

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**DISEÑO DEL CUADRO PRINCIPAL
DE UN PESQUERO TANGONERO**

Moisés VÁZQUEZ MILLÁN



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Julio 2011**



AVISO IMPORTANTE:

El único responsable del contenido de este proyecto es el alumno que lo ha realizado.

La Universidad de Cádiz, La Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Naval, los Departamentos a los que pertenecen el profesor tutor y los miembros del Tribunal de Proyectos Fin de Carrera así como el mismo profesor tutor **NO SON RESPONSABLES DEL CONTENIDO DE ESTE PROYECTO.**

Los proyectos fin de carrera pueden contener errores detectados por el Tribunal de Proyectos Fin de Carrera y que estos no hayan sido implementados o corregidos en la versión aquí expuesta.

La calificación de los proyectos fin de carrera puede variar desde el aprobado (5) hasta la matrícula de honor (10), por lo que el tipo y número de errores que contienen puede ser muy diferentes de un proyecto a otro.

Este proyecto fin de carrera está redactado y elaborado con una finalidad académica y nunca se deberá hacer uso profesional del mismo, ya que puede contener errores que podrían poner en peligro vidas humanas.

Fdo. La Comisión de Proyectos de Fin de Carrera
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Naval
Universidad de Cádiz

INDICE

1.- Memoria descriptiva	3
1.1.- Antecedentes	3
1.1.1.- General.....	3
1.1.2.- Tipo de buque.....	3
1.2.- Objetivos del proyecto	3
1.2.1.- Objetivos.....	3
1.2.2.- Alcance.....	4
1.3.- Diseño del cuadro	4
1.3.1.- Descripción del buque.....	4
1.3.2.- Generalidades.....	6
1.3.3.- Lista de consumidores.....	8
1.3.3.1.- Equipos de propulsión.....	8
1.3.3.2.- Servicios de cámara de máquina.....	9
1.3.3.3.- Equipos de cubierta.....	10
1.3.3.4.- Equipos varios.....	11
1.3.3.5.- Equipos de habilitación.....	12
1.3.3.6.- E. de puente, navegación y comunicaciones ...	13
1.3.3.7.- Cuadro principal.....	14
2.- Metodología	16
2.1.- Balance eléctrico	16
2.2.- Corriente de cortocircuito	21
2.3.- Sección del embarrado	24
2.4.- Elección de generadores auxiliares	30
2.5.- Elección interruptores principales	33
2.6.- Elementos de control	35
2.7.- Elementos de visualización	38

3.- Justificación	42
3.1.- Cálculo del balance eléctrico	42
3.1.1.- Bomba de sentina	43
3.1.2.- Separador de sentina	45
3.2.- Resumen del balance eléctrico	47
3.2.1.- Navegación	47
3.2.2.- Pesca.....	48
3.2.3.- Entrada y salida de puerto	49
3.2.4.- Carga y descarga.....	50
3.2.5.- Balance eléctrico completo.....	51
3.3.- Cálculo de corriente cortocircuito	53
3.4.- Cálculo del embarrado	55
4.- Diseño del cuadro principal	62
4.1.- Objetivos	62
4.2.- Descripción del cuadro	62
4.2.1.- Sistema automático.....	62
4.2.2.- Sistema manual	65
4.2.3.- Sincronización a tierra.....	67
4.2.4.- Índice de elementos	69
4.2.5.- Representación de cuadro	72
4.3.- Esquema eléctrico del cuadro principal	75
4.4.- Planos	112
5.- Estudios económicos	115
5.1.- Elementos principales	115
5.2.- Mano de obra	116
5.3.- Presupuesto	117
6.- Bibliografía	118
7.- Anexos	119

1. Memoria descriptiva

1.1. Antecedentes.

1.1.1 General

En este proyecto se realizará el diseño del cuadro principal de un pesquero arrastrero congelador y, para ello, se llevará a cabo el estudio de toda la energía demandada por los consumidores, con lo cual obtendremos la capacidad de los generadores auxiliares necesario para nuestro estudio.

1.1.2 Tipo de buque

Nuestro buque es un pesquero arrastrero tangonero, como su nombre indica este tipo de arte se realiza lanzando por popa un gran red, que es arrastrada por el fondo del mar, con la peculiaridad que dispone de un apéndices a estribor y babor, que proporciona una mayor apertura de la boca de la red, aumentando su capacidad de captura, este tipo de buque se utiliza normalmente para la pesca de marisco. Económicamente es una de la más utilizadas a nivel mundial, por su elevado rendimiento.

1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivos

El objetivo del proyecto es la definición de la potencia y características técnicas del cuadro principal del buque, para ello realizaremos:

- Balance eléctrico

- Definiremos número y potencia de los generadores.
- Diseño del cableado lógico de actuación del cuadro principal.
- Elección de elementos de control y fuerza.
- Presupuesto.

1.2.2 Alcance.

En este proyecto se realizará el diseño del cuadro principal del buque, no incluyéndose en el mismo, el diseño del cuadro de emergencia, aunque se citará algunas reseñas para el funcionamiento lógico del cuadro principal.

1.3 Diseño del cuadro del cuadro

1.3.1 Descripción del buque

Se trata de un buque pesquero congelador con casco de acero, dos cubiertas, puente de aluminio y rampa por popa, previsto para la pesca de arrastre y tangones.

Las características principales de este buque son las siguientes:

- Eslora Total 34,90 m
- Eslora entre Perpendiculares 29,47 m
- Manga de Trazado..... 8,90 m
- Puntal a cubierta superior 5,60 m
- Puntal a cubierta principal 3,45 m
- Potencia máxima del motor 1350 B.H.P

La distribución de los camarotes para alojamiento del personal quedará como sigue:

- 3 Camarotes individuales
- 1 Camarote de 4 tripulantes
- 1 Camarotes de 5 tripulantes
- 1 Camarote de 6 tripulantes

La disposición de espacios por cubiertas será la siguiente:

- Bajo Cubierta Principal:
 - Pique de proa
 - Profundos de proa
 - Bodega
 - Cámara de Máquinas
 - Tanques profundos de popa

- Sobre Cubierta Principal:
 - Pique de proa
 - Aseos y alojamientos de tripulación
 - Bodegas
 - Túneles de congelación
 - Entrepunte de trabajo
 - Guardacalor de máquina
 - Local del servomotor
 - Taller y pañol
 - Pañol de popa
 - Rampa de popa

- Sobre Cubierta Superior:
 - Pañoles de proa
 - Aseos tripulación
 - Aseos de oficiales
 - Camarote de oficiales

- Pasillos
 - Comedor de tripulación
 - Comedor de oficiales
 - Cocina
 - Local aire acondicionado
 - Maquinilla de pesca
 - Aseo.
- Cubierta Puente:
- Puente de gobierno

1.3.2 Generalidades.

La instalación eléctrica estará diseñada e instalada de acuerdo con esta especificación, con los requerimientos de la Sociedad Clasificadora y Reglamento citados en la Sección 1.3 y con el más alto estándar del Constructor y Subcontratista.

Además de los reglamentos citados en la Sección 1.3, el proyecto e instalación eléctrica cumplirán con las recomendaciones aplicables de la comisión internacional (IEC) y/o estándar equivalentes nacionales.

Toda la maquinaria eléctrica y el equipo se dispondrán con buenos accesos y fácil mantenimiento. Serán, de igual forma, fácilmente accesibles para reparación y desmontaje.

Las condiciones del proyecto para todo el equipo electrónico estarán basadas en una máxima temperatura ambiente de 45°C, temperatura de agua de mar de 25°C, y humedad del 98%.

Se usarán equipos cerrados y estancos en todos los lugares que estén temporal o permanentemente expuestos a la intemperie o estén sujetos a rutinarios baldeos con manguera. Su ubicación será de forma que no estén sometidos a goteos o rociones de agua.

Las instalaciones de alumbrado, interruptores, enchufes, etc... en la cámara de máquinas, local del servomotor, cocina, etc... serán de material estanco.

Todos los arrancadores y cuadros de distribución tendrán en su interior el plano plastificado del circuito, en idioma Español. Toda la rotulación en español, con letras negras grabadas sobre placas blancas.

El sistema de distribución de la energía producida por los alternadores principales, será por el sistema paralelo, (acoplamiento transitorio), tensión constante, trifásica, 380V, 50Hz y tres conductores aislados.

En la sala de máquinas se montarán dos transformadores de potencia. Cada uno de ellos deberá soportar la carga total del alumbrado y resto 220V en las peores condiciones del buque, más un 10% de sobrecarga durante una hora.

Todos los cables y terminales en cuadros eléctricos, paneles de distribución, etc..., estarán numerados correctamente conforme a los esquemas de instalación.

En general, los voltajes, frecuencias y fases serán como sigue:

- Fuerza:
 - C.A. 380V 50Hz a conductores aislados.
- Electrodomésticos:
 - C.A. 220V 50Hz a 3 conductores aislados.
- Cuadros de alumbrado:
 - C.A. 220V 50Hz a 3 conductores aislados y a 3 conductores aislados para los circuitos finales.
- Equipos de Navegación:
 - C.C. 24V a 2 conductores aislados.
 - C.C. 220V 50Hz a 3 conductores aislados.
- Enchufes:
 - C.A. 220V 50Hz a 3 conductores aislados.
 - C.C. 24V para equipos de navegación esenciales a 2 conductores aislados.

1.3.3 Lista de consumidores.

1.3.3.1. Equipo de propulsión.

Este equipo estará formado por un motor diesel de cuatro tiempos, un reductor y una hélice de paso fijo.

- Moto principal

El motor principal será marca CATERPILLAR, modelo 3512B de 1350CV a 1200 r.p.m. y dispondrá de:

- Bomba del sistema de lubricación incorporada.
- Bomba circulación A.S. incorporada.
- Bomba circulación A.D. incorporada.
- Bomba alimentación combustible incorporada.
- Arranque por aire comprimido.
- Regulador de velocidad tipo Woodward PSG.
- Panel de control local, fuera del motor, para arranque, parada y maniobra e indicadores varios.
- Parada remota desde el puente de gobierno.
- Sistema de sensores y alarmas requeridos por las Sociedad de Clasificación.
- Central de alarmas.

- Reductor y línea de ejes.

Servicio de lubricación: Este sistema dispondrá de los siguientes elementos

- Bomba principal de lubricación de aceite acoplada al reductor
- Electrobomba de lubricación de reserva, de aprox. 5.5 Kw.

- Servicios del motor principal.

Servicio de lubricación: Este sistema dispondrá de los siguientes elementos:

- Bomba pral. de lubricación de aceite acoplada al motor.
 - Electrobomba de lubricación de reserva, de aprox. 5.5 Kw.
 - Depuradora de aceite de 1,5 KW
- Servicio de agua salada

Como reserva de la bomba de agua salada incorporada en el motor se utilizará la electro-bomba de CI y Baldeo de aprox. 9,5 Kw.

- Servicio de combustible
- Una electrobomba para trasiego de combustible a 380V 50Hz, de aprox. 3Kw.
 - Una depuradora de combustible de aprox. 1.5 Kw.
- Servicio de aire comprimido

Se instalarán: un electrocompresor a 380V 50Hz. De aprox., 4.5 Kw. y un moto-compresor

1.3.3.2 Servicios en cámara de maquinas.

- Servicio de achique y sentinas:
- Bomba de sentinas: Se dispondrá una bomba de sentinas autoaspirante, accionada por un motor eléctrico a 380V 50Hz de aprox. 4Kw. IP-55 Aislamiento F.
- Servicio de baldeo y contra-incendios

Se dispondrá una bomba centrífuga autoaspirante, accionada por un motor eléctrico a 380V 50Hz 0.75 Kw. IP-55 Aislamiento F. Esta bomba se utilizará también como reserva de agua salada del motor principal.

- Servicio de agua sanitaria

Para estos servicios se dispondrá un grupo hidrófobo para agua dulce con bomba a 380V 50Hz 0.75 Kw. IP-55 y otro para agua salada de las mismas características.

Se dispondrán dos generadores de agua dulce de 4 tons./día, de aprox. 2,5 Kw. Los cuales se alimentarán con el agua de refrigeración del motor principal, descargando a los tanques de agua dulce. Un generador estará en servicio y el otro en reserva.

Para calentar el agua dulce de los servicios sanitarios, cocina y lavandería, se dispondrán dos termos eléctricos, uno de 50 litros y otro de 25 litros, ambos a 220V 50Hz

1.3.3.3 Equipos de cubierta.

- Fondeo: El fondeo se realizará a través de un reenvío desde la maquinilla de pesca.

- Servomotor:

Se instalará un servomotor electrohidráulico de alta presión provisto de dos electrobombas idénticas, a 380V 50Hz., de aprox. 4Kw. Cada una. El funcionamiento será en automático, entrando la segunda bomba en servicio por fallo de la primera.

El control de gobierno será con un tiller por medio de válvulas solenoides, que irá situado en la consola del puente de gobierno.

En el puente de gobierno se situará un panel de arranque y control de ambas electrobombas, con las alarmas requeridas por el Entidad Clasificadora y por fallo de los sistemas.

Se instalará un indicador panorámico de ángulo de timón en el puente de gobierno. En la cámara de maquinas existirá indicación de la bomba que está en servicio. Los motores eléctricos estarán protegidos únicamente contra cortocircuitos. En caso de fallo de energía, estando el equipo electrohidráulico en servicio, a la vuelta de ésta, automáticamente volverá a entrar en

funcionamiento el sistema. En este supuesto, se activará la correspondiente alarma.

1.3.3.4 Equipos varios

- Maniobra de pesca

El buque irá provisto de dos maniobras de pesca: La clásica de arrastre por popa y la de tangones, dotada de sus correspondientes accesorios.

- Maquinilla de pesca

Una principal para arrastre, el circuito hidráulico estará formado por una bomba accionada por motor eléctrico de 270 HP, situada en el local previsto en la disposición general. El sistema hidráulico tendrá mando local, con paradas de emergencia sobre la propia máquina y desde el puente de gobierno.

- Planta frigorífica

El buque llevará una planta frigorífica para:

- Congelar 6 tons./día de pescado, en cuatro túneles de congelación situados sobre la cubierta principal.
- Conservación del pescado en las tres bodegas a -25°C .
- Mantenimiento de las provisiones a -20°C en una gambusa de aprox. 13m^3

La planta trabajará a 380V III 50HZ e irá equipada con los siguientes elementos:

- Dos compresores de 40HP cada uno. Cada compresor tendrá la potencia adecuada para dar la capacidad total de congelación en los túneles más la de conservación en bodegas al mismo tiempo, aunque podrán trabajar también simultáneamente.
- Un electro-compresor de aprox. 25HP. Para la conservación del pescado en las bodegas.

- 8 Ventiladores (2x Túnel de congelación) de 2 KW cada uno.
- 2 Electrobombas de 1.5 Kw. cada una para el agua salada de refrigeración.

Los túneles serán suministrados con la preinstalación eléctrica realizada.

- Ventilación:

En Cámara de máquinas se dispondrán dos ventiladores reversibles de aprox. 2 Kw. Con una capacidad de 10.000 m³/h. Tendrán arranque/parada en cámara de máquinas y dispondrán de parada a distancia desde fuera de esta.

En el parque de pesca se dispondrán dos ventiladores de 4000 m³/h con paradas de emergencia. a la salida de Cámara de Máquinas y en Puente de Gobierno.

- Transformadores

Se dispondrán dos transformadores en lugar adecuado, cuya relación de transformación será 380/220V trifásicos, secos y refrigerados por aire de al menos 15 KVA para circuitos de alumbrado.

- Equipo de carga de batería

Se instalarán dos cargadores automáticos de batería para carga y carga lenta de las siguientes baterías:

- Un equipo de baterías de emergencia (24V), 360Ah (1Kw)
- Dos equipos de baterías para equipos de radio y navegación (24V), 240Ah (1Kw)
- Equipo de baterías para arranque grupo de puerto

1.3.3.5 Equipos de habilitación.

- Cocina

En la cocina se montarán los siguientes equipos:

- 1 Cocina eléctrica con 4 placas y horno de 11KW a 220/380/440V III 50/60 Hz)
- 1 Extractor de gases con motor de 0,2 KW.
- Instalaciones sanitarias

Se dispondrán los siguientes aseos indicados en la disposición general:

- Un aseo de tripulación.
- Un aseo para oficiales.
- Camarotes

Todos los espacios de alojamientos estarán suficientemente iluminados tanto con luz natural como artificial, el alumbrado artificial se efectuará mediante la red eléctrica de a bordo.

Aparte del alumbrado normal, se dispondrá a la cabecera de cada litera un alumbrado individual por medio de un aplique. Además se instalará un alumbrado azulado o de penumbra durante la noche. Se instalarán enchufes de TV y radio.

- Aire acondicionado

Para la zona de habilitación y puente se montará una planta de aire acondicionado con los siguientes elementos:

- 1 Unidad climatizadora autónoma con una capacidad, provista de compresor hermético de 5,5 CV para R-404^a, ventilador centrífugo de 1.700 m³/h, con motor eléctrico de 2,5 CV, condensador apto para agua de mar, cuadro eléctrico, etc.
- 1 Electrobomba para agua de mar, con motor eléctrico de 1 CV.

1.3.3.6 Equipos de puente, navegación y comunicaciones

- Equipos de navegación y comunicaciones externas.

Se instalarán los siguientes equipos (A título orientativo)

- 1 Piloto automático
- 2 Radares
- 2 Sondas de color.
- 1 Radiobaliza satelitaria.
- 1 VHF de 25 w.
- 1 Corredera.
- GPS LORAN.

En general se colocarán todos los equipos de navegación y comunicaciones necesarios para cumplir con la reglamentación aplicable al buque, que incluirá necesariamente todos los correspondientes al Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (GMDSS).

Todos los equipos de navegación y de comunicaciones serán suministrados por el armador del buque, incluyendo también las antenas, los cables especiales, los proyectores de sondas y la corredera así como la asistencia técnica necesaria de los fabricantes ó suministradores. Los cuadros para el sistema GMKSS irán equipados con alarmas por fallo de alimentación.

- Comunicaciones internas

Se instalarán los siguientes equipos:

- 1 Telégrafo de órdenes entre el puente de gobierno (tipo consola) y cámara de máquinas.
- 1 Equipo de órdenes de comunicaciones internas. (Suministro del Armador)
- Timbres de llamada de acuerdo con las Reglas.
- Conexiones de TV y radio en comedores, puente y camarotes.

1.3.3.7. Cuadro eléctrico principal

El cuadro eléctrico principal irá situado en la cámara de máquinas y desde éste se controlará y distribuirá la energía producida por los generadores.

Será del tipo de "frente muerto" y acceso exclusivamente por el frontal, de estructura auto soportada con reforzado de perfiles en la parte posterior. El frente será esmaltado y llevará una visera de protección contra goteo que servirá de alojamiento al alumbrado frontal.

El cuadro estará equipado para operación continua del generador y para la operación en paralelo del alternador de cola y el generador auxiliar (en navegación), durante periodos cortos de tiempo.

Las puertas serán abisagradas, con cierres manuales. Dispondrán de retenedores metálicos para que no se abran más de 90°. Además llevarán una interconexión por medio de cable flexible para una buena descarga a masa.

La construcción será en chapa de acero laminado de 2,5 mm.

Dispondrá de pasamanos aislados en la parte anterior; en el techo del frente y en toda su longitud, llevará alojado el alumbrado en una visera construida para tal fin.

El cuadro estará formado por los siguientes paneles:

- Un panel para control, medida y protección para cada generador.
- Un panel para el control y medida par la sincronización.
- Un panel para servicios de habilitación y auxiliares de propulsión.

Para la protección, medida y control de generadores, se montarán los siguientes equipos por generador:

- Un interruptor automático, capaz de soportar el cortocircuito calculado en cualquier punto de la instalación y se le montará un relé (para las tres fases) de sobre-intensidad.
- Voltímetro.
- Amperímetro.
- Frecuencímetro.
- Vatímetro.
- Lámparas de sincronización.
- Pilotos indicadores.

2. Metodología.

2.1. Balance eléctrico.

Para el cálculo de los consumidores, necesitamos varios datos de los mismos, tales como la potencia, distancia aproximada del elemento (aproximada porque en el plano no aparecen ninguna canalización, ni conducto por donde se colocará, entonces intentando que siempre sea por exceso, para que no produzcamos un problema cuando se realice el montaje con caídas demasiado elevadas para un funcionamiento correcto del aparato), tipo de cable, y ciertos reglamentos para el cálculo. Como la información que nos ha entregado, es muy escueta, le vamos a aplicar ciertos criterios para no tener en el futuro problemas de suministro, en los consumos lo consideramos como potencia absorbida, así le estamos aplicando el coeficiente que nos dará la seguridad necesaria en nuestra instalación.

Nuestro cliente, nos ha proporcionado planos del buque, para poder calcular las distancias de los elementos, así como un listado de consumidores. Los reglamentos lo tomaremos de Bureau Veritas, y si nos hiciera falta algún dato complementario lo tomaremos de las asignaturas de la carrera. Voy a utilizar el mismo método para todos los elementos eléctrico, esto consta de varios pasos:

I.- Le aplicaremos un coeficiente de seguridad, lo tomaremos de la asignatura "Proyecto de propulsión y Servicio", a todos los elementos consumidores del barco aportada por nuestro cliente (la tabla originaria viene dada con valores de potencia en c.v, nosotros hemos hecho una equivalencia en kilovatios para facilitarnos las operaciones, las cuales todas se harán en kilovatios (Kw)):

$$Pot n = Pot ab * K$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD		
Pot. Absorbida (c.v)	Pot. Absorbida (Kw)	Coeficiente "k"
≥100	≥73,50	1,10
≥25<100	≥18,38<73,50	1,15
≥10<25	≥7,35<18,38	1,20
≥5<10	≥3,68<7,35	1,25
≥1<5,	≥0,74<3,68	1,30

II.- Para realizar el balance, necesitamos saber la intensidad absorbida del elemento, lo tomaremos de esta fórmula:

$$Pot\ n(w) = \sqrt{3} * I * V * \text{Cos } \varphi \quad \text{donde:}$$

$$I\ (A) = \frac{Potn\ (w)}{\sqrt{3} * V * \text{Cos } \varphi}$$

Donde:

I ⇒ amperios (A)

Pot n ⇒ en vatios (w)

V ⇒ voltios (v)

El " Cos φ " lo hayamos según la asignaturas "Proyecto de propulsión y Servicio", del cual obtenemos el siguiente recuadro:

Pot. en el eje		
C.V	Kw	Cos f
2	1,47	0,825
10	7,35	0,850
50	36,75	0,875
200	147	0,890

Cuando el valor no coincide con los datos del recuadro, realizaremos una interpolación lineal para hallar su equivalencia.

III.- Ahora vamos a calcular la sección del cable, para ello debemos elegir el tipo de cable que vamos a utilizar, en el siguiente cuadro se muestran los tipos más usuales:

	Temperatura Max. Alma	Aislante	
		Tipo	Designación
Clase 1	60 °	Caucho Natural	-
		Material termoplástico	-
Clase 2	75 °	Material termoplástico	T 75
Clase 3	80°	Tejido Barnizado	-
		Caucho Sintético	CS 80
Clase 4	85	Caucho Sintético	CS 85
		Material termoplástico	T 85
		Tejido Amianto Barnizado	-
Clase 5	90°	Etileno Propileno	Epr
		Polietileno Reticulado	Pr
		Material termoplástico	T 90
Clase 6	95°	Materiales Minerales	-
		Amianto Silicona	-
		Caucho de Silicona	Sil

En nuestro caso vamos a elegir:

Clase 4	85°	Material termoplástico	T 85
---------	-----	------------------------	------

IV.- Hay que verificar si el tipo de cable soporta la intensidad consumida por el elemento, lo miraremos en el cuadro del Anexo I (Intensidades admisibles en régimen permanente).

V.- Aplicamos el factor de corrección de la tabla del Anexo II (coeficiente de reducción de intensidades admisibles), nuestro conductor tendrá las mismas características para todos, y hemos elegido un conductor con armadura y sin forro de pomo, esto nos servirá para poder hallar el factor de corrección.

VI.- Comprobamos si la sección hallada, cumple con la caída de tensión admisible, según el Bureau Veritas la caída de tensión máxima es del 5 % de la

tensión nominal para los circuitos de alumbrados y de un 7% de la tensión nominal para el resto de circuitos.

Para hallar dicha caída utilizaremos estas expresiones:

Corriente continua		$e = \frac{2 * \rho * L * I}{S}$
Corriente alterna 50 o 60 Hz	Monofásica	$e = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\varphi}{S}$
	Trifásica	$e = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S}$

donde:

$e \Rightarrow$ Caída de tensión en la línea en voltios.

$S \Rightarrow$ Sección del conductor en mm^2 .

$L \Rightarrow$ Longitud de la línea en m, (en nuestro caso le vamos a aplicar un porcentaje del **15 % extra** por si se realiza un pequeño cambio o modificación en la instalación del elemento, lo haremos a todos los consumidores, esto no encarecerá el presupuesto y nos aseguramos de un correcto funcionamiento en caso de alguna pequeña alteración.)

$I \Rightarrow$ Intensidad de corriente en A.

$\rho \Rightarrow$ Resistividad del conductor, a 60°C tiene un valor de:

$\rho = 0.02 \text{ ohms.mm}^2/\text{m}$ para el cobre.

$\rho = 0.03 \text{ ohms.mm}^2/\text{m}$ para el aluminio.

$\cos \varphi \Rightarrow$ Factor de potencia.

El reglamento nos dice que la caída máxima permitida es:

- Alumbrado, un 5% de la tensión: $e < 19 \text{ v}$.
- Fuerza, un 7% de la tensión: $e < 26.6 \text{ v}$.

VII. Seguiremos con la aplicación de unos coeficientes llamado "Kn y Ksr", lo detallamos en las diferentes situaciones donde se va a realizar el estudio, los cuales son: navegación, pesca, maniobras de entrada y salidas y, por último, en carga y descarga. A continuación, exponemos los dos coeficientes según el reglamento:

A.- El coeficiente **Kn**, éste es la relación entre el número **n** de aparatos simultáneos en funcionamiento y el número **N** de ellos instalados, tal como esto:

$$Kn = \frac{n}{N}$$

B.- El coeficiente **Ksr** a aplicar depende del servicio que realice al consumidor y del régimen de funcionamiento:

B.1.- Del servicio del aparato o aparatos considerados, de la no superposición en el tiempo de su funcionamiento con aquellos aparatos que funcionan de modo no continuo. En estos casos se considera particularmente la relación entre su tiempo en marcha a plena carga y el total del servicio.. Este coeficiente será igual a la unidad en el caso o de un conjunto de aparatos que funcionen simultáneamente de forma continua y a pleno régimen y será inferior a uno en los siguientes casos:

- Un conjunto de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente y a pleno régimen pero de manera discontinua.
- Para aparatos en funcionamiento discontinuo con un servicio temporal inferior a una hora.

- Para un conjunto de aparatos sometidos a funcionamiento cuando se puede prever la puesta en marcha en sucesivas de los aparatos que constituyen el equipo.

B.2.- Del régimen del aparato o aparatos consideramos los siguientes casos:

- Auxiliares de la propulsión. Para los aparatos de este servicio se contemplan que el coeficiente sea del 0.8 al 0.9.
- Servomotor. La maniobra normal consiste en desplazamientos inferiores al 15° que necesita de poca potencia con lo que se le da un valor de 0.25.
- Molinete. Varía entre 0.6 a 1
- Maquinilla de carga. Se admiten que todas ella puedan ser utilizadas simultáneamente, por lo que será igual a 1.
- Ventilación y calefacción. Varía entre 0.3 a 1 según la estación.
- Bombas de servicio. Lo tomamos como 0.5.
- Aparatos de cocina. Estará entre el 0.6 al 1.

2.2. Corriente de cortocircuito

Una vez que tengamos todos los consumos del buque, y le asignemos el generador según las necesidades, tenemos que calcular la corriente de cortocircuito que se producen en las barras de distribución, para ello vamos a basarnos en la norma IEC 61363-1 para instalaciones a bordo de naves y plataformas marinas fijas o móviles. Lo utilizaremos para sistema trifásico de corriente alterna, con las condiciones:

- Frecuencia 50 o 60 hz.
- Tienes algún tipo de sistema de voltaje específico de la norma IEC 60092-201 tabla.

- Tienen uno o más niveles.
- Engloban motores, generadores, transformadores, bobinas reactivas, cables y unidades convertidoras.
- Tiene un punto neutro aislado del barco.

Los objetivos de esta norma, son la de obtener:

- I'' , valor inicial de la intensidad sub-transitoria, con reactancia sub-transitoria $X''d$ y durante la constante sub-transitoria directa $T''d$,

$$I'' = \frac{V_N}{X''d} = \left(\frac{1}{x''d}\right) I_N$$

donde: $V_N \Rightarrow$ tensión del generador

$X''d \Rightarrow$ reactancia sub-transitoria.

$x''d \Rightarrow$ la misma reactancia expresada en %.

$I_N \Rightarrow$ corriente nominal.

- I' , valor eficaz de la intensidad transitoria, con reactancia transitoria $X'd$ y durante la constante transitoria $T'd$:

$$I' = \frac{V_N}{X'd} = \left(\frac{1}{x'd}\right) I_N$$

- I_p , valor de cresta máximo:

$$I_p = \sqrt{2} [(I'' - I') e^{-t/T''d} + I'] + \sqrt{2} I'' e^{-t/2T'd}$$

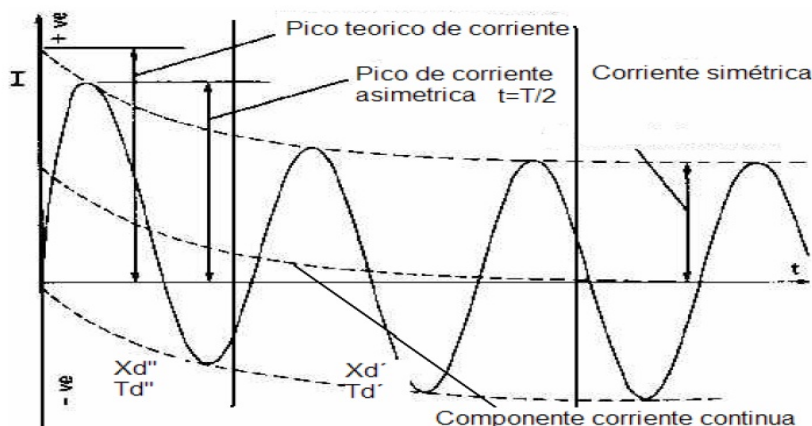
- I_{ac} , valor del componente simétrico de la corriente cortocircuito, esta es variable en el tiempo:

$$I_{ac} = (I'' - I') e^{-t/T''d} + (I' - I) e^{-t/T'd} + I$$

El cálculo de cortocircuito, se realiza en la situación más desfavorable, que en nuestro caso en situación de pesca (472.1 Kw), determinado que esta se da en carga, se considera varias condiciones:

- Las resistencia de contacto del cortocircuito y aquellas otras pequeñas resistencia como las del embarrado o seccionadores no han sido considerada.
- Se considera cortocircuito como franco, para no considerar la resistencia del arco.

Según la norma IEC 61366-1, se considera cálculo de la corriente de cortocircuito trifásica, cuando se produce el cortocircuito se generan una serie de fenómenos que se agrupan en tres periodos de tiempo a lo que los llamamos constante de tiempo sub-transitorio T''_d , constante de tiempo transitorio T'_d y tiempo permanente de cortocircuito. Además de estos fenómenos también aparecen una componente de corriente continua I_{dc} , que se estudia para las máximas corrientes de pico. Durante el fenómeno de sub-transitorio es cuando ocurren los mayores picos de intensidad de cortocircuito por lo que la norma nos dice que los cálculos se efectúen en el intervalo de tiempo $t = 1/2 T$



2.3. Dimensionamiento del embarrado.

Para el dimensionamiento de las barras vamos a suponer en la situación más desfavorecida, es decir, cuando el consumo es mayor.

Calcularemos la intensidad en ese momento:

$$I = \frac{Pot}{\sqrt{3} * \cos \varphi * V}$$

A continuación vamos a utilizar el método de aproximación para estimar la capacidad de carga de las barras. Aplicando una densidad de corriente 2 A/mm², tenemos que:

$$mm^2 = \frac{A}{2}$$

Sabiendo la sección mínima, obtenida al aplicar la fórmula anterior, buscamos en la siguiente tabla, proporciona las Sociedades de Clasificación, en barras desnudas, y de una sola por fase, podemos obtener la sección inmediatamente superior a la nuestra, cumpliendo los requisitos, aguanta nuestra intensidad y supera la sección mínima de forma aproximada. Esta tabla nos proporciona una sección rectangular, para una temperatura ambiente de 45° y para un calentamiento de 45K.

Ancho x grueso (mm)	Máxima carga permisible (A) a 50Hz							
	Pintadas				Desnudas			
	Nº de Barras				Nº de Barras			
	1	2	3	4	1	2	3	4
15x3	230	390	470	-	200	350	445	-
20x3	290	485	560	-	250	430	535	-
20x5	395	690	900	-	340	620	855	-
20x10	615	1145	1635	-	530	1020	1460	-
25x3	355	580	560	-	300	510	615	-
25x5	475	820	1040	-	405	725	985	-
30x3	415	670	735	-	350	590	700	-
30x5	555	940	1170	-	470	830	1110	-
30x10	835	1485	2070	-	710	1310	1835	-
40x5	710	1180	1410	-	595	1035	1350	-
40x10	1050	1820	2480	3195	885	1600	2195	2825
50x5	860	1410	1645	2490	720	1230	1560	2380
50x10	1260	2130	2875	3655	1055	1870	2530	3220
60x5	1020	1645	1870	2860	850	1425	1785	2740
60x10	1460	2430	3235	4075	1220	2130	2850	3595
80x5	1320	2080	2265	3505	1095	1795	2170	3370
80x10	1860	2985	3930	4879	1535	2615	3460	4275
100x10	2240	3530	4610	5615	1845	3075	4040	4935
120x10	2615	4060	5290	6360	2155	3545	4635	5580
160x10	3348	5121	6646	7836	2752	4451	5803	6857
200x10	4079	6162	7973	9287	3335	5344	6956	8109

Nota: La carga máxima permisible se aplica a cuadros no cerrados por su parte posterior, en caso de cuadros completamente cerrados debe asegurarse una ventilación adecuada o los valores de carga indicados deben acortarse

Sabiendo la sección, vamos a comprobar si cumple las normativas por el aumento de temperatura y esfuerzos electrodinámicos.

a) En el primer apartado, para determinar la temperatura producida por el paso de la intensidad a través de las barras de cobre, lo haremos por convención, que es la más significativa, según la Sociedad de clasificación, el aumento máximo no debe superar los 40 grados, para ello, vamos a determinarlo, el calor producido por el paso de la corriente alterna por un conductor es:

$$\frac{W}{mm} = I^2 * R_0 * S$$

Donde:

- I corriente que circula por el embarrado.
- R_0 , la resistencia del cobre en corriente continua, según la sección elegida.
- S el efecto Skin.

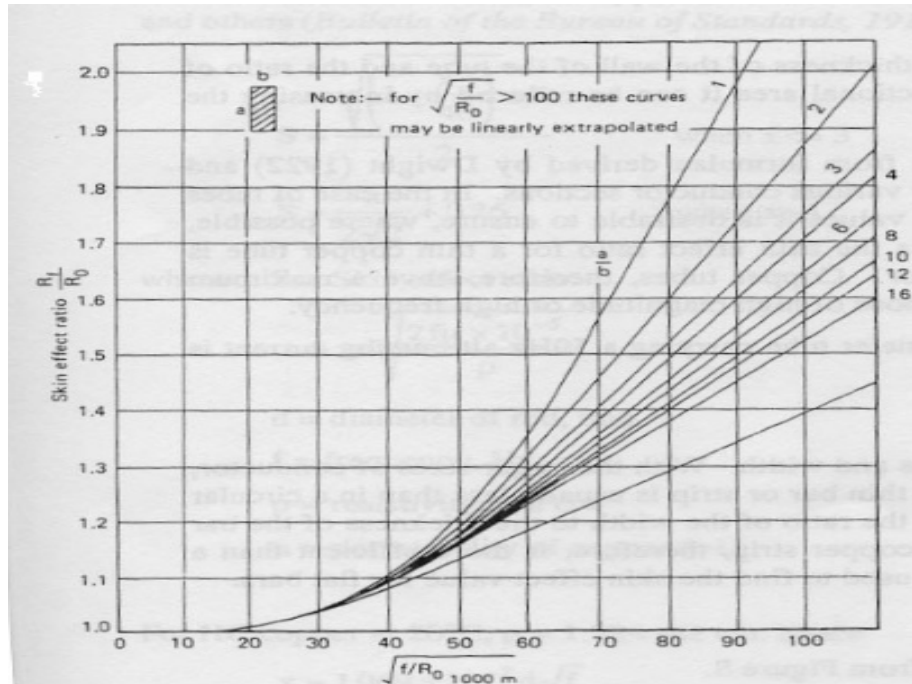
El valor R_0 , lo tomamos de la siguiente tabla:

Sección mm	Área mm ²	Peso Kg/m	Resistencia aproximada 20°C μΩ/m	Valor de intensidad (ca)	Momento de inercia I		Modulo, Z	
				Aire libre, A	De canto mm ⁴	Planas mm ⁴	De canto mm ³	Planas mm ³
40X5,0	200	1.785	86,20	610	26.670	416,7	1.334	166,70
50X5,0	250	2.232	68,90	740	52.080	520,8	2.083	208,30
60X5,0	300	2.678	57,40	865	90.000	625,0	3.000	250,00
80X,50	400	3.571	431,00	1.110	213X10E3	833,3	5.333	333,30
30X8,0	240	2.142	71,80	630	18.000	1.280	1.200	320,00
40X8,0	320	2.856	53,80	795	42.670	1.707	2.134	426,80
50X8,0	400	3.571	43,10	950	83.300	2.133	3.333	533,30
60X8,0	480	4.285	35,90	1.110	144X10E3	2.650	4.800	640,00
80X8,0	640	5.713	26,90	1.420	341X10E3	3.413	8.533	853,30
30X10	300	2.678	57,40	700	22.500	2.500	1.500	500,00
40X10	400	3.571	43,10	880	53.330	3.333	2.667	666,60
50X10	500	4.464	34,40	1.060	104X10E3	4.167	4.168	833,40
60X10	600	5.356	28,70	1.200	180X10E3	5.000	6.000	1.000,00
80X10	800	7.142	21,50	1.525	427X10E3	6.667	10.670	1.333,00

Hay que tener cuidado con la unidades, que vamos utilizar, estén todas en concordancia, para reducir los errores de cálculo, le aplicamos el incremento de temperatura hasta 40° c.

$$R_{40} = R_{20} * [1 + \alpha_{20} * (T - T_0)]$$

El efecto Skin lo consideramos según curvatura de nuestra sección, como muestra en la gráfica.



donde:

$$\frac{R_f}{R_0} \Rightarrow \text{Valor buscado del efecto skin}$$

$R_0 \Rightarrow$ Resistencia del conductor en corriente continua

$f \Rightarrow$ Frecuencia en Hz

Calculamos el área de las barras, para continuar con el cálculo de calor disipado:

- Calor disipado en posición vertical:

$$W_v = \text{Area en vertical (m}^2\text{)}$$

- Calor disipado en horizontal:

$$W_H = \text{Area en horizontal (m}^2\text{)}$$

- Calor disipado en circular

$$W_c = \text{Area del tubo (m}^2\text{)}$$

Tan solo nos quedaría igualar los valores anteriores a los utilizados en la norma, tales como:

- Vertical:
$$W_V = \frac{7.66 * \theta^{1.25}}{L^{0.25}} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

- Horizontal:
$$W_H = \frac{3.345 * \theta^{1.25}}{L^{0.25}} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

- Circular:
$$W_c = \frac{7.66 * \theta^{1.25}}{d^{0.25}} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

b) Los esfuerzos electrodinámicos, la intensidad que circula un conductor genera fuerzas de atracción y repulsión, que generan tensión en el embarrado, esa tensiones son máximas cuando se produce un cortocircuito, es donde se realiza el estudio. Se considera un sistema trifásico balanceado, con una corriente desplazada en 120°, la fuerza máxima aparece con respuesta para contrarrestar el pico máximo de intensidad asimétrica, y en barra rectangulares se obtiene de :

$$F_{max} = 2 * K * \frac{L}{S} * I_{AC}^2 * 10^{-8} \text{ (Kg)}$$

Donde :

- F : fuerza de repulsión en kilogramos.
- I intensidad de cortocircuito.
- L longitud entre los soportes de la barras en mm.
- S distancia entre las barra de fase , en mm.

- K factor que depende directamente de la sección del conductor, en barras rectangulares se aproxima a la unidad.
- L la separación entre los soportes de la barras
- S la distancia entre barras.

La carga:

$$q = \frac{F_{max}}{L} \left(\frac{Kg}{mm} \right)$$

El momento flector máximo:

$$M_{max} = \frac{q * L^2}{12} (Kg * mm)$$

El módulo resistente de la barra rectangular:

$$W = \frac{b * h^2}{6} (mm^3)$$

La tensión máxima que se le aplica a la barra:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

Con este resultado, y sabiendo que el módulo resistente del cobre es $Y = 12.95 \frac{kg}{mm^2}$, al compararlo, nuestro valor debe ser menor del indicado, es decir, que nuestra elección cumple con la norma exigida.

2.4. Elección de los generadores auxiliares.

Según los reglamentos de las Sociedades de Clasificación, que determinan los servicios vitales o esenciales a los que, en ningún caso, debe faltar suministro de energía, como por ejemplo la Lloyd's, regula el que:

“en todo buque en la que la electricidad constituya el único medio de mantener los servicios auxiliares indispensables a su propulsión y seguridad, deberá estar provisto como mínimo, de dos grupos electrógenos principales, de potencia tal, que pueda garantizar el funcionamiento de dichos servicios en caso de parada de uno de los grupos”

El número se fijará, teniendo en consideración los diferentes estados de carga, que el barco tenga que soportar, y la explotación más económica de la planta, en la que tendremos que analizar:

- El coste inicial de los generadores.
- Su coste de mantenimiento y conservación. Tamaño y peso
- El estudio de su acoplamiento en paralelo.

