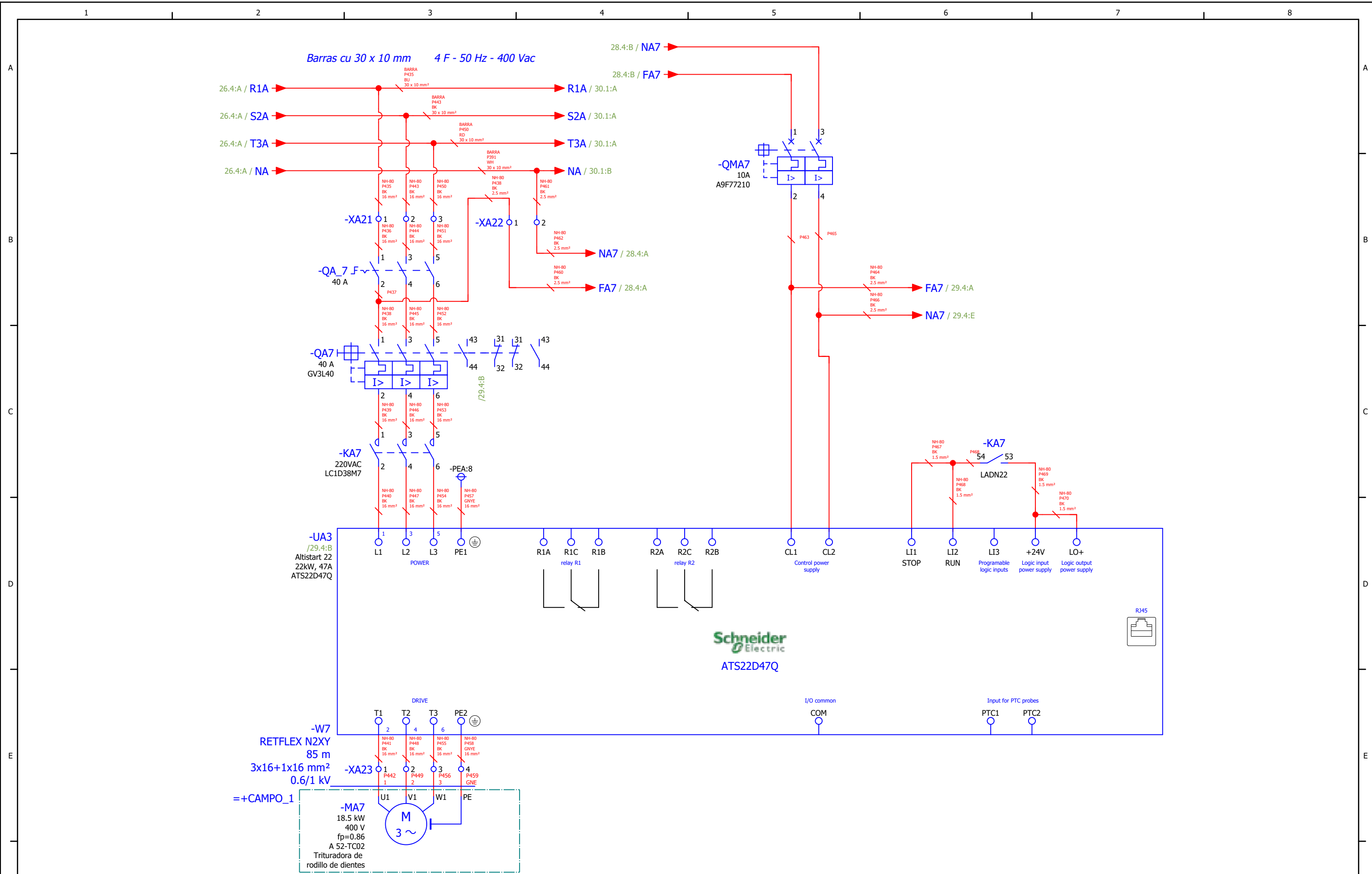
SL_A6	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X





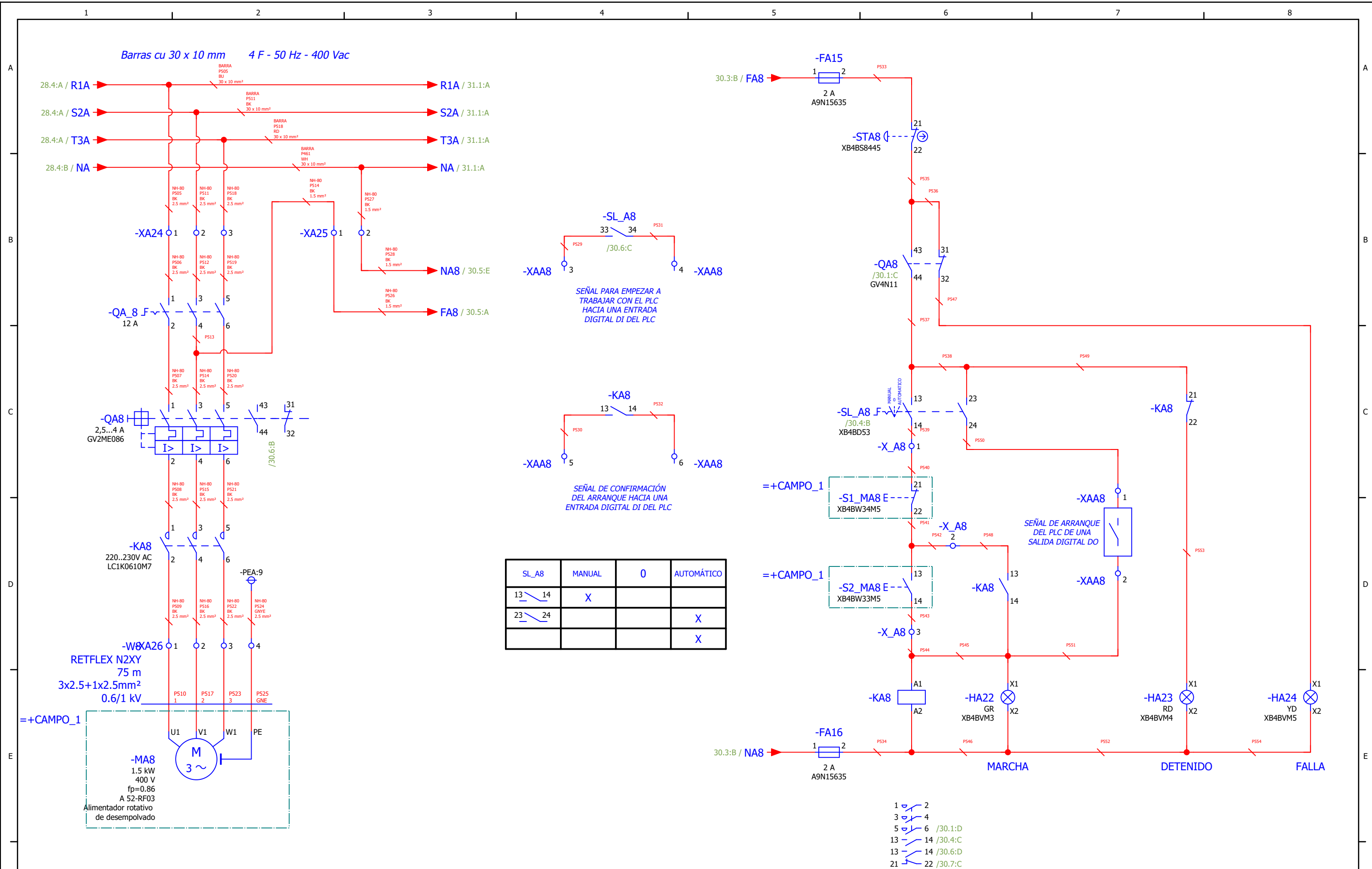
- 1 2
- 3 4
- 5 6 /26.3:C
- 13 14 /27.2:B
- 13 14 /27.4:D
- 21 22 /27.5:C
- 53 54 /26.6:C

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		DISEÑO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_1
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.			REVISO:	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 6	HOJA:
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ISRAEL CONDORI F.			ING. C.R.F.S.	ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)	27
									ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)	SIGUIENTE:		
									ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	28	

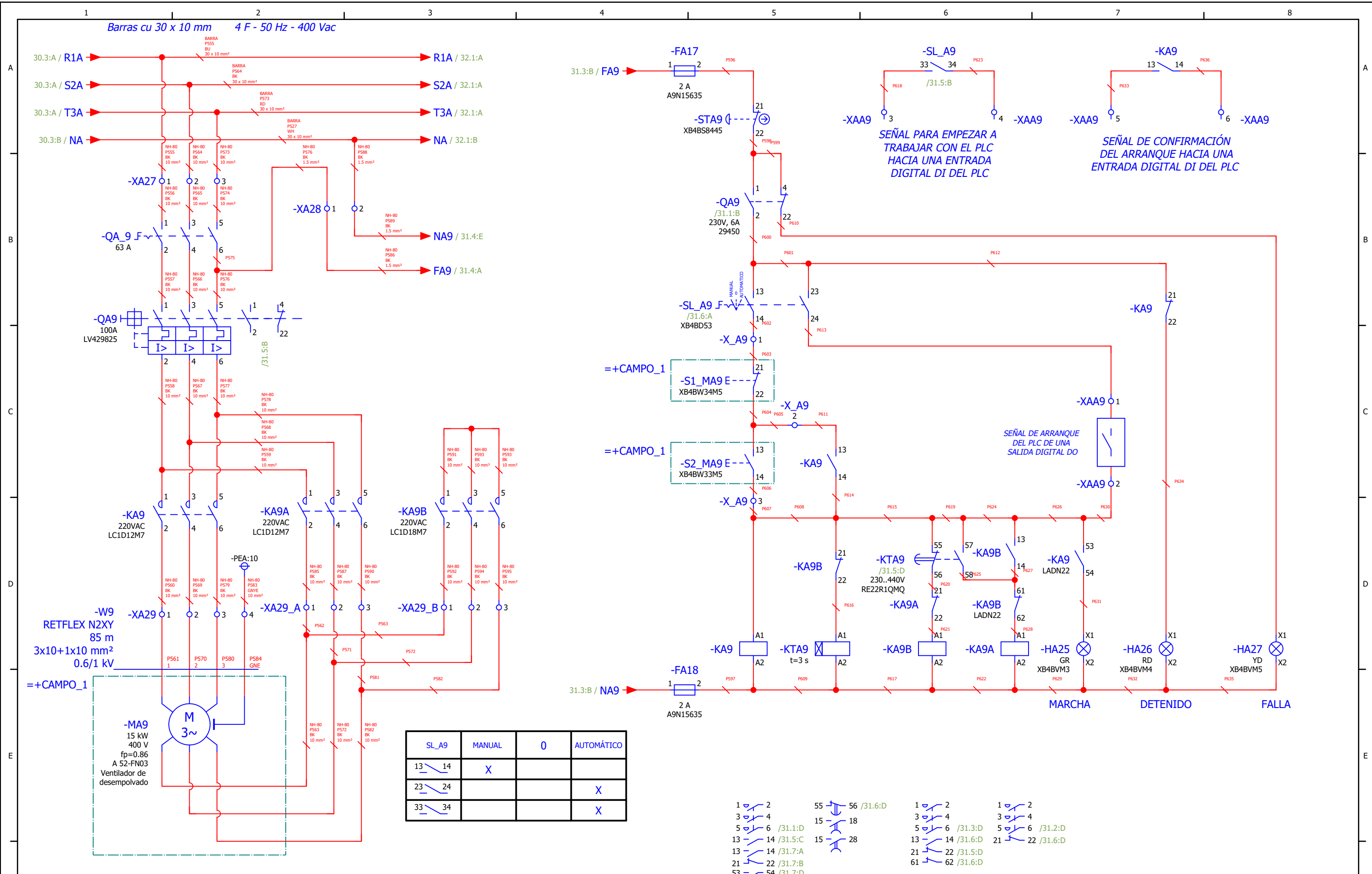




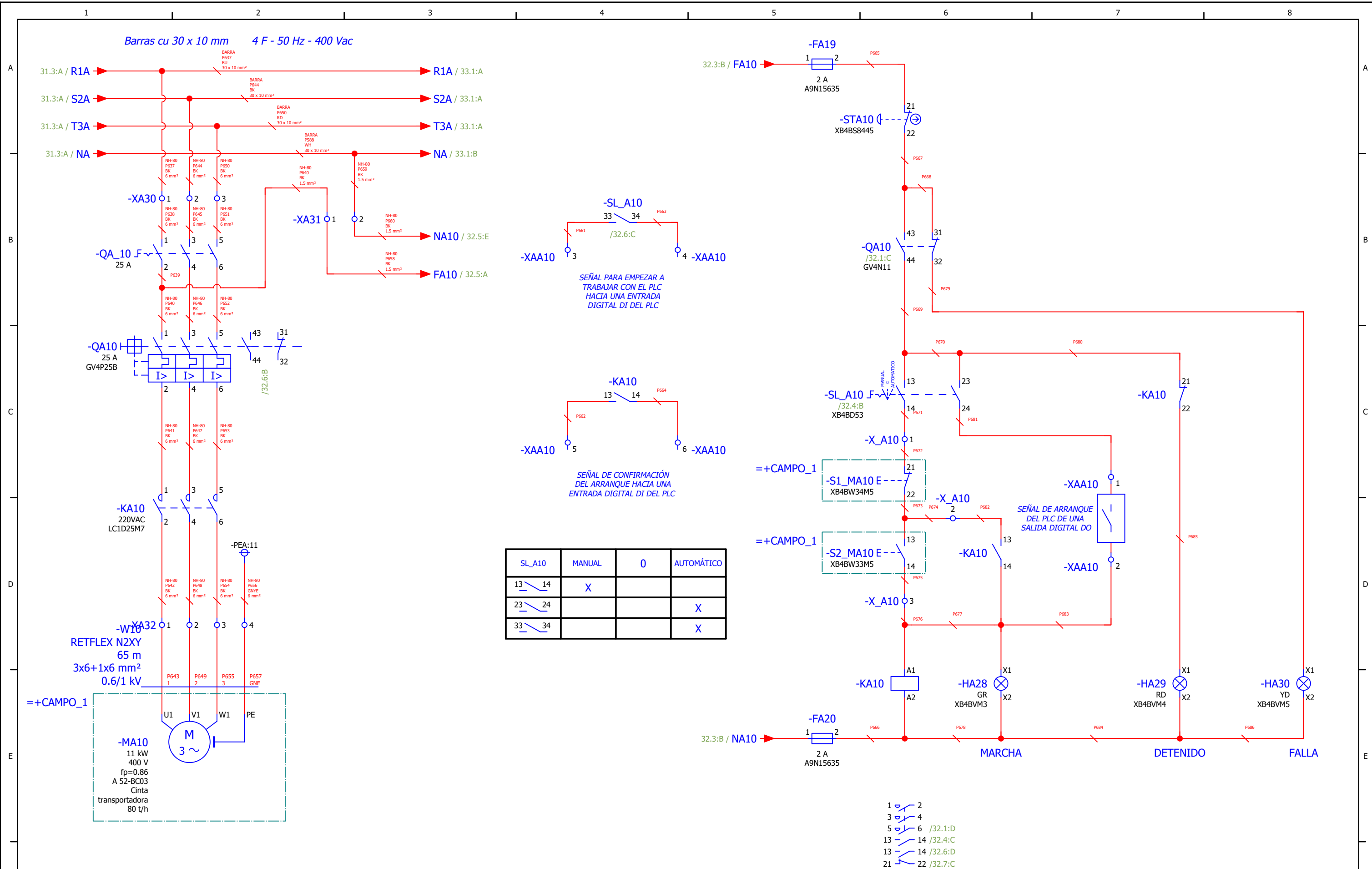
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING. C.R.F.S.		 	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	HOJA:	28
				MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.				TITULO:	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 7 ARRANQUE CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO						ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01



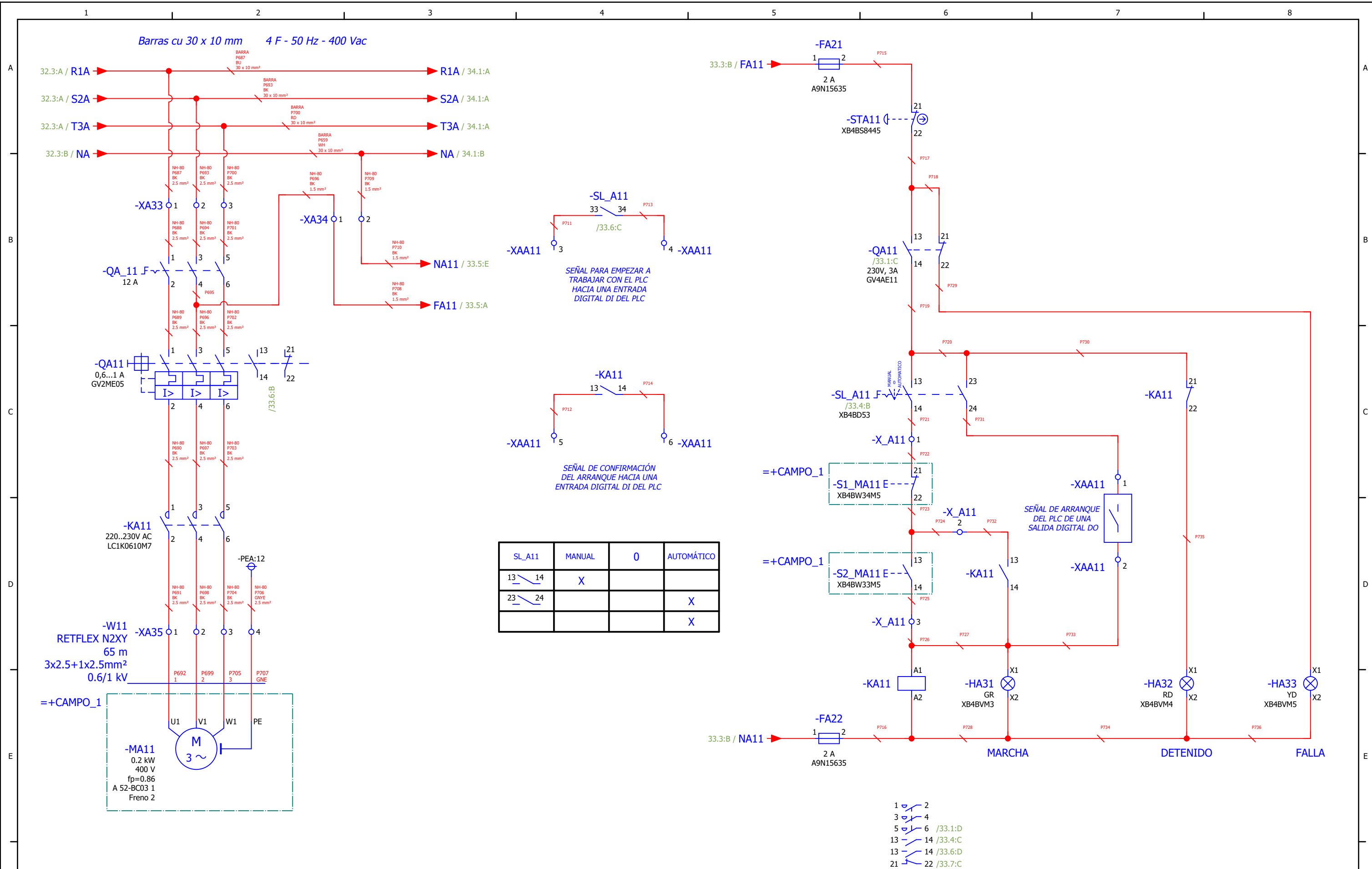
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING. C.R.F.S.		ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	SIGUIENTE:	31
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.					



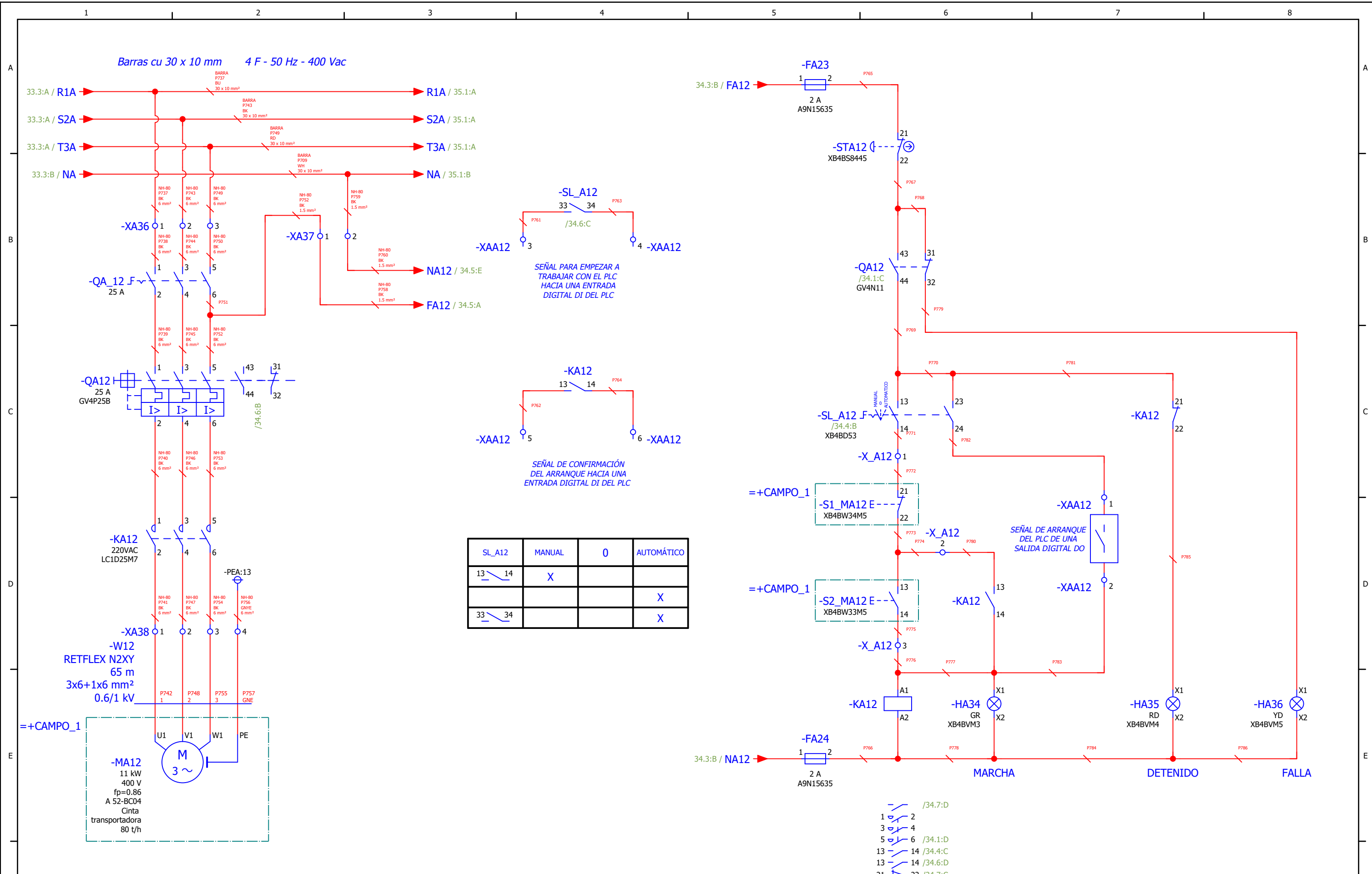
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA:		FECHA:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.			TÍTULO:	HOJA:
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.			CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 9 ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO	31
						APROBO:	ING. C.R.F.S.			ESCALA: 1:1	SIGUIENTE:
										NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	32



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.			ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING. C.R.F.S.				
						APROBO:	ING. C.R.F.S.				

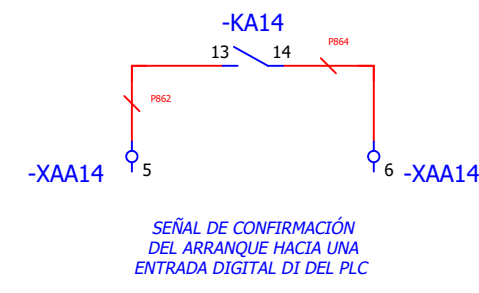
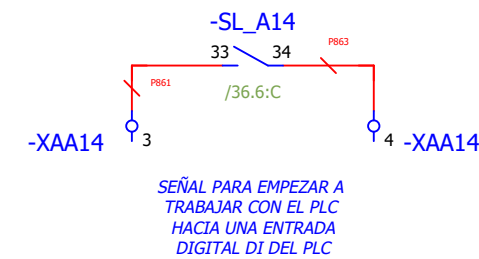
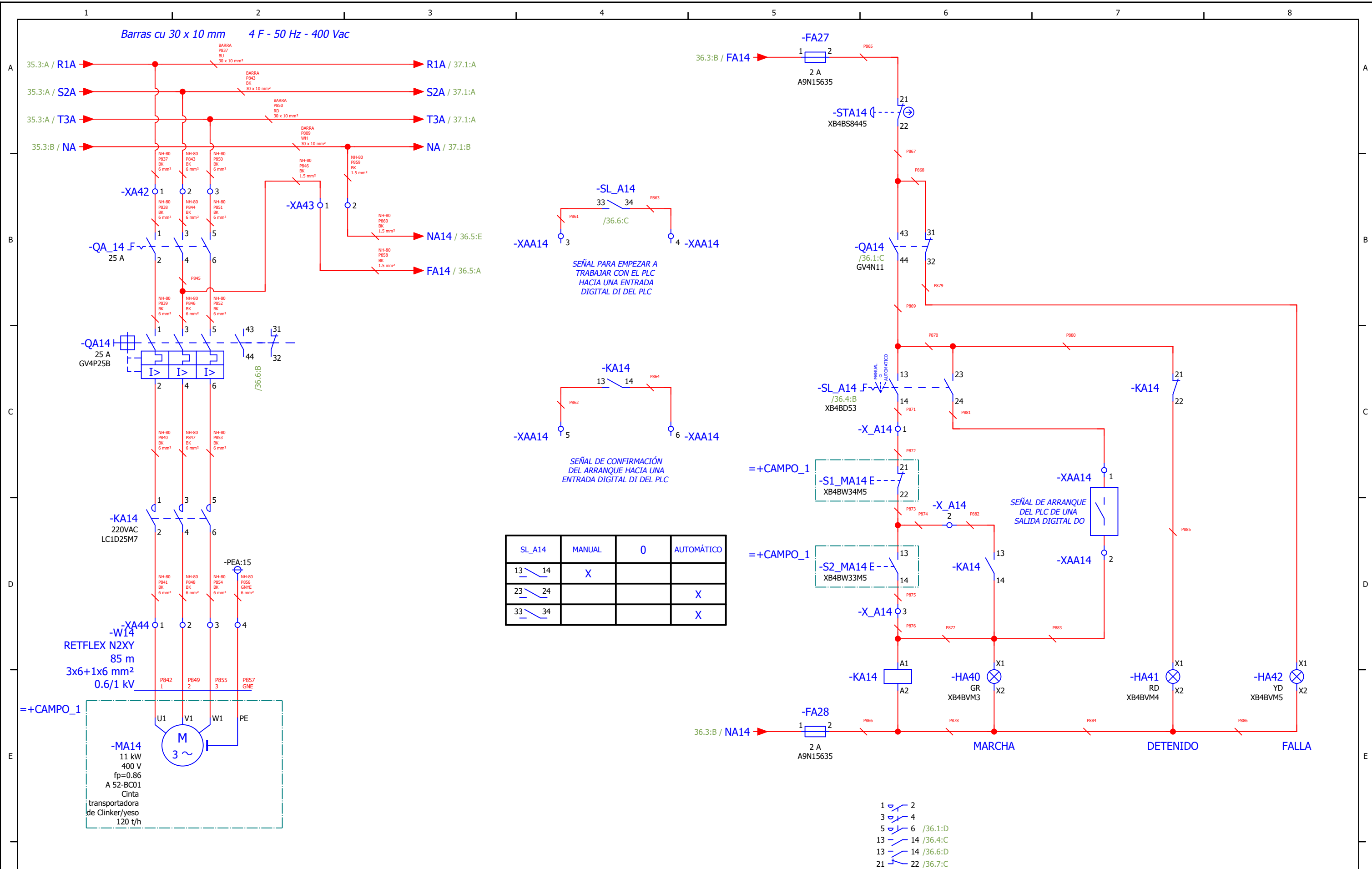


NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE:	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.			TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 11 ARRANQUE DIRECTO
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.			HOJA:	33
						APROBO:	ING. C.R.F.S.			SIGUIENTE:	34
ESCALA: 1:1		NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01									



SL_A12	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13 14	X		
			X
33 34			X

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.			TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 12 ARRANQUE DIRECTO
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.			HOJA:	34
						APROBO:	ING. C.R.F.S.			SIGUIENTE:	35
								ESCALA: 1:1		NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	

