



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN MT / BT DE LA
FACTORÍA FORD**

AUTOR: Jorge Pérez Juan
TUTOR: Francisco Rodríguez Benito

Valencia, Junio de 2017



RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado presenta el estudio de la regulación de las protecciones eléctricas de la Factoría Ford Almussafes en los centros de transformación, tanto media como baja tensión. Esto conlleva el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima y mínima para cada punto de análisis, así como el estudio de la selectividad.

El trabajo se centrará en el cálculo de la corriente de cortocircuito mínima, además de la posterior regulación y selectividad en la aparamenta, ya que las corrientes de cortocircuito máximas se han obtenido de un proyecto facilitado por Ford.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se ha utilizado como herramienta un libro Excel. Este libro está diseñado de tal modo que permite el cálculo en caso de ampliación de centros de transformación en la factoría con añadir los datos pertinentes. Todo cálculo sigue la normativa vigente, UNE-EN 60909.

La selectividad del estudio se centra en las protecciones de media y baja tensión de los centros de transformación. Esta será más restrictiva que el estudio de cortocircuitos, por lo que a la hora de regular solo se tendrá en cuenta la selectividad. Se han agrupado los distintos casos en función de la potencia de los transformadores, de modo que dos transformadores de la misma potencia tendrán la misma regulación en las protecciones.



ÍNDICE

1. MEMORIA.....	1
1.1. OBJETIVO TFG.....	2
1.2. ANTECEDENTES	2
1.2.1. Titular de la instalación.....	2
1.2.2. Emplazamiento	2
1.2.3. Justificación de la necesidad del estudio.....	2
1.3. RED ELÉCTRICA DE LA FACTORÍA.....	3
1.3.1. Introducción.....	3
1.3.2. Subestación.....	3
1.3.3. Centros de transformación.....	6
1.4. DATOS.....	6
1.4.1. Potencia cortocircuito Iberdrola.....	6
1.4.2. Reactancia limitadora	6
1.4.3. Reactancia de puesta a tierra	7
1.4.4. Transformadores	7
1.4.5. Líneas de media tensión: 20 kV	9
1.4.6. Centros de transformación.....	12
1.5. RESUMEN DE RESULTADOS.....	16
1.5.1. Corrientes de cortocircuito.....	17
1.5.2. Regulación protecciones aplicando las condiciones del reglamento	21
1.5.3. Regulaciones en baja aplicando selectividad con media tensión.....	27
1.5.4. Regulaciones en media tensión aplicando selectividad con baja tensión.....	27
1.6. CONCLUSIONES	28
2. CÁLCULOS.....	29
2.1. CONCEPTOS PREVIOS	30
2.2. RÉGIMENES DE TIERRA.....	31
2.3. CORTOCIRCUITOS.....	32
2.3.1. Hipótesis de cálculo	32
2.3.2. Métodos de cálculo	33
2.3.3. Corrientes de cortocircuito mínimas.....	34
2.3.4. Tipos de cortocircuitos	35
2.3.5. Justificación tipo de cortocircuito a calcular	35



2.3.6. Cortocircuito unipolar a tierra	38
2.3.7. Cortocircuito bipolar.....	39
2.4. CÁLCULO DE IMPEDANCIAS.....	40
2.4.1. Redes de alimentación	40
2.4.2. Transformadores	41
2.4.3. Líneas	43
2.4.4. Reactancias limitadoras de cortocircuito	43
2.4.5. Condensadores	43
2.5. ESQUEMA EQUIVALENTE A RESOLVER DEL CORTOCIRCUITO.....	44
2.5.1. Cálculo impedancia directa.....	47
2.5.2. Cálculo impedancia homopolar	48
2.6. REGULACIÓN DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	52
2.6.1 Condiciones de regulación.....	52
2.6.2 Curva de disparo interruptor automático	53
2.6.3 Características masterpact	54
2.6.4 Curva relé media tensión.....	55
2.6.5 Selectividad MT / BT	55
3. PRESUPUESTO.....	58
4.1. INTRODUCCIÓN	59
4.2. MEDICIONES.....	60
5.1. DESGLOSE COSTES.....	60
5.2. RESUMEN DE COSTES.....	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXO	63
PLANOS.....	93



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema unifilar anillo Iberdrola	3
Figura 2: Líneas de entrada	4
Figura 3: Reactancia limitadora.....	4
Figura 4: Transformador A	5
Figura 5: Transformador C	5
Figura 6: Transformador B	5
Figura 7: Transformador 4.....	5
Figura 8: Cabinas de distribución de 20 kV	5
Figura 9: Selectividad MT / BT.....	27
Figura 10: Esquema régimen a tierra TN-C	31
Figura 11: Esquema régimen a tierra TN-S.....	31
Figura 12: Esquema de la secuencia directa, inversa y homopolar	33
Figura 13: Tipos de cortocircuitos	35
Figura 14: Esquema unifilar reducido cortocircuito en baja tensión	36
Figura 15: Esquema cortocircuito unipolar en la parte de baja tensión	37
Figura 16: Cortocircuito unipolar a tierra.....	38
Figura 17: Esquema de circuito para un cortocircuito unipolar a tierra	38
Figura 18: Cortocircuito bipolar	39
Figura 19: Esquema de circuito para un cortocircuito bipolar	39
Figura 20: Esquema cálculo de impedancia de una red.....	40
Figura 21: Esquema de impedancias de transformador de tres devanados.....	42
Figura 22: Esquema unifilar de impedancias de la subestación	44
Figura 23: Esquema unifilar de impedancias de líneas sin cabina de reparto	45
Figura 24: Representación de una cabina de reparto en esquema unifilar	46
Figura 25: Esquema unifilar de impedancias de líneas con cabina de reparto.....	46



Figura 26: Circuito equivalente unifilar en media tensión	47
Figura 27: Circuito equivalente unifilar en baja tensión	47
Figura 28: Esquema unifilar punto de análisis de cortocircuito media tensión	49
Figura 29: Circuito equivalente homopolar en media tensión	50
Figura 30: Esquema unifilar punto de análisis de cortocircuito baja tensión	51
Figura 31: Circuito equivalente homopolar en baja tensión.....	52
Figura 32: Curva de disparo de un interruptor automático electrónico	53
Figura 33: Características interruptor automático de baja tensión NW40 H2	54
Figura 34: Curva de disparo relé de media tensión: VIP 30	55
Figura 35: Selectividad MT / BT trafo. de 2500 kVA.....	56



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de los transformadores de la subestación	4
Tabla 2: Características reactancia limitadora	6
Tabla 3: Valor de la reactancia de puesta a tierra.....	7
Tabla 4: Características transformador A.....	7
Tabla 5: Características transformador B.....	8
Tabla 6: Características transformador C.....	8
Tabla 7: Características transformador 4.....	8
Tabla 8: Datos de las líneas distribución. Subestación – Centros de transformación.	11
Tabla 9: Características de los transformadores de los C.T.	16
Tabla 10: Resumen cortocircuitos en la parte de media y baja tensión de los centros de transformación.....	20
Tabla 11: Regulaciones aplicando condiciones del reglamento para las intensidades de cortocircuito calculadas	26
Tabla 12: Regulaciones interruptor de baja tensión	27
Tabla 13: Regulaciones interruptor media tensión.....	27
Tabla 14: Tabla de factor de tensión “c”	30
Tabla 15: Valores tipos de cortocircuito actuando en misma situación despreciando canalís.	36
Tabla 16: Valor de $I''k_1$ y $I''k_3$ en función de la relación de Z_0 y Z_1	36
Tabla 17: Valores tipos de cortocircuito despreciando impedancias	37
Tabla 18: Valores tipo cortocircuito sin despreciar impedancias	37
Tabla 19: Características canalís.....	48
Tabla 20: Periodo de realización del TFG	60
Tabla 21: Equipo y material utilizado	60
Tabla 22: Desglose de presupuesto	61
Tabla 23: Resumen de presupuesto.....	61



1. MEMORIA



1.1. OBJETIVO TFG

La finalidad de este Trabajo de Fin de Grado es la regulación de la aparamenta eléctrica de la factoría Ford Almussafes. Para ello será necesario el cálculo de las corrientes de cortocircuito, tanto máxima como mínima, en los puntos donde intervienen las protecciones eléctricas. Así como la coordinación de las mismas para una mayor eficiencia.

Teniendo esto en cuenta, se pueden establecer los siguientes objetivos.

- Modelizar la red eléctrica de la factoría en un documento Excel capaz de recalculer ante posibles cambios o ampliaciones.
- Cálculo de las corrientes de cortocircuito mínimas con la configuración de la red más desfavorable.
- Selectividad de las protecciones eléctricas.
- Regulación de las protecciones eléctricas.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Titular de la instalación

Los datos del titular de la instalación objeto del presente estudio son:

. **FORD ESPAÑA S.A.**

. C.I.F.: B-46066361

. Partida La Foya s/n, Factoría Ford Almussafes, Polígono Industrial Zona Norte s/n

. 46.440 Almussafes (Valencia).

1.2.2. Emplazamiento

Las instalaciones objeto del presente estudio están situadas en el término municipal de Almussafes (Valencia). Se trata del complejo de la Factoría Ford Almussafes. Con dirección postal: Partida La Foya s/n, Factoría Ford Almussafes, Polígono Industrial Zona Norte s/n 46440 Almussafes (Valencia).

1.2.3. Justificación de la necesidad del estudio

Este TFG surge debido a una necesidad en la factoría, ya que no se ha hecho ningún control en las protecciones a medida que se ha ido ampliando. Actualmente, la red eléctrica ha cambiado mucho respecto a sus inicios.

Las instalaciones de Ford han crecido notablemente durante los últimos años. Se ha ampliado la subestación, además de la construcción de nuevos centros de transformación. Se ha pasado de tener 48 centros en el año 2011 a 71 en la actualidad. Estas ampliaciones, así como los cambios en la normativa que provocó el cambio de transformadores de Piraleno por transformadores secos, hacen necesario la realización de este estudio.

1.3. RED ELÉCTRICA DE LA FACTORÍA

1.3.1. Introducción

La prioridad de la factoría es la continuidad del servicio eléctrico, ya que una interrupción conllevaría una pérdida importante de dinero. Para asegurar esta continuidad de servicio se puede alimentar a través de dos líneas, línea A y B. Alimentando en situación habitual a través de una a toda la factoría. Además, se tiene la opción de acoplar transformadores en caso de falla en algún punto o necesidad de aislar el punto, asegurando de esta forma la continuidad del servicio.

El primer lugar del que se tiene un control eléctrico es la subestación, a esta le llegan dos líneas aéreas a una tensión de 132 kV, que permiten asegurar la continuidad de servicio. Esta tensión queda reducida a 6,3 kV para alimentar a máquinas de alta potencia y a 20 kV para distribuir la energía a los centros de transformación, y una vez en estos se reduce a 400 V para alimentar a los receptores.

1.3.2. Subestación¹

La subestación se describirá según los niveles de tensión que hay en ella.

- Primer nivel: 132 kV

La compañía Iberdrola es la encargada suministrar energía a la subestación mediante dos líneas aéreas. El sistema de la red previo a la factoría forma un anillo, dando así mayor estabilidad.

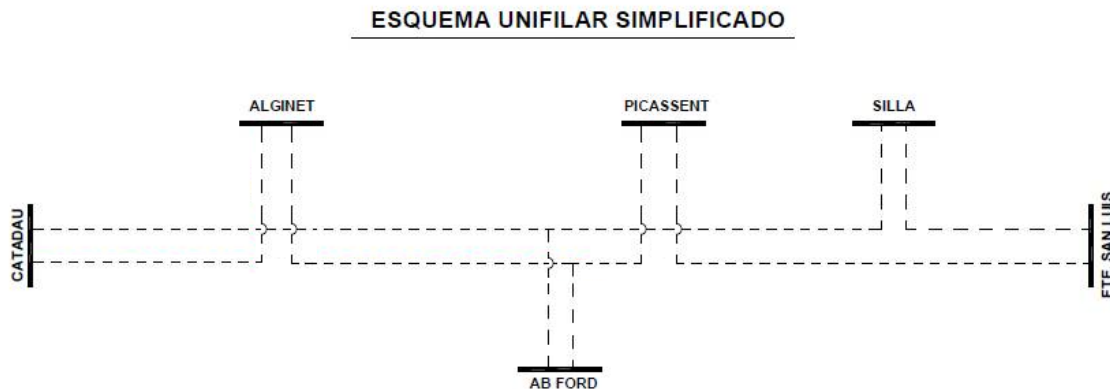


Figura 1: Esquema unifilar anillo Iberdrola

De las dos líneas que llegan, solo una es utilizada para alimentar la factoría, la otra está de reserva. El primer elemento de la subestación es un seccionador perteneciente a Iberdrola, con el que solo operan ellos. Los elementos que hay después pertenecen a Ford.

¹ Para una mejor comprensión ir a la sección de planos – *Subestación*.

Justo después de los seccionadores de Iberdrola están los seccionadores de Ford, y a continuación las reactancias limitadoras. Su función es reducir la potencia de cortocircuito, obteniendo así una menor intensidad de cortocircuito.



Figura 2: Líneas de entrada



Figura 3: Reactancia limitadora

En la subestación hay cuatro transformadores de aceite:

TRANSFORMADOR	TENSIÓN PRIMARIA (kV)	TENSIÓN SECUNDARIA (kV)	POTENCIA (MVA)
A	132	22	45
B	132	22	45
C	132	22 / 6,3	45 / 25
4	132	6,3	10

Tabla 1: Características de los transformadores de la subestación

El transformador A y B proporcionan energía a casi toda la factoría, es por eso que son los transformadores con mayor potencia. Mientras que el transformador 4 alimenta únicamente a un grupo de máquinas.

El transformador C tiene tres devanados. Es por eso que es capaz de realizar dos cambios de nivel eléctrico simultáneamente. Aun así, solo es utilizado en situación habitual a 6,3 kV para alimentar máquinas de alta potencia. El otro nivel de tensión solo se utiliza si fuera necesario para acoplar con el sistema A o con el B.

El transformador C está en esta situación porque anteriormente su función era elevar la tensión a 132 kV para la cogeneración, pero actualmente la planta de cogeneración está fuera de servicio.

Para el cálculo es corriente de cortocircuito mínima cabe destacar que los transformadores A,B y C tienen una reactancia de puesta a tierra que limita las corrientes de defecto a tierra.



Figura 4: Transformador A

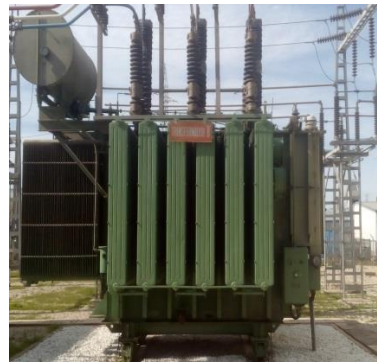


Figura 6: Transformador B



Figura 5: Transformador C



Figura 7: Transformador 4

➤ Segundo nivel: 20 y 6,3 kV

Una vez se pasa por los transformadores solo falta distribuir la energía. En el caso del transformador “A” y “B” se conectan a las cabinas de 20 kV a través de los disyuntores “A1” y “B1” respectivamente, formando así dos sistemas. Desde estos disyuntores se empieza la distribución a las líneas que alimentarán los centros de transformación. En medio de estos disyuntores hay una cabina para acoplar los dos sistemas si fuera necesario.

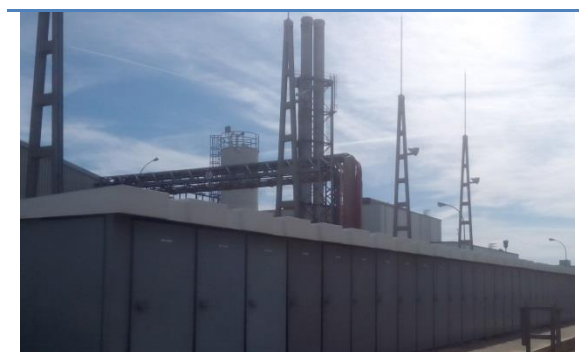


Figura 8: Cabinas de distribución de 20 kV

El transformador 4 pasa por una cabina con disyuntor y alimenta directamente grupos de frío a 6,3kV.

1.3.3. Centros de transformación

Existen 71 centros de transformación en la factoría. Estos se encargan de reducir la tensión de 20 a 0,4 kV para alimentar la maquinaria.

Lo habitual es encontrar los centros de transformación con dos transformadores, cada uno perteneciente a un sistema de alimentación A o B. Esto posibilita un acoplamiento en caso de necesidad.

1.4. DATOS

1.4.1. Potencia cortocircuito Iberdrola

Lo primero a tener en cuenta es la potencia de cortocircuito de la red. Esta tiene que ser proporcionada por la compañía, en este caso, Iberdrola.

Como hay dos líneas aéreas que llegan a la subestación, habrá una potencia de cortocircuito para cada una. Este dato nos permitirá calcular la impedancia de la red previa a la factoría.

- Línea A: 3.406,6 MVA
- Línea B: 3.223,7 MVA

1.4.2. Reactancia limitadora

Hay tres reactancias limitadora por línea, una para cada fase de la línea A y B, todas con las mismas características.

Marca	TRENCH-ELECTRIC
Tipo	Núcleo de aire
Aislamiento	Impregnada de resina
Frecuencia nominal	50 Hz
Reactancia nominal	16,87 mH
Intensidad nominal	440 A
Tensión de servicio	132 kV
Tensión nominal	145 kV
Potencia de cortocircuito antes	3000 MVA
Potencia de cortocircuito después	1640 MVA
Intensidad de corta duración, 1 s	7,2 kA
Temperatura ambiente	40°C

Tabla 2: Características reactancia limitadora

1.4.3. Reactancia de puesta a tierra

En los transformadores A, B y C hay una reactancia de puesta a tierra que limita hasta 500 A con conexión Zig – Zag, ya que el secundario de estos transformadores está en triángulo y se necesita un punto neutro para poder poner a tierra, de modo que se utiliza esta conexión para crear un neutro artificial.

El valor de la impedancia se puede sacar bien a través de cálculos, o bien conociendo la corriente que limita y a la tensión que está la reactancia. En este caso se ha sacado del manual técnico de Iberdrola 2.11.33 que facilita el valor.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tipo de puesta a tierra	Reactancia equivalente X_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra* (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

Tabla 3: Valor de la reactancia de puesta a tierra

Valor de la reactancia: 25,4 Ω

1.4.4. Transformadores

➤ Transformador A

Marca	Westinghouse
Potencia nominal	45 MVA
Refrigeración	ONAN / ONAF
Tipo de dieléctrico	Aceite
Tensión nominal primaria	132 kV
Límite máximo	132 \pm 10% kV
Aislamiento	145 kV
Tensión nominal secundaria	22 kV
Frecuencia	50 Hz
Ucc (%)	11,3 %
Pérdidas vacío garantizada (P_0)	37650 W
Pérdidas cortocircuito garantizada (P_{cc})	220740 W
Grupo conexión	YnD 11

Tabla 4: Características transformador A

➤ Transformador B

Marca	Westinghouse
Potencia nominal	45 MVA
Refrigeración	ONAN / ONAF
Tipo de dieléctrico	Aceite
Tensión nominal primaria	132 kV
Límite máximo	132 ± 10% kV
Aislamiento	145 kV
Tensión nominal secundaria	22 kV
Frecuencia	50 Hz
Ucc (%)	11,3 %
Pérdidas vacío garantizada (P₀)	37650 W
Pérdidas cortocircuito garantizada (P_{cc})	220740 W
Grupo conexión	YnD 11

Tabla 5: Características transformador B

➤ Transformador C

Marca	SGB
Potencia nominal	45 MVA
Refrigeración	ONAN / ONAF
Tipo de dieléctrico	Aceite
Tensión nominal primaria	132 kV
Límite máximo	132 ± 10% kV
Aislamiento	145 kV
Tensión nominal secundaria	22 / 6,3 kV
Frecuencia	50 Hz
Ucc (%)	11,63 / 10,24 %
Pérdidas vacío garantizada (P₀)	24500 W
Pérdidas cortocircuito garantizada (P_{cc})	120000 W
Grupo conexión	YnD 11 – D11

Tabla 6: Características transformador C

➤ Transformador 4

Marca	INCOESA
Potencia nominal	10 MVA
Refrigeración	ONAN
Tipo de dieléctrico	Aceite
Tensión nominal primaria	132 kV
Límite máximo	132 ± 10% kV
Aislamiento	145 kV
Tensión nominal secundaria	6,3 kV
Frecuencia	50 Hz
Ucc (%)	11,43 %
Pérdidas vacío garantizada (P₀)	12000 W
Pérdidas cortocircuito garantizada (P_{cc})	69000 W
Grupo conexión	YnD 11

Tabla 7: Características transformador 4

1.4.5. Líneas de media tensión: 20 kV

Línea	Subestación	C.T.	Características					
			Nudo Origen	Nudo Destino	Tramos	Longitud	Sección	Material
A2	SE46	CT 4/V12	46-4/V12	565	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/V12-4/V4	100	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/V4-4/J4	150	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/J4-4/J12	150	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/J12-4/D15	100	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	1065				
B2	SE46	CT 4/V12	46-4/V12	585	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/V12-4/V4	100	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/V4-4/J4	150	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/J4-4/J12	150	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/J12-4/D15	100	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			4/D15-4/F23	200	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
Línea completa	1285							
A3	SE46	CT 3/G7	46-3/G7	395	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3/G7-3/L4	102	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			3/G7-3/H1	100	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			3/H1-40c	198	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	795				
B3	SE46	CT 3/G7	46-3/G7	427	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3/G7-3/L4	102	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			3/G7-3/H1	100	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			3/H1-40c	188	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	817				
A4	SE46	CT 40b	46-40b	174	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			40b-3/M7	220	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			3/M7-3/M6	6,5	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3/M6-42	110	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			42-5A	370	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16
			Línea completa	880,5				
B4	SE46	CT 51	46-51	215	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			51-3/M7	210	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16
			3/M7-3/M6	28	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3/M6-42	131	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	584				
A5	SE46	CT 1/G21	46-1/G21	264	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 18/33 kV Al 3x1x240/16
			1/G21-1/J21	79	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			1/J21-1/R20	100	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16
			1/J21-1/H26	310	3x1x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x1x185/16
			1/R20-1/T21	50	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			1/T21-85	465	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16
			Línea completa	1268				
B5	SE46	CT 1/G21	46-1/G21	355	3x1x240	Al	RHZ1 OL	RHZ1 OL 12/20 kV Al 3x1x240/16
			1/G21-1/J21	71	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			1/J21-1/R20	129,45	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			1/J21-1/H26	310	3x1x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x1x185/16
			1/R20-1/T21	50	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			1/R20-54	175	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	1090,45				
A6	SE46	SE45	46-45	313,38	3x1x240	Al	RHZ1 OL	RHZ1 OL 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	313,38				
B6	SE46	SE45	46-45	327,45	3x1x240	Al	RHZ1 OL	RHZ1 OL 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	327,45				

A7	SE46	CT 2/E4	46-2/E4	480	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			2/E4-2/M4	145	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/M4-2/X4	167	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/X4-2/DD11	218	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	1010					
B7	SE46	CT 2/E4	46-2/E4	450	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			2/E4-2/M4	125	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/M4-2/X4	125	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/X4-2/DD11	220	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	920					
A8	SE46	CT 2/E10	46-2/E10	390	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			2/E10-2/M10	125	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/M10-2/X10	125	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/X10-2/AA14	110	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	750					
B8	SE46	CT 2/E10	46-2/E10	395	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			2/E10-2/M10	125	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/M10-2/X10	125	3x150	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x150/16	
			2/X10-2/AA14	110	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	755					
A9	SE46	CT 171/Anexa	46-V2aAnexa	1225	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2aAnexa-V2a/1	150	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/1-V2a/4	90	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/4-171/8	250	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/8-171/10	65	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/10-171/12	65	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/12-171/13	183,11	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	2028,11					
			B9	SE46	CT 42b	46-42b	213	3x1x185	Cu
42b-42EAnnex	56	3x1x240				Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
42EAnnex - 3L13	74	3x1x240				Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
3/L13-4C/F15	142	3x1x240				Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
Linea completa	485								
A10	SE46	CT 171/1 rep	46-V2a/1	1274	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/1-42c	364	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/1-V2a/2	230	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/2-V2a/3	80	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/3-171/7	240	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/7-171/9	78	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/9-171/11	69	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/11 - 171/14	300	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 18/30 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	2635					
B10	SE46	CT 171/Anexa	46-V2aAnnex	1225	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2aAnnex-V2a1	150	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/1-V2a/3	55	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/3-V2a/6	75	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			V2a/6-171/8	160	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/8-171/13	299	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			171/13 - 171/14	310	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 18/30 kV Al 3x1x240/16	
			Linea completa	2274					
A11	SE46	CT 42b	46-42b	209	3x1x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x1x185/16	
			42b-42e	10	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			42e-42eAnnex	50	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			42eAnnex-3/L13	74	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16	
			3/L13-4C/F15	146	3x1x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x1x185/16	
			Linea completa	489					

B11	SE46	171/2	46-V2a/2	1010	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			V2a/2-V2a/4	70	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			V2a/4-V2a/5	180	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			V2a/5-300	430	3x50	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x50/16
			Línea completa	1690				
A12	SE46	171/5	46-V2a/5	1300	3x1x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x1x185/16
			V2a/5-290	500	3x50	Al	RHV	RHV 12/20 kV Al 3x50/16
			Línea completa	1800				
B12	SE46	CT 171/1 rep	46-V2a/1	1394	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			V2a/1-42c	354	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			V2a/1-171/7	500	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			171/7-171/9	82	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			171/9-171/11	73	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			171/11-171/12	88	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			171/12-171/10	75	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	2566				
A13	SE46	SE 45A1	46-45A1	305	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			45A1-71	290	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			Línea completa	595				
B13	SE46	SE 45A1	46-45A1	310	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			45A1-71	295	3x185	Cu	RHV	RHV 12/20 kV Cu 3x185/16
			Línea completa	605				
A16	SE46	CT 3b/C04	46-3b/C04	525	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3b/C04-3b/G04	90	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3b/G04-3b/Rectifier	35	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3b/G04-42A	415	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	1065				
B16	SE46	CT 3b/C04	46-3b/C04	525	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3b/C04-3b/G04	90	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			3b/G04-3b/Rectifier	35	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	650				
A17	SE46	CT2b/NN14	46-2b/NN14	789	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			2b/NN14-2b/NN2	193	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			2b/NN2-2b/NN07	135	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			2b/NN07-2b/BB07	168	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	1285				
B17	SE46	CT2b/NN14	46-2b/NN14	794	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			2b/NN14-2b/NN2	198	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			2b/NN2-2b/NN07	139	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			2b/NN07-2b/BB07	172	3x1x240	Al	HEPRZ1	HEPRZ1 12/20 kV Al 3x1x240/16
			Línea completa	1303				

Tabla 8: Datos de las líneas distribución. Subestación – Centros de transformación.

1.4.6. Centros de transformación

A2

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
4/V12	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
4/V4	2.000	6,20%	20.000	400	0,88%	4,96	4,910	0,704
4/J4	1.600	5,90%	20.000	400	0,85%	5,90	5,838	0,850
4/J12	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
4/D15	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850

A3

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
3/G7	2.500	6,30%	20.000	400	0,80%	4,03	3,999	0,512
3/L4	2.200	5,50%	20.000	368	0,82%	3,39	3,348	0,505
3/H1	2.500	6,30%	20.000	400	0,80%	4,03	3,999	0,512
40c	1.600	6,00%	20.000	400	0,85%	6,00	5,939	0,850

A4

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
40B	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
3/M7	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
3/M6	2.500	6,97%	20.000	400	0,80%	4,46	4,431	0,512
42	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
5A	1.600	6,50%	20.000	400	0,88%	6,50	6,440	0,880

A5

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
1/G21	2.000	5,75%	20.000	400	0,88%	4,60	4,546	0,704
1/J21	2.000	5,74%	20.000	400	0,88%	4,59	4,538	0,704
1/H26	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
1/R20	1.600	5,90%	20.000	400	0,85%	5,90	5,838	0,850
ED. 85	1.000	5,77%	20.000	400	0,96%	9,23	9,103	1,536
1/T21	2.000	6,20%	20.000	400	0,88%	4,96	4,910	0,704

A6

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
45	1.600	5,90%	20.000	400	0,85%	5,90	5,838	0,850
PVK/12 - 2	2.000	5,80%	20.000	6.300	0,88%	1151,01	1137,685	174,636
pvk/12 - 1	2.000	5,80%	20.000	6.300	0,88%	1151,01	1137,685	174,636

A7

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
2/E-4	1.600	4,20%	20.000	400	0,85%	4,20	4,113	0,850
2/M-4	1.600	4,20%	20.000	400	0,85%	4,20	4,113	0,850
2/X-4	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/DD11	2.000	6,30%	20.000	400	0,88%	5,04	4,991	0,704

A8

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (mΩ)	XT (mΩ)	RT (mΩ)
2/E-10	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/M-10	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/X-10	1.600	6,10%	20.000	400	0,85%	6,10	6,040	0,850

A9

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (mΩ)	XT (mΩ)	RT (mΩ)
V2A ANEXA	1.600	6,60%	20.000	400	0,82%	6,60	6,549	0,820
V2A 1	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
V2A 4	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
DURATEC 8	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 10	1.600	6,30%	20.000	400	0,82%	6,30	6,246	0,820
DURATEC 12	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 13	1.600	6,00%	20.000	400	0,82%	6,00	5,944	0,820

A10

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (mΩ)	XT (mΩ)	RT (mΩ)
V2A 1	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
42C	2.500	6,20%	20.000	400	0,80%	3,97	3,935	0,512
V2A 2	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
V2A 3	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
DURATEC 9	1.600	6,30%	20.000	400	0,82%	6,30	6,246	0,820
DURATEC 7	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 11	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 14	1.600	6,54%	20.000	400	0,82%	6,54	6,488	0,820

A11

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (mΩ)	XT (mΩ)	RT (mΩ)
42B	1.600	6,20%	20.000	400	0,80%	6,20	6,148	0,800
42E	1.250	6,20%	20.000	6.300	0,95%	1968,62	1945,377	301,644
42EAnnex	2.000	5,69%	20.000	400	0,80%	4,55	4,507	0,640
3/L13	1.600	6,30%	20.000	400	0,80%	6,30	6,249	0,800
4CF15	1.600	5,90%	20.000	400	0,85%	5,90	5,838	0,850

A12

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (mΩ)	XT (mΩ)	RT (mΩ)
ED. 90 (290)	1.000	6,20%	20.000	400	0,96%	9,92	9,800	1,536

A13

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (mΩ)	XT (mΩ)	RT (mΩ)
S/E 45 A1	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
S/E 71	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850

A16

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
3B/C04	2.000	5,84%	20.000	400	0,80%	4,67	4,628	0,640
3B/G04	2.000	5,84%	20.000	400	0,80%	4,67	4,628	0,640
3B/RECTIFICAD	680	6,70%	20.000	368	1,42%	13,34	13,040	2,828
42A	1.600	6,54%	20.000	400	0,80%	6,54	6,491	0,800

A17

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
2B/NN14	1.600	4,09%	20.000	400	0,70%	4,09	4,030	0,700
2B/NN2	1.600	4,03%	20.000	400	0,70%	4,03	3,969	0,700
2B/NN07	1.600	4,12%	20.000	400	0,70%	4,12	4,060	0,700
2B/BB07	1.600	4,10%	20.000	400	0,70%	4,10	4,040	0,700

B2

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
4/V12	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
4/V4	2.000	6,20%	20.000	400	0,88%	4,96	4,910	0,704
4/J4	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
4/J12	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
4/D15	1.600	6,43%	20.000	400	0,85%	6,43	6,374	0,850
4/F23	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850

B3

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
3/G7	2.500	6,30%	20.000	400	0,80%	4,03	3,999	0,512
3/L4	2.200	5,50%	20.000	368	0,82%	3,39	3,348	0,505
3/H1	2.500	6,30%	20.000	400	0,80%	4,03	3,999	0,512
40c	1.600	5,86%	20.000	400	0,85%	5,86	5,798	0,850

B4

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
51	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
3/M7	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
3/M6	2.500	7,03%	20.000	400	0,80%	4,50	4,470	0,512
42	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
42 - CARRIER Nº 4	1.250	6,18%	20.000	6.300	0,95%	1962,27	1938,950	301,644

B5

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
1/G21	2.000	5,75%	20.000	400	0,80%	4,60	4,555	0,640
1/J21	2.000	5,74%	20.000	400	0,80%	4,59	4,547	0,640
1/H26	2.000	5,73%	20.000	400	0,80%	4,58	4,539	0,640
1/R20	1.600	5,90%	20.000	400	0,82%	5,90	5,843	0,820
54	1.600	5,85%	20.000	400	0,82%	5,85	5,792	0,820
1/T21	2.000	6,30%	20.000	400	0,82%	5,04	4,997	0,656

B6

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
45	1.600	5,90%	20.000	400	0,82%	5,90	5,843	0,820
ZH-15000,1	2.000	5,94%	20.000	6.300	0,80%	1178,79	1168,053	158,760
ZH-15000,2	2.000	5,80%	20.000	6.300	0,80%	1151,01	1140,008	158,760
ZR-6	2.000	5,80%	20.000	6.300	0,80%	1151,01	1140,008	158,760

B7

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
2/E-4	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/M-4	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/X-4	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/DD11	2.000	6,30%	20.000	400	0,88%	5,04	4,991	0,704

B8

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
2/E-10	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/M-10	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/X-10	1.600	4,40%	20.000	400	0,85%	4,40	4,317	0,850
2/AA-14	1.600	4,00%	20.000	400	0,85%	4,00	3,909	0,850

B9

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
42B	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
42E Annex	2.000	5,76%	20.000	400	0,85%	4,61	4,558	0,680
3/L13	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
4C/F15	1.600	5,90%	20.000	400	0,85%	5,90	5,838	0,850

B10

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
V2A Annexa	1.600	6,60%	20.000	400	0,82%	6,60	6,549	0,820
V2A 1	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
V2A 3	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
V2A 6	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
DURATEC 8	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 13	1.600	6,00%	20.000	400	0,82%	6,00	5,944	0,820
DURATEC 14	2.500	6,60%	20.000	400	0,82%	4,22	4,191	0,525

B11

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
V2A 2	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
V2A 4	1.600	6,50%	20.000	400	0,85%	6,50	6,444	0,850
V2A 5	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850
300 (CLUB SOCIAL)	1.000	6,00%	20.000	400	0,96%	9,60	9,476	1,536

B12

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
V2A 1	1.600	6,50%	20.000	400	0,82%	6,50	6,448	0,820
42C	2.500	6,28%	20.000	400	0,82%	4,02	3,985	0,525
DURATEC 7	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 9	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820
DURATEC 11	1.600	6,30%	20.000	400	0,82%	6,30	6,246	0,820
DURATEC 12	1.600	6,30%	20.000	400	0,82%	6,30	6,246	0,820
DURATEC 10	1.600	6,40%	20.000	400	0,82%	6,40	6,347	0,820

B13

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
S/E 45 A1	2.000	5,90%	20.000	6.300	0,88%	1170,86	1157,758	174,636
S/E 71	1.600	6,20%	20.000	400	0,85%	6,20	6,141	0,850

B16

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
3B/C04	2.000	5,76%	20.000	400	0,88%	4,61	4,554	0,704
3B/G04	2.000	5,79%	20.000	400	0,88%	4,63	4,578	0,704
3B/RECTIFIER	680	6,70%	20.000	400	1,10%	15,76	15,551	2,588

B17

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (kVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA	TENSIÓN SECUNDARIA	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUNDARIO (m Ω)	XT (m Ω)	RT (m Ω)
2B/NN14	1.600	4,09%	20.000	400	0,70%	4,09	4,030	0,700
2B/NN2	1.600	4,04%	20.000	400	0,70%	4,04	3,979	0,700
2B/NN07	1.600	4,18%	20.000	400	0,70%	4,18	4,121	0,700
2B/BB07	1.600	4,09%	20.000	400	0,70%	4,09	4,030	0,700

Tabla 9: Características de los transformadores de los C.T.