Con todo esto, y lo que nos ofrece el mercado, se ha elegido del fabricante SDMO, modelo X800K (560kW/700KVA) :



Datos del motor:

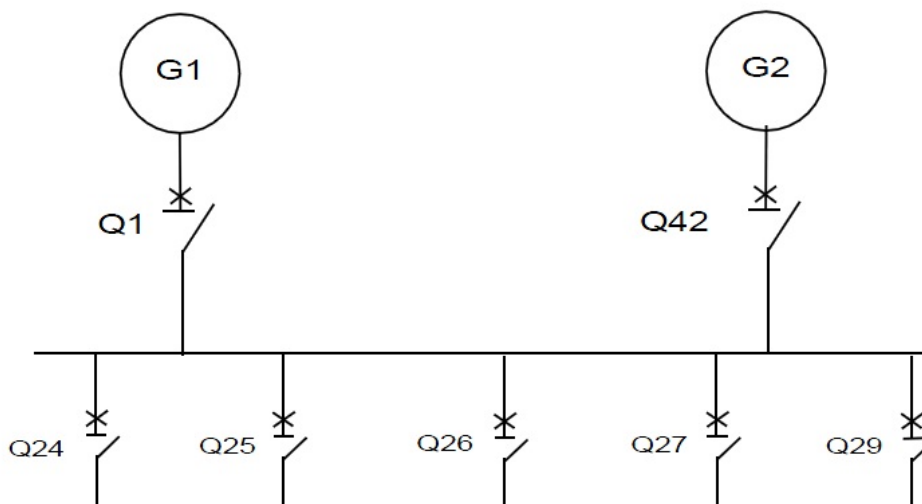
CARACTERÍSTICAS ASESTANDARES	Fabricante / Modelo	MTU 12V2000G63E, 4-tiempos, Turbo, Air/Air DC 12
	Disposición de los cilindros	V
	Desplazamiento	23.9L [1458.5C.I.]
	Carrera y Diámetro	130mm [5.1in] X 50mm [5.9in]
	Tasa de compresión	16:01
	Velocidad en vueltas por minutos	1500 Rpm
	Velocidad de los pistones	7.5m/s [24.6ft./s]
	Potencia de emergencia máxima a velocidad nominal*	652KW [874BHP]
	Regulación frecuencia, carga constante	+/- 0.5%
	BMEP	20.9bar [303psi]
Regulador:tipo	ELEC	
SISTEMA DE ESCAPE	Temperatura gas	560°C [1040°F]
	Caudal gas	2420L/s [5128cfm]
	Contrapresión	500mm CE [20in.WG]
SISTEMA FUEL	110% (@ 50 Hz)	175L/h [46.2gal/hr]
	100% (potencia de emergencia)	161L/h [42.5gal/hr]
	75% (potencia de emergencia)	119L/h [31.4gal/hr]
	50% (potencia de emergencia)	80L/h [21.1gal/hr]
	Caudal máximo bomba fuel-oil	450L/h [118.9gal/r]
SISTEMA ACEITE	Capacidad aceite con filtro	82L [21.7gal]
	Mínima presión de aceite	4bar [58.0psi]
	Presión de aceite	6.5bar [94.2psi]
	Consumo de aceite 100% carga	0.81L/h [0.214gal/hr]
	Capacidad aceite carter	67L [17.7gal]
BALANCE TÉRMICO 100% CARGO	Calor expulsado en el escape	545KW [30989Btu/mn]
	Calor irradiado	45KW [2559Btu/mn]
	Calor expulsado en el agua	280 KW [15921 Btu/mn]
AIRE DE ADMISIÓN	Aire de entrada máximo	150mm CE [6in. WG]
	Flujo de aire motor	940L/s [1992cfm]
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Capacidad del motor y radiador	212L[56.0gal]
	Temperatura de agua máxima	97°C [207°F]
	Temperatura de agua a la salida	93°C [199°F]
	Potencia del ventilador	26KW
	Caudal de aire ventilador	17.1m3/s [36236cfm]
	Contrapresión radiador	20mm CE[0.8in. WG]
	Tipo de Enfriamiento	Coolelf mdx
	Thermostat	75-88°C
EMISIONES	PM	N/A
	CO	N/A
	Nox	N/A
	HC	N/A

Datos del alternador:

DATOS	Fabricante	LEROY SOMER
	Tipo	LSA491M6
	Número de fases	3
	Factor de potencia (Cos Phi)	0.8
	Altitud	< 1000 m
	Velocidad excesiva	2250 rpm
	Polo: número	4
	Tipo de excitación	AREP
	Aislamiento: clase, temperatura	H/H
	Regulador de tensión	R448 LS/B
	Tasa de armónico (TGH/THC)	< 4%
	Forma de onda: NEMA = TIF - TGH/THC	< 50
	Forma de onda: CEI = FHT - TGH/THC	< 2%
	Cojinete: número	1
	Acoplamiento	Direct
	Regulación de tensión 0 al 100%	+/- 1%
	Recubrimiento (20% tensión) ms	1000 ms
SkVA	N/A	
OTROS DATOS	Potencia nominal continua @ 40°C	725kVA
	Potencia emergencia @ 27°C	800kVA
	Rendimiento @ 4/4 carga	94.4%
	Caudal de aire	1m3/s [2118.87cfm]
	Informe de cortocircuito (Kcc)	0.43
	Reactancia longitudinal sincrónica no saturada (Xd)	301%
	Reactancia transversal sincrónica no saturada (Xq)	180%
	Constante de tiempo transitoria en vacio (T'do)	2047ms
	Rectancia longitudinal transitoria saturada (X'd)	14.7%
	Constante de tiempo transitoria en Cortocircuito (T'd)	100ms
	Reactancia longitudinal subtransitoria saturada (X'd)	11.7%
	Constante de tiempo subtransitoria (T'd)	10ms
	Reactancia transversal subtransitoria saturada (X'q)	13.1%
	Reactancia homopolar no saturada (Xo)	0.7%
	Reactancia inversa saturada (X2)	12.5%
	Constante de tiempo del inducido (TA)	15ms
	Corriente de excitación en vacio (io)	0.9 A
	Corriente de excitación en carga (ic)	3.2A
	Tensión de excitación en carga (uc)	38V
	Tiempo de respuesta (Delta U = 20% transitoria)	1000 ms
	Arranque (Delta U = 20% perm. o 50% trans.)	1985 kVA
	Delta U transitoria (4/4 carga) – Cos Phi: 0.8 AR	10.9%
Perdidas en vacio	9kW [9.00Kw]	
Disipación de calor	32.7kW	

2.5. Elección de los interruptores automáticos.

En nuestro cuadro principal, estará comandado por dos interruptores automáticos, uno por cada generador y cuatro cuadros principales, como explicaremos más adelante, y estará diseñado como muestra esta representación:

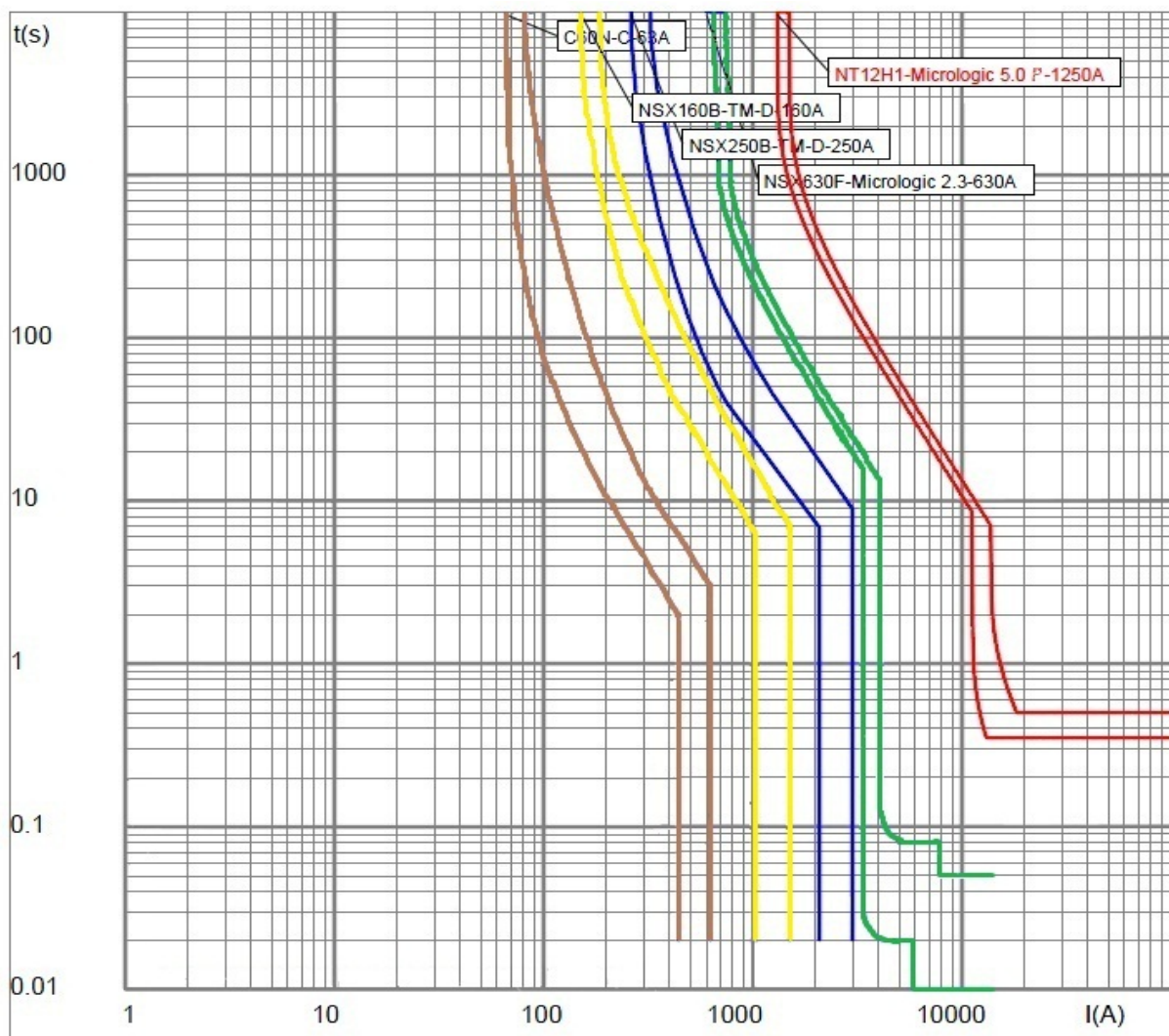


A partir de aquí, tenemos que poner un criterio de selectividad, para un funcionamiento correcto del sistema, nuestra selectividad será "selectividad total", es decir, que cualquier problema que surja en el sistema, será protegido por el elemento de protección inmediatamente superior al error, sea cual sea y de cualquier índole, desde: cortocircuito, sobrecarga, etc. Ejemplo: " aguas abajo del interruptor Q27 surge una avería , este se abrirá inmediatamente, sin que el resto de los elemento de protección se alteren.

Esta selectividad total la conseguimos, mediante las curvas de actuación de cada elemento. Para ello, en su descripción aparece una curva de actuación, así pues, con una buena elección lógica de cada curva podemos asegurar que cada elemento cumpla con su cometido. La marca comercial, Schneider Electric, dispone de un software, que realiza este cálculo, se llama, Curve Direct (en diferentes versiones). En el cuadro principal, instalaremos interruptores automáticos de la misma marca, facilitando el trabajo.

En la gráfica, se muestra dicha curvas de los cuadros principales, contando la alimentación desde tierra, y son:

- Interruptor principal del generador: NT12H1-Micrologic5.0 P-1250A
- I. del cuadro de pesca: NSX 630F- Micrologic2.3-630 A.
- I. da la planta frigorífica: NSX250B-TMD 250 A.
- I. servicios 220v: NSX160B-TMD 160 A.
- I. alimentación tierra: NSX160B-TMD 160 A.
- I. cuadro Serv. Motor princ. : C60N-C-63.



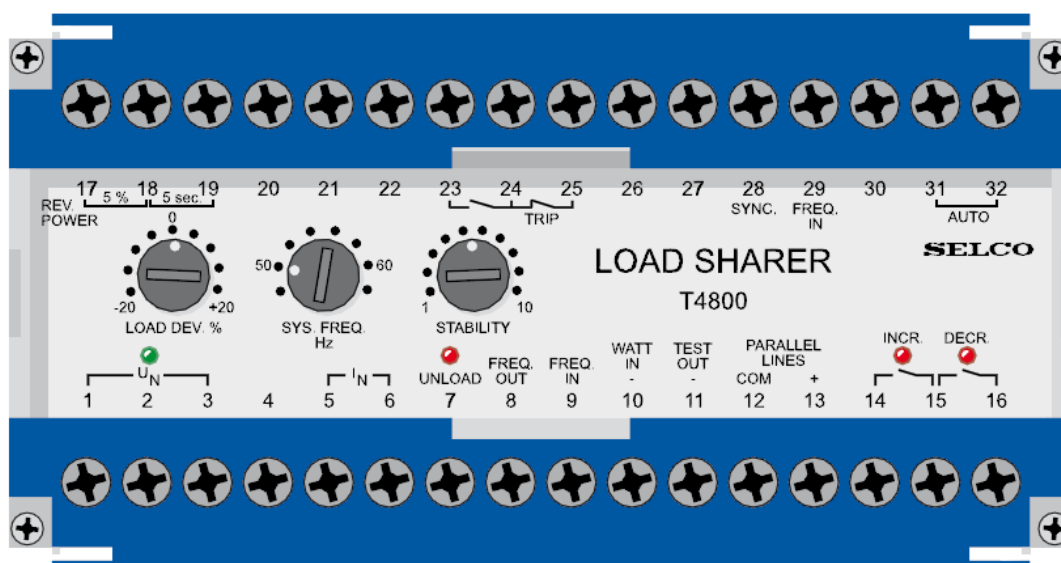
G&ma	Masterpact	Compact	Compact	Compact	Multi9
Interrupción automática	NT12H1	NSX630H	NSX250B	NSX160B	C60N
Relé/curva	Micrologic 5.0 P	Micrologic 2.3	TM-D	TM_D	C
Calibre	1250.00	630.00	250.00	160.00	63.00
Largo retardo					
I_o		630.00			
I_r	1.00 1250.0A	1.00 630.0A	1.00 250.0A	0.90 144.0A	
t_r	24.0 24.0s	16.0 16.0s	15.0 15.0s	15.0 15.0s	
Corto retardo					
I_m/I_{sd}	10.00 12500.0A	6.00 3780.0A			
I^2t (retardo)	OFF				
t_m/t_{sd}	0.20 0.20s				
Instantánea					
I_i	OFF	6900.0A	10.00 2500.0A	1250.0A	472.5A
Selectividad					
Límite	Selectividad total	Selectividad total	Selectividad total	Selectividad total	Selectividad total

2.6. Elección de elementos de control.

En el cuadro principal existen varios, dependiendo del sistema de control. Empezamos por:

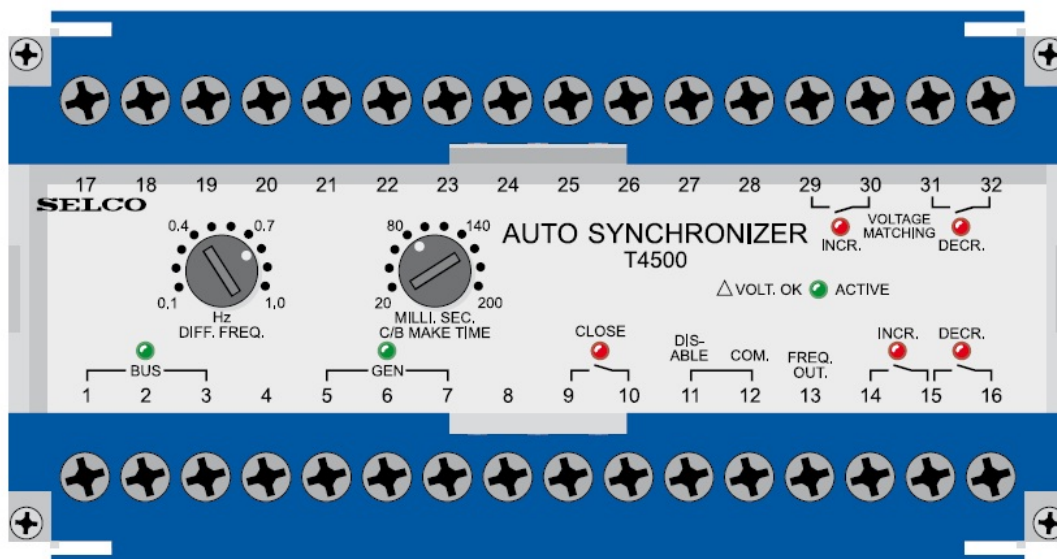
A) Sistema automático.

Cuando utilizamos este sistema, el control de reparto de carga y de la sincronización, utilizamos elementos de un mismo fabricante, Selco. Con este fabricante utilizamos su repartidor de carga, cuyo modelo es: "T4800 Load Sharer",



Este es el encargado de controlar en todo momento la demanda de energía, para ofrecerla de forma continua manteniendo todos los parámetros de seguridad de los consumidores y del generador, conectados a una red o en paralelo con uno o varios generadores. En el anexo, se muestran todas las características del mismo.

Selco, también nos ofrece, el sincronoscopio, modelo: "T4500 Auto Synchronizer, cuya finalidad es acoplar al generador a la red, cumpliendo las normas de seguridad:



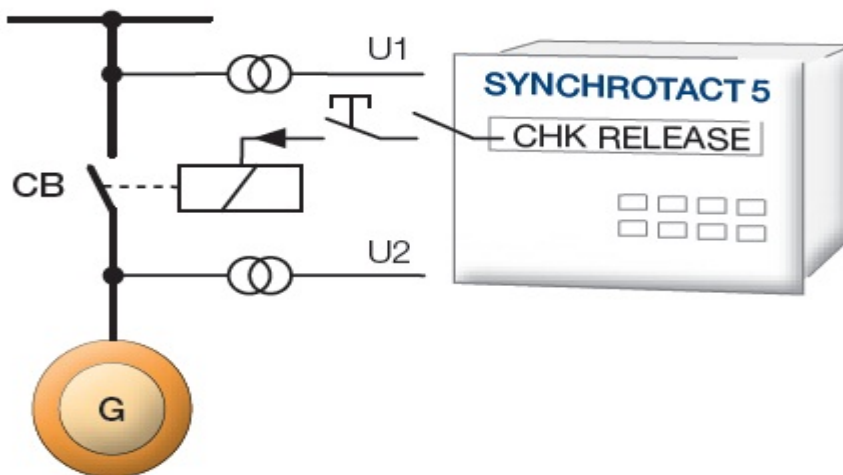
Al utilizar los dos elementos del mismo fabricante, se comunican entre ellos y cubren mayor rango de necesidades, ofreciendo mayores posibilidades de funcionamiento y operación.

B) Sistema manual.

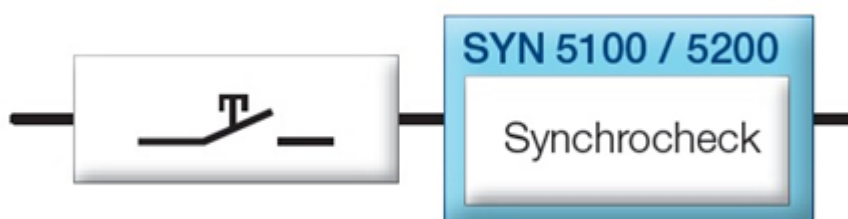
En este sistema, el control de la carga lo tendrá el operario, con la ayuda de visualizadores de tensión, frecuencia, potencia, etc., pero para el acoplamiento del generador a la red de nuestro buque, o para generar la tensión desde cero, se ayudará de un sincronizador, del fabricante Abb, el cual

se encargará de asegurarnos que en el momento de acoplar, nuestro generador cumpla todas las condiciones de sincronismo, tensión, frecuencia y fases, a ambos lados del interruptor. Si no es así, se pueden producir perturbaciones en la red, disparo del interruptor, y en casos extraños, daños en el generador.

El modelo es: Synchrotact 5201. Este modelo puede realizar varios tipos de acoplamientos, pero, en nuestro caso solo utilizaremos uno de ellos, el acoplamiento en automático o en manual de líneas ya sincrónicas, conexión de generadores o a líneas sin tensión (líneas muertas) y se representa:



Y se conectará en serie, con la señal del operario, como muestra la figura:



2.7. Elementos de visualización.

En el cuadro principal utilizaremos los visualizadores más usuales, voltímetros, frecuencímetros, vatímetros, etc. para poder analizar toda la información al instante y posteriormente actuar ante cualquier elemento eléctrico del buque que esté funcionando de forma irregular o simplemente vigilar las condiciones óptimas de la red. Todos los elementos lo adquiriremos del mismo fabricante, Saci. Serán todos analógicos.

Empezaremos por:

a) Voltímetro simple.

VOLTÍMETROS CON CONMUTADOR CONMUTADOR DE 3 POSICIONES (L1, L2, L3) CONMUTADOR DE 6 POSICIONES (L1, L2, L3, L12, L13, L23)

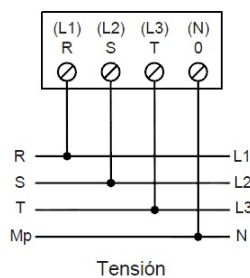
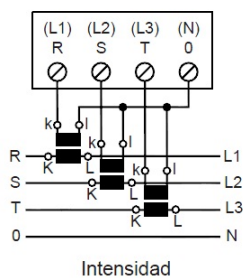
- Escala: 90°
- Precisión: 1,5 %
- Frecuencia: 45..5 Hz
- Consumo propio: 1,5..3 VA



Modelo	EC4V3	EC3V3	EC4V6	EC3V6	EC4V7*	EC3V7*
Dimensiones mm	72x72	96x96	72x72	96x96	72x72	96x96
Peso aprox. Kg.	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50
Conmutador	3 posiciones		6 posiciones		6 posiciones + secuencímetro	
Módulo	VOLTÍMETROS DE RELACIÓN					
Escalas	X/100 ó X/110V					
	10; 12; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 75 ó 80 V					
	y múltiplos					
	VOLTÍMETROS DIRECTOS					
Rango de Medida	500 V					

* EC4V7; EC3V7: con indicador de secuencia de fases

Esquemas de conexión



b) Voltímetro doble:**VOLTÍMETROS DOBLES**

Dos sistemas de hierro móvil. Verdadero valor eficaz.

- Escala: 90°
- Frecuencia: 45..65 Hz
- Precisión: 1,5 %
- Consumo propio: 1,5..3 VA
- Rango de medida: 100, 110, 230, 400, 440 V



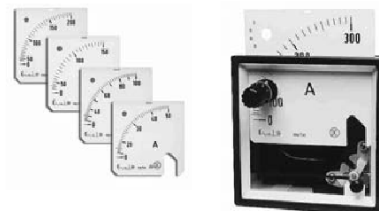
Modelo		EC3VII	EC2VII			
Dimensiones	mm	96x96	144x144			
Peso aprox.	Kg.	0,31	0,46			
VOLTÍMETROS DOBLES						
Rango de Medida	Vn	2x100 V	2x110 V	2x230 V	2x400 V	2x440 V
Escalas		2x160 V	2x175 V	2x365 V	2x635 V	2x700 V

c) Amperímetro.**AMPERÍMETROS CON CONMUTADOR**

(ESCALA INTERCAMBIABLE)

CONMUTADOR DE 4 POSICIONES (0, L1, L2, L3)

- Rango de medida: 5A, 1A
- Escala: 90°
- Frecuencia: 15..100 Hz
- Precisión: 1,5 %
- Consumo propio: 0,4 VA







Modelo		EC4V4	EC3V4
Dimensiones	mm	72x72	96x96
Peso aprox.	Kg.	0,25	0,50
AMPERÍMETROS CON CONMUTADOR (ESCALA INTERCAMBIABLE)			
Módulo	A	X/5A ó X/1A	
Escalas	In	10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60 ó 75 A y múltiplos	
Módulo	2xIn	2X/5A ó 2X/1A	
Escalas	2xIn	10..20; 15..30; 20..40; 25..50; 30..60; 40..80; 50..100; 60..120 ó 75..150 A y múltiplos	
Módulo	5xIn	5X/5A ó 5X/1A	
Escalas	5xIn	10..50; 15..75; 20..100; 25..125; 30..150; 40..200; 50..250; 60..300 ó 75..375 A y múltiplos	

Su esquema de conexión esta junto al voltímetro, en el apartado anterior a).

d) Frecuencímetro simple.**FRECUENCÍMETROS DE AGUJA**

- Margen de Tensión: $\pm 15\%$ Vn
- Precisión: 0,5 %
- Tensión (Vn): 100, 110
- Consumo propio: 10 mA
- 230, 400, 440 V

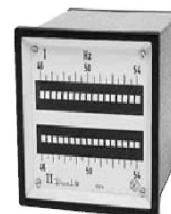



ESCALA 90°											
Modelo		FC5AR	FC5A	FC4A	FC3A	FC2A	FC5ARI	FC5AI	FC4AI	FC3AI	FC2AI
Dimensiones	mm	45x52,5 <small>CARRIL DIN</small>	48x48	72x72	96x96	144x144	45x52,5 <small>CARRIL DIN</small>	48x48	72x72	96x96	144x144
Peso aprox.	Kg.	0,20	0,20	0,21	0,28	0,50	0,20	0,20	0,21	0,28	0,50
FRECUENCÍMETROS DE AGUJA 90°											
Escalas	Hz	45..55; 48..52; 55..65; 58..62 ó 380..420 Hz					45..65 Hz				

e) Frecuencímetro doble.**FRECUENCÍMETROS DOBLES (LÁMINAS Ó AGUJAS)**

Medida doble (dos sistemas), de las frecuencias de dos redes.

- Precisión: 0,5 %
- Consumo propio: 1,2..2,2 mA
- Margen de Tensión: $\pm 15\%$ Vn
- Tensión (Vn): 100, 110, 230
- 400, 440 V



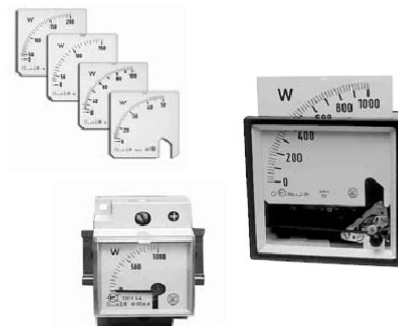
			
Modelo		FC3VII	FC2VII
Dimensiones	mm	96x96	144x144
Peso aprox.	Kg.	0,87	1,25
FRECUENCÍMETROS DOBLES			
Láminas		17	21
Escalas	Hz	46..54 ó 56..64	45..55 ó 55..65



f) Vatímetro**VATÍMETROS (ELECTRÓNICOS)**

Medida de la Potencia activa de la red.

Corriente alterna

- Frecuencia: 50 ó 60 Hz
- Margen de Tensión: $\pm 15\%$ Vn
- Tensión (Vn): 100, 110
- Margen de Intensidad: 20-120%
- Entrada de Intensidad (In): 5A, 1A
- Precisión: 1,5 %
- Consumo propio: 3..12 mA (Circuitos de tensión)
- Consumo propio: 1..3,5 VA (Circuitos de corriente)



							
			ESCALA 90°				
Dimensiones	mm	45x52,5 CARRIL DIN	48x48	72x72	96x96	144x144	
MONOFÁSICO C.A. - TRIFÁSICO EQUILIBRADO							
Peso aprox.	Kg.	0,55	0,55	0,55	0,84	0,84	
Monofásico C.A.		WC5VRE*	WC5VE*	WC4VE*	WC3VE	WC2VE	
Trifásico 3 ó 4 hilos		WC5VRIE*	WC5VIE*	WC4VIE*	WC3VIE	WC2VIE	
TRIFÁSICO DESEQUILIBRADO							
Peso aprox.	Kg.	1,00	1,00	1,00	1,55	1,55	
Trifásico 3 hilos		WC5VRIIE*	WC5VRIIE*	WC4VRIIE*	WC3VRIIE	WC2VRIIE	
Trifásico 4 hilos		WC5VR3E*	WC5V3E*	WC4V3E*	WC3V3E	WC2V3E	

3. Justificación

3.1. Cálculo del balance eléctrico.

En este proyecto, para realizar el balance eléctrico, he dividido el buque en seis apartados bien diferenciados:

- **Servicios auxiliares a la propulsión:** Bomba de sentina, separador de sentina, electrobomba de trasiego de combustible, depuradora de aceite, depuradora de gasoil, electro-compresor, Bomba de refrigeración hidráulica y bocina, Bomba de reserva gasoil.
- **Servicios de habilitación:** Electrobomba de C.I. y baldeo, B. agua sanitarias A.D, B. agua sanitarias A.S, Generadores de A.D, B. de descarga de lodos, ventilación cámara de máquina, Bomba A.S. equipo A. Acondicionado, Bombas A.S. generador A.D, unidad climatizadora.
- **Equipos de pesca:** Maquinilla, parque pesca
- **Planta frigorífica:** Electro-compresor congeladores, Electro-compresor para conservar, ventiladores del túnel de congelación, B. refrigeración A.S de la P. frigorífica.
- **servicios del motor principal:** Electrobomba de lubricación de reserva, electrobomba de lubricación de reserva para reductora y eje, Bomba de vaciado del cárter, servo
- **Servicios de 220v:** Taller, cocina, Alumbrado Ext., Alumbrado habitación, cargador de baterías, alumbrado navegación, comunicación, lavandería.

Vamos a realizar los cálculos de cada elemento de cada sección como se ha expuesto en el apartado 1.1, empecemos por:

3.1.1. Bomba de sentina: este elemento está localizado en la distribución de la cámara de máquina por el número [20], empezamos los cálculos:

Pot_{ab} = 4 kw, le aplicamos el coeficiente, del anexo III, que en este caso es:

Pot. Absorvida (c.v)	Pot. Absorvida (Kw)	Coeficiente "k"
≥5<10	≥3,68<7,35	1,25

$$P_n = P_{ab} * K = 4 * 1.25 = 5 \text{ Kw}$$

Ahora buscamos el Cos φ:

C.V	Kw	Cos f
2	1,47	0,825
10	7,35	0,850

Interpolando nos sale:

$$Pot = 4 \text{ Kw} \rightarrow \text{Cos } \varphi = 0.84$$

Entonces:

Con estos datos, lo aplicamos a la siguiente fórmula:

$$I (A) = \frac{Pot_n (w)}{\sqrt{3} * V * \text{Cos } \varphi} = \frac{5 * 1000}{\sqrt{3} * 380 * 0.84} = 9.04 \text{ A.}$$

Sabiendo la intensidad consumida, y vamos al cuadro del anexo I, obtenemos:

Sección en mm ²	Clases de temperatura 85°C		
	1 cond	2 cond	3 cond
1	15	13	11

$$\left. \begin{array}{l} I = 9.04 \text{ A} \\ \text{Tabla XVIII} \end{array} \right\} \text{ Sección} = 1 \text{ mm}$$

Ahora hay que aplicarle el factor de corrección, para ello vamos al anexo II,

Secciones mm ²	Cables con armadura			
	Con forro de plomo		Sin forro de plomo	
	1 Cond.	2,3,4 Cond.	1 Cond.	2,3,4 Cond.
1	1	1	1	1

El cuadro nos indica que no le aplicamos ningún factor de corrección. Ahora, con los planos de la cámara de máquina adjuntados, calculamos que la longitud "L", en este valor le vamos a aumentar un 15% de dicho valor por si se realizan algún cambio o modificación de última hora, y obtenemos:

$$L = 6.3 * 1.15 = 7.25 \text{ m}$$

En este punto solo nos queda ver si el conductor cumple la norma de caída de tensión exigida por el reglamento.

$$e = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0.02 * 7.25 * 9.04 * 0.84}{1} = 1.9 \text{ v.}$$

Comprobamos que la caída es inferior a lo establecido:

$$e = 1.9 \text{ v.} \Rightarrow e < 26.6 \text{ v.} \Rightarrow \text{Correcto.}$$

Por último tenemos que elegir los coeficientes Kn y Ksr, en las diferentes situaciones del estudio para realizar el balance eléctrico:

-Navegación: este consumidor tenemos una unidad y estará operando cuando el barco está funcionando, por lo tanto:

$$Kn = \frac{n}{N} = \frac{1}{1} = 1$$

Además, pertenece a los auxiliares a la propulsión, con lo cual:

$$Ksr = 0.9$$

-Pesca: en esta situación, es muy similar a la anterior, solo que hay pequeños cambios en los elementos que interviene en la pesca, pero en este caso es igual al anterior:

$$Kn = \frac{n}{N} = \frac{1}{1} = 1$$

Y el Ksr, también:

$$Ksr = 0.9$$

-Maniobras entrada y salida: la situación es muy inferior a la navegación, por lo cual tendremos muchos elementos que dejan de funcionar o reducen su utilización:

$$Kn = \frac{n}{N} = \frac{1}{1} = 1$$

Y el Ksr, será menor que en los anteriores, porque su régimen de funcionamiento será inferior, por lo tanto, obtenemos:

$$Ksr = 0.7$$

-Carga y descarga: es la última situación para nuestro estudio del balance eléctrico, en ésta, solo unos pocos elementos funcionan para dicha finalidad, la carga y descarga, por lo cual, tendremos muchos desconectados, como en este caso:

$$Kn = \frac{n}{N} = \frac{1}{1} = 1$$

A partir de aquí, los cálculos son repetitivos, para no hacerlo muy pesado, voy a simplificar las explicaciones y las operaciones.

3.1.2. Separador de sentina: Este elemento lo localizamos en el plano por el número [36].

$P_{ab} = 2 \text{ Kw}$, y el valor de $K = 1.3$ (del anexo III), a partir de aquí:

$$P_n = P_{ab} * K = 2 * 1.3 = 2.6 \text{ Kw}$$

El $\text{Cos } \varphi$ obtenemos del anexo IV:

$$Pot = 2 \text{ Kw} \rightarrow \text{Cos } \varphi = 0.829$$

La intensidad consumida es:

$$I (A) = \frac{Potn (w)}{\sqrt{3} * V * \text{Cos } \varphi} = \frac{2 * 1000}{\sqrt{3} * 380 * 0.829} = 4.53 \text{ A}$$

La sección, resultante a intensidad:

$$\left. \begin{array}{l} I = 4.53 \text{ A} \\ \text{Tabla XVIII} \end{array} \right\} \text{Sección} = 1 \text{ mm}$$

Le aplicamos el factor de corrección:

$$\text{Sección} = 1 \text{ mm} \Rightarrow \text{factor} = 1$$

La longitud en nuestro plano, es:

$$L = 7.4 * 1.15 = 8.51 \text{ m}$$

Y por último, la caída de tensión de nuestro elemento:

$$e = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0.02 * 8.51 * 4.53 * 0.829}{1} = 1.1 \text{ v.}$$

Comprobamos si cumple la norma:

$$e = 1.1 \text{ v.} \Rightarrow e < 26.6 \text{ v.} \Rightarrow \text{Correcto.}$$

Los valores de Kn y Ksr:

- Navegación: $Kn = \frac{n}{N} = \frac{1}{1} = 1$

$$Ksr = 0.9$$

- Pesca : $Kn = \frac{n}{N} = \frac{1}{1} = 1$

$$Ksr = 0.9$$

- M. Ent. y Sal. : $Kn = \frac{n}{N} = \frac{0}{1} = 0$

$$Ksr = 0$$

- Carga y Desc. : $Kn = \frac{n}{N} = \frac{10}{1} = 0$

$$Ksr = 0$$

El resto de los elementos utilizaremos el mismo método, pero lo voy a resumir en el balance eléctrico, para agilizar el proyecto.

3.2. Resumen del balance eléctrico.

3.2.1 Navegación

Consumidor	unidades	Pot (kw)	NAVEGACION			
			Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)
Servicios auxiliares a la propulsion						
Bomba de sentina	1	5	1	1	0,9	4,50
Seperador de sentina	1	2,6	1	1	0,9	2,34
Electrobomba de trasiego de combustible	1	3,9	1	1	0,9	3,51
Depuradora de aceite	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Depuradora de gasoil	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Electrocompresor	1	10,63	1	1	0,8	8,50
Bomba de refrigeracion hidraulica y bocina	1	2,6	1	1	0,9	2,34
Bomba de reserva Gasoil	1	1,3	1	1	0,9	1,17
Servicios de habilitacion						
Electrobomba de C.I. y Baldeo	1	11,4	1	1	1	11,40
B. agua sanitarias.A.D	1	0,98	1	1	1	0,98
B. agua sanitarias.A.S	1	0,98	1	1	1	0,98
Generadores de A.D	2	3,25	1	0,5	0,9	1,46
Bomba de descarga de lodos	1	4,55	1	1	0,5	2,28
Ventilacion camara de maquina	2	2,6	2	1	1	5,20
Bomba A.S. equipo A.Acond.	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Bombas A.S. generador A.D	2	3,25	1	0,5	0,9	1,46
Unidad climatizadora	1	9,38	1	1	0,9	8,44
Equipos de pesca						
Maquinilla	1	223,3	1	0	0	0,00
Parque pesca	1	20,4	1	0	0	0,00
Planta frigorifica						
Electrocompresor congeladores	2	34,5	2	0	0	0,00
Electrocompresor para conservar	1	21,85	1	1	0,8	17,48
Ventiladores del tunel de congelacion	8	2,6	0	0	0	0,00
B. refrigeracion A.S de la P. frigorifica	2	1,9	1	0,5	0,8	0,76
Servicios del motor principal						
Electrobomba de lubricacion de reserva	1	6,88	1	1	0,5	3,44
Electrob. lub. de reser. para reductora y eje	1	6,88	1	1	1	6,88
Bomba de vaciado del carter	1	1,95	0	0	0	0,00
Servo	2	5	1	0,5	0,25	0,63
Servicios de 220 v.						
Taller	1	18	1	1	0,9	16,20
Cocina	1	16,8	1	1	1	16,80
Alumbrado Ext.	1	13,11	1	1	1	13,11
Alumbrado Habitacion	1	6,67	1	1	1	6,67
Cargador de baterias.	3	3,75	3	1	0,8	9,00
Alumbrado Navegacion	1	0,6	1	1	1	0,60
Comunicación	1	5	1	1	1	5,00
Lavanderia	1	12	1	0,5	0,5	3,00
Total						159,40

3.2.2 Pesca

Consumidor	unidades	Pot (kw)	PESCA			
			Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)
Servicios auxiliares a la propulsion						
Bomba de sentina	1	5	1	1	0,9	4,50
Seperador de sentina	1	2,6	1	1	0,9	2,34
Electrobomba de trasiego de combustible	1	3,9	1	1	0,9	3,51
Depuradora de aceite	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Depuradora de gasoil	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Electrocompresor	1	10,63	1	1	0,8	8,50
Bomba de refrigeracion hidraulica y bocina	1	2,6	1	1	0,9	2,34
Bomba de reserva Gasoil	1	1,3	1	1	0,9	1,17
Servicios de habilitacion						
Electrobomba de C.I. y Baldeo	1	11,4	1	1	1	11,40
B. agua sanitarias.A.D	1	0,98	1	1	1	0,98
B. agua sanitarias.A.S	1	0,98	1	1	1	0,98
Generadores de A.D	2	3,25	1	0,5	0,9	1,46
Bomba de descarga de lodos	1	4,55	1	1	0,5	2,28
Ventilacion camara de maquina	2	2,6	2	1	1	5,20
Bomba A.S. equipo A.Acond.	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Bombas A.S. generdor A.D	2	3,25	1	0,5	0,9	1,46
Unidad climatizadora	1	9,38	1	1	0,9	8,44
Equipos de pesca						
Maquinilla	1	223,3	1	1	1	223,30
Parque pesca	1	20,4	1	1	0,8	16,32
Planta frigorifica						
Electrocompresor congeladores	2	34,5	2	1	1	69,00
Electrocompresor para conservar	1	21,85	1	1	0,8	17,48
Ventiladores del tunel de congelacion	8	2,6	8	1	1	20,80
B. refrigeracion A.S de la P. frigorifica	2	1,9	2	1	1	3,80
Servicios del motor principal						
Electrobomba de lubricacion de reserva	1	6,88	1	1	0,5	3,44
Electrob. lub. de reser. para reductora y eje	1	6,88	1	1	1	6,88
Bomba de vaciado del carter	1	1,95	0	0	0	0,00
Servo	2	5	1	0,5	0,25	0,63
Servicios de 220 v.						
Taller	1	18	1	1	0,9	16,20
Cocina	1	16,8	1	0	0	0,00
Alumbrado Ext.	1	13,11	1	1	1	13,11
Alumbrado Habitacion	1	6,67	1	1	1	6,67
Cargador de baterias.	3	3,75	3	1	0,8	9,00
Alumbrado Navegacion	1	0,6	1	1	1	0,60
Comunicación	1	5	1	1	1	5,00
Lavanderia	1	12	0	0	0	0,00
Total						472,06

3.2.3 Entrada y salidas de puerto

Consumidor	unidades	Pot (kw)	Maniobras de Ent. Y Sal.			
			Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)
Servicios auxiliares a la propulsion						
Bomba de sentina	1	5	1	1	0,7	3,50
Seperador de sentina	1	2,6	0	0	0	0,00
Electrobomba de trasiego de combustible	1	3,9	1	1	0,7	2,73
Depuradora de aceite	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Depuradora de gasoil	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Electrocompresor	1	10,63	1	1	0,7	7,44
Bomba de refrigeracion hidraulica y bocina	1	2,6	1	1	0,9	2,34
Bomba de reserva Gasoil	1	1,3	1	1	0,9	1,17
Servicios de habitacion						
Electrobomba de C.l. y Baldeo	1	11,4	1	1	1	11,40
B.agua sanitarias.A.D	1	0,98	1	1	1	0,98
B. agua sanitarias.A.S	1	0,98	1	1	1	0,98
Generadores de A.D	2	3,25	0	0	0	0,00
Bomba de descarga de lodos	1	4,55	0	0	0	0,00
Ventilacion camara de maquina	2	2,6	2	1	1	5,20
Bomba A.S. equipo A.Acond.	1	1,95	1	1	0,9	1,76
Bombas A.S. generdor A.D	2	3,25	0	0	0	0,00
Unidad climatizadora	1	9,38	1	1	0,3	2,81
Equipos de pesca						
Maquinilla	1	223,3	0	0	0	0,00
Parque pesca	1	20,4	0	0	0	0,00
Planta frigorifica						
Electrocompresor congeladores	2	34,5	0	0	0	0,00
Electrocompresor para conservar	1	21,85	1	1	0,8	17,48
Ventiladores del tunel de congelacion	8	2,6	0	0	0	0,00
B. refrigeracion A.S de la P. frigorifica	2	1,9	1	0,5	0,8	0,76
Servicios del motor principal						
Electrobomba de lubricacion de reserva	1	6,88	1	1	0,5	3,44
Electrob. lub. de reser. para reductora y eje	1	6,88	1	1	1	6,88
Bomba de vaciado del carter	1	1,95	0	0	0	0,00
Servo	2	5	1	1	0,5	2,50
Servicios de 220 v.						
Taller	1	18	0	0	0	0,00
Cocina	1	16,8	1	1	0,5	8,40
Alumbrado Ext.	1	13,11	1	1	1	13,11
Alumbrado Habitacion	1	6,67	1	1	1	6,67
Cargador de baterias.	3	3,75	3	1	0,8	9,00
Alumbrado Navegacion	1	0,6	1	1	1	0,60
Comunicación	1	5	1	1	1	5,00
Lavanderia	1	12	1	0,5	0,5	3,00
Total						120,66