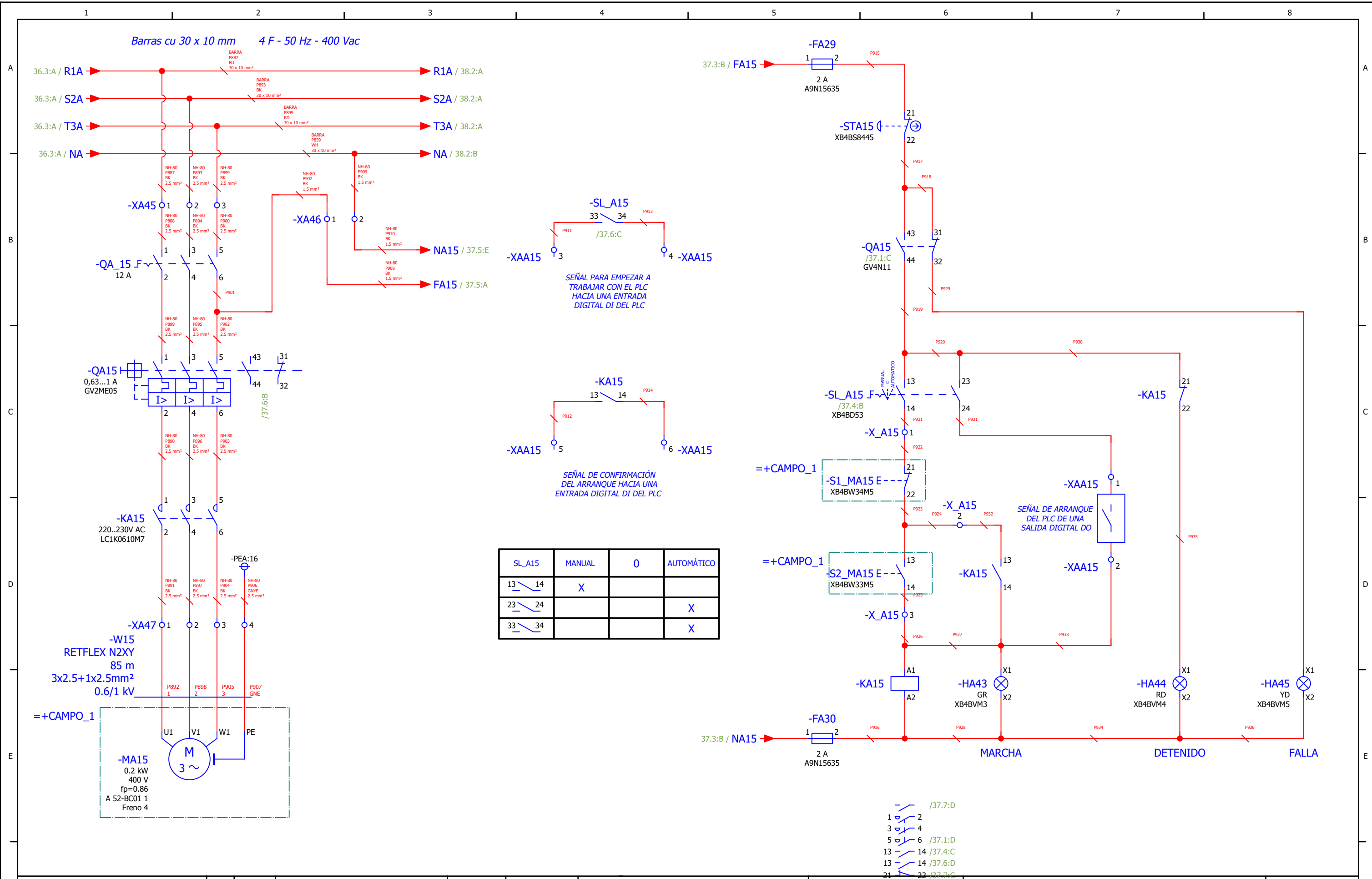


SL_A14	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X

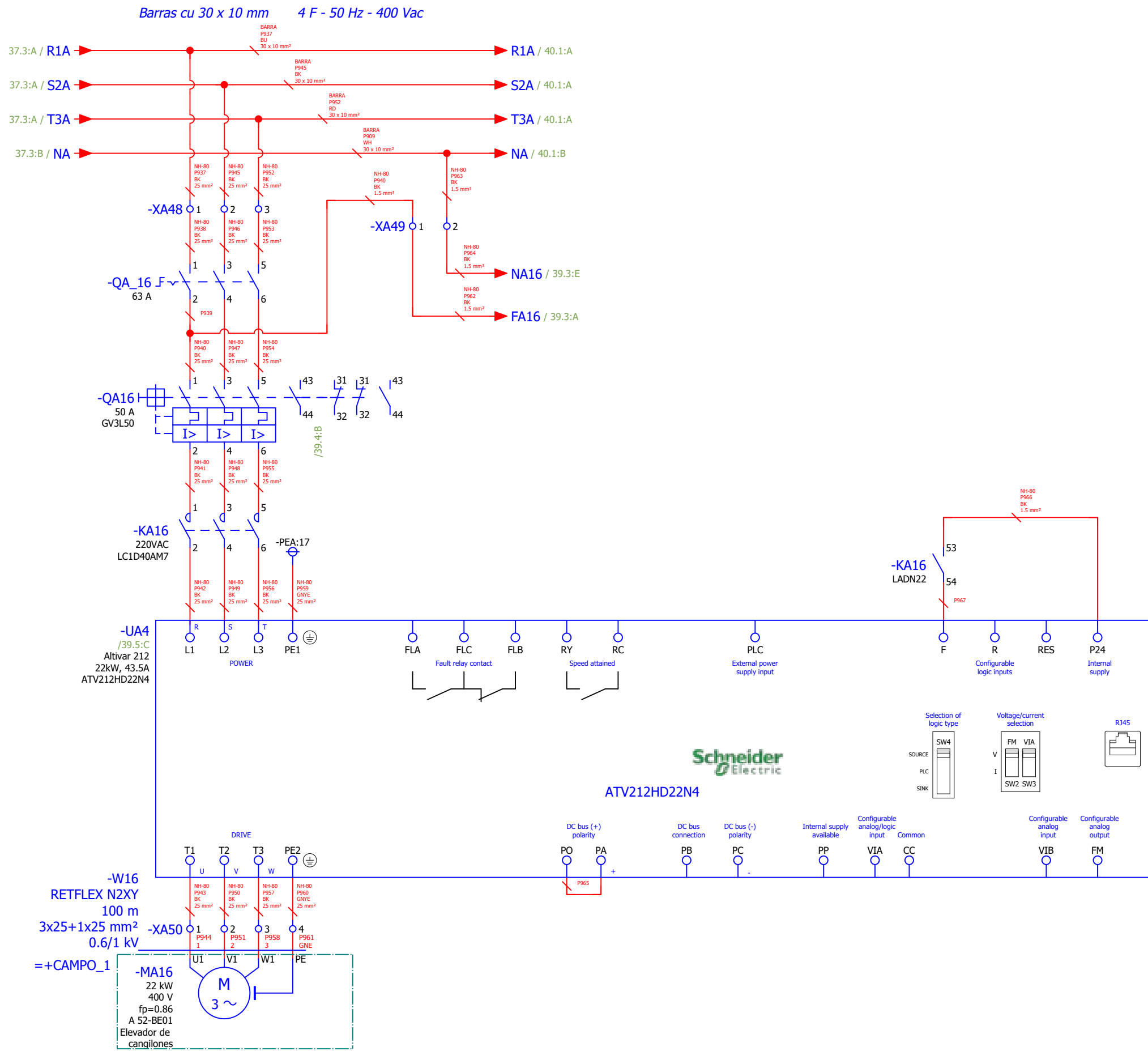
- 1 2
- 3 4
- 5 6 /36.1:D
- 13 14 /36.4:C
- 13 14 /36.6:D
- 21 22 /36.7:C

NOTAS:	2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	TÍTULO: CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 14 ARRANQUE DIRECTO	= 50RHF2S
					RESPONSABLE:	FIRMA:	FECHA:				+ CCM_1
					DISEÑO: ISRAEL CONDORI F.						HOJA: 36
Nº REV		FECHA	REVISIONES		ACABADO: RAL 7035	REVISO: ING. C.R.F.S.					SIGUIENTE: 37
					MATERIAL: METALICO	APROBO: ING. C.R.F.S.			ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	



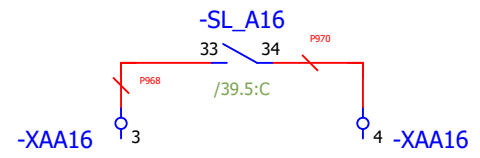


NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE:	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.			TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 15 ARRANQUE DIRECTO
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING. C.R.F.S.			HOJA:	37
						APROBO:	ING. C.R.F.S.			SIGUIENTE:	38
								ESCALA: 1:1		NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	

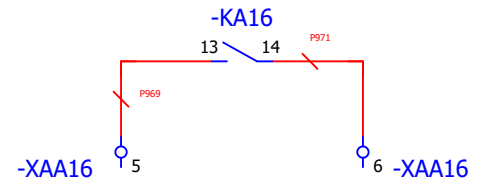


ATV212HD22N4

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	= 50RHF2S
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_1
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				TÍTULO:	HOJA:
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 16 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD	38
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			APROBO:	ING. C.R.F.S.				SIGUIENTE:	39
										ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	

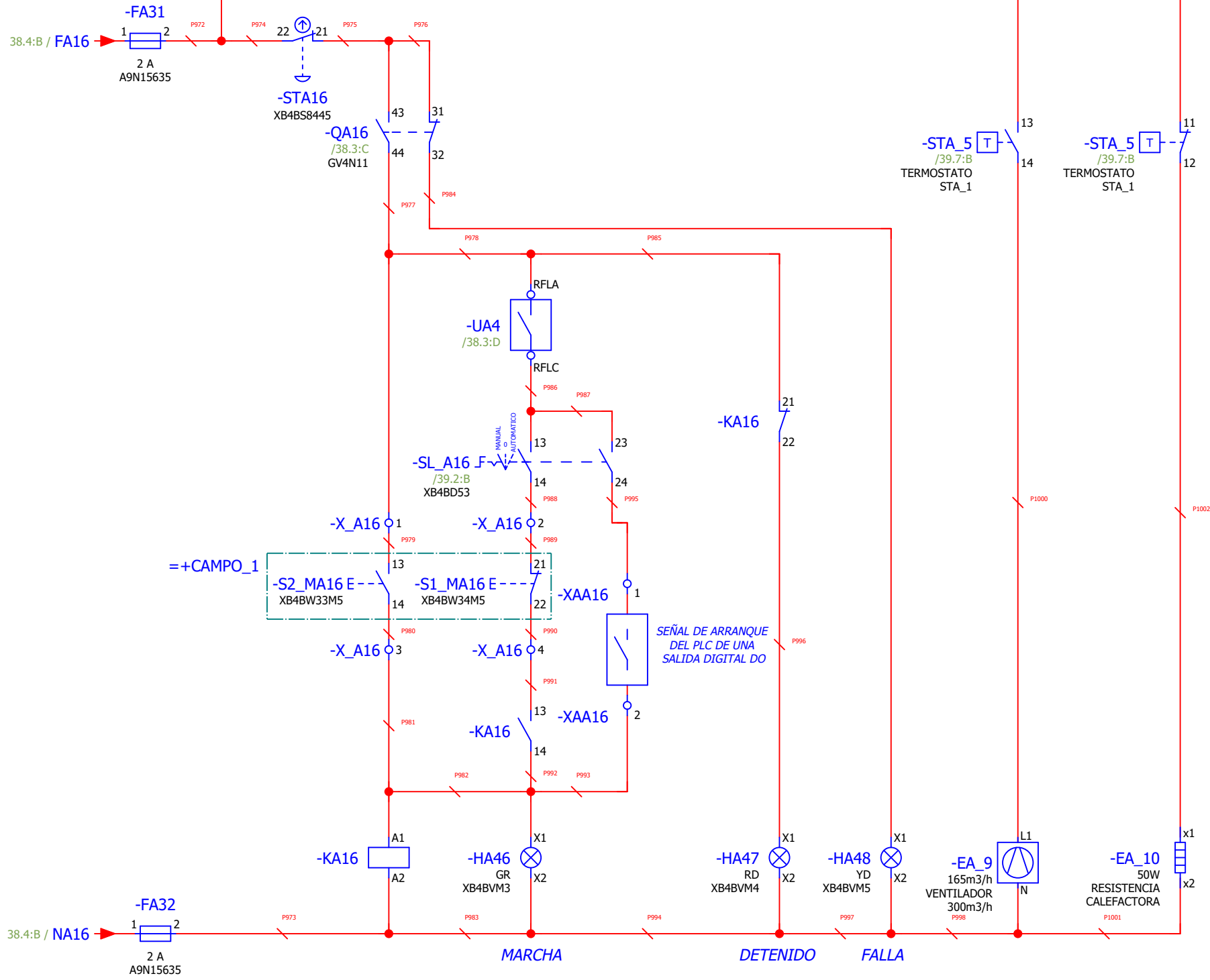


SEÑAL PARA EMPEZAR A TRABAJAR CON EL PLC HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC





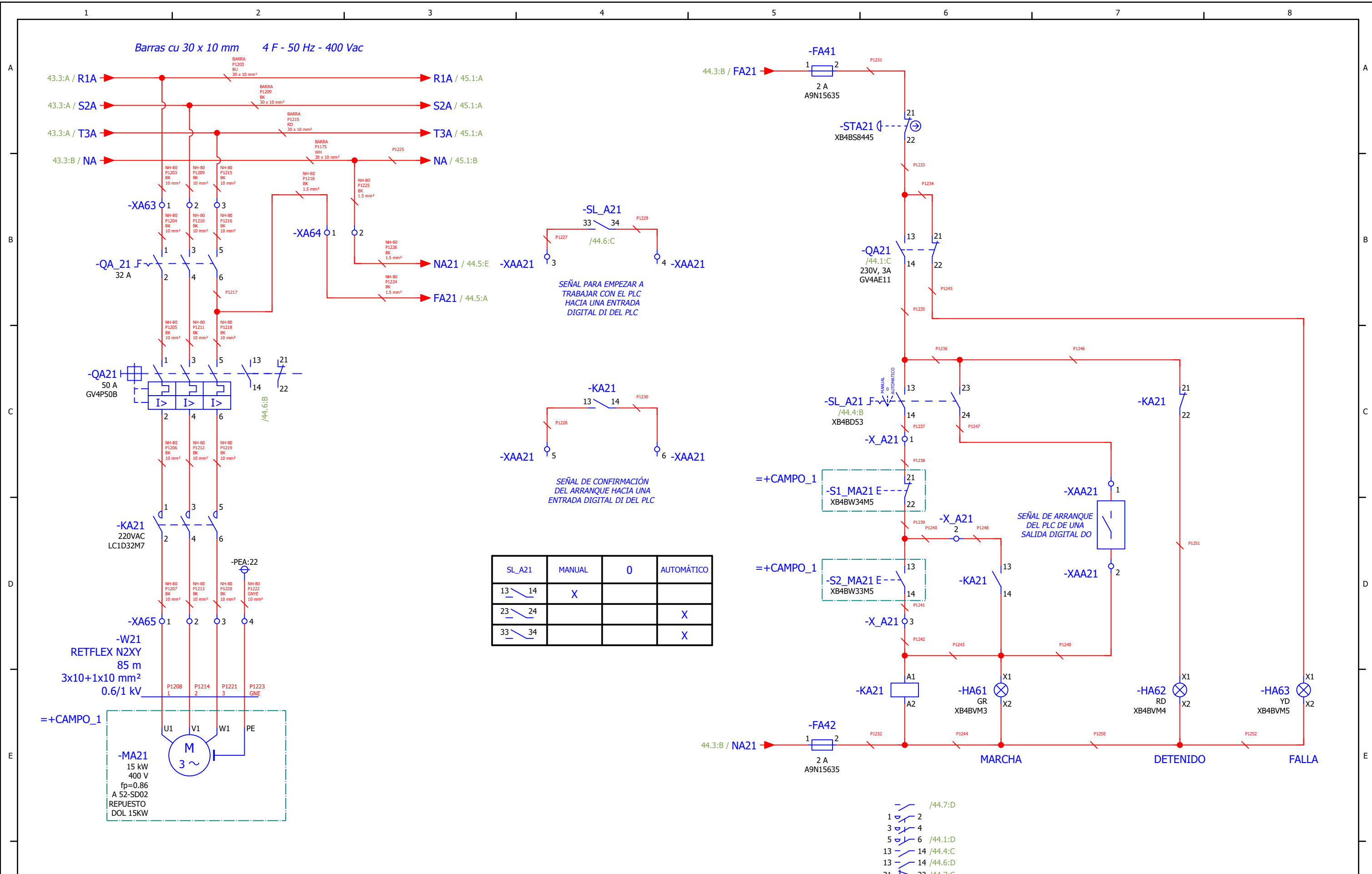
SEÑAL DE CONFIRMACIÓN DEL ARRANQUE HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC

SL_A16	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X



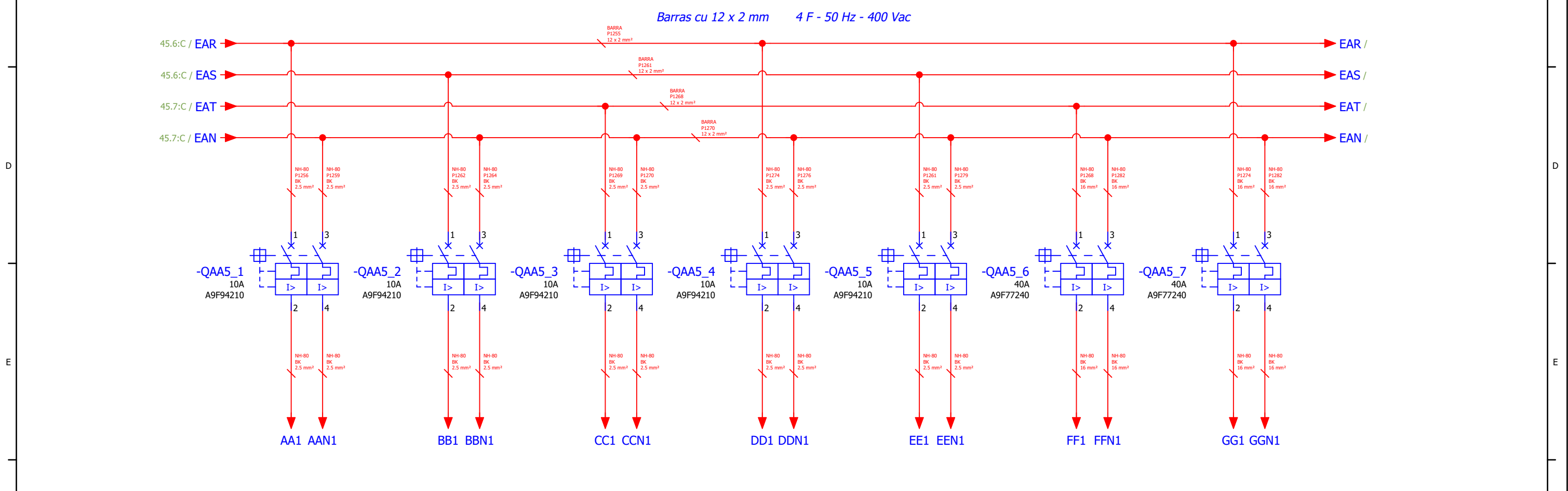
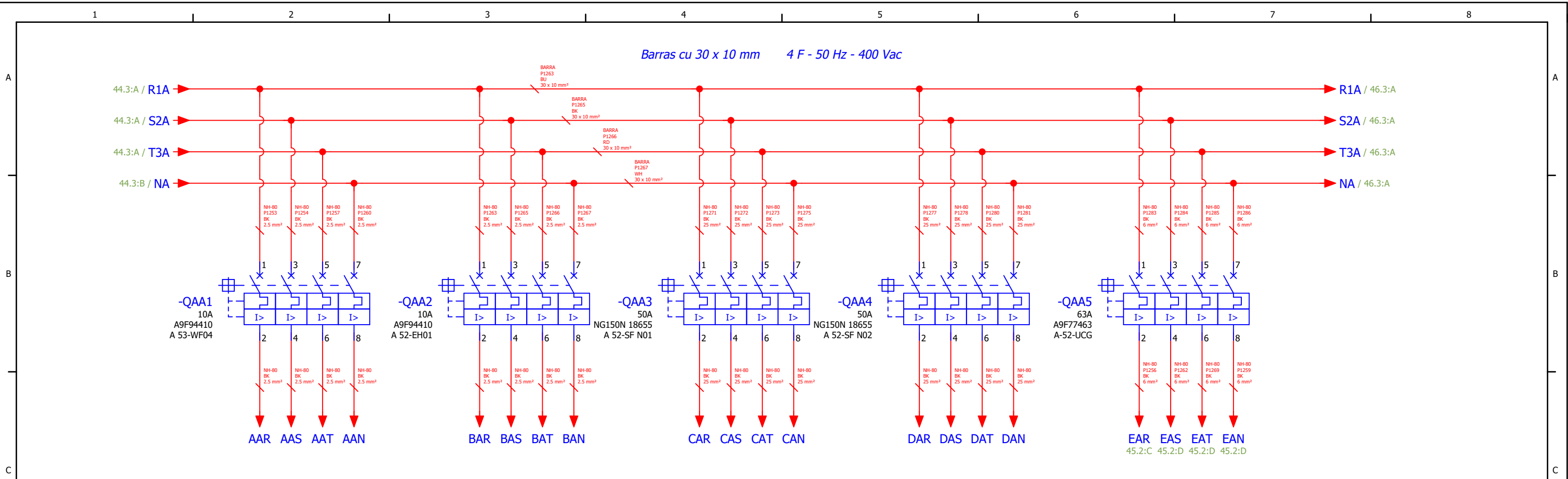
- 1 2
- 3 4
- 5 6 /38.3:C
- 13 14 /39.2:C
- 13 14 /39.5:D
- 21 22 /39.6:C
- 53 54 /38.6:C

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING. C.R.F.S.		 	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 16 ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD	SIGUIENTE: 40
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.				

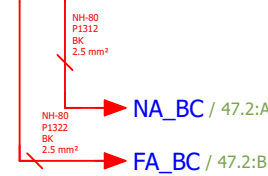
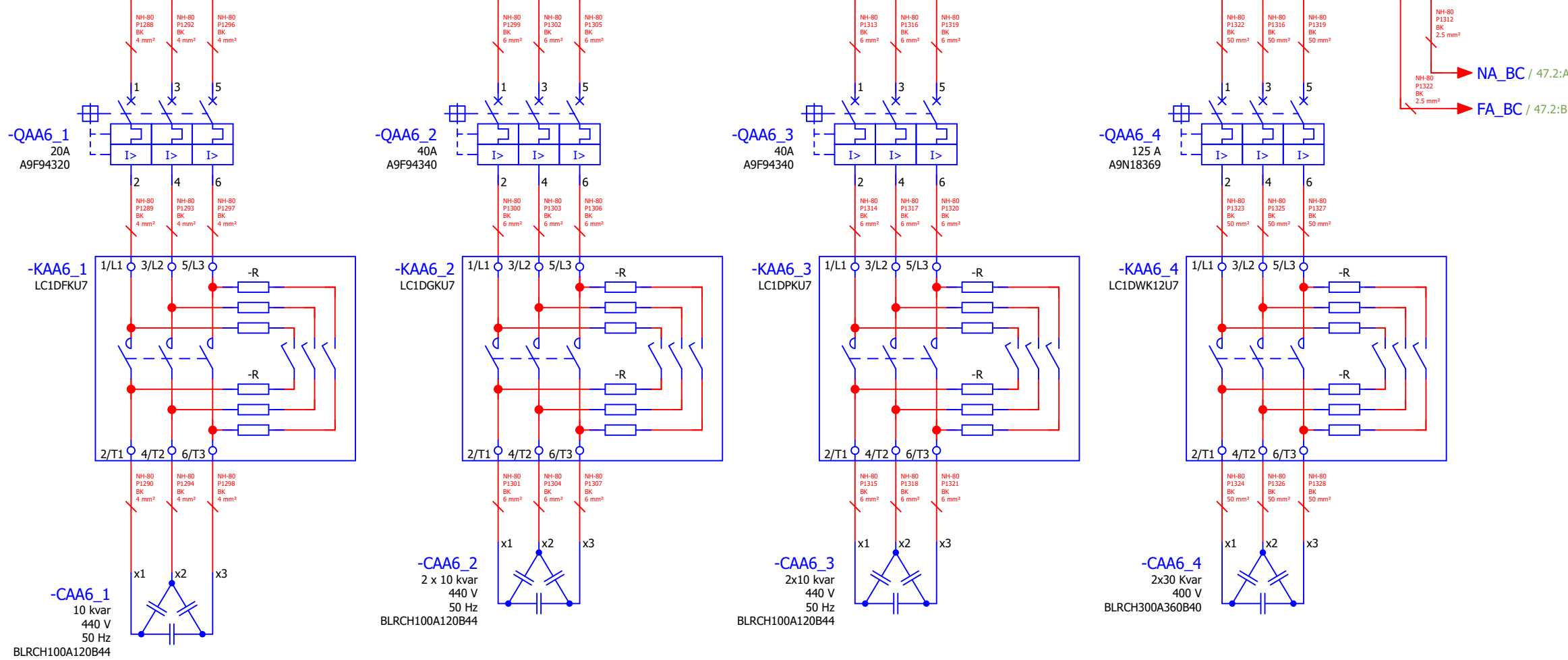
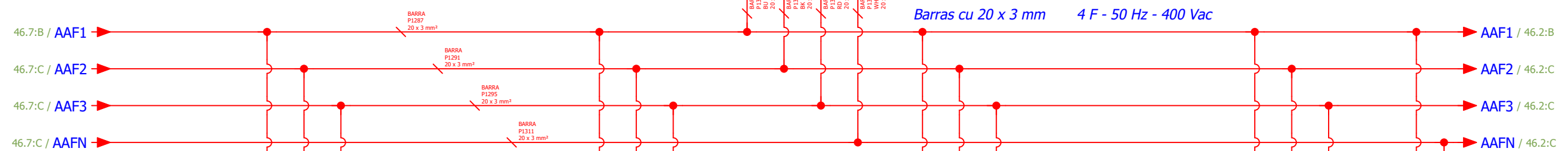
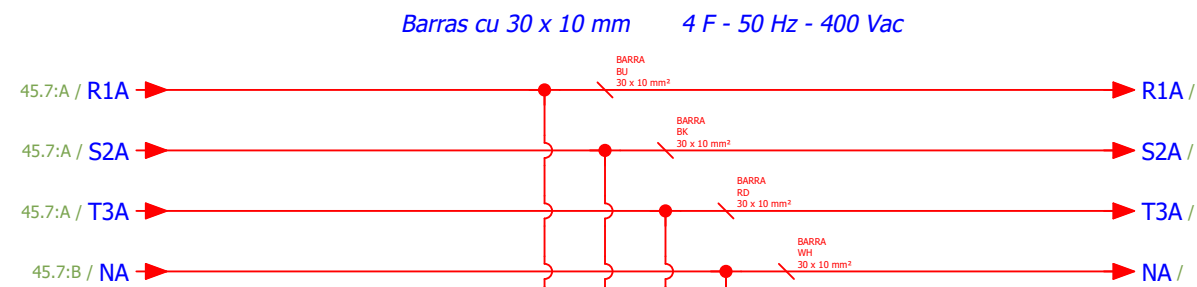


SL_A21	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE:	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_1	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 21	HOJA: 44
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				ARRANQUE DIRECTO	SIGUIENTE: 45
	2022-05-07		EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING. C.R.F.S.					
						APROBO:	ING. C.R.F.S.			ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01	

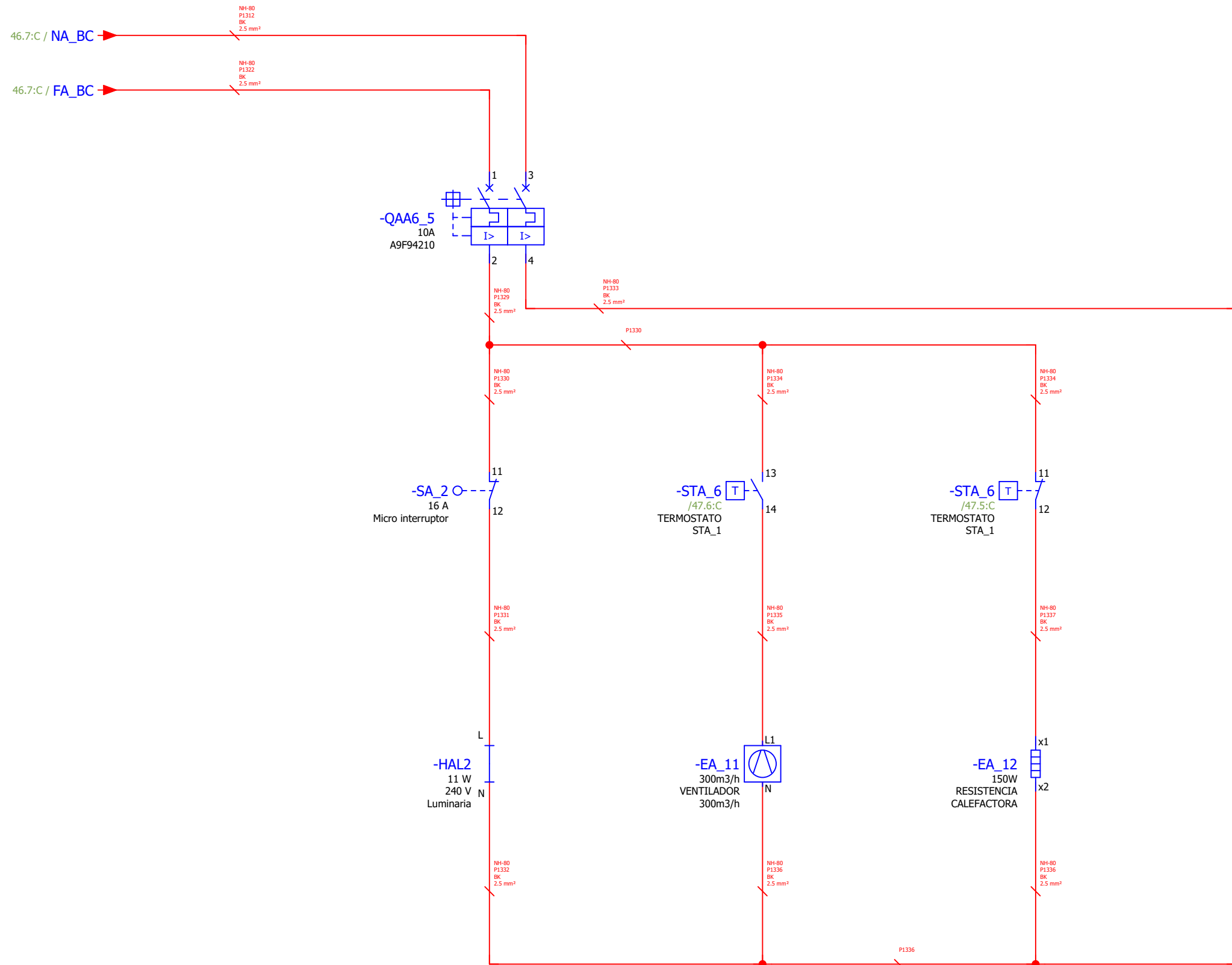


NOTAS:				TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	= 50RHF2S
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE:	FIRMA:	FECHA:			ISRAEL CONDORI F.	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:			ISRAEL CONDORI F.		TITULO:	HOJA: 45
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:			ING. C.R.F.S.		CIRCUITO DE CARGAS GENERICAS (UNIDADES DE CONTROL)	SIGUIENTE: 46
						APROBO:			ING. C.R.F.S.		ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S + CCM_1		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA:				FECHA:	DISEÑO:
		2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING. C.R.F.S.					SIGUIENTE:	47
				MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING. C.R.F.S.			ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM01		