1.5. RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se muestra una tabla resumen de los resultados de las corrientes de cortocircuito, pero primero hay que tener en cuenta distintos aspectos.

- En el cálculo de la intensidad de cortocircuito mínima no se tiene en cuenta la inyección de corriente de los motores.
- La configuración para el cálculo de la intensidad de cortocircuito mínima es alimentado por la línea de menor potencia de cortocircuito, línea B, y eliminando los acoples en canales que existen en carrocerías y motores en situación habitual.
- En el cálculo de la intensidad de cortocircuito máxima sí se tiene en cuenta la inyección de corriente de los motores.
- La configuración para el cálculo de la intensidad de cortocircuito máxima es alimentado por la línea de mayor potencia de cortocircuito, línea A, y teniendo en cuenta los acoplamientos que se realizan como maniobras habituales.

1.5.1. Corrientes de cortocircuito

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A2	MONTAJE	4/V12	1,19	13,46	27,05	36,54		69,80
		4/V4	1,18	13,29	34,62	45,11		90,52
		4/J4	1,18	13,04	29,52	40,81		77,20
		4/J12	1,18	12,80	26,98	36,33		69,60
		4/D15	1,17	12,64	26,96	37,77		70,27

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A3	PINTURAS + PETRIM	3/G7	1,19	13,70	41,79	57,38		95,31
		3/L4	1,19	13,53	45,70	61,95		61,95
		3/H1	1,19	13,53	41,74	61,23		97,68
		40c	1,18	13,40	29,10	38,00		75,87

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A4	40B+Ed. 3+5A	40B	1,19	14,14	28,35	36,23		36,23
		3/M7	1,19	13,76	28,30	40,93		74,47
		3/M6	1,19	13,75	38,19	50,51		100,17
		42	1,19	13,56	27,07	40,10		72,14
		5A	1,18	12,86	26,98	35,42		42,15

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A5	PRENSAS	1/G21	1,19	14,04	37,19	50,80		95,81
		1/J21	1,19	13,90	37,22	52,81		96,56
		1/H26	1,19	13,72	28,28	39,63		84,79
		1/R20	1,18	13,40	29,53	48,07		77,36
		ED. 85	1,17	12,50	19,39	25,18		25,18
		1/T21	1,18	13,32	34,56	48,56		89,55

Línea	Edificio	C.T. 45 Receptores	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A6	CENTRAL TÉRMICA	45	1,19	14,14	29,64	47,57		80,82
		PVK/12 - 2	1,19	14,14	2,47	-		-
		pvk/12 - 1	1,19	14,14	2,47	-		-

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A7	CARROCERÍAS	2/E-4	1,19	13,53	40,28	79,64		82,19
		2/M-4	1,18	13,27	40,20	79,61		98,81
		2/X-4	1,18	13,02	38,48	77,83		96,28
		2/DD11	1,18	12,66	34,00	48,19		88,26

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A					
			Lado Alta		Lado Baja			
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
A8	CARROCERÍAS	2/E-10	1,19	13,77	38,64	87,20		91,37
		2/M-10	1,18	13,56	38,57	87,19		108,98
		2/X-10	1,18	13,30	28,63	70,94		106,43

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A9	MOTORES	V2A ANEXA	1,17	12,50	26,55	39,02	68,29
		V2A 1	1,16	12,29	-	66,25	84,03
		V2A 4	1,16	12,16	26,88	67,38	87,63
		DURATEC 8	1,15	11,82	27,22	74,34	88,46
		DURATEC 10	1,15	11,73	27,60	74,18	90,35
		DURATEC12	1,15	11,65	27,19	71,87	86,84
		DURATEC 13	1,14	11,41	28,80	39,72	77,20

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A10	MOTORES	V2A 1	1,16	12,42	-	-	84,03
		42C	1,15	11,91	41,80	67,29	108,56
		V2A 2	1,16	12,09	26,87	67,37	85,40
		V2A 3	1,16	11,98	26,86	66,26	87,61
		DURATEC 7	1,15	11,66	27,59	71,37	88,55
		DURATEC 9	1,15	11,56	27,18	71,30	90,95
		DURATEC 11	1,15	11,47	27,17	72,11	85,45
		DURATEC 14	1,14	11,40	26,58	72,01	84,62

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A11	PINTURAS + PETRIM	42B	1,19	14,09	28,34	41,17	71,80
		42E	1,19	14,07	1,50	-	-
		42EAnnex	1,19	13,99	37,55	51,95	98,70
		3/L13	1,19	13,86	27,89	38,31	74,71
		4CF15	1,18	13,61	29,60	41,95	79,15

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A12	MOTORES	V2A 5	1,16	12,22	-	-	-
		290	1,14	10,41	18,03	25,58	25,58

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A13	MTTO. CENTRAL	S/E 45 A1	1,19	13,90	28,32	41,75	41,75
		S/E 71	1,18	13,39	28,26	36,60	72,27

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A16	PETEC	3B/C04	1,18	13,51	36,59	49,27	96,31
		3B/G04	1,18	13,35	36,56	50,28	96,08
		3B/RECTIFIER	1,18	-	13,78	-	-
		42A	1,17	13,15	26,81	49,16	96,01

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A				
			Lado Alta		Lado Baja		
			lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA)	lcc. mín. (kA)	lcc. máx. (kA) Sit. Hab.	lcc. máx. (kA) Maniobras
A17	BODY III	2B/NN14	1,18	13,06	41,09	54,40	106,49
		2B/NN2	1,17	12,74	41,54	55,40	106,84
		2B/NN07	1,17	12,52	40,67	53,42	104,02
		2B/BB07	1,16	12,26	40,77	53,57	104,98

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B2	MONTAJE	4/V12	1,18	13,43	26,97	37,26	69,80
		4/V4	1,18	13,27	34,48	47,94	90,52
		4/J4	1,18	13,02	26,92	40,52	77,20
		4/J12	1,17	12,79	26,89	35,97	69,60
		4/D15	1,17	12,63	27,14	34,78	70,27
		4/F23	1,17	12,33	26,84	38,32	58,41

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B3	PINTURAS + PETRIM	3/G7	1,18	13,70	41,58	44,90	95,31
		3/L4	1,18	13,52	44,51	61,95	61,95
		3/H1	1,18	13,53	41,54	47,27	97,68
		40c	1,18	13,22	29,64	37,93	75,87

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B4	40B+Ed. 3+5A	51	1,19	14,10	27,04	35,86	54,68
		3/M7	1,18	13,74	28,20	40,12	74,47
		3/M6	1,18	13,73	37,71	53,01	100,17
		42	1,18	13,55	26,96	38,85	72,14
		Carrier	1,18	-	1,50	-	-

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B5	PRENSAS	1/G21	1,19	13,85	37,01	49,93	95,81
		1/J21	1,18	13,73	37,04	54,40	96,56
		1/H26	1,18	13,51	36,99	47,97	84,79
		1/R20	1,18	13,23	29,49	46,96	77,36
		54	1,18	12,91	29,68	38,48	56,60
		1/T21	1,18	13,15	34,01	46,68	89,55

Línea	Edificio	C.T. 45 Receptores	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B6	CENTRAL TÉRMICA	45	1,19	13,88	29,54	47,78	80,82
		ZH-15000.1	1,19	13,88	2,40	-	-
		ZH-15000.2	1,19	13,88	2,46	-	-
		ZR-6	1,19	13,88	2,46	-	-

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B7	CARROCERÍAS	2/E-4	1,18	13,52	38,49	50,13	50,13
		2/M-4	1,18	13,26	38,43	76,77	98,81
		2/X-4	1,18	13,00	38,37	76,76	96,28
		2/DD11	1,17	12,64	33,90	50,13	88,26

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B8	CARROCERÍAS	2/E-10	1,18	13,73	38,52	51,47	81,18
		2/M-10	1,18	13,48	38,45	84,05	108,98
		2/X-10	1,18	13,22	38,39	84,07	106,43
		2/AA14	1,17	12,99	41,66	56,02	69,79

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B9	PINTURAS + PETRIM	42B	1,19	14,08	27,04	40,46	71,80
		42E Annex	1,18	13,98	36,96	53,92	98,70
		3/L13	1,18	13,85	28,19	39,78	74,71
		4C/F15	1,17	13,61	29,45	41,88	79,15

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B10	MOTORES	V2A ANEXA	1,16	12,45	26,47	41,03	68,29
		V2A 1	1,16	12,23	26,82	61,71	84,03
		V2A 3	1,16	12,15	26,81	67,27	87,61
		V2A 6	1,15	12,05	26,79	66,82	78,36
		DURATEC 8	1,15	11,83	27,15	70,00	88,46
		DURATEC 13	1,14	11,43	28,72	38,34	77,20
		DURATEC 14	1,13	11,13	39,14	38,12	77,06

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B11	MOTORES	V2A 2	1,17	12,71	26,89	61,73	85,40
		V2A 4	1,17	12,60	26,87	66,80	87,63
		V2A 5	1,16	12,32	28,04	67,68	67,68
		300	1,14	10,78	18,60	24,04	24,04

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B12	MOTORES	V2A 1	1,16	12,30	-	-	84,03
		42C	1,15	11,83	41,10	65,84	108,56
		DURATEC 7	1,14	11,64	27,10	69,97	88,55
		DURATEC 9	1,14	11,53	27,08	73,59	90,95
		DURATEC 11	1,13	11,44	27,46	73,72	85,45
		DURATEC 12	1,13	11,34	27,44	73,37	86,84
		DURATEC 10	1,13	11,24	27,04	73,35	90,35

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B13	MITTO. CENTRAL	S/E 45 A1	1,18	13,89	2,42	-	-
		S/E 71	1,18	13,39	28,15	36,59	72,27

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B16	PETEC	3B/C04	1,18	13,51	36,90	51,38	96,31
		3B/G04	1,18	13,35	36,69	48,44	96,08
		3B/RECTIFIER	1,18	-	11,65	-	-

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA B				
			Lado Alta		Lado Baja		
			icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA)	icc. mín. (kA)	icc. máx. (kA) Sit. Hab.	icc. máx. (kA) Maniobras
B17	BODY III	2B/NN14	1,17	13,07	40,90	55,28	106,49
		2B/NN2	1,17	12,76	41,25	55,53	106,84
		2B/NN07	1,16	12,54	39,97	52,70	104,02
		2B/BB07	1,16	12,29	40,67	53,51	104,98

Tabla 10: Resumen cortocircuitos en la parte de media y baja tensión de los centros de transformación

1.5.2. Regulación protecciones aplicando las condiciones del reglamento

Las siguientes tablas se muestran aplicando las siguientes condiciones:

- $I_B \leq I_r \leq I_z$ (intensidad máxima admisible por el cable)
- $I_z \leq 1,45 I_z$

En la parte de regulación por cortocircuitos se tiene que tener en cuenta las siguientes condiciones.

- $I_m < I_{cc. \text{ mín.}}$
- $I_{inst} < I_{cc. \text{ máx.}}$
- $I_{cc. \text{ máx.}} < I_{cu}$

A continuación se muestra la regulación que se tendría de las protecciones aplicando un margen de 20% sobre el valor máximo que cumpla las condiciones.

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			I_r (kA)	I_{sd} (kA)	I_i (kA)	I_{cu} (kA)
A2	MONTAJE	4/V12	2,35	21,64	29,23	100
		4/V4	2,90	27,70	36,09	100
		4/J4	2,35	23,62	32,65	100
		4/J12	2,35	21,58	29,06	100
		4/D15	2,35	21,57	30,21	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			I_r (kA)	I_{sd} (kA)	I_i (kA)	I_{cu} (kA)
A3	PINTURAS + PETRIM	3/G7	3,65	33,43	45,90	100
		3/L4	3,50	36,56	49,56	100
		3/H1	3,65	33,40	48,99	100
		40c	2,35	23,28	30,40	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			I_r (kA)	I_{sd} (kA)	I_i (kA)	I_{cu} (kA)
A4	40B+Ed. 3+5A	40B	2,35	22,68	28,98	100,00
		3/M7	2,35	22,64	32,74	100,00
		3/M6	3,65	30,55	40,40	100,00
		42	2,35	21,65	32,08	100,00
		5A	2,35	21,59	28,33	100,00

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A5	PRENSAS	1/G21	2,90	29,75	40,64	100
		1/J21	2,90	29,77	42,24	100
		1/H26	2,35	22,62	31,71	100
		1/R20	2,35	23,62	38,46	100
		ED. 85	1,45	15,51	20,14	100
		1/T21	2,90	27,65	38,85	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A6	CENTRAL TÉRMICA	45	2,35	23,71	38,06	100
		PVK/12 - 2	0,20	1,97	-	100
		pvk/12 - 1	0,20	1,97	-	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A7	CARROCERÍAS	2/E-4	2,35	32,23	63,71	100
		2/M-4	2,35	32,16	63,69	100
		2/X-4	2,35	30,79	62,27	100
		2/DD11	2,90	27,20	38,55	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A8	CARROCERÍAS	2/E-10	2,35	30,91	69,76	100
		2/M-10	2,35	30,85	69,75	100
		2/X-10	2,35	22,90	56,75	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A9	MOTORES	V2A ANEXA	2,35	21,24	31,22	100
		V2A 1	-	-	-	-
		V2A 4	2,35	21,50	53,91	100
		DURATEC 8	2,35	21,77	59,47	100
		DURATEC 10	2,35	22,08	59,35	100
		DURATEC12	2,35	21,75	57,49	100
		DURATEC 13	2,35	23,04	31,78	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A10	MOTORES	V2A 1	2,35	-	-	-
		42C	3,65	33,44	53,83	100
		V2A 2	2,35	21,50	53,90	100
		V2A 3	2,35	21,49	53,00	100
		DURATEC 7	2,35	22,07	57,09	100
		DURATEC 9	2,35	21,74	57,04	100
		DURATEC 11	2,35	21,73	57,69	100
		DURATEC 14	2,35	21,26	57,61	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A11	PINTURAS + PETRIM	42B	2,35	22,67	32,94	100
		42E	-	-	-	-
		42EAnnex	2,90	30,04	41,56	100
		3/L13	2,35	22,31	30,64	100
		4CF15	2,35	23,68	33,56	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A12	MOTORES	V2A 5	-	-	-	-
		290	1,45	14,42	20,46	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A13	MTTO. CENTRAL	S/E 45 A1	2,35	22,65	33,40	100
		S/E 71	2,35	22,61	29,28	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A16	PETEC	3B/C04	2,90	29,27	39,41	100
		3B/G04	2,90	29,25	40,23	100
		3B/RECTIFIER	1,10	11,02	-	100
		42A	2,35	21,44	39,33	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
A17	BODY III	2B/NN14	2,35	32,87	43,52	100
		2B/NN2	2,35	33,23	44,32	100
		2B/NN07	2,35	32,54	42,74	100
		2B/BB07	2,35	32,61	42,86	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B2	MONTAJE	4/V12	2,35	21,58	29,81	100
		4/V4	2,90	27,59	38,35	100
		4/J4	2,35	21,54	32,41	100
		4/J12	2,35	21,51	28,77	100
		4/D15	2,35	21,71	27,83	100
		4/F23	2,35	21,47	30,65	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B3	PINTURAS + PETRIM	3/G7	3,65	33,27	35,92	100
		3/L4	3,50	35,61	49,56	100
		3/H1	3,65	33,23	37,81	100
		40c	2,35	23,71	30,34	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B4	40B+Ed. 3+5A	51	2,35	21,63	28,69	100
		3/M7	2,35	22,56	32,10	100
		3/M6	3,65	30,16	42,40	100
		42	2,35	21,57	31,08	100
		Carrier	0,15	1,20	-	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B5	PRENSAS	1/G21	2,90	29,61	39,95	100
		1/J21	2,90	29,63	43,52	100
		1/H26	2,90	29,59	38,38	100
		1/R20	2,35	23,59	37,57	100
		54	2,35	23,74	30,78	100
		1/T21	2,90	27,21	37,35	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	I _{sd} (kA)	I _i (kA)	I _{cu} (kA)
B6	CENTRAL TÉRMICA	45	2,35	23,63	38,22	100
		ZH-15000.1	-	-	-	-
		ZH-15000.2	-	-	-	-
		ZR-6	-	-	-	-

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	I _{sd} (kA)	I _i (kA)	I _{cu} (kA)
B7	CARROCERÍAS	2/E-4	2,35	30,79	40,11	100
		2/M-4	2,35	30,74	61,42	100
		2/X-4	2,35	30,69	61,41	100
		2/DD11	2,90	27,12	40,11	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	I _{sd} (kA)	I _i (kA)	I _{cu} (kA)
B8	CARROCERÍAS	2/E-10	2,35	30,81	41,18	100
		2/M-10	2,35	30,76	67,24	100
		2/X-10	2,35	30,71	67,26	100
		2/AA14	2,35	33,33	44,82	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	I _{sd} (kA)	I _i (kA)	I _{cu} (kA)
B9	PINTURAS + PETRIM	42B	2,35	21,63	32,36	100
		42E Annex	2,90	29,57	43,13	100
		3/L13	2,35	22,55	31,82	100
		4C/F15	2,35	23,56	33,51	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	I _{sd} (kA)	I _i (kA)	I _{cu} (kA)
B10	MOTORES	V2A ANEXA	2,35	21,18	32,83	100
		V2A 1	2,35	21,46	49,37	100
		V2A 3	2,35	21,45	53,82	100
		V2A 6	2,35	21,44	53,46	100
		DURATEC 8	2,35	21,72	56,00	100
		DURATEC 13	2,35	22,98	30,67	100
		DURATEC 14	3,65	31,31	30,50	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B11	MOTORES	V2A 2	2,35	21,51	49,38	100
		V2A 4	2,35	21,50	53,44	100
		V2A 5	2,35	22,43	54,14	100
		300	1,45	14,88	19,23	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B12	MOTORES	V2A 1	-	-	-	-
		42C	3,65	32,88	52,67	100
		DURATEC 7	2,35	21,68	55,98	100
		DURATEC 9	2,35	21,67	58,87	100
		DURATEC 11	2,35	21,97	58,97	100
		DURATEC 12	2,35	21,95	58,70	100
		DURATEC 10	2,35	21,63	58,68	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B13	MTTO. CENTRAL	S/E 45 A1	0,20	1,93	-	100
		S/E 71	2,35	22,52	29,28	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B16	PETEC	3B/C04	2,90	29,52	41,10	100
		3B/G04	2,90	29,35	38,75	100
		3B/RECTIFIER	1,00	9,32	-	100

Línea	Edificio	C.T.	SISTEMA A			
			Lado baja			
			Ir (kA)	Isd (kA)	Ii (kA)	Icu (kA)
B17	BODY III	2B/NN14	2,35	32,72	44,22	100
		2B/NN2	2,35	33,00	44,42	100
		2B/NN07	2,35	31,98	42,16	100
		2B/BB07	2,35	32,53	42,81	100

Tabla 11: Regulaciones aplicando condiciones del reglamento para las intensidades de cortocircuito calculadas

1.5.3. Regulaciones en baja aplicando selectividad con media tensión

Para conseguir que dispare primero el interruptor de baja tensión de un centro de transformación su curva de disparo tiene que estar por debajo en todo momento respecto a la de media tensión. En el caso de la factoría la curva del interruptor de media tensión es fija, y para conseguir la selectividad se tienen las siguientes configuraciones para el interruptor de baja tensión.

Potencia trafo.	I_r (A)	t_r (s)	I_{sd} (A)	t_{sd} (s)	I_i (A)
1.000 kVA	1.443	2	6.022	0,2	11.393
1.600 kVA	2.309	2	9.518	0,2	18.008
2.000 kVA	2.886	2	12.044	0,2	22.785
2.200 kVA	3.451	2	13.193	0,2	23.283
2.500 kVA	3.608	2	14.957	0,2	28.298

Tabla 12: Regulaciones interruptor de baja tensión

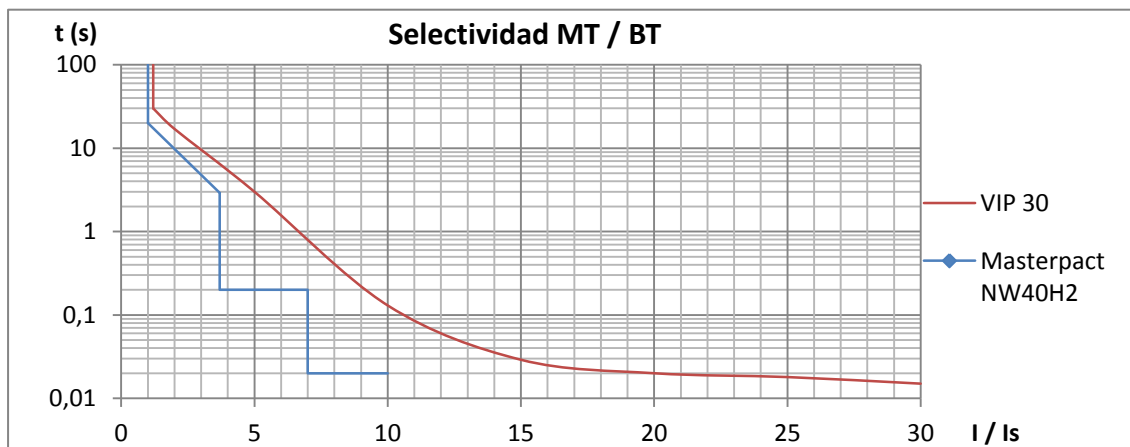


Figura 9: Selectividad MT / BT

1.5.4. Regulaciones en media tensión aplicando selectividad con baja tensión

La curva de disparo del interruptor automático de media tensión es fija y solo se puede regular un punto, I_s , a partir de este parámetro la curva queda definida.

Potencia del transformador (kVA)	I_s (A)
1.000 kVA	31
1.600 kVA	49
2.000 kVA	62
2.200 kVA	68
2.500 kVA	77

Tabla 13: Regulaciones interruptor media tensión



1.6. CONCLUSIONES

- Los cortocircuitos de menor valor son el unipolar a tierra en media tensión y el bipolar aislado en baja tensión.
- En media tensión la reactancia de puesta a tierra limita el valor de corriente de cortocircuito mínima por debajo del 10% de la corriente de cortocircuito máxima.
- La impedancia directa del canalis es despreciable, pero la homopolar no. Cuanto menor sea la intensidad nominal del canalis, más relevante será su impedancia.
- Las corrientes de cortocircuito mínimas no son las más restrictivas para realizar la regulación de los parámetros de los interruptores automáticos de baja tensión.
- La selectividad entre la protección de media y baja tensión en los centros de transformación es la más restrictiva a la hora de configurar los parámetros de disparo.



2. CÁLCULOS

2.1. CONCEPTOS PREVIOS

- Impedancia referida a una tensión.

Al haber distintos niveles de tensión por pasar la línea por transformadores, habrá también distintos valores de las impedancias en función de la tensión. Entonces, según para qué punto se esté realizando el cálculo de cortocircuito la impedancia tendrá un valor u otro.

Para calcular el valor de la impedancia referida al nivel eléctrico del lado de baja tensión se utiliza la siguiente expresión:

$$Z_{BT} = Z_{AT} \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 \quad (1)$$

Donde

Z_{BT}	<i>Impedancia del lado de baja tensión</i>
Z_{AT}	<i>Impedancia del lado de alta tensión</i>
U_{BT}	<i>Tensión del nivel del lado de baja tensión</i>
U_{AT}	<i>Tensión del lado de alta tensión</i>

- Factor de tensión “c”

La norma UNE 60909:0 introduce este factor que tiene en cuenta la diferencia existente entre la f.e.m. inicial E'' y la tensión de servicio de la red en el punto de cortocircuito.

Tensión nominal U_n	Factor de tensión c para el cálculo de	
	las corrientes de cortocircuito máximas $c_{\max}^{1)}$	las corrientes de cortocircuito mínimas c_{\min}
Baja tensión 100 V a 1 000 V (Tabla 1 de la Norma CEI 60038)	1,05 ³⁾ 1,10 ⁴⁾	0,95
Media tensión > 1 kV a 35 kV (Tabla 3 de la Norma CEI 60038)	1,10	1,00
Alta tensión²⁾ > 35 kV (Tabla 4 de la Norma CEI 60038)		

1) $c_{\max} U_n$ no debería exceder de la tensión más elevada para el material U_m de los sistemas de potencia.
2) Si no está definida la tensión nominal se debería aplicar: $c_{\max} U_n = U_m$ o $c_{\max} U_n = 0,9 \times U_m$.
3) Para sistemas de baja tensión con una tolerancia de +6%, por ejemplo sistemas renombrados de 380 V a 400 V.
4) Para sistemas de baja tensión con una tolerancia de +10%.

Tabla 14: Tabla de factor de tensión “c”

2.2. REGÍMENES DE TIERRA

➤ Puesta a tierra

Toda conexión metálica directa, sin fusible ni protección alguna, entre un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con la finalidad de que no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descargas de origen atmosférico.

➤ Masa

Es cualquier parte conductora accesible de un aparato o instalación eléctrica, que en condiciones normales está aislado de las partes activas, pero que es susceptible de ser puesto bajo tensión como consecuencia de un fallo en las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento.

En la factoría se utilizan dos regímenes de tierra que son los siguientes.

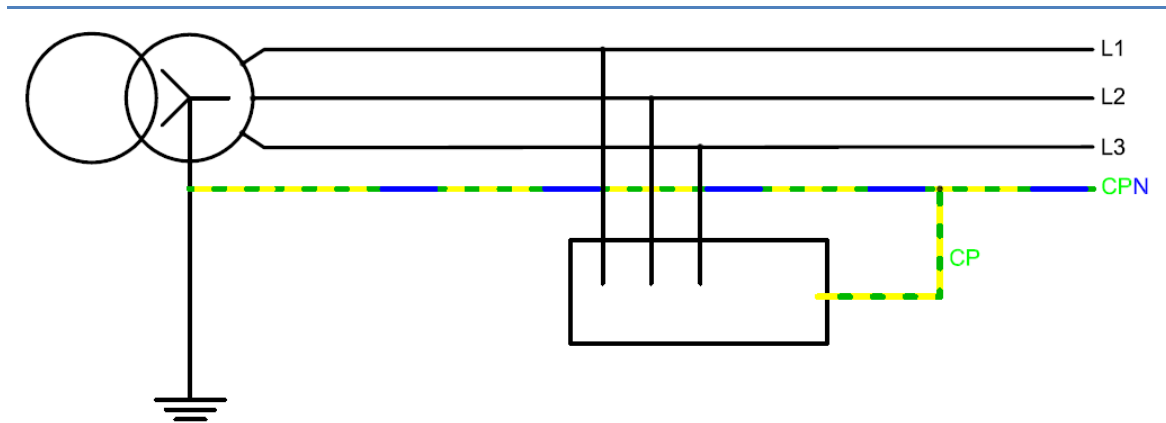


Figura 10: Esquema régimen a tierra TN-C

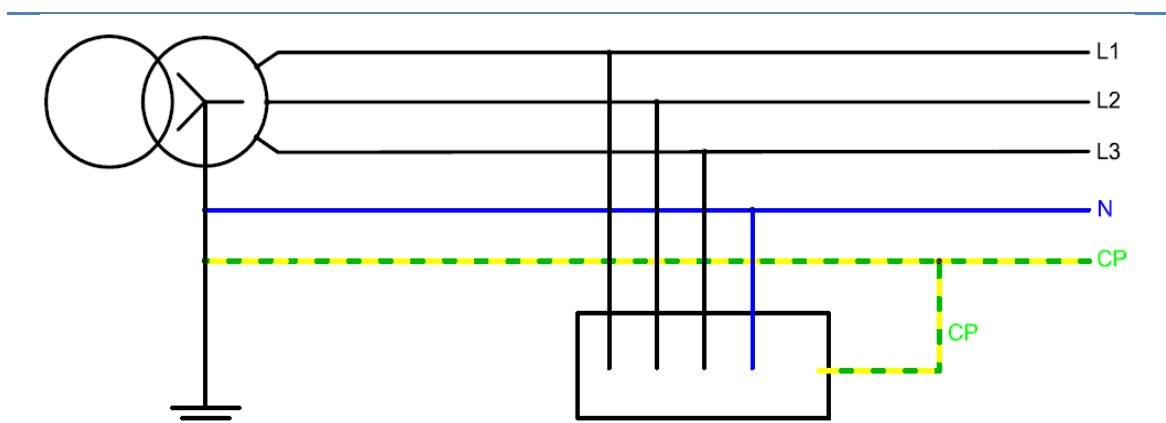


Figura 11: Esquema régimen a tierra TN-S

Características principales:

Esquema TN:

- Requiere la instalación de electrodos de tierra a intervalos regulares en toda la instalación.
- Requiere que la comprobación inicial del disparo eficaz al producirse el primer defecto de aislamiento se lleve a cabo mediante cálculos durante la fase de diseño, seguidos de mediciones obligatorias para confirmar el disparo durante la puesta en marcha.
- Requiere que un instalador cualificado diseñe y lleve a cabo cualquier modificación o ampliación.
- Puede causar, en caso de defectos de aislamiento, daños más graves a los devanados de las máquinas giratorias. Puede representar, en instalaciones que presentan un riesgo de incendio, un peligro mayor debido a las corrientes de defecto más altas.

En concreto para el esquema TN-C:

- Requiere el uso de conductores fijos y rígidos.
- Está prohibido en determinados casos:
 - Instalaciones que presentan un riesgo de incendio.
 - Para equipos informáticos (presencia de corrientes armónicas en el conductor neutro).

Además, el esquema TN-S:

- Puede utilizarse incluso con conductores flexibles y conductos pequeños.
- Debido a la separación entre el neutro y el conductor de protección, proporciona un PE limpio (para sistemas informáticos e instalaciones que presentan riesgos especiales).

2.3. CORTOCIRCUITOS

2.3.1. Hipótesis de cálculo

El cálculo de las corrientes máximas y mínimas se basa en las siguientes simplificaciones.

- Durante la duración del cortocircuito no hay cambio en el tipo de cortocircuito involucrado.
- Durante la duración del cortocircuito no hay cambio en la red involucrada.
- No se tienen en cuenta las resistencias de arco.
- Se desprecian todas las capacidades de la línea, admitancias en derivación y cargas no rotativas, excepto en el sistema homopolar.

Cuando se calculan corrientes de cortocircuito en sistemas con diferentes niveles de tensión, es necesario transferir los valores de las impedancias de un nivel de tensión a otro; normalmente a aquel nivel de tensión en el que se calcula la corriente de cortocircuito.

2.3.2. Métodos de cálculo

- Fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito.

Este método de cálculo está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. Las redes de alimentación, así como las máquinas síncronas y asíncronas se reemplazan por sus impedancias internas. En este método no se consideran las admitancias en paralelo, como por ejemplo, las capacidades de línea y las cargas pasivas.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito se reduce entonces al cálculo de la impedancia Z_{cc} , impedancia equivalente a todas las impedancias (de la fuente y las líneas) recorridas por la Icc desde el generador hasta el punto donde se produce el cortocircuito.

- Aplicación de las componentes simétricas.

El método se basa en la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas, el sistema directo, inverso y homopolar.

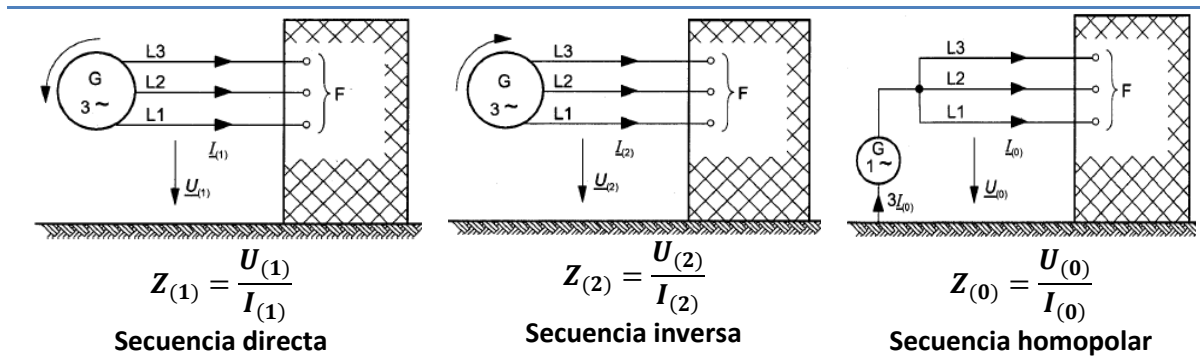


Figura 12: Esquema de la secuencia directa, inversa y homopolar

En este método se tendrán en cuenta las capacitancias homopolares de las líneas y sus admitancias para sistemas de media o alta tensión con neutro aislado, tierra resonante y neutro de puesta a tierra con un factor de falta a tierra superior a 1,4. En nuestro caso se despreciarán, lo que conlleva un valor ligeramente superior al real.

El valor de la impedancia inversa es igual al de la impedancia directa en el caso de que en el circuito a analizar no haya máquinas rotativas, o se puede considerar también que son iguales cuando están alejados del alternador.

El valor homopolar solo intervendrá como se puede ver en la figura cuando haya un hilo de retorno, es decir, cuando haya neutro, puesta a tierra o algún otro elemento conductor que permita el retorno.

2.3.3. Corrientes de cortocircuito mínimas

Condiciones de cálculo:

- Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito mínimas, se deberá aplicar el factor de tensión c_{\min} de acuerdo con la tabla 9.
- Se elige la configuración del sistema y la mínima contribución de las centrales y redes de alimentación que conducen al valor mínimo de la corriente de cortocircuito en el punto de defecto. Es decir, no se tiene en cuenta ningún acoplamiento y además se toma como punto de defecto el final de la línea.
- Los motores no son considerados en el cálculo.
- Las resistencias, R_L , de las líneas (líneas aéreas y cables, conductores de fase y conductores de neutro) se deberán introducir a una temperatura más alta.

$$R_L = [1 + \alpha \cdot (\theta_e - 20^\circ\text{C})] \cdot R_{L20} \quad (2)$$

$$R_{L20} = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad (3)$$

Donde

R_{L20} es la resistencia a una temperatura de 20°C .

