

## Resumen

El presente proyecto diseña un sistema de control y protección integrado para subestaciones de alta tensión (AT) en el departamento de normalización y desarrollo de subestaciones de *Endesa Distribución Eléctrica, S.A.*

Dada la actual situación económica, se ha centrado especial atención en la optimización de los costes para diseñar e integrar el sistema de control y protección. A tal efecto, se reducen longitudes de cables, borneros, así como armarios y otro tipo de envolventes. Para conseguir dicho objetivo se ha diseñado el sistema de control y protección, tanto física como lógicamente, digitalizando la mayor parte de éste, y reduciendo el tamaño de los dispositivos de la manera más eficiente posible.

Se ha considerado un protocolo estándar de comunicación entre equipos (IEC 61850), el cual permite una de las características que las compañías eléctricas llevan tantos años reclamando: Interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

Finalmente, se ha conseguido que la arquitectura de la instalación estudiada, se adapte a los criterios de protección, así como, optimizar la explotación de la red tanto desde la propia instalación como tele-accediendo desde el centro de control.

## Abstract

This Project makes a design of a control and protection integrated system for high voltage substations in the standardization and development department of *Endesa Distribución Eléctrica, S.A.*

Taking into account the actual economical situation, it has been focused special attention on the costs' optimization to design and integrate the control and protection system. To this end, there are reduced wires, terminal blocks, as well as cabinet and other enclosures. To achieve this objective, the control and protection device has been designed, physically and logically, reducing the size of the equipment as efficiently as possible.

It's considered a standard communication protocol (*IEC61850*) which brings the characteristics that the electric companies have claimed in the last years: Interoperable systems between different equipments of diverse manufactures, and flexible architectures to the substation automation domain.

Finally, it's determined that the substation's architecture has been adapted to the protection's requirements, as well as, optimized the operation of the network from wherever.





# I. Prefacio

## I.1. Motivación

El presente proyecto nace de un estudio realizado con la empresa ENDESA S.A., con el fin de optimizar los equipos de control y protecciones, existentes en la actualidad, en las redes de Alta y Media Tensión (*a partir de ahora referidas como redes AT y MT respectivamente*).

Si bien la situación económica actual evidencia cierto estancamiento, los últimos años se han caracterizado por un aumento progresivo de la demanda energética debido al avance tecnológico creciente y a los requerimientos energéticos necesarios para dichos elementos.

Por otro lado, la situación económica actual, hace palpable la evidente necesidad de reducir costes en la construcción de las instalaciones. De estas necesidades nace la motivación de diseñar nuevos sistemas que, aún y reduciendo dimensiones y cableado, no comporten renunciar a funciones indispensables e innovadoras para la explotación de una subestación.

Este proyecto viene motivado por el importante cambio que se está dando en los sistemas de automatización de subestaciones, como consecuencia de la introducción del IEC61850.

Es evidente que, con el fin de mantener precios competitivos de mercado, las compañías eléctricas necesitan disponer de distintos proveedores de material. No obstante, debido a la estandarización de los equipos que impone el sector eléctrico, las matrices diferenciales entre equipos se mueven en márgenes muy estrechos; solamente el comportamiento durante la explotación diaria constituye el índice fundamental y decisivo.

## I.2. Objeto del Proyecto

Diseñar un sistema de control y protección integrado para subestaciones eléctricas de alta y media tensión.

## I.3. Objetivos del Proyecto

El principal objetivo de este proyecto es la realización de una subestación eléctrica optimizando cableado. Para ello, se utilizará un protocolo estándar de comunicación entre



equipos (*IEC61850*), eliminando así protocolos propietarios de distintos proveedores y evitar problemas de compatibilidad.

Establecidos los objetivos, dicho sistema se ha diseñado a nivel lógico y físico para conseguir la máxima eficacia en las instalaciones nuevas. También se ha prestado especial atención a los equipos de recambios para instalaciones existentes.

Como política de mercado, el sistema diseñado no se puede considerar como la suma exacta de control más protección, tal como se conocen actualmente. Dicha solución, a fecha de hoy, no es interoperable ni multi-suministrador.

Se replantean las bases en el sistema de control de una subestación eléctrica, por lo que se han estudiado nuevas tecnologías digitales con mayores volúmenes de información y a mayores velocidades de transmisión.

Se consideran tanto criterios ambientales como económicos para extender la optimización a todos los campos. Se implantan las nuevas tecnologías de la manera más fiable, segura y económica posible en las subestaciones eléctricas.

## **I.4. Alcance del proyecto**

Este proyecto constituye el punto de partida para la optimización de la red eléctrica a partir de la introducción de las nuevas tecnologías del mercado. En el sector eléctrico, existe una tendencia natural a probar nuevos sistemas, esgrimiendo el *“tal cual está ya funciona y no produce interrupciones”*. No obstante, equipos y maneras de proceder, se están quedando obsoletos por no introducir tecnologías actualizadas y la reducción sistemática de las plantillas operativas.

El presente proyecto incidirá en los criterios de explotación en régimen permanente y transitorio. Merecerán una mención las tecnologías incipientes de mercado y que podrían hacer crecer el sector eléctrico, tales como, transductores electro-ópticos, cables superconductores, interruptores limitadores, etc. No obstante, dichas tecnologías no se estudiarán de forma detallada, puesto que no es el objeto último del proyecto.

Teniendo en cuenta las premisas comentadas anteriormente, se diseñará un sistema integrado de control y protección, punto de partida para modernizar las instalaciones en el sistema eléctrico español.

Cabe destacar la importancia de las comunicaciones en este proyecto, puesto que es el sector que más ha evolucionado en los últimos tiempos. Se centrará especial atención en el nuevo protocolo *IEC61850*, para interoperabilizar todos los sistemas de la instalación.



## II. Sumario

<b>I. PREFACIO</b>	<b>3</b>
I.1. Motivación.....	3
I.2. Objeto del Proyecto .....	3
I.3. Objetivos del Proyecto .....	3
I.4. Alcance del proyecto .....	4
<b>II. SUMARIO</b>	<b>5</b>
<b>III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS</b>	<b>8</b>
III.1. Figuras .....	8
III.2. Ecuaciones .....	11
III.3. Tablas .....	11
<b>IV. GLOSARIO</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
1.1. Origen del proyecto .....	15
<b>2. PRESENTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA</b>	<b>17</b>
2.1. Subsistemas y tipos de estaciones .....	17
2.2. Conexiones del subsistema de transporte .....	19
2.2.1. Topología parques.....	21
2.3. Conexiones del subsistema de distribución.....	21
<b>3. ESTACIÓN OBJETO DE ESTUDIO</b>	<b>23</b>
<b>4. CONTROL Y PROTECCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>25</b>
4.1. Concepto del control del sistema eléctrico .....	25
4.2. Concepto de protección del sistema eléctrico .....	25
4.3. Ingeniería de control y protección en las estaciones .....	27
4.3.1. Estructura de los niveles de control .....	28
4.3.2. Necesidad de señalización .....	30
4.3.3. Necesidad de protección .....	31
4.3.4. Necesidad de oscilografía.....	47
4.4. Debilidades de la ingeniería actual .....	49
4.4.1. Montaje .....	50
4.4.2. Cableado .....	51



4.4.3.	Operación y mantenimiento.....	51
4.4.4.	Puesta en servicio .....	53
<b>5.</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA INTEGRADO .....</b>	<b>55</b>
5.1.	Arquitectura del sistema de control y protección de la instalación objeto de estudio .....	55
5.2.	Diseño físico del sistema integrado .....	59
5.2.1.	Dispositivo de la Línea/Cable AT .....	62
5.2.2.	Dispositivo del Transformador .....	66
5.2.3.	Dispositivo del Embarrado .....	69
5.3.	Protocolos de comunicación .....	71
5.3.1.	Ventajas del estándar IEC61850 .....	71
5.3.2.	Distribución por niveles de la subestación .....	72
5.3.3.	Seguridad en la red .....	74
<b>6.</b>	<b>IMPACTO MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>75</b>
<b>7.</b>	<b>IMPACTO ECONÓMICO .....</b>	<b>77</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>81</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>
	Referencias bibliográficas .....	84
	Bibliografía complementaria.....	84
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>86</b>
<b>A.</b>	<b>LISTADO SEÑALIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN .....</b>	<b>87</b>
A.1.	Protección acoplamiento AT .....	88
A.2.	Protección barras AT .....	89
A.3.	Protección principal línea1 AT .....	90
A.4.	Protección secundaria línea1 AT .....	92
A.5.	Protección principal línea2 AT .....	93
A.6.	Protección secundaria línea2 AT .....	95
A.7.	Protección principal transformador1 AT/MT .....	96
A.8.	Protección secundaria transformador1 AT/MT .....	100
A.9.	Protección principal transformador2 AT/MT .....	101
A.10.	Protección secundaria transformador2 AT/MT .....	104
A.11.	Protección acoplamiento transversal MT .....	105
A.12.	Protección barras1 MT.....	106



<b>A.13. Protección barras2 MT .....</b>	<b>106</b>
<b>A.14 SSAA CA y CC .....</b>	<b>107</b>
<b>A.15 Protección SSAA TSA1 .....</b>	<b>109</b>
<b>A.16 Protección SSAA TSA2 .....</b>	<b>109</b>
<b>A.17 Protección batería de condensadores1 .....</b>	<b>110</b>
<b>A.18 Protección batería de condensadores2 .....</b>	<b>111</b>
<b>A.19 Protección Línea1 DB MT.....</b>	<b>112</b>
<b>A.20 Protección Línea2 DB MT.....</b>	<b>113</b>
<b>A.21 Protección Línea 3 DB MT.....</b>	<b>114</b>
<b>A.22 Protección Línea 4 DB MT.....</b>	<b>115</b>
<b>A.23 Protección Línea 5 DB MT.....</b>	<b>116</b>
<b>A.24 Protección Línea 6 DB MT.....</b>	<b>117</b>
<b>A.25 Protección Línea 7 DB MT.....</b>	<b>118</b>
<b>A.26 Protección Línea 8 DB MT.....</b>	<b>119</b>
<b>B. PROYECCIÓN DE FUTURO .....</b>	<b>120</b>
<b>B.1. Transductores electroópticos .....</b>	<b>120</b>
<b>B.2. Superconductores .....</b>	<b>122</b>
<b>B.3. Interruptores limitadores .....</b>	<b>123</b>



### III. Índice de Figuras, Tablas y fotografías

#### III.1. Figuras

- Fig 2.1 Diagrama esquematizado del sistema de suministro eléctrico, *extraída de Red Eléctrica de España* \_\_\_\_\_ 17
- Fig 2.2 La red eléctrica general, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 19
- Fig 2.3 Detallado parcial del subsistema de transporte, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 20
- Fig 2.4 Configuración interruptor y medio AT, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 22
- Fig 2.5 Detallado del subsistema parcial de distribución. Simple barra en AT, y doble barra en el parque MT, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 22
- Fig 3.1 Esquema unifilar de la estación objeto de estudio, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 23
- Fig 3.2 Transformador AT/MT, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 24
- Fig. 4.1 Estructura de los sistemas de control, *elaboración propia* \_\_\_\_\_ 27
- Fig 4.2 Prot. diferencial de barras; caso superior, en ausencia de falta interna; caso inferior, en circunstancia de falta interna (debiendo disparar todos los interruptores aportadores a la falta), *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 32
- Fig 4.3 Característica de protección diferencial, en valores de intensidad secundaria. Se produce disparo cuando la intensidad diferencial supera el 30% de la intensidad pasante, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 33





- Fig 4.4 Protección diferencial para doble embarrado. Obsérvese que, en caso de falta en el sector Barras 1 (B1), deberán disparar los interruptores de unión de barras (ACP), y los asociados a la POS 1, 4, 5, por ser éstos los conectados al sector de barras en falta, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 34
- Fig 4.5 Prot. diferencial de barras concentrada, *extracción de www.abb.es.* \_\_\_\_\_ 34
- Fig 4.6 Prot. diferencial de barras distribuida, *propia* \_\_\_\_\_ 34
- Fig 4.7 Esquema protección fallo interruptor y gráfico del tiempo con la  $I_N$ , *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 35
- Fig 4.8 Protección diferencial circuito AT, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 37
- Fig 4.9 Funcionamiento diferencial, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 37
- Fig 4.10 Esquema general de una instalación con protección de distancia, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 38
- Fig 4.11 Circuito de estudio. Longitud (L), impedancias ( $Z_1$ ,  $Z_2$ ) uniformemente distribuidas, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 39
- Fig 4.12 Características de medida para una protección de distancia. Zona 1R y 2R hacen referencia al sobrealcance en primera y segunda zona respectivamente, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 40
- Fig 4.13 Esquema de las zonas de detección de falta, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 40
- Fig 4.14 Protección distancia circuitos AT:esquema de teleprotección, **sobrealcance permisivo 2ª zona**, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_ 41
- Fig 4.15 Protección de distancia de circuitos AT: esquema de teleprotección, **sobrealcance permisivo 1ª zona**, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_ 41



- Fig 4.16 Conexión de una protección direccional de neutro, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 42
- Fig 4.17 Ecuación tiempo de disparo para cortocircuito en dirección línea. Observación: debe ser selectivo con relé distancia para cortocircuitos en 1º y 2º escalón, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 43
- Fig 4.18 Esquema protectivo transformador AT/MT, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 44
- Fig 4.19 Esquema del funcionamiento de la protección diferencial del transformador, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 45
- Fig 4.20 Oscilograma de una falta paralelo (fase A-tierra) en una red de 110kV, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle* \_\_\_\_\_ 48
- Fig 4.21 Grafico porcentual del tipo de control instalado en las subestaciones actuales, *elaboración propia* \_\_\_\_\_ 49
- Fig 4.22 Evolución del sistema protectivo y de mando de una línea. A la izquierda el antiguo y a la derecha el actual, *elaboración propia* \_\_\_\_\_ 54
- Fig 4.23 Evolución de los SSAA (armarios de CA y CC respectivamente), a la izquierda los antiguos y a la derecha los actuales, *elaboración propia* \_\_\_\_\_ 54
- Fig 5.1 Evolución del sistema concentrador de información de la subestación y comunicación con el centro de control, a la izquierda el actual y a la derecha el que se instala en dicho proyecto, *elaboración propia* \_\_\_\_\_ 56
- Fig 5.2 Arquitectura general de comunicación entre equipos de distintos niveles de una subestación, *extraída de "Group of Spanish Electricity Companies for studies on IEC61850"* \_\_\_\_\_ 58
- Fig 5.3 Topología de sincronización de dispositivos, *extraída de "Group of Spanish Electricity Companies for studies on IEC61850"* \_\_\_\_\_ 73
- Fig B.1 Esquema de las partes de un transductor electroóptico, *extraída de www.artech.es* \_\_\_\_\_ 121



Fig B.2 Características de un cable superconductor utilizado en un proyecto piloto en Puji (China), extraído de Jornadas Técnicas 2008 Comité Nacional de España CIGRÉ123

Fig B.3 Gráfico del comportamiento de un interruptor limitador de corriente, extraída de Schneider Electric - Jornadas Técnicas Barranquilla- Mayo de 2009 \_\_\_\_\_ 124

### III.2. Ecuaciones

Ec. 1 Ley de Kirchoff en ausencia de cortocircuito _____	31
Ec. 2 Ley de Kirchoff con presencia de cortocircuito _____	31
Ec. 3 Cálculo de la intensidad diferencial y pasante _____	33
Ec. 4 Cálculo asociado a la protección ante un defecto monofásico franco _____	38
Ec. 5 Cálculo asociado a la protección ante un defecto bifásico franco _____	38
Ec. 6 Cálculo asociado a la protección ante un defecto trifásico franco _____	38
Ec. 7 Ajuste para la protección sobreintensidad de transformador, según un ajuste de tiempo definido ó instantáneo _____	46

### III.3. Tablas

Tabla 4.1 Codificación de las señales normalizadas. Véase en el apartado de eventos: XXX para establecer una cifra correlativa, correspondiente a tantos eventos de un mismo elemento, <i>elaboración propia</i> _____	30
Tabla 4.2 Protecciones propias del transformador AT/MT, <i>elaboración propia</i> _____	43
Tabla 5.1 Requerimientos básicos para una topología LAN de anillo múltiple, <i>elaboración propia</i> _____	55
Tabla 5.2 Actuaciones de las protecciones de una instalación, <i>elaboración propia</i> _____	59