NOTAS:	N° REV		FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOSOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 50RHF2S		
					GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		DISEÑO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_1	
					ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:				DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	HOJA:	47
			2022-05-07	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:				DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	SIGUIENTE:	
						APROBO:				ING. C.R.F.S.	ESCALA:	1:1		
										ING. C.R.F.S.	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM01		



ANEXO B

ESQUEMAS ELECTRICOS CCM (2)



Empresa/cliente: **PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.**

Nombre del proyecto: **CENTRO DE CONTROL DE MOTORES**

Nombre de tablero: **IS_PG_CCM02**

Número de pedido: **000002**

Tipo de gabinete: **AUTOPORTADO**

Empresa fabricante: **-----**

Grados de protección: **IP 55**

Lugar de instalación: **WARNES - SANTA CRUZ
BOLIVIA**

Tensión: **400 V a.c.**



Responsable del proyecto: **ISRAEL LIMBERT
CONDORI FERNANDEZ**

Capacidad de interruptor principal: **400 A**

Creado: **4/3/2020**

Modificado: **28/8/2024**



Número de páginas **45**

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		TITULO:		PORTADA	+ CCM_2	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.			2022-05-07			HOJA:	1
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.			2022-05-07			SIGUIENTE:	&EAB/2
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		REVISO:	ING C.R.F.S.			2022-05-07	ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02
					APROBO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07						

Indice de páginas

F06_007



Página	Descripción de página
=70RHF1F+CCM_2&EAA/1	PORTADA
=70RHF1F+CCM_2&EAB/2	PORTADA
=70RHF1F+CCM_2&EAB/3	Índice de páginas : =70RHF1F+CCM_2&EAA/1 - =70RHF1F+CCM_2&EBA/33
=70RHF1F+CCM_2&EAB/3.a	Índice de páginas : =70RHF1F+CCM_2&EBA/34 - =70RHF1F+CCM_2&EBA/53
=70RHF1F+CCM_2&EBZ/10	Resumen de símbolos : IEC_symbol 1 - 1117
=70RHF1F+CCM_2&EBZ/11	Resumen de símbolos : IEC_symbol 1134 - 3626
=70RHF1F+CCM_2&EBZ/12	Resumen de símbolos : IEC_symbol 3627 - 3627
=70RHF1F+CCM_2&EAC/13	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAC/14	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAC/15	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAC/16	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAC/17	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAC/18	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAC/19	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
=70RHF1F+CCM_2&EAZ/20	ESQUEMA MONOPOLAR
=70RHF1F+CCM_2&EAZ/21	ESQUEMA MONOPOLAR
=70RHF1F+CCM_2&EAZ/22	ESQUEMA MONOPOLAR
=70RHF1F+CCM_2&EBA/23	ESQUEMA MULTIPOLAR
=70RHF1F+CCM_2&EBA/24	ESQUEMA MULTIPOLAR
=70RHF1F+CCM_2&EBA/25	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 1 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/26	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 2 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/27	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 3 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/28	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 4 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/29	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 5 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/30	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 6 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/31	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 7 CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
=70RHF1F+CCM_2&EBA/32	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 7 CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)
=70RHF1F+CCM_2&EBA/33	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 8 ARRANQUE DIRECTO

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2 HOJA: 2 SIGUIENTE: 3	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	RESPONSABLE	FIRMA		FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					2022-05-07
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.				2022-05-07
						APROBO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO:	

Indice de páginas

F06_007

Página	Descripción de página
=70RHF1F+CCM_2&EBA/34	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 9 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/35	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 10 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/36	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 11 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/37	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 12 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/38	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 13 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/39	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 14 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/40	CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 15 CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=70RHF1F+CCM_2&EBA/41	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 15 CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=70RHF1F+CCM_2&EBA/42	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 16 CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=70RHF1F+CCM_2&EBA/43	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 16 CON VARIADOR DE VELOCIDAD
=70RHF1F+CCM_2&EBA/44	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 17 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/45	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 18 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/46	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 19 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/47	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 20 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/48	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 21 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/49	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 22 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/50	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 23 ARRANQUE DIRECTO
=70RHF1F+CCM_2&EBA/51	CIRCUITO DE CARGAS GENERICAS (UNIDADES DE CONTROL)
=70RHF1F+CCM_2&EBA/52	BANCO DE CONDENSADORES DE 4 PASOS
=70RHF1F+CCM_2&EBA/53	BANCO DE CONDENSADORES ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN Y CALEFACCIÓN

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2 HOJA: 3 SIGUIENTE: &EBZ/4	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	RESPONSABLE	FIRMA		FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					2022-05-07
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07	TITULO:		
						APROBO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07	Índice de páginas : =70RHF1F+CCM_2&EBA/34 - =70RHF1F+CCM_2&EBA/53		
										ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO:	

Resumen de símbolos

IEC_symbol

F25_005

<p>1 S Contacto NA, contacto auxiliar</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>36 SOD Pulsador, contacto NC</p> <p>20010 E 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>116 RE Calefacción, 2 puntos de conexión</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>2 O Contacto NC, contacto auxiliar</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>46 H Lámpara, simple</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>170 SONOT1 Pulsador, contacto NC</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>7 SVE Contacto NA, de retorno</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>50 F1 Fusible</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>192 TS11 Transformador, 4 puntos de conexión</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>20 K Bobina para contactor de potencia</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>51 R Resistencia, simple</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>307 M3_1 Motor de corriente trifásica</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>30 X Borne, general, con regleta, 2 puntos de conexión</p> <p>20010 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>78 Q1 Interruptor, contacto NA trifásico</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>314 CDREIECK Condensador, 3 puntos de conexión</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>
<p>35 SSD Pulsador, contacto NA</p> <p>20010 E 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>97 QL3_1 Interruptor guardamotor, tripolar</p> <p>20010 20300 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>	<p>1117 X2 Borne, general, con regleta, 2 puntos de conexión</p> <p>20010 20027 20901 20011 20025 20024 20201</p>

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE: 	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2 HOJA: 4 SIGUIENTE: 5
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	TITULO:	Resumen de símbolos : IEC_symbol 1 - 1117	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	ESCALA:	1:1	
									NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	

Resumen de símbolos

IEC_symbol

F25_005

<p>1134 QL2 Interrupor guardamotor, bipolar</p>	<p>1537 Q_1LI Interrupor de protección monopolar</p>	<p>3616 Contacto salida PLC Contacto NA, contacto auxiliar</p>
<p>1178 SOROL Interrupor, contacto NC</p>	<p>1541 Q_2LI Interrupor de protección bipolar</p>	<p>3617 Contacto RELE VARIADOR Contacto NA, contacto auxiliar</p>
<p>1196 QL4_1OL Interrupor guardamotor tetrapolar</p>	<p>1547 Q_3LI Interrupor de protección tripolar</p>	<p>3619 SL G1 Contacto NA doble</p>
<p>1232 XTR1_1 Borne, general, 2 puntos de conexión</p>	<p>1568 QL_4LI Interrupor de protección tetrapolar</p>	<p>3624 H lampara general Lámpara, simple</p>
<p>1407 LSW1A Convertidor de medida, intensidad, variable</p>	<p>1625 SL3 Contacto NA trifásico</p>	<p>3625 E ventiladores Equipo de medida, 2 puntos de conexión</p>
<p>1413 X2_NB Borne, general, 2 puntos de conexión</p>	<p>3615 SS4A Interrupor, contacto NA doble</p>	<p>3626 Pulsador termostato Interrupor, contacto NA</p>

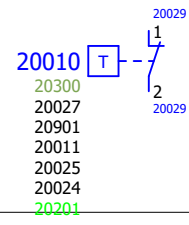
NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE: 	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2 HOJA: 5 SIGUIENTE: 6
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	TITULO:	Resumen de símbolos : IEC_symbol 1134 - 3626	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	



Resumen de símbolos

IEC_symbol

F25_005



3627
Pulsador termostato cerrado
Interrupor, contacto NC



NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_2	
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	6
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.					SIGUIENTE:	&EAC/7
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING C.R.F.S.					ESCALA:	1:1



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.NSYCR50WU2C	3	ClimaSys Resistencias aislantes PTC 50W,110-250V	SE
SE.A9N15635	46	ITS, 1 polo, portafusibles aislable 20kA	SE
SE.DF2BA0200	46	TeSys fusible-seccionador - cartucho de fusible de 8.5 x 31.5 mm - Am 2 A - w / o indicación	SE
SE.XB4BVM3	23	lámpara de señalización, 22 mm, redondo, metal cromado plateado, verde, lente, liso, con soporte, módulo de LED con LED integrado. 230 V AC, borne de tornillo	SE
SE.XB4BVM4	23	lámpara de señalización, 22 mm, redondo, metal cromado plateado, rojo, lente, liso, con soporte, módulo de LED con LED integrado. 230 V AC, borne de tornillo	SE
SE.XB4BVM5	23	lámpara de señalización, 22 mm, redondo, metal cromado plateado, Amarillo, lente, liso, con soporte, módulo de LED con LED integrado. 230 V AC, borne de tornillo	SE
RIT.2500210 (Luminaria 11 W)	2	Luminaria LED 11 W	RIT
SE.LC1K0610M7	7	TeSys K Contactor - 3P (3 NA) - AC-3,440V 6A - 220..230V AC bobina.	SE
SE.LC1K0910M7	7	TeSys K Contactor - 3P (3 NA) - AC-3,440V 9A - 220..230V AC bobina.	SE
SE.LC1D25M7	1	Contactor Tesys D 3P AC-3 440V 25A Bobina 220 VAC	SE

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_2	
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	8
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.					SIGUIENTE:	9
						APROBO:	ING C.R.F.S.					ESCALA:	1:1



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.LC1D32M7	2	Contactador Tesys D 3P AC-3 440V 32A Bobina 220 VAC	SE
SE.LADN22	3	Bloque de Contactos Auxiliar Tesys D 2NA+2NC Terminales de tornillo	SE
SE.LC1D12M7	3	Contactador Tesys Deca 3P 12A AC-3 220 AC 50/60Hz	SE
SE.LC1D09M7	2	Contactador Tesys D 3P AC-3 440V 9A Bobina 220 VAC	SE
SE.LC1D18M7	1	Contactador Tesys Deca 3P 18 A AC-3 220V AC 50/60Hz	SE
SE.LC1DFKU7	2	TeSys LC1-DF Contactador 12.5 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.LC1DMKU7	1	TeSys LC1-DF Contactador 25 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.LC1DPKU7	1	TeSys LC1-DF Contactador 30 kVAr- bobina 240 V AC	SE
SE.METSEPM8240	1	Medidor de montaje en panel PowerLogic PM8000 - PM8240	SE
SE.A9F74202	4	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 2P 2A curva C	SE

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2 HOJA: 9 SIGUIENTE: 10	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.					LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING C.R.F.S.					ESCALA: 1:1
									NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02			



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.GV2ME106	3	Magnética protección térmica del motor TeSys GV2ME - 3P - 4...6.3 A	SE
SE.GV4N11	17	Contacto Auxiliar TeSys GV Lateral 1NA+1NC	SE
SE.GV2ME076	2	Magnética protección térmica del motor TeSys GV2ME - 3P - 1.6...2.5 A	SE
SE.GV2ME146	6	Magnética protección térmica del motor TeSys GV2ME - 3P - 6...10 A	SE
SE.GV4P25B	2	Disyuntor magnético térmico TeSys GV4 - 25A 3P - con conector EverLink. Capacidad de salida 25kA a 380..415V CA 50/60 Hz.	SE
SE.GV4AE11	6	TeSys GV4 - Contacto auxiliar OF o SD para GV4	SE
SE.GV2L32	1	Magnética interruptor del motor TeSys GV2L - 3P - 32 A	SE
SE.GV2ME14	1	Magnética protección térmica del motor TeSys GV2ME - 3P - 6...10 A	SE
SE.GV4P12N	3	Disyuntor magnético térmico TeSys GV4 - 12.5A 3P - con conector EverLink. Capacidad de salida 50kA a 380..415V CA 50/60 Hz.	SE
SE.GV4P50B	1	Disyuntor magnético térmico TeSys GV4 - 50A 3P - con conector EverLink. Capacidad de salida 25kA a 380..415V CA 50/60 Hz.	SE

NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_2	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	10
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.				TITULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
						APROBO:	ING C.R.F.S.				ESCALA:	1:1
									NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	SIGUIENTE:	11



LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.GV2ME08	2	Magnética protección térmica del motor TeSys GV2ME - 3P - 2.5...4 A	SE
SE.GV2L08	2	Magnética interruptor del motor TeSys GV2L - 3P - 4 A	SE
SE.A9F94310	4	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60L 3P 10 A Curva C 15 kA (IEC 60898-1) 50 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.18656	1	Magnetotérmico, Acti9 NG125N, 4P, 63 A, C curva, 25 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.A9F94210	7	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 2P, 10 A, C curva, 15000 A (IEC 60898-1),25 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.18658	1	Magnetotérmico, Acti9 NG125N, 4P, 80 A, C curva, 25 kA (IEC 60947-2)	SE
SE.LV516426	1	Easypact CVS - Interruptorseccionador CVS160NA - 160 A - 4P	SE
SE.A9F94320	1	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 3P, 20 A, curva C, 15 kA (IEC 60898-1), 20 kA (60947-2)	SE
SE.A9F94340	1	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 3P, 40 A, curva C, 15 kA (IEC 60898-1), 25 kA (60947-2)	SE
SE.A9F94363	1	Magnetotérmico, Acti9 iC60L, 3P, 63 A, curva C, 15 kA (IEC 60898-1), 20 kA (60947-2)	SE

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2 HOJA: 11 SIGUIENTE: 12	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	RESPONSABLE	FIRMA		FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ISRAEL CONDORI F.					
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING C.R.F.S.					

LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
A9N18369	1	Interruptor magnetotérmico; Acti9 C120N; 3P; 80 A; curva C; 10000 A/10 kA	SE
SE.LV432694	1	NSX400N Micrologic 2.3, 400A 4P4D	SE
SE.A9F74402	1	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 2A curva C	SE
SE.V0	21	Interruptor Seccionador 3P 25A	SE
SE.V1	1	Interruptor Seccionador 3P 32A	SE
SE.V01	1	Interruptor Seccionador 3P 20A	SE
SE.A9F77210	1	Interruptor Termomagnético Riel Acti 9 iC60N 2P 10 A Curva C 6 kA(IEC 60898-1) 10 kA (IEC 60947-2)	SE
KAP.Micro Interruptor	2	Micro Interruptor eje metalico 1 NC	KAP
SE.XB4BD53	23	selector, iluminable, 22 mm, redondo, metal, brillante, blanco, selector, corto, 3 posiciones I-O-II, sostenido, ángulo de conmutación 2x45°, 10:30h/12h/13:30 h, con soporte, 1 NA, 1 NA, borne de tornillo	SE
XB4BS8445	23	Seta de emergencia Harmony XB4- seta de seguridad de metal roja Ø40, Ø22, giro del gatillo para liberar, 1 NO + 1 NC	SE

NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA	2022-05-07	+ CCM_2	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				2022-05-07	HOJA:	12
			MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.				2022-05-07	SIGUIENTE:	13
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING C.R.F.S.				2022-05-07		
	N° REV	FECHA	REVISIONES					ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	

LISTA DE SUMA DE ARTICULOS

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
SE.NSYCCOTH230VID	5	Climasys CC-termostato electronico 200..240V rango de temperatura -40...80°C	SE
ABL6TS10U	1	voltage transformer - 230..400 V - 1 x 230 V - 100 VA	SE
ABL6TS16U	1	voltage transformer - 230..400 V - 1 x 230 V - 160 VA	SE
SE.METSECT5ME040	4	Transformador de corriente, Tipo ME, 400 / 5A, Ø22, 10x30 / 11x25 / 12x20, perfil de cable / barra Clase 0.5 / 10.5VA o Clase 1 / 15VA o Clase 3 / 18VA	SE
SE.ATS22D32Q	1	Altistart 22 - ATS22 arrancador suave para motores asincronos 15kW - 230...440V - 32A	SE
SE.ATV320U07N4B	1	Variador de velocidad - 0.75kW - 380...500V - 3 fase - libro	SE
SE.ATV630U15N4	1	Variadores de velocidad IP21 1,5KW 400/480v	SE



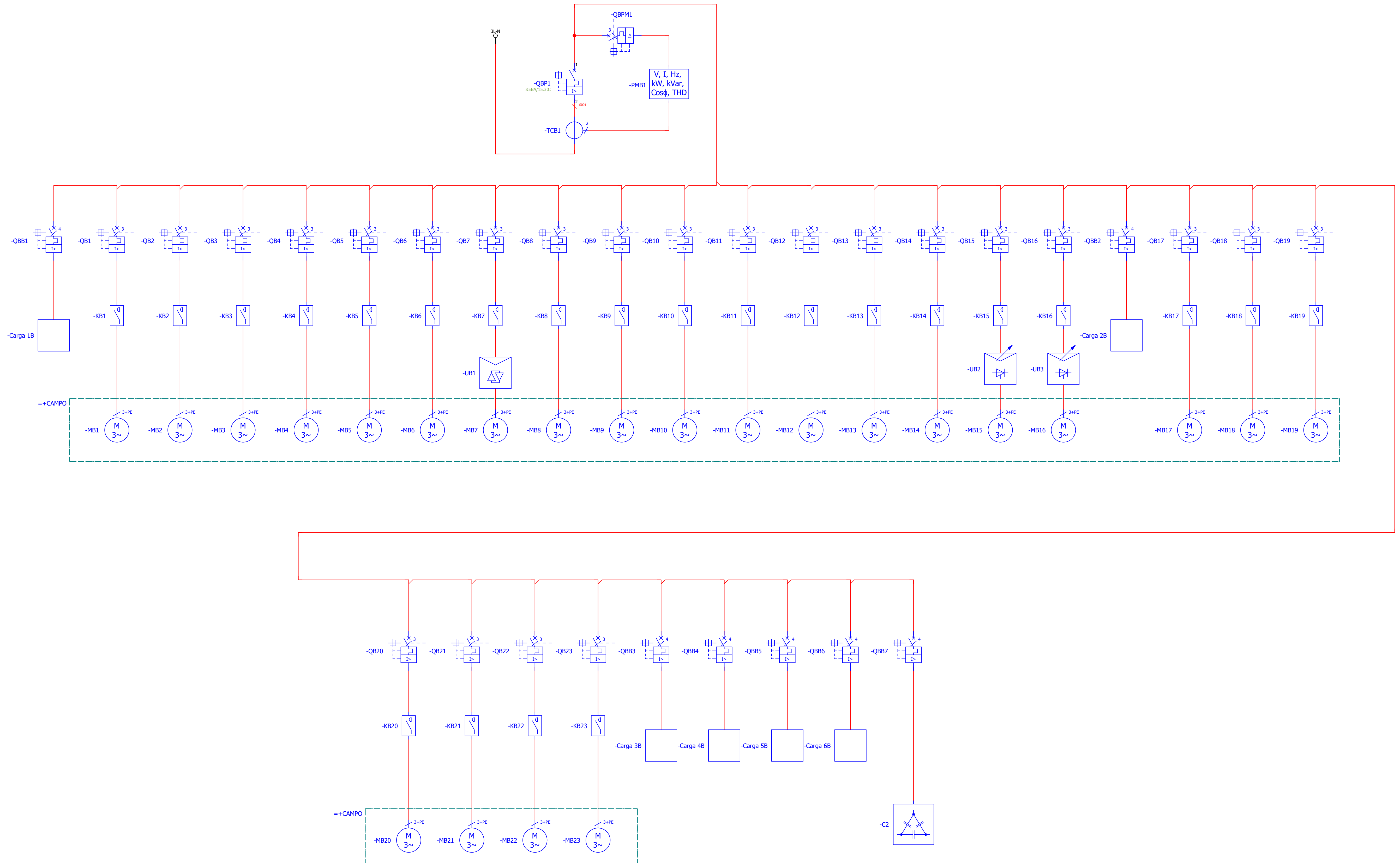

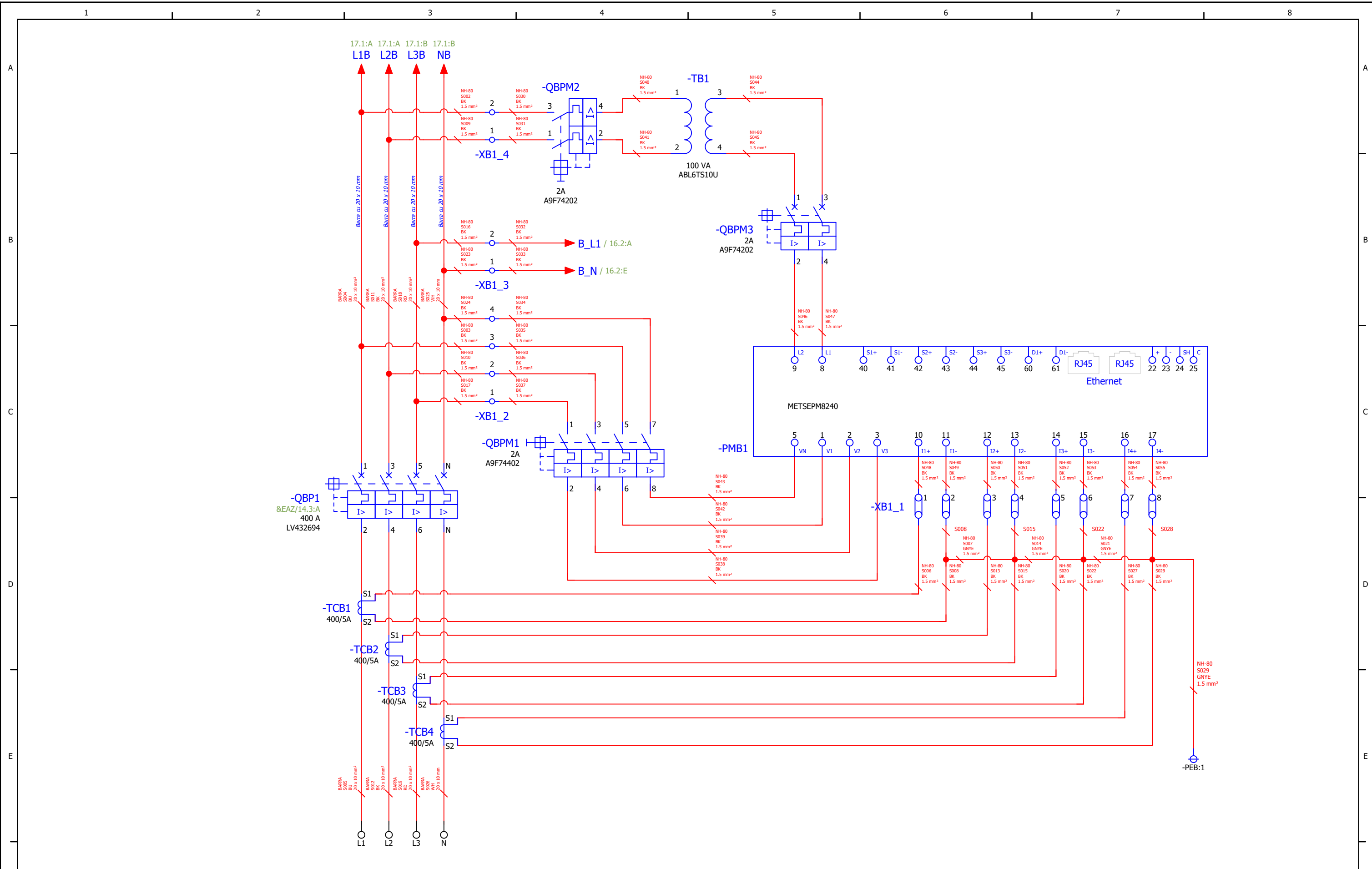


NOTAS:			TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F	
			GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		+ CCM_2	
			ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.					HOJA:	13
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.				TITULO:	LISTA DE SUMA DE ARTICULOS
						APROBO:	ING C.R.F.S.				ESCALA:	1:1
									NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02		
										SIGUIENTE:	&EAZ/14	

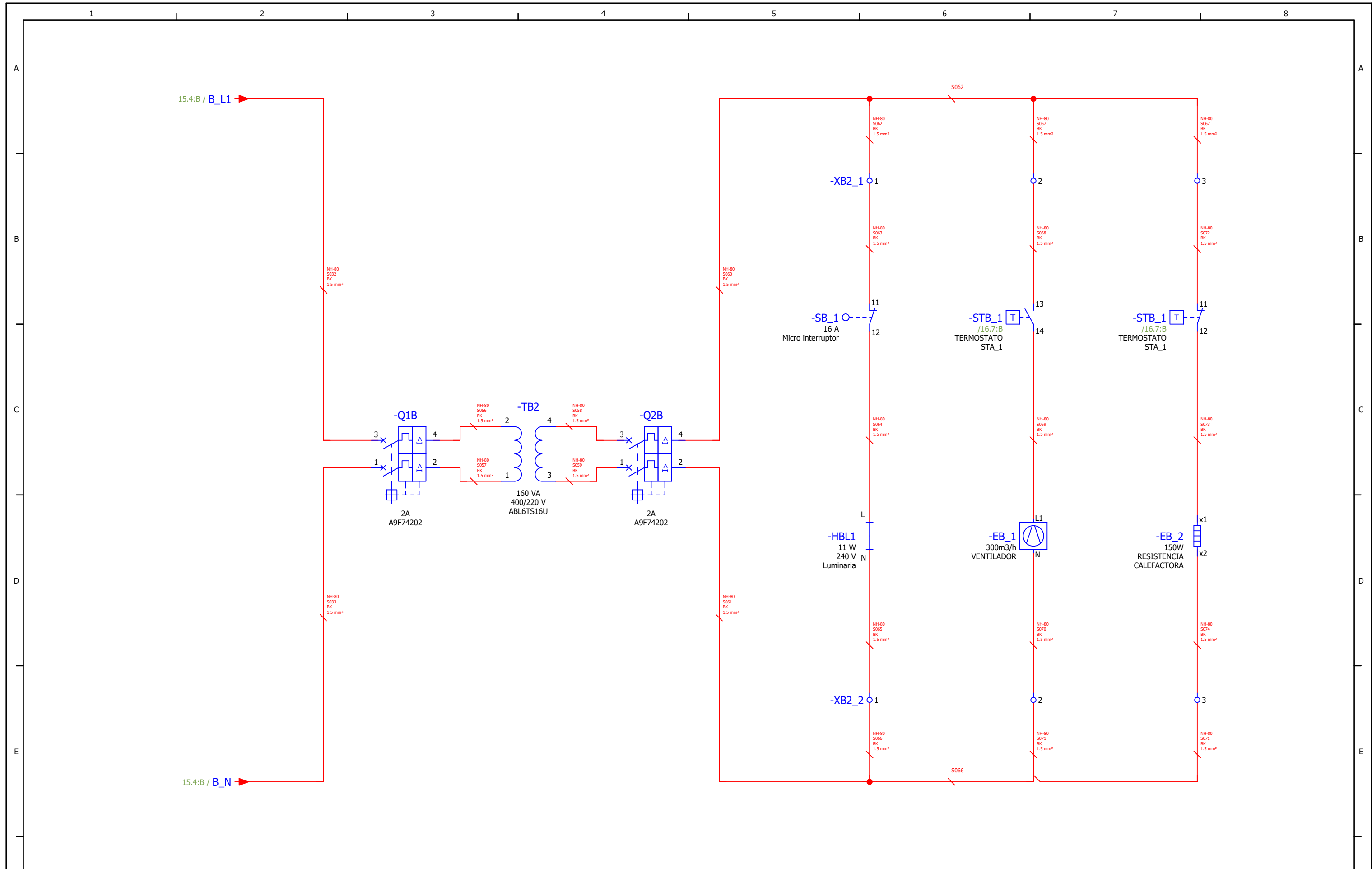
DIAGRAMA UNIFILAR CCM 2
400 V a.c. - 4F - 50 Hz