θ_e es la temperatura del conductor en grados Celsius al final de la duración del cortocircuito.

α es un factor igual a $0,004 / \text{K}$, válido con suficiente precisión para la mayoría de las aplicaciones prácticas en el caso del cobre, del aluminio y de las aleaciones del aluminio.

ρ es la conductividad del material del cable.

L es la longitud de la línea.

S es la sección transversal del cable.

2.3.4. Tipos de cortocircuitos

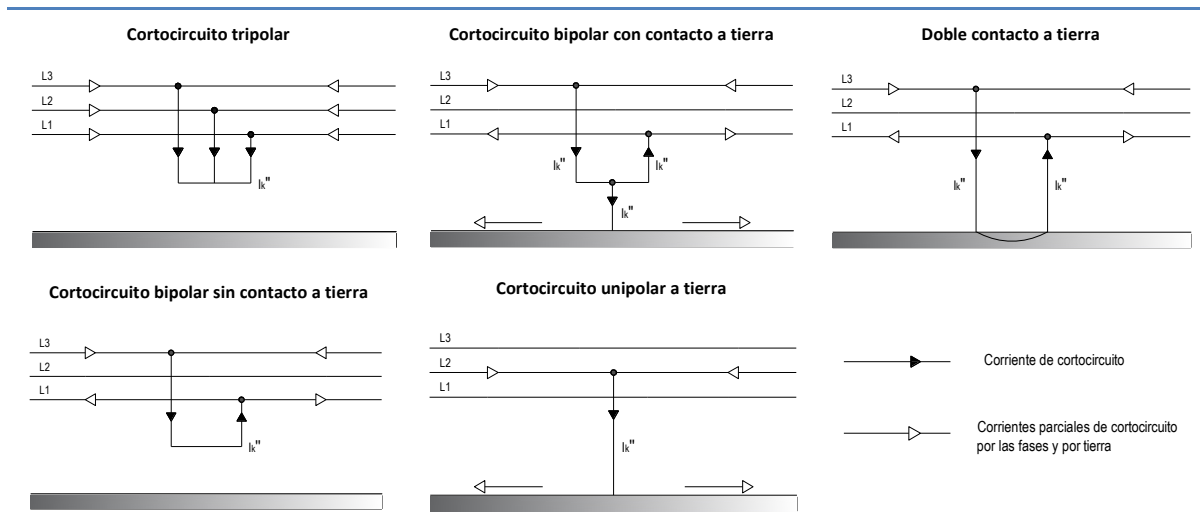


Figura 13: Tipos de cortocircuitos

2.3.5. Justificación tipo de cortocircuito a calcular

Después de ver qué tipos de cortocircuitos hay, solo queda saber cuál es el que produce menor intensidad en cortocircuito. Lo primero a comprobar es el régimen de tierras de la factoría, pues un régimen IT no permitiría un defecto a tierra, dejando de lado las opciones que van a tierra. Puesto que es un régimen de tipo TN-C en su gran mayoría o TN-S en algunos casos, entran en consideración todos los tipos de cortocircuito excluyendo el doble contacto a tierra que solo ocurre con neutro aislado o con puesta a tierra resonante.

➤ Media tensión

En media tensión los transformadores A, B y C tienen una reactancia de puesta a tierra que limita hasta 500 A, lo que conlleva una reactancia de valor de 25,4 ohmios. Este hecho hace que cualquier defecto a tierra esté muy limitado ya que el valor predominante en los cálculos será esta reactancia, dejando los cortocircuitos a tierra como los de menor valor.

En cuanto a los cortocircuitos de mayor valor quedan descartados los que hacen contacto con tierra por la limitación de la reactancia de puesta a tierra, por lo que solo se analizan el tripolar y el bipolar, pero se puede demostrar que el bipolar sin contacto a tierra tiene una relación de $\sqrt{3}/2$ veces el tripolar.

Teniendo esto en cuenta se concluye que el cortocircuito de mayor valor en media tensión es el tripolar y el de menor valor es el unipolar a tierra.

➤ Baja tensión²

Despreciando impedancia del canalis.

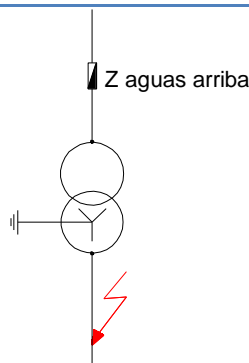
Esto conlleva que solo se tenga en consideración el transformador en la parte homopolar del cálculo al aplicar el método de las componentes simétricas. Al suceder esto el cortocircuito a tierra no queda demasiado limitado, disminuiría su valor en gran medida en el reparto de energía donde sí se tendrían en cuenta los cables de distribución, que son los que mayor relevancia tienen en la parte homopolar.

Comprobando mediante cálculos en un centro de transformación bajo una misma situación los distintos cortocircuitos posibles se ve que no es el unipolar el de menor valor. Si realizara el estudio mediante el método de impedancias el valor de I''_{k1} , I''_{k2} e I''_{k3} tendrían el mismo valor.

C.T. 51	Contacto entre fases		Contacto a tierra		
	bipolar	Tripolar	Unipolar	Bipolar	Doble contacto
Lado de alta	7,59	8,76	1,19	7,57	No es posible
Lado de baja	27,04	31,22	32,02	31,69	No es posible

Tabla 15: Valores tipos de cortocircuito actuando en misma situación despreciando canalis.

Para justificar el tipo de cortocircuito en baja tensión se analiza la siguiente situación.



$$Z_1 = Z_{TRAFO} + Z_{AGUAS ARRIBA} \text{ (nivel secundario)}$$

$$Z_0 = Z_{TRAFO} \text{ (valor homopolar)}$$

Figura 14: Esquema unifilar reducido cortocircuito en baja tensión

Igualando la ecuación de cortocircuito unipolar y la de tripolar de las componentes simétricas se puede sacar la siguiente relación.

$$\overrightarrow{I''_{k1}} = \frac{3}{2 + \frac{Z_0}{Z_1}} \overrightarrow{I''_{k3}} \quad (4)$$

Esto demuestra que:

$Z_0 > Z_1$	$Z_0 = Z_1$	$Z_0 < Z_1$
$I''_{k3} > I''_{k1}$	$I''_{k3} = I''_{k1}$	$I''_{k3} < I''_{k1}$

Tabla 16: Valor de I''_{k1} y I''_{k3} en función de la relación de Z_0 y Z_1

² Este apartado se complementa con los puntos 2.5.1. y 2.5.2.

Se considera que la relación homopolar del transformador respecto de la directa es de valor uno debido al tipo de conexión del transformador, es decir, la impedancia homopolar y directa del transformador serán del mismo valor. Entonces se podría tener la opción $I''_{k3} = I''_{k1}$ si se desprecia la impedancia del canalis y la de aguas arriba del transformador.

Despreciando impedancia aguas arriba y canalis.

Comprobando mediante cálculos en un centro de transformación bajo una misma situación los distintos cortocircuitos posibles se muestran los resultados esperados.

C.T. 51	Contacto entre fases		Contacto a tierra		
	bipolar	Tripolar	Unipolar	Bipolar	Doble contacto
Lado de alta	7,59	8,76	1,19	7,57	No es posible
Lado de baja	29,23	33,75	33,75	33,75	No es posible

Tabla 17: Valores tipos de cortocircuito despreciando impedancias

Si se analiza teniendo en cuenta el método de las impedancias sabiendo que es un esquema TN-C donde el neutro y la tierra son el mismo cable se tiene el siguiente esquema.

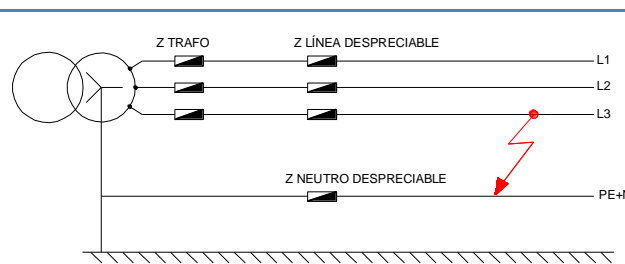


Figura 15: Esquema cortocircuito unipolar en la parte de baja tensión

Si se analiza el cortocircuito unipolar a tierra, o a neutro, se comprueba que tiene el mismo valor que el tripolar. Entran en consideración las mismas impedancias. Justo lo esperado, como se ha visto en la demostración anterior para el análisis de las componentes simétricas.

Sin despreciar impedancias

También se podría tener otra posibilidad que es $I''_{k2} < I''_{k1} < I''_{k3}$ si no se desprecian las impedancias, aunque solo será ligeramente inferior a la tripolar porque el valor de la impedancia del canalis solo es hasta barras de 400 V, que son aproximadamente 5 m.

C.T. 51	Contacto entre fases		Contacto a tierra
	bipolar	Tripolar	Unipolar
Lado de alta	7,59	8,76	1,19
Lado de baja	26,61	30,73	28,98

Tabla 18: Valores tipo cortocircuito sin despreciar impedancias

En el momento que el neutro no fuera despreciable, es decir, una vez se analizan cortocircuitos en las líneas de reparto se tendría como I_{cc} mín. el unipolar. Si el canalis fuera de una longitud de 10 m el cortocircuito unipolar sería inferior, o si el canalis fuera de 1250 A de nominal o inferior también sería el unipolar el de menor valor. La tabla que se muestra es para un canalis de 2500 A que es el que mayor valor de impedancia hay en la factoría.

2.3.6. Cortocircuito unipolar a tierra

Como el propio nombre indica, el cortocircuito es producido cuando una de las fases hace contacto con tierra.

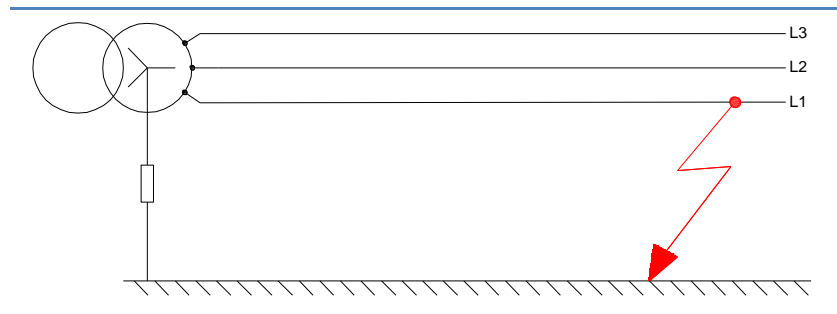


Figura 16: Cortocircuito unipolar a tierra

En el caso de la figura (16) en el que "L1" está en contacto con tierra, las fases tendrían las siguientes características.

$$\vec{U}_{L1} = 0 \quad \vec{I}_{L2} = 0 \quad \vec{I}_{L3} = 0 \quad (5)$$

En "L1" se produciría una corriente de cortocircuito y en las otras dos fases llegarían a una tensión muy elevada.

El esquema equivalente para el cálculo del cortocircuito tiene en cuenta todas las secuencias, la directa, inversa y homopolar.

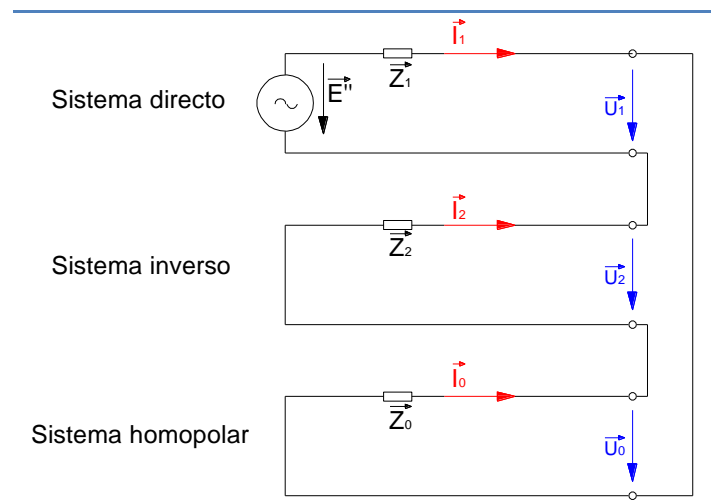


Figura 17: Esquema de circuito para un cortocircuito unipolar a tierra

Con

$$\vec{I}''_{k1} = 3 \frac{E''}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2 + \vec{Z}_0} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_N}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2 + \vec{Z}_0} \quad (6)$$

Aunque como se ha dicho anteriormente la norma UNE introduce un factor de tensión “c” que se aplicaría a la corriente de cortocircuito, siendo entonces. Además, en los casos a analizar de la factoría el valor de la impedancia de secuencia directa y la inversa tienen el mismo valor.

$$\vec{I}''_{k1} = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U_N}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2 + \vec{Z}_0} = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U_N}{2 \cdot \vec{Z}_1 + \vec{Z}_0} \quad (7)$$

2.3.7. Cortocircuito bipolar

El cortocircuito es producido cuando hay un contacto entre dos fases, y en ningún momento tiene contacto a tierra.

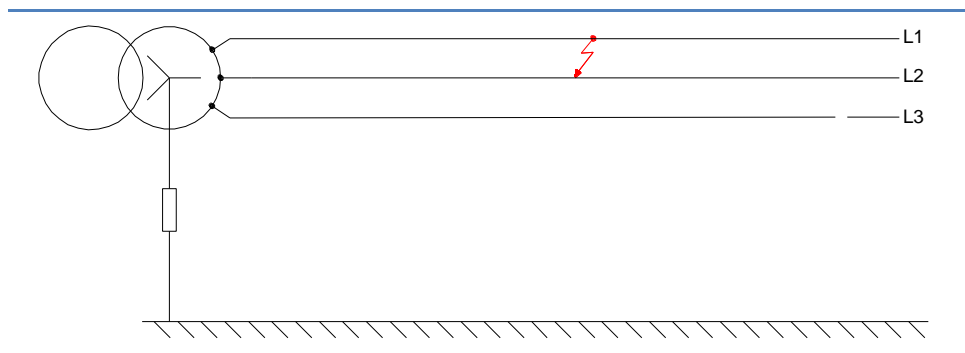


Figura 18: Cortocircuito bipolar

En el caso de la figura (17) en el que “L1” y “L2” están en contacto, las fases tendrían las siguientes características.

$$\vec{U}_{L1} = 0 \quad \vec{U}_{L2} = 0 \quad \vec{I}_{L3} = 0 \quad (8)$$

En “L1” y “L2” se produciría una corriente de cortocircuito y en la otra fase llegarían a una tensión muy elevada.

El esquema equivalente para el cálculo del cortocircuito tiene en cuenta la secuencia directa e inversa.

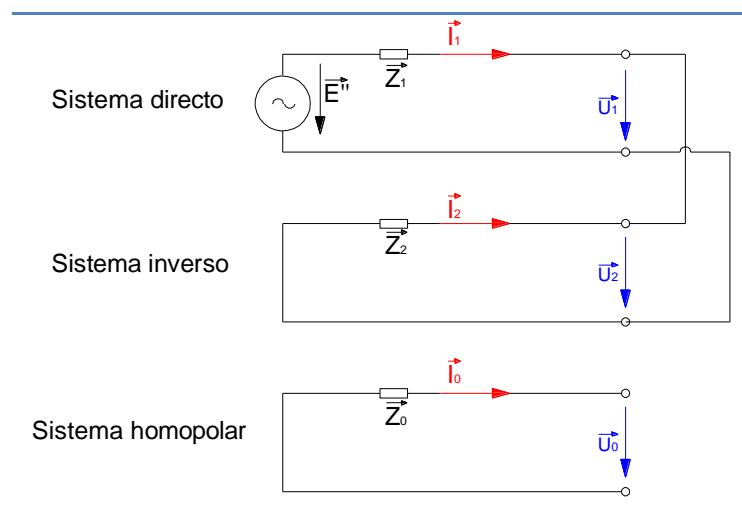


Figura 19: Esquema de circuito para un cortocircuito bipolar

Con

$$\vec{I}''_{k2} = \frac{\sqrt{3} \cdot E''}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2} = \frac{U_N}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2} \quad (9)$$

Aunque como se ha dicho anteriormente la norma UNE introduce un factor de tensión “c” que se aplicaría a la corriente de cortocircuito, siendo entonces. Además, en los casos a analizar de la factoría el valor de la impedancia de secuencia directa y la inversa tienen el mismo valor.

$$\vec{I}''_{k2} = \frac{c \cdot U_N}{2 \cdot \vec{Z}_1} \quad (10)$$

2.4. CÁLCULO DE IMPEDANCIAS

2.4.1. Redes de alimentación

En toda acometida se puede calcular su impedancia si se conoce su potencia de cortocircuito. En el caso de la acometida de 132 kV, la potencia de cortocircuito es facilitada por la compañía Iberdrola.

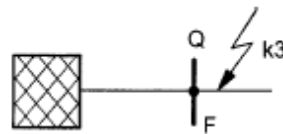


Figura 20: Esquema cálculo de impedancia de una red

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ}} \quad (11)$$

Donde

U_{nQ} es la tensión nominal del sistema en el punto de conexión Q.

I''_{kQ} es la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el punto de conexión Q.

c es el factor de tensión para la tensión U_{Nq} .

En el caso de la factoría, se tienen dos líneas aéreas que la alimentan, por lo que se tendrá también dos potencias de cortocircuito. Los cálculos se efectuarán con la factoría alimentada por la línea B, donde la impedancia de la acometida es mayor.

2.4.2. Transformadores

- Dos devanados.

Las impedancias de cortocircuito de secuencia directa de los transformadores de dos devanados se pueden calcular a partir de los datos del transformador.

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} \quad (12)$$

$$R_T = \frac{u_{Rr}}{100} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} = \frac{P_{krT}}{3 \cdot I_{rT}^2} \quad (13)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (14)$$

Donde

U_{rT} es la tensión asignada del transformador en el lado de alta o baja tensión.

I_{rT} es la corriente asignada del transformador en el lado de alta o baja tensión.

S_{rT} es la potencia aparente asignada del transformador.

P_{krT} son las pérdidas totales del transformador en los devanados de la corriente asignada.

u_{kr} es la tensión de cortocircuito en tanto por ciento a la corriente asignada.

u_{Rr} es la componente resistiva asignada en tanto por ciento de la tensión de cortocircuito.

- Transformador de tres devanados.

En el caso de transformadores de tres devanados, las impedancias de cortocircuito directas se pueden calcular a partir de las impedancias de cortocircuito.

$$\bar{Z}_{AB} = \left(\frac{u_{RrAB}}{100} \cdot j \frac{u_{XrAB}}{100} \right) \cdot \frac{U_{rTA}^2}{S_{rTAB}} \quad (\text{lado C abierto}) \quad (15)$$

$$\bar{Z}_{AC} = \left(\frac{u_{RrAC}}{100} \cdot j \frac{u_{XrAC}}{100} \right) \cdot \frac{U_{rTA}^2}{S_{rTAC}} \quad (\text{lado B abierto}) \quad (16)$$

$$\bar{Z}_{BC} = \left(\frac{u_{RrBC}}{100} \cdot j \frac{u_{XrBC}}{100} \right) \cdot \frac{U_{rTA}^2}{S_{rTBC}} \quad (\text{lado A abierto}) \quad (17)$$

Con

$$u_{Xr} = \sqrt{u_{kr}^2 - u_{Rr}^2} \quad (18)$$

Siendo la impedancia de cada devanado

$$\bar{Z}_A = \frac{1}{2}(\bar{Z}_{AB} + \bar{Z}_{AC} - \bar{Z}_{BC}) \quad (19)$$

$$\bar{Z}_B = \frac{1}{2}(\bar{Z}_{BC} + \bar{Z}_{AB} - \bar{Z}_{AC}) \quad (20)$$

$$\bar{Z}_C = \frac{1}{2}(\bar{Z}_{AC} + \bar{Z}_{BC} - \bar{Z}_{AB}) \quad (21)$$

Donde

- S_{rTAB} es la potencia asignada entre los lados A y B
- S_{rTAC} es la potencia asignada entre los lados A y C
- S_{rTBC} es la potencia asignada entre los lados B y C
- U_{RrAB}, U_{XrAB} , Son las componentes resistiva y reactiva asignadas de la tensión de cortocircuito, dadas en tanto por ciento, entre los lados A y B.
- U_{RrAC}, U_{XrAC} , Son las componentes resistiva y reactiva asignadas de la tensión de cortocircuito, dadas en tanto por ciento, entre los lados A y C.
- U_{RrBC}, U_{XrBC} , Son las componentes resistiva y reactiva asignadas de la tensión de cortocircuito, dadas en tanto por ciento, entre los lados B y C.

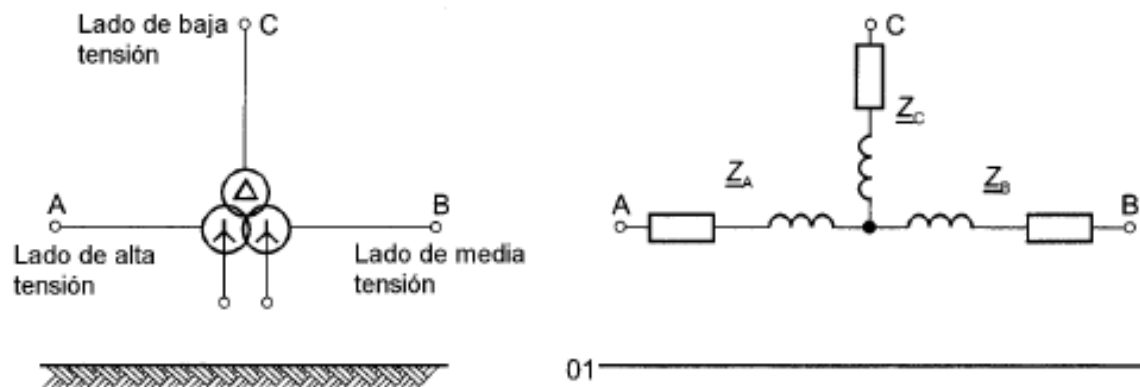


Figura 21: Esquema de impedancias de transformador de tres devanados

2.4.3. Líneas

La impedancia de cortocircuito de secuencia directa se puede calcular a partir de los datos del conductor, tales como la sección y las distancias entre ejes de conductores siguiendo la norma UNE 60909.

En el caso de este proyecto los datos de los cables de la factoría han sido obtenidos a través de la lectura de informes facilitados por Ford, a excepción de la impedancia homopolar que se ha estimado con una relación respecto a la impedancia directa.

En el caso de la resistencia del cable, al estar calculando la intensidad de cortocircuito mínima, se ha tenido que aplicar la ecuación (3) y (4) para poder obtener su valor a una temperatura de cortocircuito.

Para la estimación del valor homopolar de los cables, como estos van de la subestación a los centros de transformación aislados en bandejas, y no líneas aéreas, su valor homopolar será por lo menos tres veces el de la secuencia directa. La estimación que se ha dado para todos los cables es de 4 veces la directa. Este valor no es muy relevante para el cálculo, ya que el valor de impedancia de mayor peso es la reactancia de puesta a tierra para media tensión y un cambio en el valor homopolar de los cables apenas afectaría el resultado de la corriente de cortocircuito. En baja tensión no entra en consideración los cables en la parte homopolar como se verá en el siguiente apartado 2.5, y es por esto mismo por lo que no es necesario tener una alta precisión para este valor.

2.4.4. Reactancias limitadoras de cortocircuito

La factoría dispone de una reactancia limitadora por línea con el fin de reducir la potencia de cortocircuito. El valor de su impedancia está en serie con la red consiguiendo disminuir así la intensidad de cortocircuito.

$$Z_R = X_R = L\omega = 0,01687 \cdot 2\pi \cdot 50 = 0 + j 5,9998 \quad (22)$$

2.4.5. Condensadores

Los métodos de cálculo permiten no tener en cuenta las capacitancias de las líneas, las admitancias en paralelo, ni las cargas no giratorias a excepción hecha con las capacidades del sistema homopolar.

2.5. ESQUEMA EQUIVALENTE A RESOLVER DEL CORTOCIRCUITO.

En la obtención de las impedancias hay que tener muy en cuenta las condiciones de cálculo de la intensidad mínima de cortocircuito.

Se efectúan los cálculos con la configuración eléctrica de menor valor de cortocircuito. La configuración conlleva realizar el estudio suministrando desde la línea "B" y con los interruptores automáticos de los canales, que conectan los centros de transformación, abiertos.

Otra condición a tener en cuenta es el no tener en cuenta la inyección de corriente por parte de los motores. Al despreñar los motores se facilitan los cálculos, ahora solo será necesario tener en cuenta las impedancias hasta el punto de análisis, evitando así tener que hacer un circuito equivalente con todas las impedancias de las líneas.

Siguiendo estas directrices se tienen solo tres tipos de esquemas en la factoría para el cálculo de la impedancia directa. En los siguientes esquemas se van a ver representadas las impedancias de cada elemento a tener en cuenta para el cálculo. Teniendo en cuenta que en función del punto a analizar en el cálculo de cortocircuito se tomarán las impedancias referidas a un nivel eléctrico distinto.

➤ Esquema de la subestación

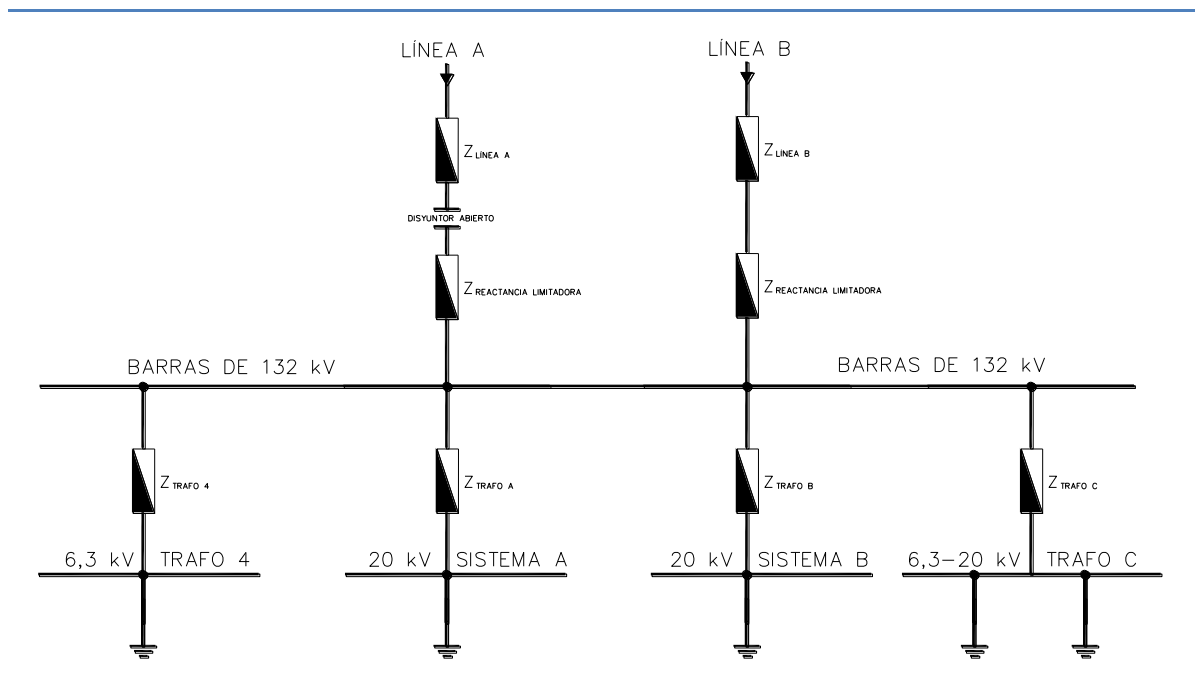


Figura 22: Esquema unifilar de impedancias de la subestación

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito mínima se alimenta por la línea B, por eso mismo el disyuntor de la línea A aparece abierto.

Para los dos siguientes esquemas, las líneas que van de la subestación a los centros de transformación, se habrá tenido que obtener la impedancia equivalente de la barra de la que cuelgue la línea a analizar. En el ejemplo representado de los siguientes esquemas es la

impedancia que va desde la línea B, teniendo en cuenta la potencia de cortocircuito que da Iberdrola, hasta el embarrado A. Esto equivaldría a la suma de la impedancia de la red, línea y transformador A.

➤ Esquema sin cabinas de reparto

Este tipo de esquema es el que más se encuentra. Al no haber cabina de reparto cada centro de transformación solo tiene una salida a otro centro. En el caso de cabinas de reparto de un centro de transformación sale más de una línea a distintos centros.

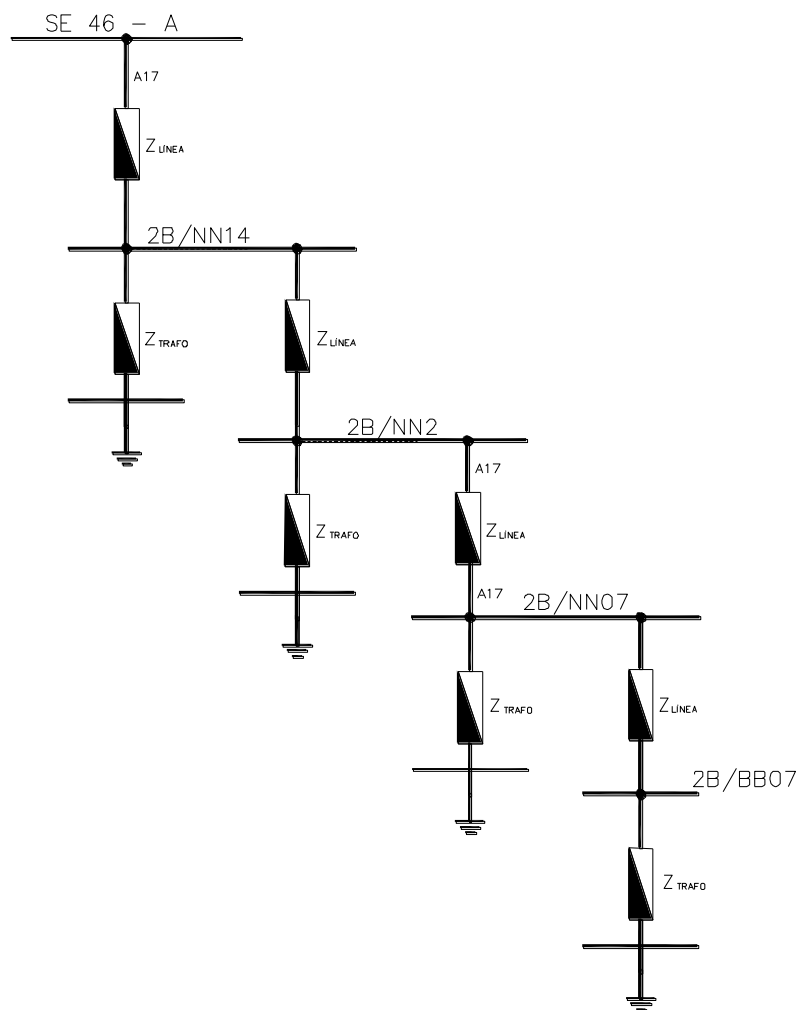


Figura 23: Esquema unifilar de impedancias de líneas sin cabina de reparto

➤ Esquemas con cabinas de reparto

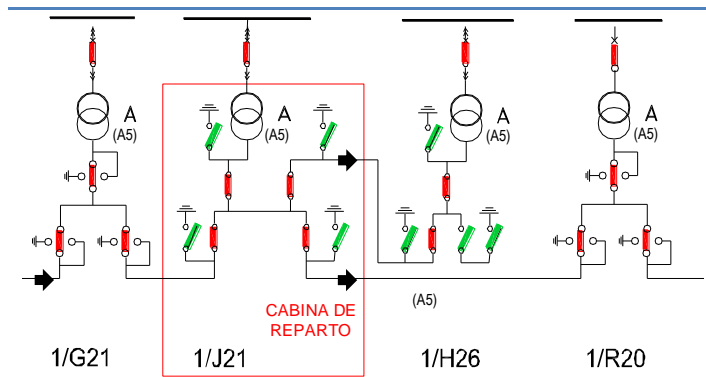


Figura 24: Representación de una cabina de reparto en esquema unifilar

Si en un centro de transformación existe una cabina de reparto el esquema tipo sería el siguiente.

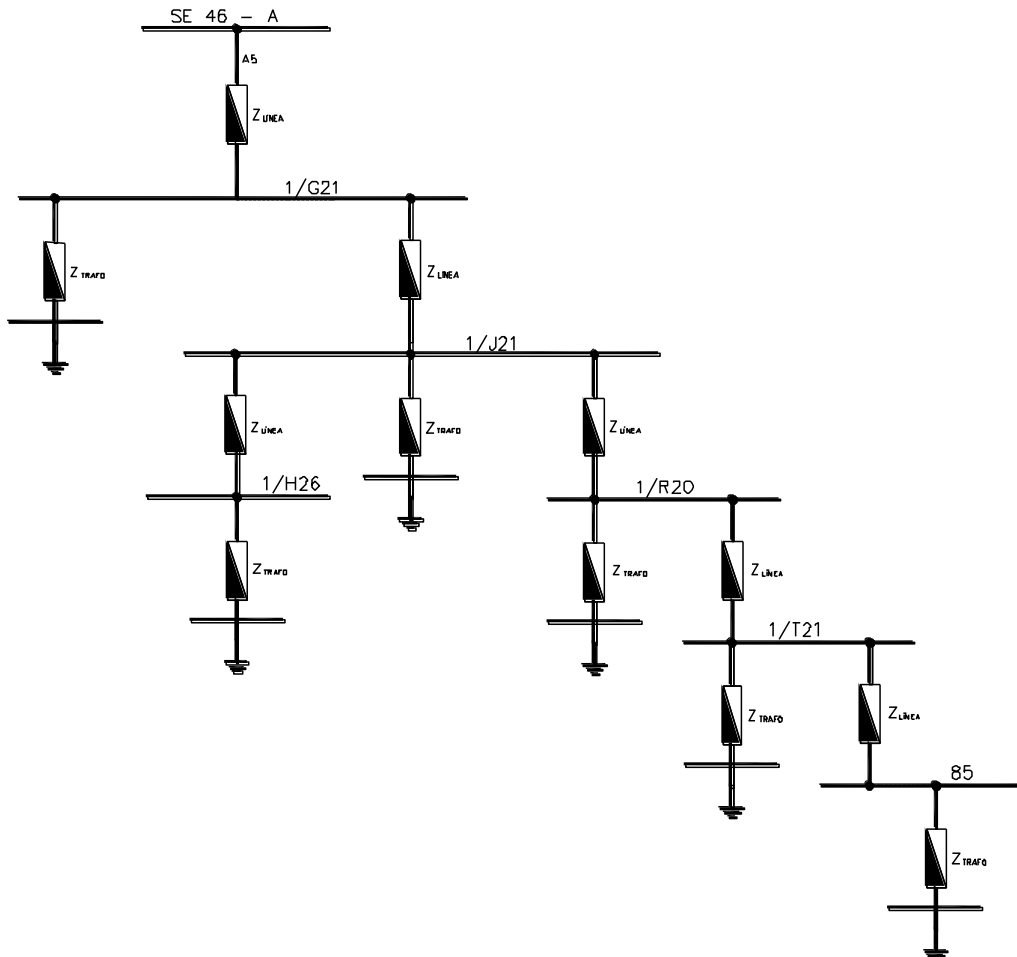


Figura 25: Esquema unifilar de impedancias de líneas con cabina de reparto

Resolviendo estos esquemas hasta el punto que se quiere analizar se obtiene la impedancia directa.