Tabla 5.3 Disposición de las Entradas/Salidas del IED de línea primario, <i>elaboración propia</i>	64
Tabla 5.4 Disposición de las Entradas/Salidas del IED de línea secundario, <i>elaboración propia</i>	65
Tabla 5.5 Disposición de las Entradas/Salidas del IED de trafonsformador principal, <i>elaboración propia</i>	67
Tabla 5.6 Disposición de Entradas/Salidas del IED secundario de trafonsformador, <i>elaboración propia</i>	68
Tabla 5.7 Disposición Entradas/Salidas para la protección diferencial de barras, <i>elaboración propia</i>	70
Tabla 5.8 Disposición Entradas/Salidas para el dispositivo del acoplamiento, <i>elaboración propia</i>	70
Tabla 7.1 Desglose del presupuesto de una instalación actual, <i>elaboración propia</i>	78
Tabla 7.2 Desglose del presupuesto de control, protección y telecontrol para el nuevo sistema diseñado, <i>elaboración propia</i>	79
Tabla B.1 Evolución de las distintas tecnologías HTS, <i>extracción Jornadas Técnicas 2008 Comité Nacional de España CIGRÉ</i>	120



## IV. Glosario

- **Subestación:** conjunto de instalaciones eléctricas situadas en un mismo lugar, en las que se lleva a cabo la conexión entre dos o más circuitos de AT y su maniobra y/o la transformación de energía eléctrica mediante uno o más transformadores AT/AT o AT/MT, cuyos secundarios se emplean para la alimentación de otras Subestaciones, Centros de Reparto o Centros de Distribución.
- **Aparamenta:** Conjunto de aparatos utilizados en la maniobra, protección, medida, regulación y control de las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- **Yy0:** nomenclatura utilizada para el tipo de conexión de transformadores. “Y” hace referencia a conexión en estrella, y se distinguen mayúscula y minúscula por ser el primario y el secundario respectivamente. El 0 significa que hay decalaje nulo entre primario y secundario.
- **Yd11:** Otro ejemplo del tipo de conexión de un transformador. En este caso, la “d” hace referencia a la conexión en triángulo del secundario por ser la letra minúscula, y el primario en estrella, por ser la Y la mayúscula. El 11 indica que el primario está adelantado 30° respecto el secundario.
- **Switch:** repetidor de la señal
- **Gateway:** interfaz de comunicación (conversión de protocolos)
- **HMI (Human Machine interface):** interfase hombre-maquina
- **TRAME (TRANsmisión de MENsajes):** Red propia de Endesa, S.A. de conmutación de paquetes en tiempo real con encaminamiento distribuido, adaptativo y dinámico que utiliza conmutadores de paquetes con estructura multimicroprocesador.
- **Firewall:** Cortafuegos, utilizado en términos informáticos
- **FTP:** Protocolo de transferencia de archivos.
- **GOOSE (Generic Object Oriented System-wide Events):** Tipo de mensajes unidireccionales para transmitir eventos (más rápidos que lo convencionales). Se transmite el paquete de datos agrupado entero, sea cual sea el evento que se haya modificado.



- **SNTP (Simple Network Time Protocol):** Protocolo de Internet ampliamente utilizado para transferir la marca temporal (fecha, hora, minutos, segundos, etc.) a través de una red.
- **GPS (Global Positioning System):** Sistema de posicionamiento global.
- **SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition):** Equipo utilizado como supervisión, control y adquisición de datos.
- **IEC (International Electrotechnical Commission's):** Comisión internacional de electrotecnia.
- **IED (Intelligent Electronic Devices):** Dispositivos electrónicos inteligentes.
- **AT:** Alta tensión
- **MT:** Media tensión
- **BT:** Baja tensión
- **UCS:** unidad de control de subestación
- **UCP:** unidad de control de la posición
- **RTU (remote terminal unit):** unidad terminal remota
- **TT/T:** Transformadores de tensión
- **TT/I:** Transformadores de intensidad
- **C.C.** Corriente continua
- **C.A.** Corriente alterna



# 1. Introducción

## 1.1. Origen del proyecto

Este proyecto se ha realizado en la empresa *Endesa Distribución Eléctrica, S.A.* en el departamento de Normalización y Desarrollo de subestaciones de distribución. El proyecto consiste en diseñar un sistema de control y protección integrado para subestaciones de alta tensión, que permita sustituir el actual armario de control y las robustas protecciones instaladas.



Con el fin de mantener la confidencialidad de la empresa, no se mostrarán los proyectos tipo a los cuales se hará referencia a lo largo del presente proyecto. Se mostrarán esquemas representativos a lo referido en cada caso. Cabe decir, que el fin de dichos proyectos es la normalización y estandarización de todas las subestaciones construidas en la extensión de los distintos territorios, así como su funcionalidad.







## 2. Presentación de la red eléctrica

El sistema eléctrico se constituye como una red (mallada y/o radial) que permite la producción, transporte y distribución de la energía eléctrica a los usuarios con eficiencia, con calidad y con seguridad. Este sistema, se ha ido complicando y sofisticando con el transcurso de las décadas, debido en gran medida a un aumento progresivo de la demanda de energía.

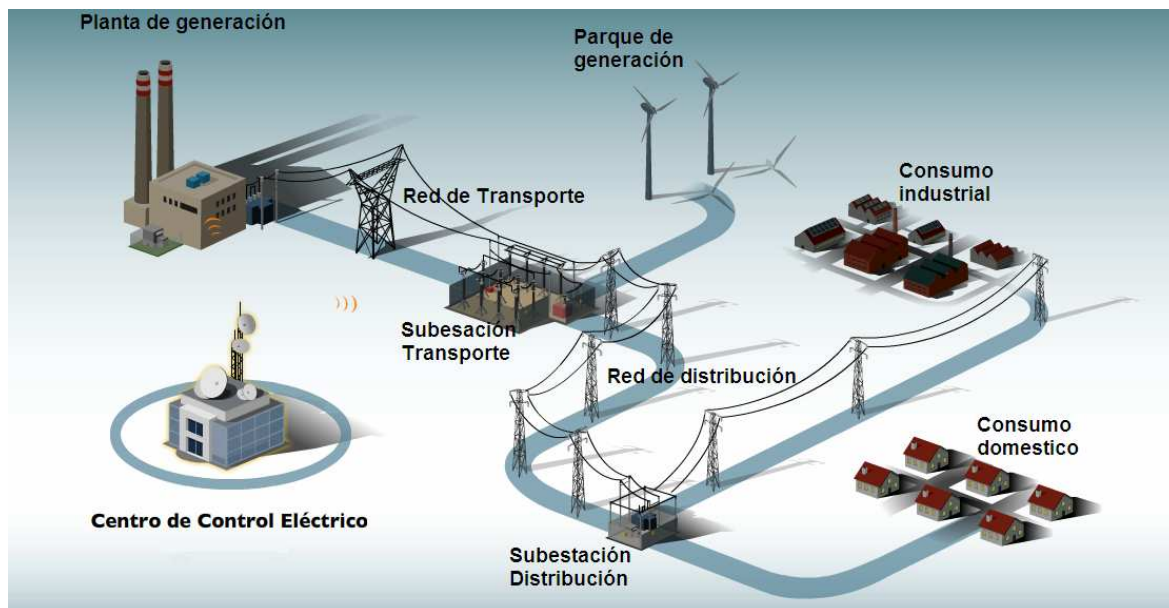


Fig 2.1 Diagrama esquematizado del sistema de suministro eléctrico, *extraída de Red Eléctrica de España*

El sistema eléctrico tiene como cometido el generar y producir electricidad en los lugares más idóneos para tal fin, transformar o convertir esta electricidad a unas características que sean propicias para el transporte a larga distancia, el volver a transformar tal energía para que pueda ser distribuida en las cercanías de los centros de consumo y finalmente convertirla a unos valores aptos para los abonados o consumidores.

### 2.1. Subsistemas y tipos de estaciones

El **subsistema de producción** está compuesto por las plantas de generación (hidráulica, térmica, termonuclear, eólica, solar,...) cuya energía se entrega al subsistema de transporte y/o distribución mallada. Las tensiones más habituales de generación oscilan entre 5 y 25kV, y la potencia generada en una central tipo medio-alto ronda los 500 y 1000 MVA.



El **subsistema de transporte** constituye el sistema arterial de la red eléctrica. Está compuesto por:

- Estaciones transformadoras elevadoras, donde se convierten las tensiones de generación en tensiones de transporte,
- Líneas de transporte, las cuales forman una red mallada en la cual la energía circula en un sentido o en otro dependiendo de las necesidades,
- Subestaciones transformadoras, tienen la función básica de reducir los valores de tensión de transporte a unos valores aptos para el reparto en las cercanías de las grandes áreas de consumo. Estos valores suelen ser de 132, 66 ó 45 kV.

Según el BOE 16 LEY 17/2007 el sistema de transporte está constituido por los niveles de tensión de 400kV, 220kV para Península y 132kV, 66kV para las islas, considerándose de distribución las tensiones por debajo de éstas. Se justifica dichas tensiones tan elevadas por los largos trazados de líneas que en ella existen (de hasta 350 km. en el caso peninsular) y por las potencias circulantes. De esta manera, se obtiene un equilibrio entre el coste y tamaño-peso de los conductores, optimizando las caídas de tensiones, y las pérdidas de energía en el transporte.

El subsistema de transporte trabaja con grandes magnitudes de tensiones oscilantes, y las plantas de generación entregan tensiones que oscilan entre 5 y 25 kV. Por ello se justifica la presencia de máquinas transformadoras de tensión, las cuales actúan como interfaz a efectos de la potencia, entre las tensiones de producción y las de transporte.

Por último, el **subsistema de distribución**, consta de dos niveles diferenciados. Las tensiones AT (entre 132kV y 45kV), las cuales forman parte de una red mallada como la de transporte, y las tensiones MT (hasta 10kV) de naturaleza puramente radial. Dicho sistema toma la energía del subsistema de transporte mediante la transformación oportuna, obteniéndose las tensiones mencionadas. Estas redes pueden ser aéreas, ó subterráneas si se trata de núcleos urbanos.

El subsistema de distribución MT radial comprende desde los transformadores AT/MT de los cuales toma la energía del subsistema de transporte o distribución mallada hasta los clientes, si bien antes de llegar a éstos existen normalmente transformadores MT/BT (media tensión/baja tensión), de los cuales se obtienen las familiares tensiones de 125/220/380 V. Existen clientes especiales, cuyo suministro se lleva a cabo mediante radiales de la red de distribución AT, a tensiones de hasta 220 kV.



En la Fig 2.2 aparece un esquema unifilar general de la red eléctrica, interconectando los tres subsistemas (véase leyenda).

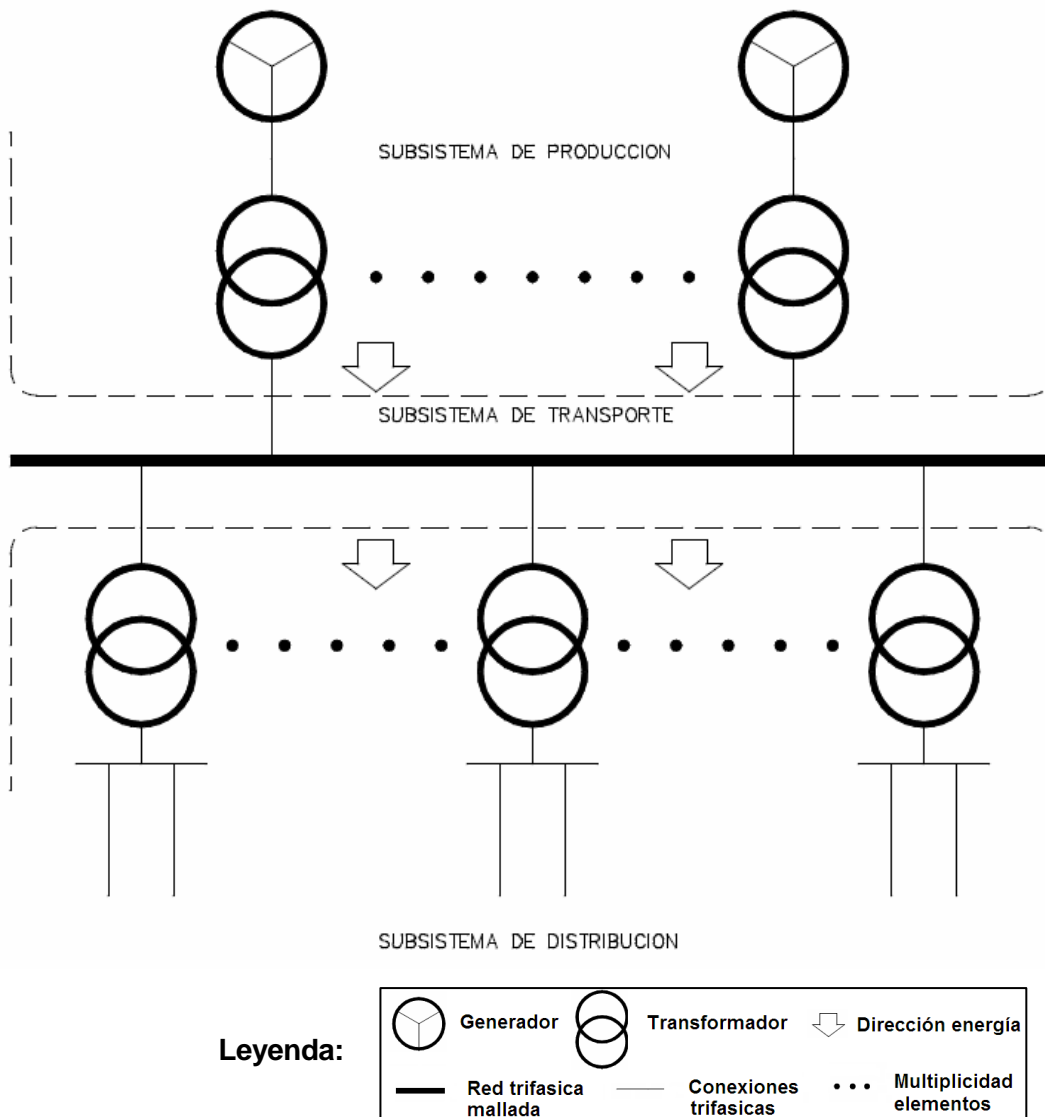


Fig 2.2 La red eléctrica general, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle

## 2.2. Conexiones del subsistema de transporte

Las *estaciones de producción* entregan al subsistema de transporte la energía de sus generadores, mediante la adecuada transformación de tensiones. Las estaciones de interconexión en alta tensión (AT) son, todas aquellas que pertenezcan al subsistema de



transporte o distribución AT, puesto que al formar parte de una red mallada, son obligadas las interconexiones.

Las *estaciones de distribución* en media tensión toman la energía del subsistema de transporte o distribución mallada mediante la transformación AT/MT. De hecho, la frontera física entre el transporte y la distribución se halla en el circuito magnético de los transformadores.

La Fig 2.3 pretende ilustrar, mediante un esquema parcial, el subsistema de transporte. El interruptor (cuadrado relleno si está cerrado, o blanco, si está abierto), es el elemento clave en el contexto del interconexión eléctrico. Obsérvese la polivalencia habitual de las instalaciones: pueden ser tanto estación de producción como de interconexión y/o distribución.