3.2.4 Carga y descarga.

Consumidor	unidades	Pot (kw)	Carga y descarga			
			Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)
Servicios auxiliares a la propulsion						
Bomba de sentina	1	5	1	1	0,9	4,50
Seperador de sentina	1	2,6	0	0	0	0,00
Electrobomba de trasiego de combustible	1	3,9	0	0	0	0,00
Depuradora de aceite	1	1,95	0	0	0	0,00
Depuradora de gasoil	1	1,95	0	0	0	0,00
Electrocompresor	1	10,63	1	0,5	0,3	1,59
Bomba de refrigeracion hidraulica y bocina	1	2,6	0	0	0	0,00
Bomba de reserva Gasoil	1	1,3	0	0	0	0,00
Servicios de habitacion						
Electrobomba de C.I. y Baldeo	1	11,4	1	1	1	11,40
B. agua sanitarias.A.D	1	0,98	1	1	1	0,98
B. agua sanitarias.A.S	1	0,98	1	1	1	0,98
Generadores de A.D	2	3,25	0	0	0	0,00
Bomba de descarga de lodos	1	4,55	0	0	0	0,00
Ventilacion camara de maquina	2	2,6	0	0	0	0,00
Bomba A.S. equipo A.Acond.	1	1,95	0	0	0	0,00
Bombas A.S. generdor A.D	2	3,25	0	0	0	0,00
Unidad climatizadora	1	9,38	0	0	0	0,00
Equipos de pesca						
Maquinilla	1	223,3	0	0	0	0,00
Parque pesca	1	20,4	0	0	0	0,00
Planta frigorifica						
Electrocompresor congeladores	2	34,5	0	0	0	0,00
Electrocompresor para conservar	1	21,85	0	0	0	0,00
Ventiladores del tunel de congelacion	8	2,6	0	0	0	0,00
B. refrigeracion A.S de la P. frigorifica	2	1,9	0	0	0	0,00
Servicios del motor principal						
Electrobomba de lubricacion de reserva	1	6,88	1	1	1	6,88
Electrob. lub. de reser. para reductora y eje	1	6,88	1	1	1	6,88
Bomba de vaciado del carter	1	1,95	1	1	1	1,95
Servo	2	5	0	0	0	0,00
Servicios de 220 v.						
Taller	1	18	1	1	0,9	16,20
Cocina	1	16,8	1	0	0	0,00
Alumbrado Ext.	1	13,11	1	1	1	13,11
Alumbrado Habitacion	1	6,67	1	1	1	6,67
Cargador de baterias.	3	3,75	0	0	0	0,00
Alumbrado Navegacion	1	0,6	0	0	0	0,00
Comunicación	1	5	1	1	0,5	2,50
Lavanderia	1	12	0	0	0	0,00
Total						73,64

3.2.5 Balance completo

Consumidor	NAVEGACION			PESCA			Mantobras de Ent. Y Sal.			Carga y descarga				
	Unidades	Pot (kw)	Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)	Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)	Servicio	Kn	Ksr	Pot Consumida (kw)
Servicios auxiliares a la propulsión														
Bomba de sentina	1	5	1	1	0,9	4,50	1	1	0,9	4,50	1	1	0,9	4,50
Separador de sentina	1	2,6	1	1	0,9	2,34	1	1	0,9	2,34	0	0	0	0,00
Electrobomba de riesgo de combustible	1	3,9	1	1	0,9	3,51	1	1	0,7	2,73	0	0	0	0,00
Depuradora de aceite	1	1,95	1	1	0,9	1,76	1	1	0,9	1,76	0	0	0	0,00
Depuradora de gasoil	1	1,95	1	1	0,9	1,76	1	1	0,9	1,76	0	0	0	0,00
Electrocompresor	1	10,68	1	1	0,8	8,50	1	1	0,7	7,44	1	0,5	0,3	1,59
Bomba de refrigeración hidráulica y boquilla	1	2,6	1	1	0,9	2,34	1	1	0,9	2,34	0	0	0	0,00
Bomba de reserva Gasoil	1	1,3	1	1	0,9	1,17	1	1	0,9	1,17	0	0	0	0,00
Servicios de habilitación														
Electrobomba de Cl y Baldeo	1	11,4	1	1	1	11,40	1	1	1	11,40	1	1	1	11,40
B. agua sanitarias A.D	1	0,98	1	1	1	0,98	1	1	1	0,98	1	1	1	0,98
B. agua sanitarias A.S	1	0,98	1	1	1	0,98	1	1	1	0,98	1	1	1	0,98
Generadores de A.D	2	3,25	1	0,5	0,9	1,46	1	0,5	0,9	1,46	0	0	0	0,00
Bomba de descarga de todos	1	4,5	1	1	0,5	2,28	1	1	0,5	2,28	0	0	0	0,00
Ventilación cámara de máquina	2	2,6	2	1	1	5,20	2	1	1	5,20	0	0	0	0,00
Bomba A.S. equipo A.Acond.	1	1,95	1	1	0,9	1,76	1	1	0,9	1,76	0	0	0	0,00
Bombas A.S. generador A.D	2	3,25	1	0,5	0,9	1,46	1	0,5	0,9	1,46	0	0	0	0,00
Unidad climatizadora	1	9,38	1	1	0,9	8,44	1	1	0,9	8,44	1	1	0,9	8,44
Equipos de pesca														
Maquinilla	1	223,3	1	0	0	0,00	1	1	1	223,30	0	0	0	0,00
Parque pesca	1	20,4	1	0	0	0,00	1	1	0,8	16,32	0	0	0	0,00
Planta frigorífica														
Electrocompresor congeladores	2	34,5	2	0	0	0,00	2	1	1	69,00	0	0	0	0,00
Electrocompresor para conservar	1	21,85	1	1	0,8	17,48	1	1	0,8	17,48	0	0	0	0,00
Ventiladores del túnel de congelación	8	2,6	0	0	0	0,00	8	1	1	20,80	0	0	0	0,00
B. refrigeración A.S. de la P. frigorífica	2	1,9	1	0,5	0,8	0,76	2	1	1	3,80	0	0	0	0,00
Servicios del motor principal														
Electrobomba de lubricación de reserva	1	6,88	1	1	0,5	3,44	1	1	0,5	3,44	1	1	1	6,88
Electrob. lib. de reser. para reductora y eje	1	6,88	1	1	1	6,88	1	1	1	6,88	1	1	1	6,88
Bomba de vaciado del cañer	1	1,95	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	1	1	1	1,95
Servo	2	5	1	0,5	0,25	0,63	1	0,5	0,25	0,63	0	0	0	0,00
Servicios de 220 v.														
Taller	1	18	1	1	0,9	16,20	1	1	0,9	16,20	0	0	0	0,00
Cocina	1	16,8	1	1	1	16,80	1	0	0	0,00	1	1	0,5	8,40
Alumbrado Ext.	1	13,11	1	1	1	13,11	1	1	1	13,11	1	1	1	13,11
Alumbrado Habitación	1	6,67	1	1	1	6,67	1	1	1	6,67	1	1	1	6,67
Cargador de baterías.	3	3,75	3	1	0,8	9,00	3	1	0,8	9,00	0	0	0	0,00
Alumbrado Navegación	1	0,6	1	1	1	0,60	1	1	1	0,60	1	1	1	0,60
Comunicación	1	5	1	1	1	5,00	1	1	1	5,00	1	1	1	5,00
Lavandería	1	12	1	0,5	0,5	3,00	0	0	0	0,00	1	0,5	0,5	3,00
Total						477,06				477,06				120,66
														73,64

Con todos los cálculos terminados, vamos a realizar un resumen de las potencias consumidas en cada situación estudiada:

SITUACIONES	POTENCIA (Kw)
NAVEGACIÓN	159,40
PESCA	472,06
MANIOBRAS ENT. Y SAL.	120,66
CARGA Y DESCARGA	73,64

El balance se realizará para determinar la potencia demandada en la situación más desfavorable, que en nuestro caso es, en la pesca, 472.06 Kw, con esta potencia, le vamos a aplicar un coeficiente de seguridad, para prever el envejecimiento de los elementos electros, posibles sustituciones por averías, aumento del número de equipos.

En nuestro caso le vamos a aplicar un coeficiente del 15 % :

$$Pot = 472.06 * 1.15 = 542.87 Kw$$

A partir de aquí tenemos que realizar la elección de nuestros generadores, según normativa, el Bureau Verita, en su capítulo 18-04.1, nos dice lo siguiente:

"...todo buque en el cual la energía eléctrica constituya el único medio de asegurar el funcionamiento de los servicios enunciados en 18-03.7 (auxiliares de servidumbre y auxiliares complementarios) deberá estar equipado, por lo menos, de dos grupos de generadores de características convenientes, de tal forma que funcionamiento de dichos servicios quede asegurado aun en la eventualidad de que uno de cualquiera de los grupos esté parado."

Se va a elegir el generador:

SDMO: X800K:

- Motor MTU 12V2000G63E
- Alternador Leroy Somer LSA 491M&

Más información del generador, en el punto 2.4, al generador se incorporara algunas opciones que se le pedirán al fabricante, que estarán incluidas en precio, como por ejemplo, gobierno en remoto, señales de paro de emergencia, etc.

3.3. Cálculo de corriente de cortocircuito.

Partimos de los datos que nos facilita el fabricante de nuestro generador, que aparecen en el apartad 2.4.

Empezamos a realizar los cálculos, comenzando por:

Intensidad sub-transitoria, I'' , para ello:

$$I'' = \frac{V_N}{X''d} = \left(\frac{1}{x''d}\right) I_N$$

Empezamos buscando $X''d$:

$$V_N = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{V_N}{X''d} = \left(\frac{1}{x''d}\right) I_N \Rightarrow X''d = \left(\frac{V_N}{I_N}\right) x''d$$

La potencia aparente tiene la expresión $S = 3 * I_N * V_N$, de aquí:

$$I_N = \frac{S}{3 * V_N}, \text{ donde : } V_N = \frac{V}{\sqrt{3}} \Rightarrow I_N = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

Sustituimos en la ecuación anterior:

$$X''d = \left(\frac{V_N}{I_N}\right) x''d = \left(\frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{\frac{S}{\sqrt{3} * V}}\right) * x''d = \frac{V^2}{s} = \frac{400^2}{725000} * \frac{11.7}{100} = 0.02582$$

Sustituimos en la primera fórmula:

$$I'' = \frac{V_N}{X''d} = \frac{400/\sqrt{3}}{0.02582} = 8924.23 \text{ A} = 8.924 \text{ KA}$$

$$I'' = 6.957 \text{ KA}$$

Continuamos con los cálculos y buscamos la componente transitoria, I' :

$$I' = \frac{V_N}{X'd} = \left(\frac{1}{x'd} \right) I_N$$

Despejamos la X'd igual que en el caso anterior, dándonos:

$$X'd = \left(\frac{V_N}{I_N} \right) x'd = \left(\frac{\frac{v}{\sqrt{3}}}{\frac{S}{\sqrt{3} * v}} \right) * x'd = \frac{V^2}{S} = \frac{400^2}{725000} * \frac{14.7}{100} = 0.03244$$

Sustituyendo ese valor en esta ecuación:

$$I'' = \frac{V_N}{X''d} = \left(\frac{400/\sqrt{3}}{0.03244} \right) = 7118.99 \text{ A} = 7.119 \text{ KA}$$

$$I' = 7.119 \text{ KA}$$

Solo nos falta el valor de de la corriente estable, I:

$$I = \frac{V_N}{V^2 * \left(\frac{Xd}{S} \right)} = \frac{\frac{400}{\sqrt{3}}}{400^2 * \left(\frac{301}{100 * 725000} \right)} = \frac{100 * 725000}{400 * 301 * \sqrt{3}} = 347.65 = 0.347 \text{ KA}$$

$$I = 0.347 \text{ KA}$$

Ya tenemos todos los datos para el cálculo de la corriente de cortocircuito, tan solo tenemos que sustituirlo en :

$$I_{ac} = (I'' - I') e^{-t/T''d} + (I' - I) e^{-t/T'd} + I$$

donde: I'' = 8.924 KA

$$I' = 7.119 \text{ KA}$$

$$I = 0.347 \text{ KA}$$

t , según la normativa esta se calcula para $t = \frac{1}{2} T$, donde " t " es:

$$T = \frac{1}{f}, \text{ lo que quiere decir, } t = \frac{1}{2 \cdot 50} = \frac{1}{100}$$

$$\begin{aligned} I_{ac} &= (8.924 - 7.119) * \frac{1}{e^{0.01/0.01}} + (7.119 - 0.347) * \frac{1}{e^{0.01/0.1}} + 0.347 = \\ &= \frac{1.805}{e^1} + \frac{6.772}{e^{0.1}} + 0.347 = 7.13 \text{ KA} \\ I_{ac} &= 7.13 \text{ KA} \end{aligned}$$

Suponemos que la situación más desfavorable, es cuando los dos generadores están acoplados y se produce el cortocircuito, entonces.

$$I_{ac} = 7.13 + 7.13 = 14.26 \text{ KA}$$

Calculamos la corriente de pico, sustituyendo en la fórmula:

$$\begin{aligned} I_p &= \sqrt{2} [(I'' - I') e^{-t/T''} + I'] + \sqrt{2} I'' e^{-t/2T_{dc}} \\ &= \sqrt{2} * (I_{ac}) + \sqrt{2} * I'' e^{-t/2T_{dc}} \end{aligned}$$

donde: $\sqrt{2} * I'' e^{-t/2T_{dc}}$ es el aporte a la intensidad de cortocircuito de la componente continua del fenómeno sub-transitorio, sustituyendo los datos

$$\begin{aligned} I_p &= \sqrt{2} * 14.26 + 21.36 = 41.52 \text{ KA} \\ I_p &= 41.52 \text{ KA} \end{aligned}$$

3.4. Cálculo del embarrado.

Para el dimensionamiento de las barras vamos a suponer en la situación más desfavorecida, en nuestro caso esa situación es en la pesca, cuando se está recogiendo la captura.

Calcularemos la intensidad en ese momento:

$$I = \frac{Pot}{\sqrt{3} * \cos \varphi * V} = \frac{472.06 * 1000}{\sqrt{3} * 0.8 * 400} = 852 A$$

A continuación vamos a utilizar el método de aproximación para estimar la capacidad de carga de las barras. Aplicando una densidad de corriente 2 A/mm², tenemos que:

$$mm^2 = \frac{A}{2} \Rightarrow \frac{852}{2} = 426 mm^2$$

Sabiendo la sección mínima, buscamos en la tabla que proporciona la Sociedad de Clasificación, en barras desnudas, y de una sola por fase, podemos obtener la sección inmediatamente superior a la nuestra, siendo 50x10, cumpliendo los requisitos, aguanta nuestra intensidad y supera la sección mínima.

Ancho x grueso (mm)	Máxima carga permisible (A) a 50Hz							
	Pintadas				Desnudas			
	Nº de Barras				Nº de Barras			
	1	2	3	4	1	2	3	4
15x3	230	390	470	-	200	350	445	-
20x3	290	485	560	-	250	430	535	-
20x5	395	690	900	-	340	620	855	-
20x10	615	1145	1635	-	530	1020	1460	-
25x3	355	580	560	-	300	510	615	-
25x5	475	820	1040	-	405	725	985	-
30x3	415	670	735	-	350	590	700	-
30x5	555	940	1170	-	470	830	1110	-
30x10	835	1485	2070	-	710	1310	1835	-
40x5	710	1180	1410	-	595	1035	1350	-
40x10	1050	1820	2480	3195	885	1600	2195	2825
50x5	860	1410	1645	2490	720	1230	1560	2380
50x10	1260	2130	2875	3655	1055	1870	2530	3220
60x5	1020	1645	1870	2860	850	1425	1785	2740
60x10	1460	2430	3235	4075	1220	2130	2850	3595
80x5	1320	2080	2265	3505	1095	1795	2170	3370
80x10	1860	2985	3930	4879	1535	2615	3460	4275
100x10	2240	3530	4610	5615	1845	3075	4040	4935
120x10	2615	4060	5290	6360	2155	3545	4635	5580
160x10	3348	5121	6646	7836	2752	4451	5803	6857
200x10	4079	6162	7973	9287	3335	5344	6956	8109

Nota: La carga máxima permisible se aplica a cuadros no cerrados por su parte posterior, en caso de cuadros completamente cerrados debe asegurarse una ventilación adecuada o los valores de carga indicados deben acortarse

Sabiendo la sección, vamos a comprobar si cumple las normativas por el aumento de temperatura y esfuerzos electrodinámicos. En el primer apartado, para determinar la temperatura producida por el paso de la intensidad a través de las barras de cobre, lo haremos por convención, que es la más significativa. Según la Sociedad de Clasificación, el aumento máximo no debe superar los 40 grados y, para ello, vamos a determinar el calor producido por el paso de la corriente alterna por un conductor:

$$\frac{W}{mm} = I^2 * R_0 * S$$

Donde:

- I corriente que circula por el embarrado.
- R_0 , la resistencia del cobre en corriente continua, este valor es de $34.4 \frac{\mu\Omega}{m}$ como muestra la tabla para la sección 50x10.
- S el efecto Skin.

Sección mm	Área mm ²	Peso Kg/m	Resistencia aproximada 20°C μΩ/m	Valor de intensidad (ca)	Momento de inercia I		Modulo,Z	
				Aire libre, A	De canto mm ⁴	Planas mm ⁴	De canto mm ³	Planas mm ³
40X5,0	200	1.785	86,20	610	26.670	416,7	1.334	166,70
50X5,0	250	2.232	68,90	740	52.080	520,8	2.083	208,30
60X5,0	300	2.678	57,40	865	90.000	625,0	3.000	250,00
80X,50	400	3.571	431,00	1.110	213X10E3	833,3	5.333	333,30
30X8,0	240	2.142	71,80	630	18.000	1.280	1.200	320,00
40X8,0	320	2.856	53,80	795	42.670	1.707	2.134	426,80
50X8,0	400	3.571	43,10	950	83.300	2.133	3.333	533,30
60X8,0	480	4.285	35,90	1.110	144X10E3	2.650	4.800	640,00
80X8,0	640	5.713	26,90	1.420	341X10E3	3.413	8.533	853,30
30X10	300	2.678	57,40	700	22.500	2.500	1.500	500,00
40X10	400	3.571	43,10	880	53.330	3.333	2.667	666,60
50X10	500	4.464	34,40	1.060	104X10E3	4.167	4.168	833,40
60X10	600	5.356	28,70	1.200	180X10E3	5.000	6.000	1.000,00
80X10	800	7.142	21,50	1.525	427X10E3	6.667	10.670	1.333,00

$$R_0 = 34.4 \frac{\mu\Omega}{m} * \frac{1 * 10^{-6} \Omega}{1 \mu\Omega} * \frac{1 m}{1 * 10^3 mm} \Rightarrow R_0 = 34,4 * 10^{-9} \frac{\Omega}{mm}$$

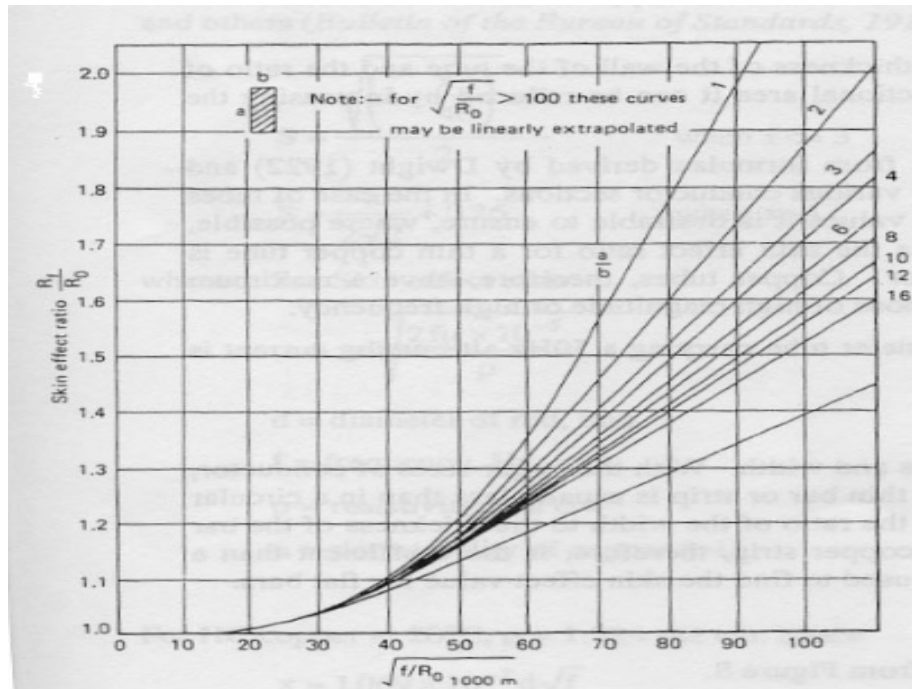
Ya lo tenemos en la unidad correcta, vamos a calcular para una temperatura de 40° c.

$$R_{40} = R_{20} * [1 + \alpha_{20} * (T - T_0)]$$

$$R_{40} = 34,4 * 10^{-9} * [1 + 0.004 (40 - 20)] \frac{\Omega}{mm}$$

$$R_{40} = 3.71 * 10^{-8} \frac{\Omega}{mm}$$

El efecto Skin lo consideramos como S=1.09, como muestra en la gráfica.



El calor disipado es:

$$\frac{W}{mm} = 852^2 * 3.71 * 10^{-8} * 1.09 = 0.0294$$

$$W = 0.0294 \text{ mm}$$

Si la longitud de nuestras barras son de 2.5 metros, el calor será:

$$W = 0.0294 * 2.5 * 10^3 = 73.5$$

Calculamos el área de las barras, para continuar con el cálculo de calor disipado:

- Calor disipado en posición vertical:

$$W_V = 0.05 * 2.5 * 2 = 0.25 \text{ m}^2$$

(x2 son dos caras; barras en perfil)

- Calor disipado en horizontal:

$$W_H = 0.01 * 2.5 * 2 = 0.05 \text{ m}^2$$

(x2 son dos caras)

$$W_V = \frac{7.66 * \theta^{1.25}}{L^{0.25}} \left(\frac{W}{m^2} \right) = \frac{7.66 * \theta^{1.25}}{50^{0.25}} * 0.25 \text{ m}^2 W = 0.72 \theta^{1.25} W$$

$$W_H = \frac{3.345 * \theta^{1.25}}{L^{0.25}} \left(\frac{W}{m^2} \right) = \frac{3.345 * \theta^{1.25}}{10^{0.25}} * 0.5 m^2 W = 0.170 * \theta^{1.25} W$$

Solo nos queda igualar la potencia disipada con la tasa de calor producido, para hallar la temperatura:

$$W_V + W_H = 73.5$$

$$0.72 \theta^{1.25} W + 0.170 * \theta^{1.25} W = 73.5$$

$$0.89 * \theta^{1.25} = 73.5$$

$$\theta^{1.25} = 82.584$$

$$\ln \theta^{1.25} = \ln 82.584$$

$$1.25 \ln \theta = 4.495$$

$$\ln \theta = 3.5596$$

$$e^{\ln \theta} = e^{3.5596}$$

$$\theta = 35.^\circ c$$

Este aumento de temperatura está dentro de las normas de la Sociedad de Clasificación. Vamos ahora a por los esfuerzos electrodinámicos, la intensidad que circula un conductor genera fuerzas de atracción y repulsión, que generan tensión en el embarrado, esas tensiones son máximas cuando se produce un cortocircuito, es donde se realiza el estudio. Se considera un sistema trifásico balanceado, con una corriente desplazada en 120° , la fuerza máxima aparece con respuesta para contrarrestar el pico máximo de intensidad asimétrica, y en barra rectangulares se obtiene de :

$$F_{max} = 2 * K * \frac{L}{S} * I_{AC}^2 * 10^{-8} (Kg)$$

Donde :

- F : fuerza de repulsión en kilogramos.
- I intensidad de cortocircuito.
- L longitud entre los soportes de la barras en mm.

- S distancia entre las barra de fase , en mm.
- K factor que depende directamente de la sección del conductor, en barras rectangulares se aproxima a la unidad.

Suponemos que la separación entre los soportes de las barras de 300 mm, y la separación entre las barras de 110 mm. La corriente que circula es de $I_N = 852$ A, y la intensidad de cortocircuito de 14.26 KA con lo expuesto anteriormente, vamos a realizar el cálculo de la fuerza máxima:

$$F_{max} = 2 * K * \frac{L}{S} * I_{Ac}^2 * 10^{-8} (Kg)$$

$$F_{max} = 2 * 1 * \frac{300}{110} * 14.26^2 * 10^{-8} (Kg) = 11.09 Kg$$

La carga es:

$$q = \frac{F_{max}}{L} \left(\frac{Kg}{mm} \right) = \frac{11.09}{300} = 0.0369 \frac{Kg}{mm}$$

El momento flector máximo:

$$M_{max} = \frac{q * L^2}{12} (Kg * mm) = \frac{0.0369 * 300^2}{12} = 277 Kg * mm$$

El módulo resistente la la barra rectangular:

$$W = \frac{b * h^2}{6} (mm^3) = \frac{60 * 10^2}{6} = 1000 mm^3$$

La tensión máxima que se la aplica a la barra:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} \left(\frac{Kg}{mm^2} \right) = \frac{277}{1000} = 0.277 \frac{Kg}{mm^2}$$

Con este resultado, y sabiendo que el módulo resistente del cobre es $Y = 12.95 \frac{kg}{mm^2}$, al compararlo vemos que nuestra elección cumple con la norma, con un amplio margen de seguridad.

4. Diseño del cuadro principal.

4.1. Objetivo.

La finalidad de este proyecto es el funcionamiento de forma automática o manual del acople de uno o dos alternadores al cuadro principal del buque para cubrir las necesidades energéticas del mismo en cualquier situación.

4.2. Descripción del cuadro.

Voy a realizar un resumen del funcionamiento básico del control del cuadro principal reseñando los elementos que controlan la operación.

El arranque del grupo es independiente al los modos de funcionamiento (auto o manual) y necesario para el comienzo de la producción, accionando el pulsador "S70" para activarlo y "S71" para pararlo, para el generador 1, y para el generador 2, los "S72" y "S73", respectivamente.

4.2.1 Sistema en automático.

Para seleccionar esta opción, tenemos el selector "S44" del generador 1, este selector nos alimenta al relé "KA1", este nos activa todo el control en automático, también activa una lámpara que nos muestra visualmente que está conectado el generador 1, a su vez con el contacto "NC" del "KA1" nos aseguramos que no funcione ningún elemento en manual por error del operario.

Con el grupo funcionado y modo auto, solo tenemos que activar la sincronización con el pulsador "S1", que activará al relé "KA12" que dará permiso al sincronoscopio para que comience a regular al generador para su acople, el cierre lo hará en automático cuando se cumpla las condiciones de tensión, frecuencia y fase a ambos lados del interruptor automático "Q1",

posteriormente al cerrarse el interruptor, un contacto auxiliar "NA", "OF2A.G1" se cerrará activando al repartidor de carga T4800 del generador 1, con otra lámpara que avisa que el generador 1 está acoplado, mediante el contacto auxiliar "OF1A.G1". Si en el caso que el generador 2, esté desconectado el repartidor de carga empezará a regular la potencia del generador dependiendo de la demanda, manteniendo como consigna los 50 Hz, si el generador 2 está acoplado, entonces el primer repartidor se comunicará con el segundo repartidor, compartiendo la carga de ambos e igualándola manteniendo la misma premisa, pero supongamos que el segundo esté desconectado.

A partir de este punto se puede producirse tres casos:

1. Desconexión del Generador 1 (G1): para desconectar, tenemos que accionar el pulsador "S2", que alimenta al relé "KA13" un contacto auxiliar "NC" desconecta al "KA12" para el siguiente arranque, otro contacto "NA" alimenta al "KA13" y por último, otro contacto "NA" le da una señal al repartidor de carga, para que vaya disminuyendo la potencia, hasta que de la señal "T48.G1" (tarada al 5% de la potencia) al interruptor automático Q1, desacoplándose este último, además un contacto "NC" del repartidor "T48.G1" desconecta al relé "K13" y deja al sistema preparado para siguiente arranque.
2. Aumente la demanda de potencia: el repartidor de carga seguirá dando toda la energía que se le pida, hasta que el operario decida acoplar el segundo generador, arrancando el grupo mediante el pulsador "S72" y, activando "S67" para seleccionar el modo auto del segundo generador. Si se quisiera activar en modo manual, no se podría, porque al activar el relé "KA1" se activa un contacto auxiliar "NC" que me impide alimentar el relé "KA33" del segundo generador en modo manual. Posteriormente, activando la sincronización, con el pulsador "S69", cuando se acople el interruptor, un contacto auxiliar "OF2A.G2" activará al repartidor de carga, seguidamente este se comunicará con el primer repartidor y disminuirá su carga y el segundo repartidor de carga, aumentará la

suya, hasta que se equilibren las cargas, una vez lo estén, el sistema aumentará y disminuirá de forma conjunta hasta que el operador decida desconectar alguno de los dos. La desconexión de uno de los generadores, sea cual sea, es de forma similar, el diseñarse como generadores gemelos. En este caso desactivaremos el generador 2, presionando el pulsador "S75" que alimenta al relé "KA44", un contacto auxiliar lo alimenta de forma independiente del pulsador, otro contacto auxiliar desconecta la alimentación del relé "KA43" dejando preparado el pulsador de activación de sincronización listo para el siguiente acople, y un último contacto activa la descarga del generador 2, al estar acoplado el primer generador empezará a aumentar su carga de forma proporcional a la descarga del segundo generador, hasta que se desacople el interruptor "Q42", un contacto auxiliar del "Q42" cortará la alimentación del relé "KA44" dejando el control libre y preparado para la próxima maniobra.

3. Aumente la demanda con un solo generador: (es indiferente que sea el primer generador o el segundo) en este caso si la potencia demandada aumenta y el operario, por cualquier razón no se encuentra junto al cuadro principal, y llegue a su potencia máxima, en nuestro caso está diseñado al 95% de la carga del generador, entonces, el repartidor de carga del mismo grupo activará una señal, "Sob.G1", la cual alimenta a un relé temporizado al reposo "KA14", el cual desactivará los servicios no esenciales 1, durante el tiempo que reciba la señal, y 300 segundos más cuando deje de recibir la señal "Sob.G1" como sistema de seguridad para que el generador no tenga muchas fluctuaciones y la red permanezca estable por la entrada y salida de los servicios esenciales, a la vez que activará una lámpara de alarma visual de que los servicios no esenciales 1 está desactivado, con esto, reduciremos la demanda de potencia, colocando al generador un sus márgenes de seguridad, hasta que el operador restablezca el equilibrio entre potencia demandada y ofrecida, si el operador no llegase a tiempo el sistema activará al relé de máxima intensidad, como elemento de protección, y éste a su vez,

activará al relé "KA28" que alimentará al relé "KA6" que desconectará al interruptor automático del grupo auxiliar y a su motor, activará al grupo de emergencia, aunque esto último no pertenece a este proyecto.

4. Aumente la demanda con dos generadores: Este caso es parecido al caso anterior, pero con una pequeña diferencia, cuando los dos generadores están acoplados, funcionan como si fueran uno, entonces cuando la demanda de energía aumenta, uno de los dos generadores, supongamos el segundo, dará la señal de sobrecarga "Sob.G2" y desactivará los primeros servicios esenciales durante el tiempo de 300 segundos, como explicamos anteriormente en el punto 3, si por cualquier razón la demanda sigue aumentado, y llegará al 95 % de la carga del otro generador, éste emitirá otra señal "Sob.G1" que desconectará los servicios esenciales 2, durante un tiempo de 300 segundos, que comenzarán a contar inmediatamente después de la desconexión de las dos señales de sobrecarga, "Sob.G1" y "Sob.G2"

4.2.2 Sistema en manual.

Para utilizar el sistema manual, tenemos que elegirlo con el selector del generador 1, el "S44" o el selector del generador 2, "S67", supongamos que accionamos el generador 2, es decir, "S67" esto implica que desconectamos el sincronizador T4500 y el repartidor de carga T4800 de su generador, con los contactores "KM29" y "KM32", y activemos una lámpara que nos muestra visualmente que está en modo manual, a la vez activamos el Syn 5201 con contacto auxiliar de "KA33", lo primero que hace es comprobar que sus lecturas de medición de la red son las correctas, comprobando que los elementos de protección "5F" y "6F" están activos, para asegurar que no está tomando lecturas de una línea sin tensión, y por error acople el grupo con condiciones diferentes produciendo una situación muy peligrosa para todos. Una vez comprobado, nuestro cuadro activará al Syn 5201, se mostrará una lámpara mediante un contacto "Rdy.G2" que está listo y comience sus

lecturas, el operario aumentará o disminuirá la velocidad de nuestro grupo para cumplir las condiciones de la red, cuando el operario ve por medio de los instrumentos la tensión, frecuencia y las lámparas, que son las mismas que las de la red, presionamos el pulsador "S68" para acoplar el interruptor, pero esa señal no activará al interruptor si el sincronizador no da su aprobación, en este caso su función es la de comprobación, cuando se realiza esta acción se enciende una lámpara mediante un contacto auxiliar del Syn 5201, "Oper.G2" Mostraremos varios casos como en el apartado anterior:

- 1) Desconexión del Generador 2 (G2): el operario aumenta la carga hasta que la frecuencia se mantenga en 50 Hz, irá subiendo si aumenta la descarga, con el pulsador "S65" y disminuyendo si esta se reduce, con el pulsador "S66". Cuando el operario decida desconectar el grupo solo tiene que ir disminuyendo la carga a la vez que se va reduciendo la demanda de energía, cuando la carga del generador sea aproximadamente un 5%, accionará el pulsador "S7" que emitirá una señal al interruptor "Q42" que se abrirá.
- 2) Aumente la demanda de potencia: El operario, subirá la carga tanto como demanda tenga, comprobándolo con los instrumentos, como el vatímetro y el frecuencímetro, cuando lo vea apropiado, arrancará el otro grupo, y lo dispondrá a la sincronización, toda esta operación se realizará en el cuadro de sincronización, donde se puede controlar los dos grupos de forma más fácil y ordenada. Cuando se acople el otro generador (estos son ejemplos, si se puede realizar el generador 1 al 2, y viceversa) el operario aumentará el recién acoplado su carga y disminuirá la del primero hasta, que se igualen. Si la demanda de energía disminuye y el operario decide desconectar uno de los grupos, solo tiene que reducir al que quiere desconectar, supongamos el generador 2, cuando este esté al 5 % de la carga aproximada, accionar el pulsador "S74" que desacoplará al interruptor. Seguirá con el primer grupo controlando la potencia demandada.

- 3) Aumente la demanda con un generador o con los dos: La situación es la misma, que esté conectado un generador o los dos es indiferente, el operario aumentará la carga igualando con la demanda, si la potencia por alguna razón sigue subiendo hasta el punto de que puede sobrepasar la potencia de los generadores, el operario desconectará los servicios esenciales 1, accionando el pulsador "S47" que desconectará los servicios mediante el contactor "KM22" durante los 300 segundos y la demanda siguiera subiendo, presionando el pulsador "S48" desconectaría los servicios no esenciales 2, con el contactor "KM23". Todo produce que la carga descienda hasta un límite de normalidad, si existiese la posibilidad que la demanda energética siguiera aumentando en un momento dado, actuaría las protecciones del cuadro, por sobre intensidad, desconectando el interruptor y su motor y activando la señal para que arranque el sistema de emergencia, el cual, no entra en este proyecto.

4.2.3 Sincronización a tierra.

La sincronización a tierra se puede realizar, en los dos modos, auto o manual, solo que prevalece el sistema que esté alimentando al buque en ese momento, es decir, si el cuadro está distribuyendo la energía en auto, para la sincronización a tierra, solo se podrá realizar en auto, y viceversa, son condiciones del cuadro principal como precaución para el funcionamiento correcto de todo el sistema. Para la sincronización en automático, utilizaremos otro sincronizador T4500, y para la operación en manual seguiremos con otro sincronizador Synchrotact 5201.

- 1) Para elegir el sistema en auto, tenemos que girar el selector "S45" en su dirección, a continuación accionamos el pulsador "S58" esto hace que alimentemos al relé "K22", siempre que uno de los dos grupos o los dos estén conectados, para que los contactos auxiliares "KA1" o "KA32"

estén conectados. Una vez alimentado el "KA22", este utiliza varios contactos auxiliares, el primero para su propia alimentación, el segundo para activar al sincronizador de tierra y el tercero para la activación de la comunicación de este sincronizador, con los repartidores de carga, además el sincronizador de tierra emite una señal a los repartidores para que liberen la frecuencia, es decir que el sincronizador de tierra pueda variar levemente la frecuencia para la conexión con tierra. Cuando se cumpla las condiciones de sincronización, dará una señal a un relé "KA30" que acoplará el interruptor "Q29". En ese mismo instante, contactos auxiliares del "KA30", darán orden a los repartidores que reduzcan su carga hasta la desconexión, pero si en 10 segundos, el repartidor no se ha desconectado, un relé temporizado activado por "KA30" desconectará a los generadores (o al generador), esto se realiza para no dañar a nuestros grupos al conectarse a la red nacional.

Por último, otro relé temporizado, "KA31" a los 5 segundos de la desconexión de los generadores, desconectará el control de la sincronización a tierra, para que se pueda iniciar cualquier arranque de nuestros sistemas auxiliares, cuando desconectemos de la red, mediante el pulsador "S60", ya que las señales de desconexión prevalecen a la señal de conexión. Todas las operaciones estas visualizadas con lámparas, para una fácil maniobra.

- 2) En manual, tenemos que elegir esta opción mediante el selector "S45", activamos el sincronizar, éste realiza sus comprobaciones para su funcionamiento, el operador aumentará o reducirá a los grupos (o al grupo), para poder conseguir las condiciones de sincronización mediante los visualizadores de tensión, frecuencia y lámparas, este presionará el pulsador "S57" que alimentará a un relé "KA27" el cual a su vez cerrará al interruptor "Q29" si el sincronizador autoriza la maniobra, inmediatamente después del cierre de "Q29" el operador irá reduciendo la potencia durante unos segundos, para desconectar los grupos antes de 10 segundos aproximadamente. Estas operaciones están debidamente visualizadas en todo momento.