2.5.1. Cálculo impedancia directa

➤ Media tensión

Así quedaría el esquema para el análisis de un punto de alta tensión. Todas las impedancias referidas al secundario del transformador de la subestación que alimente.

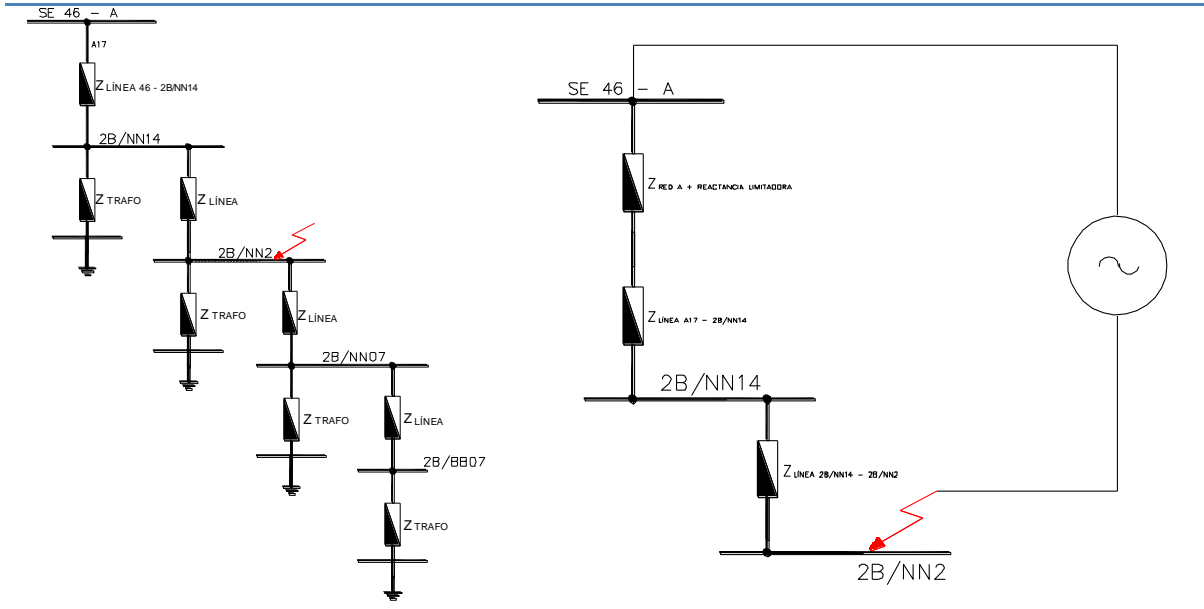


Figura 26: Circuito equivalente unifilar en media tensión

➤ Baja tensión

Así quedaría el esquema para el análisis de un punto de baja tensión. Todas las impedancias referidas al secundario del transformador del centro de transformación.

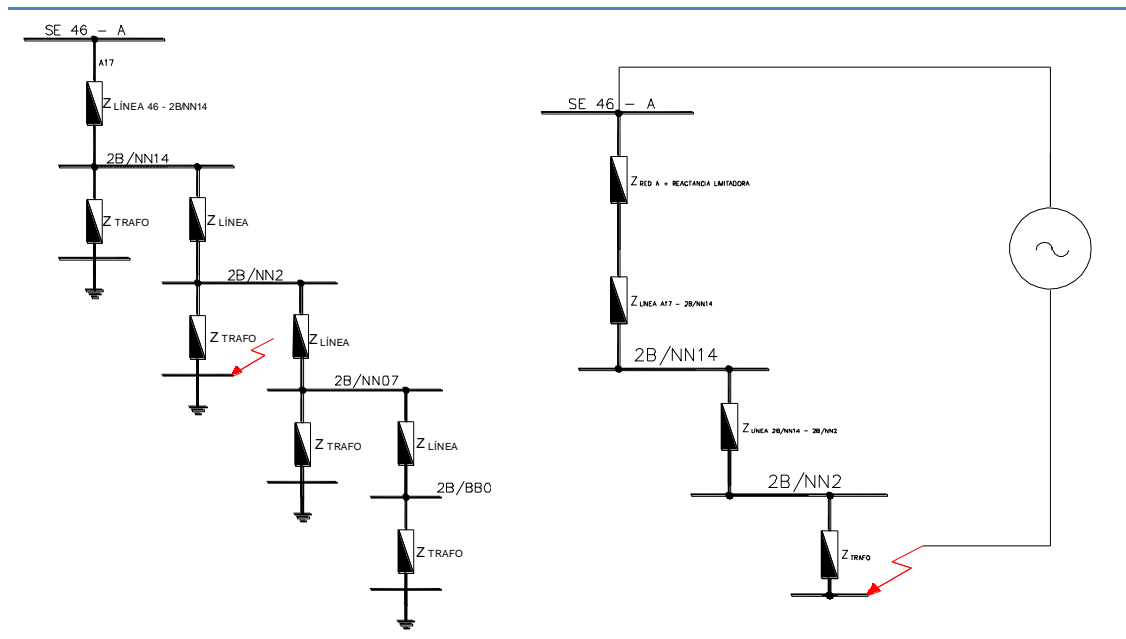


Figura 27: Circuito equivalente unifilar en baja tensión

Como el valor del canalis depende de su intensidad nominal y en cada centro de transformación hay uno distinto, se ha simplificado el cálculo de la impedancia directa despreciando el canalis porque como ya se ha visto en el apartado 2.3.5. la diferencia que aporta es mínima.

A continuación se deja una tabla con las características del canalis en función de su intensidad nominal para mostrar que los valores del canalis en la impedancia directa no son significativos. En la factoría están instalados desde 2500 a 4000 A, que son los que menor valor de impedancia tienen.

Characteristics of run sections													
General characteristics		Symbol	Unit	Busbar trunking rating (A)									
				800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000		
Compliance with standards				IEC/EN 61439-6									
Protection degree		IP		55 Any installation (indoors only) is possible for the busbar trunking: edgewise, flat or vertical. See test condition, page 164.									
Shock resistance		IK		08									
Nominal rated current at an ambient temperature of 35°C		I _{nc}	A	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000		
Rated insulation voltage		U _i	V	1000									
Rated operating voltage		U _e	V	1000									
Operating frequency		f	Hz	50 / 60 (for 60 to 400 Hz AC or for DC, consult us)									
Short-circuit current withstand													
Standard version 3L + PE													
Allowable rated short-time withstand current (t = 1 s)		I _{cw}	kA	31	50	50	65	110	113	86	90		
Allowable rated peak current		I _{pk}	kA	64	110	110	143	242	248	189	198		
Maximum thermal stress I ² t (t = 1 s)		I ² t	A ² s 10 ⁸	961	2500	2500	12100	12769	6400	7396	8100		
Ratings 2000 and 2500 A are equipped in standard version with side reinforcements.													
Conductor characteristics													
Phase conductors													
Average resistance at an ambient temperature of 20°C		R _{ph}	mΩ/m	0.079	0.057	0.046	0.035	0.028	0.023	0.017	0.014		
Average resistance at I _{nc} and at 35°C		R _i	mΩ/m	0.096	0.069	0.056	0.042	0.034	0.028	0.021	0.017		
Average reactance at I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz		X _i	mΩ/m	0.018	0.016	0.015	0.013	0.011	0.008	0.007	0.007		
Average impedance at I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz		Z _i	mΩ/m	0.097	0.071	0.058	0.044	0.035	0.029	0.022	0.018		
PE = casing													
Average resistance at an ambient temperature of 20°C			mΩ/m	0.203	0.178	0.164	0.143	0.126	0.113	0.093	0.080		
Casing (Equivalent copper cross-section)			mm ²	120	130	140	155	165	180	190	200		
Fault loop characteristics													
Symmetrical components method	Ph/PE at 20°C	Average resistance	R _{0 ph/PE}	mΩ/m	0.809	0.676	0.587	0.490	0.420	0.370	0.303	0.256	
		Average reactance	X _{0 ph/PE}	mΩ/m	0.762	0.586	0.478	0.364	0.286	0.231	0.170	0.131	
		Average impedance	Z _{0 ph/PE}	mΩ/m	1.111	0.895	0.757	0.610	0.508	0.436	0.347	0.288	
Impedance method	At 20°C	Average resistance	Ph/Ph	R _{0 ph/ph}	mΩ/m	0.160	0.115	0.097	0.073	0.059	0.051	0.038	0.031
			Ph/PE	R _{0 ph/PE}	mΩ/m	0.531	0.440	0.353	0.281	0.231	0.197	0.154	0.125
	At I _{nc} and at 35°C	Average resistance	Ph/Ph	R _{01 ph/ph}	mΩ/m	0.193	0.140	0.120	0.091	0.075	0.066	0.049	0.039
			Ph/PE	R _{01 ph/PE}	mΩ/m	0.641	0.535	0.438	0.348	0.292	0.252	0.197	0.160
	At I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz	Average reactance	Ph/Ph	X _{0 ph/ph}	mΩ/m	0.040	0.029	0.024	0.019	0.015	0.013	0.010	0.008
			Ph/PE	X _{0 ph/PE}	mΩ/m	0.426	0.329	0.275	0.212	0.170	0.141	0.106	0.084

Tabla 19: Características canalis

2.5.2. Cálculo impedancia homopolar

En el caso de la impedancia homopolar el esquema es distinto. La impedancia homopolar es la suma de las impedancias por las que circularía el cortocircuito unipolar a tierra. Para ello es necesario que haya una conexión a tierra por parte de los transformadores para que se pueda cerrar el cortocircuito

➤ Media tensión

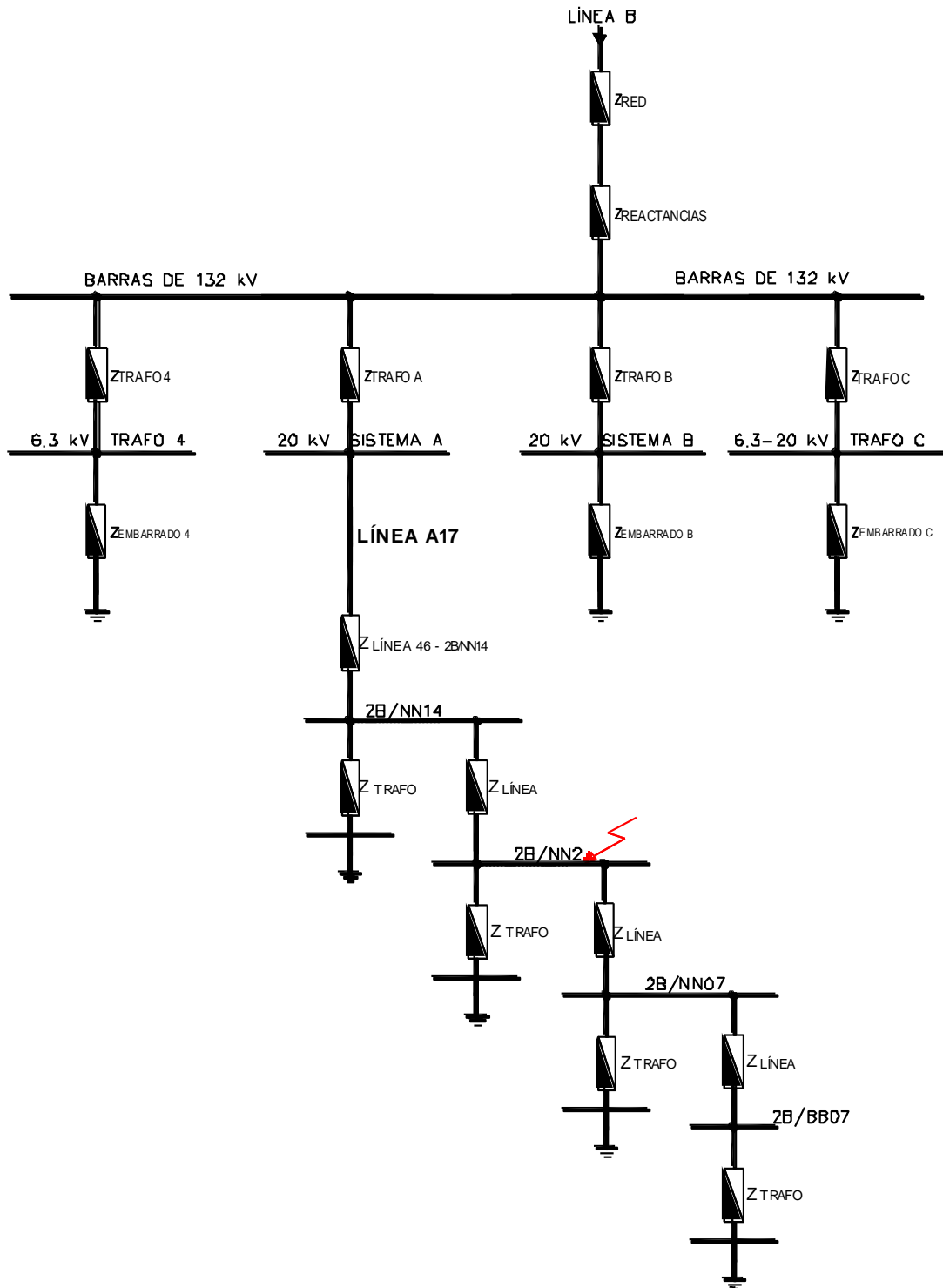


Figura 28: Esquema unifilar punto de análisis de cortocircuito media tensión

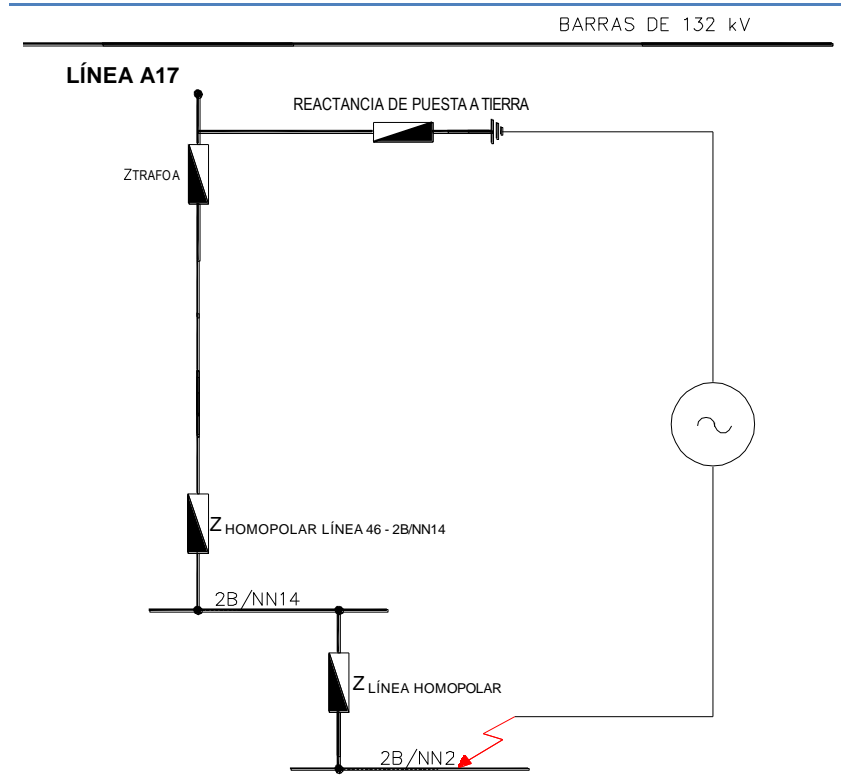


Figura 29: Circuito equivalente homopolar en media tensión

Cuando se produce un cortocircuito a tierra este necesita otro punto por donde cerrarse, por lo que si el neutro no está conectado a tierra no se puede producir. En el caso de media tensión se crea un neutro mediante una conexión zig-zag para conectar una reactancia a tierra, por lo que el cortocircuito se cerrará por a través de la reactancia.

En la parte homopolar de media tensión la impedancia predominante es la de la reactancia de puesta a tierra. Si se compara el valor de esta reactancia respecto a las otras impedancias del circuito se comprueba que efectivamente, el valor de éstas es muy inferior. Esta predomina incluso por encima de la impedancia de secuencia directa.

El hecho de que la diferencia entre la impedancia de secuencia directa y homopolar sea tan grande destaca el hecho de que el cortocircuito unipolar a tierra sea muy inferior al tripolar o bipolar, en los que solo influye la impedancia de secuencia directa.

➤ Baja tensión

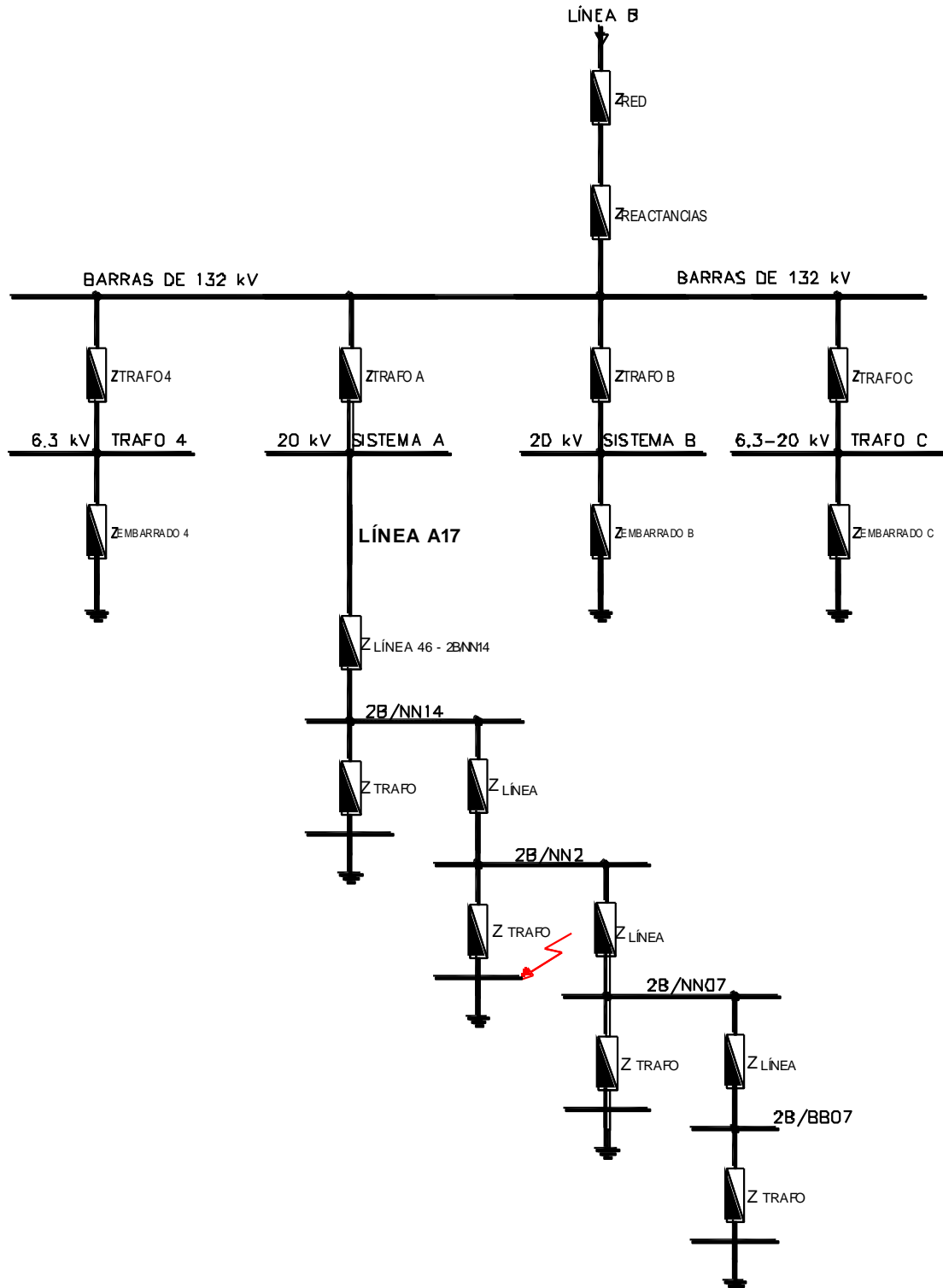


Figura 30: Esquema unifilar punto de análisis de cortocircuito baja tensión

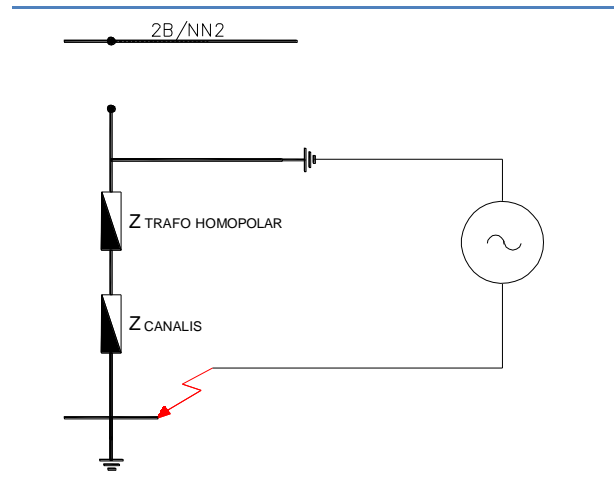


Figura 31: Circuito equivalente homopolar en baja tensión

En el caso de la factoría los transformadores de los centros de transformación son triángulo-estrella, con el neutro de la estrella conectado a tierra. Esto permite que el cortocircuito unipolar a tierra pueda cerrarse. Sustituyendo las impedancias de los elementos por lo que circularía el cortocircuito se ve la propia impedancia del transformador y la impedancia de la línea hasta donde se produce el cortocircuito, que al buscar el cortocircuito de menor valor se aplicará al final de la línea.

A la salida de los centros de transformación como la intensidad que circula es muy grande, es necesario un canalis con una I_z alta. La distancia desde bornes del transformador a barra de 400 V, antes de repartir a las máquinas, en casos generales es mínima. Por lo que el valor de cortocircuito no se reducirá notablemente. Esto hace que el cortocircuito unipolar no sea el de menor valor como ya se ha justificado anteriormente.

2.6. REGULACIÓN DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

2.6.1 Condiciones de regulación

- U_e Tensión a la que funciona el interruptor en condiciones normales.
- U_i Tensión nominal de aislamiento.
- U_{imp} Tensión nominal de resistencia de impulsos.
- I_n Valor de corriente máximo que un IA puede conducir en servicio continuo.
- I_r Valor de corriente al que se ajusta el IA para que dispare por sobrecarga.
- I_m Valor de corriente de cortocircuito en el que dispara con corto retardo o instantáneo (disparo magnético).
- I_{inst} Valor de corriente de cortocircuito en el que dispara instantáneamente.
- I_{cu} Poder de corte último.
- I_{cs} Poder de corte en servicio. Expresado normalmente en % de I_{cu}.
- I_{cw} Corriente de corta duración soportada.
- I_{cm} Valor de instantáneo de corriente más alto que el IA puede cortar en condiciones específicas.

Actualmente, en la factoría se dispone en su gran mayoría de interruptores automáticos electrónicos en la parte de baja tensión, masterpacts. En pocos casos aún existen relés mecánicos que seguirían otra curva de disparo, aunque las condiciones para regular son las mismas.

Para regular un interruptor para sobrecargas se tienen en cuenta las siguientes condiciones.

- $I_B \leq I_r \leq I_z$ (intensidad máxima admisible por el cable)
- $I_z \leq 1,45 I_z$

Como a la salida de los transformadores de 20/0.4 kV se ven corrientes del orden de 2000 y 3000 A se utiliza un canalis para poder soportarla. Este canalis tiene una I_z muy alta, por lo que las condiciones de regulación en la parte de sobrecargas se cumplirán siempre, solo será necesario tener en cuenta que la interruptor dispare después de superar la intensidad nominal, es decir, la primera condición.

En la parte de regulación por cortocircuitos se tiene que tener en cuenta las siguientes condiciones.

- $I_m \leq I_{cc. \text{ mín.}}$
- $I_{inst} \leq I_{cc. \text{ máx.}}$
- $I_{cu} > I_{cc. \text{ máx.}}$

El interruptor automático se ha de configurar de esta manera. Se aplicará un cierto margen de seguridad (20%), es decir, el disparo magnético será inferior a la intensidad de cortocircuito mínima, y lo mismo ocurrirá con el disparo instantáneo porque el cálculo efectuado no es exacto, la situación a analizar se desprecian cosas que hacen que el resultado sea superior al real.

2.6.2 Curva de disparo interruptor automático

A continuación, una representación de la curva de disparo de un interruptor automático electrónico de baja tensión donde se indican los puntos destacables.

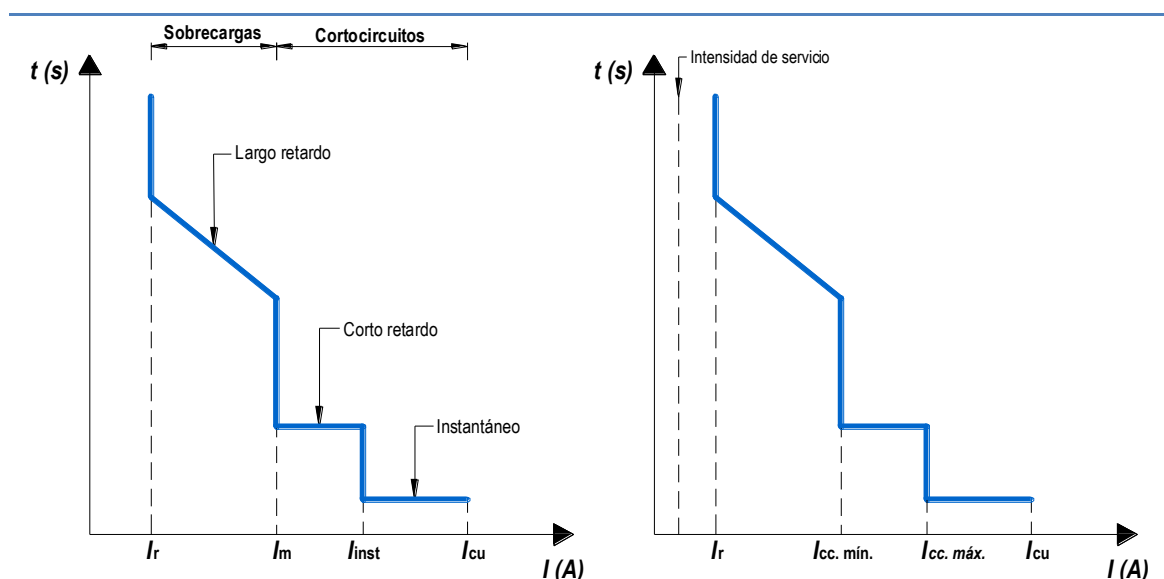


Figura 32: Curva de disparo de un interruptor automático electrónico

2.6.3 Características masterpact

En la siguiente figura se muestran las características de los interruptores automáticos en la parte de baja, masterpacts, que hay instalados en la factoría.

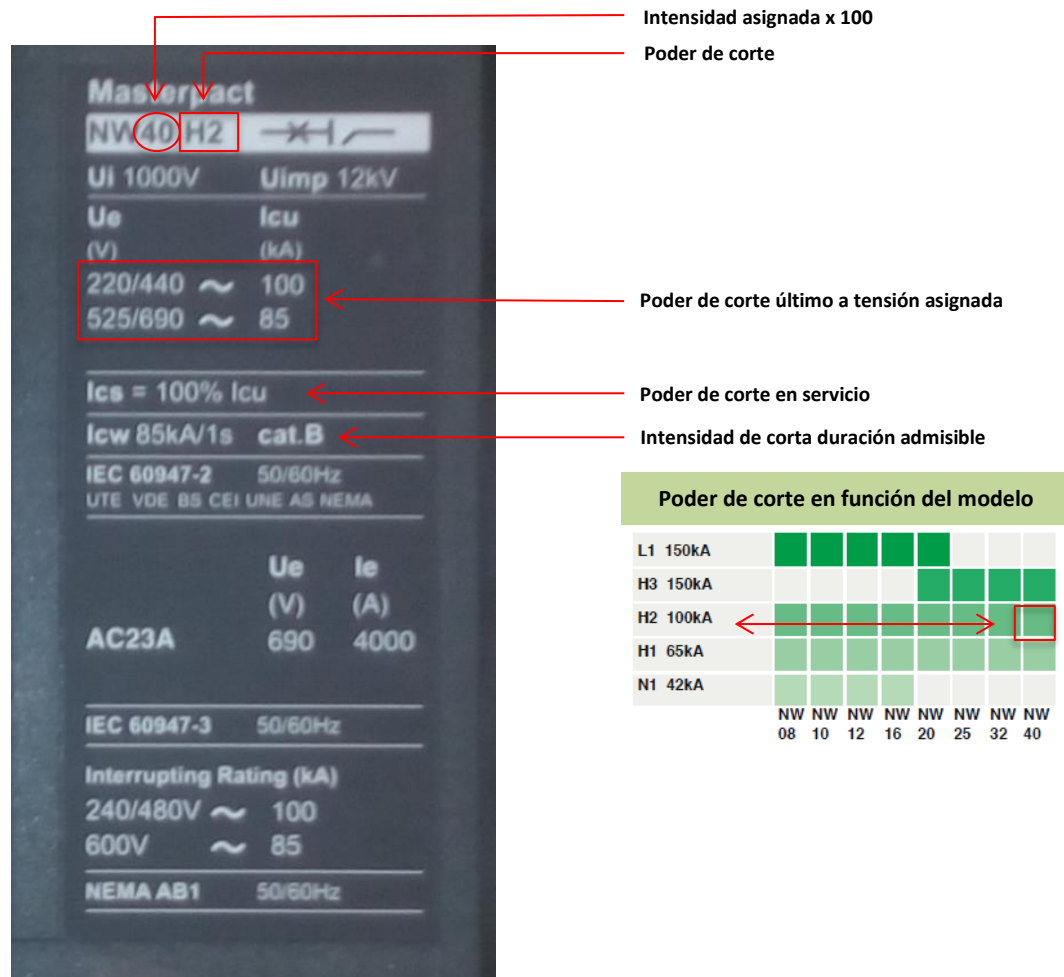


Figura 33: Características interruptor automático de baja tensión NW40 H2

De la placa de características del modelo NW40 se obtiene:

Ics	100 kA
In	4000 A

Este es el masterpact que más se encuentra en la factoría, pero también hay otros modelos. El interruptor automático de acople que no se indica porque no está considerado en el estudio y el masterpact NW32 H2 con 3200 A de nominal, el cual se encuentra en algunos centros de transformación.

2.6.4 Curva relé media tensión

En la parte de media tensión se tiene relés VIP 30 en su mayoría, en los cuales tiene una curva de disparo fija donde solo se puede regular un punto de disparo, “ I_s ”, lo que no permite la coordinación con los demás interruptores.

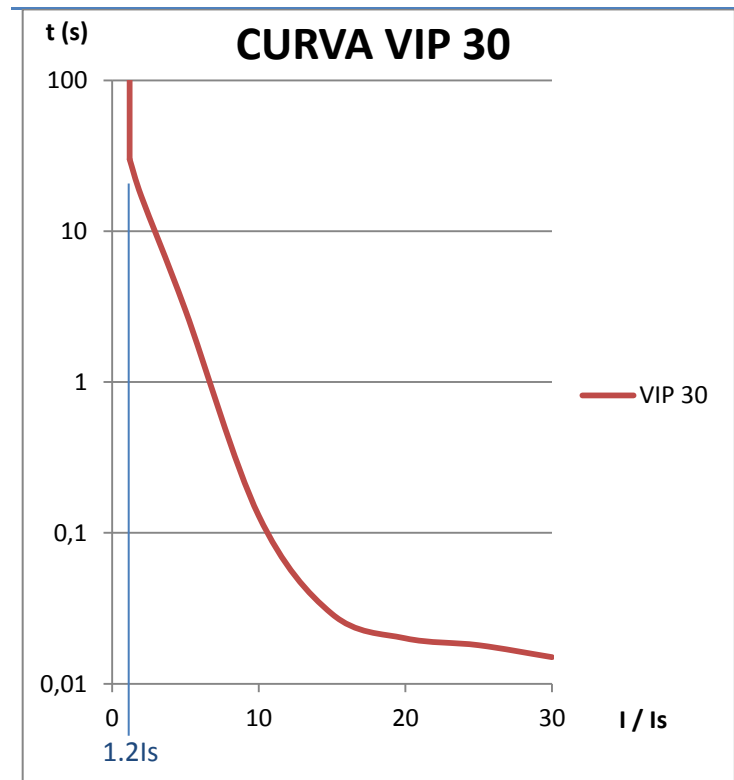


Figura 34: Curva de disparo relé de media tensión: VIP 30

En la curva de disparo del relé, el umbral de disparo está configurado para 1,2 veces el valor del parámetro “ I_s ”.

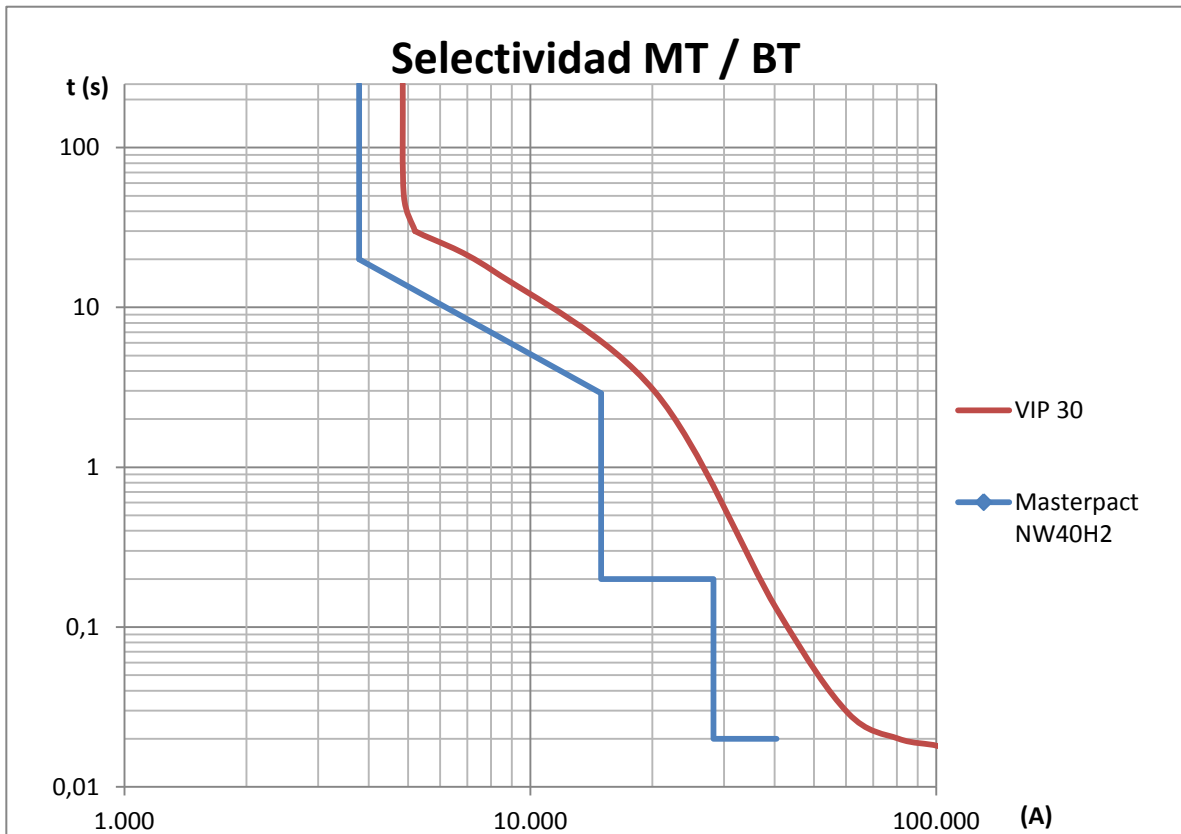
2.6.5 Selectividad MT / BT

La finalidad de la selectividad es que el interruptor automático de baja tensión dispare antes que el interruptor de media tensión. Para ajustar los parámetros de disparo y conseguir la selectividad se comparan las dos curvas, la de baja y media tensión, en el mismo nivel eléctrico. Si la curva de disparo de media tensión está por encima en todo momento de la de baja tensión habrá selectividad, y disparará antes el interruptor de baja tensión.