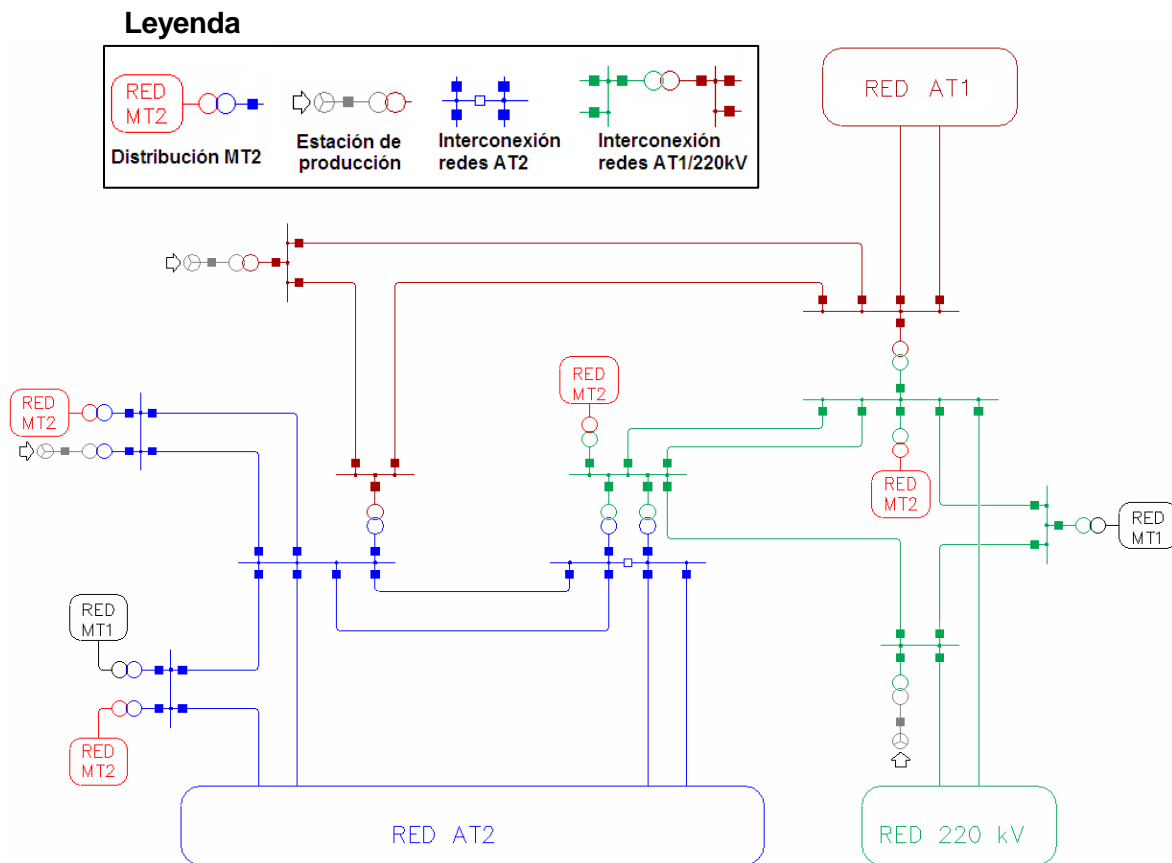


Fig 2.3 Detallado parcial del subsistema de transporte, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*



### 2.2.1. Topología parques

Los parques de los distintos niveles pueden ser construidos, dependiendo de la necesidad de mercado, mediante simple o doble barra o mediante la configuración interruptor y medio.

A partir de la Fig 2.5 puede estudiarse el embarrado simple (AT) y doble (MT). Aparece un nuevo instrumento, el seccionador. Se trata de un dispositivo de corte con bajo poder de ruptura, y su maniobra se suele realizar sin carga, es decir, con equipotencialidad en ambos extremos, ó bien en condiciones de carga nominal.

La configuración interruptor y medio da más versatilidad a la instalación. Se muestra la disposición en la Fig 2.4, dónde se observa cómo cada posición puede ser alimentada desde cualquiera de las dos barras o desde la posición opuesta de la misma calle.

## 2.3. Conexiones del subsistema de distribución

El subsistema de distribución nace en los transformadores AT/MT ó AT1/AT2, dependiendo de la naturaleza de ésta red, ubicados en las estaciones de interconexión y distribución que toman la energía del subsistema de transporte o de la distribución mallada si son niveles de tensión menores. Las dependencias que forman parte del subsistema de distribución son las siguientes:

- Las estaciones de interconexión AT y distribución MT; ya se han estudiado en (2.2). Constituyen la toma inmediata de energía para el subsistema de distribución.
- Las estaciones de maniobra y distribución MT actúan como elementos expansores de las estaciones anteriores.
- Las estaciones de interconexión MT y distribución BT son, en la práctica, centros de transformación MT/BT, cuya alimentación por MT se procura garantizar por más de una ruta mediante el seccionamiento adecuado de los denominados anillos de distribución.

La estructura teórica y básica de la red asociada al subsistema de distribución (monotensión, para simplificar) se basa en configuración de doble barra.

Las compañías eléctricas construyen dichas subestaciones en distintas topologías, dependiendo del terreno disponible para este fin. Estas topologías se clasifican en: exterior convencional, Híbrida o Celdas blindadas GIS (Celdas de gas SF6 insuflado). Aunque para las funciones protectivas es indiferente, en este proyecto se implementará con celdas GIS.



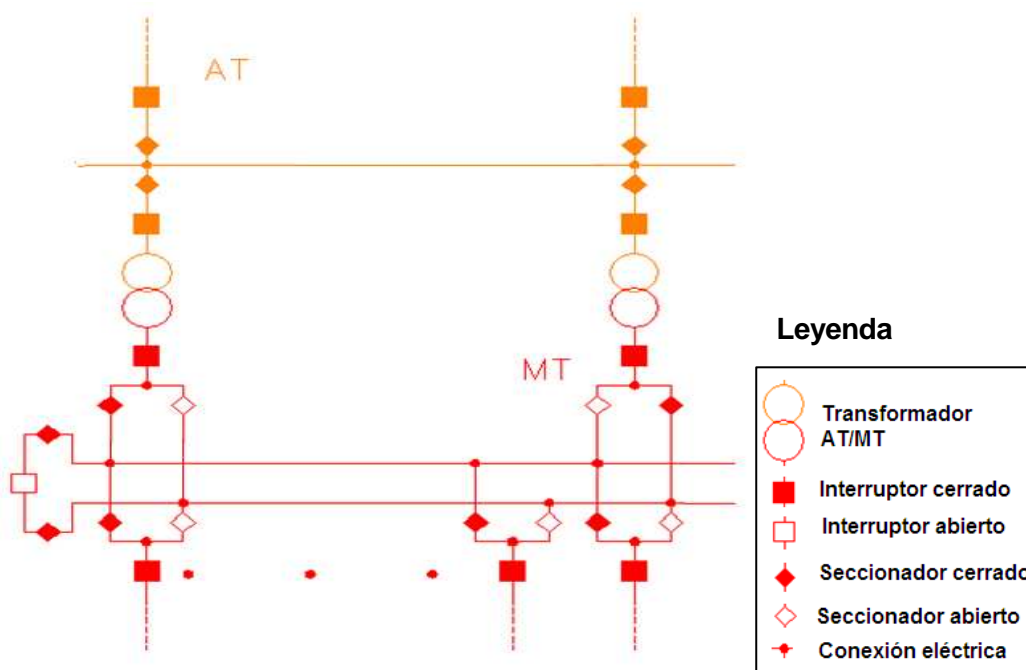


Fig 2.5 Detallado del subsistema parcial de distribución. Simple barra en AT, y doble barra en el parque MT, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle

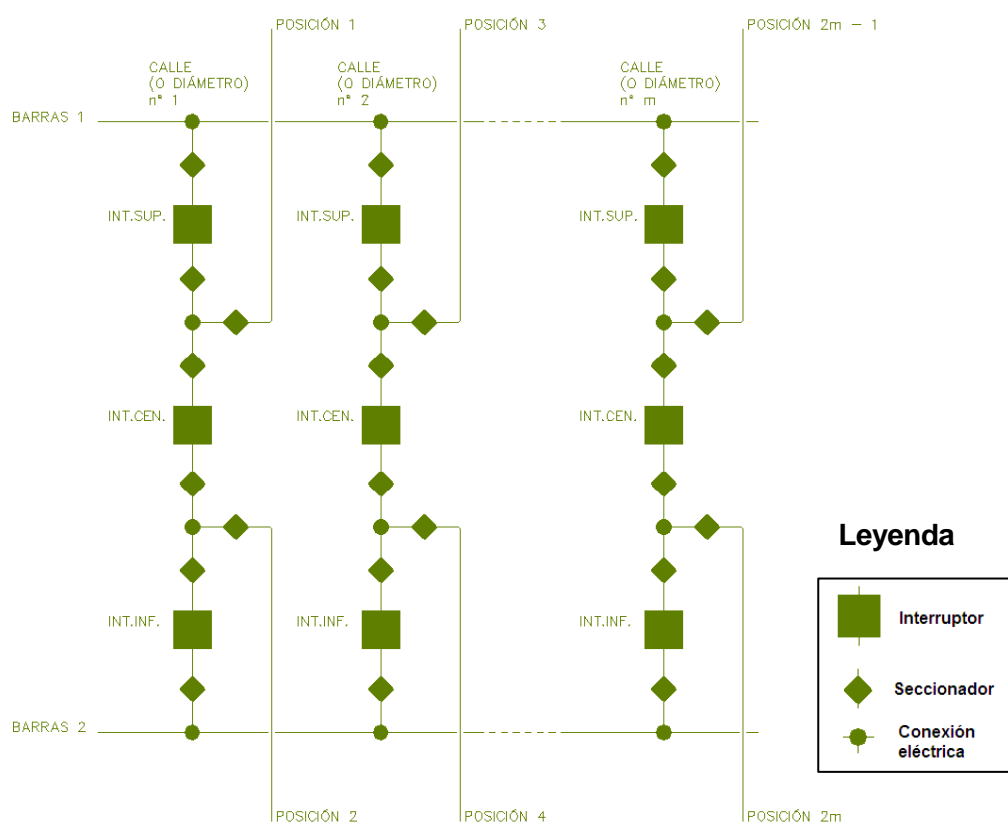


Fig 2.4 Configuración interruptor y medio AT, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle



### 3. Estación objeto de estudio

En los subsistemas antes expuestos se pueden diferenciar distintos niveles de tensión. Los estandarizados para AT son 400, 220, 110, 66, 45 kV, por debajo de esta tensión es la denominada MT.

*Nivel AT*, constituido por un parque (embarrado) al cual se conectan líneas aéreas (o cables subterráneos) de transporte (400, 220kV) o distribución mallada (110 - 45kV); asimismo se conectan a este nivel transformadores AT/MT que suministran energía a la distribución radial;

*Nivel MT*, constituido por las llegadas de las tensiones MT de los transformadores AT/MT y por salidas radiales (líneas o cables). Se aprecia, asimismo, la existencia de transformadores de servicios locales MT/BT (servicios auxiliares c.a.) y baterías de continua (servicios auxiliares c.c.) para la alimentación propia de los equipos de maniobra, control, protección, alumbrado, etc. de la dependencia.

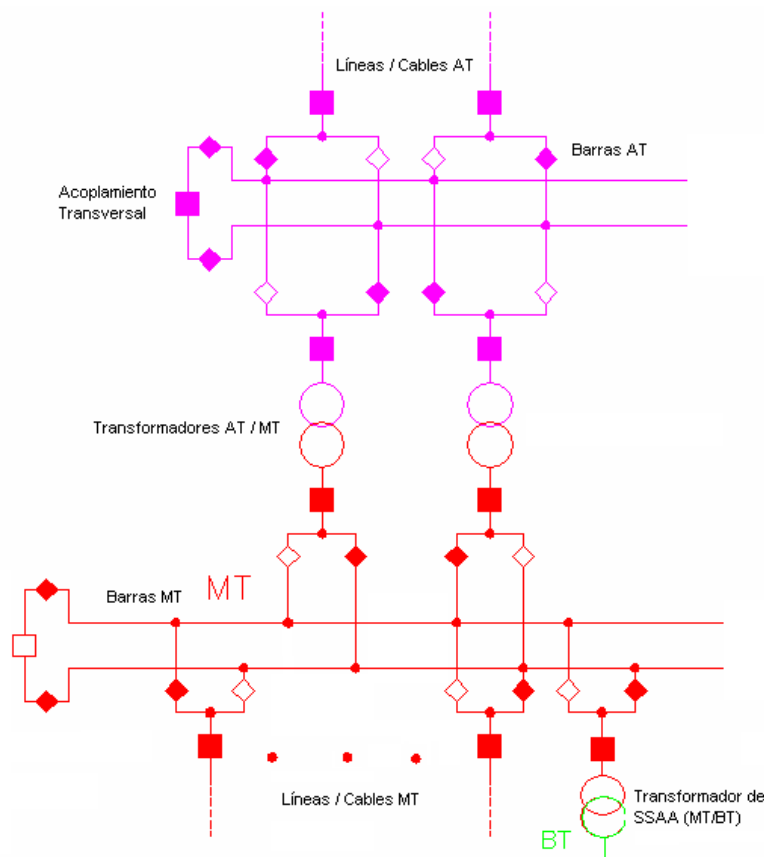


Fig 3.1 Esquema unifilar de la estación objeto de estudio, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*



La estación objeto de estudio constará de los dos niveles comentados, uno de AT (110-132kV) y otro de MT. El parque de AT de embarrado doble, estará constituido por 2 líneas, 2 transformadores (de 40MVA) y un acople transversal, tal como se muestra en la Fig 3.1.

El parque MT doble barra, estará formado por la MT obtenida de los dos transformadores comentados y un acople transversal. Las líneas representadas (ver puntos suspensivos), serán 8 líneas (7MVA por línea), 2 baterías condensadores y 2 servicios auxiliares.

En los distintos niveles se aprecian los interruptores y seccionadores pertinentes, que configuran parques de doble embarrado (configuración más utilizada actualmente). El grupo de conexión de los transformadores AT/MT en la instalación objeto de estudio es, Yd11 (estrella/triángulo con adelanto de 30°), conexión habitual para interconexiones con MT. Apréciense los compensadores de neutro conectados a los triángulos de MT representados en la Fig 3.2

En la red de transporte, a nivel de AT, el neutro suele estar rígidamente puesto a tierra en la generación, a fin y efecto de detectar faltas a tierra mediante la medida de la intensidad residual (de neutro). Por tanto, en el nivel AT pueden detectarse intensidades de neutro, bien por faltas a tierra, bien por desequilibrios. Aunque la distribución escogida para el presente estudio es en triángulo (25 kV), la presencia de los compensadores de neutro garantiza, por una parte, la detección de faltas a tierra y, por contrapartida, limita la máxima intensidad de falta a tierra (legislada en 600 A para 25 kV, y 1000 A para 11 kV).

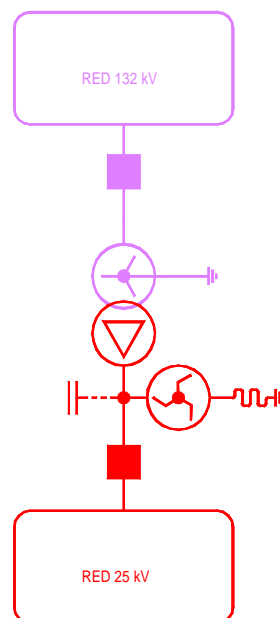


Fig 3.2 Transformador AT/MT, extracción del curso  
formación CPG SSEE URL-La Salle





## 4. Control y protección en instalaciones eléctricas

Para garantizar observabilidad, operación y poder prevenir los incidentes en el sistema eléctrico es necesario adoptar medidas de protección y control, adecuadas a los posibles riesgos que puedan presentarse.

Estas medidas implican la elección adecuada de los elementos preventivos que hagan a las instalaciones eléctricas fiables y seguras (de acuerdo con su tensión, tipo de instalación y emplazamiento), tanto para las personas como para los equipos instalados.

### 4.1. Concepto del control del sistema eléctrico

El control en el sistema eléctrico se define como el conjunto de recursos y dispositivos cuya misión es garantizar la explotación de dicho sistema con pleno conocimiento permanente de éste. Por tanto, el control implicará tres grandes áreas de actividad:

- **Medida:** Tensiones, intensidades, flujos de potencia activa y reactiva, temperatura, niveles de embalse y combustible, etc. (variables analógicas);
- **Estado:** Posición de interruptores y seccionadores, disponibilidad de todos y cada uno de los elementos del sistema (variables digitales);
- **Maniobra y gobierno:** Capacidad de efectuar conexiones y desconexiones pertinentes, puesta en servicio y fuera de servicio de equipos y dispositivos, regulación de producción, regulación de tomas en carga de los transformadores, etc.

### 4.2. Concepto de protección del sistema eléctrico

Se define el sistema protectivo asociado a un escenario del sistema eléctrico como el conjunto de dispositivos cuya misión fundamental es detectar y eliminar incidentes en dicho escenario. Entiéndase como escenario del sistema eléctrico, cualquier componente de la red eléctrica general, desde ella misma hasta un transformador de servicios auxiliares, pasando por generadores, líneas, interruptores, transformadores, embarrados, etc.).



Un incidente (aquel cambio no deseado) puede ser causado por faltas o por variación de algún parámetro que define la red (apertura intempestiva de un interruptor, sobrecarga, subtensión, oscilación de potencia).

Seguidamente, se desglosan las faltas en dos tipos: *faltas serie* y *faltas paralelo*. Una falta serie implica un desequilibrio de impedancias en las fases (en el límite, apertura de una o dos fases), mientras que una falta paralelo (la más frecuente y dañina para el sistema) implica contacto eléctrico entre fase(s) y/o tierra. Por tanto, una falta paralelo conllevará siempre un *cortocircuito*, salvo caso de faltas monofásicas a tierra en explotación del escenario eléctrico con el neutro aislado de tierra. Los requisitos de la protección son la detección del cortocircuito y desenergización de éste, en el menor tiempo posible, mediante apertura exclusiva de interruptor(es) que lo alimente(n).