4.2.4 Índice de elementos.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SITUACIÓN (PÁG.)
T4800 G1	REPARTIDOR DE CARGA GENERADOR 1	1.3
T4500 G1	SINCRONIZADOR DEL GENERADOR 1	1.6
MASTERPACK G1	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO GENERADOR 1	2.4
SYN 5201 G1	SINCRONIZADOR MANUAL DEL GENERADOR 1	3.3
RED G1	ANALIZADOR DE RED	4.6
RELÉ INT. MÁX G1	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDAD G1	4.2
KA 1	SINCRONIZACIÓN AUTO G1	5.3
KA2	SINCRONIZACIÓN MANUAL G1	3.3
KA 3	RELÉ TEMPORIZADO (ACTIVACIÓN G1)	6.2
KA 4	CIERRE Q1 MANUAL	6.4
KA 5	APERTURA Q1 MANUAL	6.7
KA 12	ACTIVACIÓN SICRONIZACIÓN AUTO Q1	7.2
KA 13	DESCONEXIÓN Q1 AUTO	7.4
KA 6	FALLO DE RED	7.7
KA 14	RELÉ TEMPORIZADO - DESCONEJÓN SERVICIOS NO ESENCIALES 1	8.4
KA 21	RELÉ TEMPORIZADO - DESCONEJÓN SERVICIOS NO ESENCIALES 2	8.6
MASTERPACK FUERZA G1	DISPOSICIÓN GENERAL	14.4
T4500 TIERRA	SICRONIZACIÓN A TIERRA EN AUTO	23.3
SYN5201 TIERRA	SICRONIZACIÓN A TIERRA EN MANUAL	23.7
KA 22	SYN TIERRA AUTO	24.2

KA 23	SYN TIERRA MANUAL	24.3
KA 30	ORDEN CIERRE Q 29	24.5
KA 24	ORDEN APERTURA G1 Y G2	24.5
KA 25	RELÉ TEMPORIZADO	24.6
KA 31	RELÉ TEMPORIZADO	24.7
KA 26	RELÉ TEMPORIZADO	25.1
KA 27	ORDEN CIERRE Q 29 MANUAL	25.5
T4800 G2	REPARTIDOR DE CARGA GENERADOR 2	27.3
T4500 G2	SINCRONIZADOR DEL GENERADOR 2	27.6
MASTERPACK G2	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO GENERADOR 2	28.4
SYN G2	SINCRONIZADOR MANUAL DEL GENERADOR 2	29.3
RED 2	ANALIZADOR DE RED	30.6
RELÉ INT. MÁX G2	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDAD G2	30.2
KA 32	SYN AUTO G2	31.3
KA 33	SYN AUTO G2	31.4
KA 34	RELÉ TEMPORIZADO	32.2
KA 35	CIERRE Q 42	32.4
KA 36	MANUAL	32.7
KA 43	APERTURA Q 42 MANUAL	33.2
KA 44	DESCONEXIÓN AUTO Q 42	33.4
KA 37	FALLO DE RED G2	33.7

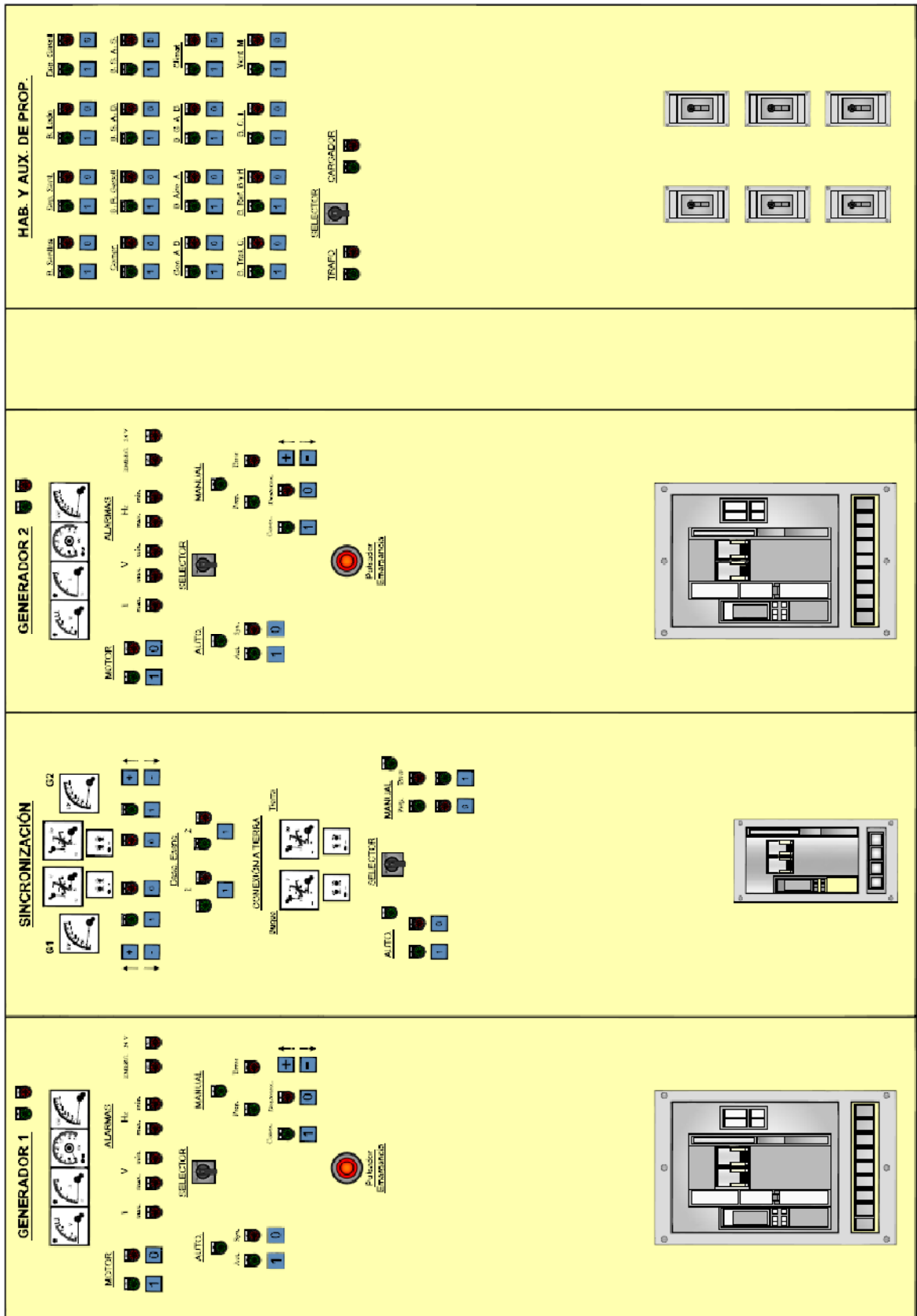
KA 46		PARADA EMERGENCIA	34.6
KA 47		FALLO CONTROL	34.7
MASTERPACK FUERZA G2		DISPOSICIÓN GENERAL	35.4
KM1-KM2	S44-1	MANDOS T 4500 Y T 4800 EN AUTO G1	1.6 y 1.5
KM3	S44-2	MANDO MANUAL G1	1.7
KM22	S47 → 1	SERVICIO NO ESENCIALES 1	11.2
KM23	S48 → 1	SERVICIO NO ESENCIALES 2	11.3
KM7	S09 → 0	BOMBA SENTINA	13.1
	S08 → 1		
KM8	S10 → 0	SEPARADOR SENTINA	13.3
	S11 → 1		
KM9	S12 → 0	BOMBA DESCARGA LODOS	13.4
	S13 → 1		
KM10	S14 → 0	DEPURADORA GASOIL	13.5
	S15 → 1		
KM11	S16 → 0	COMPRESOR	13.6
	S17 → 1		
KM12	S18 → 0	BOMBA RESERVA GASOIL	13.7
	S19 → 1		
KM13	S20 → 0	BOMBA SANITARIAS A.D.	16.2
	S21 → 1		
KM14	S22 → 0	BOMBA SANITARIAS A.S.	16.3
	S23 → 1		
KM15	S24 → 0	GENERADOR A.D.	16.4
	S25 → 1		
KM16	S26 → 0	BOMBA A.S. AIRE ACONDICIONADO	16.5
	S27 → 1		
KM17	S28 → 0	BOMBA A.S. GENERADOR A.D.	16.7
	S29 → 1		
KM18	S30 → 0	CLIMATIZADORA	16.8
	S31 → 1		
KM19	S32 → 0	BOMBA TRASIEGO CONBUSTIBLE	11.4
	S33 → 1		
KM20	S34 → 0	BOMBA REFRIGERACIÓN BOCINA Y HIDRÁULICO	11.5
	S35 → 1		
KM21	S36 → 0	BOMBA CONTRA INCENDIO Y BALDEO	11.7
	S37 → 1		

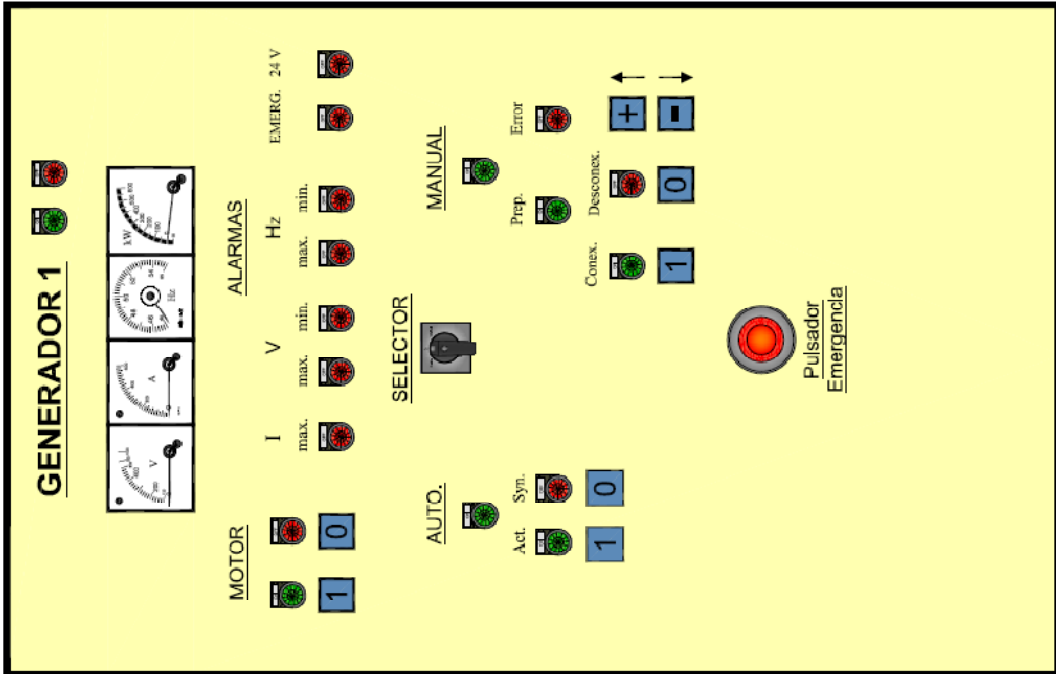
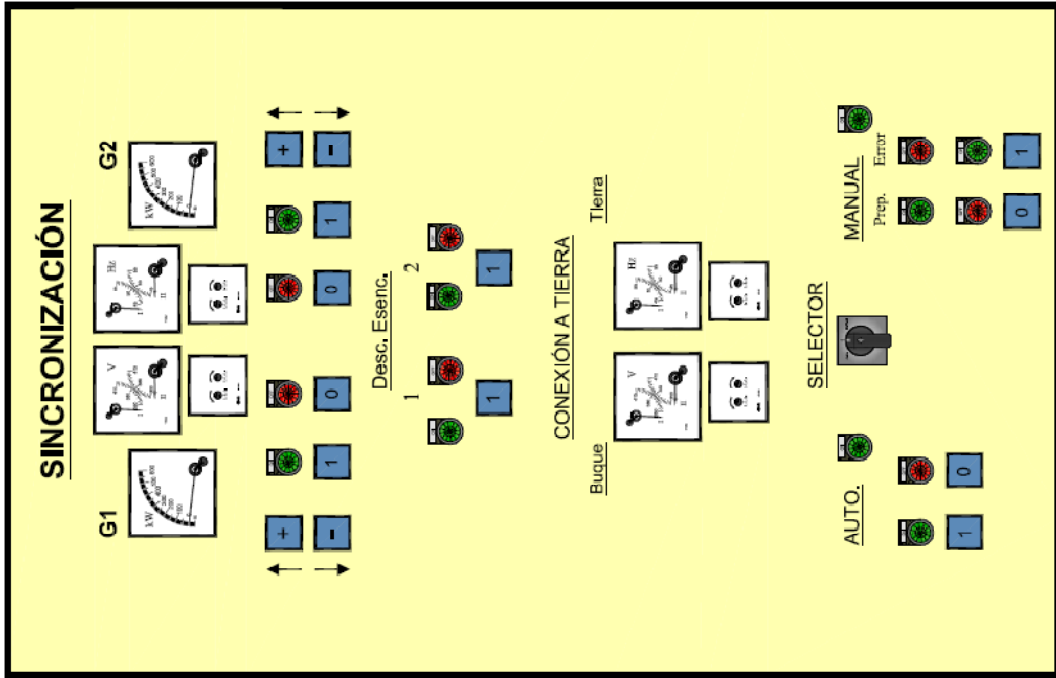
KM4	S38 → 0	VENTILACIÓN SALA MÁQUINAS	12.2
	S39 → 1		
KM5	S40 → 0	GENERADOR A.D.	12.3
	S41 → 1		
KM6	S42 → 0	BOMBA A.S. GENERADOR A.D.	12.4
	S43 → 1		
KM28	S49 → 0	DEPURADORA ACEITE	12.5
	S50 → 1		
KM29- KM30	S67 → 1	MANDOS T 4500 Y T 4800. EN AUTO G2	27,6 y 27,8
KM30	S67 → 2	MANDO MANUAL G2	27,5

4.2.5 Representación del cuadro.

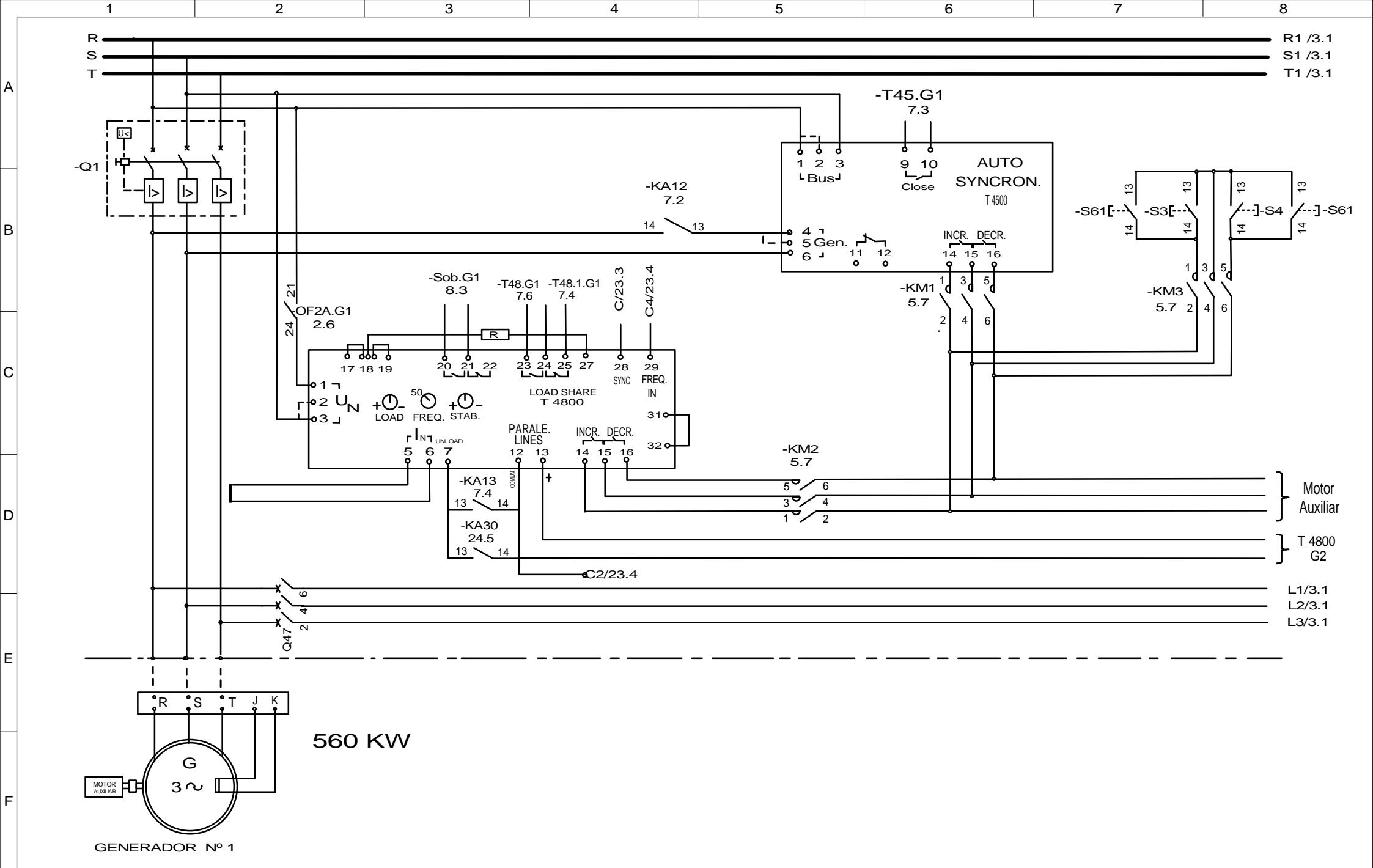
Añadiremos la representación del cuadro principal, para ver el resultado final del diseño, así como la posibilidad de algún cambio, si el cliente no está satisfecho, consta de:

- Representación frontal del cuadro.
- Detalle del primer generador
- Detalle del armario de sincronización

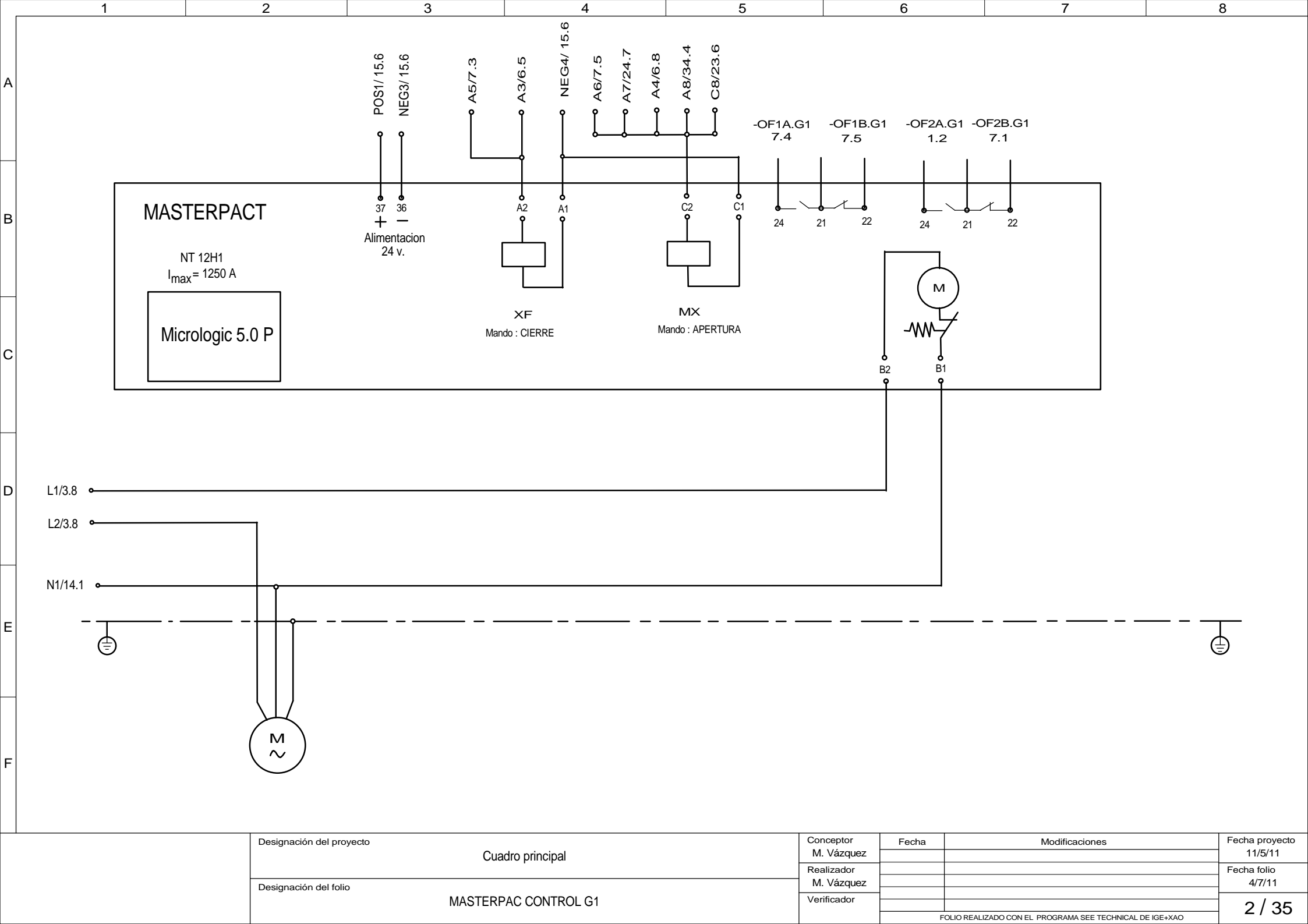




4.3 Esquema eléctrico del cuadro principal.



Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	GENERADOR 1	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			4/7/11
		Verificador			1 / 35



MASTERPACT

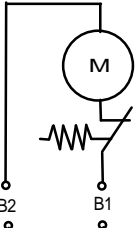
NT 12H1
I_{max} = 1250 A

Micrologic 5.0 P

Alimentacion
24 v.

XF
Mando : CIERRE

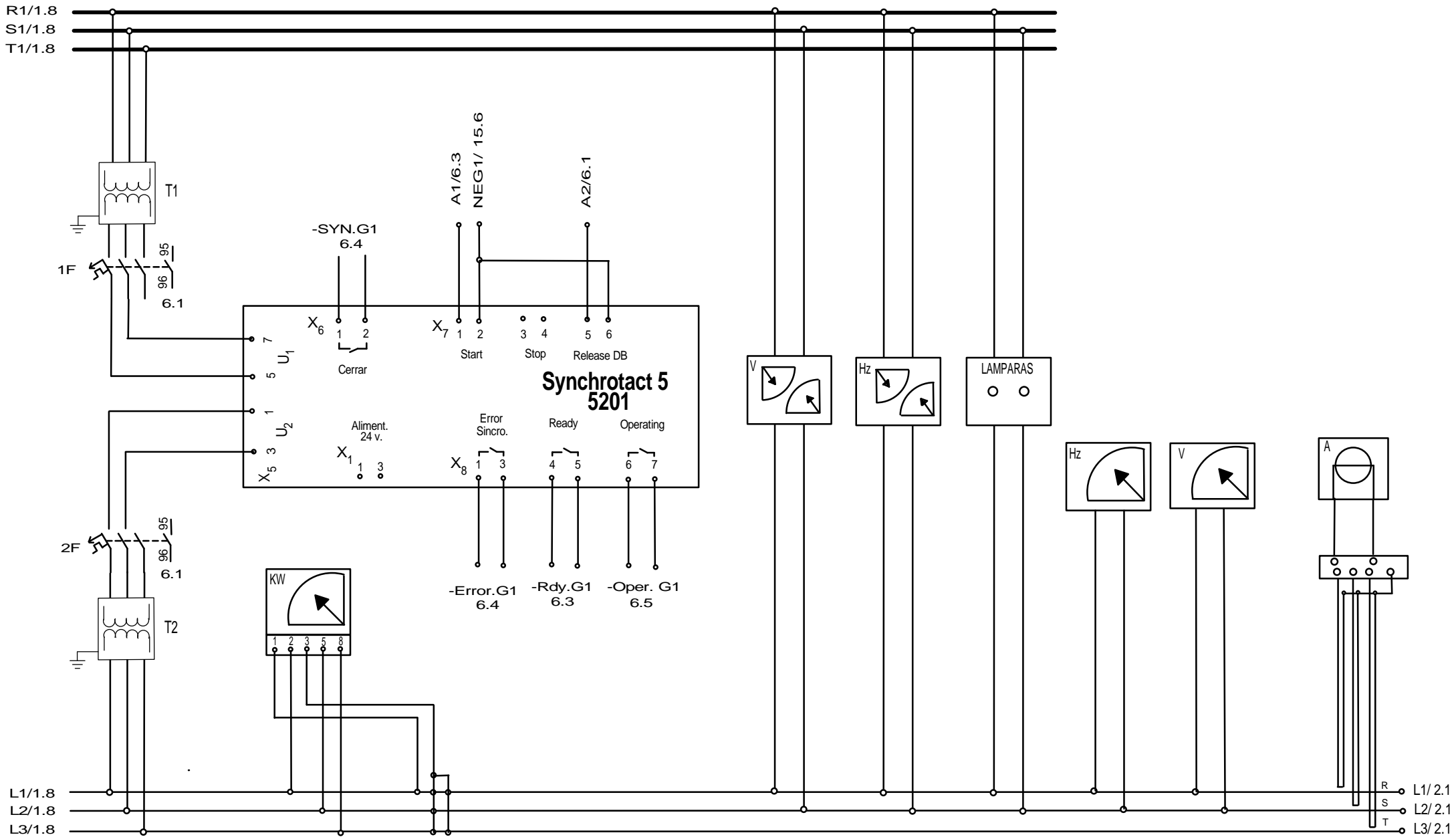
MX
Mando : APERTURA



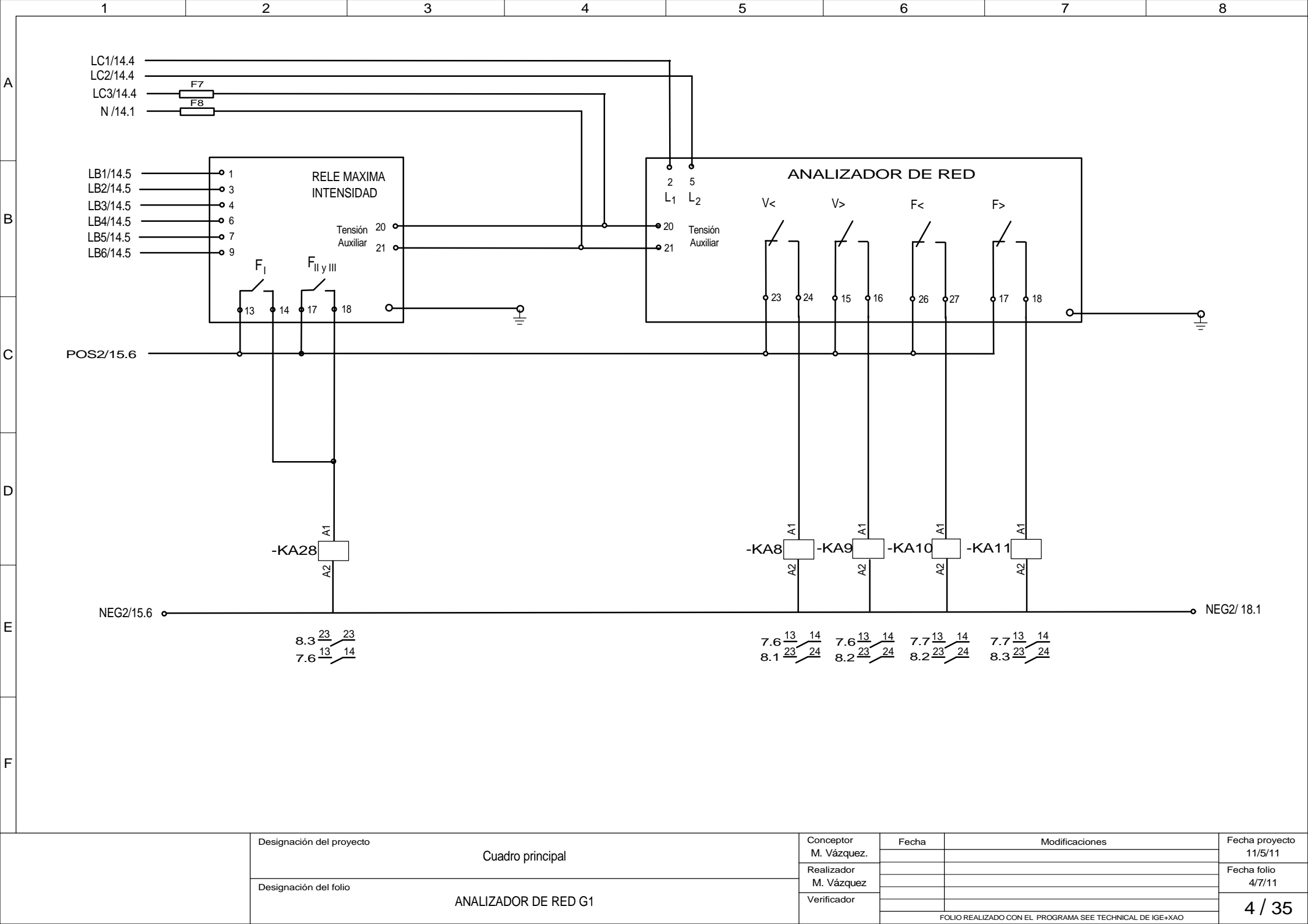
Designación del proyecto	Cuadro principal
--------------------------	------------------

Designación del folio	MASTERPAC CONTROL G1
-----------------------	----------------------

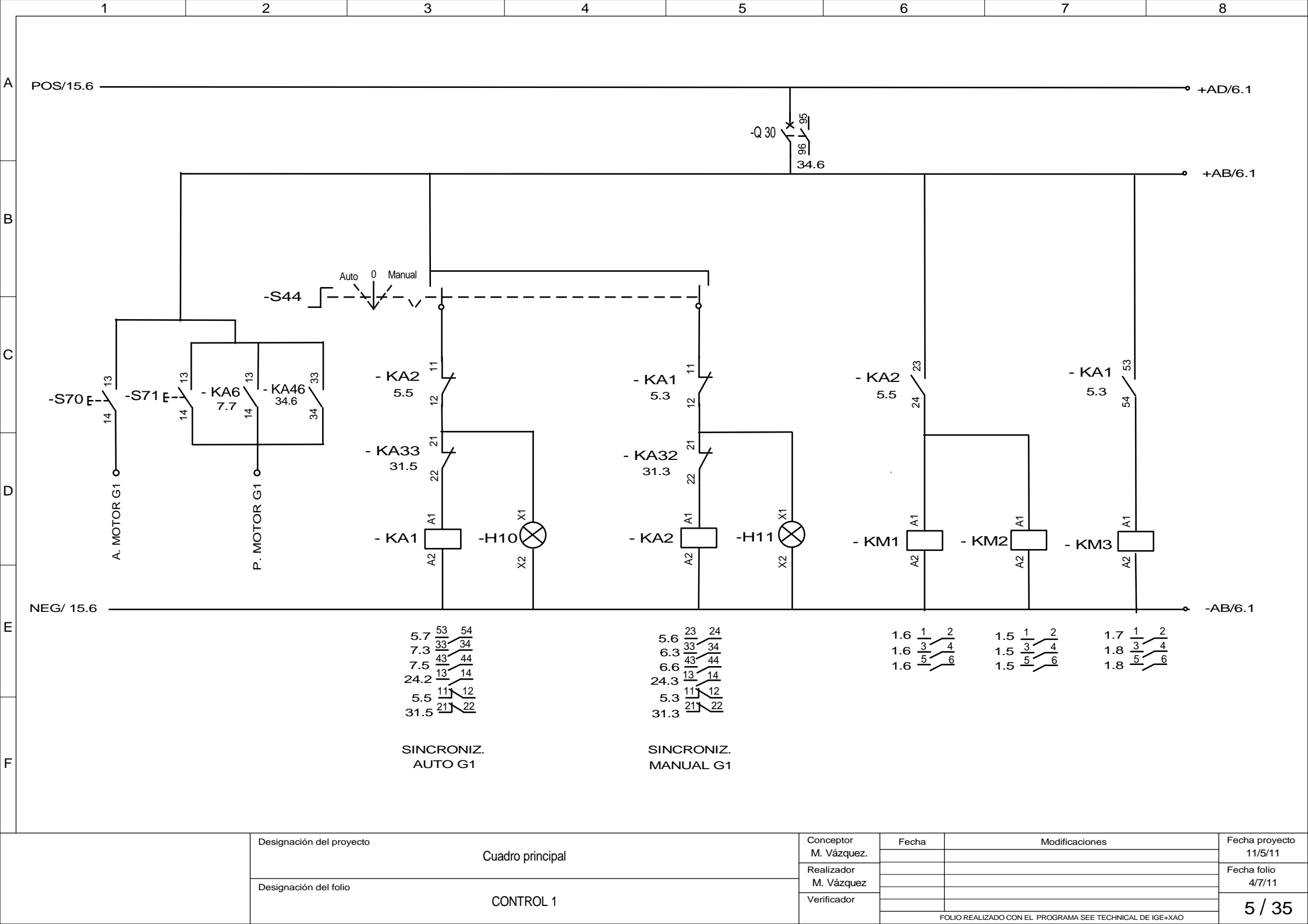
Conceptor M. Vázquez	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
Realizador M. Vázquez			Fecha folio 4/7/11
Verificador			2 / 35



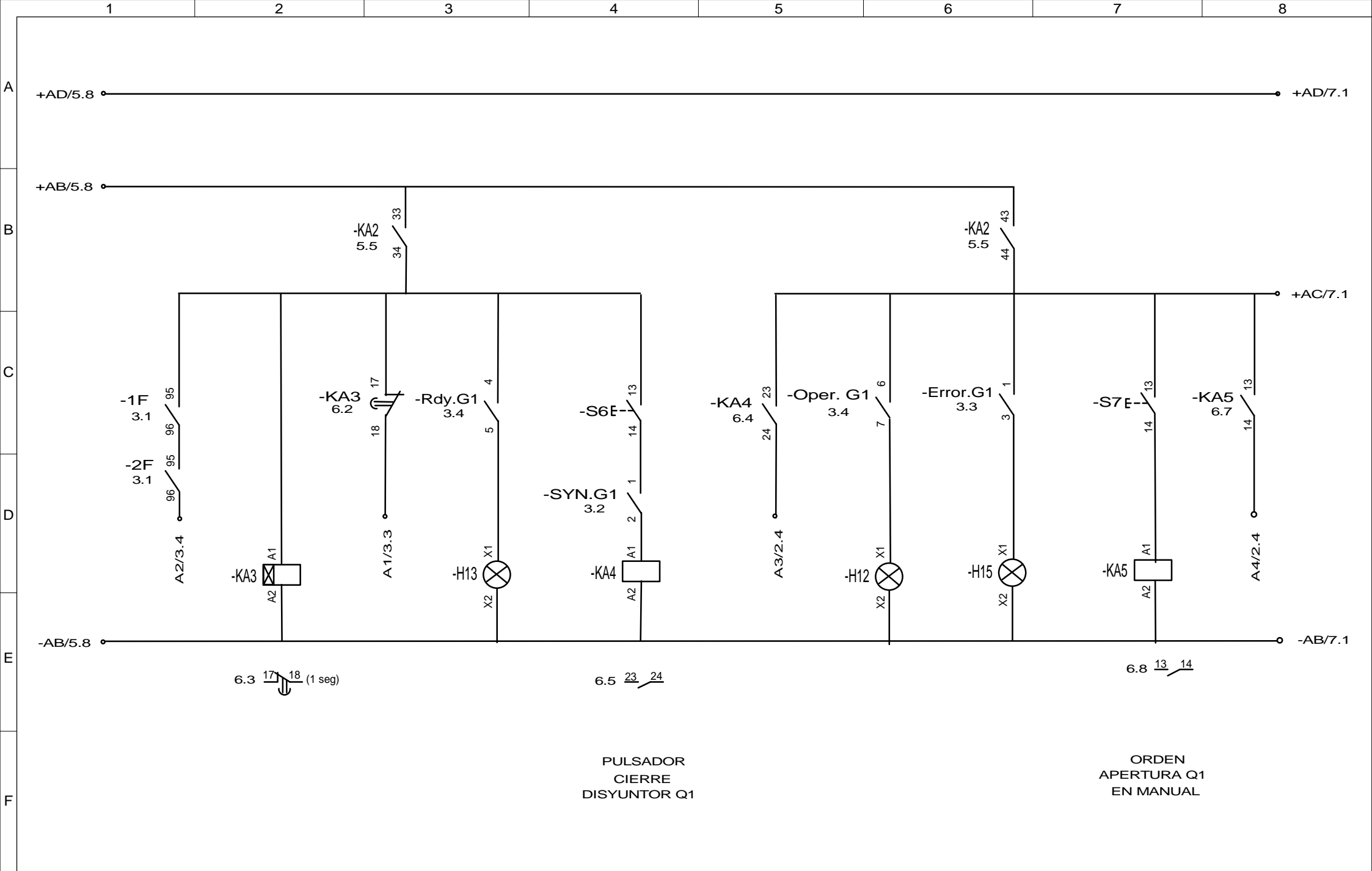
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio			M. Vázquez.			11/5/11
Realizador						Fecha folio	
M. Vázquez						4/7/11	
SINCROSCOPIO MANUAL G1			Verificador				3 / 35
			FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO				



Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	ANALIZADOR DE RED G1	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			4/7/11
		Verificador			4 / 35

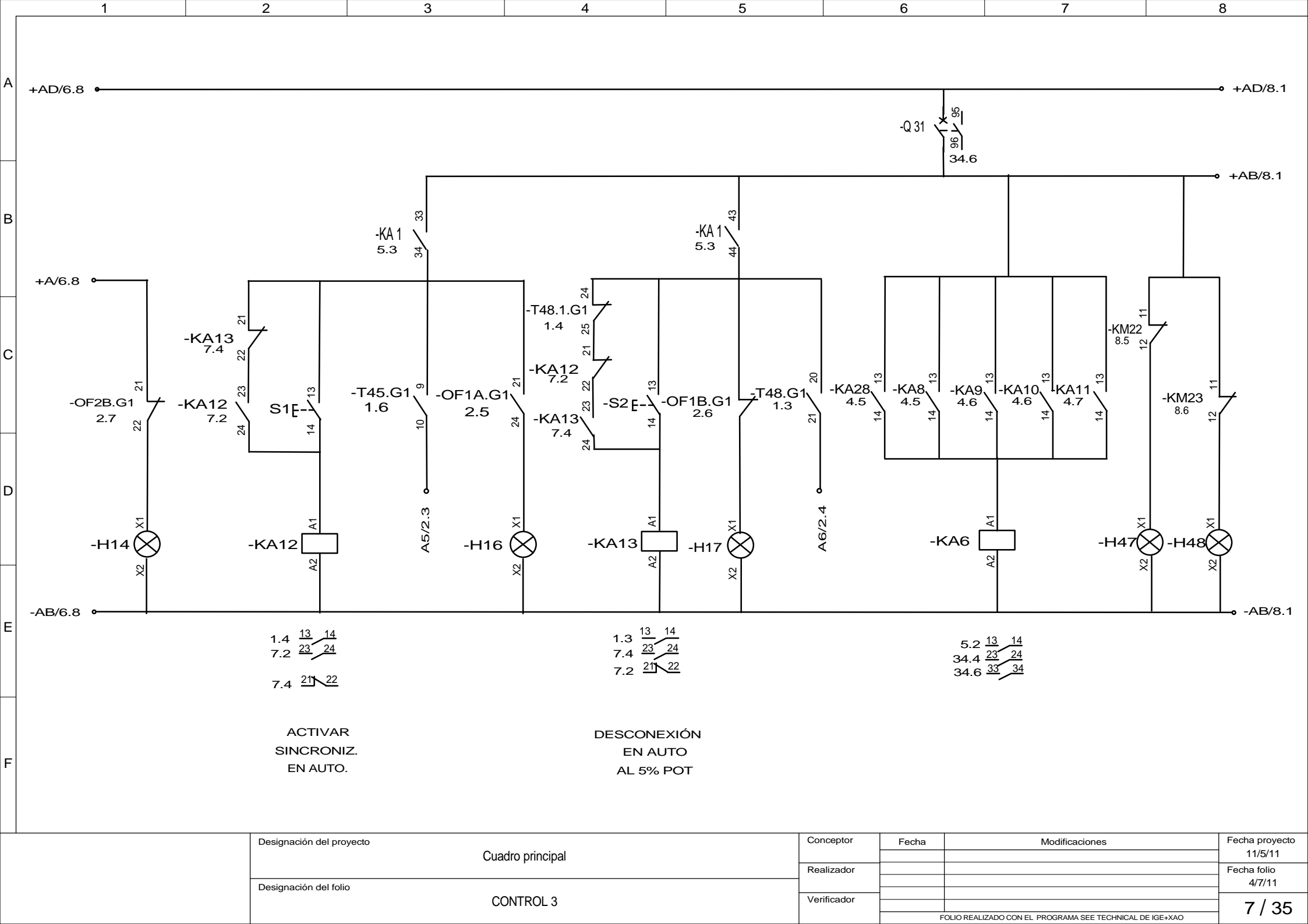


Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	CONTROL 1	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			4/7/11
		Verificador			5 / 35



Designación del proyecto	Cuadro principal
Designación del folio	CONTROL 2

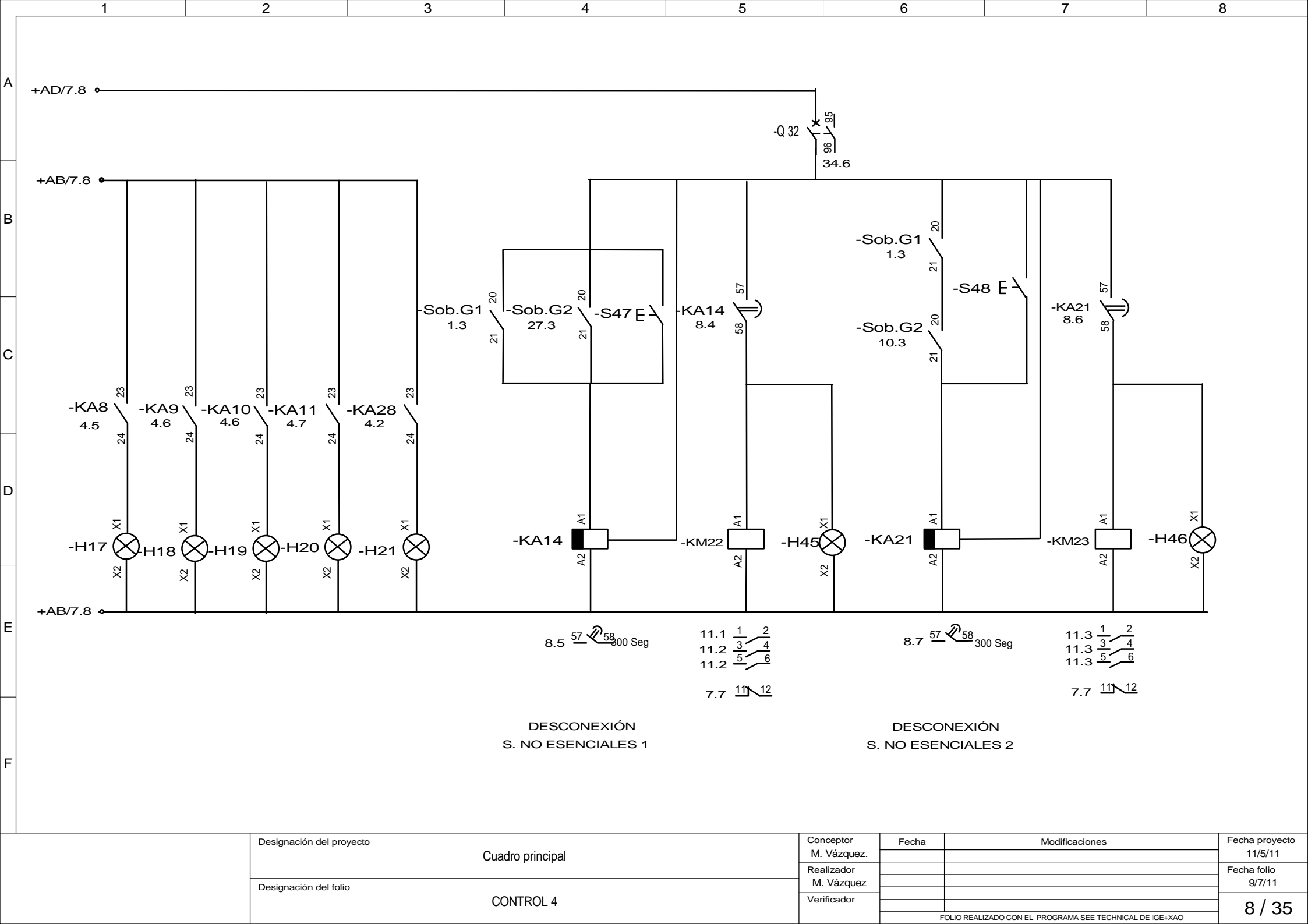
Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
Realizador M. Vázquez			Fecha folio 4/7/11
Verificador			6 / 35



ACTIVAR
SINCRONIZ.
EN AUTO.