La selectividad de las protecciones de media tensión y baja tensión para los centros de transformación de la factoría es más restrictiva a la hora de regular las curvas que el propio estudio de cortocircuitos realizado. El hecho de que la curva de media tensión no sea deformable hace que no dé margen a una regulación de corrientes de disparo altas. Es decir, la curva del relé VIP 30 solo se puede mover en el eje horizontal (intensidad) en función del parámetro “ I_s ” que se le aplique.

Al ser la restricción de la selectividad superior no se analizará cada caso por separado en función de su cortocircuito, se agrupará los centros de transformación por potencias. Es decir, se estudiará la selectividad para potencias de 1000 kVA, 1600 kVA, 2000 kVA, 2200 kVA y 2500 kV.

A continuación se representa las curvas del relé VIP 30 y del masterpact NW40H2 en una misma gráfica verificar que la curva del masterpact esté por debajo del relé VIP 30.



Potencia (kVA)	I_r	t_r	I_{sd}	t_{sd}	I_i
2500	3.608,44	2	14.957,25	0,2	28.297,50
	<i>Estudio cco.</i>	-	38 kA	-	50 kA

Figura 35: Selectividad MT / BT trafo. de 2500 kVA

La regulaciones de media tensión se han efectuado considerando una tensión de servicio de 21 kV, esto es porque en la factoría la tensión siempre oscila entre 21 y 22 kV.

Los valores escogidos del estudio de cortocircuito para un centro de transformación de 2.500 kVA de la figura (35) son aproximados, no se ha cogido de ningún caso concreto. La finalidad de la tabla es ver que en efecto, la curva del relé VIP 30 es más restrictiva.

Las curvas de disparo para las distintas potencias se han configurado para ser iguales, es decir, si se compararan las curvas para cada potencia se vería lo mismo pero desplazado en el eje horizontal.

Las regulaciones con las que no hay discriminación cumpliendo con la selectividad están representadas en la tabla (12).

➤ Márgenes de seguridad

La curva de disparo del lado de baja estará siempre cumpliendo un margen de seguridad debido a las tolerancias. Está por lo menos a 1,35 a la izquierda respecto a la del lado de media y también está situada por lo menos 0,3 segundos por debajo respecto a la curva de media tensión. Estos márgenes se aplican porque las curvas de disparo tienen tolerancias, y si se cortaran en algún punto podría ocurrir que dispare primero el relé VIP 30.

La excepción para el cumplimiento de estos márgenes es la primera zona de ajuste, la parte “vertical” de las dos curvas. Los catálogos dan suficientes datos como para ajustar la separación de las curvas.

Umbral de disparo de masterpact	
Mínimo	Máximo
1,05 veces I_r	1,2 veces I_r

Tabla 20: Umbral de disparo masterpact

Umbral de disparo del relé VIP 30		
Mínimo	Típica	Máxima
1,08 veces I_s	1,2 veces I_s	1,32 I_s

Tabla 21: Umbral de disparo relé VIP 30

Teniendo en cuenta estos datos se compara la curva máxima del masterpact con la curva mínima del relé VIP 30. Si la del relé VIP 30 es mayor, habrá selectividad. Como el valor de “ I_r ” viene definido como la intensidad nominal para que el transformador pueda funcionar a plena carga solo se tendría que regular “ I_s ”. En la tabla (13) se muestra las regulaciones de “ I_s ” para cumplir el margen por el mínimo.



3. PRESUPUESTO

4.1. INTRODUCCIÓN

Debido a que este trabajo de final de grado se trata de un diseño sobre una instalación existente en la que no se ha de añadir nada nuevo, sino solamente configurar los interruptores automáticos, solo se tendrá contabilizado como gasto el personal, oficina y software utilizado.

➤ Amortización.

$$amort = \frac{VC - VR}{n} \quad (23)$$

Donde:

VC Valor de compra (€).

VR Valor de residual al cabo del periodo de amortización (€).

n Periodo de amortización (años).

➤ Tasa horaria.

$$t_h = \frac{amort}{h_t/año} \quad (24)$$

Donde:

$h_t/año$ Horas trabajadas en un año (h).

$Amort$ Dinero amortizado.

➤ Personal técnico necesario

- Ingeniero eléctrico: Es la persona que realiza el estudio para llegar a la óptima regulación de los interruptores. Además de otros desempeños como la realización de informes.
- Electricista: Es el encargado de la toma de datos necesarios para poder realizar el proyecto, principalmente de la aparamenta eléctrica de la factoría.

➤ Duración del estudio

El estudio comenzó el 23 de enero de 2017 y su finalización ha sido el 10 de junio del mismo año. En el mismo se han invertido 25 horas por semana hasta su finalización. A continuación se muestra una tabla que resume las horas para cada persona implicada en el proyecto.

Personal	Inicio	Fin	Semanas	Horas semana	Total horas
Ingeniero eléctrico	23/01/2017	09/06/2017	20	25	500
Electricista de Alta tensión	06/02/2017	10/03/2017	5	20	100
TOTALES	23/01/2017	09/06/2017			600

Tabla 22: Periodo de realización del TFG

4.2. MEDICIONES

- Equipos informáticos y software

Equipo	Unidades
Ordenador de sobremesa DELL	1
Ordenador de portátil HP	1
Impresora multifunción A4-A3	1
Licencia Microsoft Office 2016	1
Licencia AutoCAD 2016	1

- Personal Técnico

Personal	Unidades
Ingeniero eléctrico	1
Electricista de Alta Tensión	1

- Oficina

Oficina	Unidades
Gastos de oficina y alquiler	1

Tabla 23: Equipo y material utilizado

5.1. DESGLOSE COSTES

Concepto	n (años)	VC (€)	VR (€)	Amort. (€)	tasa horaria (h)
Ordenador sobremesa DELL	5	900	20	144	0,086
Ordenador portatil HP	5	750	20	120	0,071
Impresora multifunción A4-A3	5	800	20	128	0,076
Licencia AutoCAD 2016	-	1470	-	-	0,875

Concepto	Sueldo anual bruto (€)	tasa horaria (h)
Ingeniero eléctrico	26.000 €	15,476
Electricista alta tensión	20.000 €	11,905

Concepto	Coste mensual	Tiempo	Coste
Gastos de oficina y alquiler	400	4 meses	1600

Concepto	Tiempo (h)	Tasa horaria (€/h)	Importe sin IVA (€)	Importe con IVA (€)
Ordenador sobremesa DELL	420	0,086	36,00	43,56
Ordenador portatil HP	80	0,071	5,71	6,91
Impresora multifunción A4-A3	50	0,076	3,81	4,61
Licencia AutoCAD 2016	150	0,875	131,25	158,81
	Software		176,77 €	213,90 €
Ingeniero eléctrico	500	15,476	7.738,10	9.363,10
Electricista alta tensión	100	11,905	1.190,48	1.440,48
	Personal técnico		8.928,57 €	10.803,57 €
Gastos de oficina y alquiler	-	-	1.600,00	1.936,00
	Oficina		1.600,00 €	1.936,00 €
	TOTAL		10.705,35 €	12.953,47 €

Tabla 24: Desglose de presupuesto

5.2. RESUMEN DE COSTES

Concepto	Presupuesto (€)
Software	213,90 €
Personal técnico	10.803,57 €
Oficina	1.936,00 €
TOTAL	12.953,47 €

Tabla 25: Resumen de presupuesto



BIBLIOGRAFÍA

- Manual técnico de Iberdrola – MT 2.11.13
- Guía de diseño de instalaciones eléctricas 2010.
- Manual Instalaciones de baja tensión. *Schneider electric*
- Cuaderno Técnico nº18 – Análisis de las redes trifásicas en régimen perturbado con la ayuda de las componentes simétricas. *Schneider electric*
- Cuaderno Técnico nº62 – Puesta a tierra del neutro con una red industrial MT. *Schneider electric*
- Cuaderno Técnico nº158 – Cálculo de corrientes de cortocircuito. *Schneider electric*
- Cuaderno Técnico nº201 – Selectividad con los interruptores automáticos de potencia BT. *Schneider electric*
- Guía técnica baja tensión nº22 – Protección contra sobrecorrientes.
- Manual de usuario micrologic 5.0 P, 6.0 P, 7.0 P. *Schneider electric*
- *Instrucciones técnicas relé VIP 30, VIP 35*

Normativa:

- UNE-EN 21239-4 (2002)
- UNE-EN 60909-0 (2002)



ANEXO

RED + REACTANCIAS LIMITADORAS

Línea A	Scc	3406,6 MVA	Zcc	5,114777 Ω
Línea B	Scc	3223,7 MVA	Zcc	5,404969 Ω
Reactancia limitadora				
		16,87 mH		
R reactancia		0 Ω		
X reactancia	5,2999j	Ω		
Z ACOMETIDA 132 kV		10,7048694450476j	Ω	
Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV		0,245749987260046j	Ω	
Z ACOMETIDA SECUNDARIO 6,3 kV		0,0243845424858781j	Ω	

TRAFOS PRINCIPALES DOS DEVANADOS

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (MVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA (KV)	TENSIÓN SECUND. (KV)	U Ω (%)	Z CC TRAF0 SECUND. (Ω)	X _T (Ω)	R _T (Ω)	Z COMPLEJA B.T. (Ω)
A	45	11,21%	132	20	0,49%	0,9964	0,9955	0,0436	0,043555555555556+0,995492061467315j
B	45	11,80%	132	20	0,49%	1,0489	1,0480	0,0436	0,043555555555556+1,04798416725388j
T-4	10	11,43%	132	6,3	0,69%	0,4537	0,4528	0,0274	0,0273861+0,452829330964415j

TRAFOS PRINCIPALES TRES DEVANADOS

SITUACIÓN	POTENCIA TRAF0 (MVA)	TENSIÓN CTTO (%)	TENSIÓN PRIMARIA (KV)	TENSIÓN SECUND. (KV)	U Ω (%)	U X (%)	R (Ω)	X (Ω)	Z (Ω)
AB	45	12,30%	132	20	0,272%	12,297%	1,0532	47,6140	1,0532+47,614j
AC	25	10,24%	132	6,3	0,209%	10,238%	1,4553	71,3539	1,4553+71,3539j
BC	25	10,24%	20	6,3	0,209%	10,238%	1,4553	71,3539	1,4553+71,3539j
						A	0,5266	23,8070	0,526592+23,8069768073465j
						B	0,5266	23,8070	0,526592+23,8069768073465j
						C	0,9287	47,5469	0,92866048+47,5468888963354j
						Lado baja		Z (A + C)	0,0033149088+0,162536439955185j
								Z (A + B)	0,024177777777778+1,093065969116j

LÍNEA B2

Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω

Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)
46-4/V12	0,11115+0,05967j	0,4446+0,23868j
4/V12-4/V4	0,019+0,0102j	0,076+0,0408j
4/V4-4/J4	0,0285+0,0153j	0,114+0,0612j
4/J4-4/J12	0,0285+0,0153j	0,114+0,0612j
4/J12-4/D15	0,019+0,0102j	0,076+0,0408j
4/D15-4/F23	0,038+0,0204j	0,152+0,0816j

SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
4/V12	0,154705555555556+1,35340415451393j	0,488155555555556+26,6866641672539j	0,0000618822222222+0,000541361661805572j
4/V4	0,173705555555556+1,36360415451393j	0,564155555555556+26,7274641672539j	0,0000694822222222+0,000545441661805572j
4/J4	0,202205555555556+1,37890415451393j	0,678155555555556+26,7886641672539j	0,0000808822222222+0,000551561661805572j
4/J12	0,230705555555556+1,39420415451393j	0,792155555555556+26,8498641672539j	0,0000922822222222+0,000557681661805572j
4/D15	0,249705555555556+1,40440415451393j	0,868155555555556+26,8906641672539j	0,0000998822222222+0,000561761661805572j
4/F23	0,287705555555556+1,42480415451393j	1,020155555555556+26,9722641672539j	0,0001150822222222+0,000569921661805572j

TRAFO

SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)
4/V12	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j
4/V4	0,000704+0,00490978451665651j	0,000704+0,00490978451665651j
4/J4	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j
4/J12	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j
4/D15	0,00085+0,00637357042794696j	0,00085+0,00637357042794696j
4/F23	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j

Icc mín media tensión			20 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)	
4/V12	0,154705555555556+1,35340415451393j	0,488155555555556+26,6866641672539j	1,178	-88,446
4/V4	0,173705555555556+1,36360415451393j	0,564155555555556+26,7274641672539j	1,176	-88,227
4/J4	0,202205555555556+1,37890415451393j	0,678155555555556+26,7886641672539j	1,172	-87,902
4/J12	0,230705555555556+1,39420415451393j	0,792155555555556+26,8498641672539j	1,168	-87,578
4/D15	0,249705555555556+1,40440415451393j	0,868155555555556+26,8906641672539j	1,165	-87,364
4/F23	0,287705555555556+1,42480415451393j	1,020155555555556+26,9722641672539j	1,160	-86,937
			Módulo	Grados

Icc mín baja tensión			0,4 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)	
4/V12	0,0009118822222222+0,00698554508563826j	0,007044812	26,970	-82,563
4/V4	0,0007734822222222+0,00545522617846208j	0,005509788	34,484	-81,930
4/J4	0,0009308822222222+0,00699574508563826j	0,007057407	26,922	-82,421
4/J12	0,0009422822222222+0,00700186508563826j	0,007064985	26,893	-82,335
4/D15	0,0009498822222222+0,00693533208975253j	0,007000079	27,143	-82,201
4/F23	0,0009650822222222+0,00701410508563826j	0,0071	26,835	-82,166
			Módulo	Grados

LÍNEA B3			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-3/G7	0,08113+0,043554j	0,32452+0,174216j	
3/G7-3/L4	0,015364464+0,010812j	0,061457856+0,043248j	
3/G7-3/H1	0,0150632+0,0106j	0,0602528+0,0424j	
3/H1-40c	0,03572+0,019176j	0,14288+0,076704j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
3/G7	0,124685555555556+1,33728815451393j	0,368075555555556+26,6222001672539j	0,000049874222222224+0,000534915261805572j
3/L4	0,140050019555556+1,34810015451393j	0,429533411555556+26,6654481672539j	0,00005602000782222224+0,000539240061805572j
3/H1	0,139748755555556+1,34788815451393j	0,428328355555556+26,6646001672539j	0,00005589950222222224+0,000539155261805572j
40c	0,175468755555556+1,36706415451393j	0,571208355555556+26,7413041672539j	0,00007018750222222224+0,000546825661805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
3/G7	0,000512+0,00399935994879181j	0,000512+0,00399935994879181j	
3/L4	0,000504762181818182+0,00334776081878711j	0,000504762181818182+0,00334776081878711j	
3/H1	0,000512+0,00399935994879181j	0,000512+0,00399935994879181j	
40c	0,00085+0,00579802552598727j	0,00085+0,00579802552598727j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
3/G7	0,124685555555556+1,33728815451393j	0,368075555555556+26,6222001672539j	1,182 -88,793
3/L4	0,140050019555556+1,34810015451393j	0,429533411555556+26,6654481672539j	1,179 -88,616
3/H1	0,139748755555556+1,34788815451393j	0,428328355555556+26,6646001672539j	1,180 -88,619
40c	0,175468755555556+1,36706415451393j	0,571208355555556+26,7413041672539j	1,175 -88,208
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
3/G7	0,000561874222222222+0,00453427521059738j	0,004568955	41,585 -82,936
3/L4	0,000560782189640404+0,00388700088059268j	0,003927245	44,510 -81,791
3/H1	0,000567899502222222+0,00453851521059738j	0,004573908	41,540 -82,868
40c	0,000920187502222222+0,00634485118779284j	0,006411231	29,635 -81,748
			Módulo Grados

LÍNEA B4

Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω

Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)
46-51	0,04085+0,02193j	0,1634+0,08772j
51-3/M7	0,0657552+0,02226j	0,2630208+0,08904j
3/M7-3/M6	0,00532+0,002856j	0,02128+0,011424j
3/M6-42	0,02489+0,013362j	0,09956+0,053448j

SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
51	0,084405555555556+1,31566415451393j	0,206955555555556+26,5357041672539j	0,000033762222222222+0,000526265661805572j
3/M7	0,150160755555556+1,33792415451393j	0,469976355555556+26,6247441672539j	0,0000600643022222224+0,000535169661805572j
3/M6	0,155480755555556+1,34078015451393j	0,491256355555556+26,6361681672539j	0,0000621923022222224+0,000536312061805572j
42	0,180370755555556+1,35414215451393j	0,590816355555556+26,6896161672539j	0,0000721483022222224+0,000541656861805572j
42 - CARRIER N° 4	0,180370755555556+1,35414215451393j	0,590816355555556+26,6896161672539j	0,01789728822+0,134364755281645j

TRAFO

SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)
51	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j
3/M7	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j
3/M6	0,000512+0,0044699727784406j	0,000512+0,0044699727784406j
42	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j
42 - CARRIER N° 4	0,301644+1,93895038062374j	0,301644+1,93895038062374j

Icc mín media tensión			20 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)	
51	0,084405555555556+1,31566415451393j	0,206955555555556+26,5357041672539j	1,188	-89,262
3/M7	0,150160755555556+1,33792415451393j	0,469976355555556+26,6247441672539j	1,182	-88,494
3/M6	0,155480755555556+1,34078015451393j	0,491256355555556+26,6361681672539j	1,181	-88,433
42	0,180370755555556+1,35414215451393j	0,590816355555556+26,6896161672539j	1,178	-88,146
42 - CARRIER N° 4	0,180370755555556+1,35414215451393j	0,590816355555556+26,6896161672539j	1,178	-88,146
			Módulo	Grados

Icc mín baja tensión			0,4 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)	
51	0,000883762222222222+0,00697044908563826j	0,0070	27,041	-82,774
3/M7	0,000910064302222222+0,00667662714354392j	0,0067	28,197	-82,238
3/M6	0,000574192302222222+0,00500628484024617j	0,0050	37,705	-83,457
42	0,000922148302222222+0,00698584028563826j	0,0070	26,964	-82,480
			Módulo	Grados

		6,3 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
42 - CARRIER N° 4	0,31954128822+2,07331513590539j	2,0978	1,502
			Módulo
			Grados

LÍNEA B5			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-1/G21	0,06745+0,03763j	0,2698+0,15052j	
1/G21-1/J21	0,01349+0,007242j	0,05396+0,028968j	
1/J21-1/R20	0,0245955+0,0132039j	0,098382+0,0528156j	
1/J21-1/H26	0,04669592+0,03286j	0,18678368+0,13144j	
1/R20-1/T21	0,0075316+0,0053j	0,0301264+0,0212j	
1/R20-54	0,03325+0,01785j	0,133+0,0714j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
1/G21	0,111005555555556+1,33136415451393j	0,313355555555556+26,5985041672539j	0,0000444022222222224+0,000532545661805572j
1/J21	0,124495555555556+1,33860615451393j	0,367315555555556+26,6274721672539j	0,0000497982222222224+0,000535442461805572j
1/H26	0,171191475555556+1,37146615451393j	0,554099235555556+26,7589121672539j	0,0000684765902222224+0,000548586461805572j
1/R20	0,149091055555556+1,35181005451393j	0,465697555555556+26,6802877672539j	0,0000596364222222224+0,000540724021805572j
54	0,182341055555556+1,36966005451393j	0,598697555555556+26,7516877672539j	0,0000729364222222224+0,000547864021805572j
1/T21	0,156622655555556+1,35711005451393j	0,495823955555556+26,7014877672539j	0,0000626490622222224+0,000542844021805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
1/G21	0,00064+0,00455526069506455j	0,00064+0,00455526069506455j	
1/J21	0,00064+0,00454718198448226j	0,00064+0,00454718198448226j	
1/H26	0,00064+0,00453910299508614j	0,00064+0,00453910299508614j	
1/R20	0,00082+0,00584273908368327j	0,00082+0,00584273908368327j	
54	0,00082+0,00579224481526808j	0,00082+0,00579224481526808j	
1/T21	0,000656+0,00499712557376738j	0,000656+0,00499712557376738j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
1/G21	0,111005555555556+1,33136415451393j	0,313355555555556+26,5985041672539j	1,184 -88,952
1/J21	0,124495555555556+1,33860615451393j	0,367315555555556+26,6274721672539j	1,182 -88,795
1/H26	0,171191475555556+1,37146615451393j	0,554099235555556+26,7589121672539j	1,174 -88,259
1/R20	0,149091055555556+1,35181005451393j	0,465697555555556+26,6802877672539j	1,179 -88,511
54	0,182341055555556+1,36966005451393j	0,598697555555556+26,7516877672539j	1,174 -88,129
1/T21	0,156622655555556+1,35711005451393j	0,495823955555556+26,7014877672539j	1,177 -88,424
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
1/G21	0,000684402222222222+0,00508780635687012j	0,0051	37,011 -82,339
1/J21	0,000689798222222222+0,00508262444628783j	0,0051	37,043 -82,271
1/H26	0,000708476590222222+0,00508768945689171j	0,0051	36,988 -82,072
1/R20	0,000879636422222222+0,00638346310548884j	0,0064	29,486 -82,154
54	0,000892936422222222+0,00634010883707365j	0,0064	29,675 -81,983
1/T21	0,000718649062222222+0,00553996959557295j	0,0056	34,011 -82,609
			Módulo Grados

LÍNEA B6			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-45	0,0622155+0,0347097j	0,248862+0,1388388j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
45	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	0,0000423084222222224+0,000531377541805572j
ZH-15000,1	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	0,0104951329875+0,131814841464145j
ZH-15000,2	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	0,0104951329875+0,131814841464145j
ZR-6	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	0,0104951329875+0,131814841464145j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
45	0,00082+0,00584273908368327j	0,00082+0,00584273908368327j	
ZH-15000,1	0,15876+1,16805316627669j	0,15876+1,16805316627669j	
ZH-15000,2	0,15876+1,14000845720547j	0,15876+1,14000845720547j	
ZR-6	0,15876+1,14000845720547j	0,15876+1,14000845720547j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
45	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	1,184 -89,013
ZH-15000,1	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	1,184 -89,013
ZH-15000,2	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	1,184 -89,013
ZR-6	0,105771055555556+1,32844385451393j	0,292417555555556+26,5868229672539j	1,184 -89,013
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
45	0,000862308422222222+0,00637411662548884j	0,00643218	29,539 -82,296
ZH-15000,1	0,1692551329875+1,29986800774083j	1,310841004	2,403 -82,581
ZH-15000,2	0,1692551329875+1,27182329866961j	1,283036166	2,455 -82,420
ZR-6	0,1692551329875+1,27182329866961j	1,2830	2,455 -82,420
			Módulo Grados

LÍNEA B7			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-2/E4	0,0855+0,0459j	0,342+0,1836j	
2/E4-2/M4	0,03914+0,01325j	0,15656+0,053j	
2/M4-2/X4	0,03914+0,01325j	0,15656+0,053j	
2/X4-2/DD11	0,0418+0,02244j	0,1672+0,08976j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
2/E-4	0,129055555555556+1,33963415451393j	0,385555555555556+26,6315841672539j	0,000051622222222224+0,000535853661805572j
2/M-4	0,168195555555556+1,35288415451393j	0,542115555555556+26,6845841672539j	0,000067278222222224+0,000541153661805572j
2/X-4	0,207335555555556+1,36613415451393j	0,698675555555556+26,7375841672539j	0,000082934222222224+0,000546453661805572j
2/DD11	0,249135555555556+1,38857415451393j	0,865875555555556+26,8273441672539j	0,000099654222222224+0,00055429661805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
2/E-4	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j	
2/M-4	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j	
2/X-4	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j	
2/DD11	0,000704+0,00499058954433241j	0,000704+0,00499058954433241j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
2/E-4	0,129055555555556+1,33963415451393j	0,385555555555556+26,6315841672539j	1,182 -88,742
2/M-4	0,168195555555556+1,35288415451393j	0,542115555555556+26,6845841672539j	1,178 -88,288
2/X-4	0,207335555555556+1,36613415451393j	0,698675555555556+26,7375841672539j	1,175 -87,836
2/DD11	0,249135555555556+1,38857415451393j	0,865875555555556+26,8273441672539j	1,169 -87,362
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
2/E-4	0,000901622222222222+0,00485297075542256j	0,0049	38,493 -79,475
2/M-4	0,000917278222222222+0,00485827075542256j	0,0049	38,430 -79,308
2/X-4	0,000932934222222222+0,00486357075542256j	0,0050	38,366 -79,141
2/DD11	0,000803654222222222+0,00554601920613798j	0,0056	33,905 -81,755
			Módulo Grados

LÍNEA B8					
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω		
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω		
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)			
46-2/E10	0,07505+0,04029j	0,3002+0,16116j			
2/E10-2/M10	0,03914+0,01325j	0,15656+0,053j			
2/M10-2/X10	0,03914+0,01325j	0,15656+0,053j			
2/X10-2/AA14	0,0418+0,02244j	0,1672+0,08976j			
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada (Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)		
2/E-10	0,118605555555556+1,33402415451393j	0,343755555555556+26,6091441672539j	0,0000474422222222224+0,000533609661805572j		
2/M-10	0,157745555555556+1,34727415451393j	0,500315555555556+26,6621441672539j	0,0000630982222222224+0,000538909661805572j		
2/X-10	0,196885555555556+1,36052415451393j	0,656875555555556+26,7151441672539j	0,0000787542222222224+0,000544209661805572j		
2/AA-14	0,238685555555556+1,38296415451393j	0,824075555555556+26,8049041672539j	0,0000954742222222224+0,000553185661805572j		
TRAFO					
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)			
2/E-10	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j			
2/M-10	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j			
2/X-10	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j			
2/AA-14	0,00085+0,00390864426623861j	0,00085+0,00390864426623861j			
Icc mín media tensión				20 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)		
2/E-10	0,118605555555556+1,33402415451393j	0,343755555555556+26,6091441672539j	1,183	-88,863	
2/M-10	0,157745555555556+1,34727415451393j	0,500315555555556+26,6621441672539j	1,180	-88,408	
2/X-10	0,196885555555556+1,36052415451393j	0,656875555555556+26,7151441672539j	1,176	-87,956	
2/AA-14	0,238685555555556+1,38296415451393j	0,824075555555556+26,8049041672539j	1,170	-87,480	
			Módulo	Grados	
Icc mín baja tensión				0,4 kV	
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)		
2/E-10	0,000897442222222222+0,00485072675542256j	0,0049	38,516	-79,518	
2/M-10	0,000913098222222222+0,00485602675542256j	0,0049	38,453	-79,351	
2/X-10	0,000928754222222222+0,00486132675542256j	0,0049	38,390	-79,184	
2/AA-14	0,000945474222222222+0,00446182992804418j	0,0046	41,658	-78,036	
			Módulo	Grados	

LÍNEA B9			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-42b	0,032084616+0,022578j	0,128338464+0,090312j	
42b-42EAnnex	0,03914+0,01325j	0,15656+0,053j	
42EAnnex - 3L13	0,03914+0,01325j	0,15656+0,053j	
3/L13-4C/F15	0,0418+0,02244j	0,1672+0,08976j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
42B	0,0756401715555556+1,31631215451393j	0,1718940195555556+26,5382961672539j	0,000030256068622222+0,000526524861805572j
42E Annex	0,1147801715555556+1,32956215451393j	0,3284540195555556+26,5912961672539j	0,000045912068622222+0,000531824861805572j
3/L13	0,1539201715555556+1,34281215451393j	0,4850140195555556+26,6442961672539j	0,000061568068622222+0,000537124861805572j
4C/F15	0,1957201715555556+1,36525215451393j	0,6522140195555556+26,7340561672539j	0,000078288068622222+0,000546100861805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
42B	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
42E Annex	0,00068+0,00455755021914186j	0,00068+0,00455755021914186j	
3/L13	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
4C/F15	0,00085+0,00583845013680857j	0,00085+0,00583845013680857j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
42B	0,0756401715555556+1,31631215451393j	0,1718940195555556+26,5382961672539j	1,187 -89,365
42E Annex	0,1147801715555556+1,32956215451393j	0,3284540195555556+26,5912961672539j	1,184 -88,907
3/L13	0,1539201715555556+1,34281215451393j	0,4850140195555556+26,6442961672539j	1,181 -88,452
4C/F15	0,1957201715555556+1,36525215451393j	0,6522140195555556+26,7340561672539j	1,175 -87,971
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
42B	0,000880256068622222+0,00697070828563826j	0,0070	27,042 -82,803
42E Annex	0,000725912068622222+0,00508937508094743j	0,0051	36,959 -81,882
3/L13	0,000911568068622222+0,00667858234354392j	0,0067	28,188 -82,228
4C/F15	0,000928288068622222+0,00638455099861414j	0,0065	29,450 -81,727
			Módulo Grados

LÍNEA B10			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-V2aAnnex	0,23275+0,12495j	0,931+0,4998j	
V2aAnnex-V2a1	0,0285+0,0153j	0,114+0,0612j	
V2a/1-V2a/3	0,01045+0,00561j	0,0418+0,02244j	
V2a/3-V2a/6	0,01425+0,00765j	0,057+0,0306j	
V2a/6-171/8	0,0304+0,01632j	0,1216+0,06528j	
171/8-171/13	0,05681+0,030498j	0,22724+0,121992j	
171/13-171/14	0,057+0,0306j	0,228+0,1224j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
V2A Anexa	0,2763055555555556+1,41868415451393j	0,9745555555555556+26,9477841672539j	0,000110522222222222+0,000567473661805572j
V2A 1	0,3048055555555556+1,43398415451393j	1,0885555555555556+27,0089841672539j	0,000121922222222222+0,000573593661805572j
V2A 3	0,3152555555555556+1,43959415451393j	1,1303555555555556+27,0314241672539j	0,000126102222222222+0,000575837661805572j
V2A 6	0,3295055555555556+1,44724415451393j	1,1873555555555556+27,0620241672539j	0,000131802222222222+0,000578897661805572j
DURATEC 8	0,3599055555555556+1,46356415451393j	1,3089555555555556+27,1273041672539j	0,000143962222222222+0,000585425661805572j
DURATEC 13	0,4167155555555556+1,49406215451393j	1,5361955555555556+27,2492961672539j	0,000166686222222222+0,000597624861805572j
DURATEC 14	0,4737155555555556+1,52466215451393j	1,7641955555555556+27,3716961672539j	0,000189486222222222+0,000609864861805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
V2A Anexa	0,00082+0,0065488624966478j	0,00082+0,0065488624966478j	
V2A 1	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
V2A 3	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
V2A 6	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
DURATEC 8	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 13	0,00082+0,00594370254975802j	0,00082+0,00594370254975802j	
DURATEC 14	0,0005248+0,00419127199785459j	0,0005248+0,00419127199785459j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
V2A Anexa	0,2763055555555556+1,41868415451393j	0,9745555555555556+26,9477841672539j	1,162 -87,065
V2A 1	0,3048055555555556+1,43398415451393j	1,0885555555555556+27,0089841672539j	1,158 -86,747
V2A 3	0,3152555555555556+1,43959415451393j	1,1303555555555556+27,0314241672539j	1,156 -86,631
V2A 6	0,3295055555555556+1,44724415451393j	1,1873555555555556+27,0620241672539j	1,154 -86,473
DURATEC 8	0,3599055555555556+1,46356415451393j	1,3089555555555556+27,1273041672539j	1,150 -86,138
DURATEC 13	0,4167155555555556+1,49406215451393j	1,5361955555555556+27,2492961672539j	1,142 -85,519
DURATEC 14	0,4737155555555556+1,52466215451393j	1,7641955555555556+27,3716961672539j	1,134 -84,906
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
V2A Anexa	0,0009305222222222+0,00711633615845337j	0,0072	26,474 -82,550
V2A 1	0,0009419222222222+0,00702166314033944j	0,0071	26,819 -82,360
V2A 3	0,0009461022222222+0,00702390714033944j	0,0071	26,808 -82,329
V2A 6	0,0009518022222222+0,00702696714033944j	0,0071	26,794 -82,286
DURATEC 8	0,0009639622222222+0,0069326770354318j	0,0070	27,145 -82,084
DURATEC 13	0,0009866862222222+0,00654132741156359j	0,0066	28,721 -81,422
DURATEC 14	0,0007142862222222+0,00480113685966016j	0,0049	39,143 -81,538
			Módulo Grados