Los sistemas de protección deben poner en práctica automáticamente las actuaciones y desconexiones necesarias para aislar la falta de la manera más rápida posible, reduciendo los efectos destructivos de la falta, y poniendo fuera de servicio la parte más pequeña de la instalación que basta para dejar la falta aislada y al equipo fuera de peligro.

En definitiva, el sistema protectivo en las instalaciones eléctricas debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Seguridad:** No actuar cuando no deba hacerlo;
- **Obediencia:** Actuar siempre que deba hacerlo;
- **Fiabilidad:** Producto de los dos requisitos anteriores.
- **Selectividad:** Requisito del sistema protectivo en virtud del cual, la actuación de éste se limita a la desenergización, única y exclusivamente, del escenario de la falta, sin arrastrar a escenarios adyacentes o remotos. Será la clave para garantizar la continuidad de servicio de una instalación.
- **Limitación y filiación:** Virtud que ayuda a reducir costes de la aparamenta, al poder instalar interruptores automáticos aguas abajo con niveles de prestación inferior. El interruptor limitador aguas arriba, reduce cualquier intensidad de cortocircuito elevada, y permite por lo tanto, instalar interruptores automáticos aguas abajo con poderes de corte inferiores a la intensidad de cortocircuito prevista en su punto de instalación. La limitación reduce esfuerzos y la filiación optimiza el rendimiento.



Toda instalación eléctrica tiene por tanto, que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados.

### 4.3. Ingeniería de control y protección en las estaciones

Una vez definidos los conceptos de control y protección, a continuación se especifica el detalle de cómo se dividen las estaciones eléctricas.

Un sistema de control automatizado para subestaciones eléctricas consiste, siguiendo la estructura general que se observa en la Fig. 4.1, en un nivel de campo, un nivel de control de la posición, un nivel de control de la subestación y un medio de comunicación entre ellos y el centro de control.

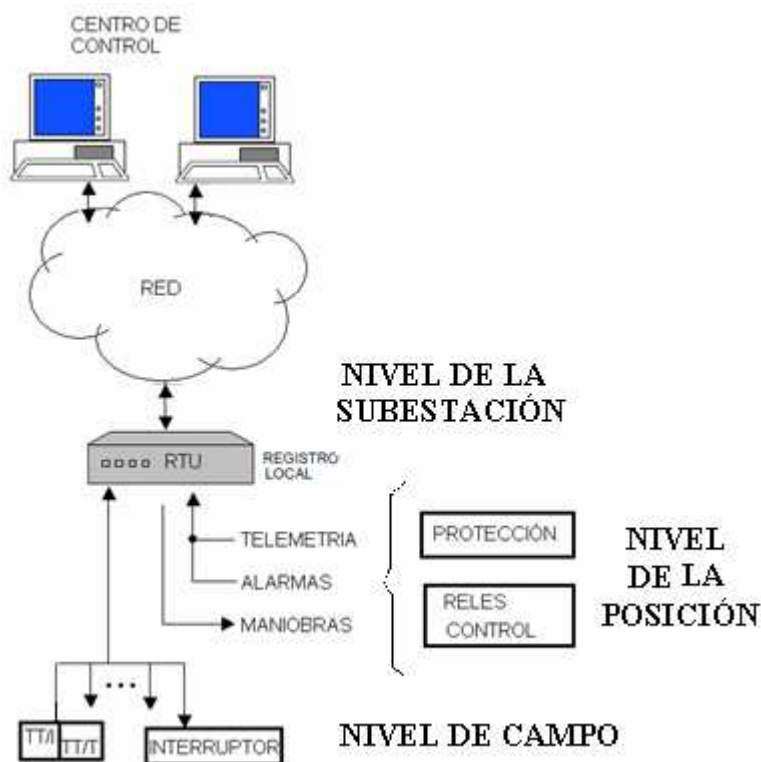


Fig. 4.1 Estructura de los sistemas de control, *elaboración propia*



### 4.3.1. Estructura de los niveles de control

#### 4.3.1.1. Nivel de Campo

El nivel de campo está constituido por los elementos primarios, como por ejemplo, interruptor y seccionador, los cuales se operan desde el mando del propio equipo, o transformadores de medida. A través de estas unidades, el sistema de control digital realizará:

- Adquisición de datos analógicos: Tales como corrientes y tensiones, temperatura de equipos, niveles de aceite o presión de gas.
- Adquisición de datos digitales (“Status”): incluye la indicación del estado del equipo, operación local y remota, y mantenimiento entre otros.
- Operaciones tales como apertura y cierre de los equipos primarios, ordenadas desde niveles superiores a través del mando del equipo respectivo.

#### 4.3.1.2. Nivel de control de la posición

El nivel de control de la posición hace referencia a los equipos intermedios asociados a cada posición, tales como armarios, enclavamientos, UCP (*unidad de control de la posición*), etc. Las funciones que conforman este segundo nivel son:

- Protección de la posición
- Protección de barras
- Protección contra fallos en los interruptores
- Medición
- Registro de eventos
- Enclavamientos
- Regulación de tensión
- Control y señalización
- Mando de los equipos de la posición por operación de las protecciones de la subestación.



Este nivel es el encargado de interactuar directamente con el nivel de campo, obteniendo los datos con entradas y salidas analógicas y digitales.

El equipo electrónico (*Intelligent Electronic Devices, IED*) que se empleará para la posición, es un Terminal multifunción que incluye las funciones de control de la posición, las funciones de protección de la posición, medidas, función oscilografía, señalización del estado de la posición, etc.

En la posición también se realiza la automatización de los enclavamientos por medio de la lógica programada en la propia unidad de control de la posición.

Los IED de la posición deben estar preparados para comunicarse mediante el protocolo IEC 61850, que permiten implementar redes de comunicación para el intercambio de información entre los elementos del propio nivel y niveles superiores de la subestación, como se explicará en el apartado (5) *diseño del sistema integrado*.

#### 4.3.1.3. Nivel de control de la subestación

El nivel de control de la subestación engloba las funciones de supervisión, maniobra y control de la instalación en general, incluyendo la aparamenta y las posiciones de alta, media y baja tensión. Para ello se utiliza una UCS (*Unidad de Control de la Subestación*), la cual se trata de una estación remota (RTU) con teleacceso (para el análisis de incidentes) y un Terminal local o HMI (Interfase Hombre-Máquina), donde se almacena la totalidad de las señales y medidas de la instalación.

La UCS constituye un elemento central para el control de toda la subestación de un modo unificado. Es un concentrador de señales y alarmas, el cual manda dichas señales al centro de control mediante protocolo 60870-5 101/104 donde hay el personal responsable de la red para tomar las decisiones. La unidad de control de la subestación se comunica con las UCP's (*Unidad de Control de la Protección*), por lo que dispone de puertos dedicados. Cada puerto tiene asignado un protocolo de comunicaciones y unas UCP's esclavas por configuración.

Con el objeto de cumplir la necesidad de multisuministro de las compañías eléctricas, el protocolo IEC 61850 interrelaciona los tres niveles existentes en la subestación en un mismo idioma para cualquier proveedor. En el apartado (5) *diseño del sistema integrado*, se especificarán las características de los IED's para cada nivel de la subestación.

Asimismo, para poder instaurar dicho protocolo en la **totalidad** de la instalación, los transformadores de medida deben ser equipos digitales capaces de mandar las medidas necesarias a las protecciones que lo requieran (mediante la utilización de un *switch*,



repetidor de la señal). De este modo, el ahorro en cableado de cobre hacia cada una de las protecciones y la eliminación de varios borneros, sería evidente. Más adelante (ver Anexo B. *Proyección de futuro*) se hablará de esta nueva tecnología (transductores electroópticos).

#### 4.3.2. Necesidad de señalización

Se entiende señalización como tratamiento de eventos digitales, esto es, captado y fechado en el tiempo. Se hará distinción entre elementos y niveles de tensión para describir todas y cada una de las señales.

Para codificar dichas señales existe un lenguaje propio de cada empresa. A continuación se muestra un ejemplo de posible codificación para un evento (003) del primer (1) interruptor de línea-circuito (6) de 132kV (6):

*Nivel de tensión + Tipo de equipo + número de equipo + evento = 6.6.1.003*

Cada parte del mensaje va asociada a un dígito según su naturaleza, tal como se muestra en la Tabla 4.1:

Codificación	Nivel de Tensión	Tipo Equipo	Numero de equipo	Evento
0	<10 kV	Barras		XXX
1	De 10 a 20 kV	Barras	Primer equipo	XXX
2	De 10 a 20 kV	Acpl. de barras	Segundo equipo	XXX
3	De 21 a 44 kV	Transformador	...	...
4	De 21 a 44 kV	PRE		
5	De 45 a 66 kV	Compens. de reactiva		
6	De 67 a 199 kV	Circuito		
7	De 200 a 299 kV	Circuito		
8	De 300 a 400 kV	Circuito		
9		Varios		

Tabla 4.1 Codificación de las señales normalizadas. Véase en el apartado de eventos: XXX para establecer una cifra correlativa, correspondiente a tantos eventos de un mismo elemento, *elaboración propia*

El listado y comentarios de todas las señales se detallan por posiciones en el ANEXO A. *Listado señalización de la subestación.*



### 4.3.3. Necesidad de protección

#### 4.3.3.1. Protecciones de embarrado AT

- **Protección diferencial de barras (87B).** Se trata de una protección fundamentada en la Ley de Kirchoff, en virtud de la cual, la suma de las intensidades entrantes a un nudo es cero. De hecho, un sector de barras AT al cual se interconectan diferentes posiciones es, eléctricamente un nudo. Además tiene la particularidad de que, en caso de cortocircuito en dicho sector, todos los terminales activos aportarán energía al cortocircuito y, vectorialmente, la suma de intensidades será no nula. Obsérvese el fundamento de dicha protección, en ausencia y en presencia de cortocircuito (Fig 4.2). En el primer caso, se verifica la ecuación Ec. 1: (siendo  $I_e$  las intensidades entrantes e  $I_s$  la intensidad saliente)

$$\sum_{n=1}^k I_e = I_s \quad \text{Ec. 1}$$

No obstante, en presencia de falta (cortocircuito entre fases o entre fases y tierra), la ecuación que se verifica será la Ec. 2: (siendo  $I_e$  las intensidades entrantes e  $I_F$  la intensidad de falta).

$$\sum_{n=1}^{k+1} I_e = I_F \quad \text{Ec. 2}$$

Finalmente, la protección diferencial de barras efectúa una relación entre la intensidad pasante ( $I_p$ ) y la intensidad diferencial ( $I_d$ ): efectúa el disparo cuando la suma de intensidades entrantes al embarrado es no nula y supera un determinado porcentaje respecto a la intensidad pasante, corrigiendo así posibles errores por anomalías de TT/I, etc. En la Fig 4.3 se observa el comportamiento de una protección diferencial.



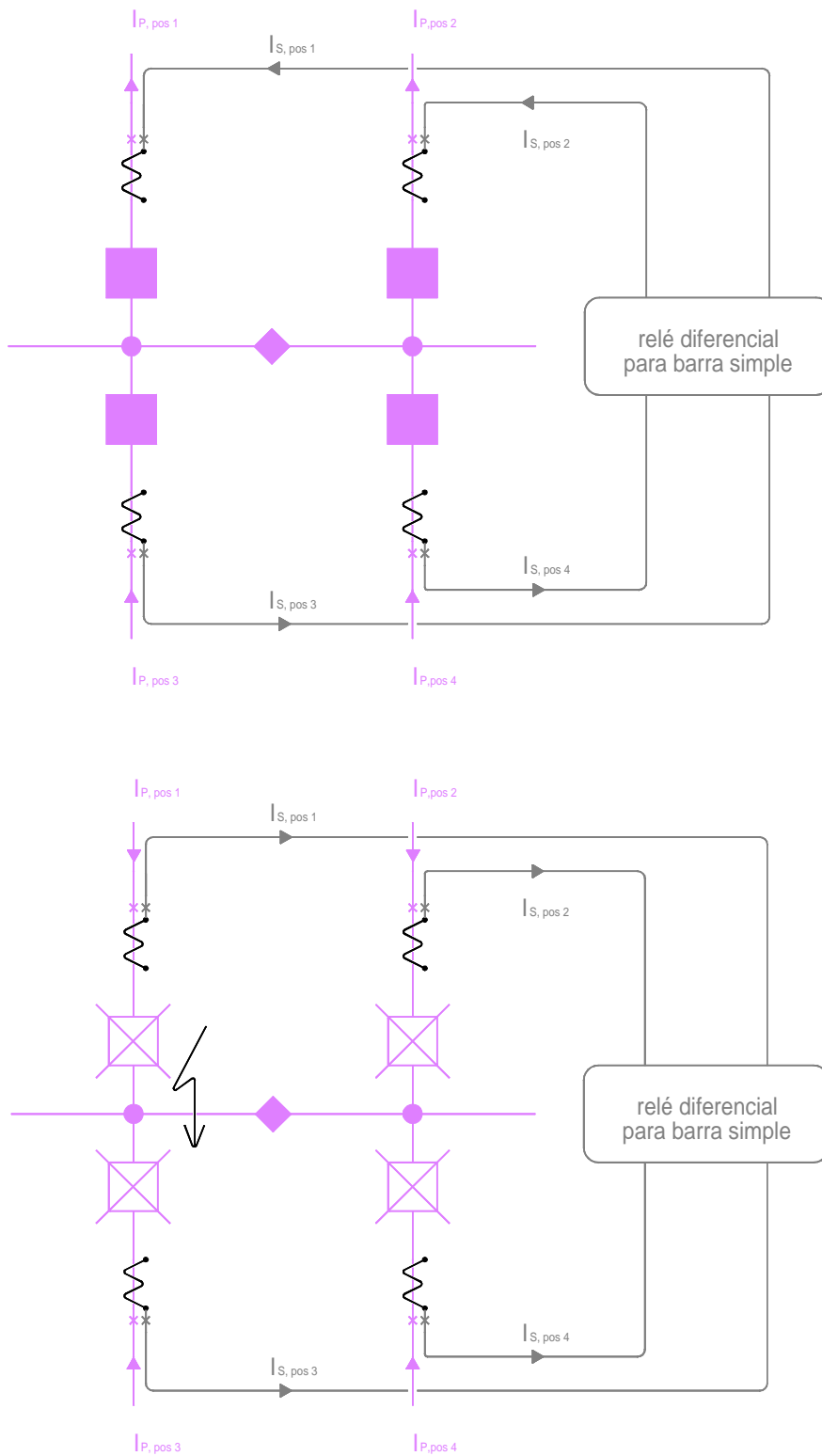


Fig 4.2 Prot. diferencial de barras; caso superior, en ausencia de falta interna; caso inferior, en circunstancia de falta interna (debiendo disparar todos los interruptores aportadores a la falta), *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*





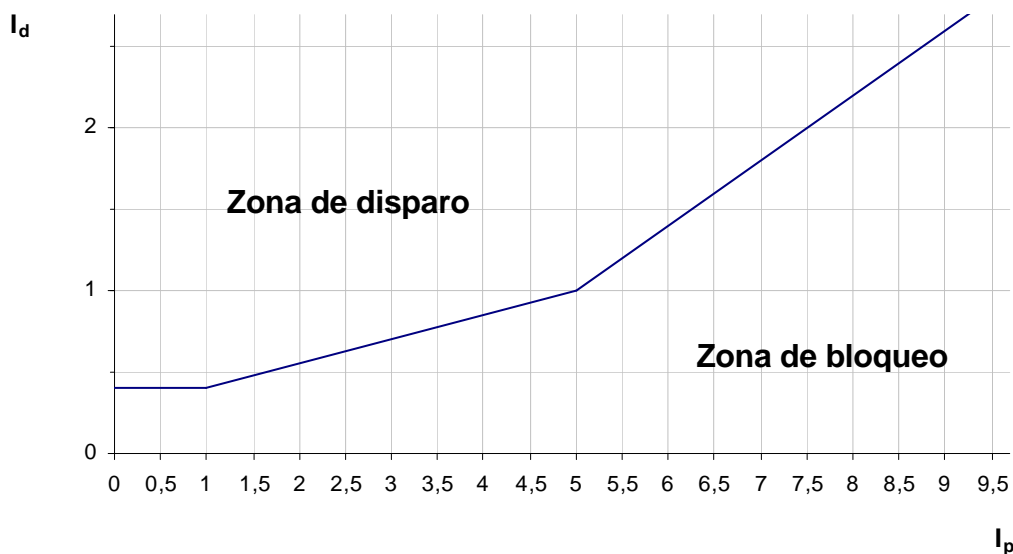


Fig 4.3 Característica de protección diferencial, en valores de intensidad secundaria. Se produce disparo cuando la intensidad diferencial supera el 30% de la intensidad pasante, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*

$$I_{dA} = |I_{A,S} - I_{A',S}|; I_{pA} = \frac{|I_{A,S}| + |I_{A',S}|}{2} \quad \text{Ec. 3}$$

El embarrado AT de la estación objeto de estudio es de doble barra, consta de interruptor de unión de barras y seccionadores que permiten conectar cualquier Terminal AT a un juego de barras u otro, véase Fig 3.1. En tales circunstancias, se precisa de una protección *diferencial de barras para doble barra*, cuyo esquema aparece en la Fig 4.4. Obsérvese que, cualquier actuación de dicha protección conlleva el disparo del interruptor de unión de barras (a fin y efecto de aislar el juego de barras dañado del sano).