DESCONEXIÓN
EN AUTO
AL 5% POT

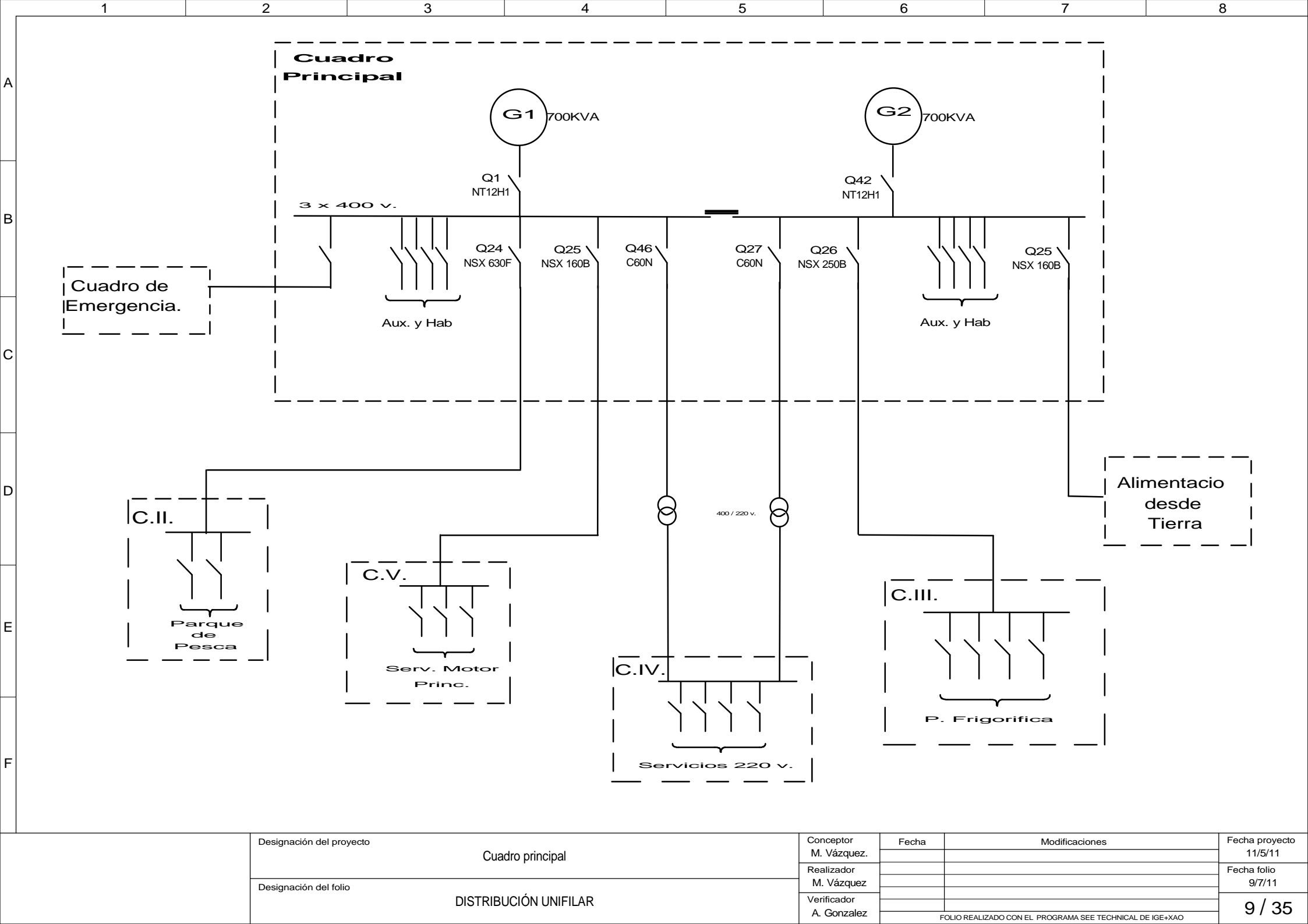
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
	Designación del folio	CONTROL 3	Realizador		Fecha folio 4/7/11
			Verificador		7 / 35



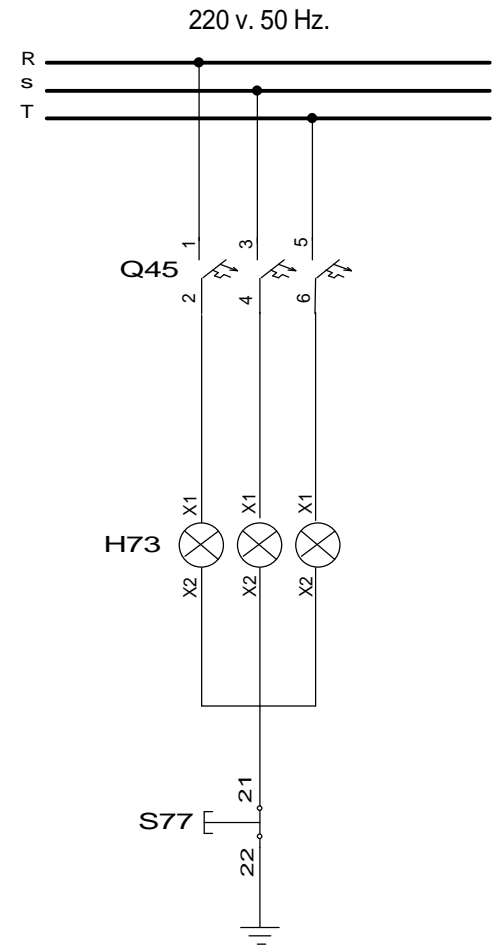
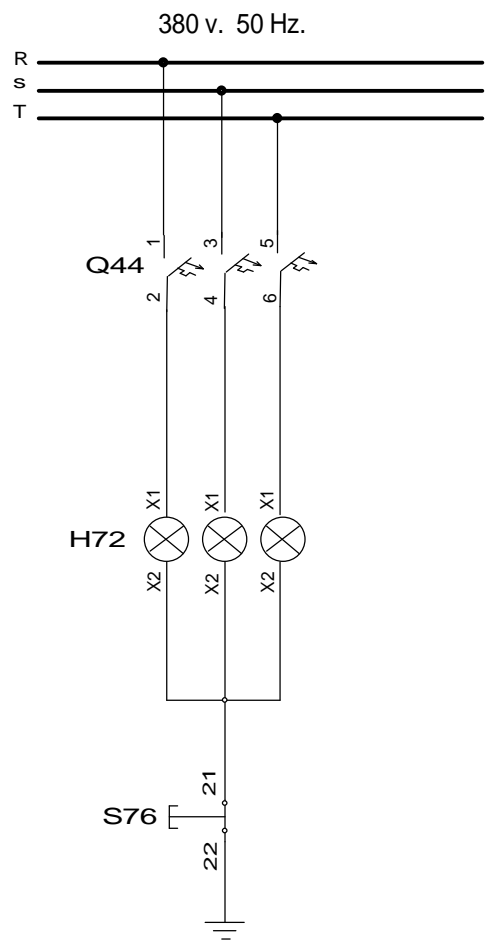
DESCONEXIÓN
S. NO ESENCIALES 1

DESCONEXIÓN
S. NO ESENCIALES 2

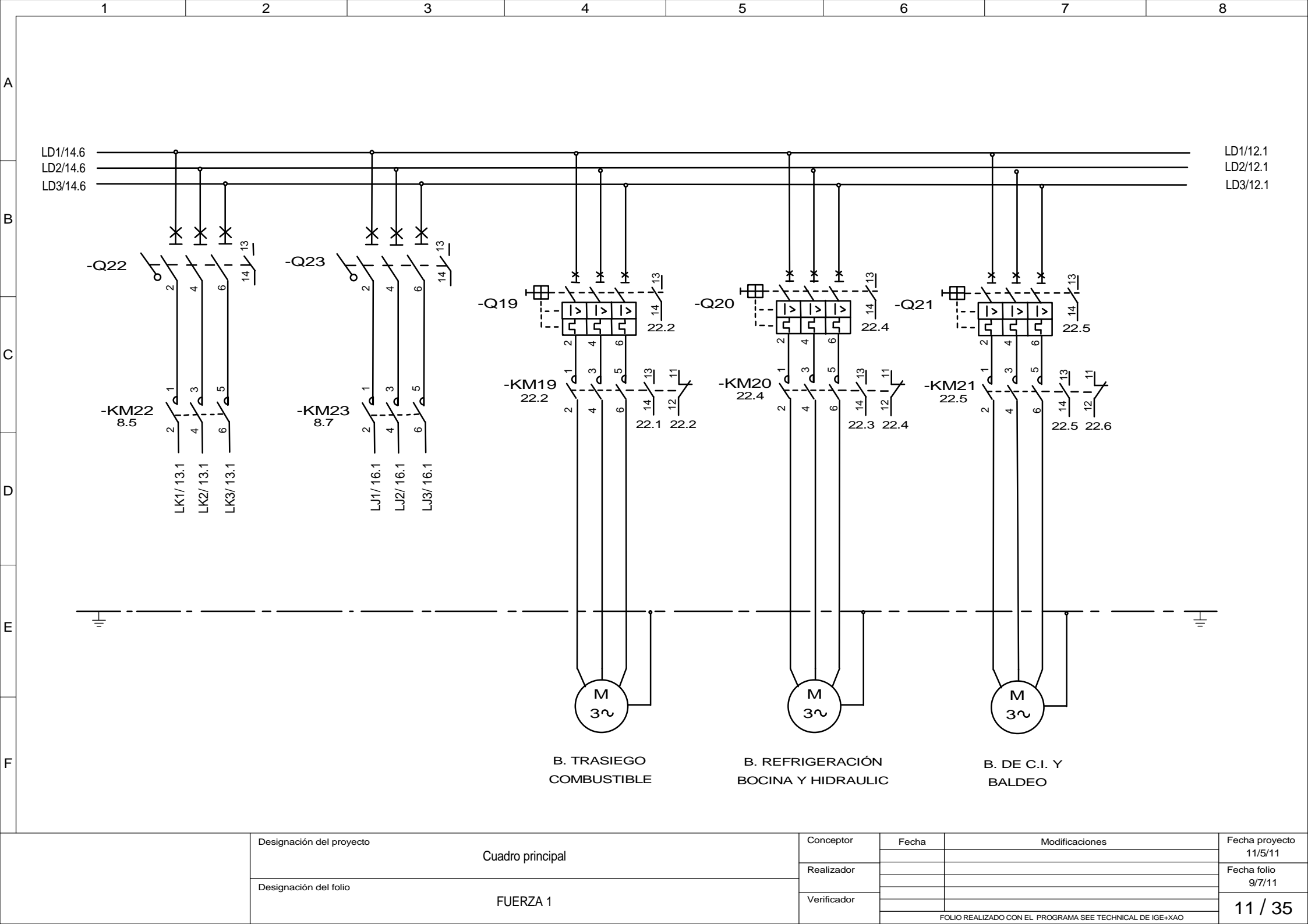
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio	CONTROL 4	M. Vázquez.		
		Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			9/7/11
		Verificador			8 / 35



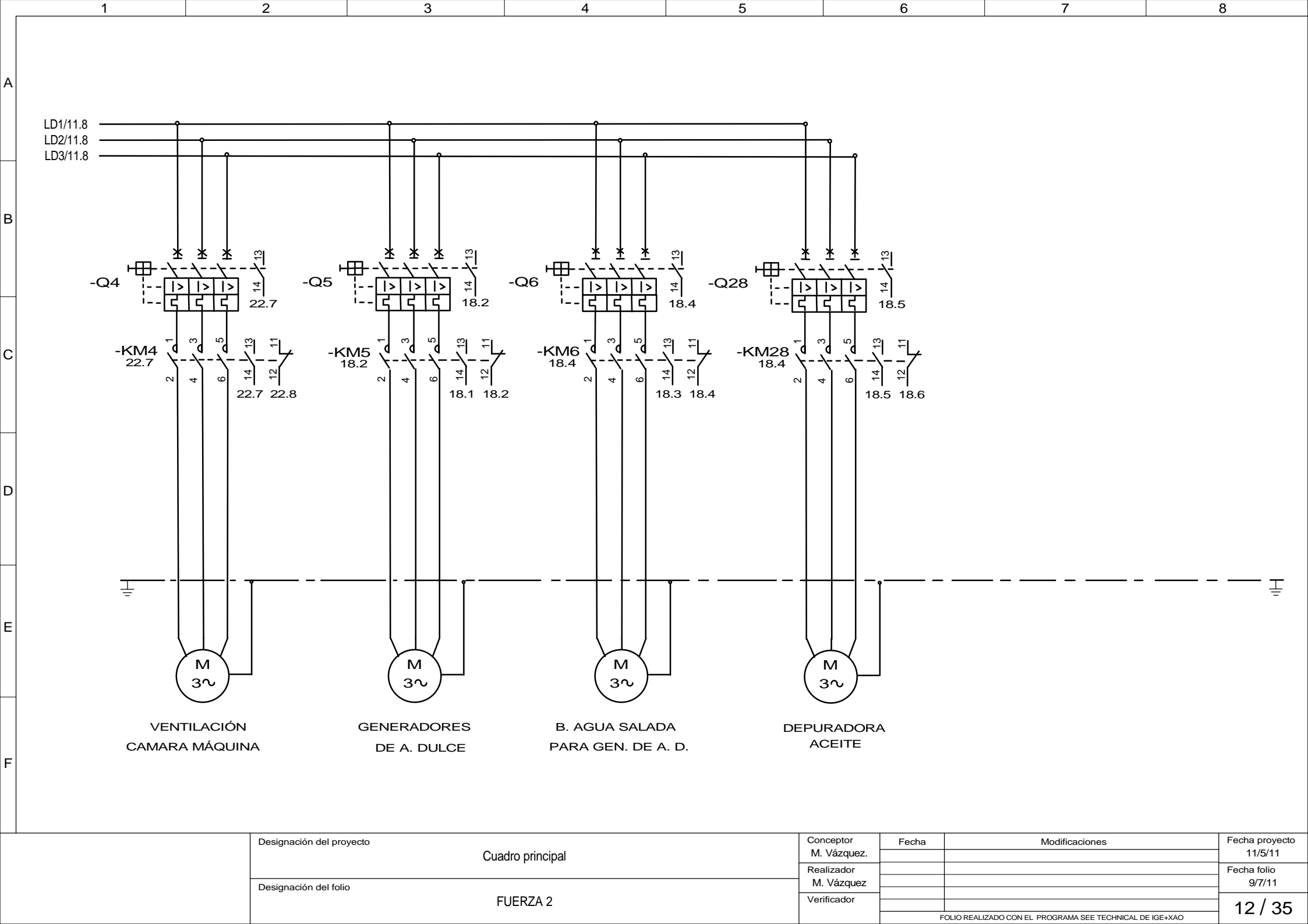
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto	11/5/11
	Designación del folio	DISTRIBUCIÓN UNIFILAR	Realizador	M. Vázquez			Fecha folio
Verificador			A. Gonzalez				9 / 35
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO							



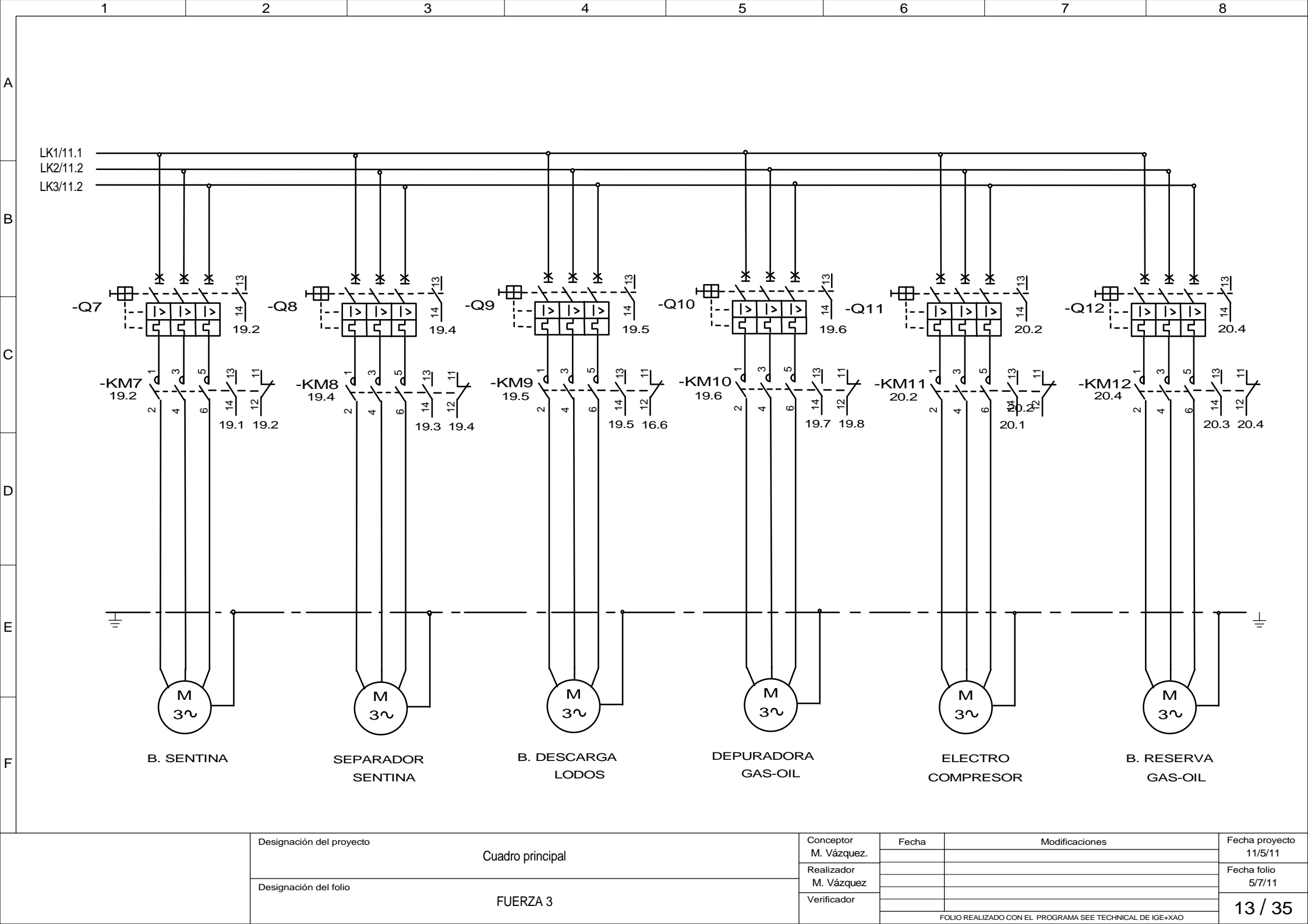
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio			M. Vázquez.			11/5/11
Realizador						Fecha folio	
M. Vázquez						9/7/11	
LÁMPARAS DE TIERRA			Verificador			10 / 35	
			A. Gonzalez	FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO			



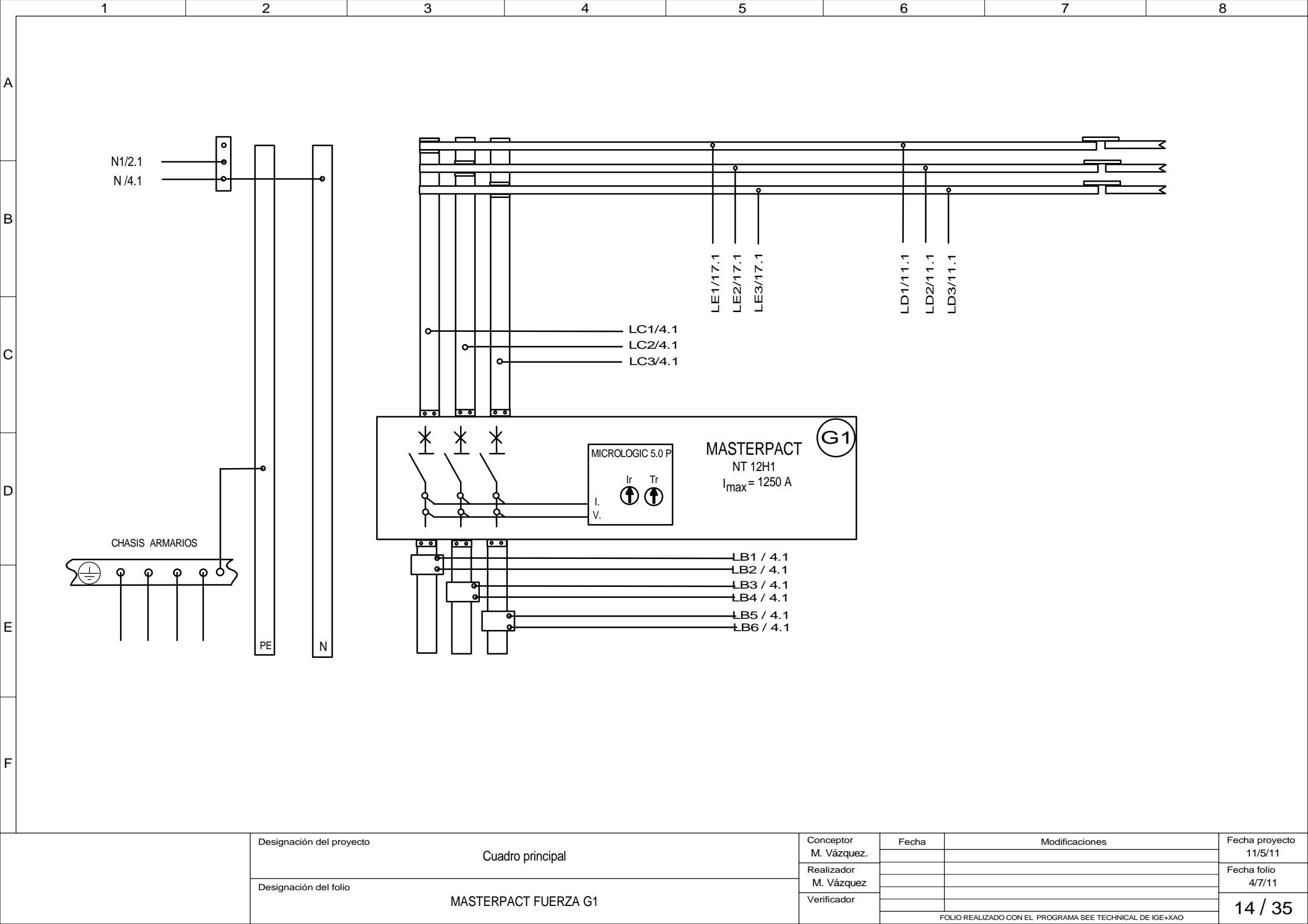
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		Realizador			11/5/11
Designación del folio	FUERZA 1	Verificador			Fecha folio
					9/7/11
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO					11 / 35



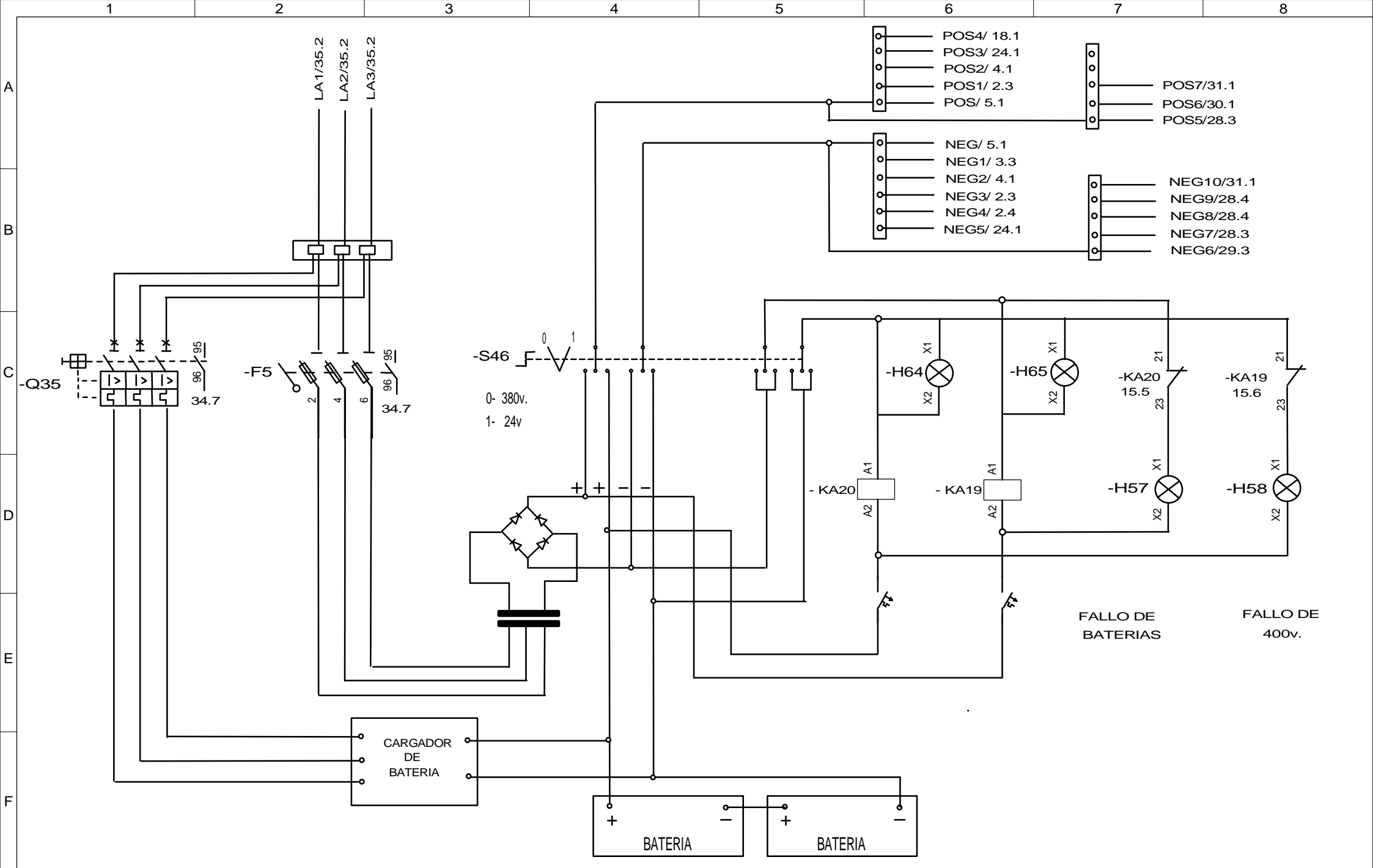
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	FUERZA 2	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			9/7/11
		Verificador			12 / 35



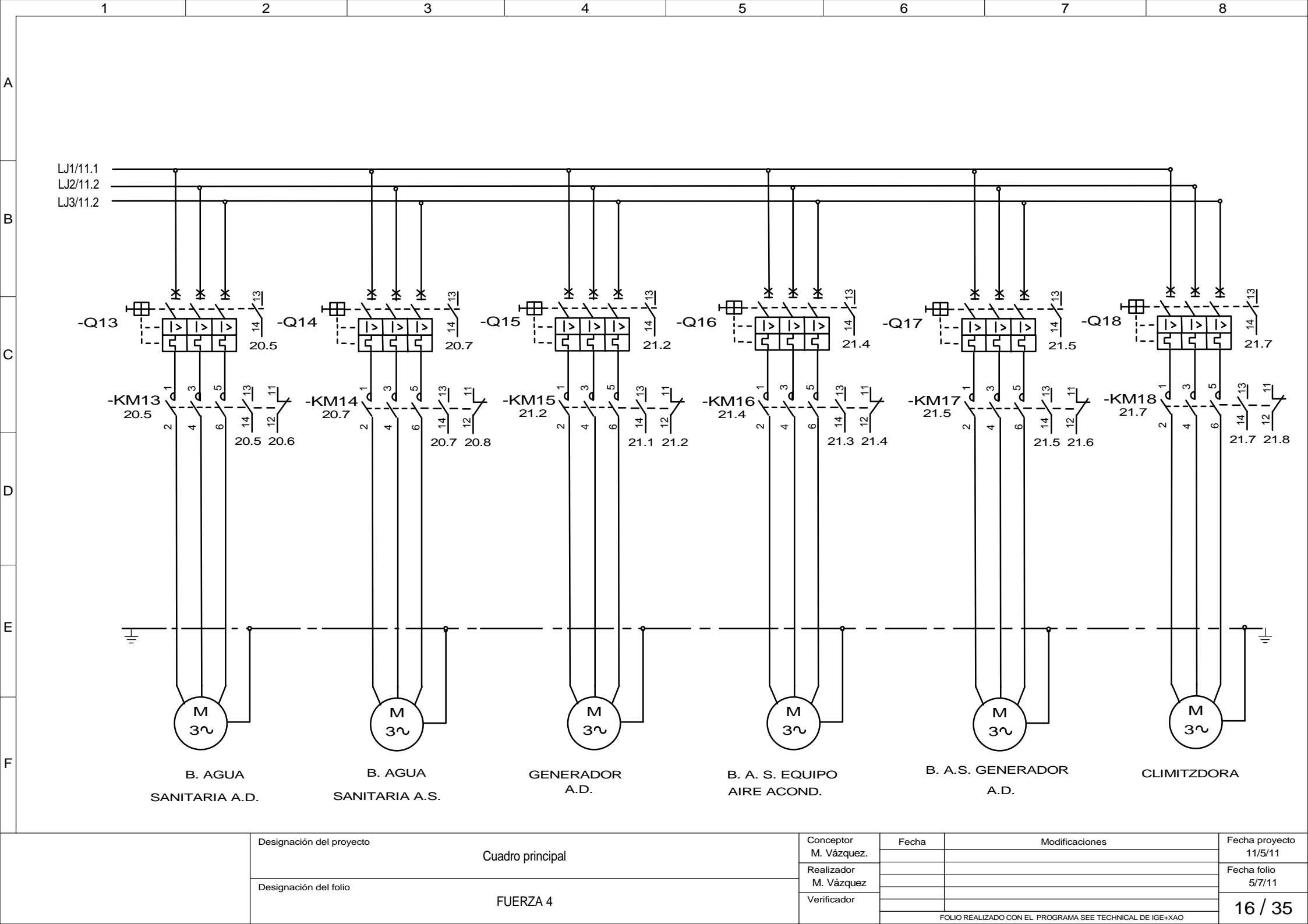
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio			M. Vázquez.			11/5/11
FUERZA 3				Realizador			Fecha folio
			M. Vázquez				5/7/11
			Verificador				13 / 35



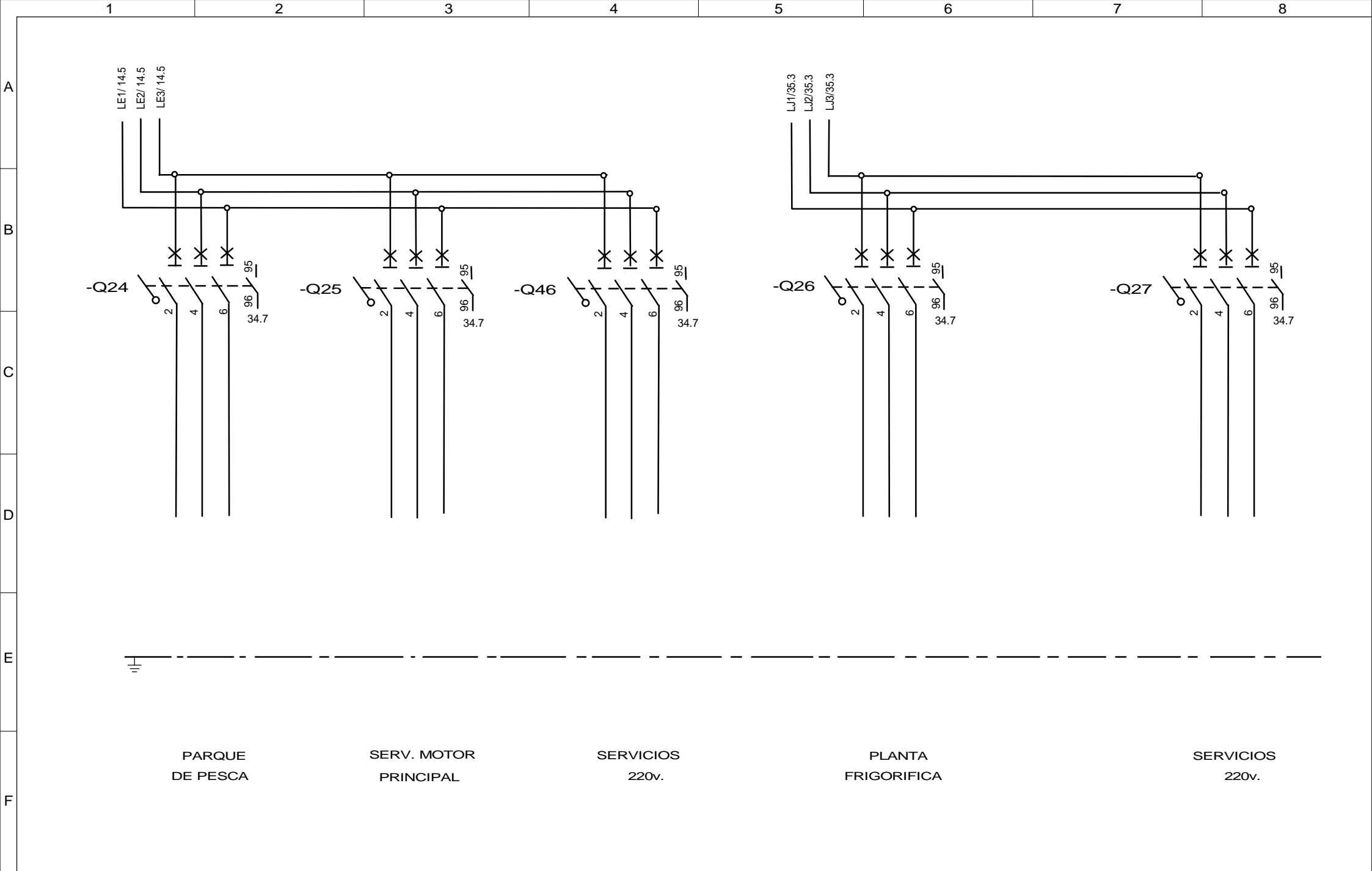
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio		MASTERPACT FUERZA G1		
		Realizador M. Vázquez			Fecha folio
		Verificador			4/7/11
					14 / 35



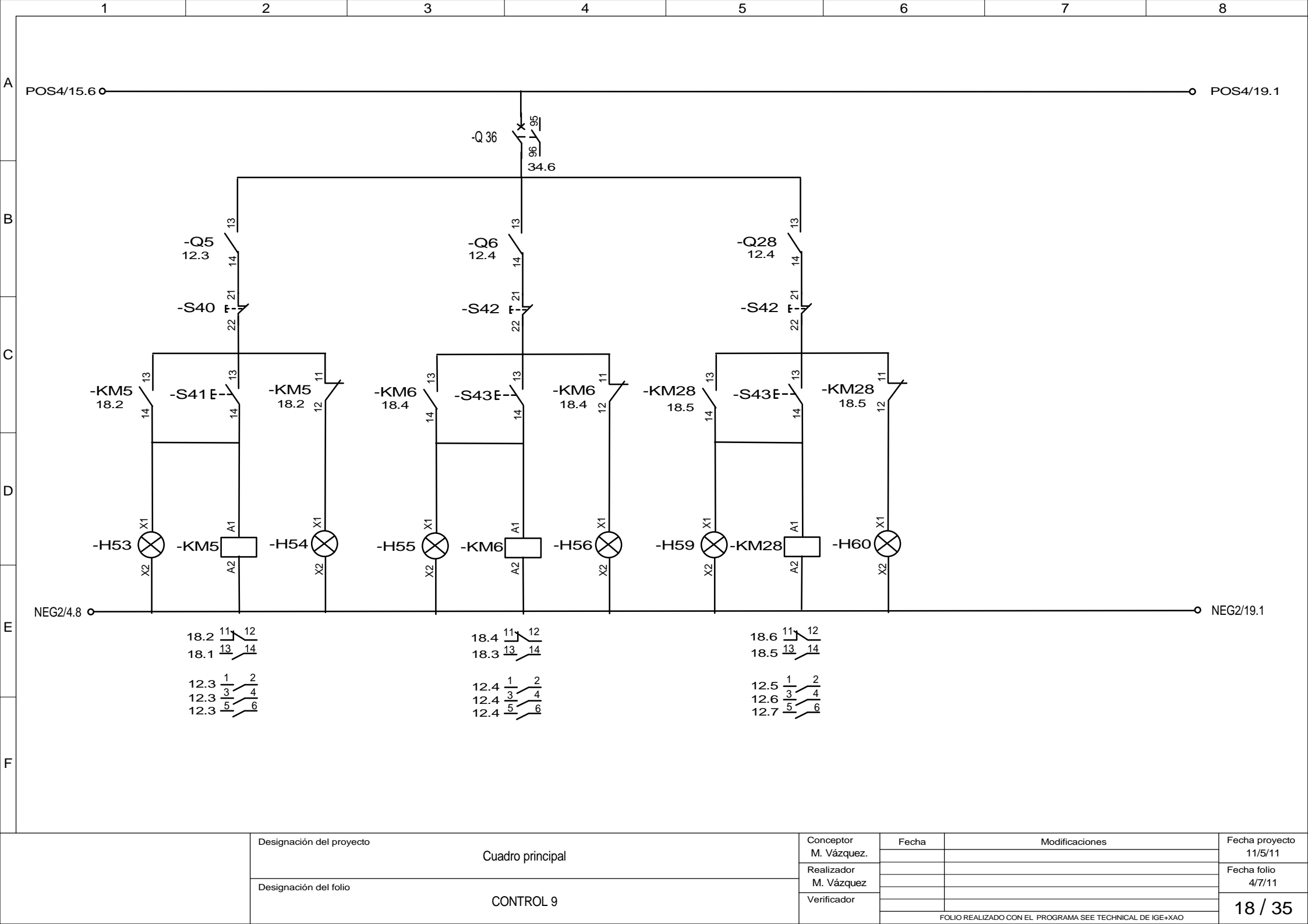
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
				M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	24v			Realizador			Fecha folio
				M. Vázquez			5/7/11
				Verificador			
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO							15 / 35



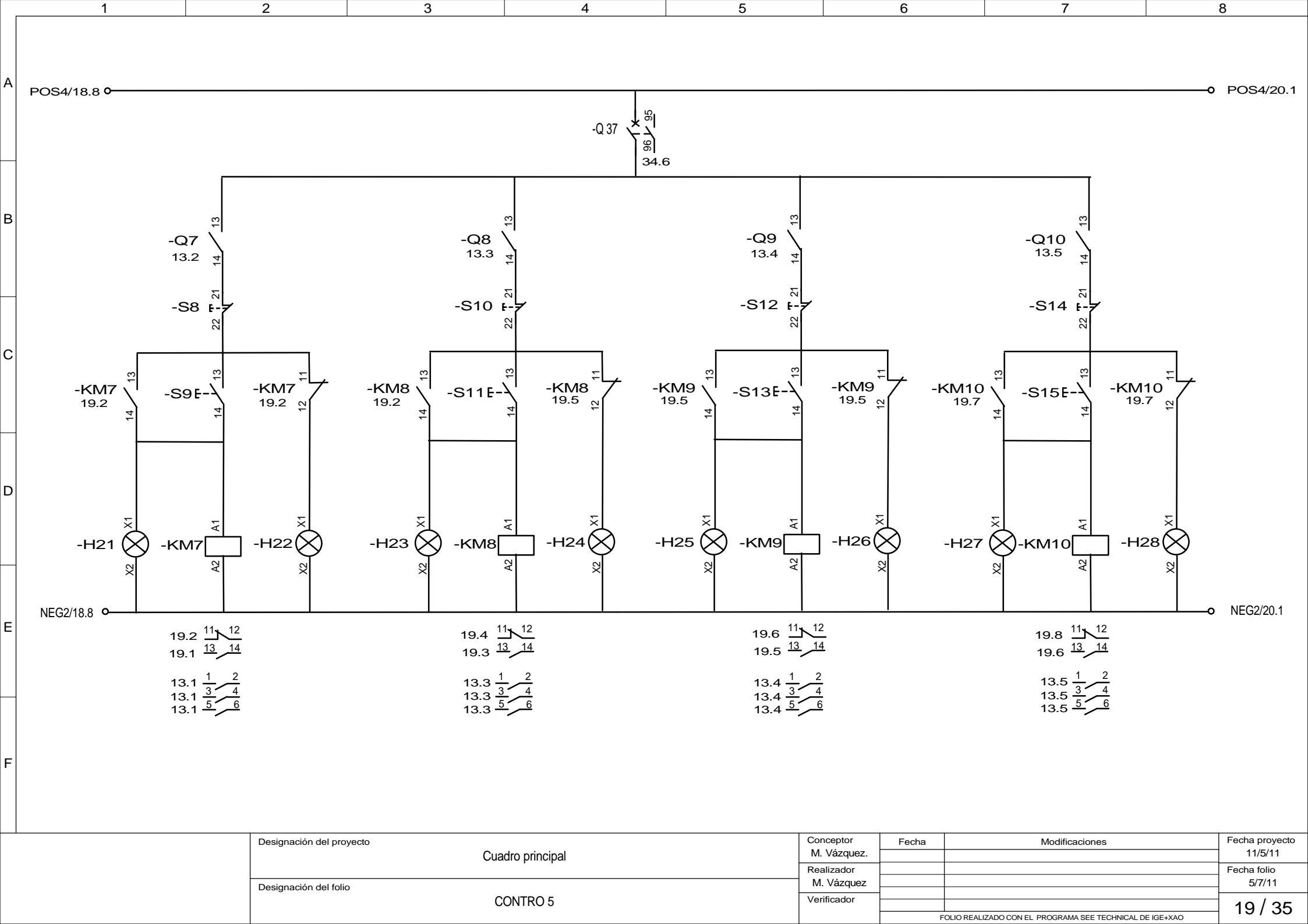
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio			M. Vázquez.			11/5/11
Realizador						Fecha folio	
M. Vázquez						5/7/11	
FUERZA 4			Verificador			16 / 35	
			FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO				