LÍNEA B11			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-V2a/2	0,1919+0,10302j	0,7676+0,41208j	
V2a/2-V2a/4	0,0133+0,00714j	0,0532+0,02856j	
V2a/4-V2a/5	0,0342+0,01836j	0,1368+0,07344j	
V2a/5-300	0,4189576+0,05633j	1,6758304+0,22532j	
V2a/5-290	0,48716+0,0655j	1,94864+0,262j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
V2A 2	0,235455555555556+1,39675415451393j	0,811155555555556+26,8600641672539j	0,0000941822222222224+0,000558701661805572j
V2A 4	0,248755555555556+1,40389415451393j	0,864355555555556+26,8886241672539j	0,0000995022222222224+0,000561557661805572j
V2A 5	0,269655555555556+1,41511415451393j	1,001155555555556+26,9620641672539j	0,000107862222222222+0,000566045661805572j
300 (CLUB SOCIAL)	0,654413155555556+1,45308415451393j	2,676985955555556+27,1873841672539j	0,000261765262222222+0,000581233661805572j
ED. 290	0,756815555555556+1,48061415451393j	2,949795555555556+27,2240641672539j	0,000302726222222222+0,000592245661805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
V2A 2	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
V2A 4	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
V2A 5	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
300 (CLUB SOCIAL)	0,001536+0,00947632333766635j	0,001536+0,00947632333766635j	
ED. 90 (290)	0,001536+0,00980036244227733j	0,001536+0,00980036244227733j	
Icc mín media tensión			
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	20 kV
V2A 2	0,235455555555556+1,39675415451393j	0,811155555555556+26,8600641672539j	I''k1 (kA)
V2A 4	0,248755555555556+1,40389415451393j	0,864355555555556+26,8886241672539j	1,167 -87,524
V2A 5	0,269655555555556+1,41511415451393j	1,001155555555556+26,9620641672539j	1,165 -87,374
300 (CLUB SOCIAL)	0,654413155555556+1,45308415451393j	2,676985955555556+27,1873841672539j	1,161 -87,040
ED. 290	0,756815555555556+1,48061415451393j	2,949795555555556+27,2240641672539j	1,141 -82,455
			1,135 -81,589
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	0,4 kV
V2A 2	0,000944182222222222+0,00700288508563826j	0,0071	I''k2 (kA)
V2A 4	0,000949502222222222+0,00700574108563826j	0,0071	26,888 -82,321
V2A 5	0,000957862222222222+0,00670750314354392j	0,0068	26,875 -82,282
300 (CLUB SOCIAL)	0,001797765262222222+0,0100575569994719j	0,0102	28,042 -81,873
ED. 290	0,001838726222222222+0,0103926081040829j	0,0106	18,597 -79,866
			18,003 -79,967
			Módulo Grados

LÍNEA B12			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-V2a/1	0,26486+0,142188j	1,05944+0,568752j	
V2a/1-42c	0,06726+0,036108j	0,26904+0,144432j	
V2a/1-171/7	0,095+0,051j	0,38+0,204j	
171/7-171/9	0,01558+0,008364j	0,06232+0,033456j	
171/9-171/11	0,01387+0,007446j	0,05548+0,029784j	
171/11-171/12	0,01672+0,008976j	0,06688+0,035904j	
171/12-171/10	0,01425+0,00765j	0,057+0,0306j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
V2A 1	0,308415555555556+1,43592215451393j	1,102995555555556+27,0167361672539j	0,000123366222222222+0,000574368861805572j
42C	0,375675555555556+1,47203015451393j	1,372035555555556+27,1611681672539j	0,000150270222222222+0,000588812061805572j
DURATEC 7	0,403415555555556+1,48692215451393j	1,752035555555556+27,3651681672539j	0,000161366222222222+0,000594768861805572j
DURATEC 9	0,418995555555556+1,49528615451393j	1,814355555555556+27,3986241672539j	0,000167598222222222+0,000598114461805572j
DURATEC 11	0,432865555555556+1,50273215451393j	1,869835555555556+27,4284081672539j	0,000173146222222222+0,000601092861805572j
DURATEC 12	0,449585555555556+1,51170815451393j	1,936715555555556+27,4643121672539j	0,000179834222222222+0,000604683261805572j
DURATEC 10	0,463835555555556+1,51935815451393j	1,993715555555556+27,4949121672539j	0,000185534222222222+0,000607743261805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
V2A 1	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
42C	0,0005248+0,00398479028306384j	0,0005248+0,00398479028306384j	
DURATEC 7	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 9	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 11	0,00082+0,00624640696720923j	0,00082+0,00624640696720923j	
DURATEC 12	0,00082+0,00624640696720923j	0,00082+0,00624640696720923j	
DURATEC 10	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
V2A 1	0,308415555555556+1,43592215451393j	1,102995555555556+27,0167361672539j	1,157 -86,707
42C	0,375675555555556+1,47203015451393j	1,372035555555556+27,1611681672539j	1,148 -85,965
DURATEC 7	0,403415555555556+1,48692215451393j	1,752035555555556+27,3651681672539j	1,138 -85,179
DURATEC 9	0,418995555555556+1,49528615451393j	1,814355555555556+27,3986241672539j	1,136 -85,012
DURATEC 11	0,432865555555556+1,50273215451393j	1,869835555555556+27,4284081672539j	1,134 -84,864
DURATEC 12	0,449585555555556+1,51170815451393j	1,936715555555556+27,4643121672539j	1,131 -84,686
DURATEC 10	0,463835555555556+1,51935815451393j	1,993715555555556+27,4949121672539j	1,129 -84,535
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
V2A 1	No hay trafo, es una cabina de enlace		- -
42C	0,000675070222222222+0,00457360234486941j	0,0046	41,097 -81,604
DURATEC 7	0,000981366222222222+0,0069420202354318j	0,0070	27,100 -81,954
DURATEC 9	0,000987598222222222+0,0069453658354318j	0,0070	27,084 -81,907
DURATEC 11	0,000993146222222222+0,0068474998290148j	0,0069	27,460 -81,747
DURATEC 12	0,000999834222222222+0,0068510902290148j	0,0069	27,442 -81,697
DURATEC 10	0,001005534222222222+0,0069549946354318j	0,0070	27,037 -81,773
			Módulo Grados

LÍNEA B13				
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω	
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω	
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)		
46-45A1	0,04669592+0,03286j	0,18678368+0,13144j		
45A1-71	0,06726+0,036108j	0,26904+0,144432j		
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)	
S/E 45 A1	0,090251475555556+1,32659415451393j	0,230339235555556+26,5794241672539j	0,00895520266200001+0,131631304981645j	
S/E 71	0,157511475555556+1,36270215451393j	0,499379235555556+26,7238561672539j	0,0000630045902222224+0,000545080861805572j	
TRAFO				
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)		
S/E 45 A1	0,174636+1,15775804835423j	0,174636+1,15775804835423j		
S/E 71	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j		
Icc mín media tensión				20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)	
S/E 45 A1	0,090251475555556+1,32659415451393j	0,230339235555556+26,5794241672539j	1,185	-89,195
S/E 71	0,157511475555556+1,36270215451393j	0,499379235555556+26,7238561672539j	1,176	-88,416
			Módulo	Grados
Icc mín baja tensión				0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)	
S/E 45 A1	0,183591202662+1,28938935333588j	1,3024	2,419	-81,896
S/E 71	0,000913004590222222+0,00668653834354392j	0,0067	28,154	-82,225
			Módulo	Grados

LÍNEA B16			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-3b/C04	0,09975+0,05355j	0,399+0,2142j	
3b/C04-3b/G04	0,0171+0,00918j	0,0684+0,03672j	
3b/G04-3b/Rectifier	0,00665+0,00357j	0,0266+0,01428j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
3B/C04	0,1433055555555556+1,34728415451393j	0,4425555555555556+26,6621841672539j	0,000057322222222224+0,000538913661805572j
3B/G04	0,1604055555555556+1,35646415451393j	0,5109555555555556+26,6989041672539j	0,000064162222222224+0,000542585661805572j
3B/RECTIFIER	0,1670555555555556+1,36003415451393j	0,5375555555555556+26,7131841672539j	0,000066822222222224+0,000544013661805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
3B/C04	0,000704+0,00455390469816837j	0,000704+0,00455390469816837j	
3B/G04	0,000704+0,00457818828795846j	0,000704+0,00457818828795846j	
3B/RECTIFIER	0,00258823529411765+0,0155507874276313j	0,00258823529411765+0,0155507874276313j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
3B/C04	0,1433055555555556+1,34728415451393j	0,4425555555555556+26,6621841672539j	1,180 -88,577
3B/G04	0,1604055555555556+1,35646415451393j	0,5109555555555556+26,6989041672539j	1,177 -88,380
3B/RECTIFIER	0,1670555555555556+1,36003415451393j	0,5375555555555556+26,7131841672539j	1,176 -88,304
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
3B/C04	0,000761322222222222+0,00509281835997394j	0,0051	36,897 -81,498
3B/G04	0,000768162222222222+0,00512077394976403j	0,0052	36,693 -81,469
3B/RECTIFIER	0,00265505751633987+0,0160948010894369j	0,0163	11,648 -80,633
			Módulo Grados

LÍNEA B17			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,29373415451393j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-2b/NN14	0,15086+0,080988j	0,60344+0,323952j	
2b/NN14-2b/NN2	0,03762+0,020196j	0,15048+0,080784j	
2b/NN2-2b/NN07	0,02641+0,014178j	0,10564+0,056712j	
2b/NN07-2b/BB07	0,03268+0,017544j	0,13072+0,070176j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada (Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
2B/NN14	0,194415555555556+1,37472215451393j	0,646995555555556+26,7719361672539j	0,000077766222222222+0,000549888861805572j
2B/NN2	0,232035555555556+1,39491815451393j	0,797475555555556+26,8527201672539j	0,000092814222222222+0,000557967261805572j
2B/NN07	0,258445555555556+1,40909615451393j	0,903115555555556+26,9094321672539j	0,000103378222222222+0,000563638461805572j
2B/BB07	0,291125555555556+1,42664015451393j	1,033835555555556+26,9796081672539j	0,000116450222222222+0,000570656061805572j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
2B/NN14	0,0007+0,00402965259048469j	0,0007+0,00402965259048469j	
2B/NN2	0,0007+0,00397889431877752j	0,0007+0,00397889431877752j	
2B/NN07	0,0007+0,00412097075942065j	0,0007+0,00412097075942065j	
2B/BB07	0,0007+0,00402965259048469j	0,0007+0,00402965259048469j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
2B/NN14	0,194415555555556+1,37472215451393j	0,646995555555556+26,7719361672539j	1,173 -87,990
2B/NN2	0,232035555555556+1,39491815451393j	0,797475555555556+26,8527201672539j	1,168 -87,563
2B/NN07	0,258445555555556+1,40909615451393j	0,903115555555556+26,9094321672539j	1,164 -87,265
2B/BB07	0,291125555555556+1,42664015451393j	1,033835555555556+26,9796081672539j	1,159 -86,899
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
2B/NN14	0,000777766222222222+0,00457954145229026j	0,004645118	40,903 -80,361
2B/NN2	0,000792814222222222+0,00453686158058309j	0,0046	41,254 -80,088
2B/NN07	0,000803378222222222+0,00468460922122622j	0,0048	39,975 -80,269
2B/BB07	0,000816450222222222+0,00460030865229026j	0,0047	40,666 -79,936
			Módulo Grados

LÍNEA A2			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja (Ω)	Z homopolar (Ω)	
46-4/V12	0,10735+0,05763j	0,4294+0,23052j	
4/V12-4/V4	0,019+0,0102j	0,076+0,0408j	
4/V4-4/J4	0,0285+0,0153j	0,114+0,0612j	
4/J4-4/J12	0,0285+0,0153j	0,114+0,0612j	
4/J12-4/D15	0,019+0,0102j	0,076+0,0408j	
SITUACIÓN	Z compleja acumulada (Ω)	Z compleja homopolar acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
4/V12	0,150905555555556+1,29887204872736j	0,472955555555556+26,6785041672539j	0,000060362222222224+0,000519548819490944j
4/V4	0,169905555555556+1,30907204872736j	0,548955555555556+26,7193041672539j	0,000067962222222224+0,000523628819490944j
4/J4	0,198405555555556+1,32437204872736j	0,662955555555556+26,7805041672539j	0,000079362222222224+0,000529748819490944j
4/J12	0,226905555555556+1,33967204872736j	0,776955555555556+26,8417041672539j	0,000090762222222224+0,000535868819490944j
4/D15	0,245905555555556+1,34987204872736j	0,852955555555556+26,8825041672539j	0,000098362222222224+0,000539948819490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
4/V12	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
4/V4	0,000704+0,00490978451665651j	0,000704+0,00490978451665651j	
4/J4	0,00085+0,00583845013680857j	0,00085+0,00583845013680857j	
4/J12	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
4/D15	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
4/V12	0,150905555555556+1,29887204872736j	0,472955555555556+26,6785041672539j	1,183 -88,484
4/V4	0,169905555555556+1,30907204872736j	0,548955555555556+26,7193041672539j	1,180 -88,265
4/J4	0,198405555555556+1,32437204872736j	0,662955555555556+26,7805041672539j	1,176 -87,938
4/J12	0,226905555555556+1,33967204872736j	0,776955555555556+26,8417041672539j	1,172 -87,613
4/D15	0,245905555555556+1,34987204872736j	0,852955555555556+26,8825041672539j	1,170 -87,397
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
4/V12	0,000910362222222222+0,00696373224332363j	0,0070	27,054 -82,552
4/V4	0,000771962222222222+0,00543341333614745j	0,0055	34,621 -81,914
4/J4	0,000929362222222222+0,00636819895629951j	0,0064	29,523 -81,697
4/J12	0,000940762222222222+0,00698005224332363j	0,0070	26,977 -82,324
4/D15	0,000948362222222222+0,00698413224332363j	0,0070	26,957 -82,267
			Módulo Grados

LÍNEA A3			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-3/G7	0,07505+0,04029j	0,3002+0,16116j	
3/G7-3/L4	0,015364464+0,010812j	0,061457856+0,043248j	
3/G7-3/H1	0,0150632+0,0106j	0,0602528+0,0424j	
3/H1-40c	0,03762+0,020196j	0,15048+0,080784j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada (Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
3/G7	0,118605555555556+1,28153204872736j	0,343755555555556+26,6091441672539j	0,000047442222222222+0,000512612819490944j
3/L4	0,133970019555556+1,29234404872736j	0,405213411555556+26,6523921672539j	0,000045356889820729+0,000437536001137135j
3/H1	0,133668755555556+1,29213204872736j	0,404008355555556+26,6515441672539j	0,000053467502222222+0,000516852819490944j
40c	0,171288755555556+1,31232804872736j	0,554488355555556+26,7323281672539j	0,000068515502222222+0,000524931219490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
3/G7	0,000512+0,00399935994879181j	0,000512+0,00399935994879181j	
3/L4	0,000504762181818182+0,00334776081878711j	0,000504762181818182+0,00334776081878711j	
3/H1	0,000512+0,00399935994879181j	0,000512+0,00399935994879181j	
40c	0,00085+0,0059394865097919j	0,00085+0,0059394865097919j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
3/G7	0,118605555555556+1,28153204872736j	0,343755555555556+26,6091441672539j	1,187 -1,551
3/L4	0,133970019555556+1,29234404872736j	0,405213411555556+26,6523921672539j	1,185 -1,548
3/H1	0,133668755555556+1,29213204872736j	0,404008355555556+26,6515441672539j	1,185 -1,548
40c	0,171288755555556+1,31232804872736j	0,554488355555556+26,7323281672539j	1,179 -1,540
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
3/G7	0,0005594422222222+0,00451197276828275j	0,0045	41,790 -1,010
3/L4	0,000550119071638911+0,00378529681992425j	0,0038	45,699 -0,994
3/H1	0,000565467502222222+0,00451621276828275j	0,0046	41,745 -1,009
40c	0,000918515502222222+0,00646441772928284j	0,0065	29,099 -0,996
			Módulo Grados

LÍNEA A4			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-40b	0,026209968+0,018444j	0,104839872+0,073776j	
40b-3/M7	0,03313904+0,02332j	0,13255616+0,09328j	
3/M7-3/M6	0,001235+0,000663j	0,00494+0,002652j	
3/M6-42	0,0209+0,01122j	0,0836+0,04488j	
42-5A	0,1158544+0,03922j	0,4634176+0,15688j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
40B	0,0697655235555556+1,25968604872736j	0,1483954275555556+26,5217601672539j	0,000027906209422222+0,000503874419490944j
3/M7	0,1029045635555556+1,28300604872736j	0,2809515875555556+26,6150401672539j	0,000041161825422224+0,000513202419490944j
3/M6	0,1041395635555556+1,28366904872736j	0,2858915875555556+26,6176921672539j	0,000041655825422224+0,000513467619490944j
42	0,1250395635555556+1,29488904872736j	0,3694915875555556+26,6625721672539j	0,000050015825422224+0,000517955619490944j
5A	0,2408939635555556+1,33410904872736j	0,8329091875555556+26,8194521672539j	0,000096357585422224+0,000533643619490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
40B	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
3/M7	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
3/M6	0,000512+0,00443131951454643j	0,000512+0,00443131951454643j	
42	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
5A	0,00088+0,00644015527763112j	0,00088+0,00644015527763112j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
40B	0,0697655235555556+1,25968604872736j	0,1483954275555556+26,5217601672539j	1,193 -89,432
3/M7	0,1029045635555556+1,28300604872736j	0,2809515875555556+26,6150401672539j	1,187 -89,044
3/M6	0,1041395635555556+1,28366904872736j	0,2858915875555556+26,6176921672539j	1,187 -89,030
42	0,1250395635555556+1,29488904872736j	0,3694915875555556+26,6625721672539j	1,184 -88,787
5A	0,2408939635555556+1,33410904872736j	0,8329091875555556+26,8194521672539j	1,174 -87,447
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
40B	0,00087790620942222+0,00664533190122929j	0,0067	28,345 -82,474
3/M7	0,00089116182542222+0,00665465990122929j	0,0067	28,299 -82,373
3/M6	0,00055365582542222+0,00494478713403737j	0,0050	38,186 -83,611
42	0,00090001582542222+0,00696213904332363j	0,0070	27,065 -82,634
5A	0,00097635758542222+0,00697379889712206j	0,0070	26,982 -82,030
			Módulo Grados

LÍNEA A5			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-1/G21	0,06741504+0,028776j	0,26966016+0,115104j	
1/G21-1/J21	0,01501+0,008058j	0,06004+0,032232j	
1/J21-1/R20	0,031312+0,0106j	0,125248+0,0424j	
1/J21-1/H26	0,04669592+0,03286j	0,18678368+0,13144j	
1/R20-1/T21	0,0075316+0,0053j	0,0301264+0,0212j	
1/T21-85	0,1456008+0,04929j	0,5824032+0,19716j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
1/G21	0,110970595555556+1,27001804872736j	0,313215715555556+26,5630881672539j	0,0000443882382222224+0,000508007219490944j
1/J21	0,125980595555556+1,27807604872736j	0,373255715555556+26,5953201672539j	0,0000503922382222224+0,000511230419490944j
1/H26	0,157292595555556+1,28867604872736j	0,498503715555556+26,6377201672539j	0,0000629170382222224+0,000515470419490944j
1/R20	0,203988515555556+1,32153604872736j	0,685287395555556+26,7691601672539j	0,0000815954062222224+0,000528614419490944j
1/T21	0,211520115555556+1,32683604872736j	0,715413795555556+26,7903601672539j	0,0000846080462222224+0,000530734419490944j
ED. 85 (ALM. BOB.)	0,357120915555556+1,37612604872736j	1,297816995555556+26,9875201672539j	0,0001428483662222224+0,000550450419490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
1/G21	0,000704+0,00454580949886816j	0,000704+0,00454580949886816j	
1/J21	0,000704+0,00453771396189755j	0,000704+0,00453771396189755j	
1/H26	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
1/R20	0,00085+0,00583845013680857j	0,00085+0,00583845013680857j	
ED. 85 (ALM. BOB.)	0,001536+0,00910332510679477j	0,001536+0,00910332510679477j	
1/T21	0,000704+0,00490978451665651j	0,000704+0,00490978451665651j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
1/G21	0,110970595555556+1,27001804872736j	0,313215715555556+26,5630881672539j	1,190 -88,947
1/J21	0,125980595555556+1,27807604872736j	0,373255715555556+26,5953201672539j	1,188 -88,771
1/H26	0,157292595555556+1,28867604872736j	0,498503715555556+26,6377201672539j	1,185 -88,406
1/R20	0,203988515555556+1,32153604872736j	0,685287395555556+26,7691601672539j	1,177 -87,871
1/T21	0,211520115555556+1,32683604872736j	0,715413795555556+26,7903601672539j	1,176 -87,786
ED. 85 (ALM. BOB.)	0,357120915555556+1,37612604872736j	1,297816995555556+26,9875201672539j	1,162 -86,130
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
1/G21	0,000748388238222222+0,0050538167183591j	0,0051	37,190 -81,577
1/J21	0,000754392238222222+0,00504894438138849j	0,0051	37,218 -81,502
1/H26	0,000912917038222222+0,00665692790122929j	0,0067	28,277 -82,191
1/R20	0,000931595406222222+0,00636706455629951j	0,0064	29,527 -81,676
ED. 85 (ALM. BOB.)	0,001678848366222222+0,00965377552628571j	0,0098	19,390 -80,135
1/T21	0,000788608046222222+0,00544051893614745j	0,0055	34,562 -81,752
			Módulo Grados

LÍNEA A6				
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω	
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω	
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)		
46 - 45	0,0595422+0,03321828j	0,2381688+0,13287312j		
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)	
45	0,103097755555556+1,27446032872736j	0,281724355555556+26,5808572872539j	0,0000412391022222224+0,000509784131490944j	
PVK/12 - 2	0,103097755555556+1,27446032872736j	0,281724355555556+26,5808572872539j	0,010229874795+0,126458326117972j	
pvk/12 - 1	0,103097755555556+1,27446032872736j	0,281724355555556+26,5808572872539j	0,010229874795+0,126458326117972j	
TRAFO				
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)		
45	0,00085+0,00583845013680857j	0,00085+0,00583845013680857j		
PVK/12 - 2	0,174636+1,13768461693213j	0,174636+1,13768461693213j		
pvk/12 - 1	0,174636+1,13768461693213j	0,174636+1,13768461693213j		
Icc mín media tensión				20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)	
45	0,103097755555556+1,27446032872736j	0,281724355555556+26,5808572872539j	1,189	-89,040
PVK/12 - 2	0,103097755555556+1,27446032872736j	0,281724355555556+26,5808572872539j	1,189	-89,040
pvk/12 - 1	0,103097755555556+1,27446032872736j	0,281724355555556+26,5808572872539j	1,189	-89,040
			Módulo	Grados
Icc mín baja tensión				Varias kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)	
45	0,000891239102222222+0,00634823426829951j	0,0064	29,639	-82,008
PVK/12 - 2	0,184865874795+1,2641429430501j	1,2776	2,466	-81,680
pvk/12 - 1	0,184865874795+1,2641429430501j	1,2776	2,466	-81,680
			Módulo	Grados

LÍNEA A7			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-2/E4	0,0912+0,04896j	0,3648+0,19584j	
2/E4-2/M4	0,0454024+0,01537j	0,1816096+0,06148j	
2/M4-2/X4	0,05229104+0,017702j	0,20916416+0,070808j	
2/X4-2/DD11	0,04142+0,022236j	0,16568+0,088944j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
2/E-4	0,1347555555555556+1,29020204872736j	0,4083555555555556+26,6438241672539j	0,000053902222222222+0,000516080819490944j
2/M-4	0,1801579555555556+1,30557204872736j	0,5899651555555556+26,7053041672539j	0,0000720631822222222+0,000522228819490944j
2/X-4	0,2324489955555556+1,32327404872736j	0,7991293155555556+26,7761121672539j	0,0000929795982222222+0,000529309619490944j
2/DD11	0,2738689955555556+1,34551004872736j	0,9648093155555556+26,8650561672539j	0,000109547598222222+0,000538204019490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
2/E-4	0,00085+0,00411308886361576j	0,00085+0,00411308886361576j	
2/M-4	0,00085+0,00411308886361576j	0,00085+0,00411308886361576j	
2/X-4	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j	
2/DD11	0,000704+0,00499058954433241j	0,000704+0,00499058954433241j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
2/E-4	0,1347555555555556+1,29020204872736j	0,4083555555555556+26,6438241672539j	1,185 -88,671
2/M-4	0,1801579555555556+1,30557204872736j	0,5899651555555556+26,7053041672539j	1,181 -88,143
2/X-4	0,2324489955555556+1,32327404872736j	0,7991293155555556+26,7761121672539j	1,176 -87,540
2/DD11	0,2738689955555556+1,34551004872736j	0,9648093155555556+26,8650561672539j	1,171 -87,070
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
2/E-4	0,0009039022222222+0,0046291696831067j	0,004716593	40,283 -78,951
2/M-4	0,000922063182222222+0,0046353176831067j	0,004726137	40,202 -78,750
2/X-4	0,000942979598222222+0,00484642671310793j	0,004937313	38,482 -78,989
2/DD11	0,000813547598222222+0,00552879356382335j	0,0056	33,999 -81,629
			Módulo Grados

LÍNEA A8			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-2/E10	0,0912+0,04896j	0,3648+0,19584j	
2/E10-2/M10	0,0454024+0,01537j	0,1816096+0,06148j	
2/M10-2/X10	0,05229104+0,017702j	0,20916416+0,070808j	
2/X10-2/AA14	0,04142+0,022236j	0,16568+0,088944j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
2/E-10	0,134755555555556+1,29020204872736j	0,408355555555556+26,6438241672539j	0,0000539022222222224+0,000516080819490944j
2/M-10	0,180157955555556+1,30557204872736j	0,589965155555556+26,7053041672539j	0,0000720631822222224+0,000522228819490944j
2/X-10	0,232448995555556+1,32327404872736j	0,799129315555556+26,7761121672539j	0,0000929795982222224+0,000529309619490944j
2/AA14	0,273868995555556+1,34551004872736j	0,964809315555556+26,8650561672539j	0,000109547598222222+0,000538204019490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
2/E-10	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j	
2/M-10	0,00085+0,00431711709361699j	0,00085+0,00431711709361699j	
2/X-10	0,00085+0,00604048839085053j	0,00085+0,00604048839085053j	
2/AA14	0,00085+0,00390864426623861j	0,00085+0,00390864426623861j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I"K1 (kA)
2/E-10	0,134755555555556+1,29020204872736j	0,408355555555556+26,6438241672539j	1,185 -88,671
2/M-10	0,180157955555556+1,30557204872736j	0,589965155555556+26,7053041672539j	1,181 -88,143
2/X-10	0,232448995555556+1,32327404872736j	0,799129315555556+26,7761121672539j	1,176 -87,540
2/AA14	0,273868995555556+1,34551004872736j	0,964809315555556+26,8650561672539j	1,171 -87,070
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I"K2 (kA)
2/E-10	0,0009039022222222+0,00483319791310793j	0,0049	38,641 -79,407
2/M-10	0,000922063182222222+0,00483934591310793j	0,0049	38,568 -79,212
2/X-10	0,000942979598222222+0,00656979801034147j	0,0066	28,627 -81,832
2/AA14	0,000959547598222222+0,00444684828572955j	0,0045	41,766 -77,823
			Módulo Grados

LÍNEA A9			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-V2aAnexa	0,23275+0,12495j	0,931+0,4998j	
V2aAnexa-V2a/1	0,0285+0,0153j	0,114+0,0612j	
V2a/1-V2a/4	0,0171+0,00918j	0,0684+0,03672j	
V2a/4-171/8	0,0475+0,0255j	0,19+0,102j	
171/8-171/10	0,01235+0,00663j	0,0494+0,02652j	
171/10-171/12	0,01235+0,00663j	0,0494+0,02652j	
171/12-171/13	0,0347909+0,01867722j	0,1391636+0,07470888j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
V2A ANEXA	0,276305555555556+1,36619204872736j	0,974555555555556+26,9477841672539j	0,0001105222222222+0,000546476819490944j
V2A 1	0,304805555555556+1,38149204872736j	1,088555555555556+27,0089841672539j	0,0001219222222222+0,000552596819490944j
V2A 4	0,321905555555556+1,39067204872736j	1,156955555555556+27,0457041672539j	0,0001287622222222+0,000556268819490944j
DURATEC 8	0,369405555555556+1,41617204872736j	1,346955555555556+27,1477041672539j	0,0001477622222222+0,000566468819490944j
DURATEC 10	0,381755555555556+1,42280204872736j	1,396355555555556+27,1742241672539j	0,0001527022222222+0,000569120819490944j
DURATEC 12	0,394105555555556+1,42943204872736j	1,445755555555556+27,2007441672539j	0,0001576422222222+0,000571772819490944j
DURATEC 13	0,428896455555556+1,44810926872736j	1,584919155555556+27,2754530472539j	0,000171558582222222+0,000579243707490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
V2A ANEXA	0,00082+0,0065488624966478j	0,00082+0,0065488624966478j	
V2A 1	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
V2A 4	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
DURATEC 8	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 10	0,00082+0,00624640696720923j	0,00082+0,00624640696720923j	
DURATEC 12	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 13	0,00082+0,00594370254975802j	0,00082+0,00594370254975802j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
V2A ANEXA	0,276305555555556+1,36619204872736j	0,974555555555556+26,9477841672539j	1,166 -87,054
V2A 1	0,304805555555556+1,38149204872736j	1,088555555555556+27,0089841672539j	1,162 -86,735
V2A 4	0,321905555555556+1,39067204872736j	1,156955555555556+27,0457041672539j	1,159 -86,545
DURATEC 8	0,369405555555556+1,41617204872736j	1,346955555555556+27,1477041672539j	1,153 -86,020
DURATEC 10	0,381755555555556+1,42280204872736j	1,396355555555556+27,1742241672539j	1,151 -85,885
DURATEC 12	0,394105555555556+1,42943204872736j	1,445755555555556+27,2007441672539j	1,149 -85,750
DURATEC 13	0,428896455555556+1,44810926872736j	1,584919155555556+27,2754530472539j	1,144 -85,371
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
V2A ANEXA	0,0009305222222222+0,00709533931613874j	0,0072	26,551 -82,529
V2A 1	0,0009419222222222+0,00700066629802481j	0,0071	- -82,337
V2A 4	0,0009487622222222+0,00700433829802481j	0,0071	26,881 -82,286
DURATEC 8	0,0009677622222222+0,00691372019311717j	0,0070	27,216 -82,032
DURATEC 10	0,0009727022222222+0,00681552778670017j	0,0069	27,598 -81,878
DURATEC 12	0,0009776422222222+0,00691902419311717j	0,0070	27,190 -81,957
DURATEC 13	0,000991558582222222+0,00652294625724896j	0,0066	28,797 -81,357
			Módulo Grados

LÍNEA A10			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-V2a/1	0,24206+0,129948j	0,96824+0,519792j	
V2a/1-42c	0,06916+0,037128j	0,27664+0,148512j	
V2a/1-V2a/2	0,0437+0,02346j	0,1748+0,09384j	
V2a/2-V2a/3	0,0152+0,00816j	0,0608+0,03264j	
V2a/3-171/7	0,0456+0,02448j	0,1824+0,09792j	
171/7-171/9	0,01482+0,007956j	0,05928+0,031824j	
171/9-171/11	0,01311+0,007038j	0,05244+0,028152j	
171/11-171/14	0,057+0,0306j	0,228+0,1224j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
V2A 1	0,285615555555556+1,37119004872736j	1,011795555555556+26,9677761672539j	0,000114246222222222+0,000548476019490944j
42C	0,354775555555556+1,40831804872736j	1,288435555555556+27,1162881672539j	0,000141910222222222+0,000563327219490944j
V2A 2	0,329315555555556+1,39465004872736j	1,186595555555556+27,0616161672539j	0,000131726222222222+0,000557860019490944j
V2A 3	0,344515555555556+1,40281004872736j	1,247395555555556+27,0942561672539j	0,000137806222222222+0,000561124019490944j
DURATEC 7	0,390115555555556+1,42729004872736j	1,429795555555556+27,1921761672539j	0,000156046222222222+0,000570916019490944j
DURATEC 9	0,404935555555556+1,43524604872736j	1,489075555555556+27,2240001672539j	0,000161974222222222+0,000574098419490944j
DURATEC 11	0,418045555555556+1,44228404872736j	1,541515555555556+27,2521521672539j	0,000167218222222222+0,000576913619490944j
DURATEC 14	0,475045555555556+1,47288404872736j	1,769515555555556+27,3745521672539j	0,000190018222222222+0,000589153619490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
V2A 1	0,00082+0,00644806947853387j	0,00082+0,00644806947853387j	
42C	0,000512+0,00393482909412849j	0,000512+0,00393482909412849j	
V2A 2	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
V2A 3	0,00085+0,00644418342383269j	0,00085+0,00644418342383269j	
DURATEC 7	0,00082+0,00624640696720923j	0,00082+0,00624640696720923j	
DURATEC 9	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 11	0,00082+0,00634725137362623j	0,00082+0,00634725137362623j	
DURATEC 14	0,00082+0,00648838963071732j	0,00082+0,00648838963071732j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)
V2A 1	0,285615555555556+1,37119004872736j	1,011795555555556+26,9677761672539j	1,164 -86,950
42C	0,354775555555556+1,40831804872736j	1,288435555555556+27,1162881672539j	1,155 -86,181
V2A 2	0,329315555555556+1,39465004872736j	1,186595555555556+27,0616161672539j	1,158 -86,463
V2A 3	0,344515555555556+1,40281004872736j	1,247395555555556+27,0942561672539j	1,156 -86,294
DURATEC 7	0,390115555555556+1,42729004872736j	1,429795555555556+27,1921761672539j	1,150 -85,793
DURATEC 9	0,404935555555556+1,43524604872736j	1,489075555555556+27,2240001672539j	1,148 -85,632
DURATEC 11	0,418045555555556+1,44228404872736j	1,541515555555556+27,2521521672539j	1,146 -85,489
DURATEC 14	0,475045555555556+1,47288404872736j	1,769515555555556+27,3745521672539j	1,138 -84,875
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)
V2A 1	No hay trafo, es una cabina de enlace		- -
42C	0,000653910222222222+0,00449815631361943j	0,0045	41,800 -81,729
V2A 2	0,000981726222222222+0,00700204344332363j	0,0071	26,872 -82,019
V2A 3	0,000987806222222222+0,00700530744332363j	0,0071	26,857 -81,974
DURATEC 7	0,000976046222222222+0,00681732298670017j	0,0069	27,589 -81,852
DURATEC 9	0,000981974222222222+0,00692134979311717j	0,0070	27,179 -81,925
DURATEC 11	0,000987218222222222+0,00692416499311717j	0,0070	27,165 -81,886
DURATEC 14	0,001010018222222222+0,00707754325020826j	0,0071	26,576 -81,878
			Módulo Grados