Actualmente, esta protección está distribuida (una unidad de bahía para cada posición de la instalación). Esto es, porque se viene arrastrando el criterio protectivo de tiempo atrás.

Antiguamente las posiciones se situaban cada una en una caseta, a varios metros una de la otra, y la protección diferencial de barras (PDB) estaba en el edificio central. Para no llevar infinidad de cables de las casetas al edificio, se decidió poner las unidades de bahía en la propia caseta y enlazar cada posición con un solo hilo a la unidad central (Fig 4.6).

Cómo ahora se trabaja en salas donde están tanto los armarios de cada posición, como de la protección diferencial de barras colindantes, se pueden llevar las medidas directamente a la PDB y no repetir así cableado. Por este motivo, el nuevo sistema de control y protección constará de una diferencial de barras concentrada (Fig 4.5). Dicha protección será la encargada de hacer la función fallo interruptor, por tener la información necesaria de cada posición (I).



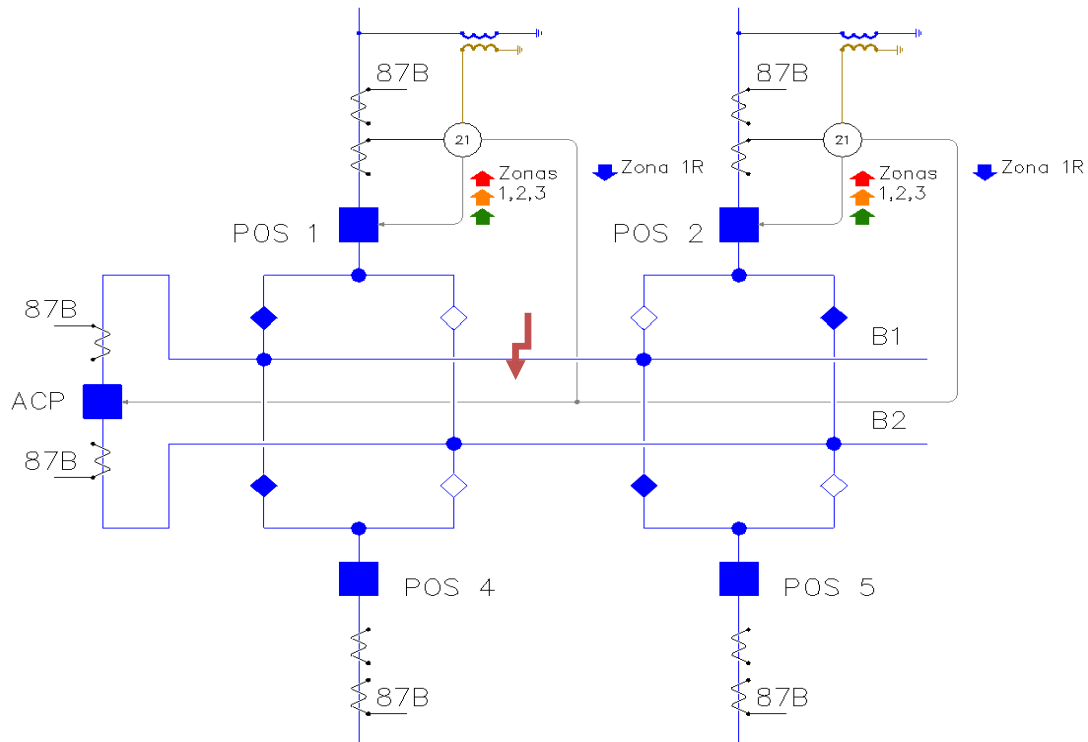


Fig 4.4 Protección diferencial para doble embarrado. Obsérvese que, en caso de falta en el sector Barras 1 (B1), deberán disparar los interruptores de unión de barras (ACP), y los asociados a la POS 1, 4, 5, por ser éstos los conectados al sector de barras en falta, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*



Fig 4.5 Prot. diferencial de barras concentrada, *extracción de www.abb.es.*



Fig 4.6 Prot. diferencial de barras distribuida, *elaboración propia*



- **Protección de fallo de interruptor (50S-62).** Esta función se encamina a través de la protección diferencial de barras. Tras el envío de un disparo por cualquier protección del equipo protegido, ésta detecta desobediencia por parte del interruptor a la apertura tras un tiempo predefinido.

Una actuación de la protección de fallo interruptor unión de barras AT provocará, inmediatamente, la orden de disparo de todos los interruptores conectados a barras AT, independientemente del sector al que estuvieren conectados. En la Fig 4.7 se muestra el esquema de dicha protección: se trata de una función lógica -O- implementada mediante contactos de disparo de todas las protecciones susceptibles de actuar en dicho interruptor. Si dicha función lógica se mantiene en estado "1" durante más de 200 ms, y existe circulación de intensidad por alguna de las fases del interruptor en cuestión (en definitiva, una función lógica -Y-), existe condición de fallo de interruptor.

Los ajustes de intensidad de los elementos supervisores de las fases suelen estar ajustados a su valor nominal secundario (5 A), sobreentendiendo que, en caso de cortocircuito, este valor será ampliamente sobrepasado.

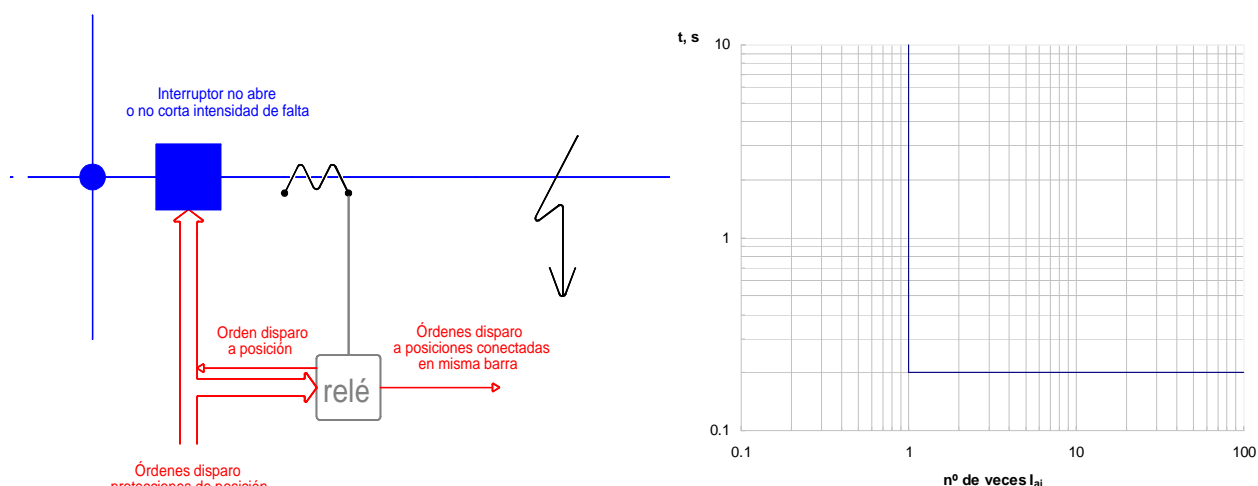


Fig 4.7 Esquema protección fallo interruptor y gráfico del tiempo con la  $I_N$ , *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*

#### 4.3.3.2. Protecciones de líneas/cables AT

Debido a la criticidad para la estabilidad de la red eléctrica en niveles de AT, tanto líneas como cables (líneas subterráneas) de esta tensión, disponen de doble protección principal, alimentadas por diferentes baterías, y actuando sobre diferentes bobinas de desconexión del interruptor.



Se establece como protección principal de *líneas y cable AT*, la protección diferencial longitudinal y la protección de distancia con teleprotección.

A continuación se detallarán cada una de las protecciones de línea/cable configuradas en una instalación. Estrictamente para las líneas aéreas, se dispone de reconector automático, y solamente para los cables, de protección térmica.

Cabe destacar la condición de sincronismo (25) que existe en los circuitos AT. Como su nombre indica, controla que las tensiones de ambos lados del interruptor automático (barras y posición) estén en sincronismo, o con al menos un lado sin tensión, para asegurar que la conexión se pueda realizar de forma segura.

En MT no se utiliza dicha función, debido a la red radial de la que se dispone. La naturaleza de la misma garantiza que los niveles de tensión no serán muy dispares y por tanto, se podrá cerrar el interruptor directamente. No obstante, en caso de existir Productores de Regimen Especial (PRE), se debe instalar dispositivos para detectar direccionalidad, y verificar si hay tensión de retorno.

Esta función se implementará en todas las protecciones de AT (embarrado, línea, transformador AT1/AT2). En transformadores AT/MT, el caso que nos ocupa, no se establece dicha función protectora, ni en el devanado MT (red radial), ni en el devanado AT, por ser una tensión AT de distribución (red mallada) y no interconexión con otras tensiones AT.

- **Protección diferencial longitudinal (87L).** Una protección diferencial se basa en la ley de Kirchoff aplicada a un conductor: en ausencia de defecto, la intensidad que entra por un extremo debe ser igual a la que sale por el extremo opuesto. Se representa su funcionamiento en la Fig 4.9

Para la aplicación en líneas o cables subterráneos la actuación es prácticamente instantánea. La única diferencia es que en cables la desconexión es tripolar sin posibilidad de reenganche, mientras que en líneas aéreas puede habilitarse desconexión unipolar (o tripolar) y reenganche automático.

Dicha protección precisa apoyo en ambos extremos y tiene dependencia total de enlace de comunicaciones (Fig 4.8); de fallar éste, hay dos métodos de actuación:

- Bloqueo, no disparo incluso ante falta en circuito protegido.
- Disparo no selectivo al superarse un umbral de intensidad pasante.



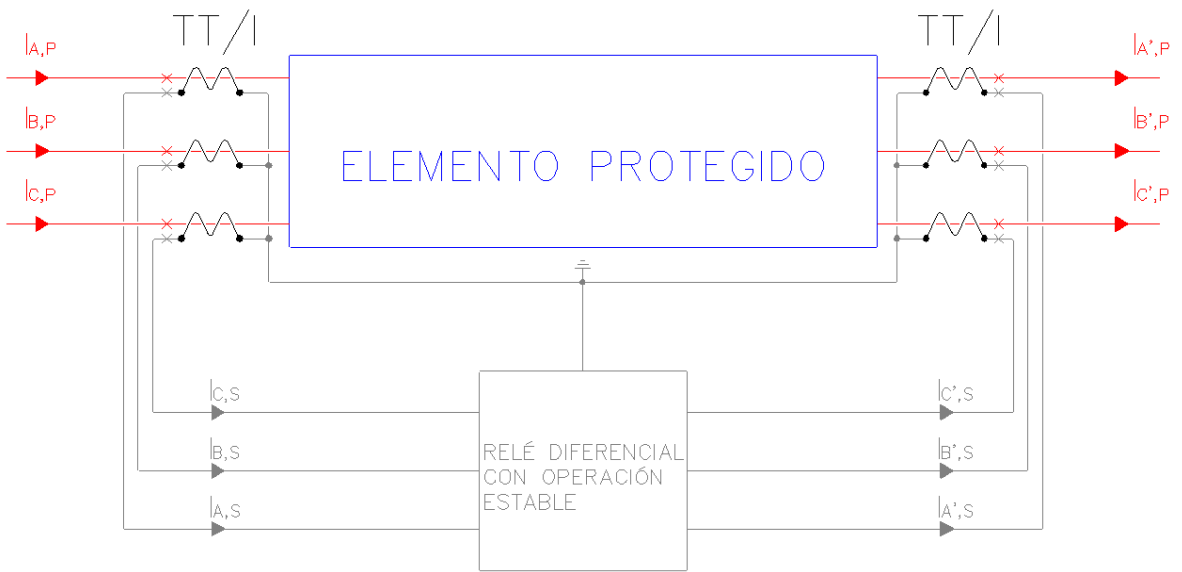


Fig 4.9 Funcionamiento diferencial, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*



Fig 4.8 Protección diferencial circuito AT, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*

- Protección de distancia con teleprotección (21 con 85).** Se trata de un sistema de protección fundamentado en la impedancia propia del circuito protegido, supuestamente proporcional a la longitud de éste. En la Fig 4.10 se muestra un esquema con la idea principal de dicha protección.



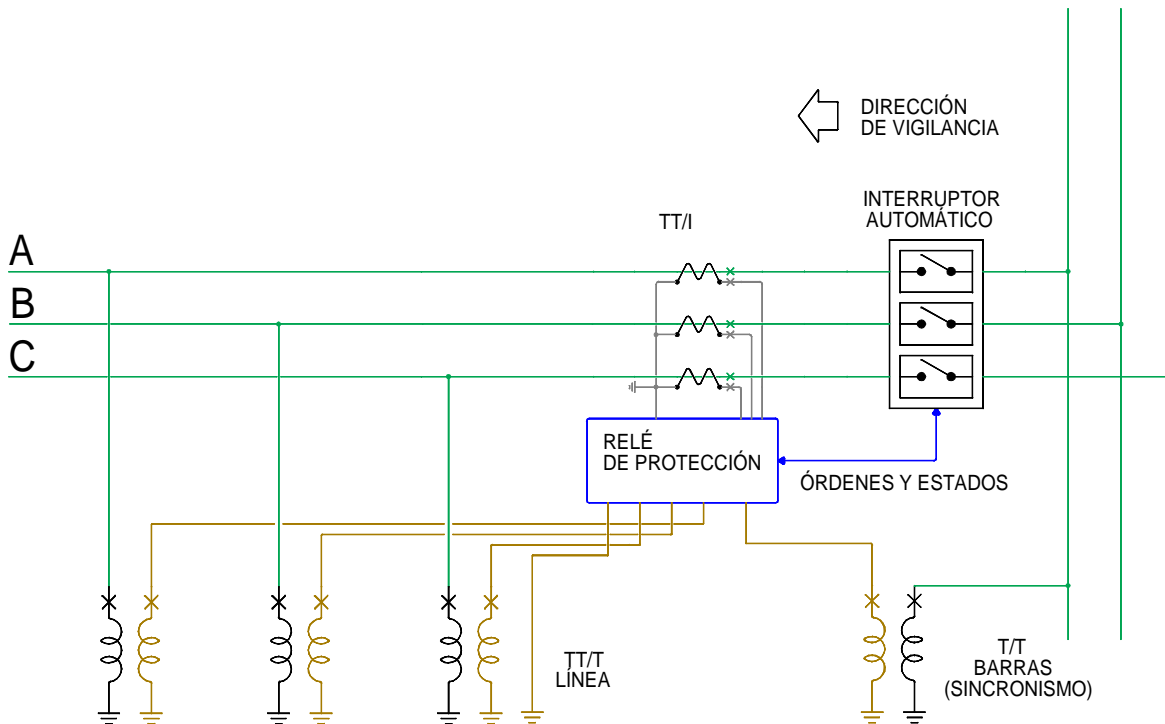


Fig 4.10 Esquema general de una instalación con protección de distancia, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*

Según el tipo de defecto (monofásico, bifásico o trifásico), el cálculo asociado a la protección se rige por unas ecuaciones u otras, véase los parámetros utilizados en la Fig 4.11.