NOTAS:	TIPO DE GABINETE:		AUTOPORTADO		PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN:			CLIENTE:		PROYECTO: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES = 70RHF1F TÍTULO: ESQUEMA MONOPOLAR = CCM_2 ESCALA: 1:1 NOMBRE DE TABLERO:
	GRADO DE PROTECCIÓN:		IP 55		RESPONSABLE:	FIRMA:	FECHA:			
	ACABADO:		RAL 7035		DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
	MATERIAL:		METALICO		DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
	EMITIDO TAL COMO FABRICADO		MATERIAL:		REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07			
Nº REV	FECHA	REVISIONES		APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	PROJ:	14	SIGUIENTE:	
								BEBAV15		

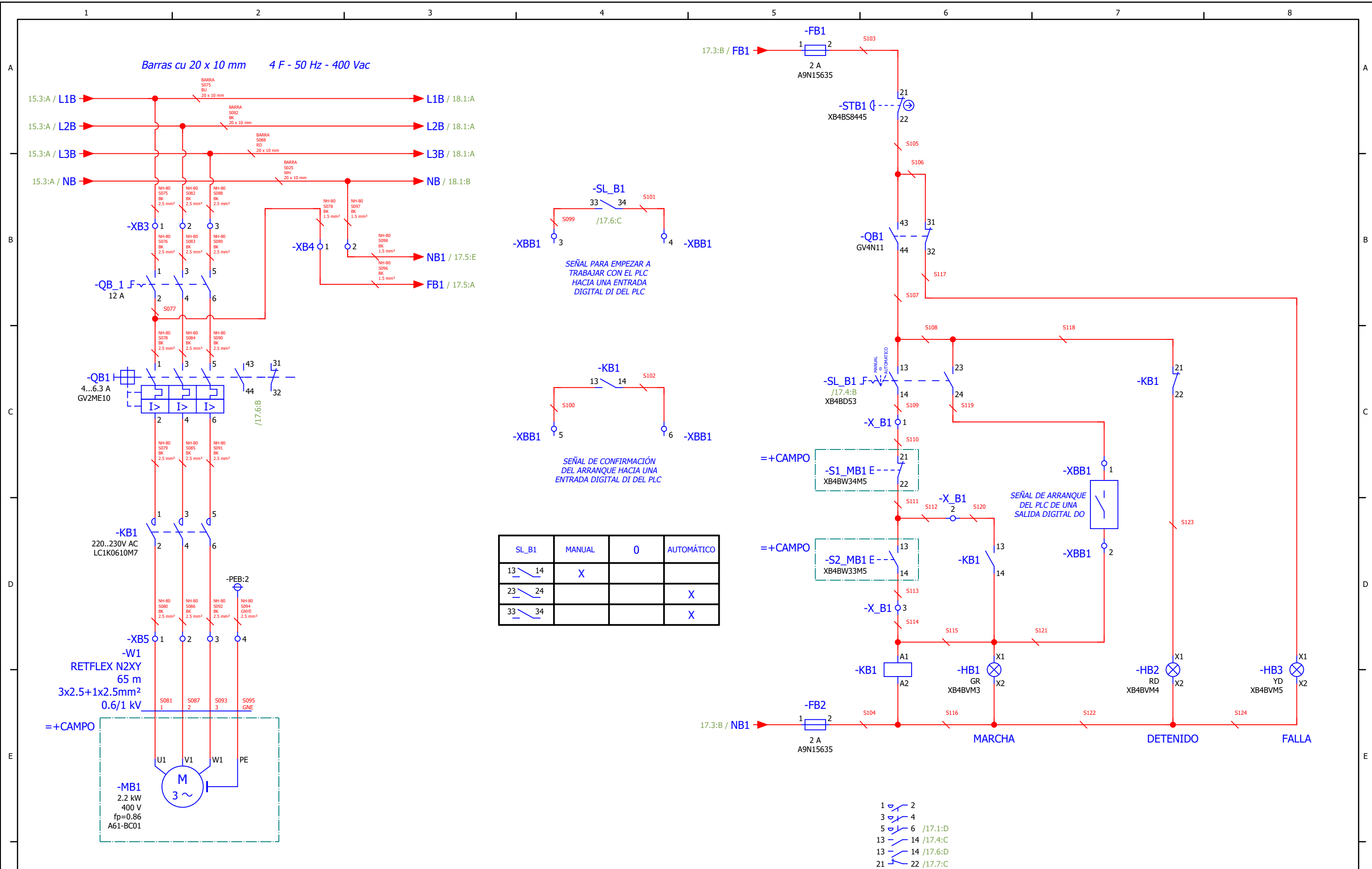


NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		TITULO:		ESQUEMA MULTIPOLAR	+ CCM_2	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.			2022-05-07			HOJA:	15
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.			2022-05-07		SIGUIENTE:	16
						REVISO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02		
						APROBO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07					

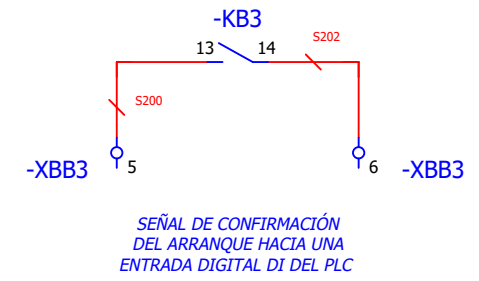
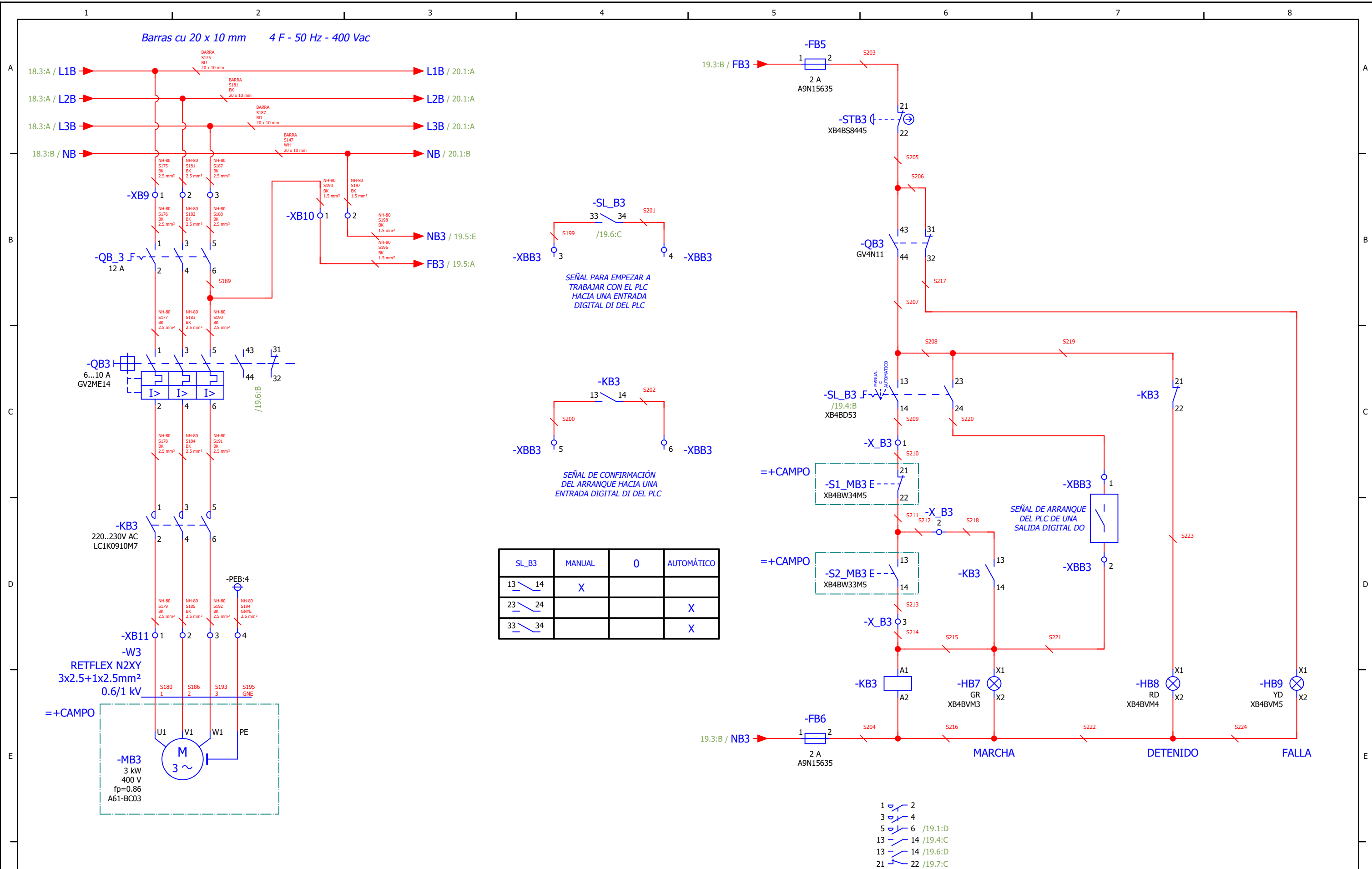


NOTAS:	N° REV		FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:		= 70RHF1F	
					GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES		+ CCM_2	
					ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TITULO:		ESQUEMA MULTIPOLAR	HOJA: 16
			2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		ESCALA: 1:1		NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	SIGUIENTE: 17
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07						

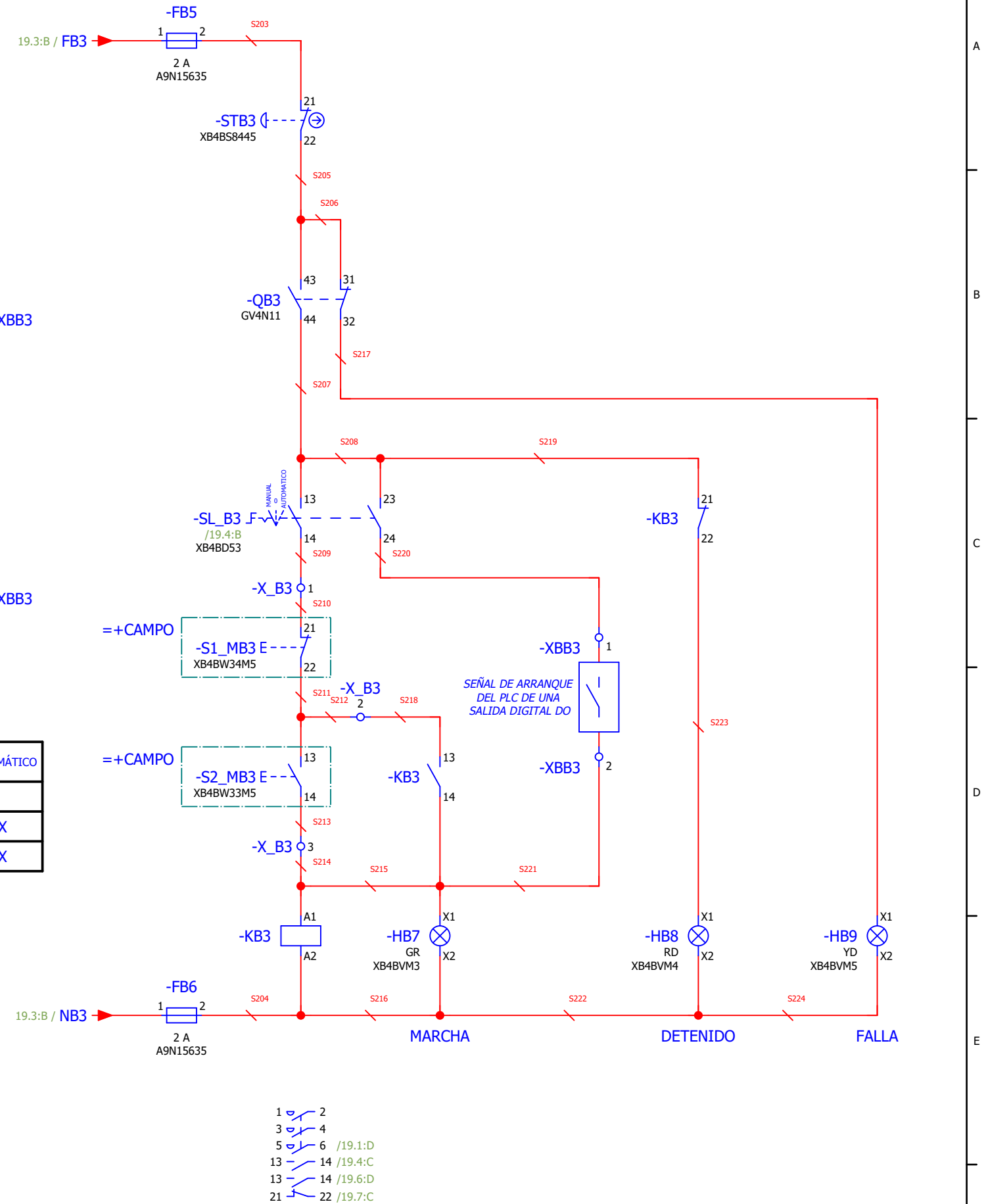




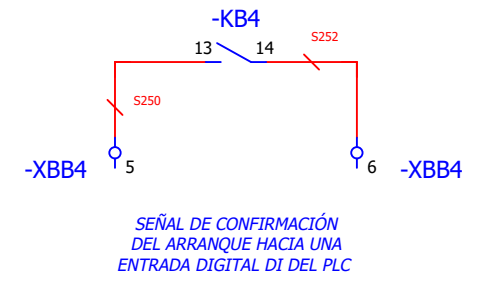
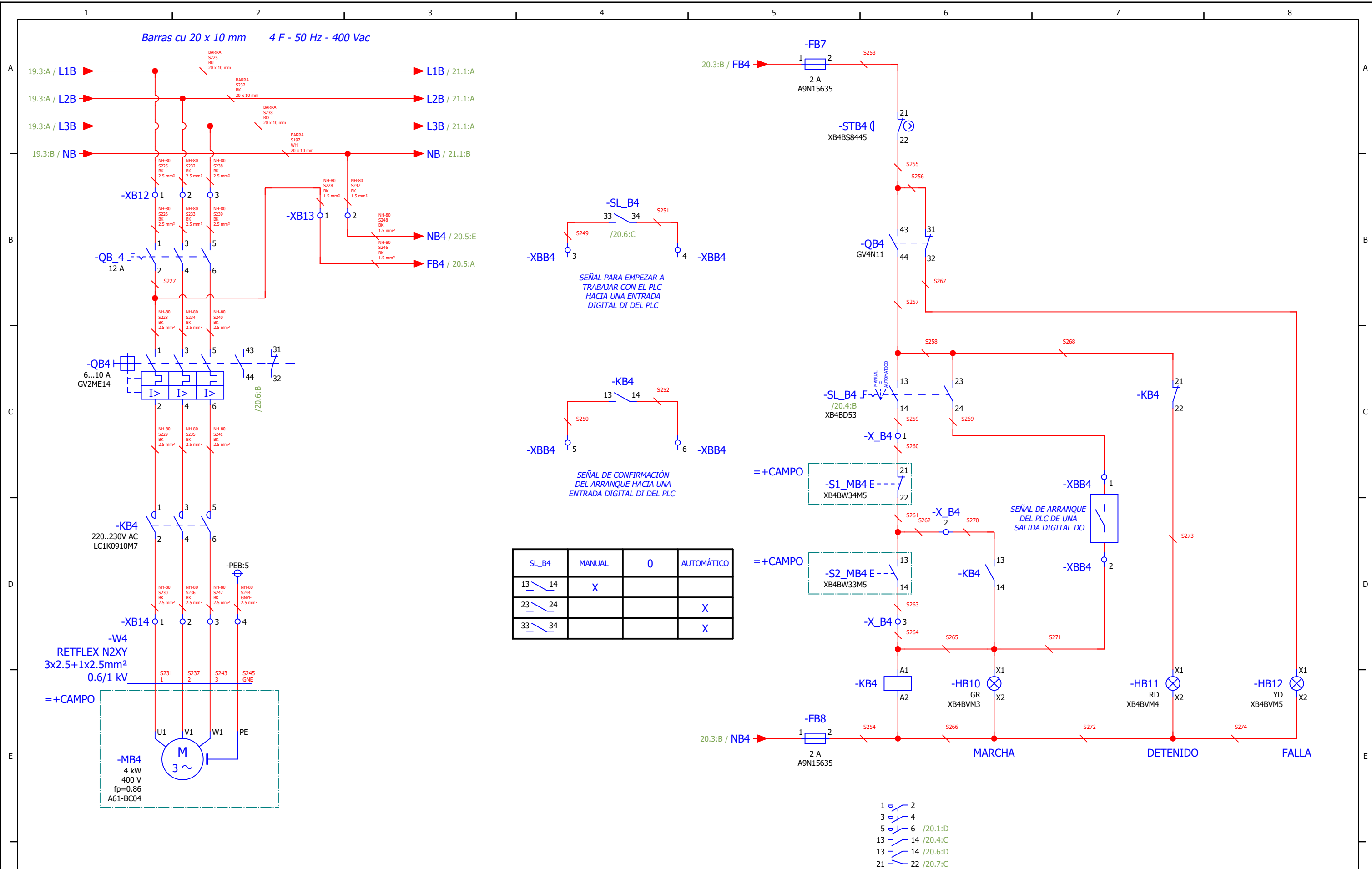
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 1 ARRANQUE DIRECTO	SIGUIENTE: 18	
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			ESCALA: 1:1
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07			
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07			



	SL_B3	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13 / 14		X		
23 / 24				X
33 / 34				X



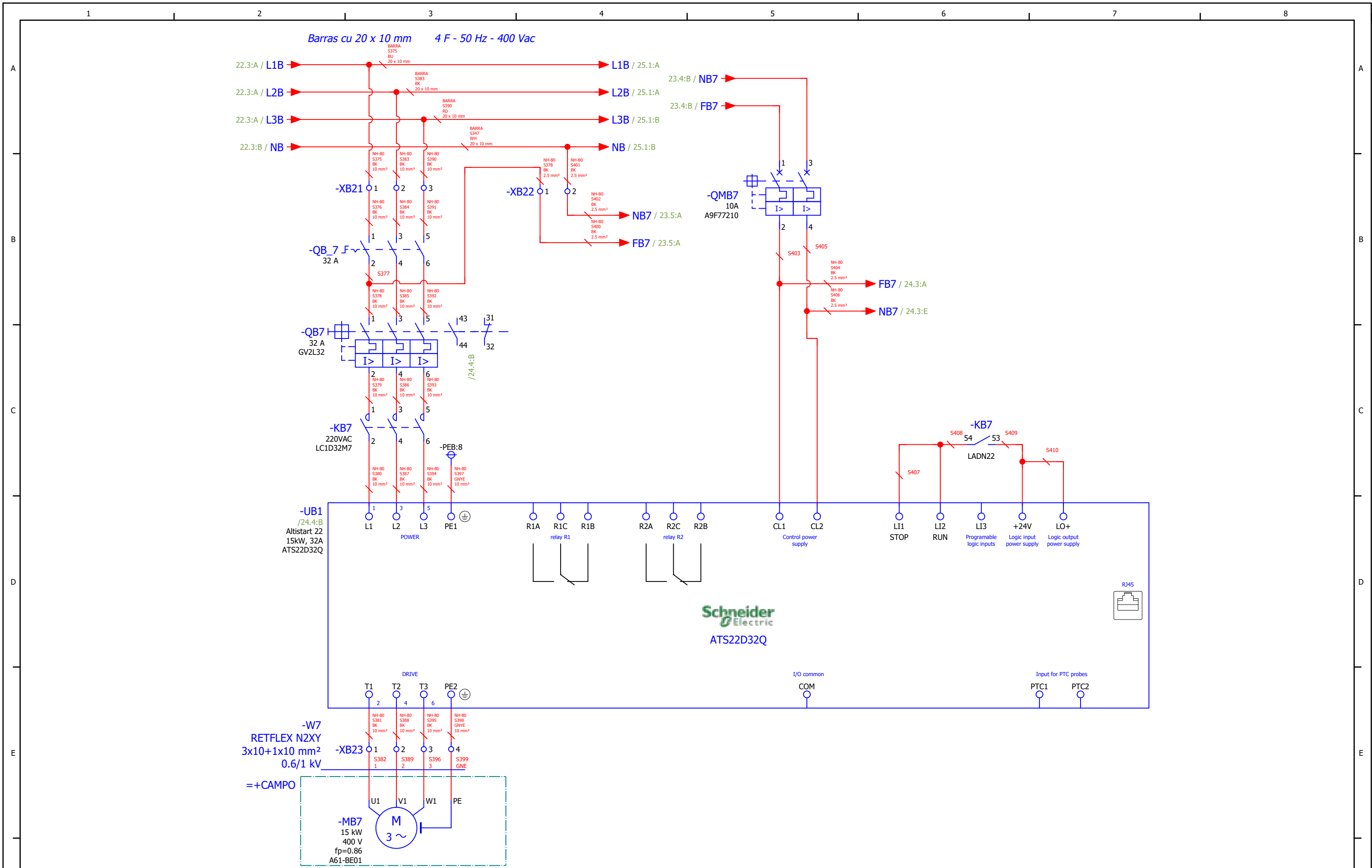
NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2				
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES					
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07							
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07							
	2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		TITULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 3 ARRANQUE DIRECTO	HOJA:	19		
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	SIGUIENTE:	20




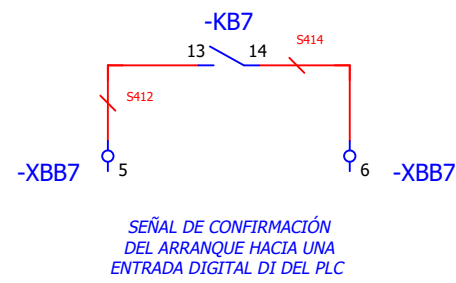
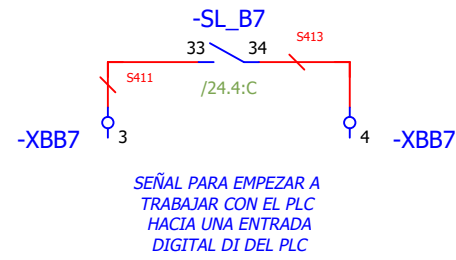
SL_B4	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13 / 14	X		
23 / 24			X
33 / 34			X

- 1 2
- 3 4
- 5 6 /20.1:D
- 13 14 /20.4:C
- 13 14 /20.6:D
- 21 22 /20.7:C

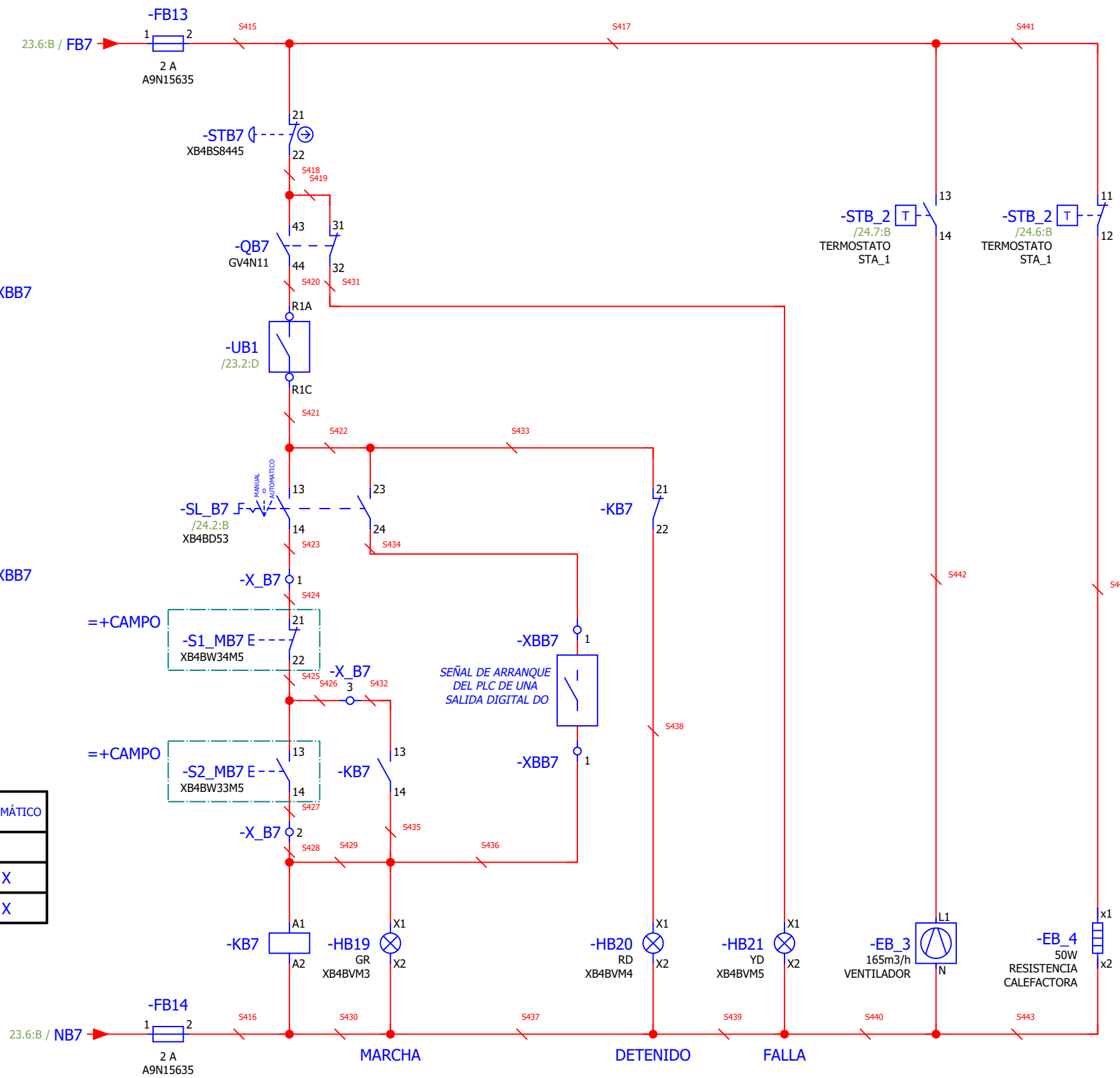
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL MOTOR 4 ARRANQUE DIRECTO	
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		HOJA:	20	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		SIGUIENTE:	21	
									ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
						RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	INGRA	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	23
								CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 7 CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)			SIGUIENTE:
									ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	24