LÍNEA A11			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-42b	0,031482088+0,022154j	0,125928352+0,088616j	
42b-42e	0,0019+0,00102j	0,0076+0,00408j	
42e-42eAnnex	0,0095+0,0051j	0,038+0,0204j	
42eAnnex-3/L13	0,01406+0,007548j	0,05624+0,030192j	
3/L13-4C/F15	0,021992272+0,015476j	0,087969088+0,061904j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
42B	0,075037643555556+1,26339604872736j	0,169483907555556+26,5366001672539j	0,000030015057422222+0,000505358419490944j
42E	0,076937643555556+1,26441604872736j	0,177083907555556+26,5406801672539j	0,00763413768180001+0,125461682434972j
42EAnnex	0,086437643555556+1,26951604872736j	0,215083907555556+26,5610801672539j	0,000034575057422222+0,000507806419490944j
3/L13	0,100497643555556+1,27706404872736j	0,271323907555556+26,5912721672539j	0,000040199057422222+0,000510825619490944j
4CF15	0,122489915555556+1,29254004872736j	0,359292995555556+26,6531761672539j	0,000048995966222222+0,000517016019490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
42B	0,0008+0,00614817045957576j	0,0008+0,00614817045957576j	
42E	0,301644+1,94537691737103j	0,301644+1,94537691737103j	
42EAnnex	0,00064+0,00450678421937416j	0,00064+0,00450678421937416j	
3/L13	0,0008+0,0062489999199872j	0,0008+0,0062489999199872j	
4CF15	0,00085+0,00583845013680857j	0,00085+0,00583845013680857j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
42B	0,075037643555556+1,26339604872736j	0,169483907555556+26,5366001672539j	1,192 -89,370
42E	0,076937643555556+1,26441604872736j	0,177083907555556+26,5406801672539j	1,192 -89,348
42EAnnex	0,086437643555556+1,26951604872736j	0,215083907555556+26,5610801672539j	1,190 -89,236
3/L13	0,100497643555556+1,27706404872736j	0,271323907555556+26,5912721672539j	1,188 -89,072
4CF15	0,122489915555556+1,29254004872736j	0,359292995555556+26,6531761672539j	1,185 -88,816
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
42B	0,00083001505742222+0,0066535288790667j	0,0067051	28,337 -82,889
42E	0,3092781376818+2,070838599806j	2,093806455	1,504 -81,506
42EAnnex	0,00067457505742222+0,0050145906388651j	0,00505976	37,551 -82,338
3/L13	0,00084019905742222+0,00675982553947814j	0,006811841	27,893 -82,915
4CF15	0,00089899596622222+0,00635546615629951j	0,006418734	29,601 -81,949
			Módulo Grados

LÍNEA A12				
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω	
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω	
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)		
46-V2a/5	0,1958216+0,1378j	0,7832864+0,5512j		
V2a/5-290	0,48716+0,0655j	1,94864+0,262j		
V2a/5-300	0,4189576+0,05633j	1,6758304+0,22532j		
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada (Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)	
V2A 5	0,239377155555556+1,37904204872736j	0,826841955555556+26,9991841672539j	0,0000957508622222224+0,000551616819490944j	
ED. 90 (290)	0,726537155555556+1,44454204872736j	2,775481955555556+27,2611841672539j	0,000290614862222222+0,000577816819490944j	
ED. 300	0,658334755555556+1,43537204872736j	2,502672355555556+27,2245041672539j	0,000263333902222222+0,000574148819490944j	
TRAFÓ				
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)		
V2A 5	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j		
ED. 90 (290)	0,001536+0,00980036244227733j	0,001536+0,00980036244227733j		
ED. 300	0,001536+0,00947632333766635j	0,001536+0,00947632333766635j		
Icc mín media tensión				20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)	
V2A 5	0,239377155555556+1,37904204872736j	0,826841955555556+26,9991841672539j	1,163	-87,488
ED. 90 (290)	0,726537155555556+1,44454204872736j	2,775481955555556+27,2611841672539j	1,138	-82,016
300	0,658334755555556+1,43537204872736j	2,502672355555556+27,2245041672539j	1,142	-82,767
			Módulo	Grados
Icc mín baja tensión				0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)	
V2A 5	0,000945750862222222+0,00669307430122929j	0,0068	28,108	-81,957
ED. 90 (290)	0,001826614862222222+0,0103781792617683j	0,0105	18,030	-80,018
300	0,001799333902222222+0,0100504721571573j	0,0102	18,609	-79,850
			Módulo	Grados

LÍNEA A13			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,0435555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,0435555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-45A1	0,04594276+0,03233j	0,18377104+0,12932j	
45A1-71	0,04368328+0,03074j	0,17473312+0,12296j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
S/E 45 A1	0,0894983155555556+1,27357204872736j	0,2273265955555556+26,5773041672539j	0,000035799326222222+0,000509428819490944j
S/E 71	0,1331815955555556+1,30431204872736j	0,4020597155555556+26,7002641672539j	0,000053272638222224+0,000521724819490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
S/E 45 A1	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
S/E 71	0,00085+0,00614145748173835j	0,00085+0,00614145748173835j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
S/E 45 A1	0,0894983155555556+1,27357204872736j	0,2273265955555556+26,5773041672539j	1,189 -89,201
S/E 71	0,1331815955555556+1,30431204872736j	0,4020597155555556+26,7002641672539j	1,182 -88,694
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
S/E 45 A1	0,000885799326222222+0,00665088630122929j	0,0067	28,318 -82,414
S/E 71	0,000903272638222222+0,00666318230122929j	0,0067	28,256 -82,280
			Módulo Grados

LÍNEA A16			
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)	
46-3b/C04	0,09975+0,05355j	0,399+0,2142j	
3b/C04-3b/G04	0,0171+0,00918j	0,0684+0,03672j	
3b/G04-3b/Rectifier	0,00665+0,00357j	0,0266+0,01428j	
3b/G04-42A	0,07885+0,04233j	0,3154+0,16932j	
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)
3B/C04	0,143305555555556+1,29479204872736j	0,442555555555556+26,6621841672539j	0,0000573222222222224+0,000517916819490944j
3B/G04	0,160405555555556+1,30397204872736j	0,510955555555556+26,6989041672539j	0,0000641622222222224+0,000521588819490944j
3B/RECTIFIER	0,167055555555556+1,30754204872736j	0,537555555555556+26,7131841672539j	0,000056558328888889+0,000442681436017135j
42A	0,245905555555556+1,34987204872736j	0,852955555555556+26,8825041672539j	0,0000983622222222224+0,000539948819490944j
TRAFO			
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)	
3B/C04	0,00064+0,00462795678458648j	0,00064+0,00462795678458648j	
3B/G04	0,00064+0,00462795678458648j	0,00064+0,00462795678458648j	
3B/RECTIFIER	0,00282797176470588+0,0130401233801996j	0,00282797176470588+0,0130401233801996j	
42A	0,0008+0,0064908859179622j	0,0008+0,0064908859179622j	
Icc mín media tensión			20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I''k1 (kA)
3B/C04	0,143305555555556+1,29479204872736j	0,442555555555556+26,6621841672539j	1,184 -88,572
3B/G04	0,160405555555556+1,30397204872736j	0,510955555555556+26,6989041672539j	1,182 -88,374
3B/RECTIFIER	0,167055555555556+1,30754204872736j	0,537555555555556+26,7131841672539j	1,181 -88,298
42A	0,245905555555556+1,34987204872736j	0,852955555555556+26,8825041672539j	1,170 -87,397
			Módulo Grados
Icc mín baja tensión			0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I''k2 (kA)
3B/C04	0,000697322222222222+0,00514587360407742j	0,0052	36,588 -82,283
3B/G04	0,000704162222222222+0,00514954560407742j	0,0052	36,556 -82,214
3B/RECTIFIER	0,00288453009359477+0,0134828048162167j	0,0138	13,780 -77,924
42A	0,000898362222222222+0,00703083473745314j	0,0071	26,806 -82,719
			Módulo Grados

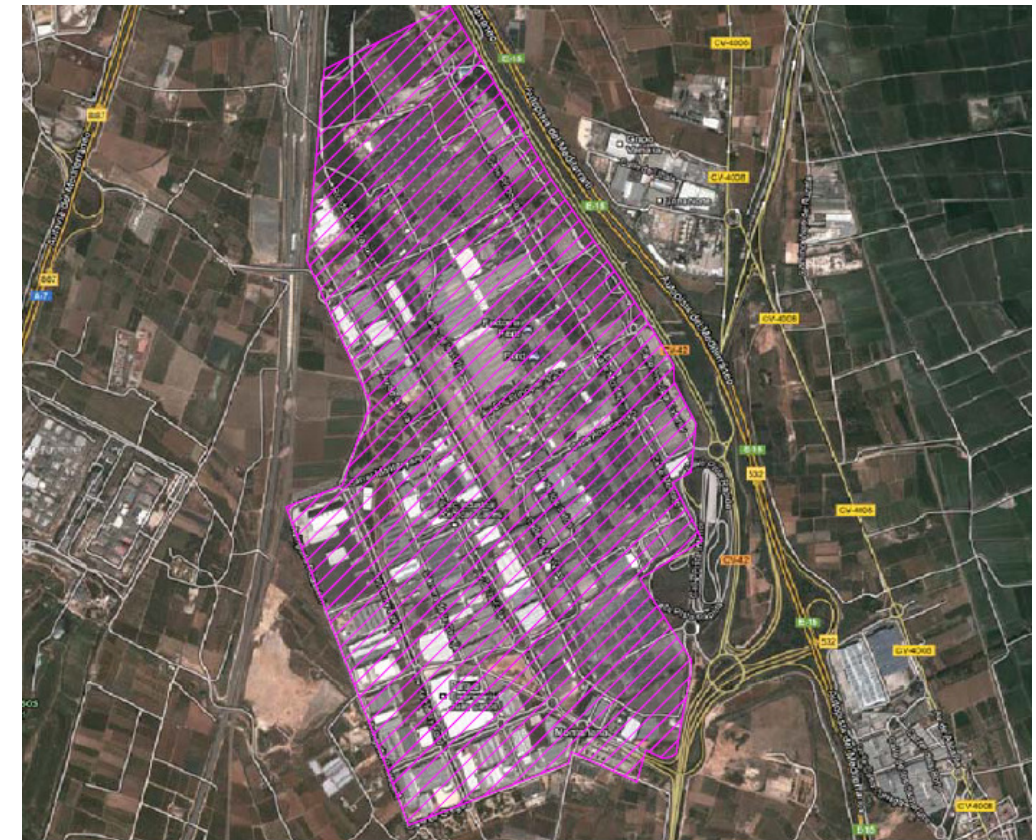
LÍNEA A17				
	Z ACOMETIDA SECUNDARIO 20 kV	0,043555555555556+1,24124204872736j	Ω	
	Z ACOMETIDA homopolar 20 kV	0,043555555555556+26,4479841672539j	Ω	
Tramos	Z compleja Primario (Ω)	Z homopolar Primario (Ω)		
46-2b/NN14	0,14991+0,080478j	0,59964+0,321912j		
2b/NN14-2b/NN2	0,03667+0,019686j	0,14668+0,078744j		
2b/NN2-2b/NN07	0,02565+0,01377j	0,1026+0,05508j		
2b/NN07-2b/BB07	0,03192+0,017136j	0,12768+0,068544j		
SITUACIÓN	Z compleja Primario acumulada(Ω)	Z homopolar Primario acumulada (Ω)	Z compleja Secundario acumulada (Ω)	
2B/NN14	0,193465555555556+1,32172004872736j	0,643195555555556+26,7698961672539j	0,0000773862222222224+0,000528688019490944j	
2B/NN2	0,230135555555556+1,34140604872736j	0,789875555555556+26,8486401672539j	0,0000920542222222224+0,000536562419490944j	
2B/NN07	0,255785555555556+1,35517604872736j	0,892475555555556+26,9037201672539j	0,0001023142222222222+0,000542070419490944j	
2B/BB07	0,287705555555556+1,37231204872736j	1,020155555555556+26,9722641672539j	0,0001150822222222222+0,000548924819490944j	
TRAFO				
SITUACIÓN	Z compleja Secundario (Ω)	Z homopolar Secundario (Ω)		
2B/NN14	0,0007+0,00402965259048469j	0,0007+0,00402965259048469j		
2B/NN2	0,0007+0,00396874035431899j	0,0007+0,00396874035431899j		
2B/NN07	0,0007+0,00406009852097212j	0,0007+0,00406009852097212j		
2B/BB07	0,0007+0,00403980197534483j	0,0007+0,00403980197534483j		
Icc mín media tensión				20 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Z equivalente homopolar	I" k1 (kA)	
2B/NN14	0,193465555555556+1,32172004872736j	0,643195555555556+26,7698961672539j	1,177	-87,994
2B/NN2	0,230135555555556+1,34140604872736j	0,789875555555556+26,8486401672539j	1,172	-87,576
2B/NN07	0,255785555555556+1,35517604872736j	0,892475555555556+26,9037201672539j	1,168	-87,286
2B/BB07	0,287705555555556+1,37231204872736j	1,020155555555556+26,9722641672539j	1,164	-86,927
			Módulo	Gradps
Icc mín baja tensión				0,4 kV
SITUACIÓN	Z equivalente directo/inverso	Módulo Z	I" k2 (kA)	
2B/NN14	0,000777386222222222+0,00455834060997563j	0,0046	41,089	-80,322
2B/NN2	0,000792054222222222+0,00450530277380993j	0,0046	41,536	-80,029
2B/NN07	0,000802314222222222+0,00460216894046306j	0,0047	40,671	-80,111
2B/BB07	0,000815082222222222+0,00458872679483577j	0,0047	40,768	-79,928
			Módulo	Gradps



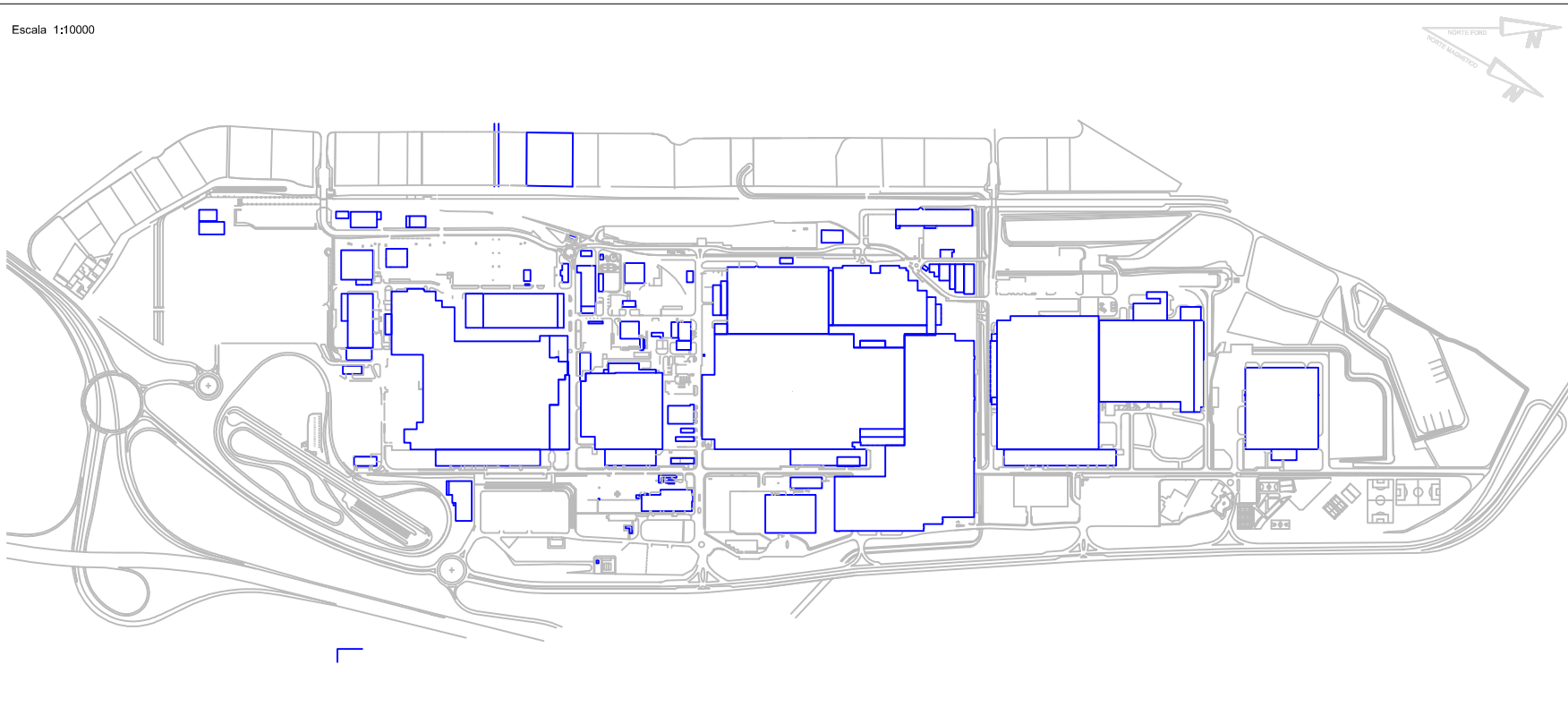
PLANOS




Escala 1:150000

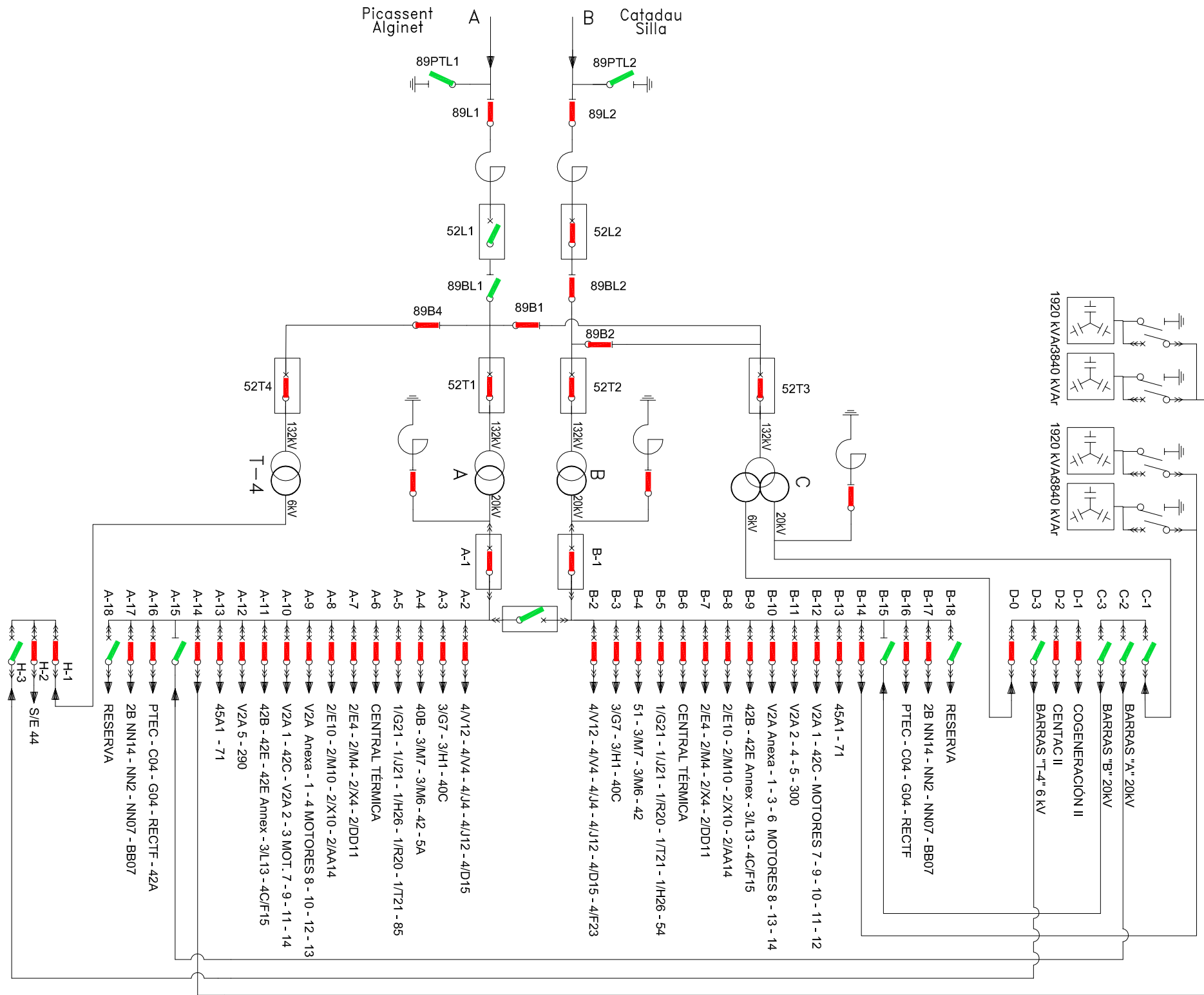



Escala 1:20000

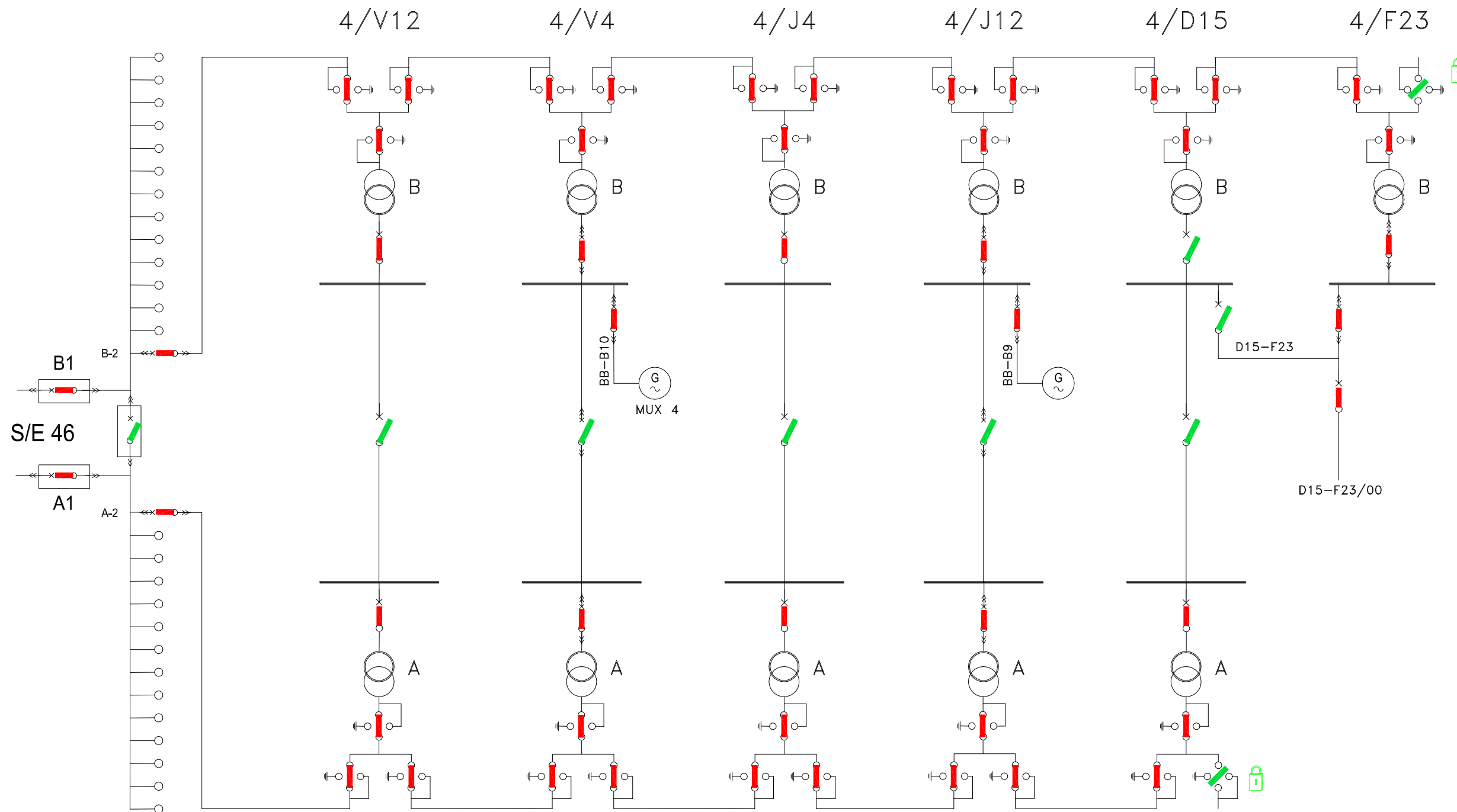



Escala 1:10000

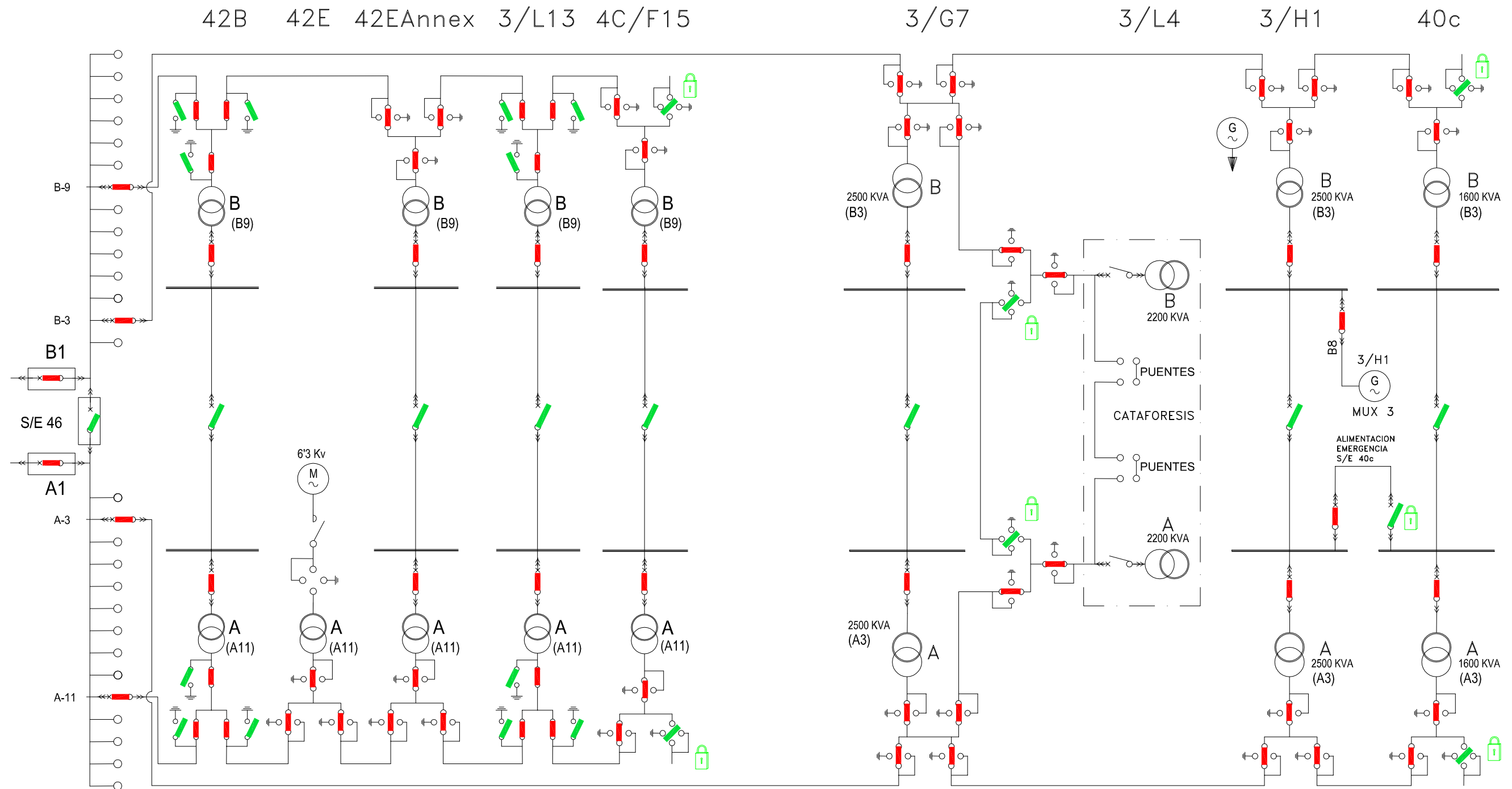
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
EMPLAZAMIENTO		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	PLANO SITUACIONAL	FECHA 21/02/2017
		PLANO Nº : 0




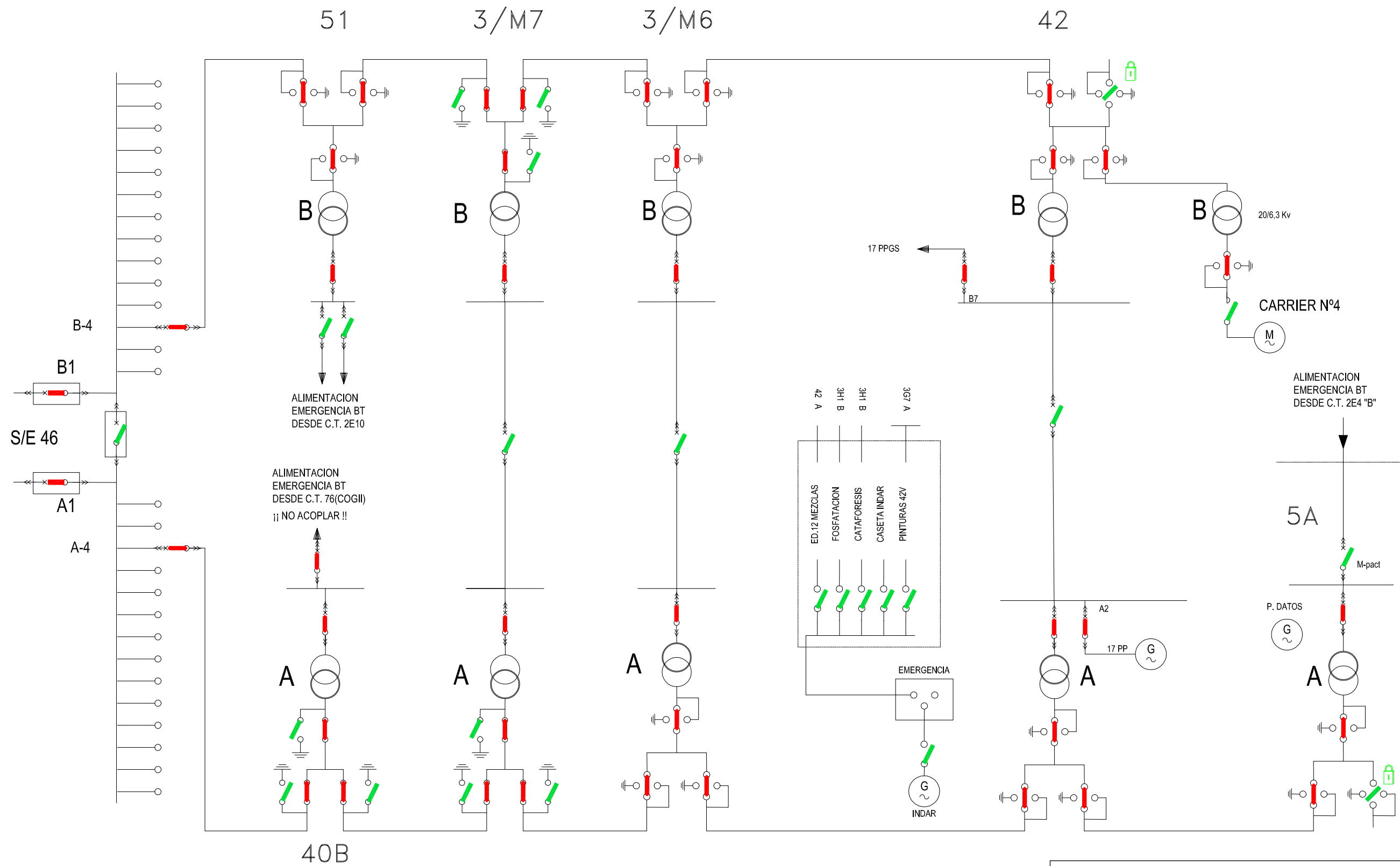
JORGE PÉREZ JUAN GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN : Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3	PLANO Nº : 1
PLANO: SUBESTACIÓN - LÍNEA "B"	FECHA 21/02/2017	




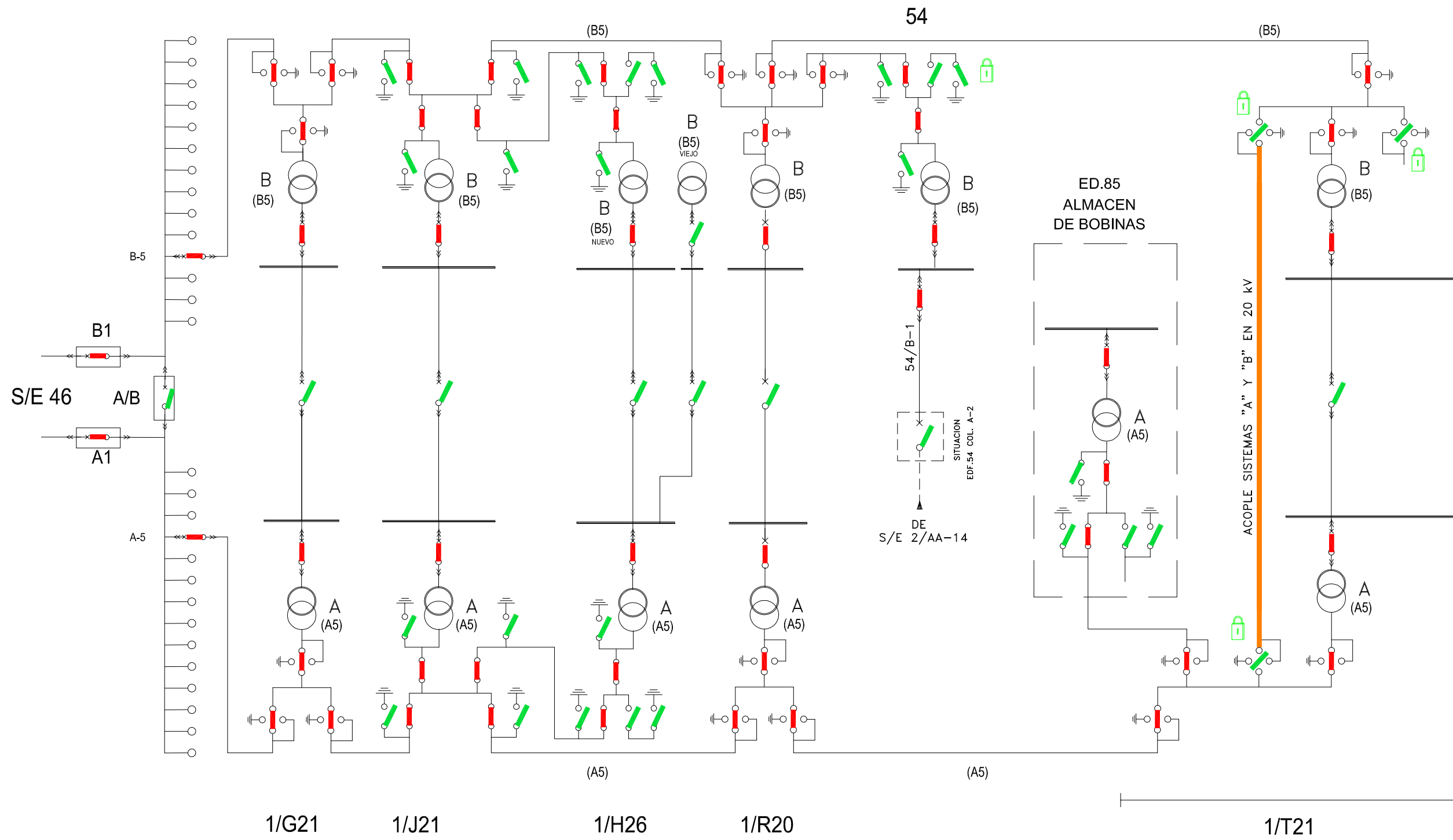
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A2 - B2	FECHA 21/02/2017
		2