- Defecto monofásico franco (p.e. fase A):

$$Z_{1\phi,X} = \frac{V_{A,X}}{I_{A,X} + k_N I_{N,X}} = \alpha \cdot Z_1, Z_{1\phi,Y} = \frac{V_{A,Y}}{I_{A,Y} + k_N I_{N,Y}} = (1 - \alpha) \cdot Z_1, k_N = \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1} \quad \text{Ec. 4}$$

- Defecto bifásico franco, puro o a tierra (p.e. entre fases A y B)

$$Z_{2\phi,X} = \frac{V_{A,X} - V_{B,X}}{I_{A,X} - I_{B,X}} = \alpha \cdot Z_1, \quad Z_{2\phi,Y} = \frac{V_{A,Y} - V_{B,Y}}{I_{A,Y} - I_{B,Y}} = (1 - \alpha) \cdot Z_1 \quad \text{Ec. 5}$$

- Defecto trifásico franco, puro o a tierra

$$Z_{1\phi,X} = \frac{V_{A,X}}{I_{A,X}} = \frac{V_{B,X}}{I_{B,X}} = \frac{V_{C,X}}{I_{C,X}} = \alpha \cdot Z_1, \quad Z_{1\phi,Y} = \frac{V_{A,Y}}{I_{A,Y}} = \frac{V_{B,Y}}{I_{B,Y}} = \frac{V_{C,Y}}{I_{C,Y}} = (1 - \alpha) \cdot Z_1 \quad \text{Ec. 6}$$



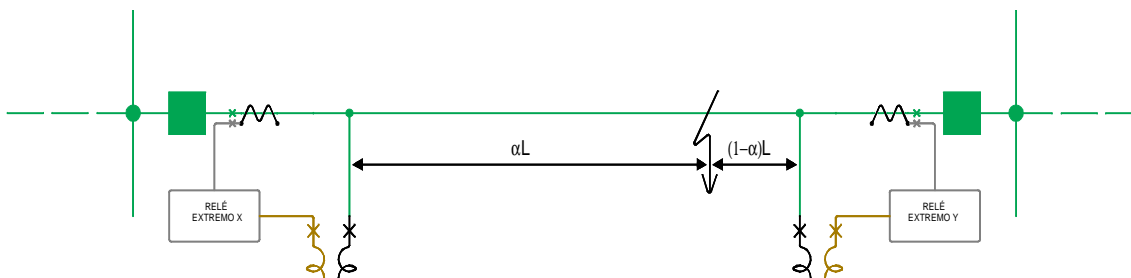


Fig 4.11 Circuito de estudio. Longitud ( $L$ ), impedancias ( $Z_1, Z_2$ ) uniformemente distribuidas, extracción del curso formación CPG SSEE URL-La Salle

La lógica de disparo que rige las protecciones de distancia está escalonada en zonas de protección y en dirección al circuito protegido; son ajustes típicos:

- 1ª zona ( $Z_1$ ):  $Z < 80\% Z_{L1}$ ,  $t_1 = \text{nulo}$ ;  $L_1$  es el circuito protegido.
- 2ª zona ( $Z_2$ ):  $Z < 100\% Z_{L1} + 50\% Z_{L2}$ ;  $L_2$  es el circuito de menor impedancia (el más corto, normalmente) de la estación adyacente en la dirección de vigilancia;  $t_2 = 0,4 - 0,5$  seg.
- 3ª zona ( $Z_3$ ):  $Z < 100\% Z_{L1} + 100\% Z_{L3}$ ;  $L_3$  es el circuito de mayor impedancia (el más largo, normalmente) de la estación adyacente en la dirección de vigilancia;  $t_3 = 0,8 - 1$  seg.

Se denomina ajuste a subalcanse (aceleración de escalón) cuando la primera zona no rebasa la totalidad del circuito, para evitar así errores de medida. En líneas aéreas, se efectúa reconexión automática en redes de distribución para cualquier tipo de defecto de manera trifásica en primera o segunda zona. Un gráfico característico de una protección de distancia actual aparece en la Fig 4.12.

A modo de ejemplo, se esquematiza en la Fig 4.13 los tiempos de actuación según en qué zona se detecta la falta. Así, se asume de partida, que la impedancia del circuito de SE2 a SE3 es menor que la impedancia de SE2 a SE4, por lo que la segunda zona se representa en el primer circuito mencionado, mientras que el alcance de tercera zona tiene lugar entre SE2 y SE4. Los alcances de cada zona se definen de la siguiente manera:

- 1ª zona: 80% impedancia circuito SE1-SE2
- 2ª zona: 100% impedancia circuito SE1-SE2+50% impedancia circuito SE2-SE3
- 3ª zona: 100% impedancia circuito SE1-SE2+100% impedancia circuito SE2-SE4



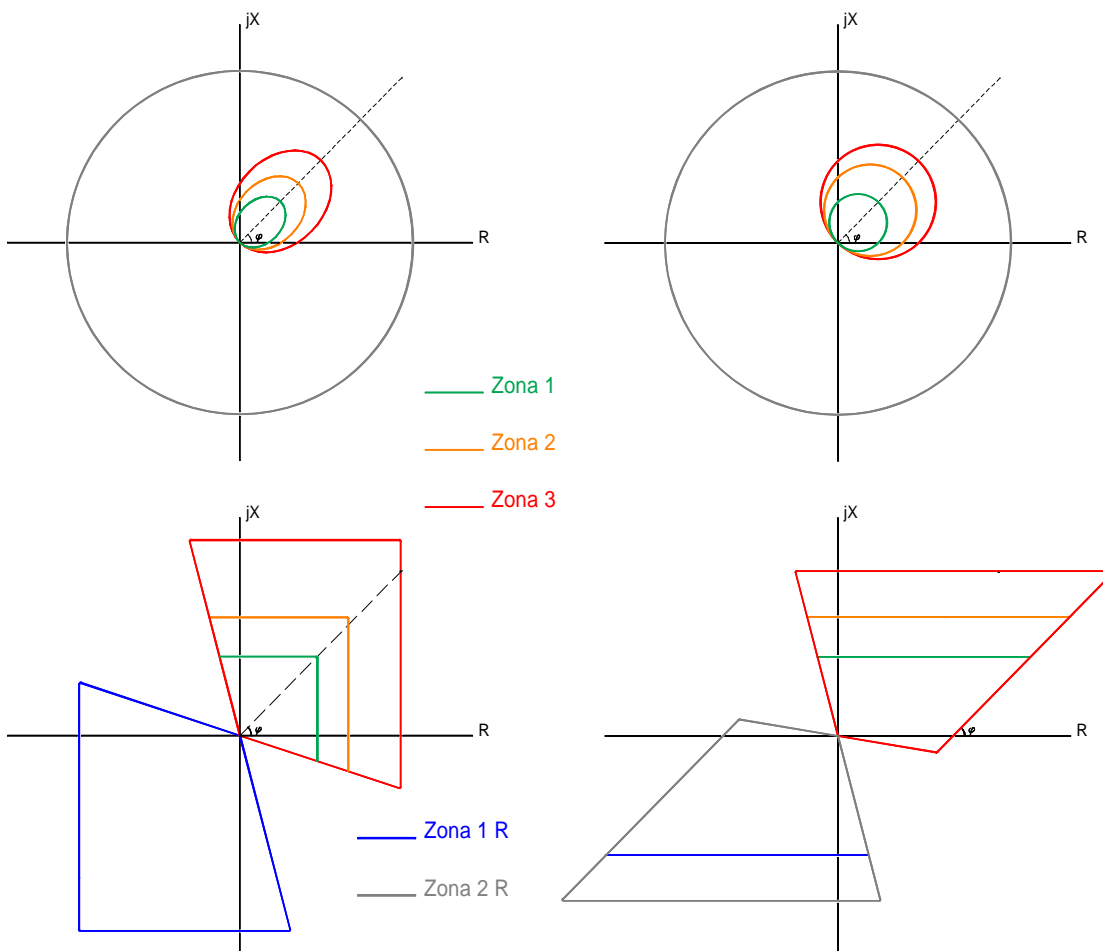


Fig 4.12 Características de medida para una protección de distancia. Zona 1R y 2R hacen referencia al sobrealcance en primera y segunda zona respectivamente, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*

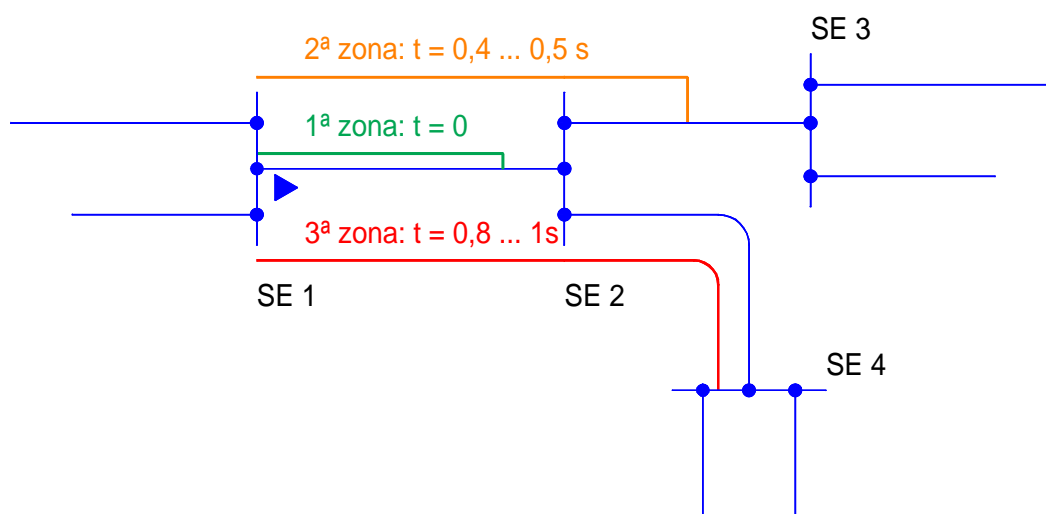


Fig 4.13 Esquema de las zonas de detección de falta, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*





Tanto las protecciones de distancia con teleprotección como la diferencial, precisan de un sistema de comunicaciones que enlace sendas estaciones.

Para entender cómo reacciona una protección de distancia de circuitos de AT al detectar una falta en sobrealcance (permisivo), a continuación se esquematizan unos circuitos en 1ª zona y en 2ª zona.

En el primer ejemplo que se detalla a continuación (Fig 4.14-sobrealcance permisivo 2ª zona), la emisión de orden será medida en zona 1 y disparará:

- Si mide en zona 1, tiempo = 0
- **Si mide en zona 2 y recibe orden, tiempo = 0**; si mide en zona 2 y no recibe orden,  $t = 0,4 \dots 0,5 \text{ s}$
- Si mide en zona 3,  $t = 0,8 \dots 1 \text{ s}$

En este ejemplo, se da permiso al 2ºescalón para que dispare en tiempo de 1ºescalón.

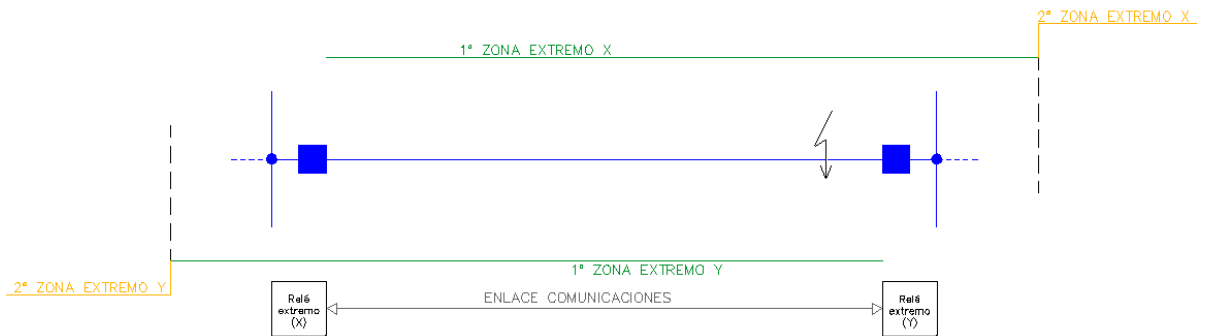


Fig 4.14 Protección distancia circuitos AT:esquema de teleprotección, **sobrealcance permisivo 2ª zona**, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle

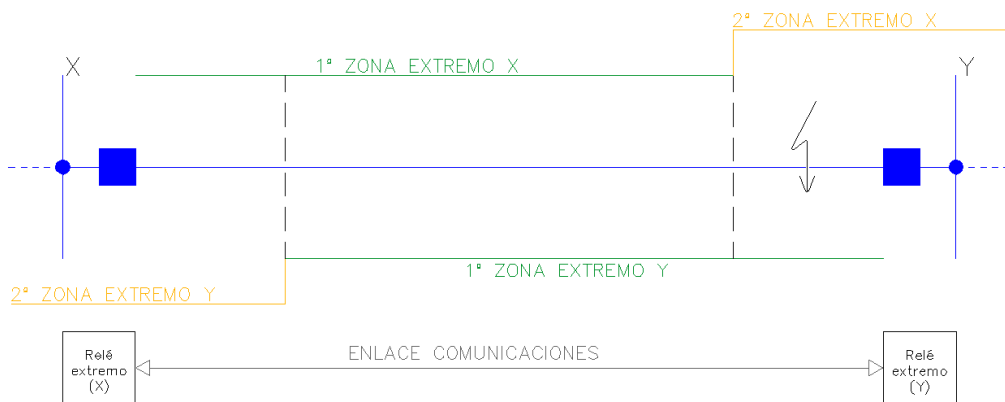


Fig 4.15 Protección de distancia de circuitos AT: esquema de teleprotección, **sobrealcance permisivo 1ª zona**, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle



En la Fig 4.15 se observa el segundo ejemplo, sobrealcance permisivo en 1ª zona, donde la emisión de la orden es medida en zona 1 y dispara:

- Si mide en Zona 1 y recibe orden, tiempo = 0, **si mide en Zona 1 y no recibe orden, tiempo = 0,2 s.**
- Si mide en Zona 2,  $t = 0,4 \dots 0,5$  s.
- Si mide en Zona 3,  $t = 0,8 \dots 1$  s.

En esta ocasión se ha dado permiso al 1ºescalón para que aumente su impedancia y pueda ver más allá, pero entonces el % aumentado no disparará en tiempo de 1ºescalón.

Esta configuración es recomendable cuando la impedancia del circuito a proteger es próxima al mínimo admisible por los relés.

- **Protección de direccional de neutro (67N).** En ocasiones, pueden presentarse faltas a tierra con elevada resistencia de falta, de tal forma que queden fuera del alcance de las protecciones de distancia ó que produzcan un decalaje mínimo para ser percibido por la protección diferencial. Para tales faltas, la protección direccional de neutro puede considerarse relativamente eficaz. Su funcionamiento está fundamentado en detectar dirección de energía de falta en dirección línea (ver Fig 4.16), al apreciar intensidad homopolar y, a su vez, superar un ajuste de sobreintensidad de neutro, disparando en menos tiempo a mayor intensidad de falta.

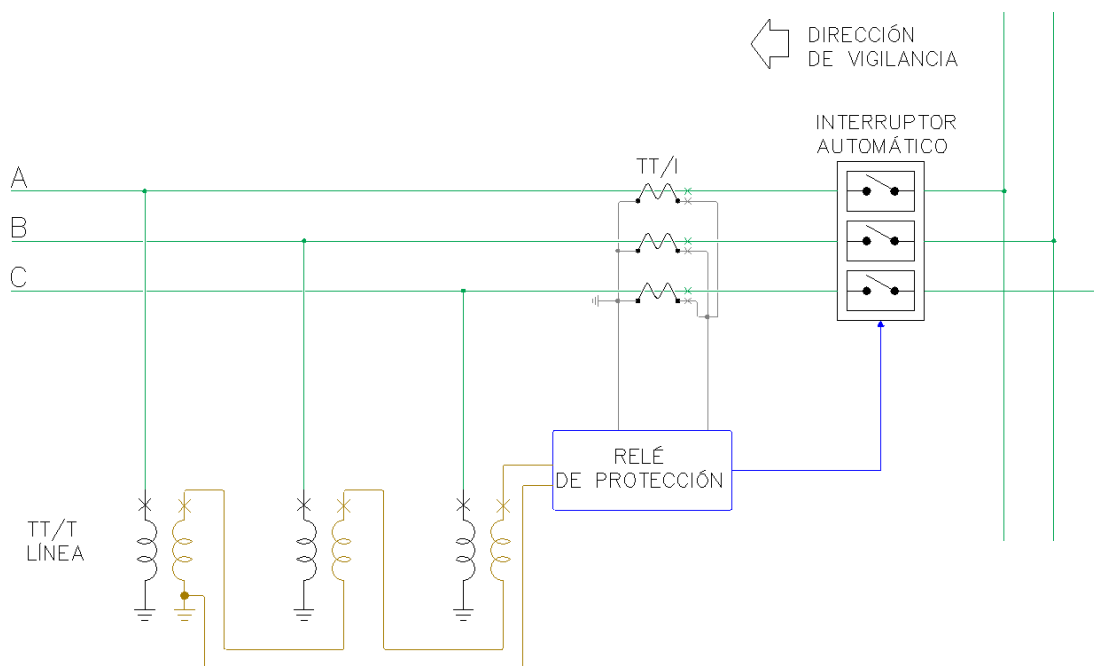


Fig 4.16 Conexión de una protección direccional de neutro, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*



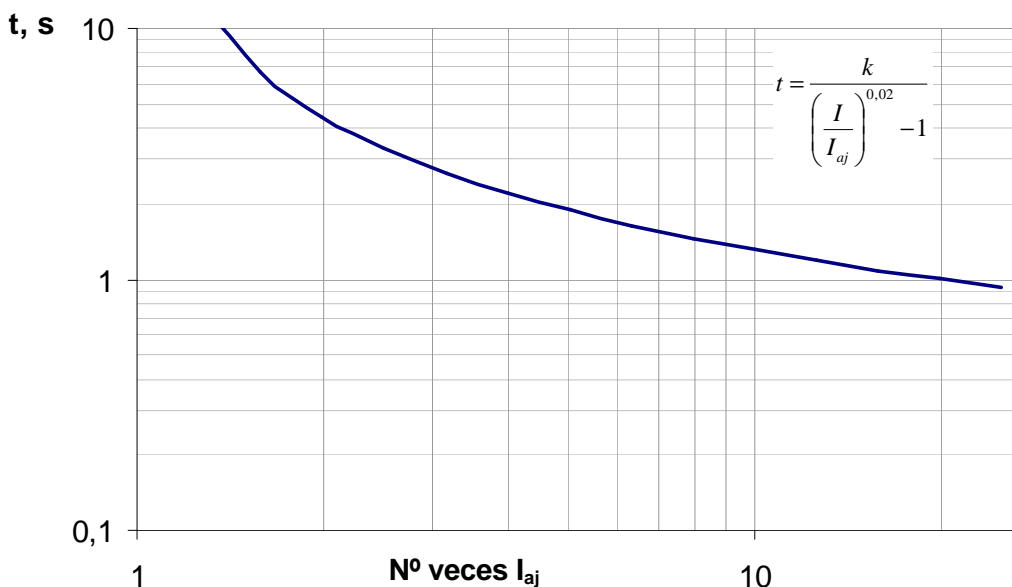


Fig 4.17 Ecuación tiempo de disparo para cortocircuito en dirección línea. Observación: debe ser selectivo con relé distancia para cortocircuitos en 1º y 2º escalón, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle

El ajuste típico de estas protecciones, en valores primarios, oscila entre los 90 y 200A de intensidad de arranque, con tiempos de disparo de 2 a 3 segundos cuando la intensidad circulante supera el 500% de la intensidad de ajuste. Ambos ajustes dependerán, fundamentalmente, de la selectividad (propiedad de cualquier elemento de protección que exige a éste disparar el mínimo número de interruptores posibles para aislar el defecto) que deba respetarse con estaciones adyacentes. Dicho comportamiento se muestra en la Fig 4.17.