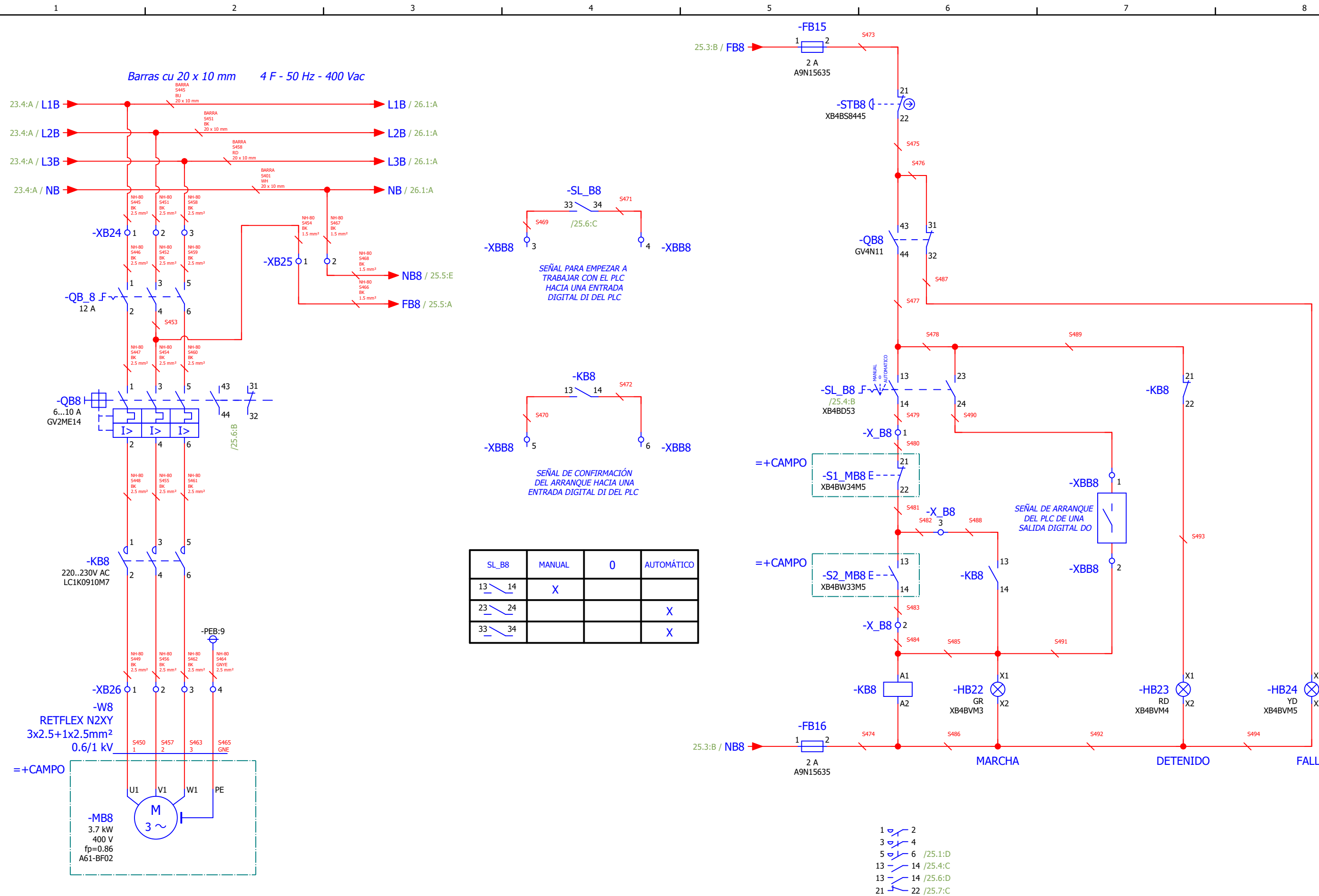


SL_B6	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X

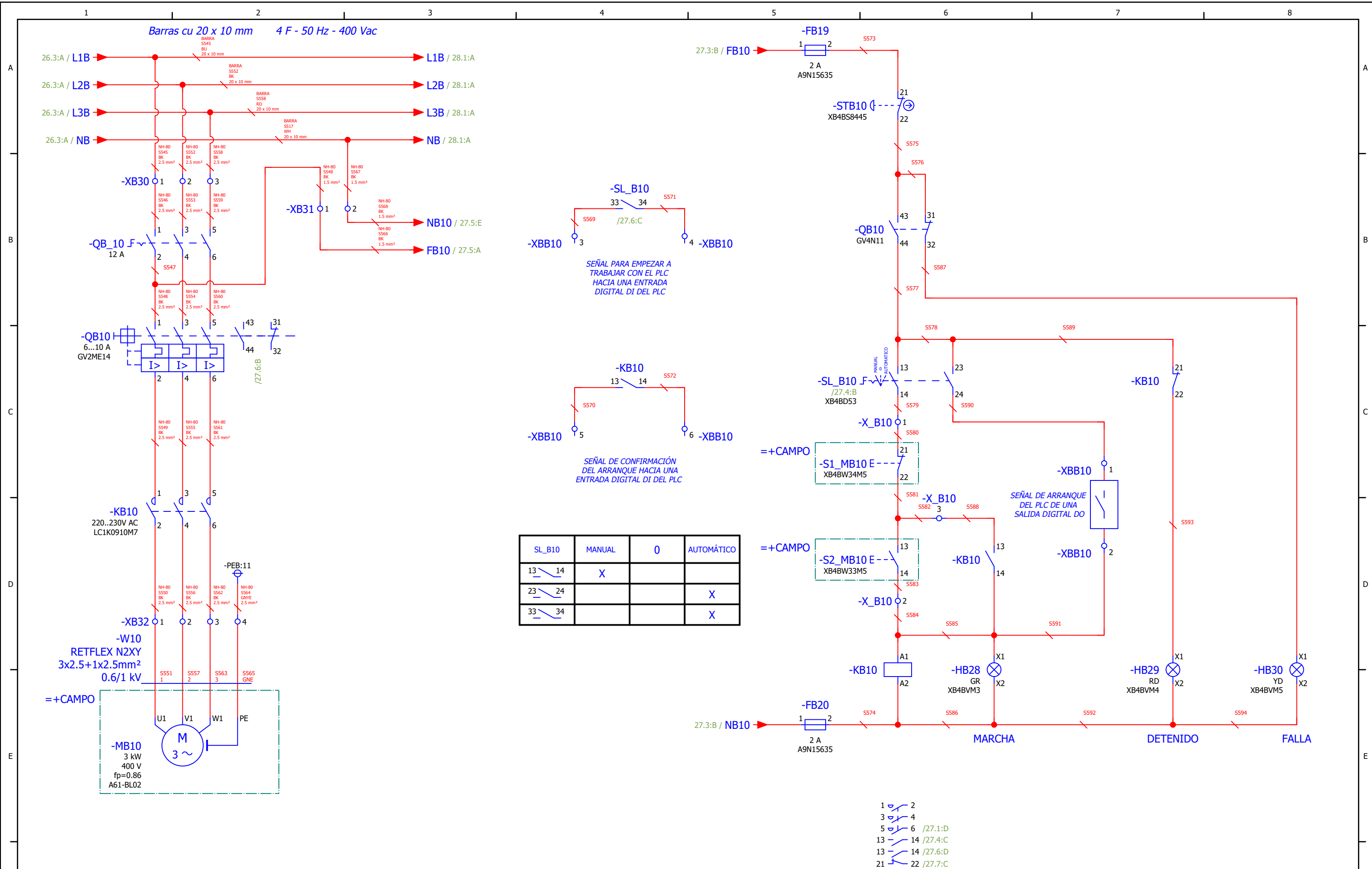


- 1 2
- 3 4
- 5 6 /23.3:C
- 13 14 /24.2:C
- 13 14 /24.4:D
- 21 22 /24.5:C
- 53 54 /23.6:C

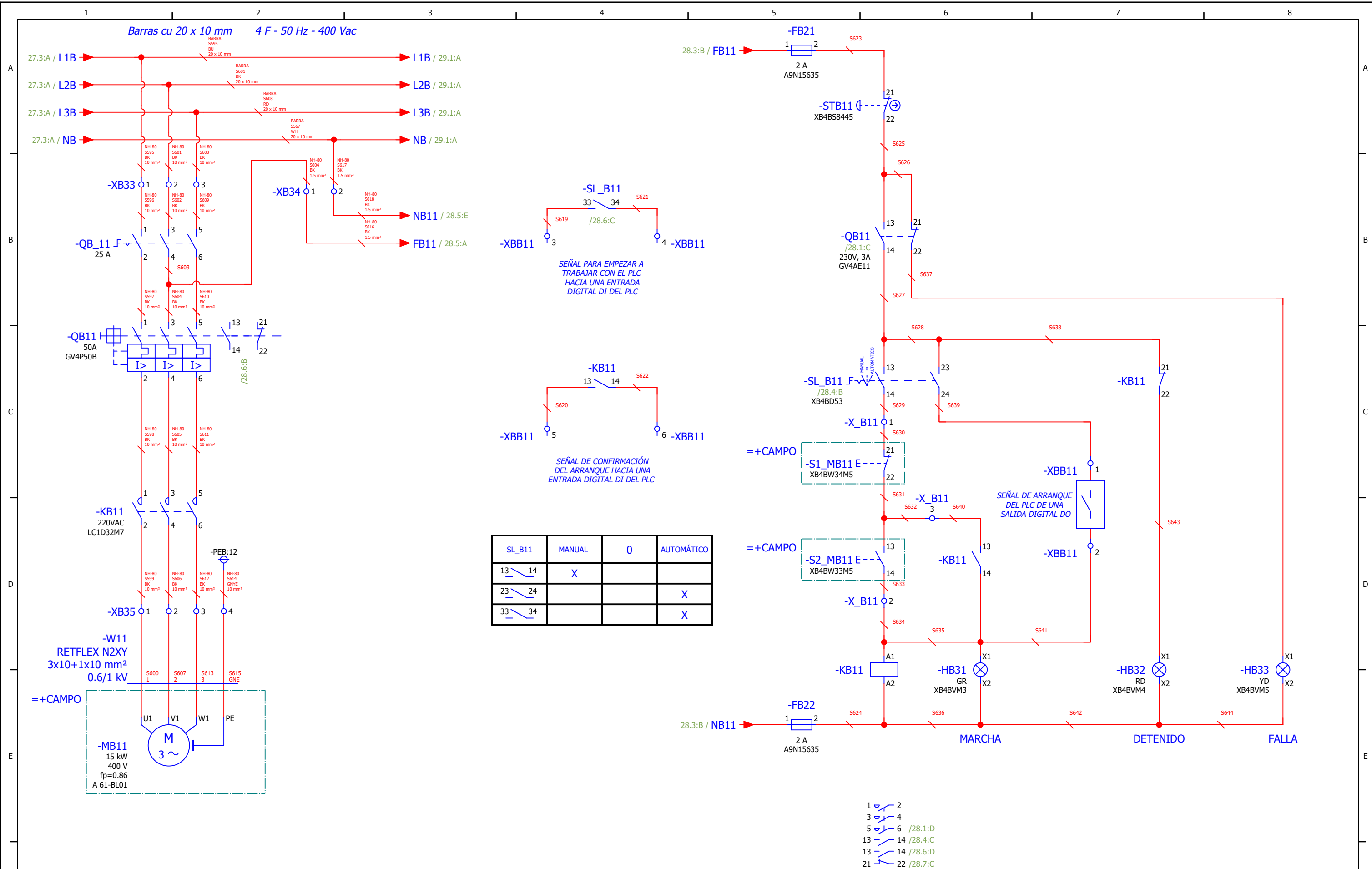
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_2
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	HOJA: 24
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 7 CON ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTERS)	SIGUIENTE: 25
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	



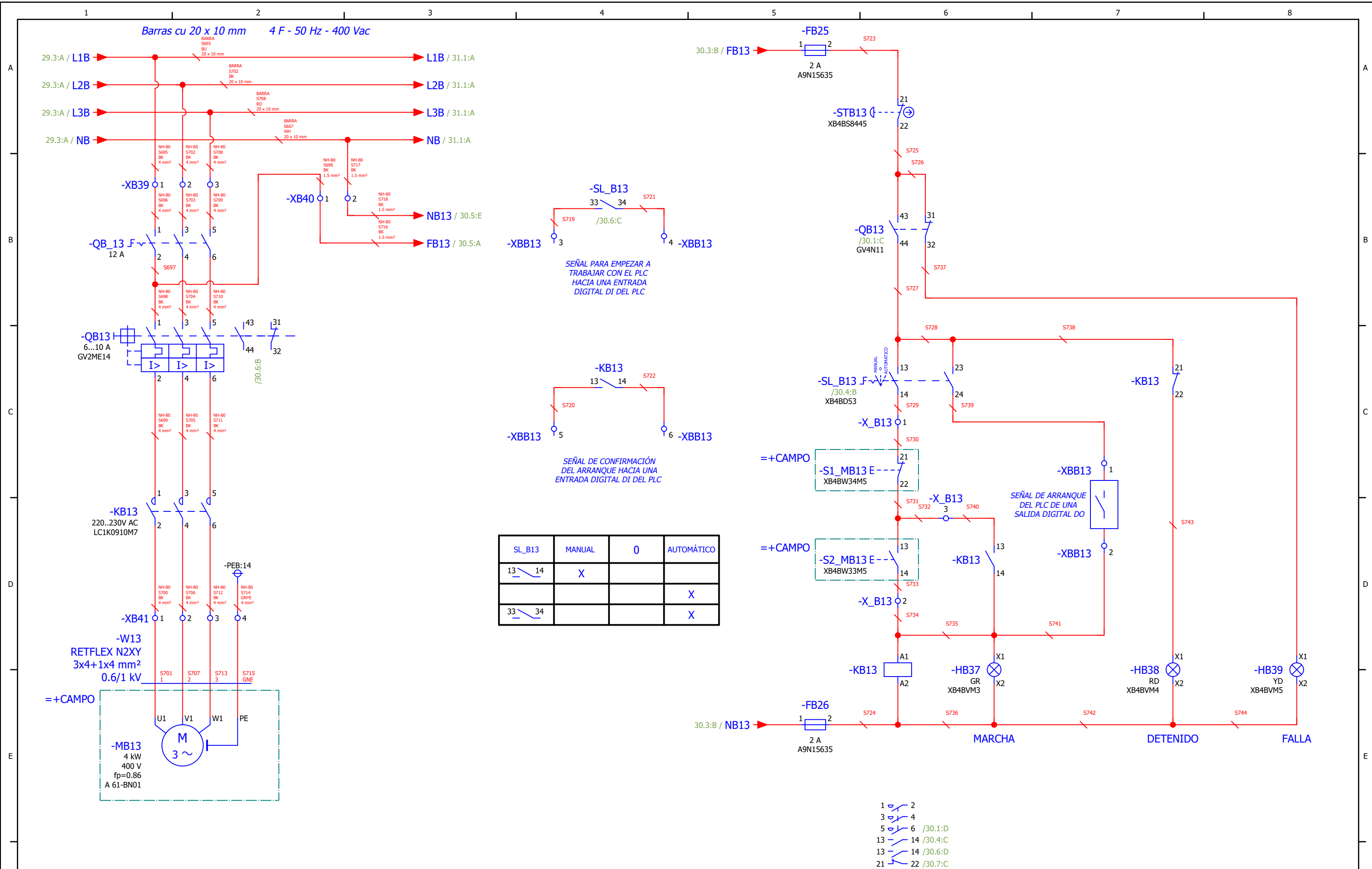
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_2
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	HOJA: 25
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 8 ARRANQUE DIRECTO	SIGUIENTE: 26
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02



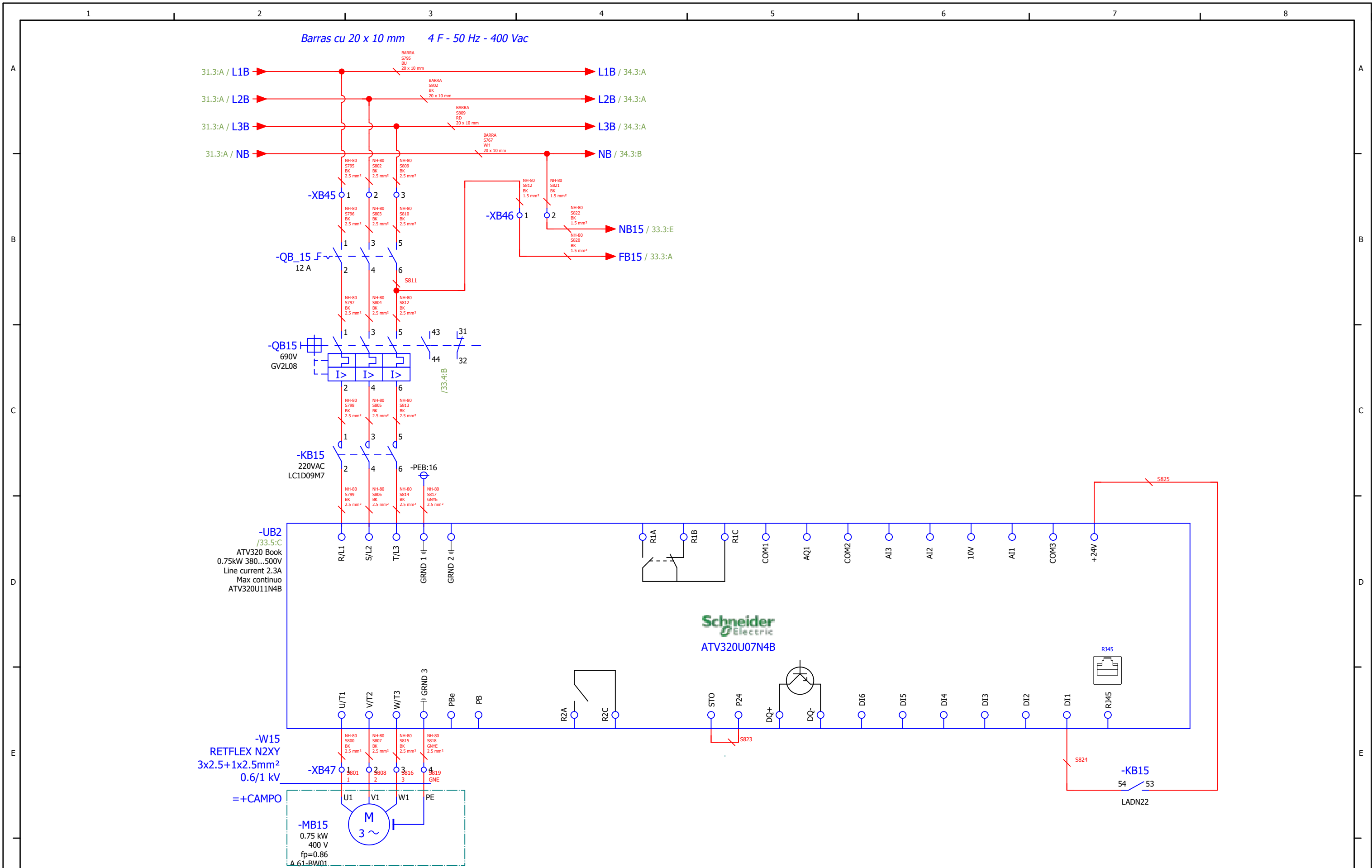
NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F + CCM_2		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			TÍTULO:			HOJA:	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.				2022-05-07			CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 10	27
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				2022-05-07			ARRANQUE DIRECTO	SIGUIENTE:
					APROBO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	28				





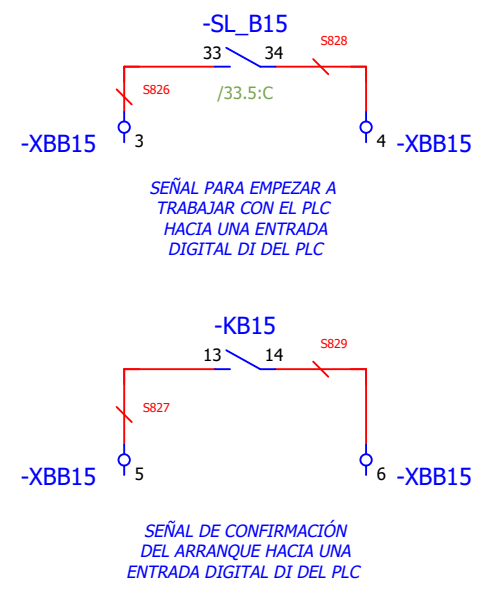
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 11 ARRANQUE DIRECTO
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		HOJA:	28
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		SIGUIENTE:	29
										ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02



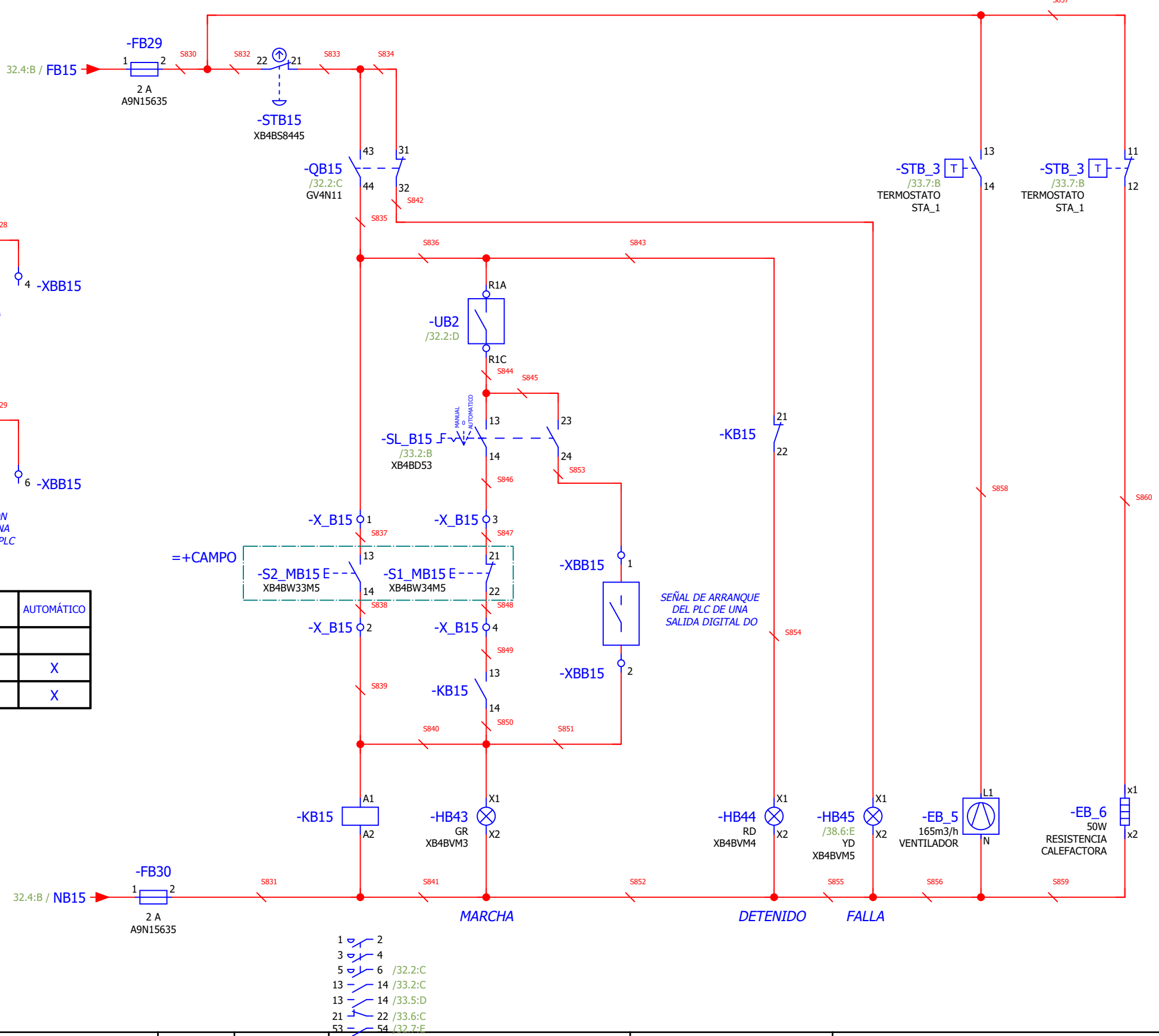
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07			30
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07			31




NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_2
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07	 	TÍTULO:	HOJA:
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		CIRCUITO DE FUERZA DEL MOTOR 15 CON VARIADOR DE VELOCIDAD	32
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		SIGUIENTE:	33
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	



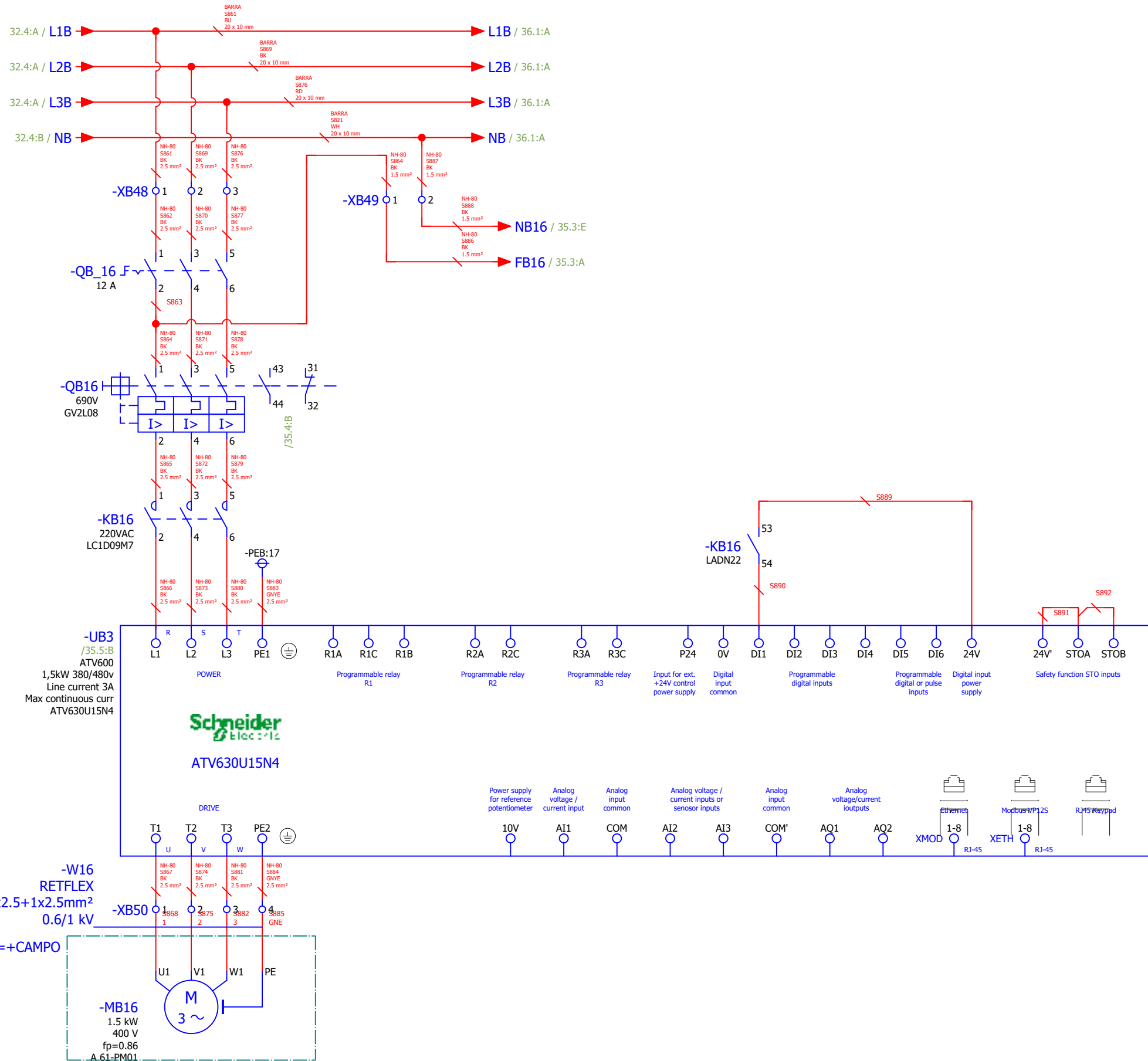
SL_B15	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			X
33-34			X



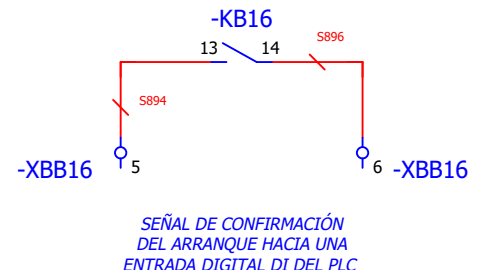
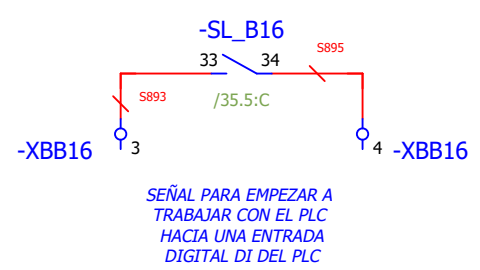
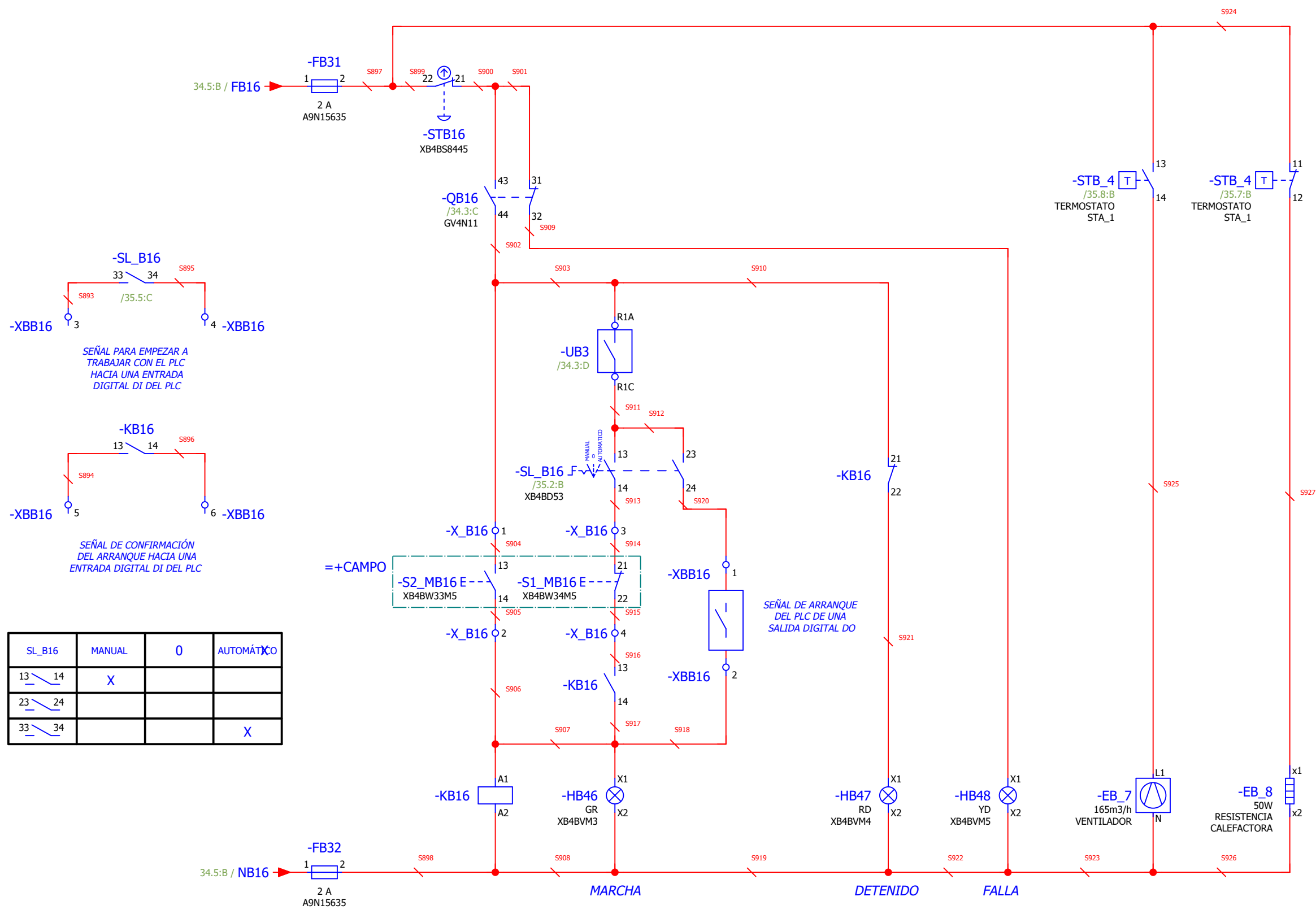
- 1-2
- 3-4
- 5-6 /32.2:C
- 13-14 /33.2:C
- 13-14 /33.5:D
- 21-22 /33.6:C
- 53-54 /32.7:F

NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	+ CCM_2
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	HOJA:
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 15 CON VARIADOR DE VELOCIDAD	33
						REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		SIGUIENTE:	34
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	

Barras cu 20 x 10 mm 4 F - 50 Hz - 400 Vac



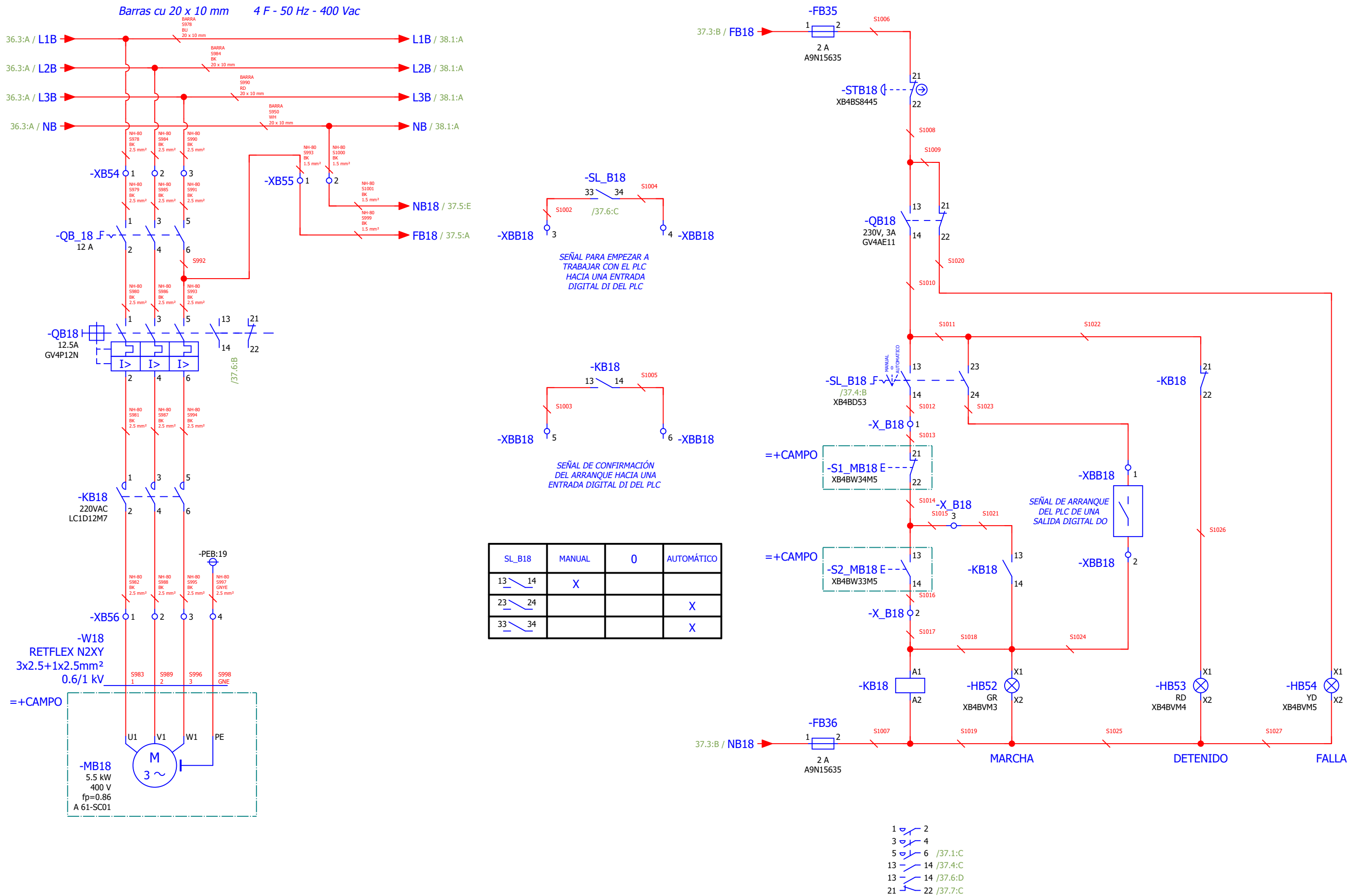
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07				
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07				
	2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO	APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	TITULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 16 CON VARIADOR DE VELOCIDAD	HOJA:	34		
							ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	SIGUIENTE:	35



SL_B16	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13-14	X		
23-24			
33-34			X

- 1 2
- 3 4
- 5 6 /34.3:C
- 13 14 /35.2:C
- 13 14 /35.5:D
- 21 22 /35.6:C
- 53 54 /34.6:C

NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F + CCM_2			
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA			FECHA			2022-05-07		
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.							2022-05-07		
				MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.							2022-05-07		
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO		APROBO:	ING C.R.F.S.							2022-05-07		
											TITULO:	CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR 16 CON VARIADOR DE VELOCIDAD	HOJA:	35		
											ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	SIGUIENTE:	36



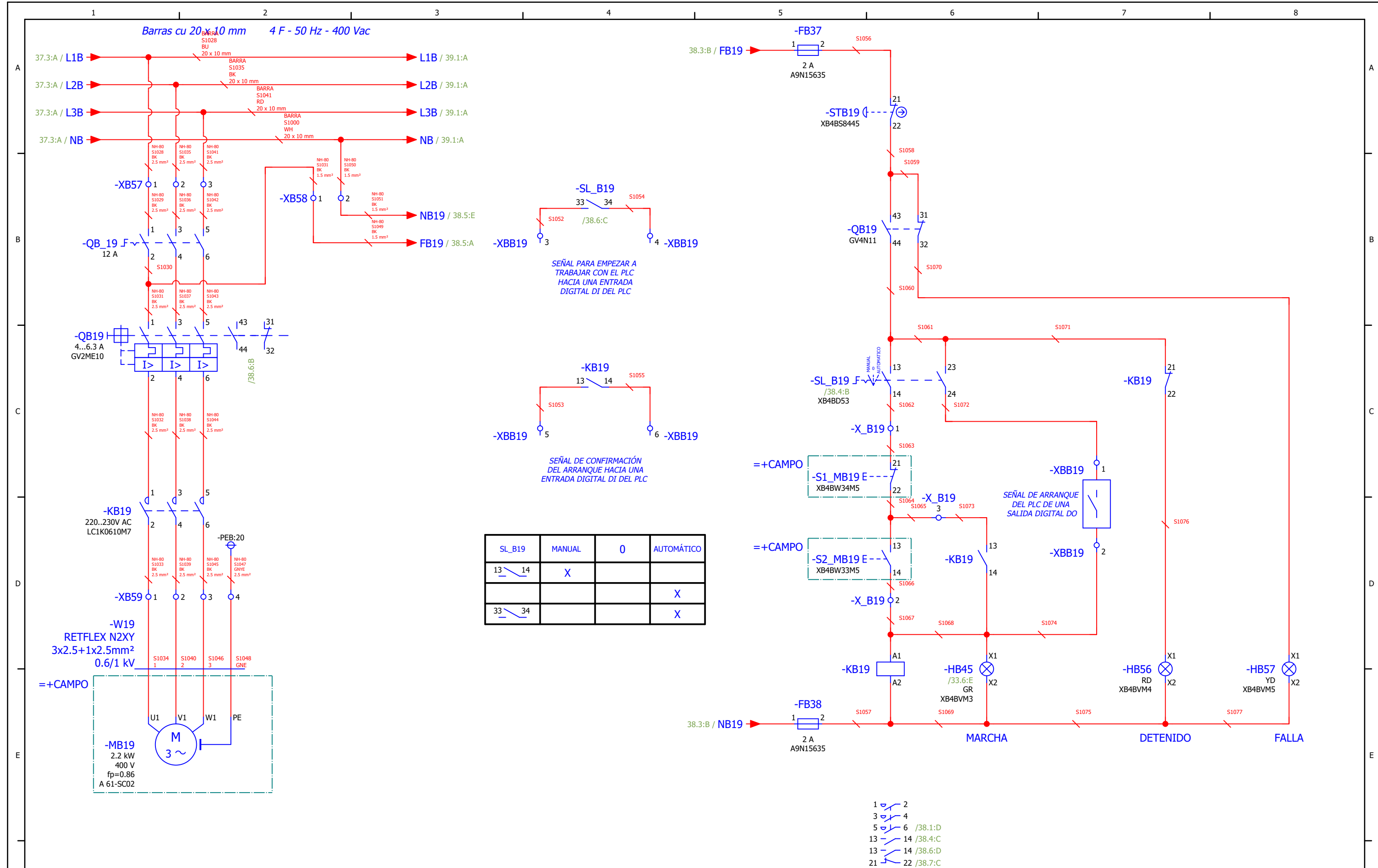
-SL_B18
SEÑAL PARA EMPEZAR A TRABAJAR CON EL PLC HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC

-KB18
SEÑAL DE CONFIRMACIÓN DEL ARRANQUE HACIA UNA ENTRADA DIGITAL DI DEL PLC

SL_B18	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13 / 14	X		
23 / 24			X
33 / 34			X

- 1 2
- 3 4
- 5 6 /37.1:C
- 13 14 /37.4:C
- 13 14 /37.6:D
- 21 22 /37.7:C

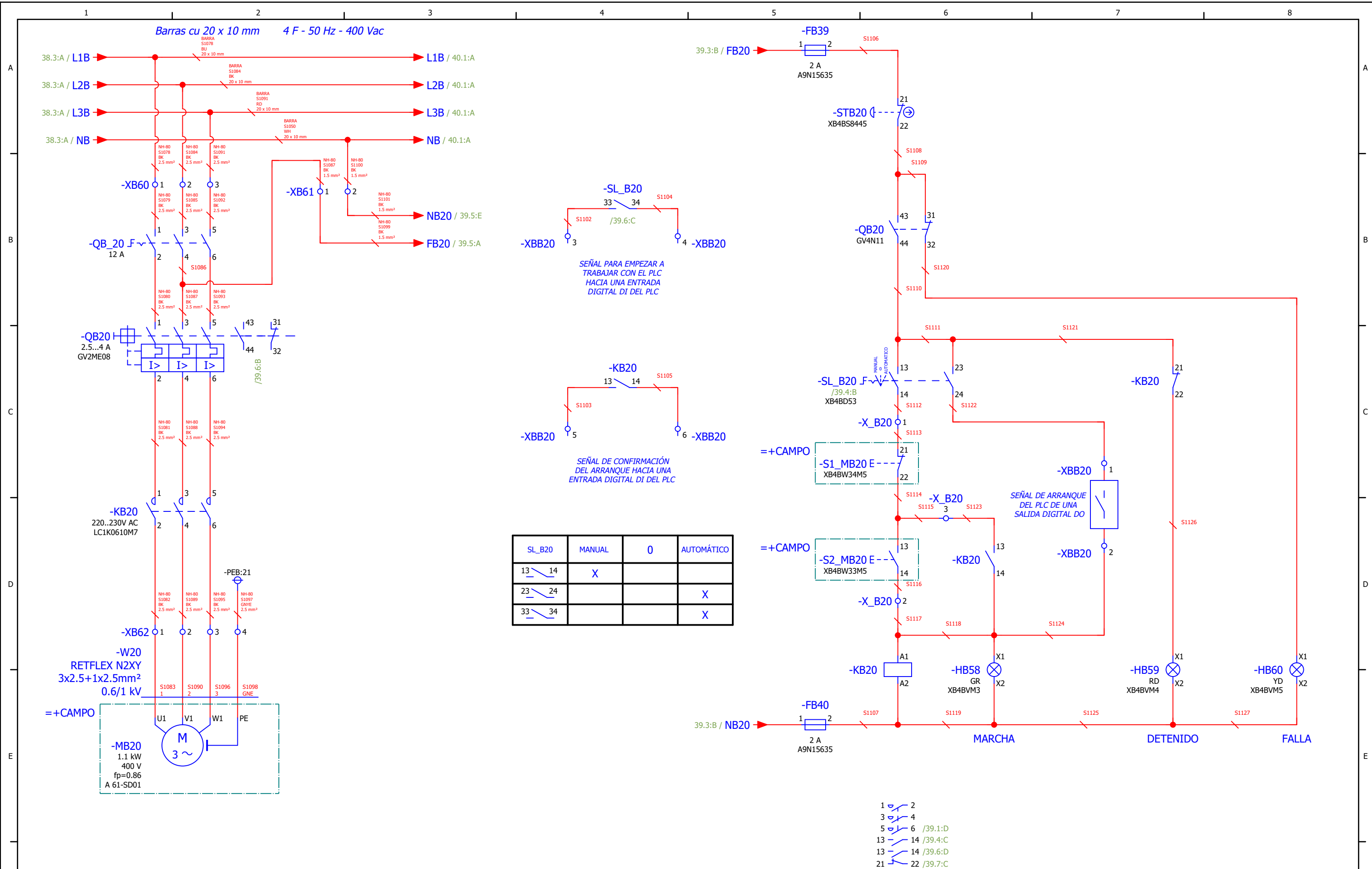
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2	
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 18 ARRANQUE DIRECTO	
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		HOJA:	37	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		SIGUIENTE:	38	
									ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02



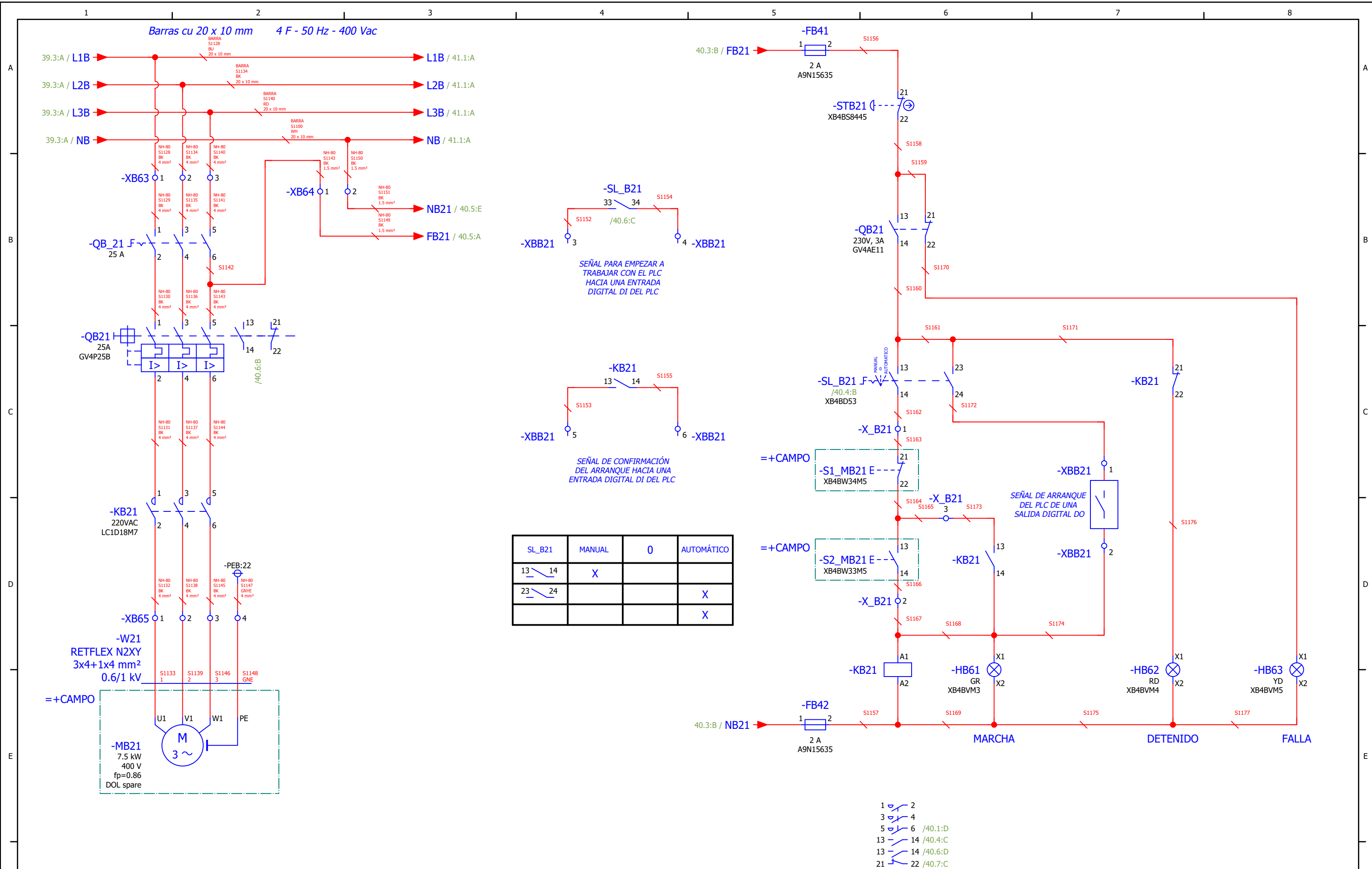
SL_B19	MANUAL	0	AUTOMÁTICO
13 / 14	X		
			X
33 / 34			X

- 1 2
- 3 4
- 5 6 /38.1:D
- 13 14 /38.4:C
- 13 14 /38.6:D
- 21 22 /38.7:C

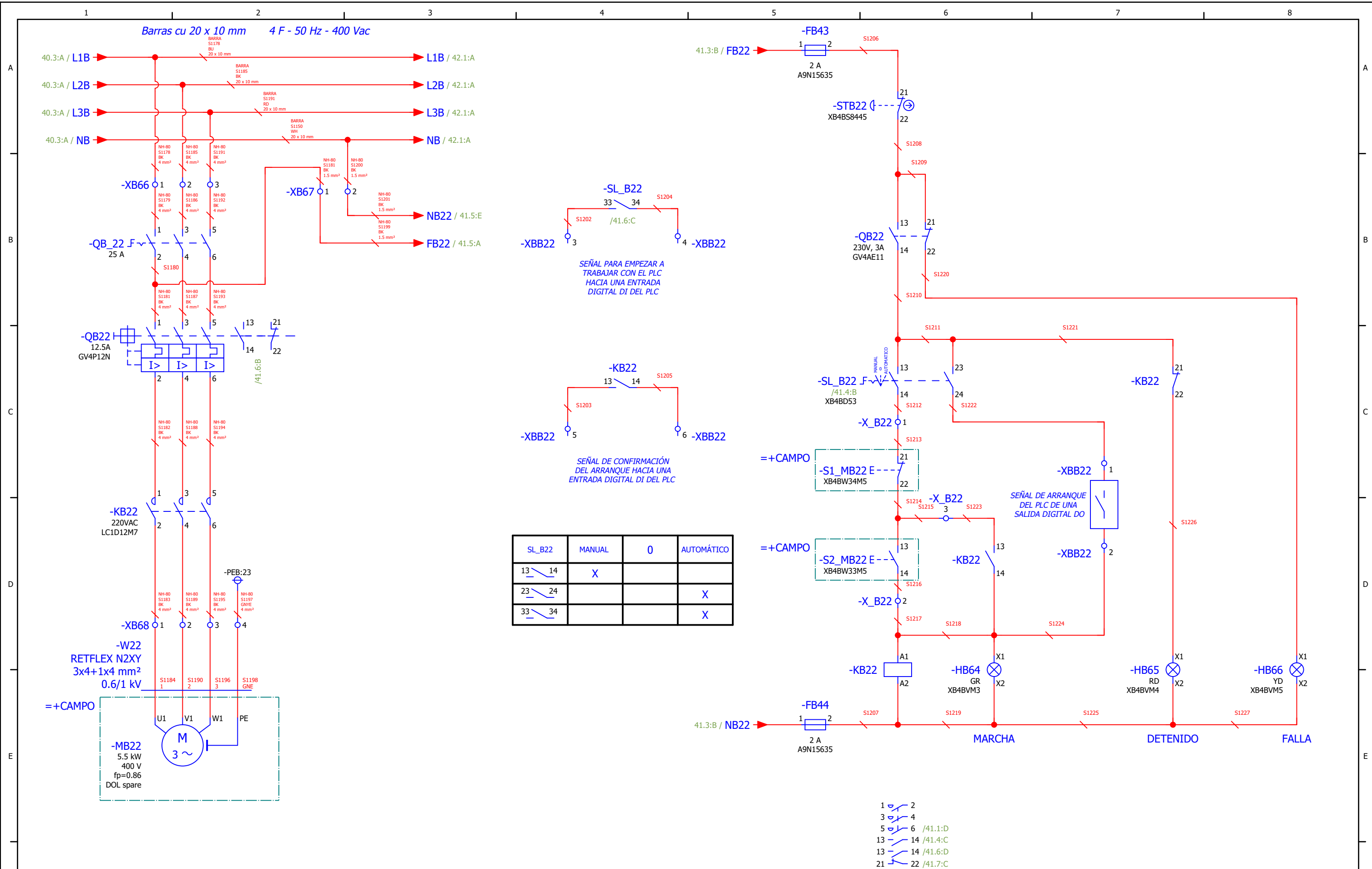
NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 19 ARRANQUE DIRECTO
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		HOJA:	38
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		SIGUIENTE:	39
ESCALA: 1:1		NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02									



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		CENRO DE CONTROL DE MOTORES	40
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			
						REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 20 ARRANQUE DIRECTO	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07			ESCALA: 1:1

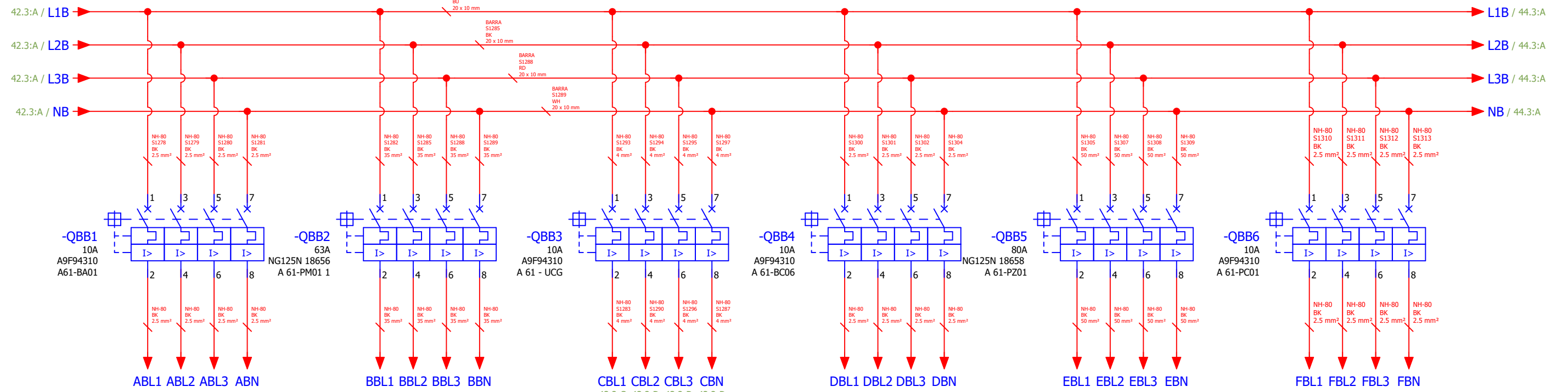


NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07		HOJA: 40	
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07			SIGUIENTE:
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO			REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		41	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02	

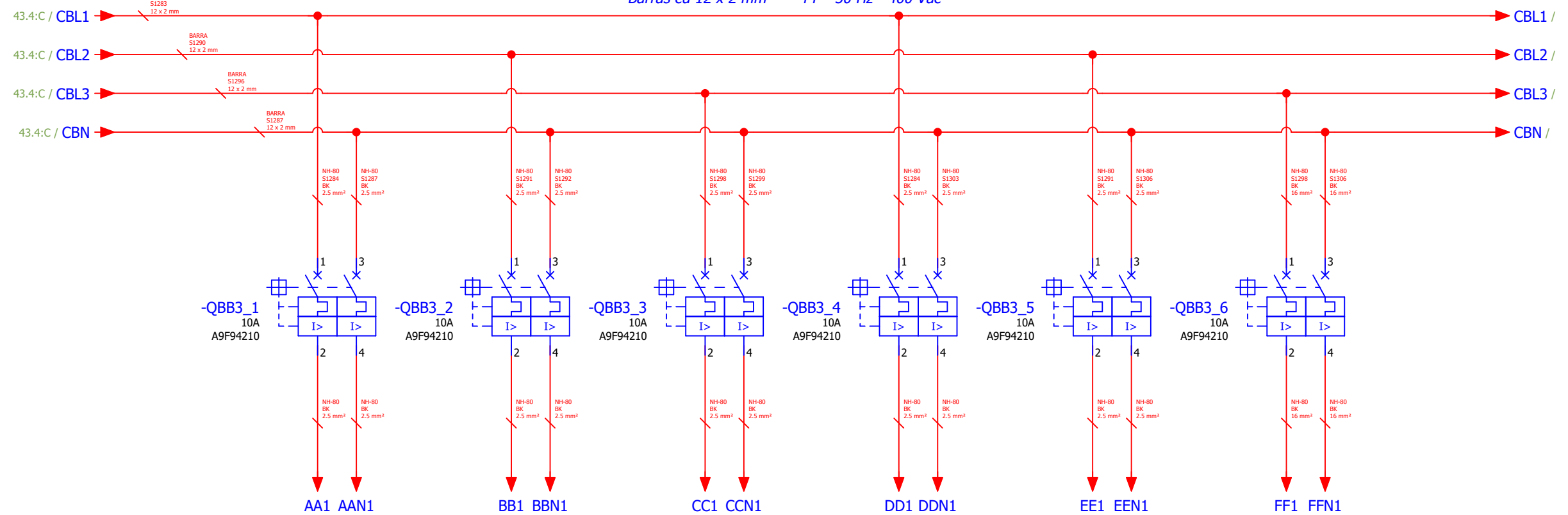



NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:	PROYECTO: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F + CCM_2			
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA				DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07
				ACABADO:	RAL 7035	REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		TÍTULO:	CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL MOTOR 22 ARRANQUE DIRECTO	HOJA: 41		
		2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	SIGUIENTE: 42

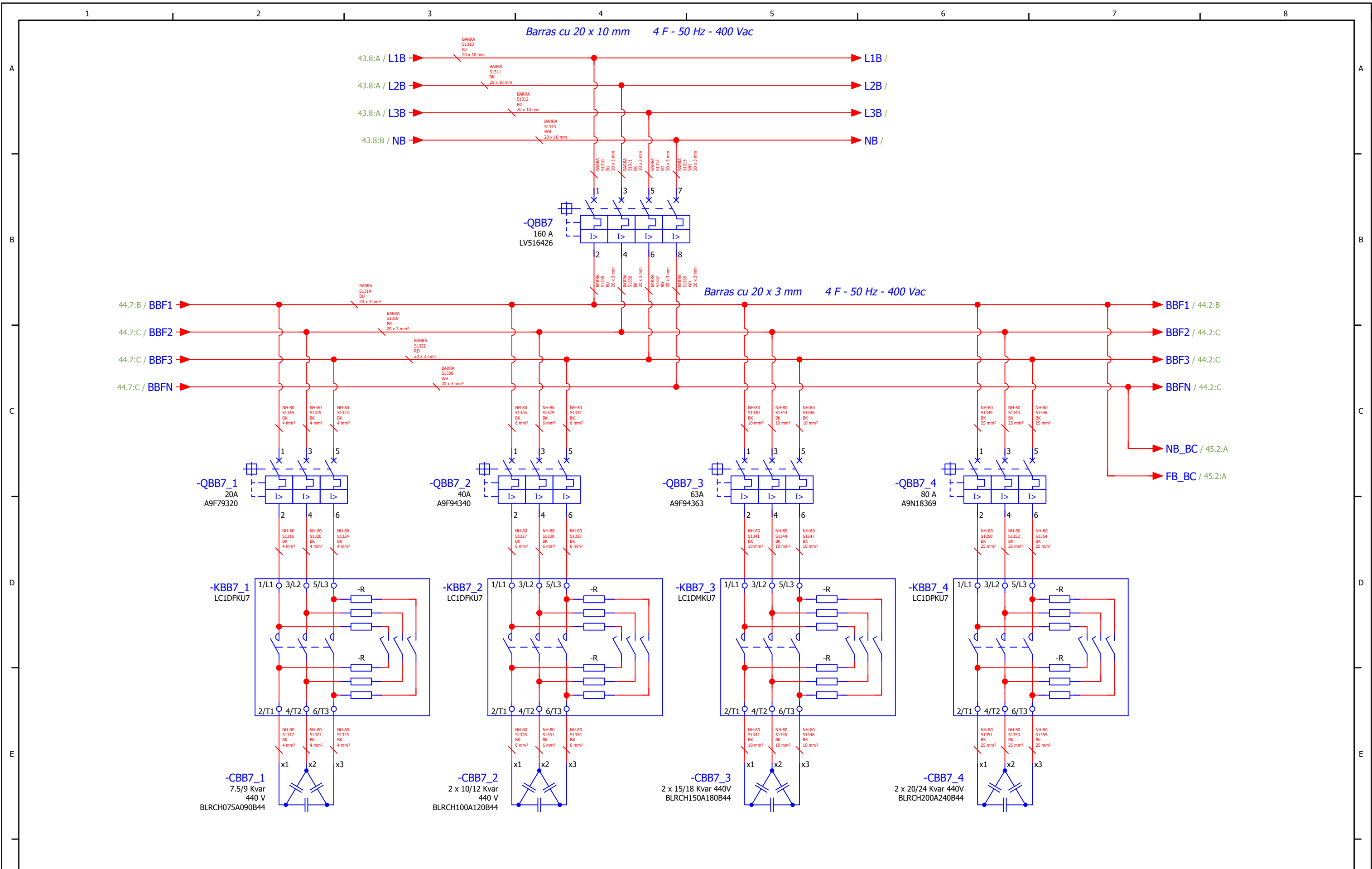
Barras cu 20 x 10 mm 4 F - 50 Hz - 400 Vac