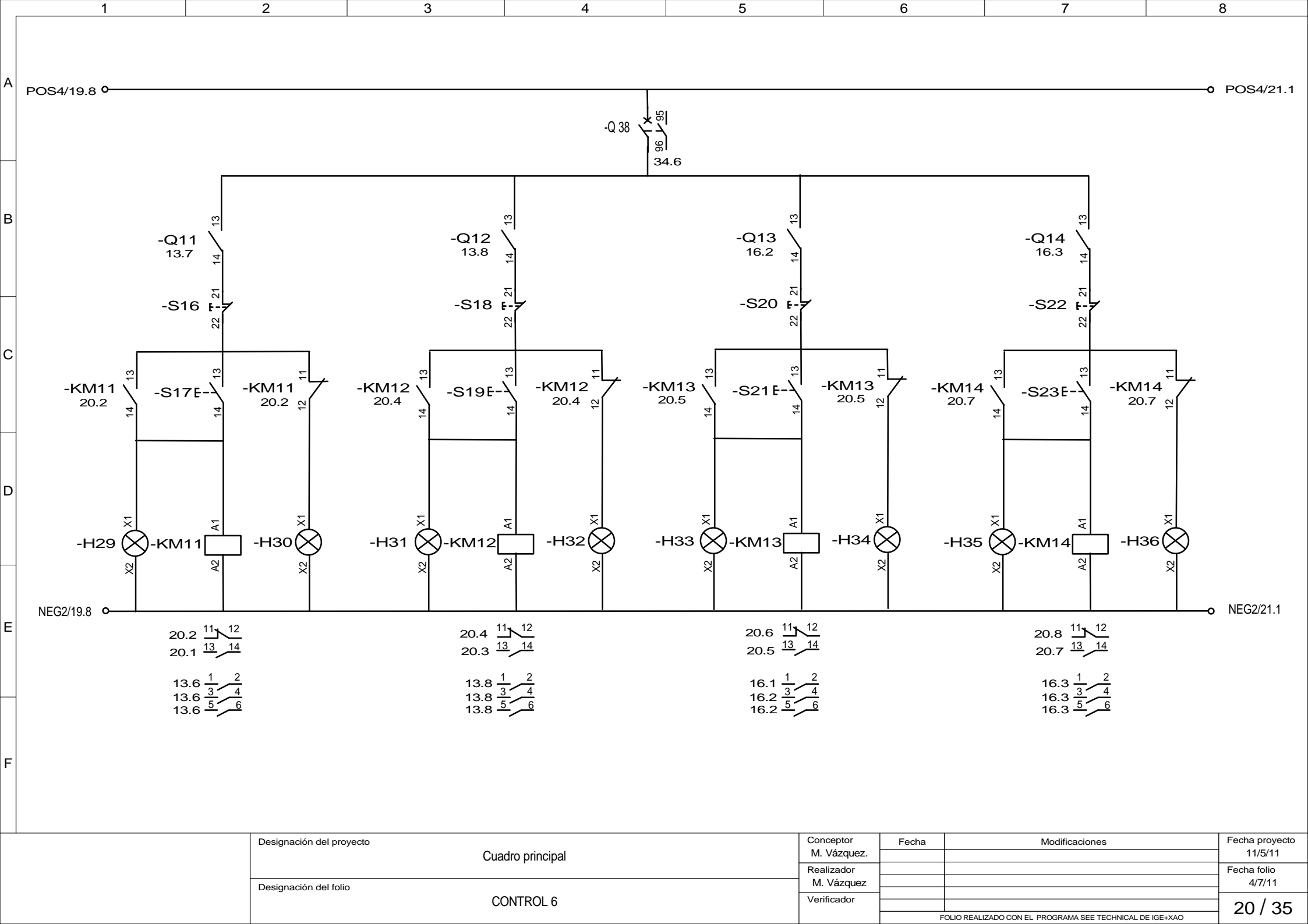
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	FUERZA 5	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			5/7/11
		Verificador			17 / 35
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO					



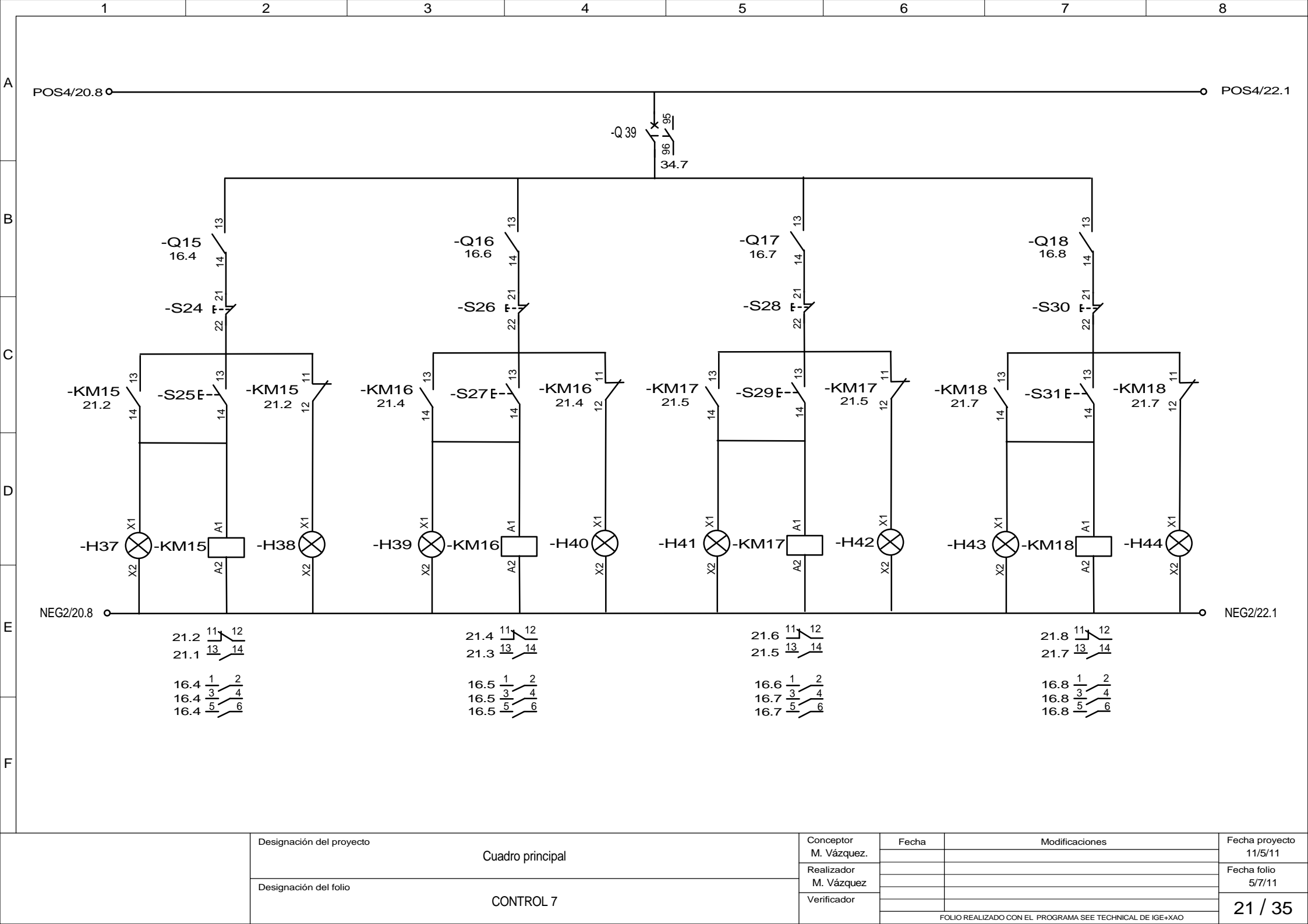
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio			M. Vázquez.			11/5/11
Realizador						Fecha folio	
M. Vázquez						4/7/11	
CONTROL 9			Verificador			18 / 35	
			FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO				



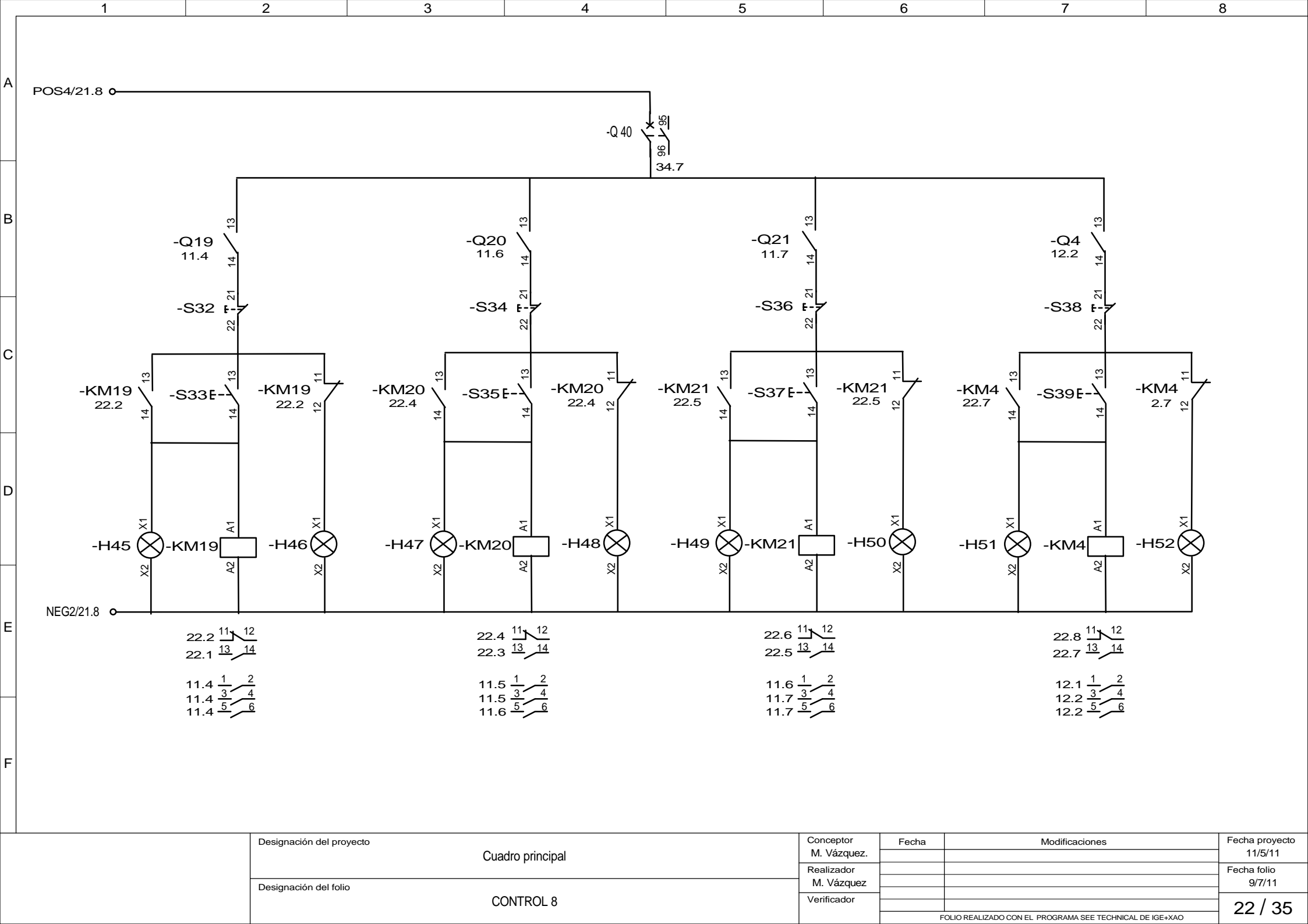
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	CONTRO 5	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			5/7/11
		Verificador			
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO					19 / 35



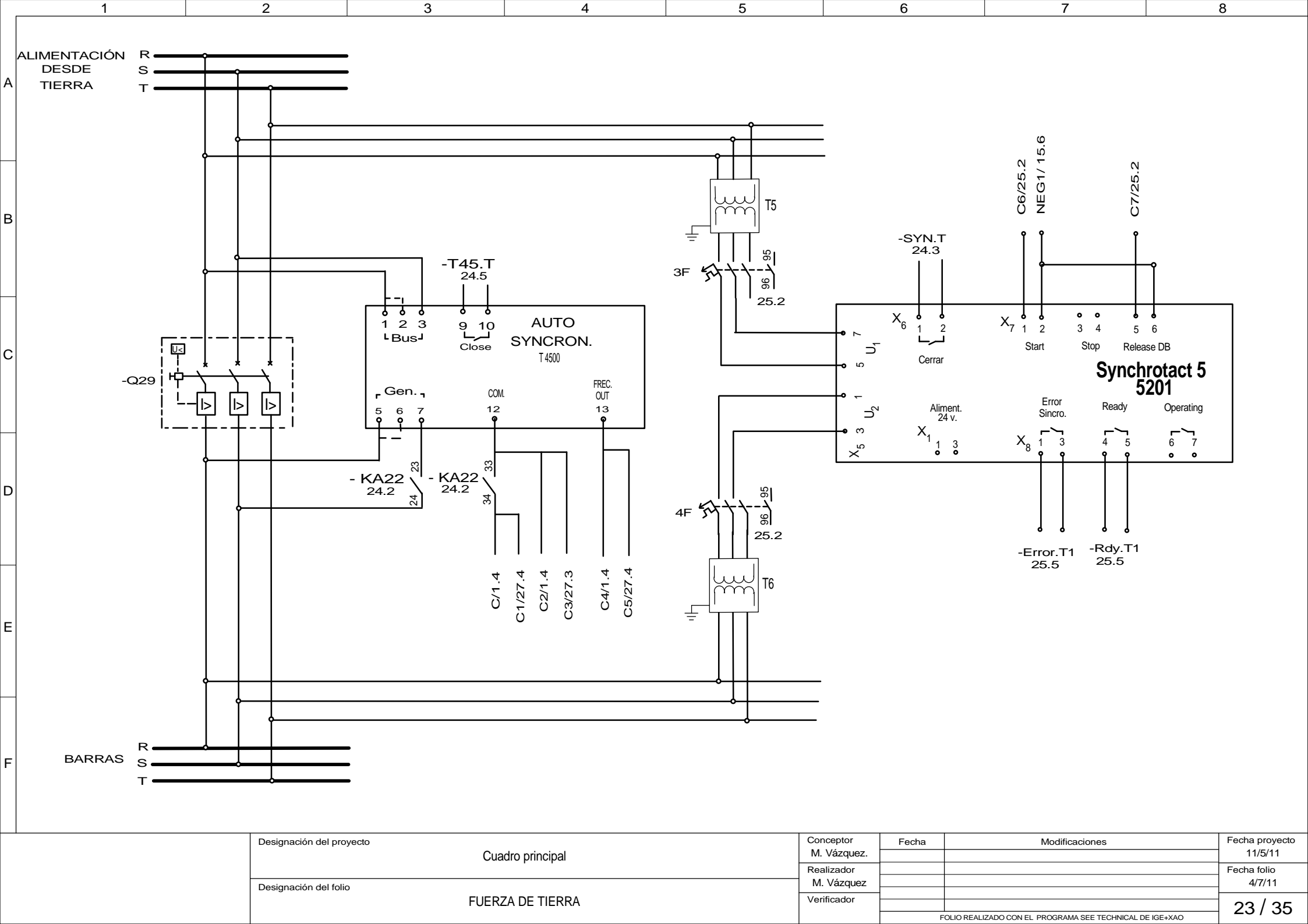
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	CONTROL 6	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			4/7/11
		Verificador			
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO					20 / 35



Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
				M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	CONTROL 7			Realizador			Fecha folio
				M. Vázquez			5/7/11
				Verificador			21 / 35

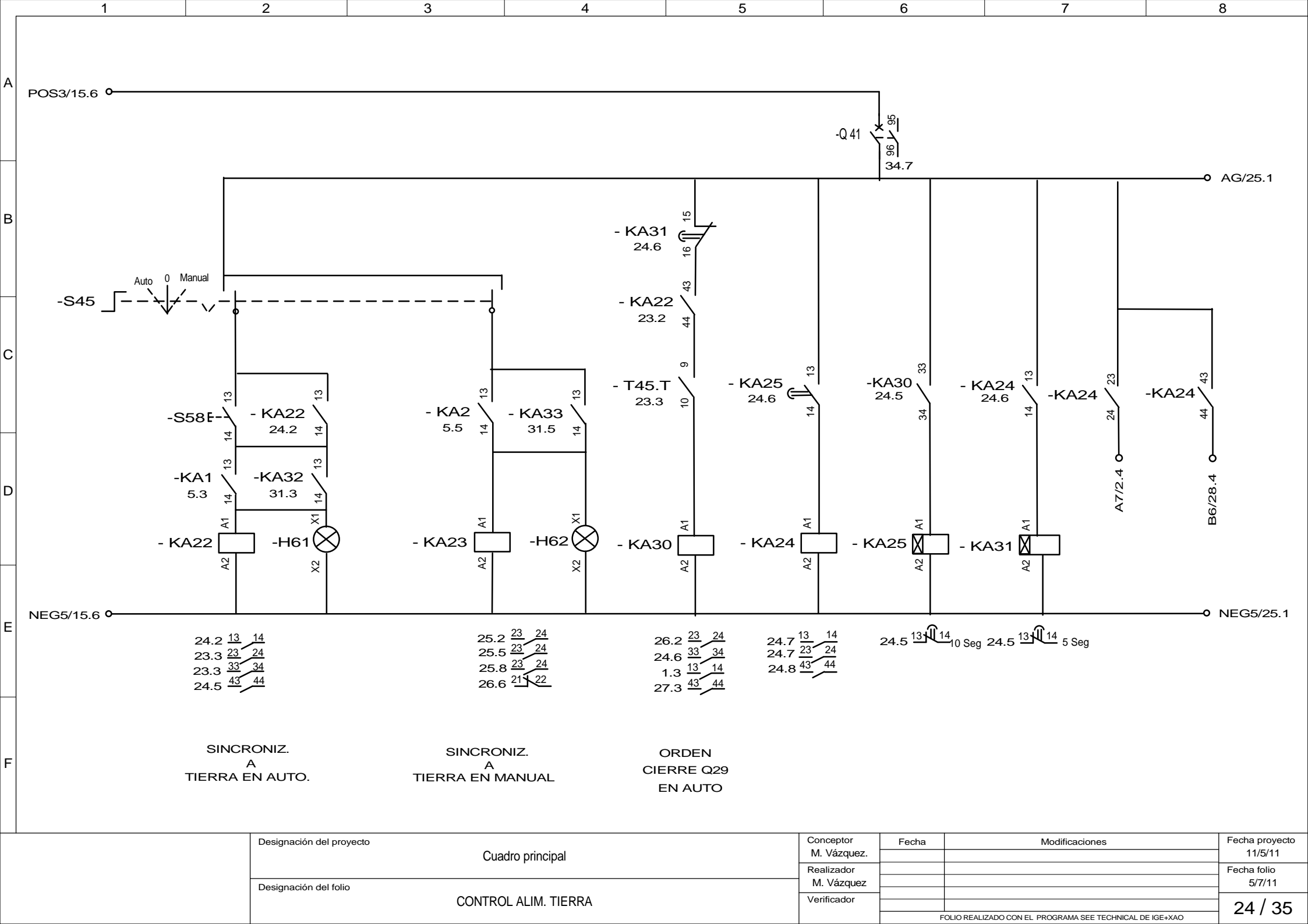


Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	CONTROL 8	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			9/7/11
		Verificador			22 / 35



Designación del proyecto	Cuadro principal
Designación del folio	FUERZA DE TIERRA

Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
Realizador M. Vázquez			Fecha folio 4/7/11
Verificador			23 / 35



24.2 13 14
 23.3 23 24
 23.3 33 34
 24.5 43 44

SINCRONIZ.
 A
 TIERRA EN AUTO.

25.2 23 24
 25.5 23 24
 25.8 23 24
 26.6 21 22

SINCRONIZ.
 A
 TIERRA EN MANUAL

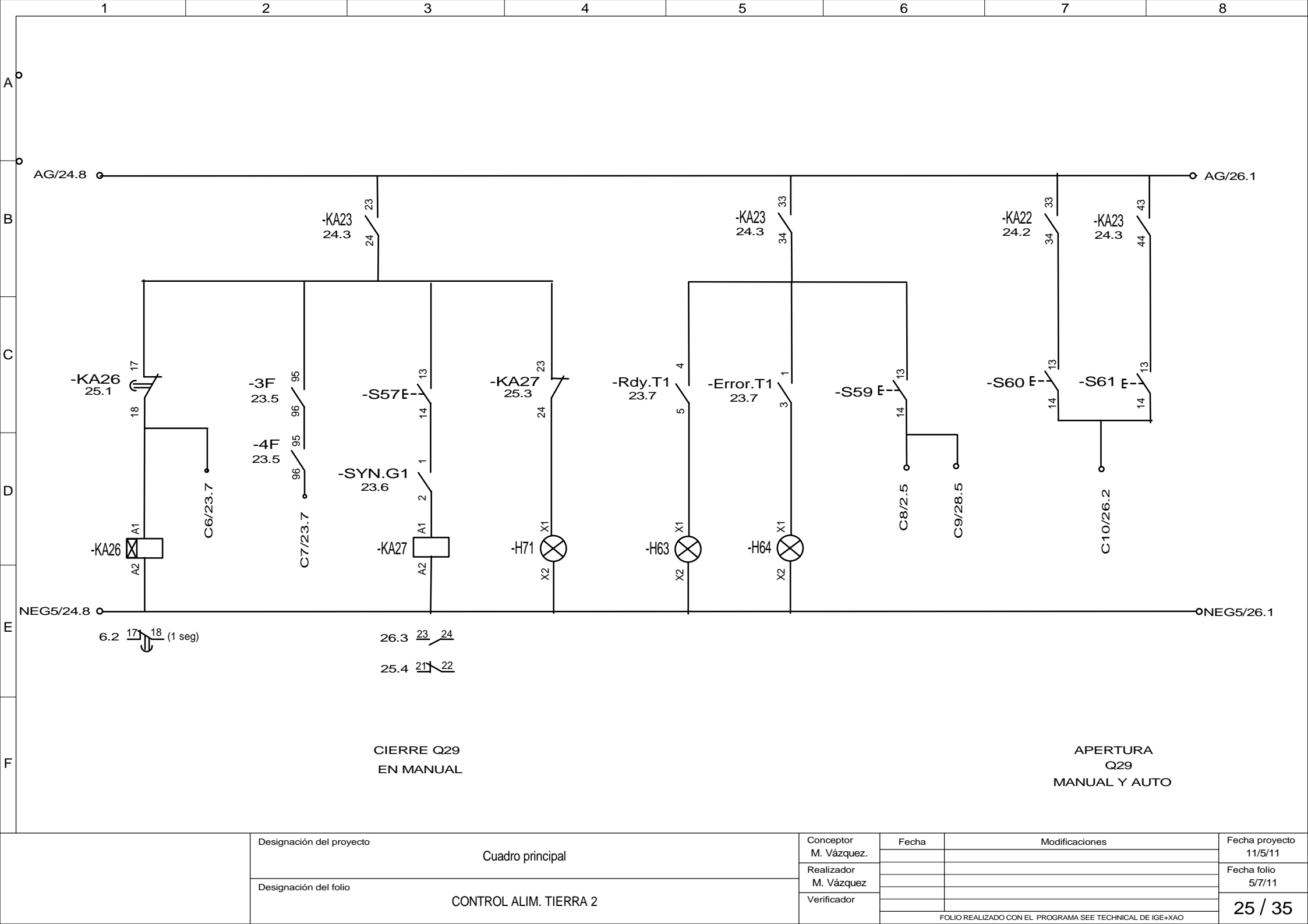
26.2 23 24
 24.6 33 34
 1.3 13 14
 27.3 43 44

ORDEN
 CIERRE Q29
 EN AUTO

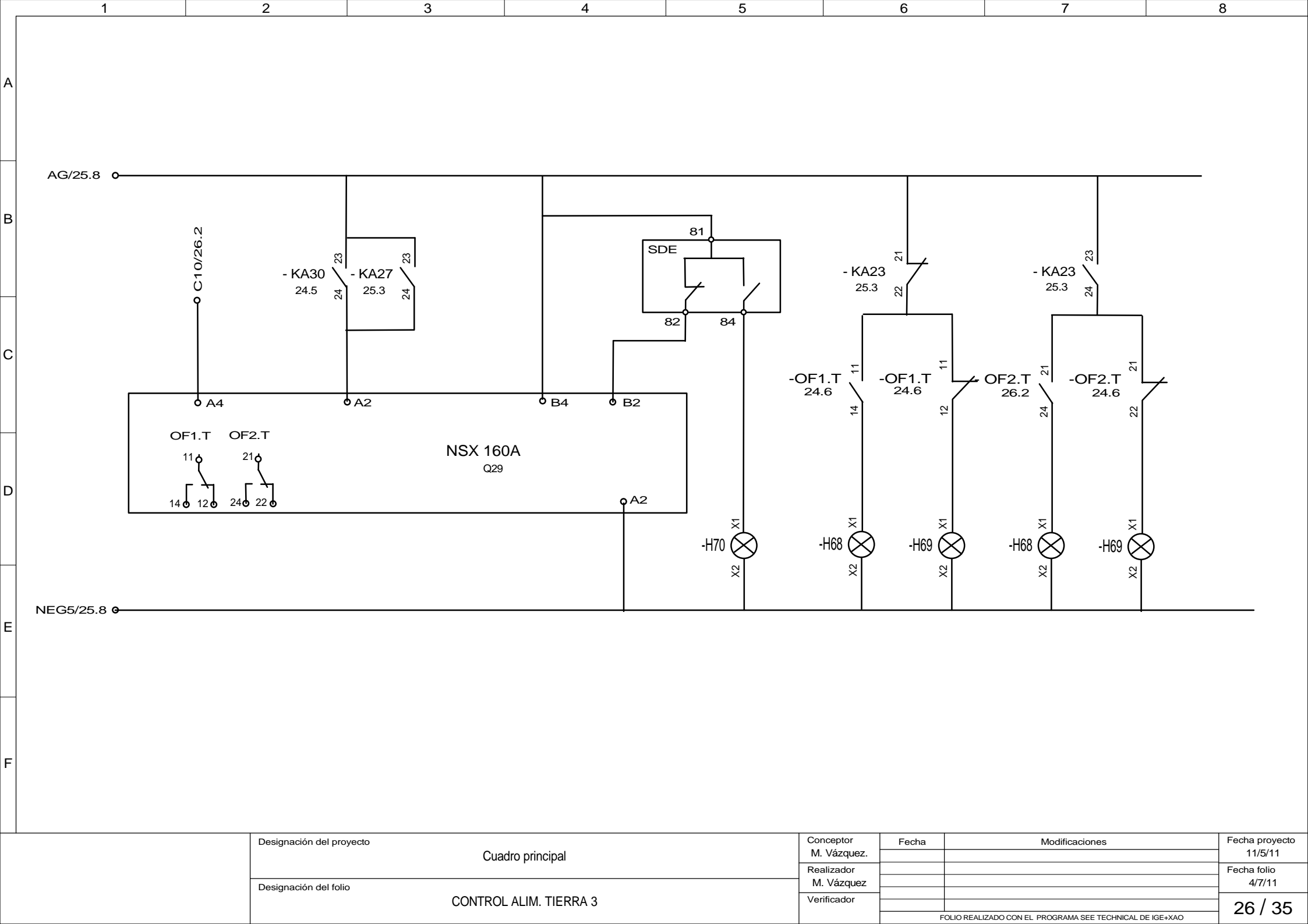
24.5 13 14 10 Seg
 24.5 13 14 5 Seg

Designación del proyecto	Cuadro principal
Designación del folio	CONTROL ALIM. TIERRA

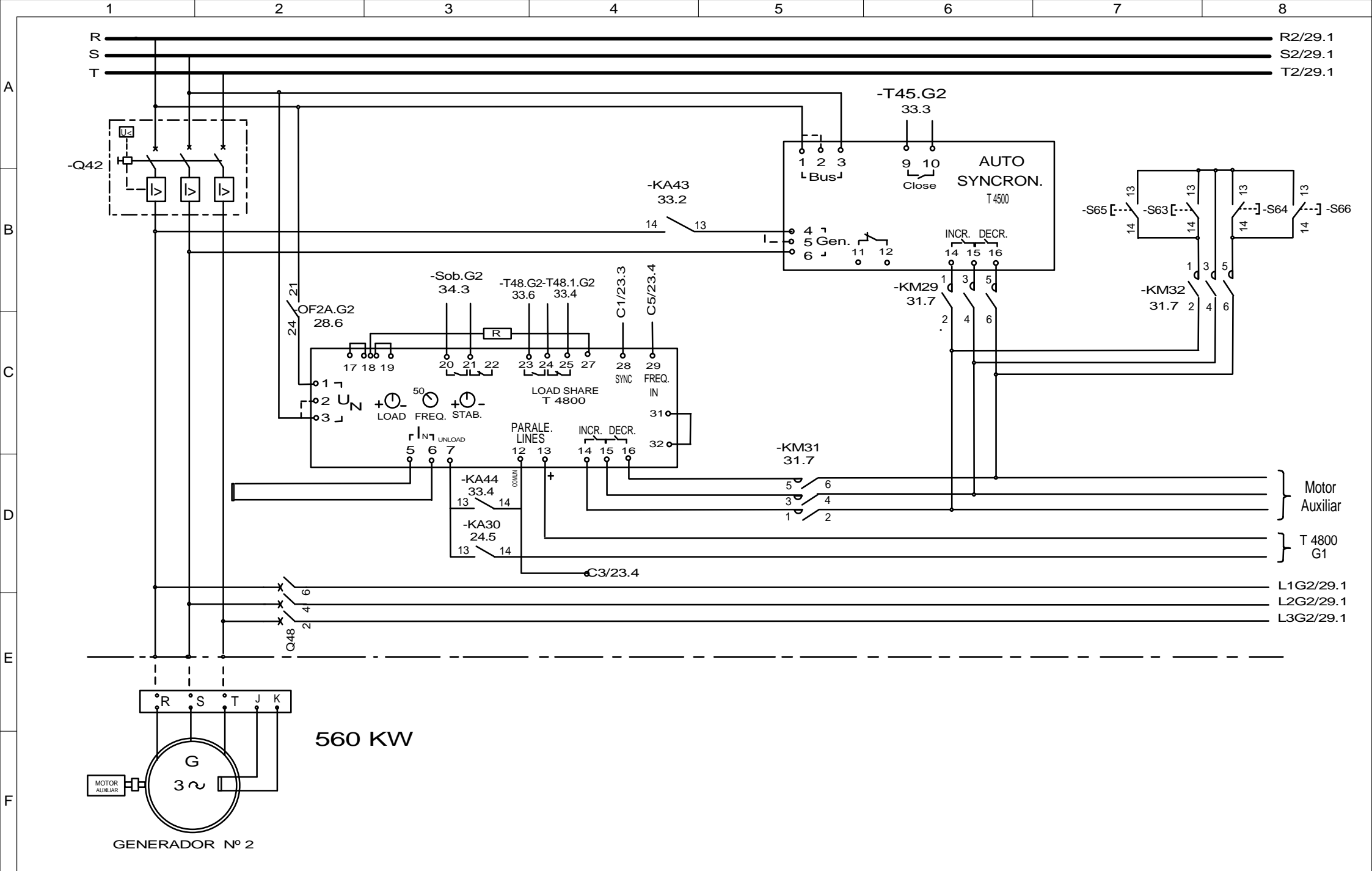
Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
Realizador M. Vázquez			Fecha folio 5/7/11
Verificador			24 / 35



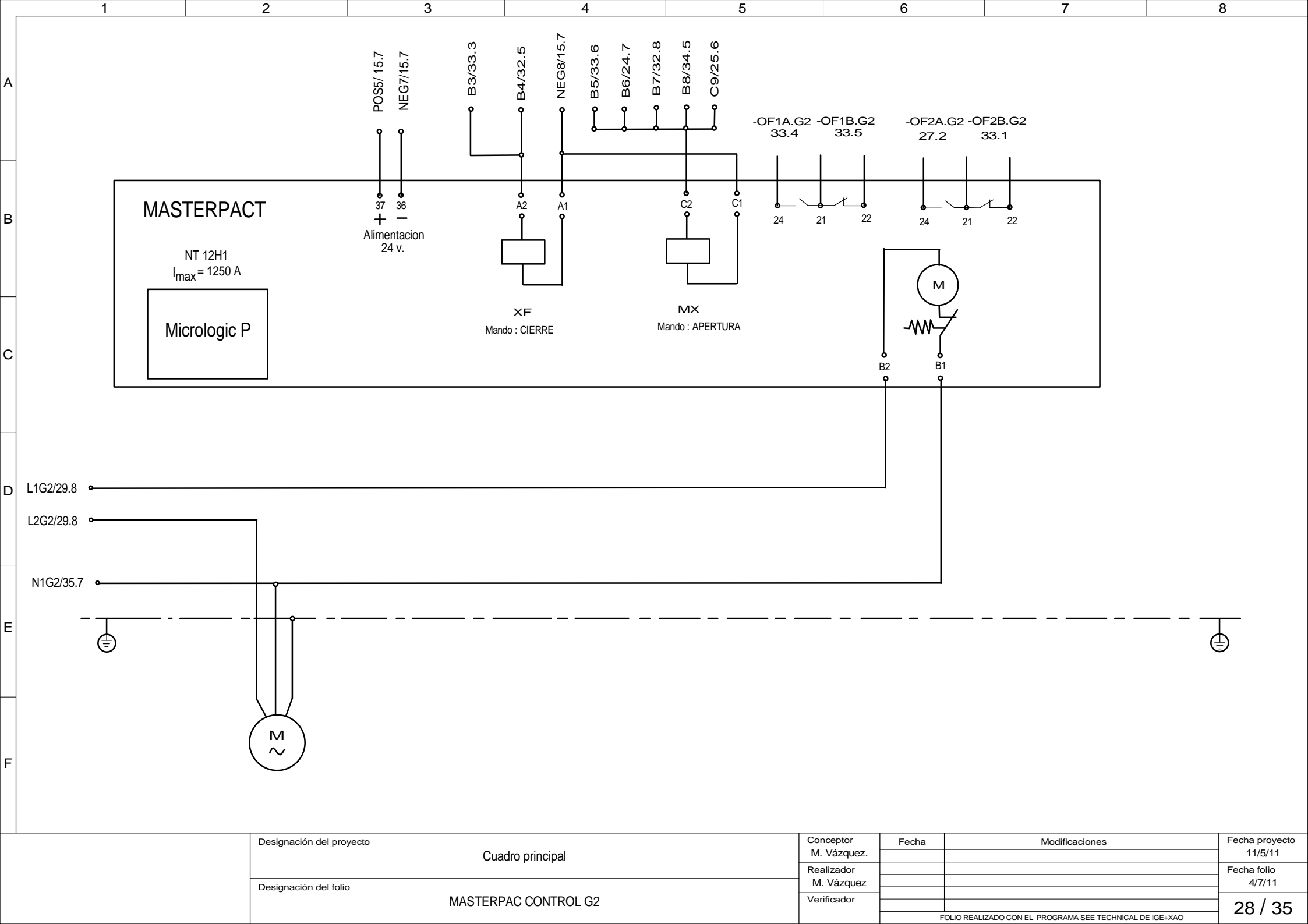
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	CONTROL ALIM. TIERRA 2	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			5/7/11
		Verificador			25 / 35



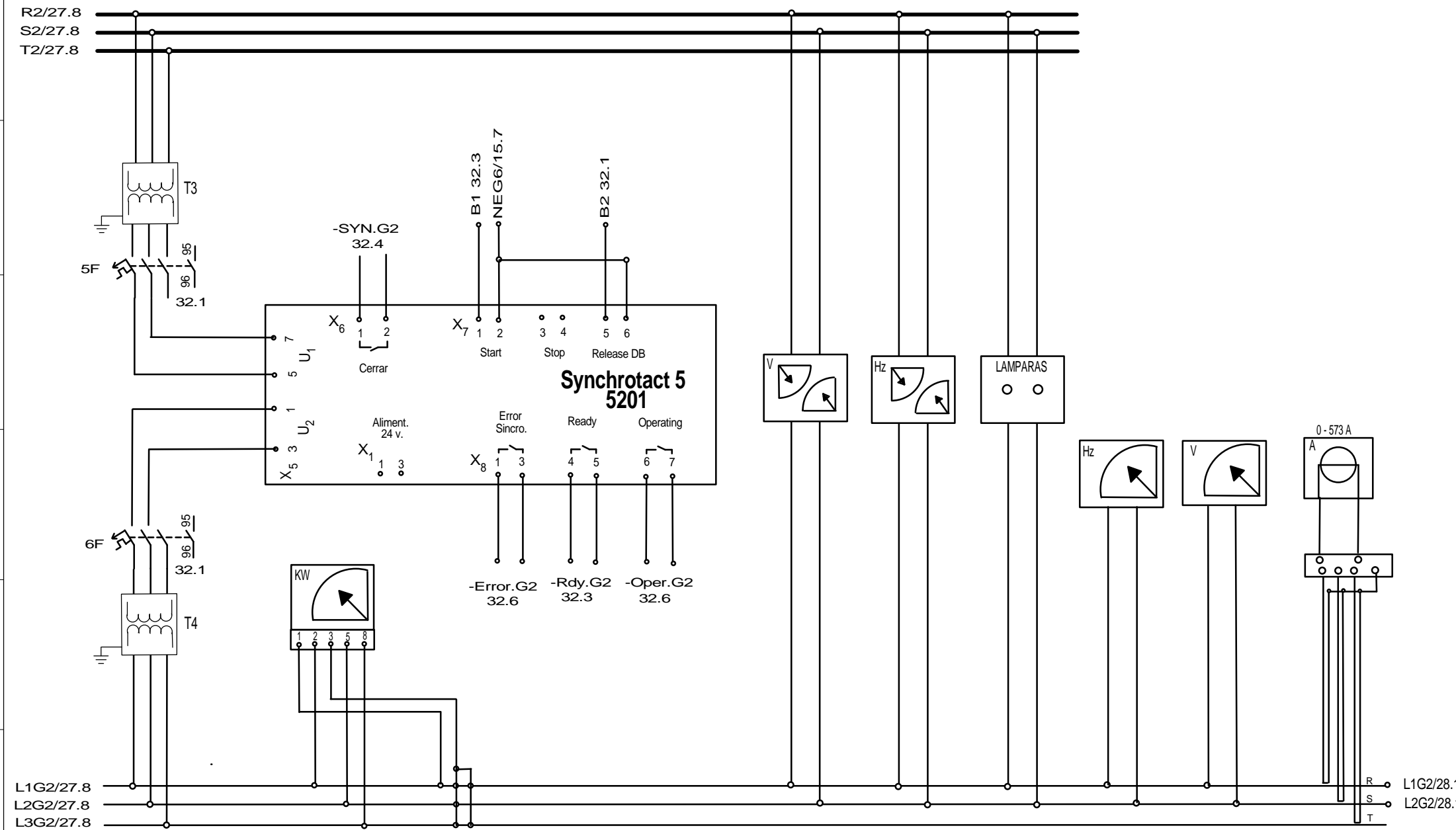
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio		CONTROL ALIM. TIERRA 3		Realizador M. Vázquez
		Verificador			



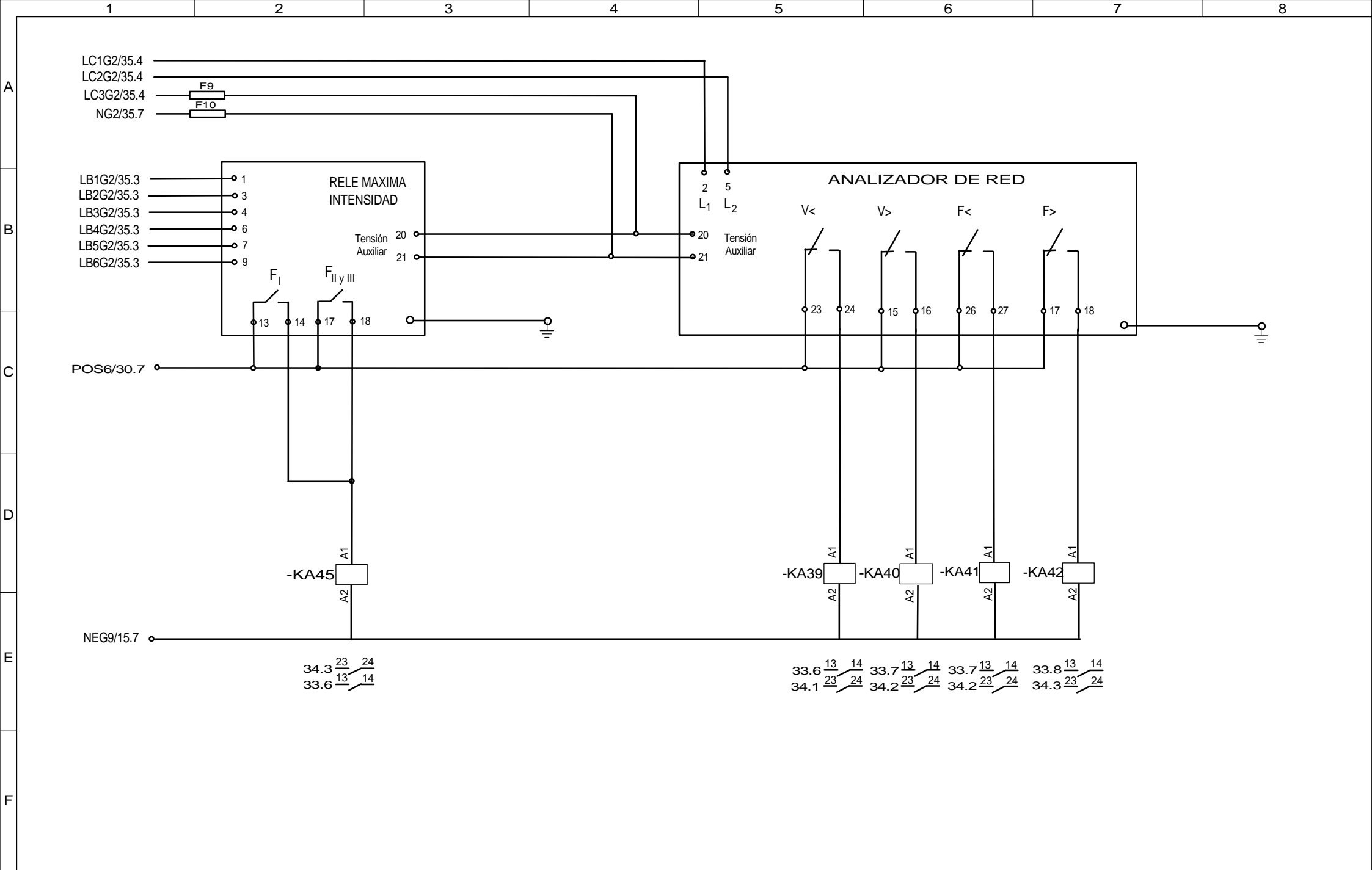
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
	Designación del folio				
		Verificador			27 / 35
FOLIO REALIZADO CON EL PROGRAMA SEE TECHNICAL DE IGE+XAO					