#### 4.3.3.3. Protecciones de transformadores AT/MT

Las protecciones propias del transformador, ver Tabla 4.2, ya van montadas en la máquina, por lo que no se detallan a continuación. Se debe entender que la actuación de cualquier protección del transformador abre todos los interruptores de éste (AT/MT).

PROTECCIONES PROPIAS TRAFOS
Prot. Buchholz: Gases del transformador
Prot. Cansen: Gases regulador de tomas
Válvula sobre presión transformador
Sobre presión regulador de tomas
Prot. Térmica mediante termómetro y termostato
Imagen térmica

Tabla 4.2 Protecciones propias del transformador AT/MT, elaboración propia



A continuación se muestra el esquema general de protección de un transformador (Fig 4.18). Véase la nomenclatura ANSI de las funciones protectivas para este tipo de transformador:

- Transformador AT/MT (devanado AT)
  - 87T: DIFERENCIAL TRANSFORMADOR
  - 51F/N: SOBREINTENSIDAD FASES Y NEUTRO A TIEMPO DEPENDIENTE
  - 50S-62: FALLO INTERRUPTOR (Se manda a la prot. Diferencial de barras)
  
- Transformador AT/MT (devanado MT)
  - 87T: DIFERENCIAL TRANSFORMADOR
  - 51F: SOBREINTENSIDAD FASES A TIEMPO DEPENDIENTE
  - 50S-62: FALLO INTERRUPTOR (Se manda a la prot. Diferencial de barras)
  - 51G: SOBREINTENSIDAD PUESTA A TIERRA, TIEMPO DEPENDIENTE
  - 49G: IMAGEN TÉRMICA PUESTA A TIERRA
  - 81m: SUBFRECUENCIA

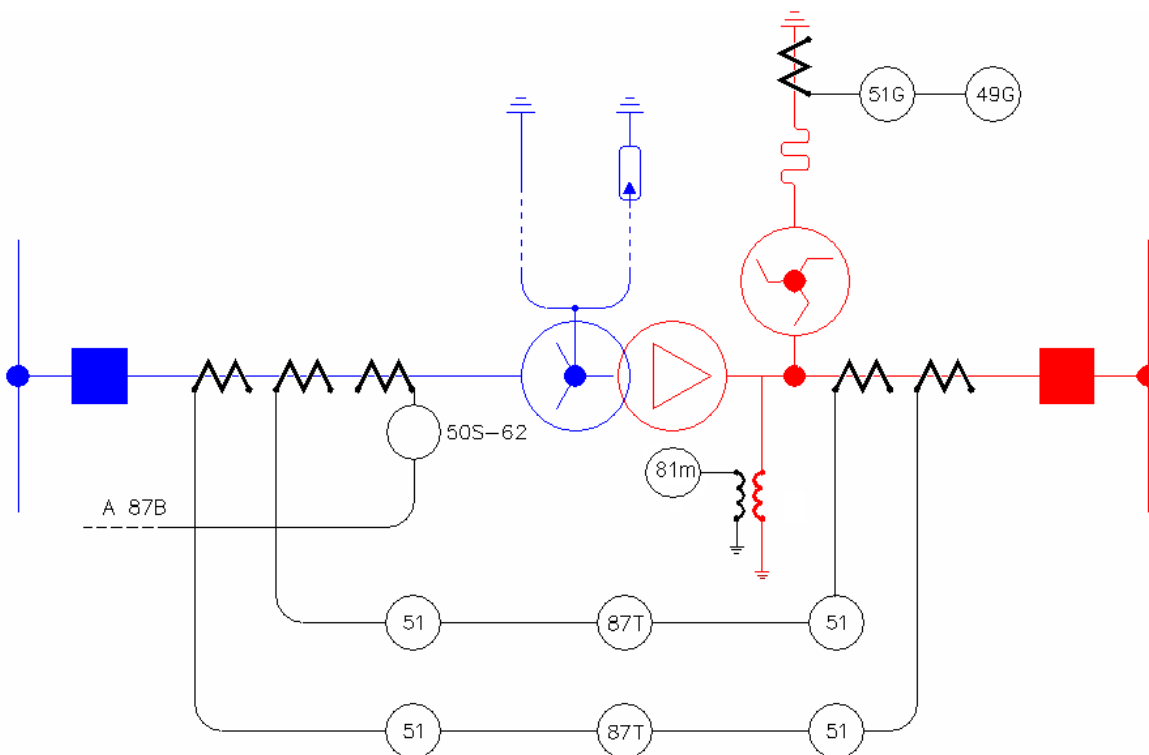


Fig 4.18 Esquema protectivo transformador AT/MT, extracción del curso formación CPG SSEEP  
URL-La Salle



- Protección de fallo interruptor y diferencial del transformador.** El fundamento de estas protecciones ya ha sido razonado previamente. No obstante cabe indicar, en el particular de los transformadores, que la protección de fallo interruptor en el nivel de MT no debe desconectar los cables y/o líneas de este nivel de tensión, por ser de naturaleza radial y no aportar energía a la posible falta. Si deberá, no obstante, abrir los posibles interruptores de unión de barras MT por los cuales fluyera energía de otros niveles MT de transformadores, si bien esta práctica no es muy usual; los niveles de tensión MT de los transformadores no suelen conectarse en paralelo. La función diferencial del transformador, es equivalente a la expuesta en las líneas (véase en la Fig 4.19).

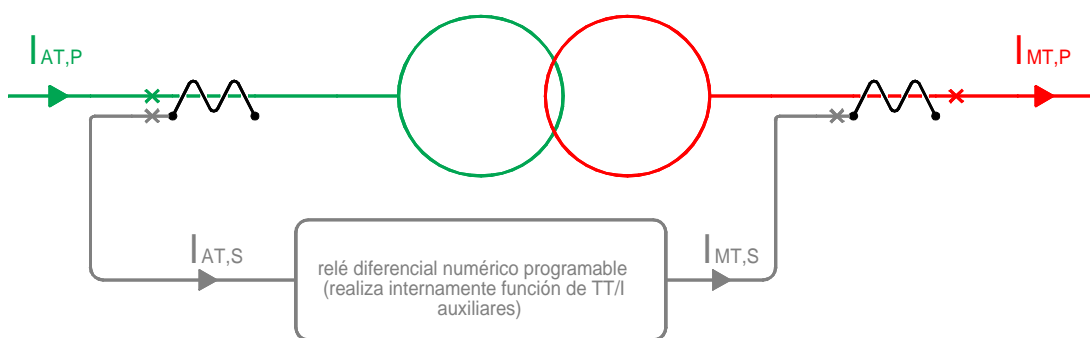


Fig 4.19 Esquema del funcionamiento de la protección diferencial del transformador, *extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle*

Debidamente configurado con las características del transformador y relación TT/I principales, no precisa de TT/I auxiliares; por cada Ampère AT secundario (en modulo y argumento) sabe cuántos Ampère MT secundarios (en módulo y argumento) deben circular en ausencia de defecto.

- Protecciones de sobreintensidad (50/51):** Finalmente, se instalan protecciones de sobreintensidad para fases y neutro en los dos niveles de tensión. Por su parte, la protección de sobreintensidad en el devanado AT actúa como protección de retaguardia para el embarrado AT (tanto en fases como en neutro) y para circuitos AT (en neutro, respecto a las protecciones direccionales de neutro de éstos). Por último, la protección de sobreintensidad en el devanado MT actúa, en fases, como única protección para faltas polifásicas en barras MT, ya que dicho embarrado no cuenta con protección diferencial de barras; asimismo, constituye tanto para fases como para neutro, la protección de retaguardia respecto a los circuitos radiales MT. La ecuación que rige el comportamiento de dichas protecciones es, en general, según un ajuste de tiempo definido (51) ó instantáneo (50):



$$t = \frac{k}{\left(\frac{I}{I_{aj}}\right)^\alpha - 1}, \text{ para } I > I_{aj} \quad t = \infty, \text{ para } I < I_{aj}, \quad t = t_0, \text{ para } I > I'_{aj} \quad \text{Ec. 7}$$

Recordemos que el parámetro  $-\alpha$  define el tipo de curva (normal inversa, muy inversa ó extremadamente inversa). Aparece un nuevo concepto, el ajuste de tiempo definido. Se trata de un valor de intensidad, por encima del cual, el tiempo de disparo de la protección es siempre el mismo (puede ser nulo). El concepto de tiempo definido se emplea únicamente en los elementos de sobreintensidad de fases.

- **Protecciones de imagen térmica y de circulación de intensidad homopolar prolongada en el compensador de neutro.** La protección de imagen térmica, mediante la lectura de la intensidad circulante por el compensador, está obligada a provocar el disparo del nivel MT del transformador en tiempos inferiores a los estipulados según las curvas. De alguna manera, está ponderando la energía circulante por el compensador de neutro mediante la integral del cuadrado de la intensidad respecto al tiempo. En la misma protección de imagen térmica se dispone de un sistema avisador de circulación prolongada por el neutro MT, a fin y efecto de alertar tanto a nivel local como a nivel de Centro de control de dicho fenómeno. Se trata de una función de sobreintensidad "todo o nada", ajustada a 10A, 20 segundos (provoca la alarma cuando se superan los 10 amperios de intensidad de neutro durante más de 20 segundos). No es menester realizar un gráfico para sendas protecciones, ya que se trata solamente de un TT/I conectado al neutro físico del compensador que tributa sobre una protección monofásica, la cual realiza sendas funciones.
- **Protección de subfrecuencia (81m):** Se utiliza en transformadores AT/MT para deslastrar carga, es decir, desconectar VA de potencia de aquellas barras que se han sobrecargado. Al desconectar por subfrecuencia toda la carga necesaria, posteriormente se pueden ir reconectando clientes (cargas) sin sobrecargar el sistema. El operador del sistema es el que decide que instalaciones se deslastran.

#### 4.3.3.4. Protecciones de embarrado MT

- *Sobreintensidad de fases y neutro del devanado MT transformador alimentador;*

Para embarrados MT, la protección de falta a tierra está garantizada por la protección de sobreintensidad MT de transformadores.



#### 4.3.3.5. Protecciones de línea/cable MT

Las protecciones de esta posición podrían considerarse las más simples dada su naturaleza radial, aún así, cabe diferenciar el tratamiento entre líneas y cables MT (las primeras están dotadas de reconexión automática, y los cables de imagen térmica), así como circuitos *dendríticos* (alimenta estaciones de interconexión MT y distribución BT) o circuito *feeder* (alimentador a una estación de maniobra y distribución MT).

El primer grupo (líneas dendríticas), necesitan como protecciones principales:

- *Sobreintensidad fases + neutro*
- *Reconectador automático*
- *Automatismo de bloqueo reconectador* (productores en régimen especial conectados a línea).

En caso de cables dendríticos las protecciones requeridas son la sobreintensidad de fases + neutro, y ocasionalmente, reconectador de un solo intento (lento).

Para el siguiente grupo (líneas/cables alimentadoras), es recomendable además de las protecciones antes expuestas, añadir una diferencial longitudinal.

#### 4.3.3.6. Protecciones de Baterías de condensadores estáticos

Las protecciones que se instalan en esta posición acostumbran a ser:

- *Sobreintensidad fases + neutro;*
- *Sobre/Subtensión;* se calcula a partir de la tensión de barras MT.
- *Desequilibrio de neutro entrambas estrellas;*

#### 4.3.4. Necesidad de oscilografía

Cuando tiene lugar una contingencia, además de la señalización, resulta de suma utilidad disponer de los registros osciloperturbográfico asociados. Un registro osciloperturbográfico consiste en una fotografía de las tensiones, intensidades y variables digitales del sistema eléctrico a analizar. Dicha fotografía refleja las formas de onda y el estado antes, durante y después de la contingencia. A modo de ejemplo, en la Fig 4.20, se muestra el oscilograma de una falta paralelo (fase A-tierra) en una red de 110kV.



Las propias protecciones pueden hacer esta función, ya que disponen de toda la información necesaria, por lo que no se necesitaría instalar un equipo oscilográfico. En principio, aunque existen más combinaciones, cualquier cambio de estado de las variables digitales, arranca el proceso de osciloperturbografía.

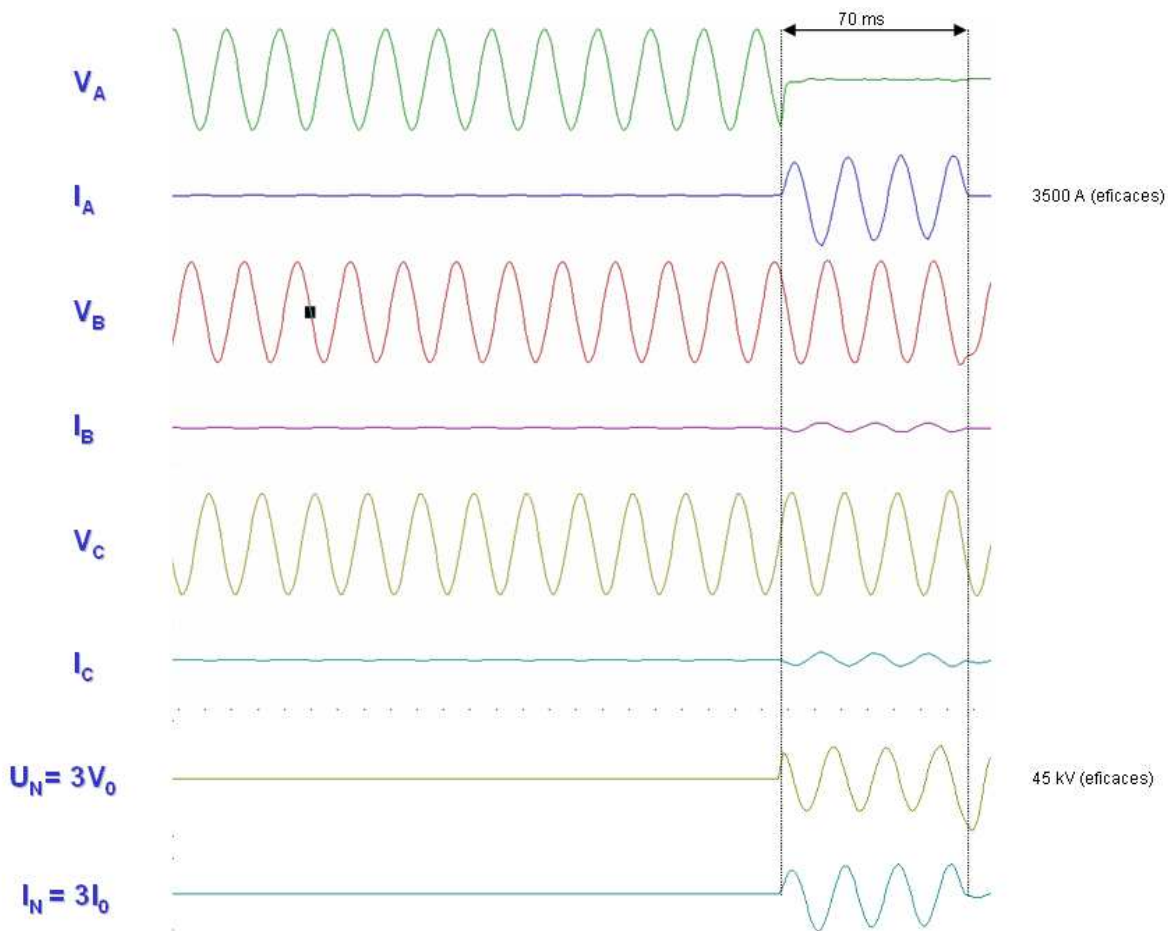


Fig 4.20 Oscilograma de una falta paralelo (fase A-tierra) en una red de 110kV, extracción del curso formación CPG SSEEP URL-La Salle

Vistas todas las protecciones eléctricas, resulta evidente, por el número elevado de estas, el uso de estándares que faciliten la integración de los sistemas de protección.