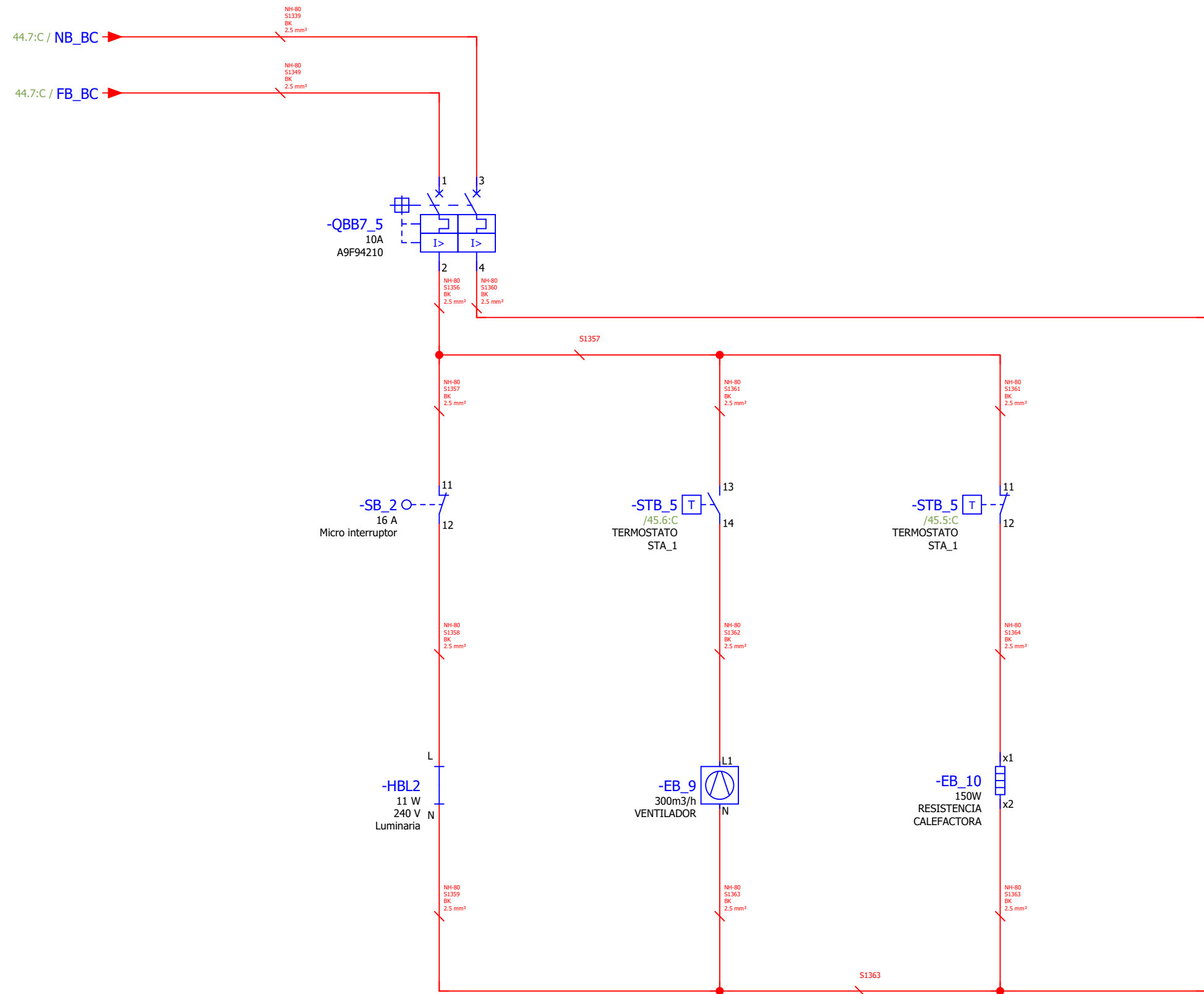
Barras cu 12 x 2 mm 4 F - 50 Hz - 400 Vac





NOTAS:	N° REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2			
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			CENTRO DE CONTROL DE MOTORES				
				ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07							
				MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07							
	2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO	REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07				TITULO:	CIRCUITO DE CARGAS GENERICAS (UNIDADES DE CONTROL)	HOJA:	43		
				APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07				ESCALA:	1:1	NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02	SIGUIENTE:	44



NOTAS:	N° REV		FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:		PROYECTO:	= 70RHF1F + CCM_2
					GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA			BANCO DE CONDENSADORES DE 4 PASOS	
					ACABADO:	RAL 7035	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07				
			2022-05-25	EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.	2022-05-07				
						REVISO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		TITULO:	HOJA:	44	
						APROBO:	ING C.R.F.S.	2022-05-07		ESCALA:	1:1	SIGUIENTE:	45
										NOMBRE DE TABLERO:	IS_PG_CCM02		



NOTAS:	Nº REV	FECHA	REVISIONES	TIPO DE GABINETE:	AUTOPORTADO	PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN			CLIENTE:  	PROYECTO:	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	= 70RHF1F		
				GRADO DE PROTECCIÓN:	IP 55	DISEÑO:	ISRAEL CONDORI F.	FIRMA		FECHA		2022-05-07	+ CCM_2	
				ACABADO:	RAL 7035	DIBUJO:	ISRAEL CONDORI F.				2022-05-07		HOJA:	45
		2022-05-25		EMITIDO TAL COMO FABRICADO	MATERIAL:	METALICO	REVISO:	ING C.R.F.S.			2022-05-07		SIGUIENTE:	
						APROBO:	ING C.R.F.S.		2022-05-07	ESCALA: 1:1	NOMBRE DE TABLERO: IS_PG_CCM02			

ANEXO C

INFORME DE SELECTIVIDAD DEL CCM (1)

Informe selectividad disyuntor
CCM (1) “Zona 100 - MATERIAS PRIMAS”
Full

Contenido

1	Descripción del proyecto	3
1.1	Parámetros generales del proyecto	3
2	Selectividad - Full.....	4
2.1	Resultados selectividad - Normal.....	4

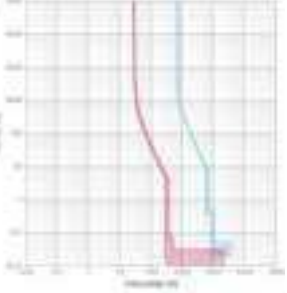
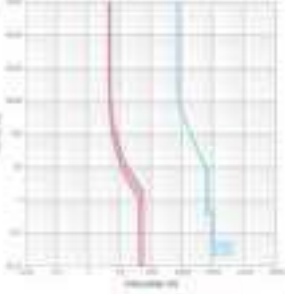
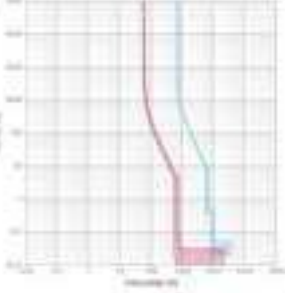
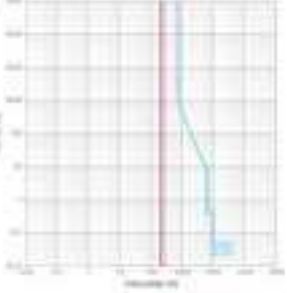
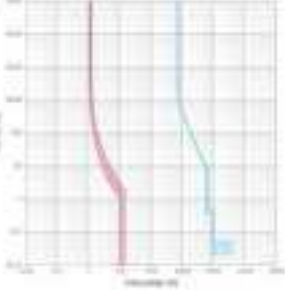
1 Descripción del proyecto

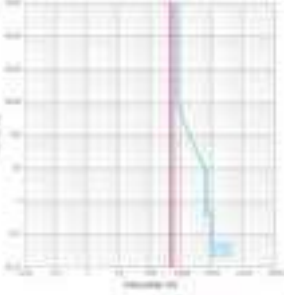
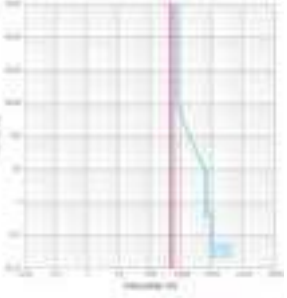
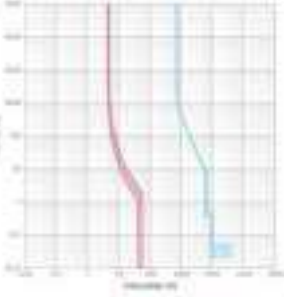
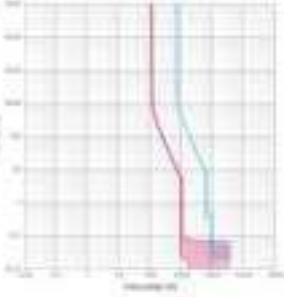
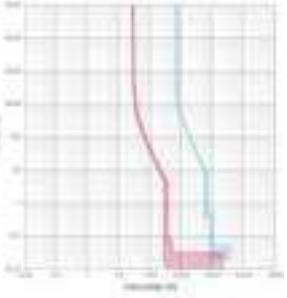
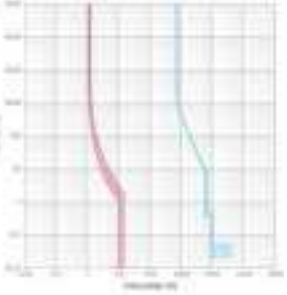
1.1 Parámetros generales del proyecto

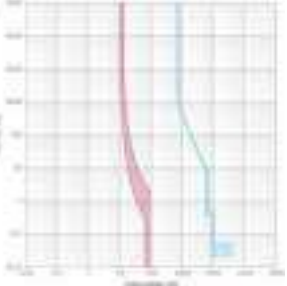
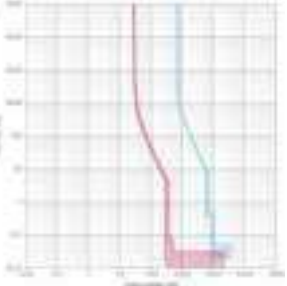
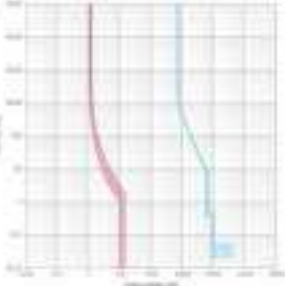
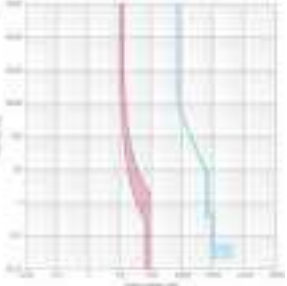
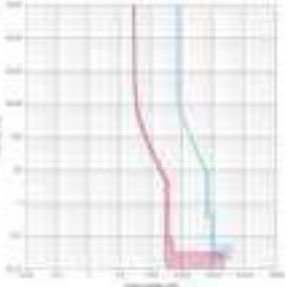
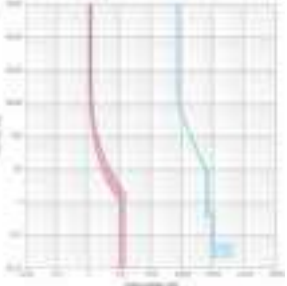
Instalación industrial	IEC60364
Cálculo	TR50480
Norma interruptores automáticos	IEC 60947-2
Frecuencia	50 Hz

2 Selectividad - Full

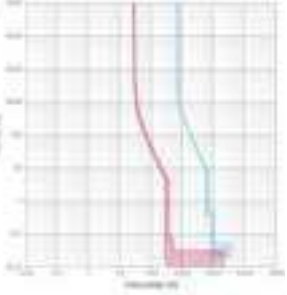
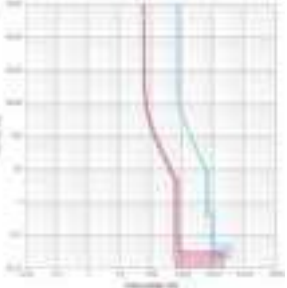
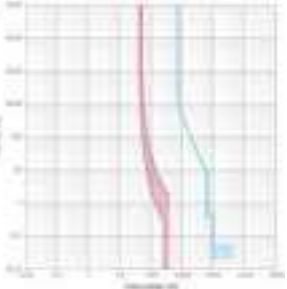
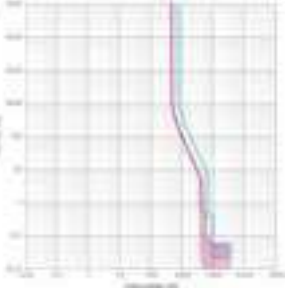
2.1 Resultados selectividad - Normal

Posterior	Previo	Límite de selectividad	Curvas
A 52-VF01 QA 1 GV4P25B P25 25 A / 3P3d	Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d	Selectividad total	
A 52-RF01 QA 2 GV2ME ME08 4 A / 3P3d	Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d	Selectividad total	
A 52-FN01 QA 3 GV4P50B P50 50 A / 3P3d	Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d	Selectividad total	
A 52-BC02 QA 4 GV2L L20 18 A / 3P3d	Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d	Selectividad total	
A 52-BC02 (1) QA 5 GV2ME ME05 1 A / 3P3d	Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d	Selectividad total	

<p>A 52-TC01 QA 6 GV3L L40 40 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-TC02 QA 7 GV3L L40 40 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-RF03 QA 8 GV2ME ME08 4 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-FN03 QA 9 NSX100F Micrologic 2.2 M 50 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BC03 QA 10 GV4P25B P25 25 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BC03 (1) QA 11 GV2ME ME05 1 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

<p>A 53-WF04 QA A1 iC60L C 10 A / 4P4d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BC04 QA 12 GV4P25B P25 25 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BC04 (1) QA 13 GV2ME ME05 1 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-EH01 QA A2 iC60L C 10 A / 4P4d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BC01 QA 14 GV4P25B P25 25 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BC01 (1) QA 15 GV2ME ME05 1 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

<p>A 52-BE01 QA 16 GV3L L50 50 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-BE01 (1) QA 17 GV2ME ME10 6,3 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-RF02 QA 18 GV2ME ME08 4 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-FN02 QA 19 GV2ME ME14 10 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-SF N01 QA A3 NG125N C 50 A / 4P4d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-SF N02 QA A4 NG125N C 50 A / 4P4d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

<p>A 52-SD01 QA 20 GV4P25B P25 25 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52-SD02 QA 21 GV4P50B P50 50 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A 52 - UCG QA A5 iC60L C 40 A / 4P4d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>QA BC NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 3P3d</p>	<p>Princ CCM 1 MTZ1 06H1 Micrologic 5.0 X 630 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

AVISO

PELIGRO A TENER UN INFORME DE PROYECTO INCORRECTO.

- Configure el software correctamente para obtener informes precisos y / o resultados de datos.
- No confíe únicamente en mensajes de software e informes para determinar si el sistema está funcionando correctamente.
- Asegúrese de haber ingresado las entradas correctas para los componentes requeridos.
- Revise los resultados calculados y las soluciones proporcionadas por el software antes de enviar el informe.

El incumplimiento de estas instrucciones puede dar como resultado una lista de materiales incorrecta y la pérdida de negocios.

ANEXO D

INFORME DE SELECTIVIDAD DEL CCM (2)

Informe selectividad disyuntor
CCM (2) “Zona 400 – Ensacado y Periféricos”
Full

Contenido

1	Descripción del proyecto	3
1.1	Parámetros generales del proyecto	3
2	Selectividad - Full.....	4
2.1	Resultados selectividad - Normal.....	4

1 Descripción del proyecto

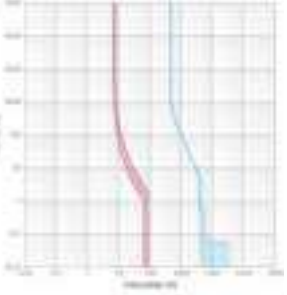
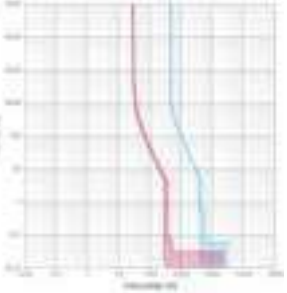
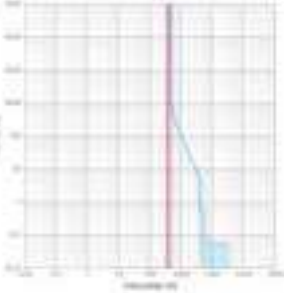
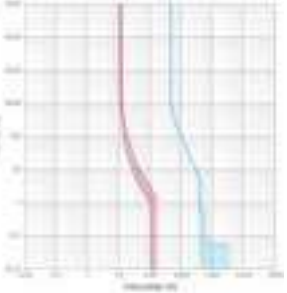
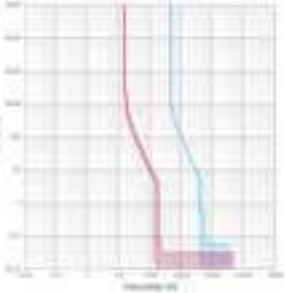
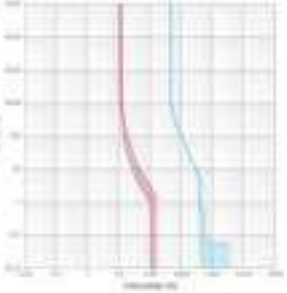
1.1 Parámetros generales del proyecto

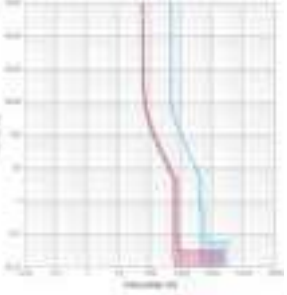
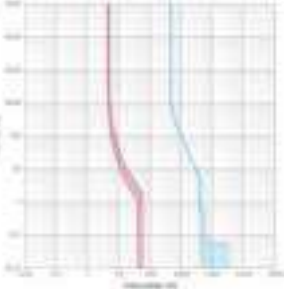
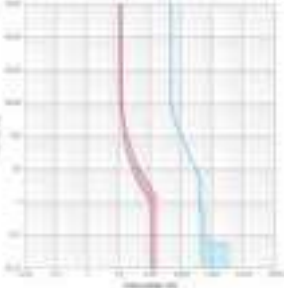
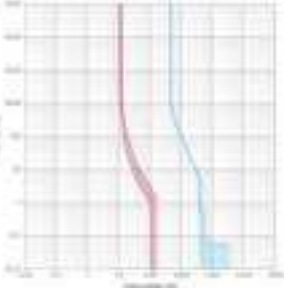
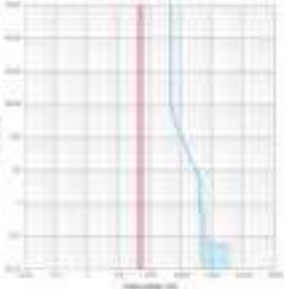
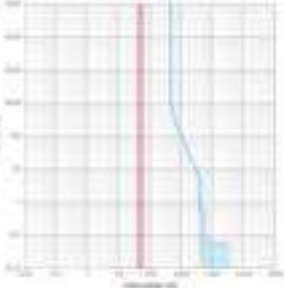
Instalación Industrial	IEC60364
Cálculo	TR50480
Norma interruptores automáticos	IEC 60947-2
Frecuencia	50 Hz

2 Selectividad - Full

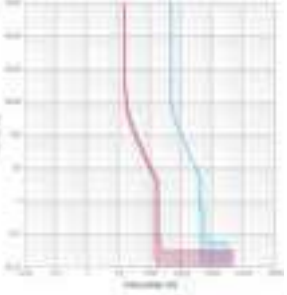
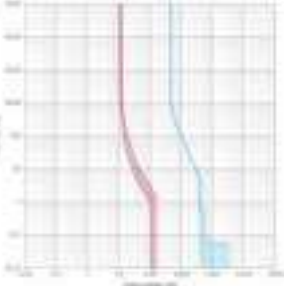
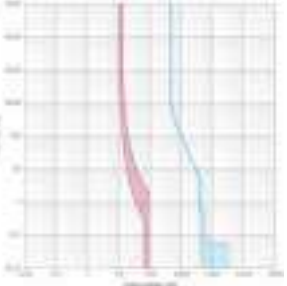
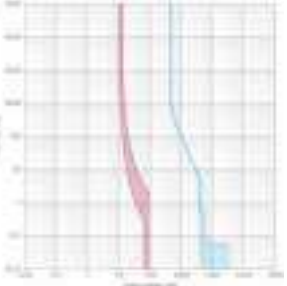
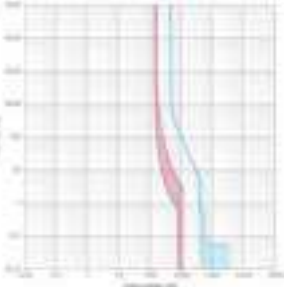
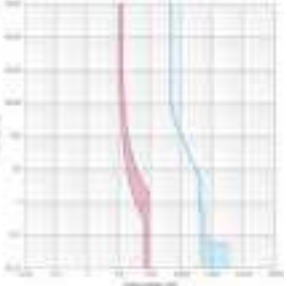
2.1 Resultados selectividad - Normal

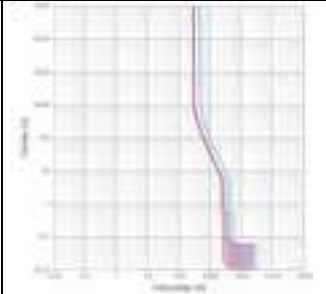
Posterior	Previo	Límite de selectividad	Curvas
A61-BA01 QA A1 iC60L C 6 A / 4P4d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BC01 QA 1 GV2ME ME10 6,3 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BC02 QA 2 GV2ME ME07 2,5 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BC03 QA 3 GV2ME ME14 10 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BC04 QA 4 GV2ME ME14 10 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	

A61-BC05 QA 5 GV2ME ME10 6,3 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BE01 QA 6 GV4P25B P25 25 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BF01 QA 7 GV2L L32 32 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BF02 QA 8 GV2ME ME14 10 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BF03 QA 9 GV4P12N P12 12 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	
A61-BL02 QA 10 GV2ME ME14 10 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total	

<p>A61-BL01 QA 11 GV4P50B P50 50 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-BN01 QA 12 GV2ME ME08 4 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-BN01 (1) QA 13 GV2ME ME14 10 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-BT01 QA 14 GV2ME ME14 10 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-BW01 QA 15 GV2L L08 4 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-PM01 QA 16 GV2L L08 4 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

<p>A61-PM01 (1) QA A2 NG125N C 63 A / 4P4d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-RJ01 QA 17 GV2ME ME07 2,5 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-SC01 QA 18 GV4P12N P12 12 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-SC02 QA 19 GV2ME ME10 6,3 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-SD01 QA 20 GV2ME ME08 4 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>DOL spare QA 21 GV4P25B P25 25 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

<p>DOL spare (1) QA 22 GV4P12N P12 12 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>DOL spare (2) QA 23 GV2ME ME14 10 A / 3P3d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61 - UCG QA A3 iC60L C 10 A / 4P4d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-BC06 QA A4 iC60L C 10 A / 4P4d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-PZ01 QA A5 NG125N C 80 A / 4P4d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	
<p>A61-PC01 QA A6 iC60L C 10 A / 4P4d</p>	<p>QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d</p>	<p>Selectividad total</p>	

QA BC NSX250B Micrologic 5.2 E 250 A / 3P3d	QA 0 NSX400F Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad parcial	
---	---	----------------------	---

AVISO

PELIGRO A TENER UN INFORME DE PROYECTO INCORRECTO.

- Configure el software correctamente para obtener informes precisos y / o resultados de datos.
- No confíe únicamente en mensajes de software e informes para determinar si el sistema está funcionando correctamente.
- Asegúrese de haber ingresado las entradas correctas para los componentes requeridos.
- Revise los resultados calculados y las soluciones proporcionadas por el software antes de enviar el informe.

El incumplimiento de estas instrucciones puede dar como resultado una lista de materiales incorrecta y la pérdida de negocios.

ANEXO E

INFORME DE CLIMATIZACION DEL CCM (1)

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 100 "Materias primas"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Extremo en caso de yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	2000	600	600

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	45,68 °C
Potencia disipada total	374,72 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	119,46 W
Superficie intercambio (m ²)	4,34 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	219,01 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	179,19 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	260,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	200,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	374,72 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Interruptores Automático en caja moldeada extraíble 630 A 4P
1	Transformadores Monofásico Transformador monofásico (unidad: VA) 100 VA
1	Transformadores Monofásico Transformador monofásico (unidad: VA) 160 VA
1	Transformadores Monofásico Transformador monofásico (unidad: VA) 400 VA
6	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)
4	Otras fuentes de calor Barras de cobre de 40x3 mm

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF300M230PF (302
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

219,01 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

260,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

19 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR

45,68 °C

(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación.

Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF300M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG223LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	268 mm
Ancho (mm)	248 mm
Profundo (mm)	116 mm
Altura taladro	223 mm
Anchura taladro	223 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	56 dB
Peso :	1,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	302 m ³ /h
Imax (mA)	0,171A/ 0,163A mA

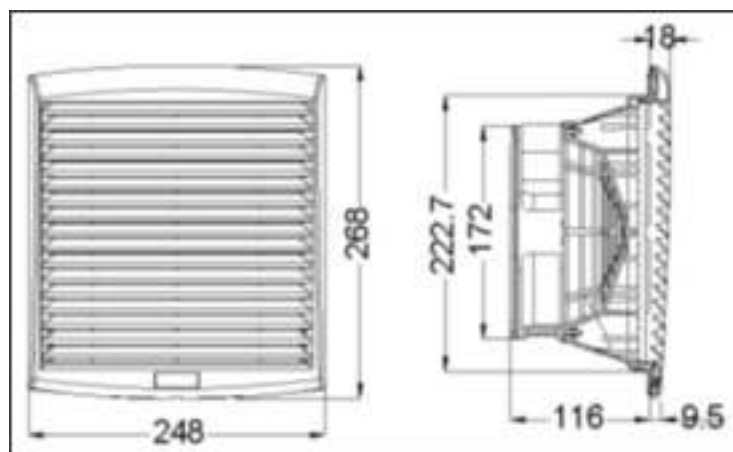
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	21
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento.

Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR100WU2C
(100 W)



POTENCIA NECESARIA ES :	179,19 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	200,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	12 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
2	NSYCR100WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

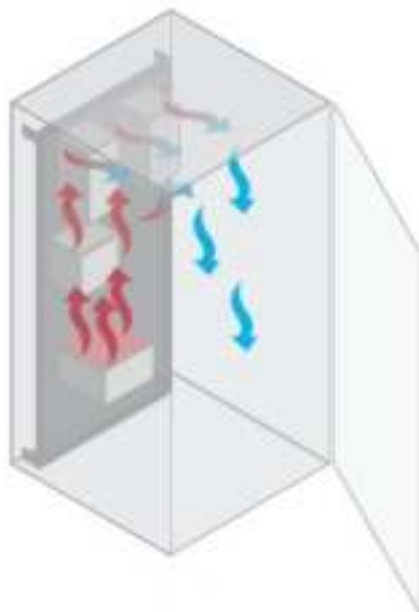
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	2



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 100 "Materias primas"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Intermedio en la yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	564	600	300

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	65,58 °C
Potencia disipada total	201,60 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	28,33 W
Superficie intercambio (m ²)	1,03 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	148,66 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	42,50 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	153,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	50,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	201,60 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Variadores de velocidad Variadores de velocidad asíncronos 380-480 V Montaje dentro armario 7,5 KW/10 CV
1	Disyuntores - motor, magnetotérmico Aparatos hasta 25 A
1	Contactores Sin térmico 7,5 KW
5	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF165M230PF (165
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

148,66 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

153,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

3 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

65,58 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF165M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG223LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	268 mm
Ancho (mm)	248 mm
Profundo (mm)	104 mm
Altura taladro	223 mm
Anchura taladro	223 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	51 dB
Peso :	1,14 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	165 m ³ /h
Imax (mA)	0,119A/ 0,94A mA

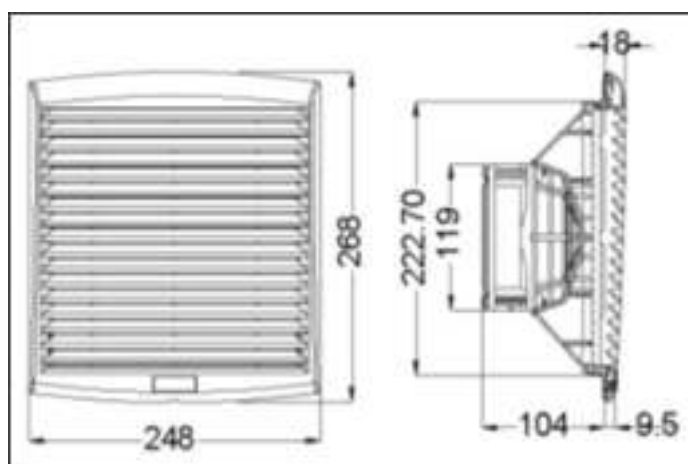
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

4/6

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR50WU2C (50
W)



POTENCIA NECESARIA ES :	42,50 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	50,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	18 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCR50WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

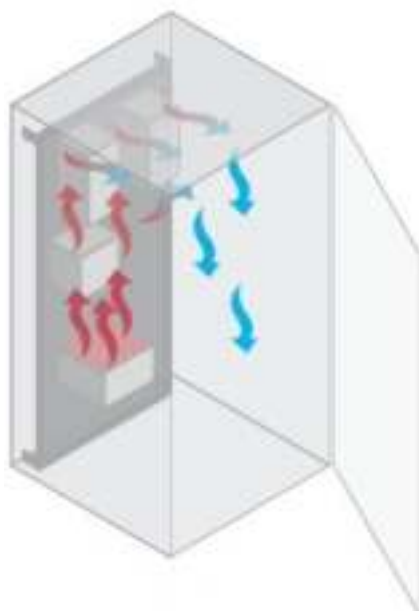
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	1
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 100 "Materias primas"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Intermedio en la yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	846	600	300

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	110,34 °C
Potencia disipada total	627,20 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	39,04 W
Superficie intercambio (m ²)	1,42 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	504,64 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	58,55 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	718,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	100,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	627,20 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Variadores de velocidad Variadores de velocidad asíncronos 380-480 V Montaje dentro armario 22 KW/30 CV
1	Disyuntores - motor, magnetotérmico Aparatos hasta 80 A
1	Contactores Sin térmico 22 KW
5	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF850M230PF (838
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

504,64 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

718,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

42 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

110,34 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF850M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG291LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	336 mm
Ancho (mm)	316 mm
Profundo (mm)	162 mm
Altura taladro	291 mm
Anchura taladro	291 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	76 dB
Peso :	4,1 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	838 m ³ /h
I _{max} (mA)	0,655A/ 0,854A mA

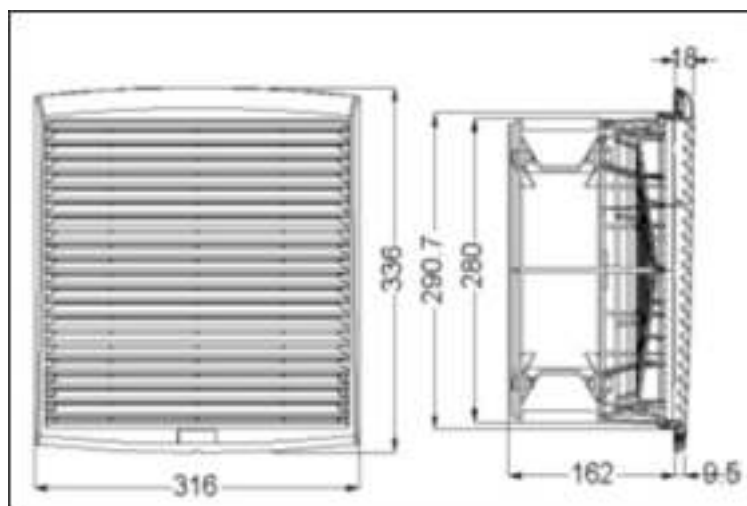
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	4
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR100WU2C
(100 W)



POTENCIA NECESARIA ES :

58,55 W

POTENCIA QUE PROPORCIONA

100,00 W

% PORCENTAJE DE RESERVA

71 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCR100WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

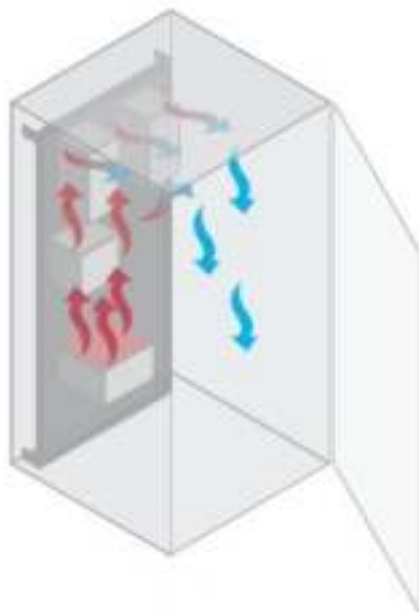
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	1
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

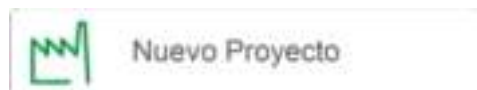
Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 100 "Materias primas"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Intermedio en la yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	420	600	300

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas .

Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento.

Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	65,85 °C
Potencia disipada total	163,99 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	22,87 W
Superficie intercambio (m ²)	0,83 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	121,08 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	34,30 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	153,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	50,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	163,99 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Disyuntores - motor, magnetotérmico Aparatos hasta 80 A
1	Contactores Sin térmico 22 KW
1	Arrancadores Arrancadores progresivos 22 KW
5	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)

Descubra una aplicación única de cálculo y diseño conceptual para arquitecturas de gestión de motores. Ahorre tiempo para dimensionar el equipo mientras se concentra en lo esencial: cómo iniciar, proteger, administrar la calidad de la energía y monitorear.

<https://ecostruxure-motor-management.se.app>

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF165M230PF (165
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

121,08 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

153,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

26 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

65,85 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF165M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG223LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	268 mm
Ancho (mm)	248 mm
Profundo (mm)	104 mm
Altura taladro	223 mm
Anchura taladro	223 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	51 dB
Peso :	1,14 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	165 m ³ /h
Imax (mA)	0,119A/ 0,94A mA

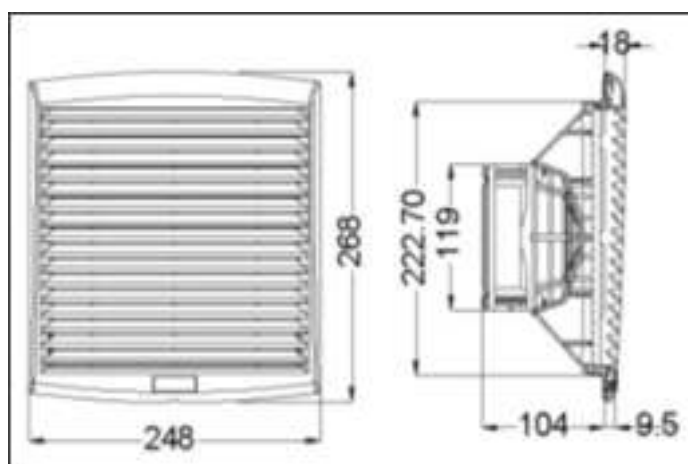
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento.

Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR50WU2C (50
W)



POTENCIA NECESARIA ES :	34,30 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	50,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	46 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCR50WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOHYT230VID	Hygrotherm 230V (%Hr +Temp.)
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

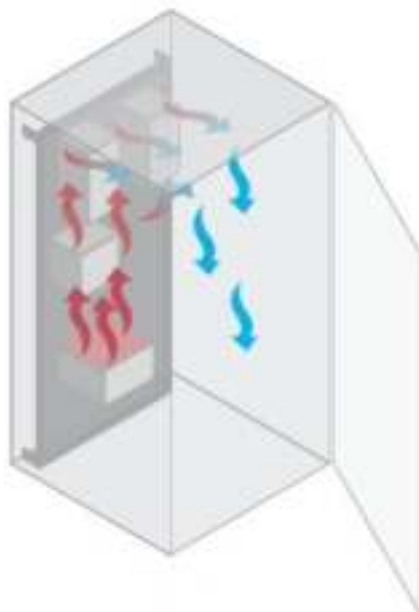
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	1
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 100 "Materias primas"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Extremo en caso de yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	2000	600	600

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	39,81 °C
Potencia disipada total	234,40 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	119,46 W
Superficie intercambio (m ²)	4,34 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	98,62 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	179,19 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	153,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	200,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	234,40 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Interruptores Automático en caja moldeada fija 250 A 4P
1	Otras fuentes de calor Descripción del elemento 1

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF165M230PF (165
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

98,62 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

153,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

55 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

39,81 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF165M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG223LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	268 mm
Ancho (mm)	248 mm
Profundo (mm)	104 mm
Altura taladro	223 mm
Anchura taladro	223 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	51 dB
Peso :	1,14 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	165 m ³ /h
Imax (mA)	0,119A/ 0,94A mA

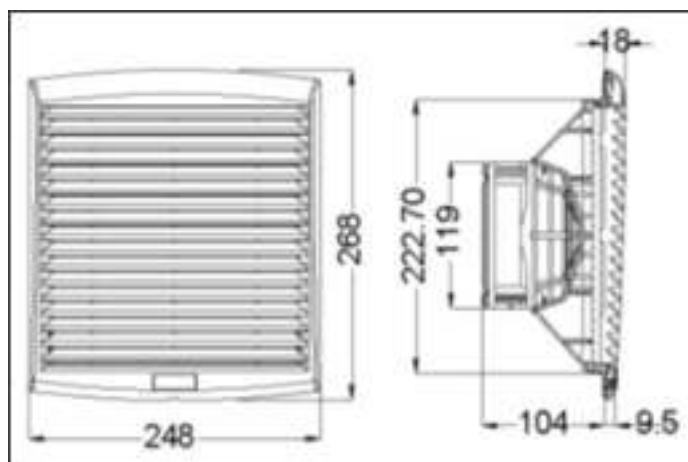
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	21
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento.

Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR100WU2C
(100 W)



POTENCIA NECESARIA ES :	179,19 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	200,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	12 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
2	NSYCR100WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

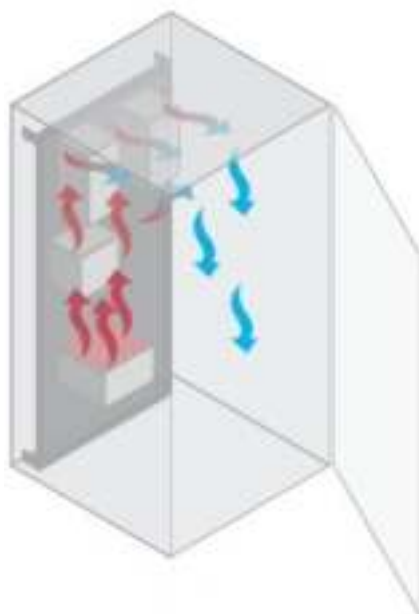
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	2



Esquema Arquitectura



ANEXO F

INFORME DE CLIMATIZACION DEL CCM (2)

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 400 "Ensacado y Perifericos"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Extremo en caso de yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	2000	600	600

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	37,53 °C
Potencia disipada total	179,84 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	119,46 W
Superficie intercambio (m ²)	4,34 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	51,81 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	179,19 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	63,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	200,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	179,84 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Interruptores Automático en caja moldeada fija 400 A 4P
1	Transformadores Monofásico Transformador monofásico (unidad: VA) 100 VA
1	Transformadores Monofásico Transformador monofásico (unidad: VA) 160 VA
4	Otras fuentes de calor Barra de cobre de 20x10 mm

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF85M230PF (85 m³/h)



CAUDAL NECESARIO

51,81 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

63,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

22 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

37,53 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF85M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG125LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	170 mm
Ancho (mm)	150 mm
Profundo (mm)	62 mm
Altura taladro	125 mm
Anchura taladro	125 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	49 dB
Peso :	0,78 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	85 m ³ /h
I _{max} (mA)	0,121A/ 0,097A mA

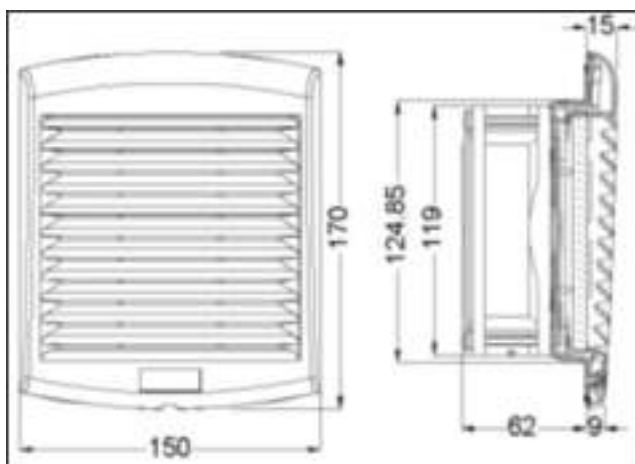
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	99
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR100WU2C
(100 W)



POTENCIA NECESARIA ES :	179,19 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	200,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	12 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
2	NSYCR100WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOHYT230VID	Hygrotherm 230V (%Hr +Temp.)
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

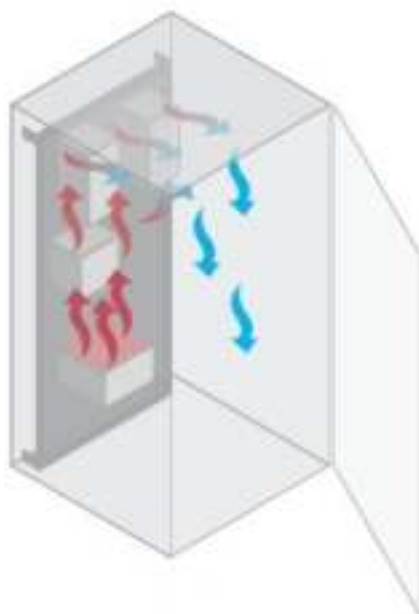
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	2



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 400 "Ensacado y Perifericos"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Intermedio en la yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	564	600	300

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	43,55 °C
Potencia disipada total	76,80 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	28,33 W
Superficie intercambio (m ²)	1,03 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	41,58 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	42,50 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	63,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	50,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	76,80 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Variadores de velocidad Variadores de velocidad asíncronos 380-480 V Montaje dentro armario 1,5 KW/2 CV
1	Disyuntores - motor, magnetotérmico Aparatos hasta 25 A
1	Contactores Sin térmico 4 KW
5	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF85M230PF (85 m³/h)



CAUDAL NECESARIO

41,58 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

63,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

52 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR

43,55 °C

(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación.

Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF85M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG125LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	170 mm
Ancho (mm)	150 mm
Profundo (mm)	62 mm
Altura taladro	125 mm
Anchura taladro	125 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	49 dB
Peso :	0,78 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	85 m ³ /h
I _{max} (mA)	0,121A/ 0,097A mA

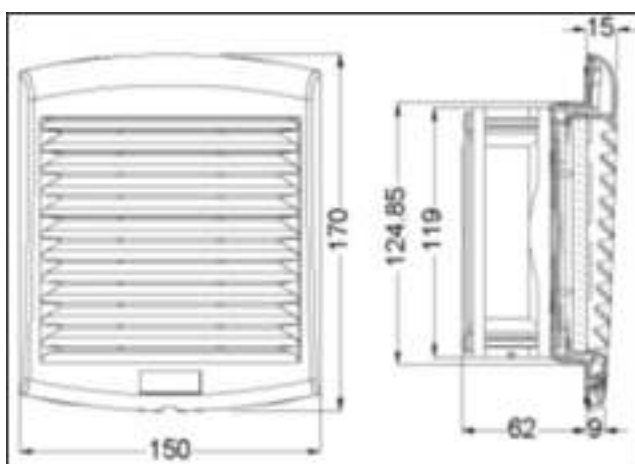
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	12
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR50WU2C (50
W)



POTENCIA NECESARIA ES :	42,50 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	50,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	18 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCR50WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

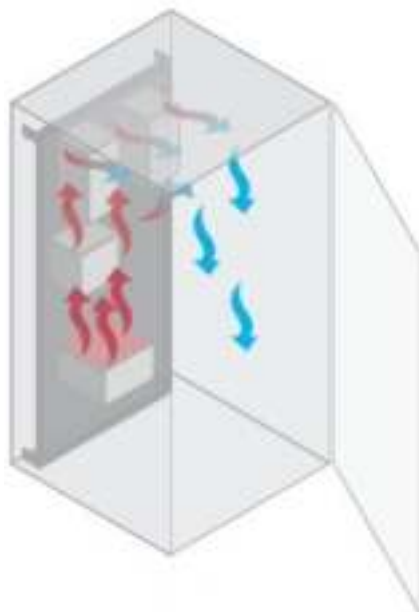
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	1
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 400 "Ensacado y Perifericos"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Intermedio en la yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	564	600	300

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Esta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	51,54 °C
Potencia disipada total	122,05 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	28,33 W
Superficie intercambio (m ²)	1,03 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	80,41 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	42,50 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	153,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	50,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	122,05 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Disyuntores - motor, magnetotérmico Aparatos hasta 80 A
1	Contactores Sin térmico 15 KW
1	Arrancadores Arrancadores progresivos 15 KW
5	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)

Descubra una aplicación única de cálculo y diseño conceptual para arquitecturas de gestión de motores. Ahorre tiempo para dimensionar el equipo mientras se concentra en lo esencial: cómo iniciar, proteger, administrar la calidad de la energía y monitorear.

<https://ecostruxure-motor-management.se.app>

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF165M230PF (165
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

80,41 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

153,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

90 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

51,54 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF165M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG223LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	268 mm
Ancho (mm)	248 mm
Profundo (mm)	104 mm
Altura taladro	223 mm
Anchura taladro	223 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	51 dB
Peso :	1,14 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	165 m ³ /h
I _{max} (mA)	0,119A/ 0,94A mA

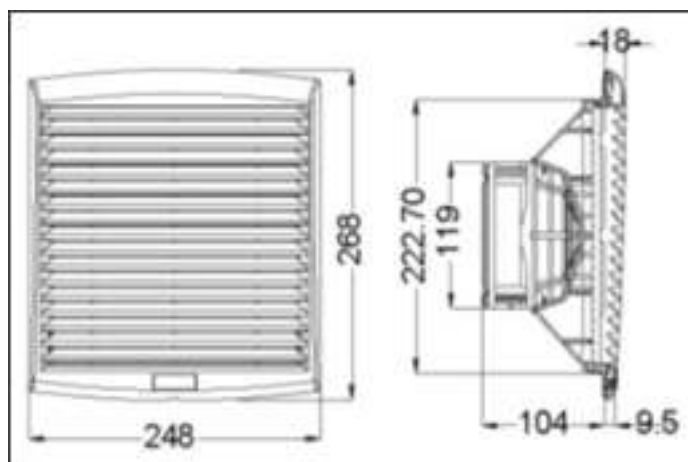
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR50WU2C (50
W)



POTENCIA NECESARIA ES :	42,50 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	50,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	18 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCR50WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

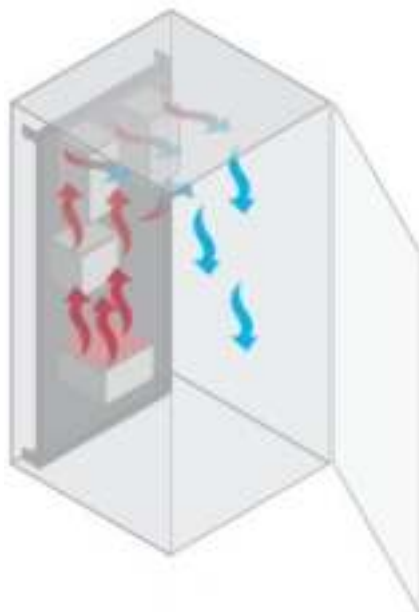
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	1
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 400 "Ensacado y Perifericos"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Intermedio en la yuxtaposición

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	846	600	300

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas .

Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento.

Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	37,79 °C
Potencia disipada total	60,80 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	39,04 W
Superficie intercambio (m ²)	1,42 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	18,67 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	58,55 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	25,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	100,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	60,80 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Variadores de velocidad Variadores de velocidad asíncronos 380-480 V Montaje dentro armario 0,75 KW/1 CV
1	Disyuntores - motor, magnetotérmico Aparatos hasta 25 A
1	Contactores Sin térmico 4 KW
5	Señalizadores Pulsadores y pilotos luminosos (lámparas de 2,6 W)

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF38M230PF (38 m³/h)



CAUDAL NECESARIO

18,67 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

25,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

34 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

37,79 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF38M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYAG92LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	137 mm
Ancho (mm)	117 mm
Profundo (mm)	49 mm
Altura taladro	92 mm
Anchura taladro	92 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	41 dB
Peso :	0,22 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	38 m ³ /h
Imax (mA)	0,16A/ 0,17A mA

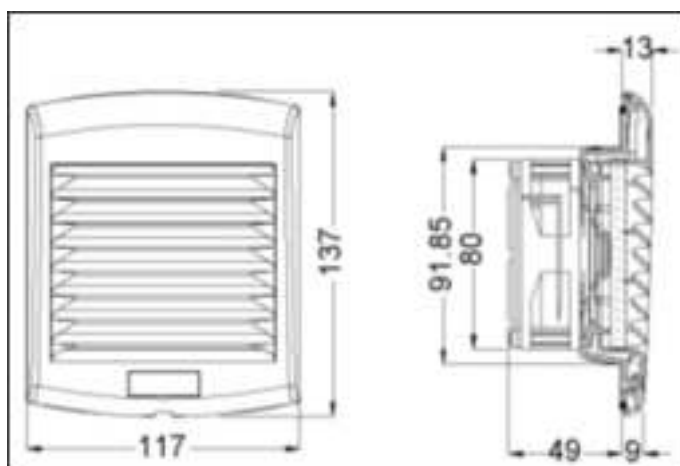
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	40
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR100WU2C
(100 W)



POTENCIA NECESARIA ES :

58,55 W

POTENCIA QUE PROPORCIONA

100,00 W

% PORCENTAJE DE RESERVA

71 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.

- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCR100WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

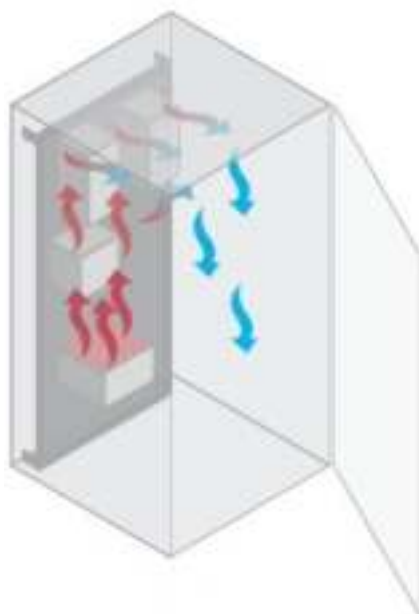
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	1
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

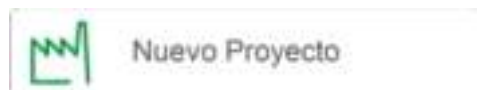
Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Datos de Proyecto

Nombre del Cliente	PLANTA DE CEMENTO WARNES - SOBOCE S.A.
Responsable técnico	ISRAEL LIMBERT CONDORI FERNANDEZ
Proyecto	CCM - Zona 400 "Ensacado y Perifericos"
Lugar de realización de la instalación	SANTA CRUZ - BOLIVIA
Fecha de cálculo	03/05/2021

Datos de la instalación

Tipo de instalación	Instalación de interior
Area de instalación	Entorno industrial



Datos eléctricos

Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz

Envolvente

Material	CHAPA ACERO
Situación:	Situado contra una pared

Familia de armarios

MODELO ARMARIO	Altura del armario (mm)	Anchura del armario (mm)	Profundidad del armario (mm)
	2000	600	600

Datos del entorno

Exterior

Temperatura máxima esperada en el exterior armario	30 °C
Temperatura mínima esperada en el exterior armario	10 °C
Humedad relativa fuera del armario (%)	70 %

Interior

Temperatura máxima deseada en el interior armario	35 °C
Temperatura mínima deseada en el interior armario	10 °C

Otros

Altura sobre el nivel del mar (m)	500 m
-----------------------------------	-------

Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Cálculo térmico relacionado con el armario

Temperatura interior estabilizada sin solución térmica	40,01 °C
Potencia disipada total	239,20 W
Potencia de autoconvección del armario (según IEC 60890/61439)	119,46 W
Superficie intercambio (m ²)	4,34 m ²

Soluciones térmicas: rendimiento necesario

Caudal de aire necesario (ventiladores)	102,74 m ³ /h
Potencia necesaria (resistencias calefactoras)	179,19 W

Soluciones térmicas: rendimiento proporcionado

Caudal de aire suministrado (ventiladores)	153,00 m ³ /h
Potencia suministrada (resistencias calefactoras)	200,00 W

Potencia disipada

Total potencia disipada	239,20 W
Cálculo de la potencia	Cálculo potencia a partir material

NOTA: El cálculo de la potencia disipada está basado en valores medios de mercado

A continuación se detalla una lista de los componentes eléctricos y/o electrónicos que disipan potencia:

Cantidad	Descripción del elemento
1	Interruptores Interruptores 160 A 4P
1	Otras fuentes de calor Descripción del elemento 1

Soluciones con ventiladores

Solución clásica de ventilación Filtro standard
IP54 RAL7035 NSYCVF165M230PF (165
m³/h)



CAUDAL NECESARIO

102,74 m³/h

CAUDAL QUE PROPORCIONA

153,00 m³/h

% PORCENTAJE DE RESERVA

49 %

TEMPERATURA MAXIMA DEL ARMARIO SIN REFRIGERAR
(La norma internacional EN61439 recomienda no pasar de 70°C)

40,01 °C

Los ventiladores Schneider Electric están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación. Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP y a su estética, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Solución clásica de ventilación

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
1	NSYCVF165M230PF	VENTILADOR RAL7035
1	NSYCAG223LPF	REJILLA
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Ventiladores
Alto (mm)	268 mm
Ancho (mm)	248 mm
Profundo (mm)	104 mm
Altura taladro	223 mm
Anchura taladro	223 mm
Montaje	lateral
Ruido (dB)	51 dB
Peso :	1,14 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Grado de Protección IP	IP54
Caudal teórico (m3/h)	165 m ³ /h
Imax (mA)	0,119A/ 0,94A mA

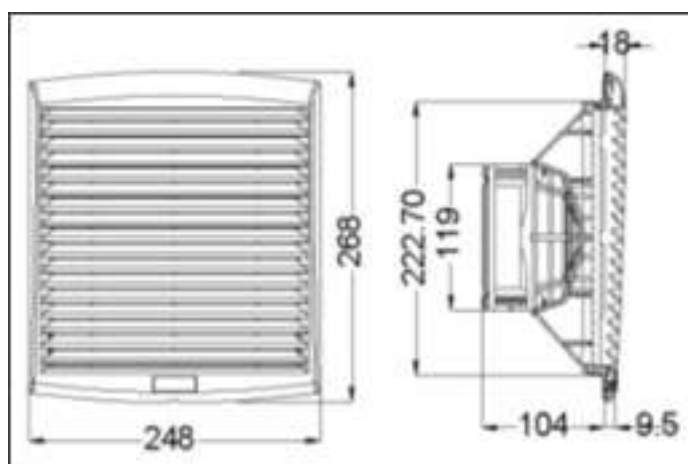
Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	21
Aparatos necesarios	1



Esquema Arquitectura



Recordatorio importante: los cálculos y resultados del software ProClima solo son aplicables en la arquitectura de paneles de control y automatización basados en partes de IEC60890 e IEC61439.

4/6

La información facilitada en ésta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de las propiedades de los productos .

Ésta documentación no pretende sustituir a otras y no se usará para determinar la idoneidad o fiabilidad de estos productos para aplicaciones muy específicas. Es el deber de cualquier usuario o integrador para realizar el análisis adecuado y completo de los riesgos, la evaluación y pruebas de los productos en relación con la aplicación o uso específico relevante.

Ni Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento. Mensaje de advertencia: Proclima tiene en cuenta variables como Temperatura, Humedad, Radiación solar, Condiciones de interior o exterior, en un entorno estándar (sin polvo, arena, ni corrosión). En caso de que las condiciones reales sean con polvo, arena o corrosión, adapte la solución térmica propuesta. Puede consultar la Guía técnica de gestión térmica: https://www.se.com/ww/en/download/document/CPTG001_ES/ y no dude en ponerse en contacto con su punto de venta de Schneider.

Resistencias calefactoras

Resistencias calefactoras Resistencias
aisladas sin ventilador NSYCR100WU2C
(100 W)



POTENCIA NECESARIA ES :	179,19 W
POTENCIA QUE PROPORCIONA	200,00 W
% PORCENTAJE DE RESERVA	12 %

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas por dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.
- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando el aire interior del armario entra en contacto con componentes que estén por debajo de la temperatura de rocío; para evitarlo basta con elevar algunos grados la temperatura interior del armario modificando de esta forma la humedad relativa del mismo.

Las resistencias Schneider Electric, gracias a su diseño, garantizan un calentamiento rápido y uniforme en el interior del armario.

Más información

Lista de referencias seleccionadas

Cantidad	Referencia	Descripción
2	NSYCR100WU2C	Resistencias calefactoras
1	NSYCCOTH230VID	Termostato Electrónico 230V
1	NSYCCASTE	Sonda

Características

Material	Resistencias calefactoras
Alto (mm)	110 mm
Ancho (mm)	60 mm
Profundo (mm)	90 mm
Peso :	0,3 kgs
Tensión nominal (V) del equipo térmico	230 V
Frecuencia de la red (Hz)	50 Hz
Tipo	Resistencias aisladas sin ventilador
Regulación (min max)	110V - 250V

Condiciones instalación

APTO POR DIMENSIONES

Número aparatos que caben	2
Aparatos necesarios	2



Esquema Arquitectura