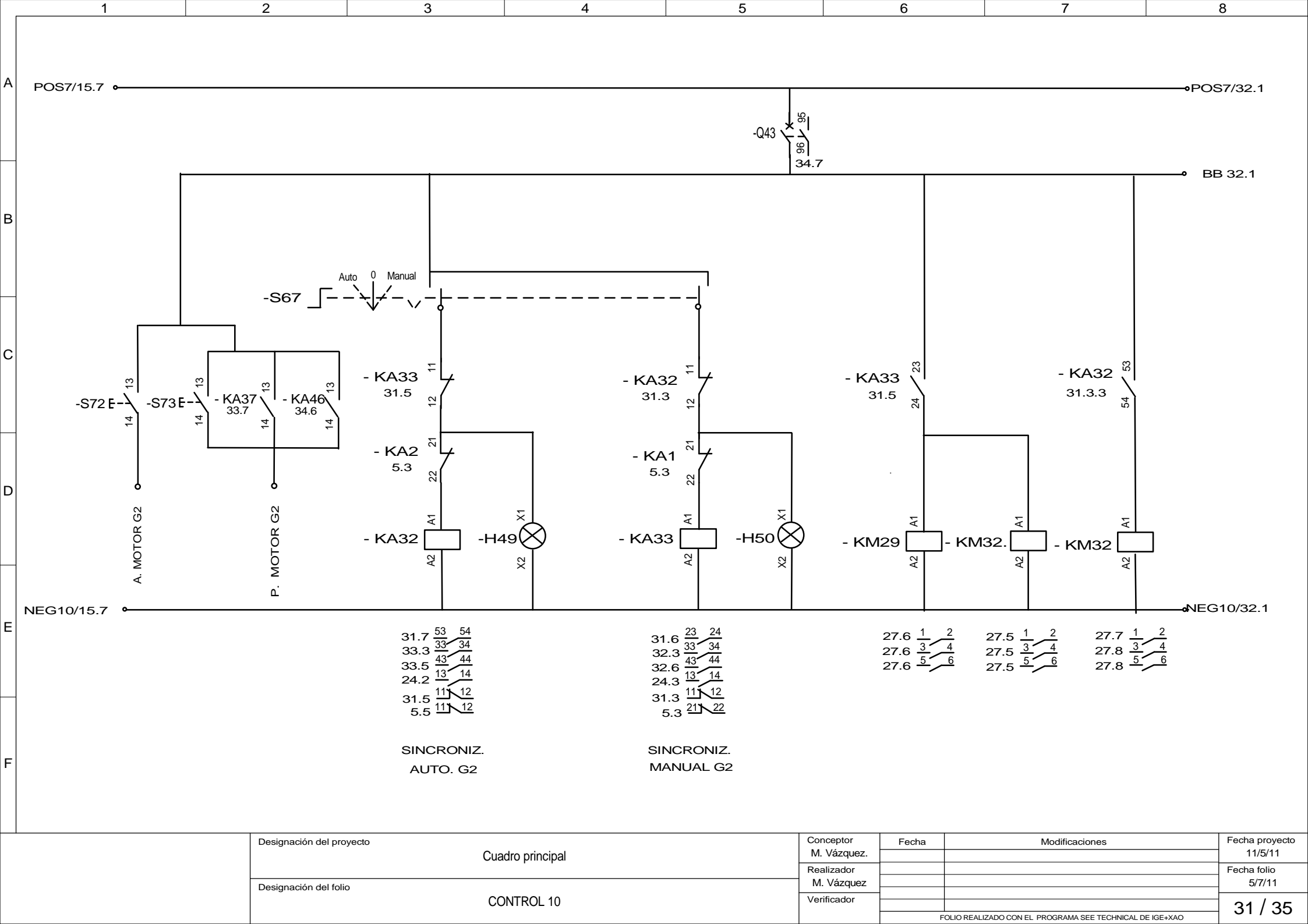
Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	MASTERPAC CONTROL G2	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			4/7/11
		Verificador			28 / 35



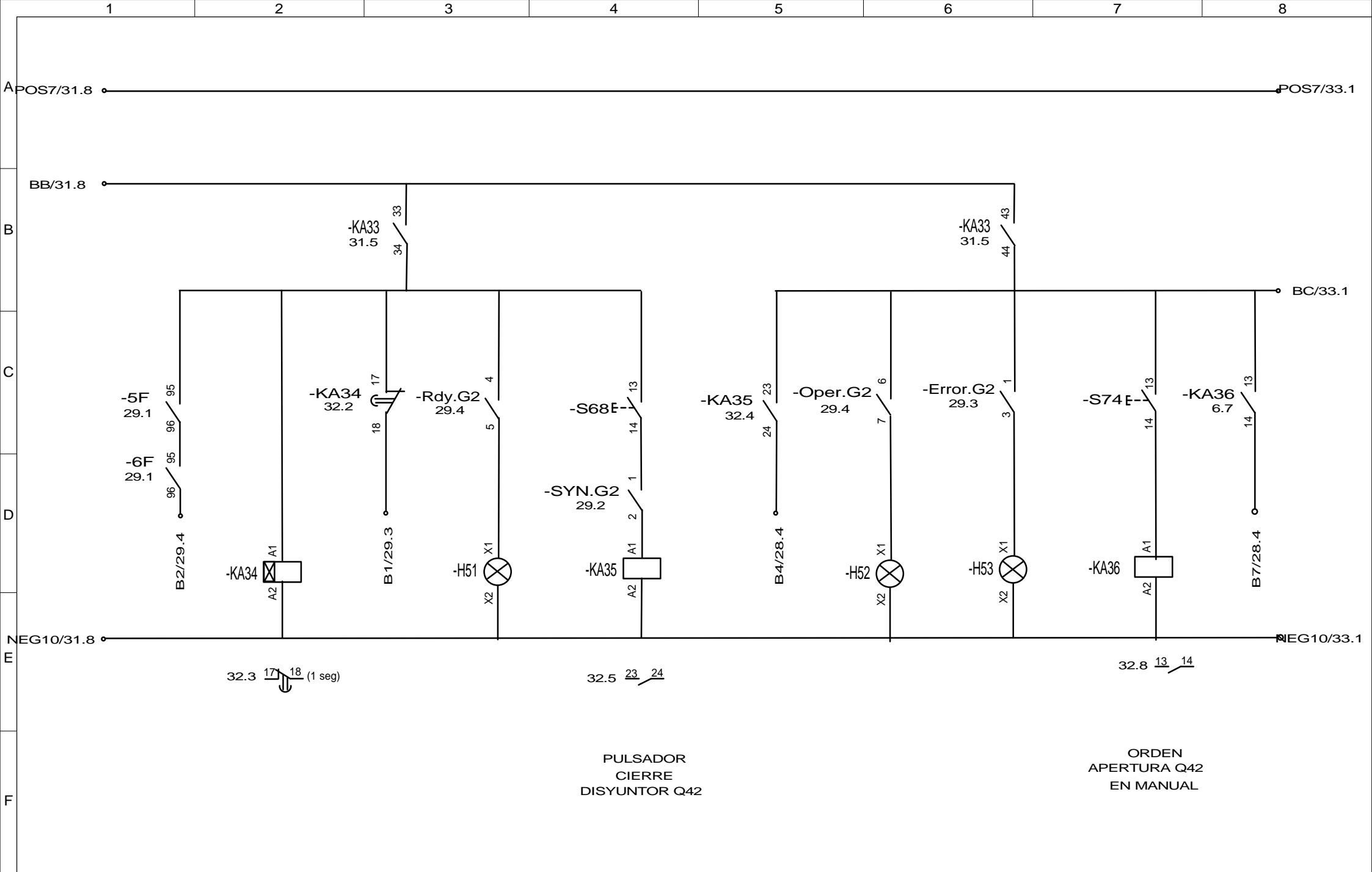
Designación del proyecto	Cuadro principal			Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio			M. Vázquez.			11/5/11
Realizador						Fecha folio	
SINCRONOSCOPIO MANUAL G2			M. Vázquez			4/7/11	
			Verificador			29 / 35	



Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	ANALIZADOR DE RED G2	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			2/7/11
		Verificador			30 / 35

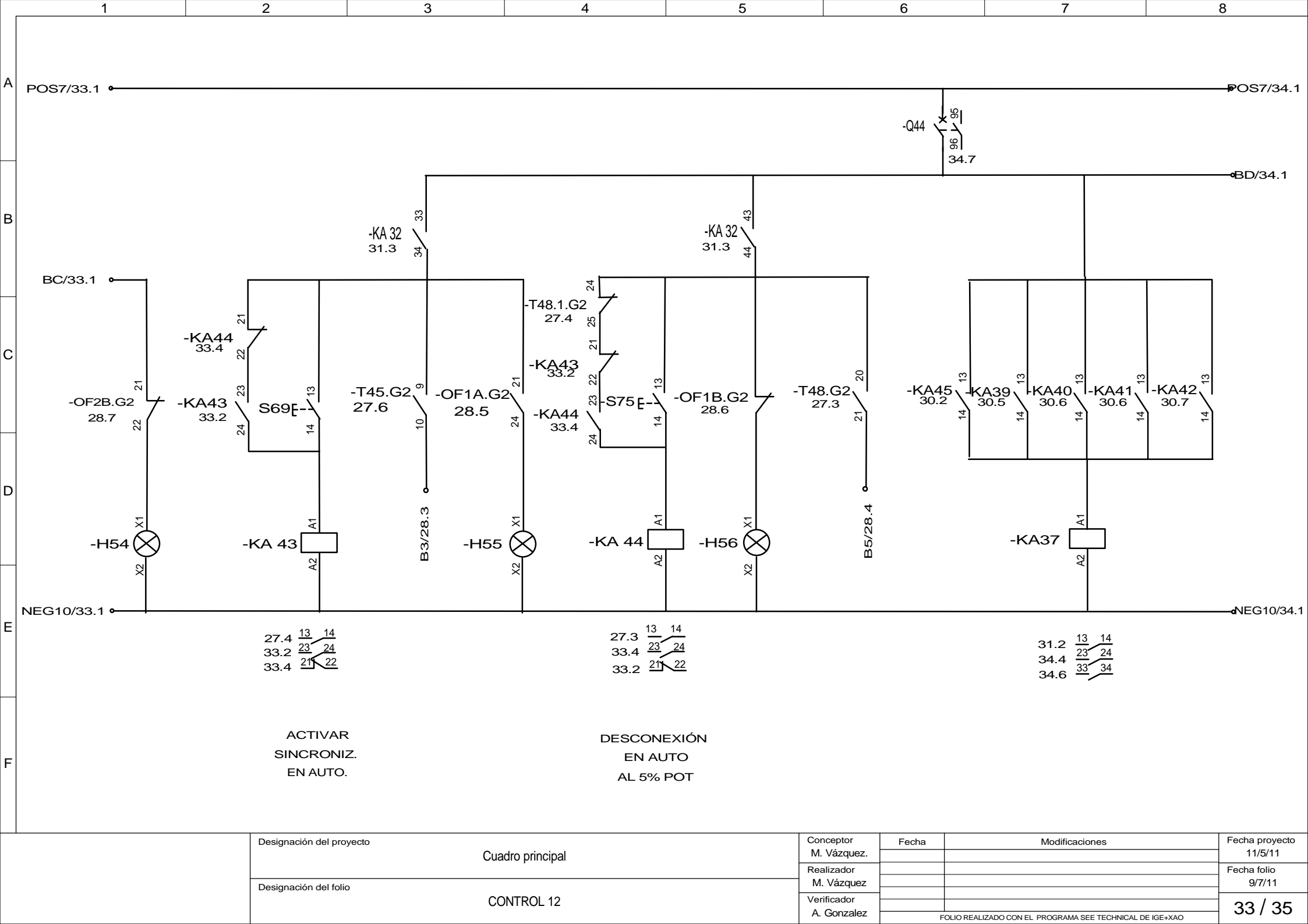


Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
	Designación del folio		CONTROL 10	Realizador M. Vázquez	
		Verificador			



Designación del proyecto	Cuadro principal
Designación del folio	CONTROL 11

Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
Realizador M. Vázquez			Fecha folio 3/7/11
Verificador			



27.4 13 14
 33.2 23 24
 33.4 21 22

ACTIVAR
 SINCRONIZ.
 EN AUTO.

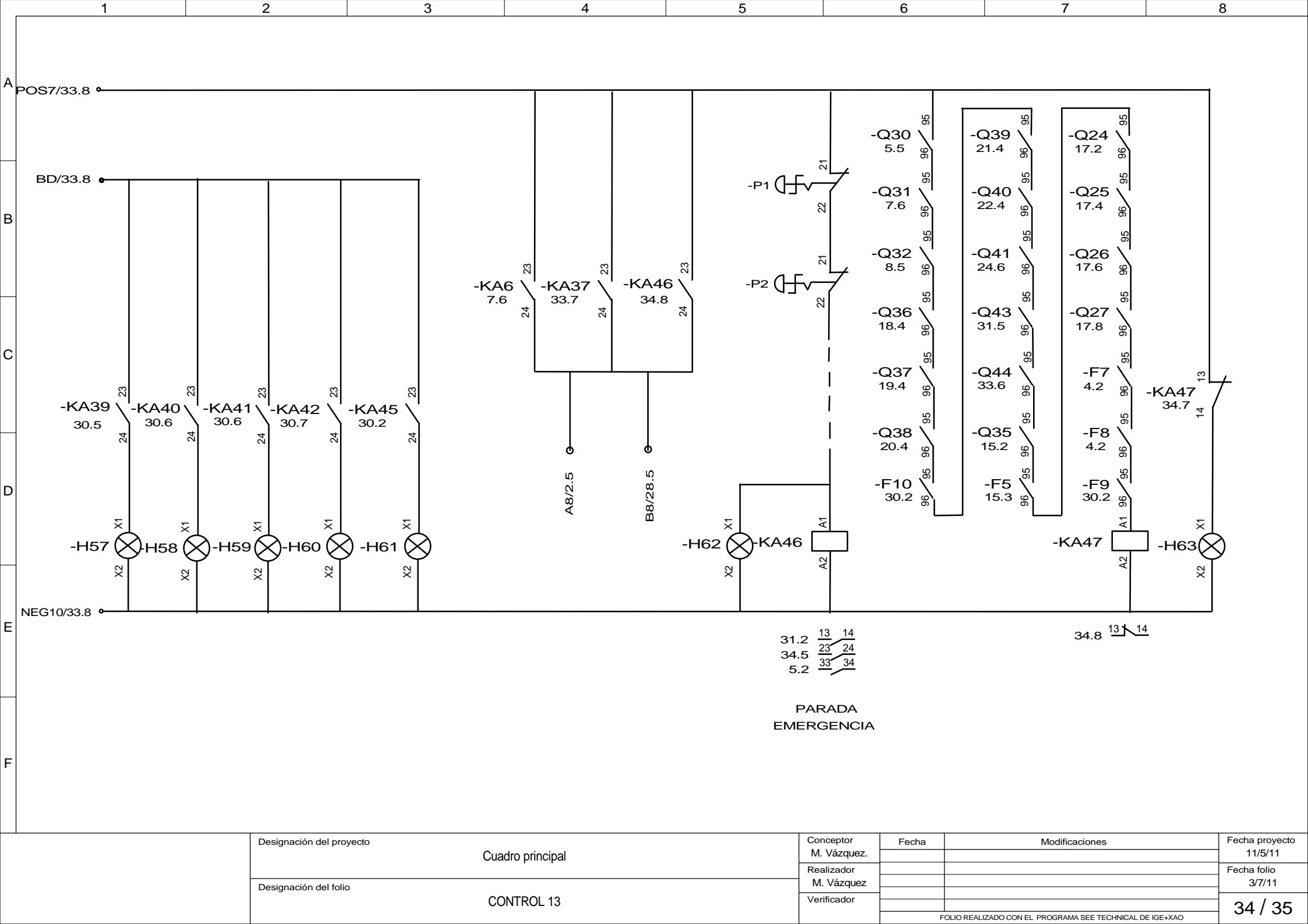
27.3 13 14
 33.4 23 24
 33.2 21 22

DESCONEXIÓN
 EN AUTO
 AL 5% POT

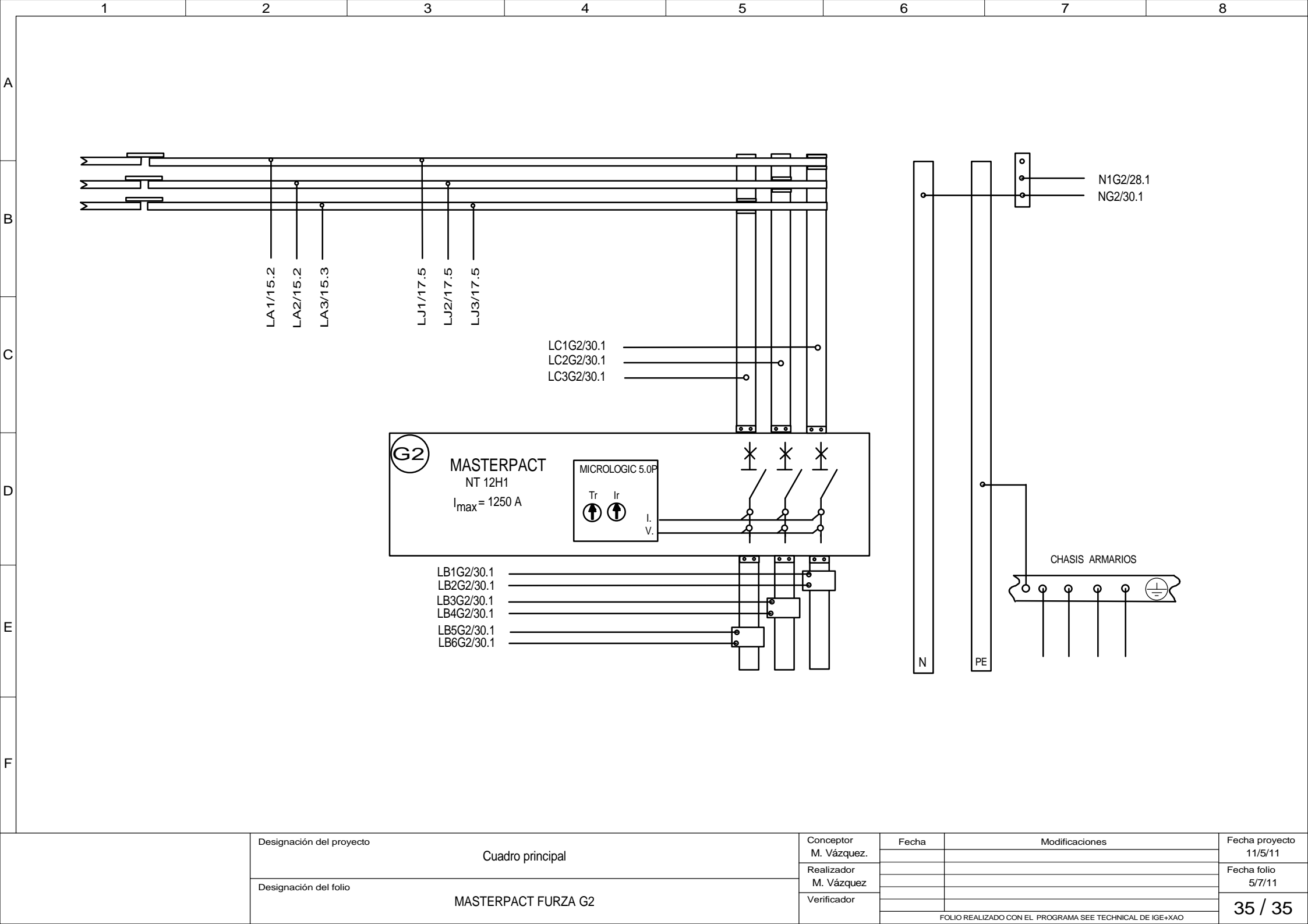
31.2 13 14
 34.4 23 24
 34.6 33 34

Designación del proyecto	Cuadro principal
Designación del folio	CONTROL 12

Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto 11/5/11
Realizador M. Vázquez			Fecha folio 9/7/11
Verificador A. Gonzalez			33 / 35

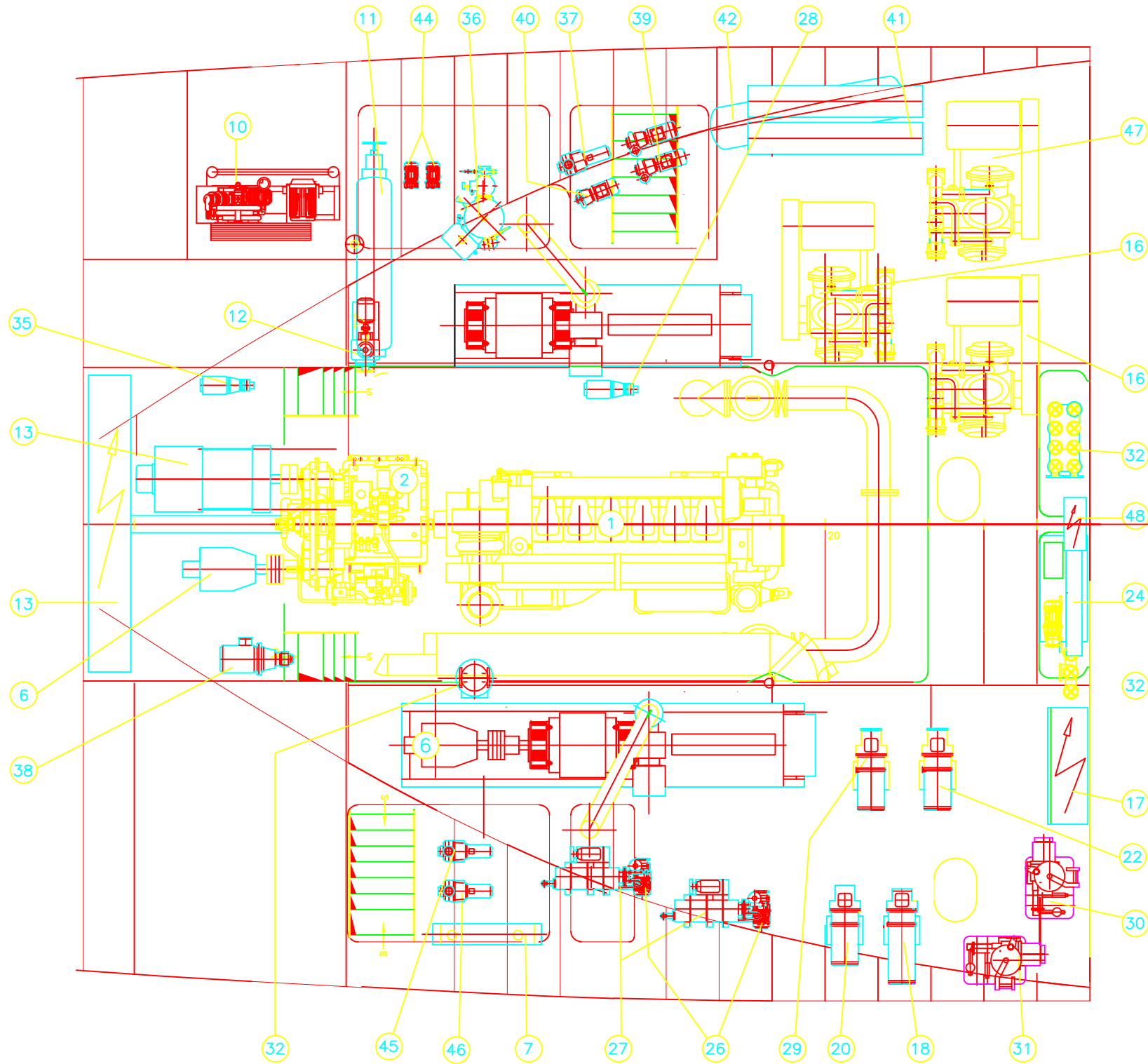


Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor M. Vázquez.	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
	Designación del folio		CONTROL 13		
		Realizador M. Vázquez			Fecha folio
		Verificador			3/7/11
					34 / 35



Designación del proyecto	Cuadro principal	Conceptor	Fecha	Modificaciones	Fecha proyecto
		M. Vázquez.			11/5/11
Designación del folio	MASTERPACT FURZA G2	Realizador			Fecha folio
		M. Vázquez			5/7/11
		Verificador			35 / 35

4.4 Planos.



PLANTA SOBRE PISO DE MAQUINAS

48	CUADRO DE SERVICIOS 220V	1	.
47	ELECTRO-COMPRESORE DE CONSERVACION	1	.
46	BOMBA AGUA SANITARIAS A.S	2	AZCUE: MAB0-1,5 m3/h-30 mca
45	BOMBA AGUA SANITARIAS A.D	1	AZCUE: MAB0-1,5 m3/h-30 mca
44	MOTOBOMBA GRUPOS HIDROFOROS	2	AZCUE: MAB0-1,5 m3/h-30 mca
43	CARGADOR DE BATERIAS	1	
42	DEPOSITO DE LIQUIDO	1	GRENCO
41	CONDENSADOR FRIGORIFICO	2	GRENCO
40	BOMBA CIRC. A.S. EQUIPO A.ACONDICIONADO	1	GRENCO
39	BOMBA CIRC. A.S. CONDENS. PL. FRIGORIFICA	2	GRENCO
38	BOMBA RESERVA ACEITE REDUCTORA	1	REINTJES
37	BOMBA REFRIGERACION HIDRAULICA Y BOCINA	1	AZCUE.
36	SEPARADOR DE SENTINAS	1	TURBULO TCS-0,5 HD
35	BOMBA VACIADO DEL CARTER	1	
34	CAJA DE VALVULAS ASP. Y DESC. COMBUSTIBLE 8 ELEM.	2	
33	CAJA DE VALVULAS ASP. SENTINAS 3 ELEMENTOS	2	
32	BOMBA ACEITE RESERVA MOTOR PRINCIPAL.	1	AZCUE: BTIL60D2; 30 m3/h- 8 bar
31	DEPURDORA ACEITE	1	ALFA-LAVAL
30	DEPURDORA DE COMBUSTIBLE	1	ALFA-LAVAL MAB-103 1000 L/H.
29	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	1	AZCUE: BTIL52D2; 15 m3/h-2,5 bar
28	BOMBA ALIMENTACION COMBUSTIBLE RESERVA M. PRAL.	1	AZCUE: 1YE; 0,5 m3/h- 6 bar
27	GENERADOR DE AGUA DULCE	2	AQUAMAR- 4 tons/día
26	BOMBA A.S. GENERADOR DE A.D.	2	SUMINISTRO GENERADOR
25	CUADRO SERV. MOTOR PRINC..	1	SUMINISTRO WÄRTSILÄ
24	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO	1	SUMINISTRO WÄRTSILÄ
23	TANQUE COMPENSACION AGUA DULCE	1	VER PLANO 722.00 CAPACIDAD 160 LTS.
22	BOMBA RESERVA A.D. CIRC. ALTA Y BAJA TEMP.	1	SUMINISTRO WÄRTSILÄ
21	VENTILACION CAMARA DE MAQUINA	1	10000 m3/h
20	BOMBA DE SENTINAS	1	AZCUE: CA 50/5A; 25 m3/h- 25 mca
19	MOTOBOMBA C.I. EMERGENCIA	1	
18	BOMBA C.I. Y SENTINAS RESERVA A.S.	1	AZCUE: CA 80/15A; 60 m3/h-35 mca
17	CUADRO ELECTRICO PLANTA FRIGORIFICA	1	SUMINISTRO GRENCO
16	COMPRESORES CONGELADORES P. FRIGORIFICA	3	GRENCO
15	DEPOSITO PARA EQUIPO PRESION DE AGUA SALADA	1	AZCUE: DEPOSITO DE 100 lts
14	DEPOSITO PARA EQUIPO PRESION DE AGUA DULCE	1	AZCUE: DEPOSITO DE 100 lts.
13	CUADRO ELECTRICO PRINCIPAL	1	
12	BOMBA DESCARGA LODOS	1	AZCUE: CA 50/2A; 10 m3/h- 20 mca
11	BOTELLA AIRE ARRANQUE	2	SUMINISTRO WÄRTSILÄ CAPACIDAD 125 LTS.
10	ELECTROCOMPRESOR	1	ABC TIPO VA-70-E-PC
9	MOTOCOMPRESOR	1	ABC TIPO VA-70-DI MOTOR DITER LK-S
8	CENTRAL HIDRAULICA HELICE	1	SUMINISTRO BALIÑO
7	ENFRIADOR DE ACEITE HIDRAULICO	1	SUMINISTRO FLUIDMECANICA
6	BOMBA HIDRAULICA	2	SAUER SPV-27 SUM. FLUIDMECANICA
5	ALTERNADOR DE COLA	1	
4	MOTOR AUXILIAR	2	CAT STAMDBY 280 eKW 350 KVA
3	ACOPLAMIENTO ELASTICO	1	SUMINISTRO WARTSILA
2	REDUCTOR A 260 R.P.M CON DOS TOMAS DE FUERZA	1	REINTJES
1	MOTOR PRINCIPAL	1	WÄRTSILÄ 6L20 1160 CV. A 1000 R.P.M.
MARC.	DENOMINACION	CANT.	OBSERVACIONES

LISTA DE PARTES

REV.	FECHA	DESCRIPCION	FIRMA
BUQUE:		630	<p>E. NAL S.A. ELECTRICIDAD NAVAL</p>
N° CONSTR:		630	
N° PROYECTO:			
DENOMINACION: DISPOSICION GENERAL DE CÁMARA DE MÁQUINAS			N° PLANO: PLANO 02
ESCALA	PREPARADO	COMPROBADO	APROBADO
1:15			
			HOJA N° 1 DE 1
			CODIGO REG:

5. Estudio económico.

El punto más importante del proyecto, ofrecer una oferta interesante, para ello, nuestro objetivo es buscar los precios más ajustados con la máxima calidad del mercado,. Mostramos de forma más detallada el presupuesto:

5.1. Elementos principales:

FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS	PRECIO (€)	UDS.	TOTAL (€)
SCHNEIDER ELECTRIC	1250 A	10.628,06	2	21256,12
SCHNEIDER ELECTRIC	630 A	3.104,32	1	3104,32
SCHNEIDER ELECTRIC	250 A	1.643,08	1	1643,08
SCHNEIDER ELECTRIC	160 A	590,53	1	590,53
SCHNEIDER ELECTRIC	160 A	1.078	1	1078
SCHNEIDER ELECTRIC	63 A	279,61	1	279,61
SELCO		1.700	2	3400
SELCO		1.500	3	4500
ABB		1900	2	3800
SACI	RMC2	393,11	2	786,22
SACI	RUFC2	413,43	2	826,86
SACI	EC3V7	71,19	2	142,38
SACI	EC3VII	125,84	2	251,68
SACI	EC3V4	68,13	2	136,26
SACI	FC3A	91,48	2	182,96
SACI	FC3VII	184,93	2	369,86
SACI	WC3VI	239,31	4	957,24
SACI	IRC3E	63,67	4	254,68
SCHNEIDER ELECTRIC	DISYUNTOR	93,94	2	187,88
SCHNEIDER ELECTRIC	DISYUNTOR	110,66	6	663,96
SCHNEIDER ELECTRIC	DISYUNTOR	110,66	4	442,64
SCHNEIDER ELECTRIC	DISYUNTOR	81,65	3	244,95
SCHNEIDER ELECTRIC	DISYUNTOR	155,36	1	155,36
SCHNEIDER ELECTRIC	DISYUNTOR	238,04	1	238,04

SCHNEIDER ELECTRIC	CONTACTOR	38,6	6	231,6
SCHNEIDER ELECTRIC	CONTACTOR	41,05	6	246,3
SCHNEIDER ELECTRIC	CONTACTOR	43,76	2	87,52
SCHNEIDER ELECTRIC	CONTACTOR	138,7	3	416,1
SCHNEIDER ELECTRIC	CONTAC. AUX. CONT.	16,67	17	283,39
SCHNEIDER ELECTRIC	PULSADOR	19,08	5	95,4
SCHNEIDER ELECTRIC	PILOTOS LUMINOSOS	21,17	9	190,53
SCHNEIDER ELECTRIC	PULSADOR EMENRG.	46,68	2	93,36
SCHNEIDER ELECTRIC	SELECTOR	25,51	4	102,04
SCHNEIDER ELECTRIC	RELE	46,68	4	186,72
SCHNEIDER ELECTRIC	RELE TEMP.REPOSO	73,15	2	146,3
SCHNEIDER ELECTRIC	RELE TEMP. TRABAJO	57,88	4	231,52
SCHNEIDER ELECTRIC	ENVOLVENTE			8.000
	CABLES, BARRAS,ETC			3.500
TOTAL :				59303,41

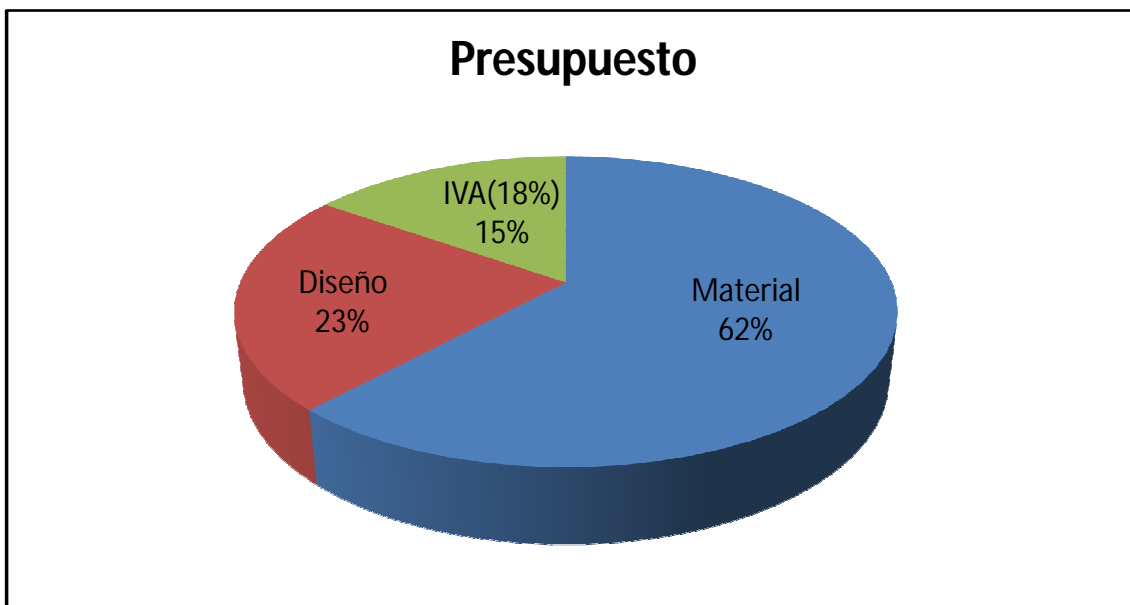
5.2 Mano de obra.

Se realizará una estimación del coste humano, como:

DESCRIPCIÓN	MANO DE OBRA	COSTE UNITARIO	TIEMPO (h)	TOTAL
RECOPIACIÓN Y DOCUMENTACIÓN	INGENIERO DE PROY.	35 €	100	3500,00
DISEÑO	INGENIERO DE PROY.	35 €	225	7875,00
MONTAJE	OFICIAL	27 €	390	10530,00
TOTAL :				21905

5.3 Presupuesto:

COSTE DEL CUADRO	
COSTE DE MATERIAL	59.246,17 €
COSTE DE DISEÑO	21.905 €
IVA 18 %	14.607,21 €
TOTAL	95.758,38 €



6. Bibliografía.

- Electricidad aplica al buque. Baquerizo Pardo.
- Asignatura: Proyectos de propulsión y servicios del buque.
- Norma IEC 61363-1 para instalaciones a bordo de naves y plataformas marítimas fijas o móviles.
- Reglamentación de Sociedad de Clasificación. BUREAU VERITAS.
- Biblioteca digital. SCHNEIDER ELECTRIC
- Tarifas SCHNEIDER ELECTRIC 2010.
- Software : Curve Direct. SCHNEIDER ELECTRIC.
- Catálogo y lista de precios 2011 SACI.
- Página web, SELCO (www.selco.com)
- Página web: SDMO (www.sdmo.com)

7. Anexos

T4800 Load Sharer

- Automatic load sharing with relay outputs for speed control
- 2-wire communication with other T4800 Load Sharers
- System frequency control
- Unload facility
- Reverse power and unloaded trip
- Visual indication of voltage, increase, decrease and unload signals
- Cost effective and highly reliable compact design
- 50 hours burn-in before final test
- Operating temperature range: -20°C to +70°C
- Vibration test up to 4g RMS
- Certified by major marine classification societies
- Flame retardant enclosure
- DIN rail or screw mounting

Application

The T4800 Load Sharer provides automatic load sharing and system frequency control for parallel running generators. The load sharing is proportional, meaning that the generators will be loaded equally compared to their individual capacity.

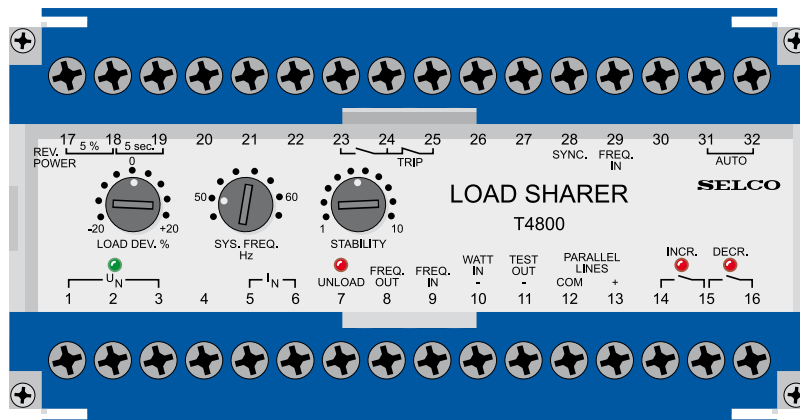
The load on each generator is compared with the load on the other generators and corrected until balance is obtained. Load sharing is necessary after synchronization in order to re-establish load balance and to obtain long term stability of load and system frequency.

When applied with the B9300 Power Reference Unit, one or several generators can be operated in parallel with the grid (utility).

Together with the T4500 Auto Synchronizer, the T4800 provides the optimal solution for generator control, both in marine and land-based applications. The T4800 is type approved by major marine classification societies. The T4900 VAR-Load Sharer can also be used as a supplement. The combination of the T4800 and the T4900 will provide complete load sharing of both active load and reactive load.

Function

The input to the T4800 is the voltage and current, from which the active load and frequency are determined.



The T4800 calculates $I \times \cos \phi$, representing the active load. The load on each generator is compared with the load on the other generators. Contact signals for increase and decrease with proportional pulses are obtained as output. These pulses regulate the frequency and load via the electric servomotor on a conventional speed governor, or by controlling an electronic speed controller via an intermediate E7800 Motorized Potentiometer.

The speed governor must operate with droop (frequency decrease with load increase) in order to obtain fast load balance with load changes. An unload function is also provided. When activated, the T4800 will reduce the generator load to zero. A built-in relay

can automatically trip the circuit breaker when the unload procedure is completed.

The T4800 has a built-in reverse power protection with selectable limits and time delays.

Supply voltage / current

The supply voltage from L1 and L2 is connected to terminals 1 and 3 or 2 and 3, depending on the system voltage.

The measuring current from L3 is connected to terminals 5 and 6 with 5 referring to the generator (see the diagram figure 1).

The current measurement must be taken from the same phase on all

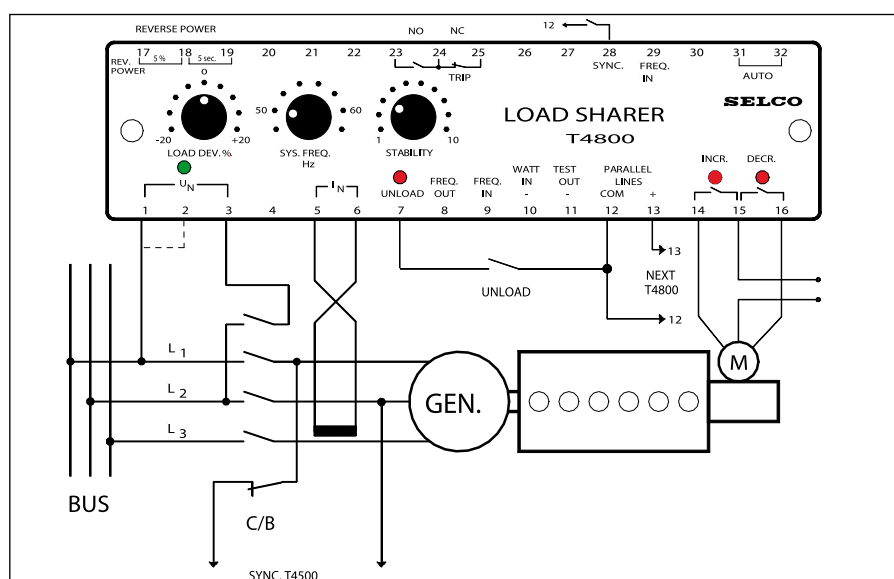


Fig. 1. Application Diagram.

generators. The current is measured in the phase that is not supplying the unit. It is important to ensure that the phase sequence is correct.

This relation between the connections of voltage and current must be correct in order to achieve a correct load measurement. It can be checked on terminal 11 (TEST OUT), where an input of nominal current (1A or 5A) and power factor 1.0 gives -2.0V for correct connection.