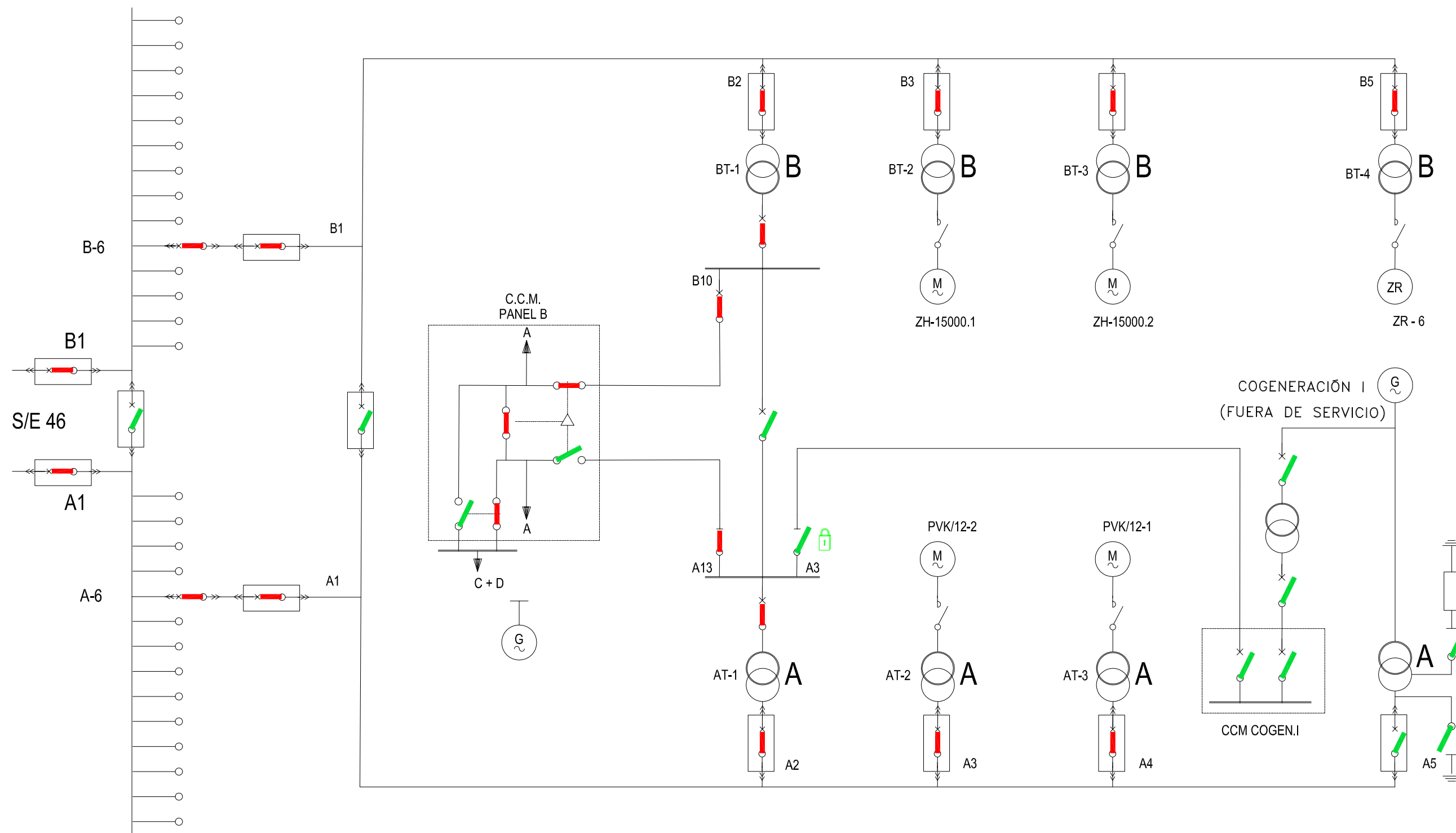
JORGE PÉREZ JUAN GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN : Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3	PLANO Nº : 3
PLANO: LÍNEAS A3 - A11 - B3 - B9	FECHA 21/02/2017	




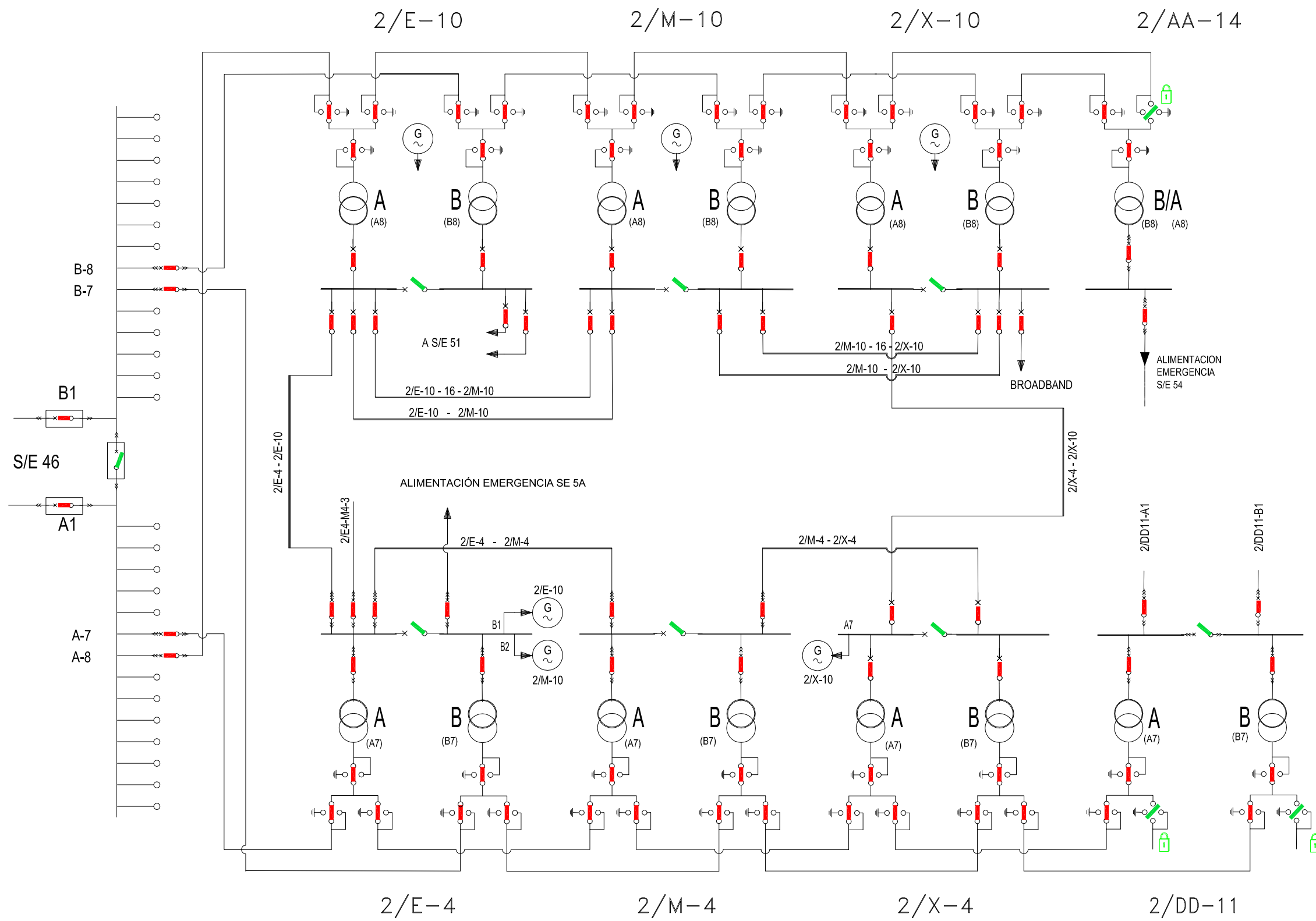
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A4 - B4	FECHA 21/02/2017
		PLANO Nº : 4




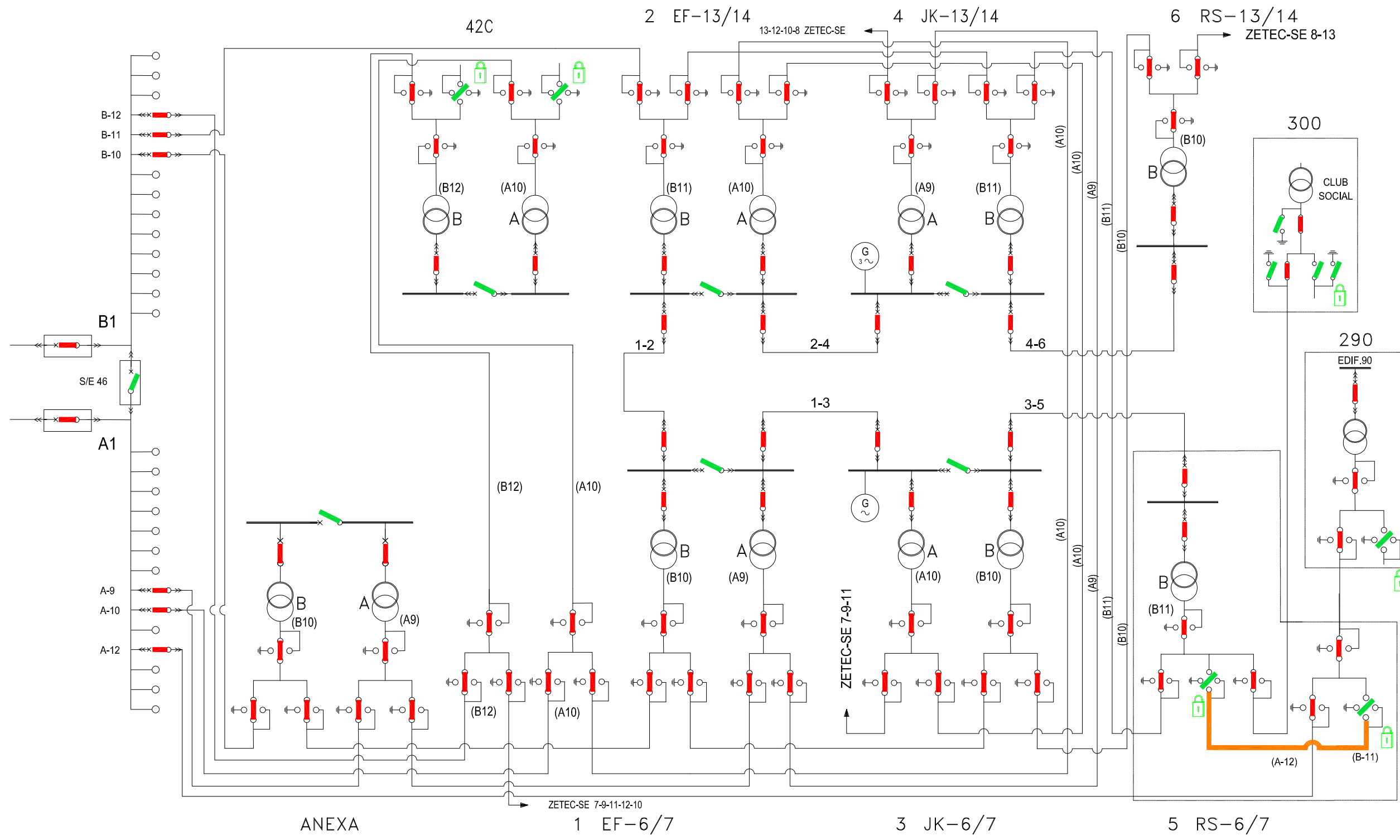
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A5 - B5	FECHA 21/02/2017
		PLANO Nº : 5




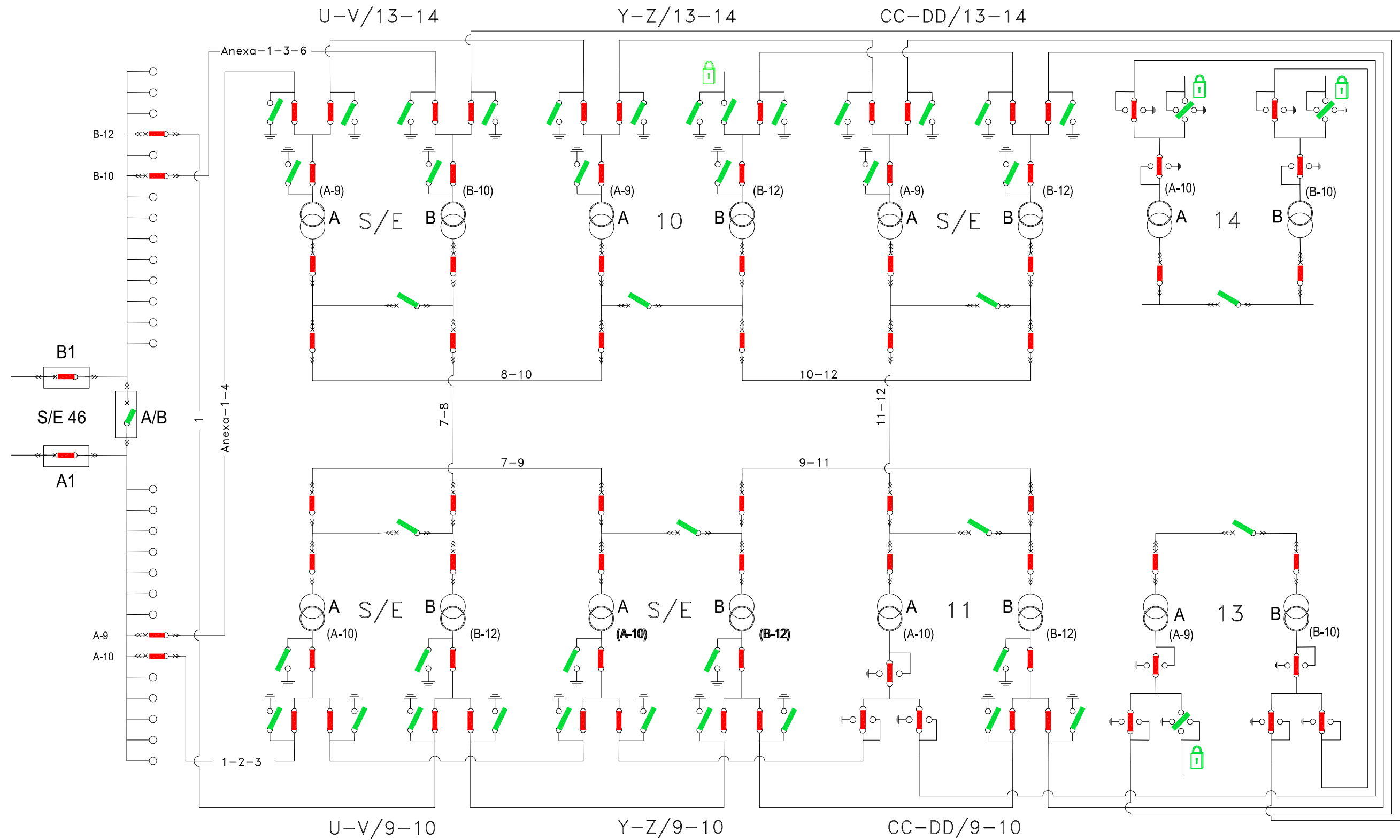
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A6 - B6	FECHA 21/02/2017
		6




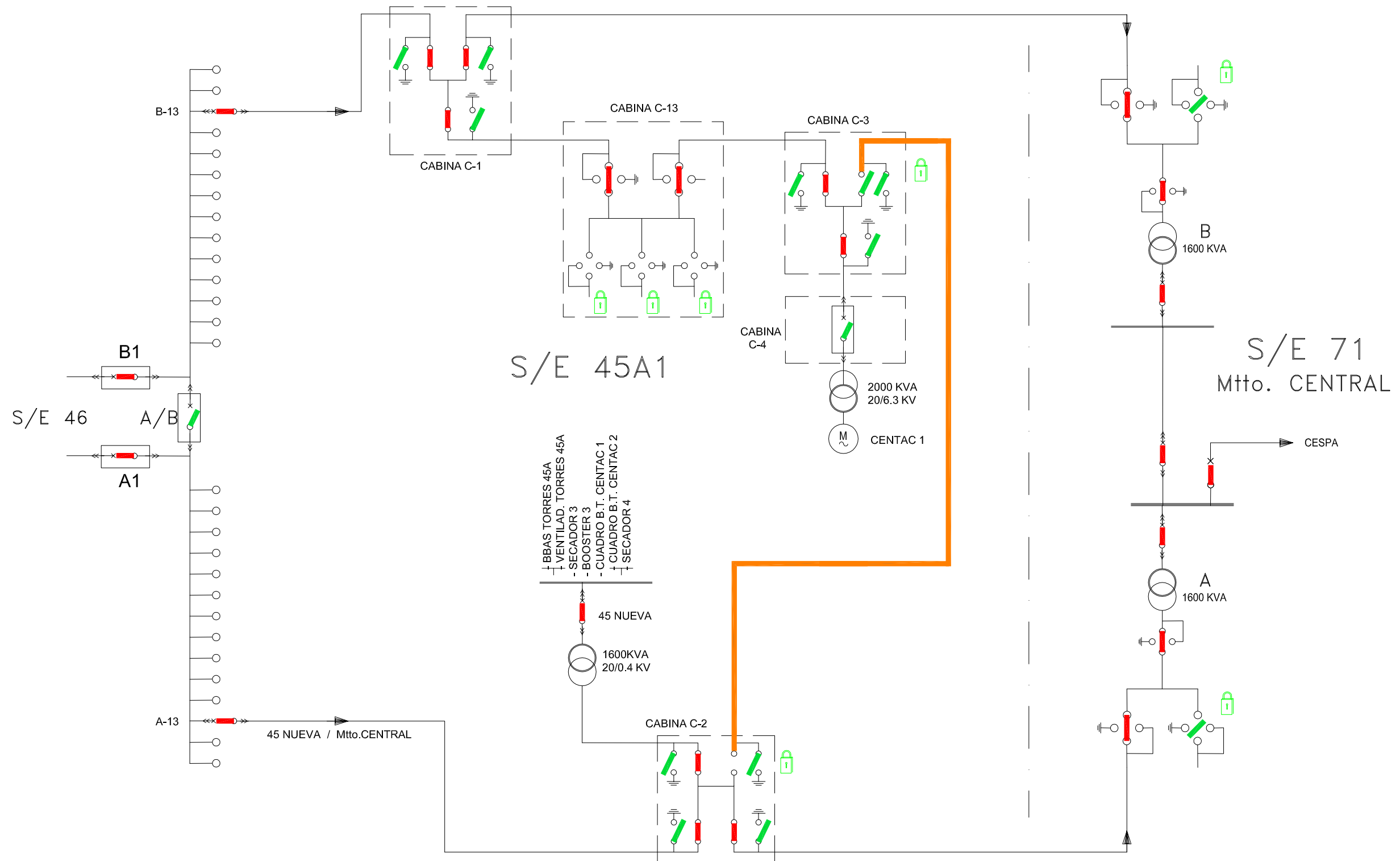
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A7 - A8 - B7 - B8	FECHA 21/02/2017
		PLANO Nº : 7




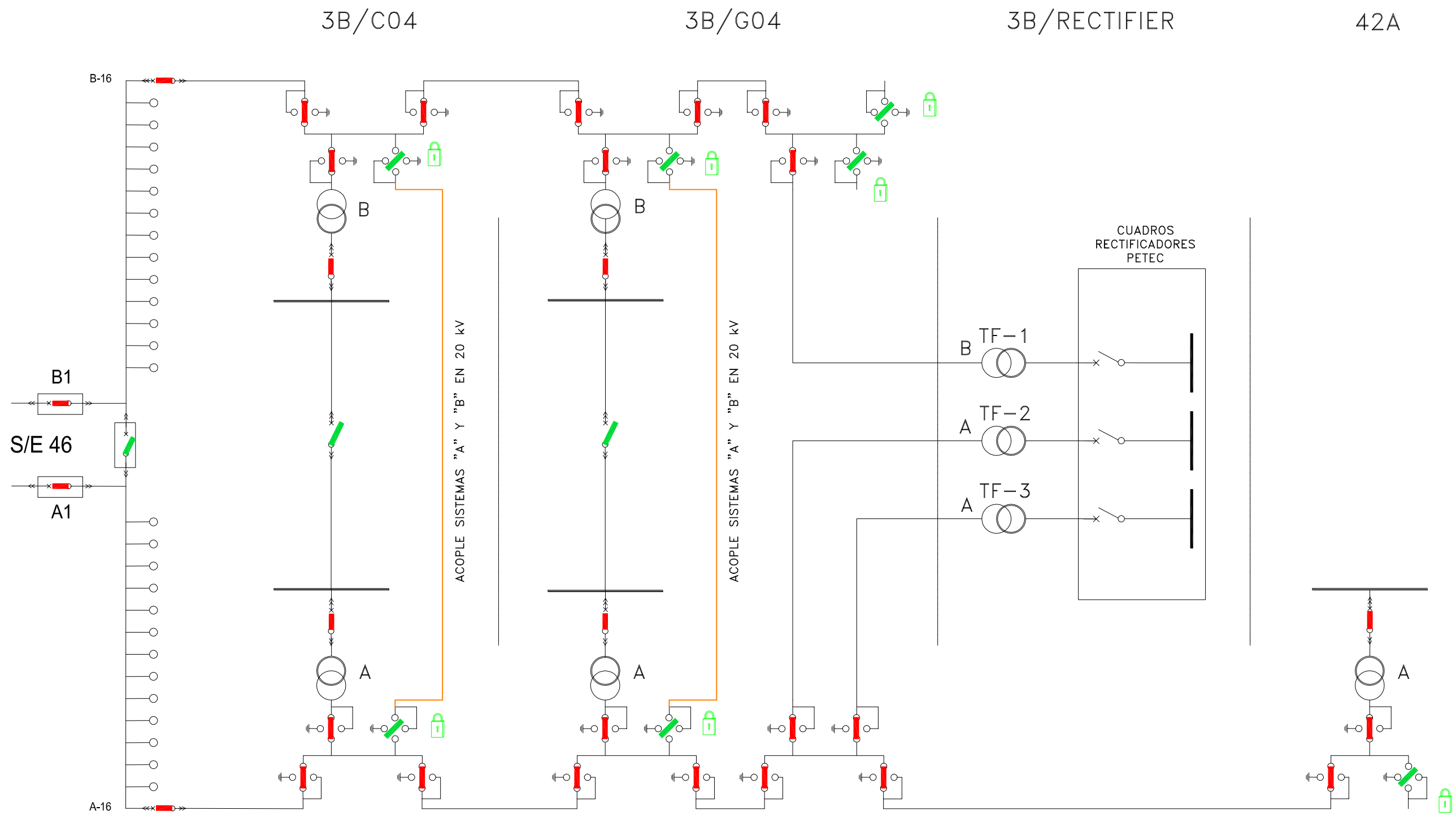
JORGE PÉREZ JUAN GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN : Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3	PLANO Nº : 8
PLANO: LÍNEAS A9 - A10 - A12 - B10 B-11 -B 12	FECHA 21/02/2017	




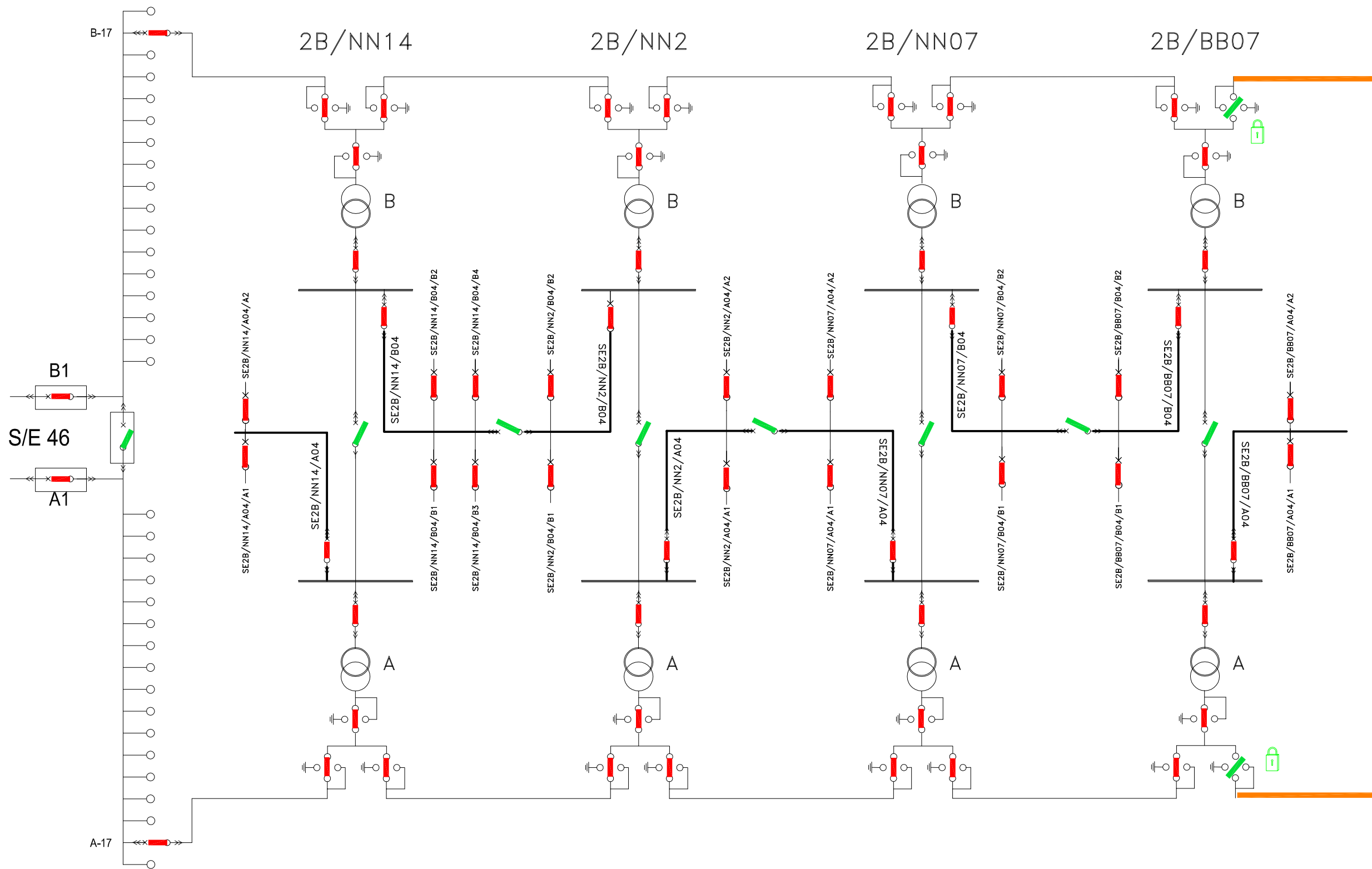
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A9 - A10 - B10 - B12	FECHA 21/02/2017
		9




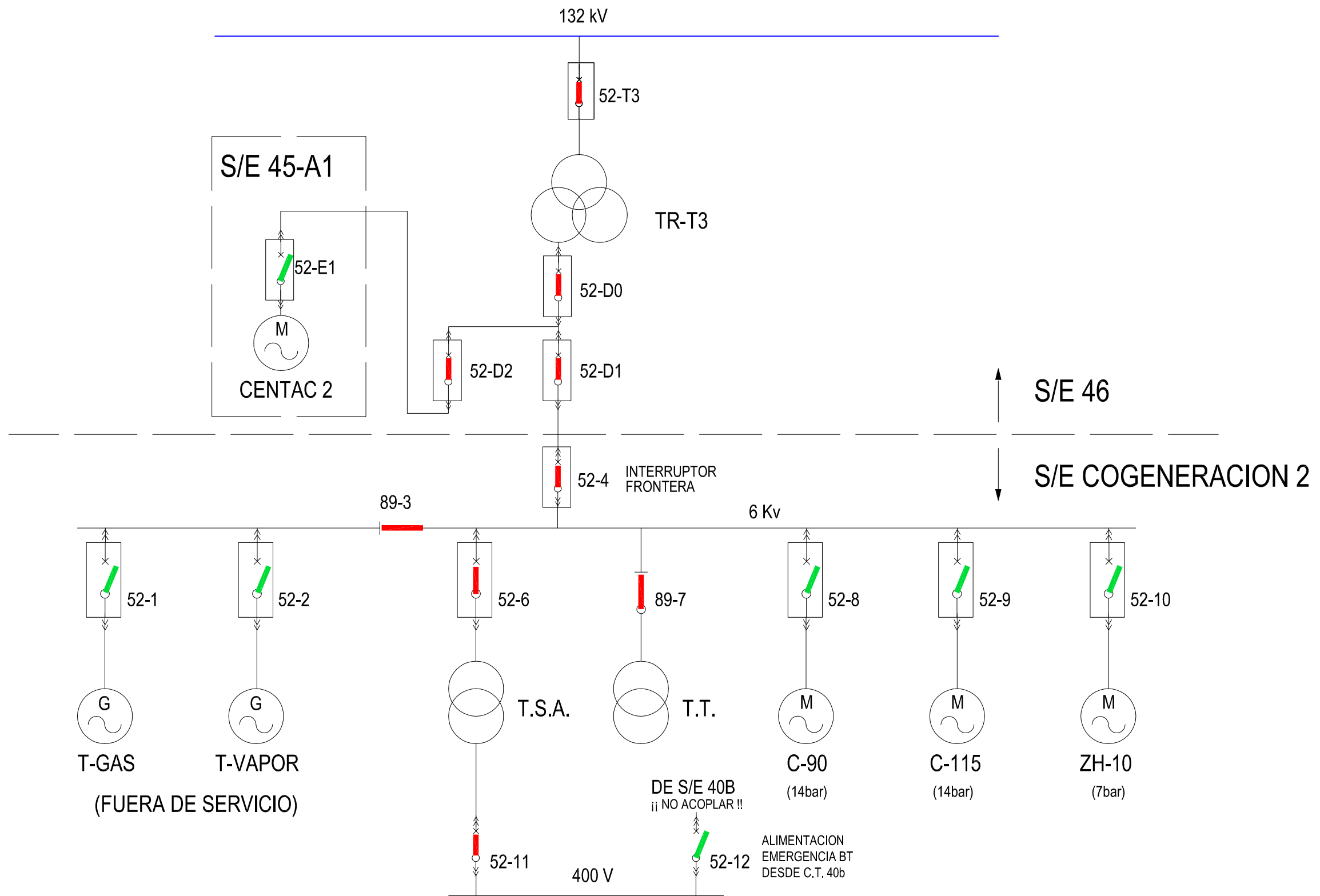
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A13 - B13	FECHA 21/02/2017
		10




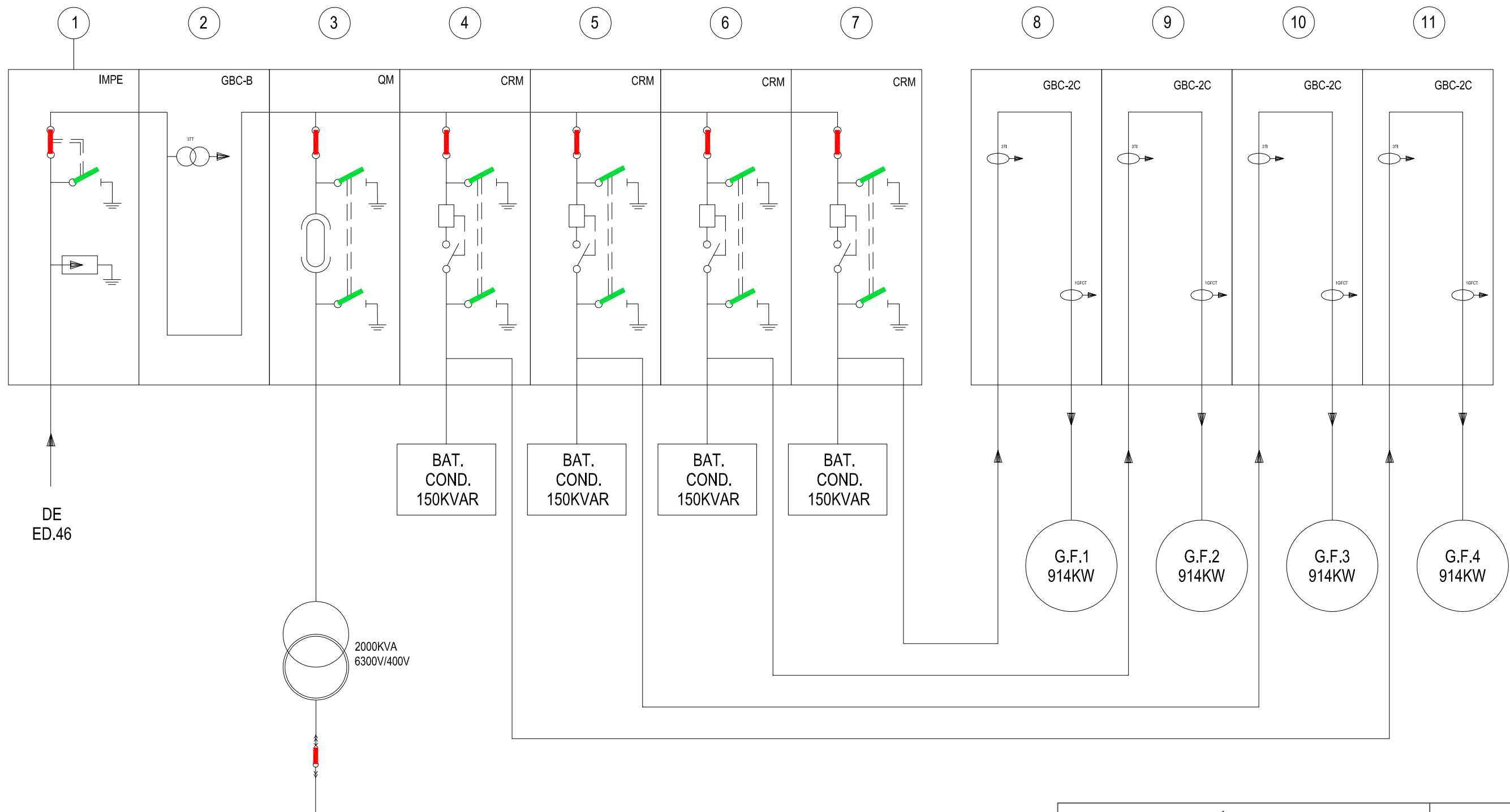
JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A16 - B16	FECHA 21/02/2017
		11




JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS A17 - B17	FECHA 21/02/2017
		12



JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEAS D1 - D2	FECHA 21/02/2017
		13



JORGE PÉREZ JUAN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
GRADO INGENIERIA ELÉCTRICA		
UNIFILAR SITUACIÓN HABITUAL		
SITUACIÓN :	Polígono Industrial Ford 46.440 - Almussafes	TAMAÑO DIN A3
PLANO:	LÍNEA H2	FECHA 21/02/2017
		PLANO Nº : 14