Common reference

Terminal 12 (COM.) is common reference for all terminals 7 to 13 and 28 to 29.

Power and frequency balance

Two normally de-energized relays (INCR. and DECR.) with LED indications on terminals 14, 15 and 16, are for increase and decrease pulses to the governor servo motor or to an intermediate E7800 Motorized Potentiometer (controlling the speed trim input of an electronic speed controller).

The width of the pulses is proportional to the frequency / load difference.

Communication between load sharers

For communication between the load sharers all terminals 12 (COM.) are interconnected, as well as all terminals 13 (+).

Unload

Connecting terminals 7 (UNLOAD) and 12 will reduce the power on the generator to zero load, and *maintain* zero load. When the load passes below 5% load, a trip signal is provided as a normally open (NO) contact on terminals 23-24 and a normally closed (NC) contact on terminals 24-25. This trip signal can be used to trip the circuit breaker.

Frequency out

Connecting terminal 8 (FREQ. OUT) to terminal 12 will disable the frequency control and can be used when running in parallel with the grid where the frequency is fixed by the grid.

Note: When using the B9300 Power Reference Unit, connected to the parallel lines (terminals 12 and 13) of the T4800, the frequency control will automatically be disabled. In such situations it is not necessary to connect terminal 8 to terminal 12 for disabling the frequency control.

Frequency in / sync. control

An external voltage injected between terminals 9 (FREQ. IN) and 12 can control the frequency. The same signal can be

connected between terminals 29 (FREQ. IN) and 12. The synchronizing control on terminal 28 (SYNC.) will switch this signal on and at the same time disable the internal frequency control.

This feature can be used for simultaneous synchronization of already parallel running generators to another busbar section, a shaft generator or the grid. An output from terminals 12 (COM) and 13 (FREQ. OUT) on the T4500 connected to terminals 12 (COM) and 29 (FREQ. IN) on all the T4800 Load Sharers will allow the frequency to be aligned for synchronizing.

Terminals 28 (SYNC.) on all load sharers are interconnected and with a contact between terminals 28 and 12, the external frequency signal from T4500 Synchronizer on terminal 29 will be active and all internal frequency controls are disabled (see application diagram figure 3).

Watt in

Between terminals 10 (WATT IN) and 12 a negative voltage -1.0V from a volt free watt converter can be connected to substitute the internal load measuring circuit. In this case no current transducer needs to be connected to terminals 5 and 6. Most standard measurement signals can be adapted with external resistors.
0 - 10V : Series resistor 820kΩ
0 - 5mA : Parallel resistor 200Ω

Reverse power trip / unload trip

The reverse power trip operates at 10% with a delay of 10 sec., but it can be reduced to 5% by bridging terminals 17 and 18 and to 5 sec. delay by bridging terminals 18 and 19. A resistor of 510kΩ between terminals 17 and 18 gives 7.5%, a resistor of 2.7MΩ between terminals 18 and 19 gives 7.5 sec. delay.

If the generator is unloading (contact between terminals 7 and 12) a trip signal is obtained when the load passes below +5% load.

Both tripping signals are available on the same potential free contact set, normally open (NO) contact on terminals 23-24 and normally closed (NC) contact on terminals 24-25. The reverse power trip signal is continuous, and the unload trip signal has a duration of 0.5 sec.

Auto mode

Terminals 31 and 32 (AUTO) must be bridged for automatic load sharing function. If only reverse power protection is wanted, the terminals should be disconnected.

Adjustments

LOAD DEV. can be used for fine adjustments of the load balance. It should also be used to obtain balance with generators of different size and with different types of current transducers (CTs). For generators of same size and with same type of CT the setting 0 should be used on all load sharers.

SYS. FREQ. is used for adjustment of the system frequency. It can be adjusted between 48Hz and 62Hz.

STABILITY is used for adjusting the regulation time. A high setting of STABILITY will give a slow, but accurate regulation. A low setting will give a fast regulation. However, too low a setting may cause instability.

With the STABILITY adjustment the proportional band (pulsing band) is adjustable between ±50 - 250% load and ±5 - 25% frequency, and the dead band zone (in balance - no pulsing) is adjustable between ±2 -10% load and ±0.2 - 1.0% frequency.

Trouble Shooting

If load balance is not obtainable

If load balance is not obtainable and the load goes to maximum or reverse power, one of the signals is inverted due to wrong polarity or interchanged wires. If this is the case, the following should be checked:

1. The polarity of the power measuring signals on terminal 11 (TEST OUT) must be positive with the generator on load. If the polarity is positive, change the voltage connections 1 and 3 or 2 and 3 or the current connections 5 and 6.
2. Increase and decrease outputs should be obtained as indicated by the LEDs on the front.
3. The parallel lines connected to 12 (COM.) and 13 (+) between load sharers must not be interchanged.

If the load balance is incorrect.

If there is a balance point, but the load balance is incorrect, the following should be checked:

1. Load deviation shall be set to 0 for same size of generators and same type of current transformers (CTs).
2. If the deviation from other generators is approximately two times, it is likely that the current on terminals 5 and 6 is measured in one of the phases supplying the T4800. The

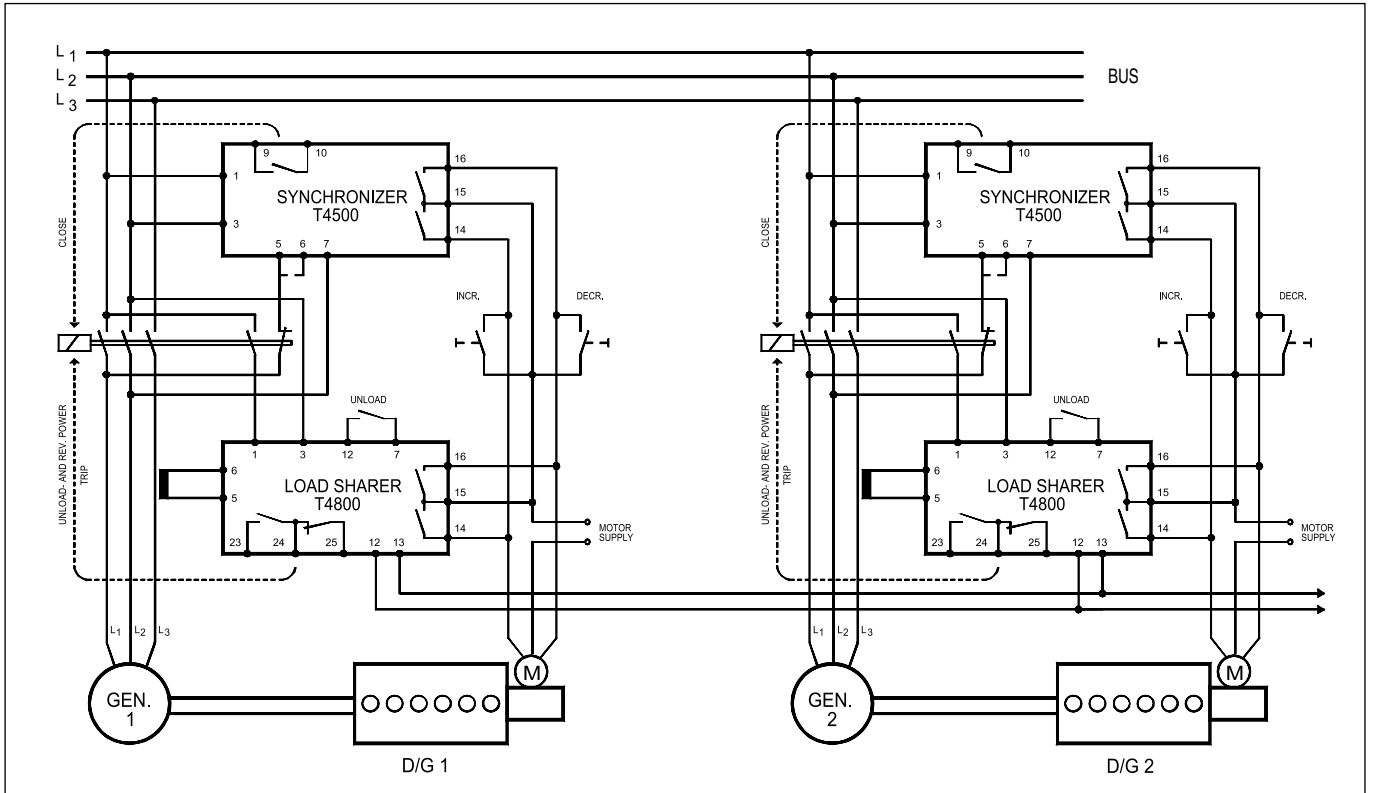


Fig. 2. Application Diagram. Synchronization and load sharing with T4500 and T4800. Unload trip and reverse power trip.

current must be measured in the phase that is not supplying the unit (see the application in fig. 1).

Check the voltage on terminal 11 (TEST OUT) to be -2.0V DC for nominal current input ($I_N=1A$ or $I_N=5A$) and power factor = 1.0. A current measurement in a wrong phase will give +1V DC.

Example:
If the current in terminals 5 and 6 is 2.0A, the nominal current I_N is 5A, and the power factor is 0.8, then the voltage for correct connection is:

$$-2 \times \frac{2}{5} \times 0.8 = -0.64V.$$

If the load is fluctuating up and down

If there is a correct balance point, but the load is fluctuating up and down, the STABILITY should be turned clockwise in order to obtain stability, but not more than necessary.

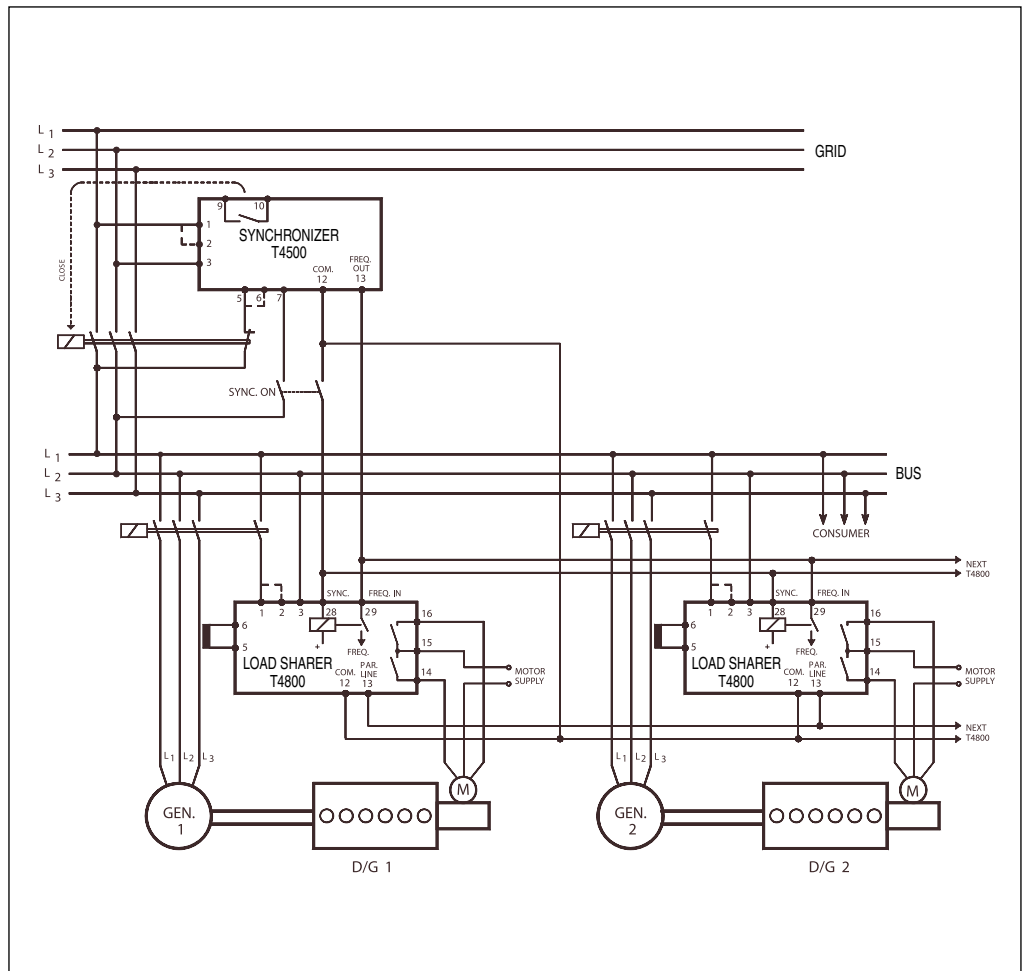


Fig. 3. Application Diagram. Synchronizing two generators in load sharing to the grid with T4500.

Specifications

T4800 Load Sharer

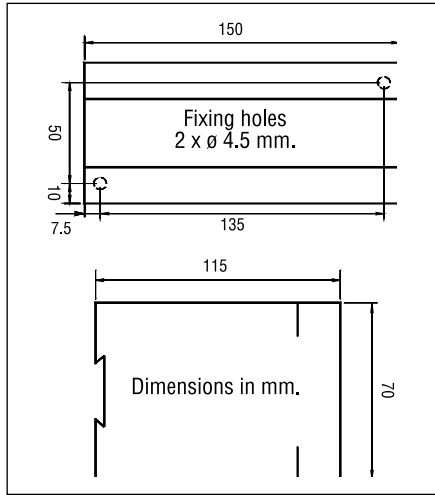


Fig. 4. Dimensions.

Type Approvals and Certificates

The T4800 has been designed and tested for use in harsh environments. The unit is based on standard components, providing long term durability. The T4800 carries the CE label and has been approved by the following marine classification societies:



American Bureau of Shipping
 Bureau Veritas
 Croatian Register of Shipping
 Germanischer Lloyd
 Korean Register of Shipping
 Romanian Register of Shipping
 Russian Maritime Register of Shipping

Max. voltage	660V
Voltage range	70 - 110%
Consumption	Voltage 4VA at U_N Current 0.4VA at I_N
Continuous current	$2 \times I_N$
Frequency range	35 - 70Hz
Frequency adjustment	48 - 62Hz
Proportional band	± 50 - 250% load ± 5 - 25% frequency
Dead band zone	± 2 - 10% load ± 0.2 - 1.0% frequency
Contact rating	AC: 400V, 2A, 250VA DC: 110V, 2A, 100W
Operating temperature	-20°C to +70°C
Vibration test	4g RMS according to IEC 60068-2-64
EMC	CE according to EN50081-1, EN50082-1, EN50081-2, EN50082-2, EN61000-6-2:1999
Approvals	Certified by major marine classification societies
Burn-in	50 hours before final test
Enclosure material	Polycarbonate, flame retardant
Weight	0.7kg
Dimensions	70 x 150 x 115mm (H x W x D)
Installation	35 DIN rail or two 4mm (3/16") screws

The specifications are subject to change without notice.

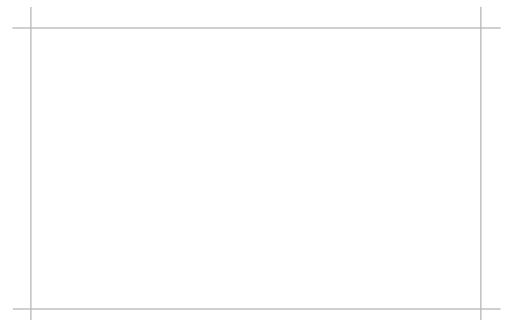
Type Selection Table

Standard types: $I_N = 5A$

Type	Terminals		I_N
	1-3	2-3	
T4800.0010	450V	400V	5A
T4800.0020	230V		5A
T4800.0030	480V	415V	5A
T4800.0040	110V	100V	1A
T4800.0050	450V	400V	1A
T4800.0060	127V	120V	5A
T4800.0070	110V	100V	5A

Other supply voltages, nominal currents and combinations are available on request.

Main Office:
 SELCO A/S
 Betonvej 10
 DK- 4000 Roskilde
 Denmark
 Phone: + 45 - 70 26 11 22
 Fax: + 45 - 70 26 25 22
 e-mail: selco.dk@selco.com
 www.selco.com



T4500 Auto Synchronizer

- Automatic synchronization with relay outputs for speed control
- Adjustable delta frequency and delta voltage
- Adjustable breaker make time
- Visual indication of bus voltage, generator voltage, closing signal, delta voltage, increase and decrease signals
- Automatic voltage matching
- Cost effective and highly reliable design
- 50 hours burn-in before final test
- Operating temperature range: -20°C to +70°C
- Vibration test up to 4g (5 - 100Hz)
- Certified by major classification societies
- Flame retardant enclosure
- DIN rail or screw mounting

Application

The T4500 Auto Synchronizer provides automatic synchronization of an incoming generator to a busbar in a minimum of time, by controlling the speed via the electric servomotor on a conventional speed governor, or by controlling an electronic speed controller via an intermediate motorized potentiometer.

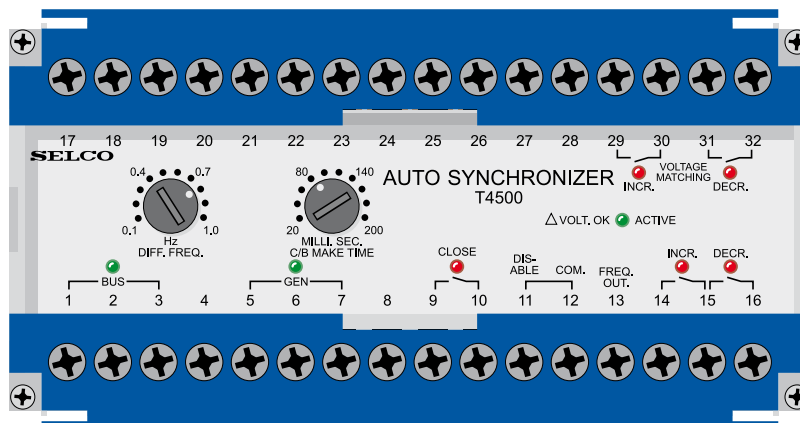
Together with the T4800 Load Sharer, the T4500 provides the optimal solution for generator control, both in marine and land-based applications. The T4500 is type approved by major marine classification societies.

Function

The T4500 measures the voltage across two phases on either side of the circuit breaker in order to obtain data on voltage, frequency and phase difference for closing the circuit breaker at exact phase accordance.

The synchronization function will become active when the difference between the bus voltage and the generator voltage is within limits, which is indicated on the ΔVOLT LED.

The voltage difference is selectable between 2% to 10% (see the resistor table on page 2 for selecting the ΔVolt window value). If the voltage difference is too high, the voltage matching



function of the unit can be used (see the separate section on voltage matching).

When the synchronization function is active, the T4500 will automatically adjust the speed of the generator through the governor in order to match the frequency to the busbar. Two built-in relays provide the increase and decrease pulses for a conventional governor. The length of the pulses is proportional to the frequency difference.

The E7800 Motorised Potentiometer can be used to adapt the contact pulses to a signal, suitable for the speed trim input of an electronic speed controller.

The T4500 will continuously adjust the generator speed until the frequency difference is within limits. The frequency difference is adjustable on the front dial DIFF. FREQ from 0.1Hz to 1.0Hz.

Before the breaker can be closed this frequency difference *must* be positive. The reason is that in order to protect the generator against reverse power, the generator should come in at a slightly higher frequency than the frequency of the busbar.

When the voltage and frequency difference are within limits, the closing signal will be activated just before the next phase accordance, anticipating the circuit breaker make time.

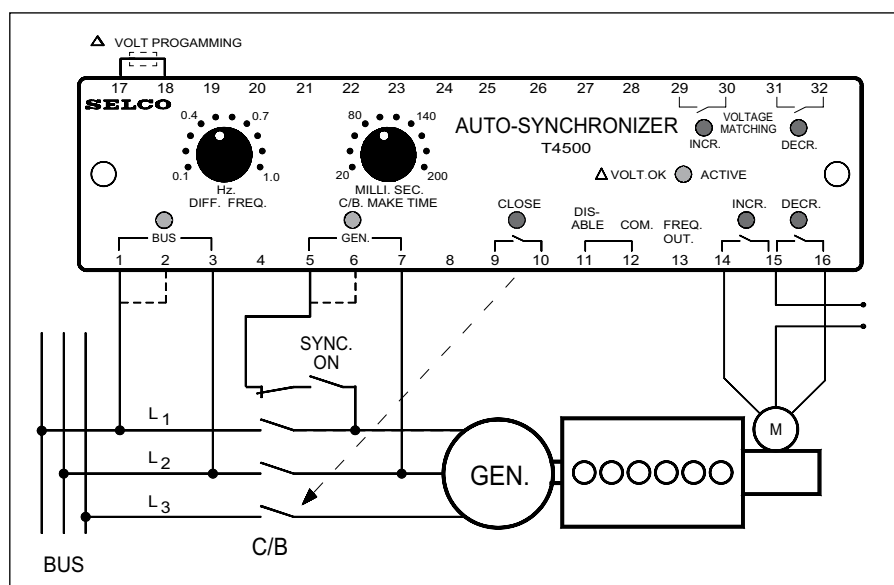


Fig. 1. Application Diagram.

The circuit breaker make time should be set on the front dial C/B MAKE TIME according to the specifications of the circuit breaker. The T4500 compensates for this make time so that the circuit breaker will close exactly at zero phase.

The circuit breaker closing signal is a pulse signal of 0.7 seconds duration at terminals 9 and 10 (CLOSE). A connection between terminals 11 and 12 (DISABLE) will disable the closing signal, but will not influence the automatic frequency alignment.

When commissioning, it is recommended to disable the closing signal with this connection. Check that the closing signal indicated on the RELAY LED is at phase accordance.

Synchronizing between busbars

A unique feature of the T4500 is the possibility of simultaneous synchronization of already parallel running generators to another busbar section, a shaft generator or the grid.

An output from terminals 12 (COM) and 13 (FREQ. OUT) connected to the terminals 12 (COM) and 29 (FREQ. IN) on all the T4800 Load Sharers, will allow the frequency to be aligned for synchronizing. See application diagram figure 5.

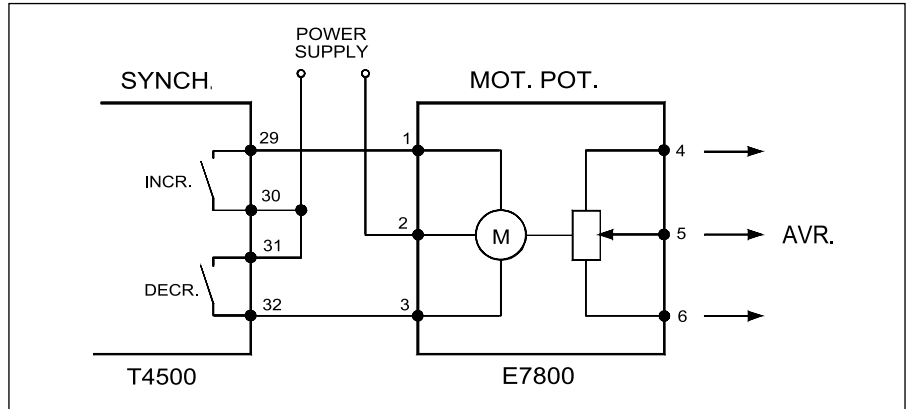


Fig. 2. Voltage matching.

Voltage matching

In situations where the voltage difference is too high for obtaining synchronization, the voltage matching function can be used.

The voltage matching works as follows: When the generator comes on voltage and the busbar voltage is present, a delay of 4 seconds allows the generator voltage to stabilize, before the voltage adjustment takes place.

If the generator voltage is outside limits, a relay for increase (terminals 29 and 30 - INCR.) and a relay for decrease (terminals 31 and 32 - DECR.) are activated until generator voltage is within limits.

The SELCO E7800 Motorized Potentiometer can be used as an intermediate unit between the T4500 and the AVR (Automatic Voltage Regulator). See figure 2.

Resistor table for selecting the ΔVolt window

Resistors to be connected between terminals 17 and 18.

10%	=	0Ω default (link)
9%	=	10kΩ
8%	=	18kΩ
7%	=	33kΩ
6%	=	82kΩ
5%	=	100kΩ
4%	=	270kΩ
3%	=	470kΩ
2%	=	no connection

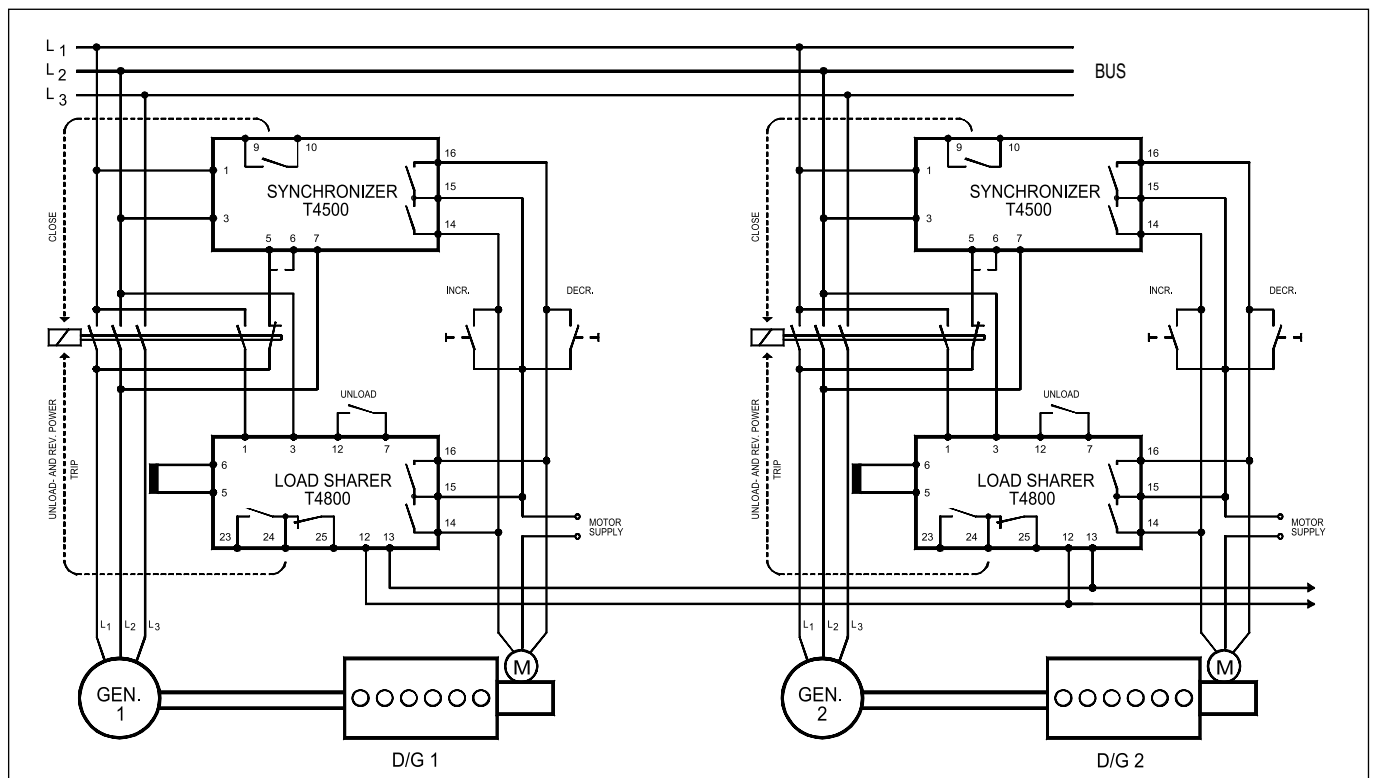


Fig. 3. Application Diagram. Synchronization and load sharing with T4500 and T4800 using conventional governors.

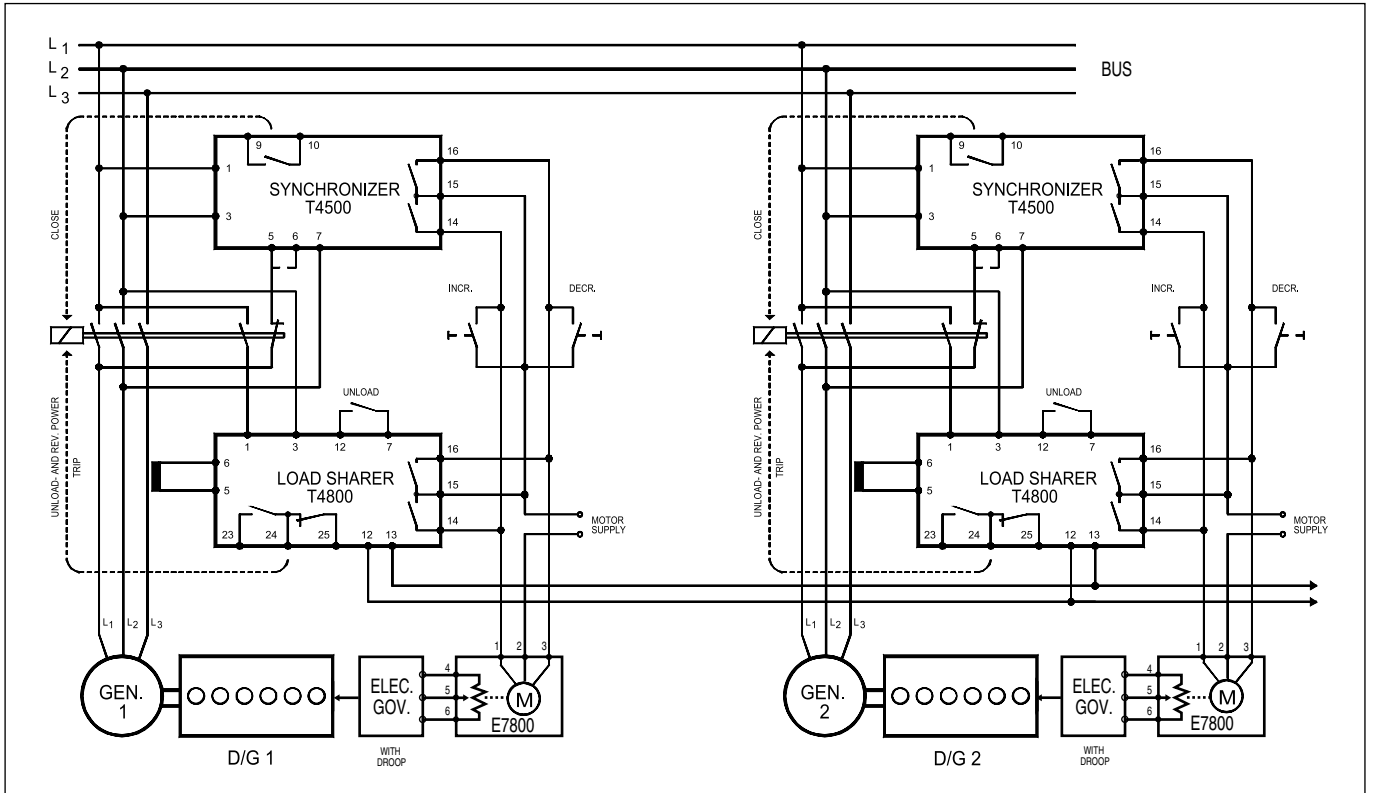


Fig. 4. Application Diagram. Synchronization and load sharing with T4500, T4800 and E7800 using electronic governors.

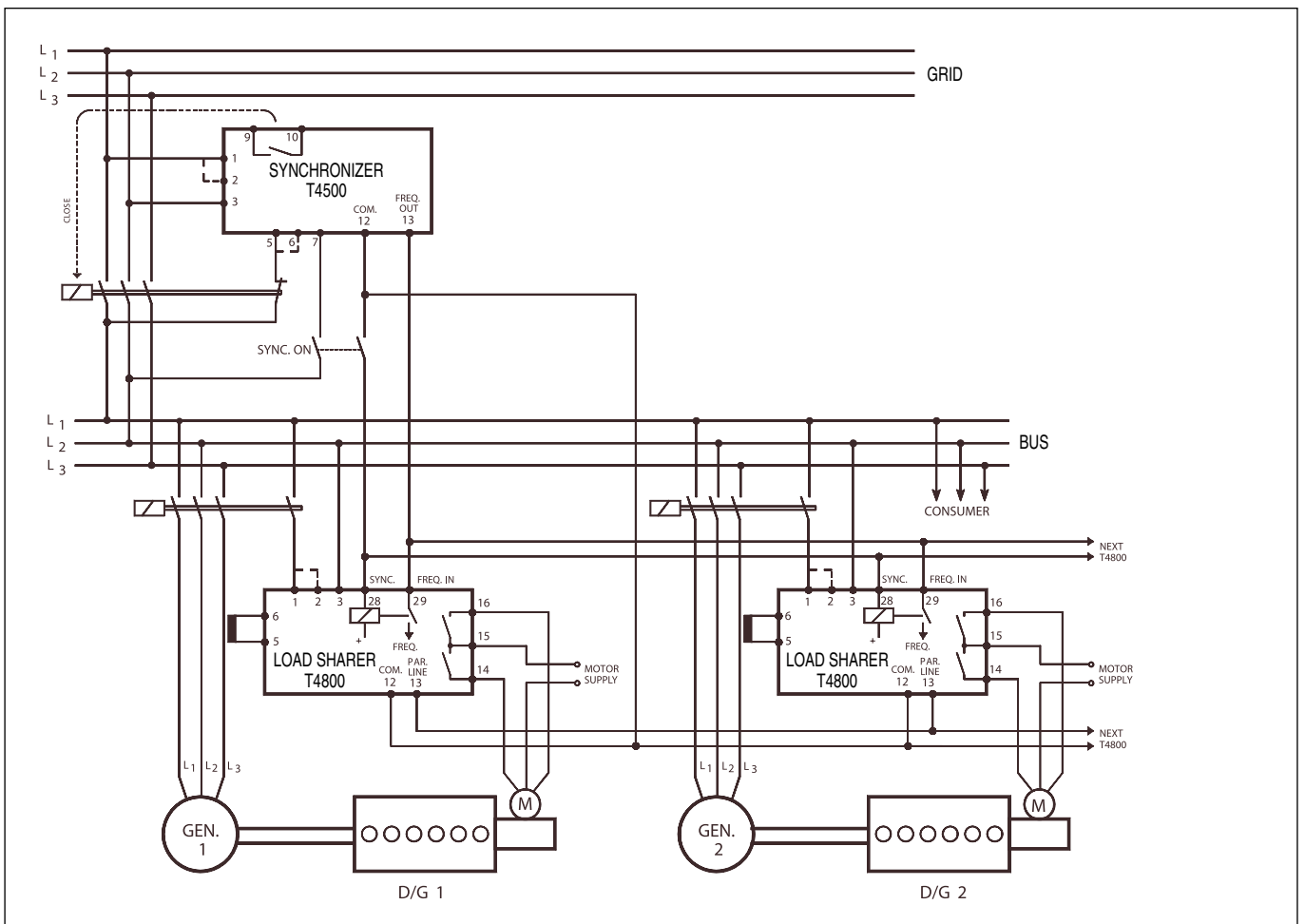


Fig. 5. Application Diagram. Synchronizing two generators on load sharing to the grid with T4500.

Specifications

T4500 Auto Synchronizer

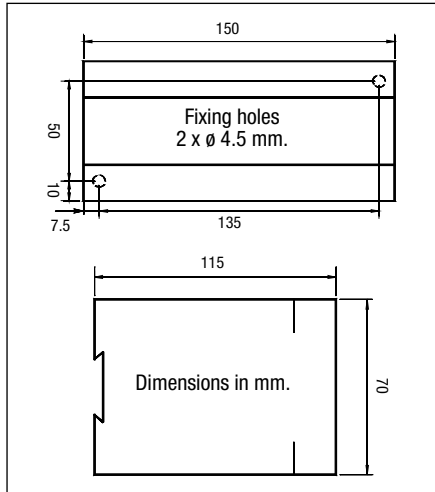


Fig. 6. Dimensions.

Type Approvals and Certificates

The T4500 has been designed and tested for use in harsh environments. The unit is based on standard components, providing long term durability.

The T4500 carries the CE label and has been approved by the following marine classification societies:



American Bureau of Shipping
 Bureau Veritas
 Croatian Register of Shipping
 Germanischer Lloyd
 Korean Register of Shipping
 Polish Register of Shipping
 Romanian Register of Shipping
 Russian Maritime Register of Shipping

Max. voltage	660V
Voltage range	70 - 110%
Consumption	4VA at UN
Frequency range	35 - 70Hz
Frequency difference	0.1 - 1.0Hz
C/B make time	20 - 200ms
Voltage difference	2 - 10%
Contact rating	AC: 400V, 2A, 250VA DC: 110V, 2A, 100W
Operating temperature	-20 to +70°C
Vibration test	4g (500-100 Hz)
EMC	CE according to EN50081-1, EN50082-1, EN50081-2, EN50082-2
Approvals	Certified by major classification societies
Burn-in	50 hours before final test
Enclosure material	Polycarbonate, flame retardant
Weight	0.7kg
Dimensions	70 x 150 x 115 mm (H x W x D)
Installation	35 DIN rail or two 4mm (3/16") screws

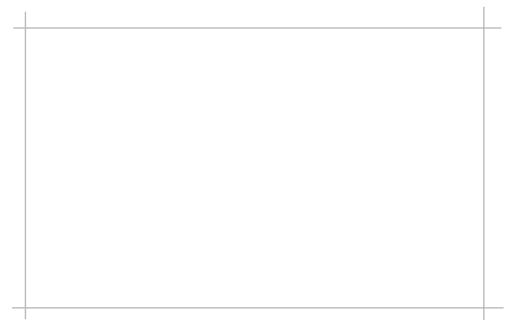
The specifications are subject to change without notice.

Type Selection Table

Type	Terminal	
	1-3	2-3
T4500.0010	450V	400V
T4500.0020	230V	
T4500.0030	480V	415V
T4500.0040	110V	63V
T4500.0050	127V	120V
T4500.0060	110V	100V
T4500.0070	600V	

Other supply voltages and combinations are available on request.

Main Office:
 SELCO A/S
 Betonvej 10
 DK- 4000 Roskilde
 Denmark
 Phone: + 45 - 70 26 11 22
 Fax: + 45 - 70 26 25 22
 e-mail: selco.dk@selco.com
 www.selco.com



XXIII

Sección en mm ²	Clases de temperatura 60°C			Clases de temperatura 75°C			Clases de temperatura 80 °C			Clases de temperatura 85°C			Clases de temperatura					
													95°C A			95°C B		
	1 cond	2 cond	3 cond	1 cond	2 cond	3 cond	1 cond	2 cond	3 cond	1 cond	2 cond	3 cond	1 cond	2 cond	3 cond	1 cond	2 cond	3 cond
1	8	7	6	13	11	9	14	12	10	15	13	11	20	17	14	20	17	14
1,5	12	10	8	17	15	12	19	16	13	20	17	14	25	21	17	31	26	22
2,5	17	15	12	24	20	17	26	22	18	28	24	20	31	27	22	62	53	43
4	23	20	16	32	27	22	35	30	24	38	32	27	42	36	30	80	68	56
6	30	25	21	42	36	29	46	39	32	49	42	34	55	47	39	90	76	63
10	41	35	29	58	49	41	63	54	44	67	57	47	75	64	53	110	94	77
16	55	47	39	78	66	55	84	71	59	90	76	63	100	85	70	140	119	98
25	73	62	51	103	87	72	111	94	78	119	101	83	133	113	93	168	-	-
35	90	77	63	127	108	89	137	117	96	147	125	103	164	140	115	200	-	-
50	115	98	80	162	138	113	175	149	125	188	160	132	210	179	147	228	-	-
70	145	123	102	205	174	144	221	188	155	237	202	166	260	221	182	260	-	-
95	175	149	123	248	211	174	267	227	187	286	244	200	320	272	224	320	-	-
120	200	170	140	283	241	198	305	260	214	327	278	229	365	310	256	365	-	-
150	230	196	161	325	276	226	351	299	246	376	320	264	420	357	294	420	-	-
185	265	226	185	375	319	262	405	344	284	433	368	304	483	411	340	483	-	-
240	310	264	217	438	372	306	473	402	331	506	430	354	566	482	396	566	-	-
300	360	306	252	509	433	356	550	468	385	588	500	412	657	559	460	-	-	-
400	435	370	305	615	524	430	664	565	465	710	604	497	794	675	555	-	-	-
500	510	434	358	722	614	505	779	662	545	833	708	583	930	790	651	-	-	-
600	580	494	406	820	697	574	886	754	620	947	805	663	1060	900	740	-	-	-

XXIII: Intensidades admisibles en régimen permanente, según las clases de calentamiento.

XXIV								
Secciones mm ²	Cables con armadura				Cables sin armadura			
	Con forro de plomo		Sin forro de plomo		Con forro de plomo		Sin forro de plomo	
	1 Cond.	2,3,4 Cond.	1 Cond.	2,3,4 Cond.	1 Cond.	2,3,4 Cond.	1 Cond.	2,3,4 Cond.
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,5	1	1	1	1	1	1	1	1
2,5	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	0,99	1	0,99	1	1	1	1
10	1	0,99	1	0,99	1	1	1	1
15	1	0,99	1	0,99	1	1	1	1
25	1	0,98	1	0,98	1	1	1	1
35	1	0,98	1	0,98	1	1	1	1
50	1	0,97	1	0,97	1	1	1	1
70	1	0,97	1	0,97	1	1	1	1
95	0,99	0,96	0,99	0,96	0,99	1	1	1
120	0,97	0,96	0,98	0,96	0,99	1	1	1
150	0,97	0,96	0,98	0,96	0,99	1	1	1
185	0,96	0,95	0,97	0,95	0,98	0,99	0,99	0,99
240	0,96	0,94	0,97	0,94	0,98	0,98	0,99	0,98
300	0,95	-	0,97	-	0,97	-	0,99	-
400	0,93	-	0,96	-	0,96	-	0,98	-
500	0,91	-	0,94	-	0,93	-	0,97	-
600	0,88	-	0,92	-	0,91	-	0,96	-
700	0,86	-	0,91	-	0,89	-	0,95	-
800	0,84	-	0,90	-	0,87	-	0,94	-
900	0,82	-	0,89	-	0,84	-	0,93	-
1.000	0,79	-	0,88	-	0,82	-	0,92	-
1.200	0,74	-	0,86	-	0,76	-	0,88	-

XXIV: Coeficiente de reducción de las intensidades admisibles para cables en corriente alterna de 50 Hz.