La distribución de protecciones expuesta se ha hecho con el criterio de, sin dejar el sistema desprotegido, optimizarlas para poder ahorrar el máximo número de transformadores de medida. De este modo, se consigue que en barras sólo se necesite un TT/T por barra, en las líneas AT 3TT/T's (uno por fase), y se puedan ahorrar en la AT del transformador, en las líneas y baterías de condensadores de MT.





Los criterios de coordinación de ajustes son las directrices que permiten ajustar los equipos de protección de manera que puedan detectar y eliminar cualquier perturbación con la máxima selectividad y rapidez, sin “arrastrar” a otros elementos del sistema.

Los criterios de ajuste de las protecciones especifican la respuesta que debe dar un equipo de protección ante variaciones de los parámetros físicos del sistema eléctrico.

Los ajustes de un equipo de protección son los valores concretos de regulación interna que le permiten cumplir con los criterios de ajuste especificados.

Tanto el diseño como los ajustes serán establecidos por los responsables de las instalaciones respectivas, siguiendo las pautas que desde la unidad de normalización de *Endesa Distribución* se han marcado. Este método de actuación, tiene el fin de definir una estandarización para todas las instalaciones de la compañía eléctrica.

Para tal fin, se confeccionan los llamados *proyectos tipo*, gracias a los cuales las subestaciones de todos los territorios están construidas bajo los mismos criterios, pudiendo aprovechar material de una subestación para otra, así como facilitar la tarea a los técnicos de las subestaciones, debido a que el desarrollo en campo será el mismo para cualquier instalación.

#### 4.4. Debilidades de la ingeniería actual

En la actualidad, según datos obtenidos por la empresa *Endesa Distribución Eléctrica*, los porcentajes de subestaciones instaladas son los que se muestran en Fig 4.21:

- 80% control convencional
- 10% control mixto
- 10% control pseudo-integrado, basado en protocolos propietarios de los fabricantes

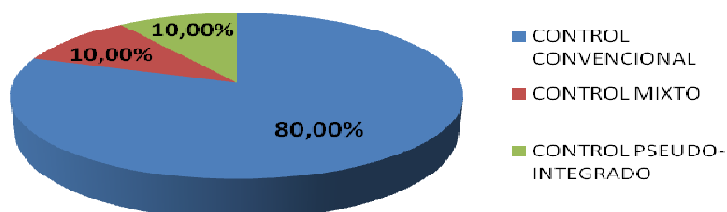


Fig 4.21 Gráfico porcentual del tipo de control instalado en las subestaciones actuales, *elaboración propia*



Las exigencias de calidad y el reducido margen que ofrece una tarifa regulada, obligan a la optimización de costes en el sector eléctrico español. La solución óptima para normalizar y estandarizar equipos en instalaciones eléctricas pasa por el control integrado y protecciones interoperables.

Por lo que se refiere a mantenimiento, habrá ciertas discrepancias en los años de traspaso entre el control convencional y el totalmente integrado. Para ello, durante esa época, se deberán garantizar equipos de repuesto a lo largo de los 10 años siguientes a su licitación por parte de los fabricantes, tal y como marca el acuerdo de contrato marco entre empresas (fabricante-Compañía Eléctrica).

La crítica al sistema no es en lo referente a funcionalidad, sino en lo referente a montaje, mantenimiento y detección de averías, así como el volumen de obra que es necesario realizar para poner en marcha una estación, con la cantidad de tiempo que ello conlleva. Los costes económicos están asociados al volumen del trabajo realizado.

Desde el punto de vista de las compañías eléctricas, es de inminente necesidad el instalar nuevos equipos con mayor interoperabilidad, reduciendo, tal como se avanzaba en el apartado 4.3.1.3, cobre, borneros y envolventes, así como normalizar señales, alarmas y medidas.

#### **4.4.1. Montaje**

Con respecto al montaje se debe tener en cuenta que este tópico contempla los equipos primarios, los armarios de agrupamiento de señales y los cuadros de mando a ser instalados en la caseta de relés. La cantidad de equipos, armarios y cuadros va a estar definido por el proyecto personalizado de la subestación a ser implementada, los mismos se unirán a través de cables multi-conductores, en canales de cables, con el fin de realizar el tendido de toda la información concerniente a las diferentes funciones tales como: Protecciones, Control, Señalización y Alarmas.

Con el fin de ver una subestación tal como la entendemos hoy en día, hay que prestar especial atención tanto a lo comentado anteriormente, cómo a la obra civil a realizar, canales, zanjas, etc. No se debe perder la visión global del montaje de una instalación, por ello, se debe reflexionar sobre la actual afinidad a la subcontratación.

Históricamente se apostaba por un trabajo dual, con personal propio de la casa y contratado. Actualmente, se está perdiendo la profesionalidad del propio personal, dejando todo en manos de las subcontratas, corriendo el riesgo que ello conlleva; afectación en la fiabilidad del sistema por pérdida de la cultura a largo plazo (*Know-how*). Muchos



responsables de mantenimiento, tienen problemas a la hora de justificar inversiones necesarias en esta área, por la dificultad de valorar “el ahorro de la no avería” [5].

El sector eléctrico es uno de los más conservadores en comparación al resto de mercados, entendible en parte, por ser el negocio con mayor afectación y revuelo en caso de fallos. Por ello, se debe ir sobre seguro, y hacer pasos pequeños que conlleven grandes optimizaciones.

#### **4.4.2. Cableado**

Está actualmente establecido que uno de los principales objetivos al instalar un sistema moderno de control es la reducción de costes de cableado entre los diferentes equipos de campo y el nivel de control de subestación.

En una subestación construida con tecnología de control convencional se deben instalar entre 200 y 500 señales por bahía. Dichos enlaces sufren de los factores ambientales, y en el caso de instalaciones a la intemperie están expuestas a riesgos de deterioro serios durante el ciclo de vida de los equipos primarios.

Una de las principales afectaciones que se encuentran en el cableado, son las agresiones de fauna, tal como roedores; así como problemas de terrorismo, tanto de personal interno como externo. En tendidos de fibra óptica no se eliminará el problema, no obstante, al tender menos cables se limita el riesgo de deterioros, aunque estos pueden ser más críticos.

En este escenario, las faltas en los cables implican en la mayoría de los casos el reemplazo completo del cableado. La transmisión de datos analógicos en distancias mayores a 50 m usando conductores de cobre trae como consecuencia pérdida de señales, ruido y reducción en la precisión del procesamiento de señales. Todos estos factores imponen limitaciones en el sistema.

Gracias a haber integrado todas las funciones de protección, supervisión y control en un solo dispositivo, aumenta la fiabilidad de la información (evitando errores de transmisión entre equipos), y se reduce considerablemente el tiempo y el esfuerzo necesarios para cableado.

#### **4.4.3. Operación y mantenimiento**

Las operaciones que se realizan en los parques de alta tensión pueden ser ejecutadas de diferentes maneras:



- En forma de telemando, desde un despacho de carga a través de un enlace de comunicaciones. Este despacho a su vez se encargará, en una de sus tareas, de centralizar todo el sistema de potencia de la compañía eléctrica.
- Localmente, en el propio equipo.
- A distancia, desde la caseta de relés o la caseta de mando.

Este mando se realiza a través de pulsadores ubicados en los armarios de los equipos exteriores, si ese es el caso, o a través de un conmutador de accionamiento en el cuadro mímico si es el caso del armario ubicado en la caseta de relés. Por ello, el principio fundamental en toda labor de operación y mantenimiento es tomar en cuenta la seguridad del personal y posteriormente la integridad del equipo en sí.

Para garantizar la apertura del interruptor ante posibles defectos eléctricos, éstos se equipan con 2 bobinas de apertura y una de cierre.

En caso de los parques convencionales, las labores de operaciones son realizadas con la mayor precaución que le corresponde. El mantenimiento se realiza básicamente sobre los equipos de alta tensión como son: interruptores, seccionadores, transformadores de medida, etc.

Cuando se trata de sistemas de control numérico, los equipos y cuadros poseen relés con tecnología *IEDs* basada en microprocesadores que le brindan “inteligencia” y mayor seguridad al momento de realizar las maniobras. No obstante requieren una configuración más exhaustiva que la calibración requerida en dispositivos convencionales.

En cuanto al mantenimiento, se puede actuar de tres maneras diferentes, cada una de la cual tiene sus ventajas e inconvenientes.

- *Preventivo*: Tal como su nombre indica, trata de prevenir la muerte de algún equipo, re-emplazándolo por otro antes de terminar su vida útil. De este modo no se llega nunca a la avería del equipo, aunque no se aprovecha su vida al máximo.
- *Predictivo*: Actuación más completa y rentable. Consiste en hacer una serie de análisis no destructivos para predecir el comportamiento de los equipos, y poder actuar antes de que se produzca la avería mediante AMFE (*Análisis de Modos de Fallo y Efectos*). Las advertencias de desgaste incipiente de los dispositivos y su posible avería pueden identificarse con mayor facilidad y presentarse al personal de mantenimiento de forma comprensible. Esto permite una mejor planificación de las operaciones de mantenimiento y reduce al mínimo los tiempos de inactividad,



detectando las anomalías en una fase temprana que permite adoptar las medidas oportunas para limitar los efectos.

- *Correctivo*: Consiste en esperar a que llegue el problema, para luego repararlo. Esta actuación es la más sencilla, y probablemente, la más económica en cuanto a materiales se refiere. No obstante, la afectación y el posible desastre en la instalación es mucho mayor, ya que dependiendo del equipo que falle, se puede hacer un cero total en la instalación.

Se considera como actuación preferente para los sistemas de mayor criticidad, el mantenimiento predictivo, ya que con los sistemas monitorizables que se pretenden instalar, sería de fácil adquisición toda la información necesaria para predecir con anterioridad ciertas faltas en la instalación. No obstante, para los equipos auxiliares y demás fallos, de producirse éstos, podría ir un equipo a realizar el mantenimiento correctivo que le correspondiese.

#### **4.4.4. Puesta en servicio**

La puesta en servicio de subestaciones de alta tensión con sistemas de control convencionales se realiza, por una parte, en los equipos de alta tensión y cuadros de mando y por otra parte, todo lo que está relacionado con el denominado “*Hard-Wire*” que engloba lo correspondiente a la parte funcional de la subestación. Esta parte funcional implica realizar el chequeo de la información de control, mando, señalización, alarmas que van a través de toda esa cantidad de cableado tendido a lo largo del parque hacia los diferente equipos y cuadros. Esta actividad genera una gran cantidad de tiempo que puede ser del orden de días dependiendo del esquema de la subestación, cantidad de bahías, etc.

Por el contrario, en un sistema de control numérico, solamente cabe verificar la interconexión física entre el nivel de control de campo y el nivel de control de bahía, como pruebas de comunicación, de operación de equipos, etc. Al no llegar a los equipos de campo, se agiliza el tiempo de revisión, bien es cierto que habrá más pruebas funcionales.

Integrando los sistemas de control, mando, protección y señalización, entre otros, habrá únicamente un sistema (o dos, si se contempla redundancia en el sistema protectivo) que comprobar al ir a hacer la puesta en servicio de la instalación, punto a tener en cuenta para el ahorro de tiempo y dinero.





Fig 4.23 Evolución de los SSAA (armarios de CA y CC). Armarios antiguos y actuales, de izquierda a derecha respectivamente, *elaboración propia*



Fig 4.22 Evolución del sistema protector y de mando de una línea. Sistema antiguo y actual, de izquierda a derecha respectivamente, *elaboración propia*



## 5. Diseño del sistema integrado

Se realizará el diseño de una subestación completa, atendiendo a todas las posiciones descritas en el apartado (3) del presente proyecto, “*Estación objeto de estudio*”. Una posición puede ser una línea, un transformador o el acoplamiento de barras.

Se integrará en cada posición las funciones de mando, protección, localización de defectos, señalización, medida, contaje y oscilografía que precise, según su naturaleza (línea aérea/cable, transformador, embarrado) y según su nivel de tensión (AT/MT).

### 5.1. Arquitectura del sistema de control y protección de la instalación objeto de estudio

La tipología LAN (*Local Area Network*) escogida para la estación objeto de estudio, es master switch redundante, es decir, multi-anillo. Para ello, en la Tabla 5.1 se definen los requerimientos de dicha topología.

<b>Tiempo de recuperación</b>	Alrededor de 50ms para mensajes <i>GOOSE</i>
<b>Redundancia</b>	No redundancia en <i>LAN</i> . Una rama redundante
<b>Determinista</b>	No
<b>Robustez</b>	Todos los nodos finales seguirán comunicando (con la posibilidad de alguna interrupción), en el caso de fallo de enlace único. La mayoría de nodos finales seguirán comunicando (con la posibilidad de alguna interrupción), en el caso de fallar un único interruptor.
<b>Tolerancia de faltas</b>	Fallo único de un enlace entre conmutadores.
<b>Aspectos económicos</b>	Debido al elevado número de posiciones, el número de equipos <i>switch</i> tienen que ser reducidos para ser económicamente atractivos.

Tabla 5.1 Requerimientos básicos para una topología LAN de anillo múltiple, *elaboración propia*





Toda subestación estará conectada al centro de control a través de un Gateway para convertir el protocolo de la subestación (IEC61850) al del centro de control (IEC60870 101/104). El centro de control estará conectado a la red de la compañía (Red TRAME), desde donde podrá compartir información con los sistemas de mantenimiento de la eléctrica.

Con una red de datos integrada de estas características, se minimiza el número de enlaces de comunicación necesario y se maximiza la seguridad del sistema a la vez que se simplifica el mantenimiento.

Por otro lado, la flexibilidad de la red permite infinidad de futuras ampliaciones de prestaciones de los terminales (especialmente debido a que un terminal puede intercambiar información con cualquier otro terminal y no está limitado a comunicar con un solo ordenador central). Obsérvese, en la Fig 5.2, no se ha implementado la UCS, ya que los dispositivos son interoperables y configurables para dar las alarmas/señales pertinentes.

Hasta ahora se trabajaba concentrando toda la información de la subestación en la UCS, así como el envío y recepción de instrucciones (mandos o consignas) provenientes del centro de control. Se pretende eliminar este centralizador y dotar de inteligencia a cada uno de los equipos de cada posición para que puedan interconectarse entre sí, no obstante, se seguirá teniendo el Gateway como filtro y agrupación de señales.



Fig 5.1 Evolución del sistema concentrador de información de la subestación y comunicación con el centro de control, a la izquierda el actual y a la derecha el que se instala en dicho proyecto, *elaboración propia*





A través del Gateway se conectará cada instalación con el centro de control, con el fin de poder recibir toda la información necesaria para la toma de decisiones. Dentro de cada una de estas subestaciones, habrá una red donde se interconectarán todos los equipos de control y protección de la instalación con el terminal local (HMI) mediante el protocolo IEC 61850.

El terminal local recibe toda la información que recogen los IED's de la subestación para guardar un registro histórico y realizar la supervisión del sistema integrado (alarmas internas, estado de las comunicaciones, etc). En contrapartida, al centro de control sólo se le envía las alarmas, disparos y medidas necesarias para una correcta y optima gestión de la red.

Así mismo, el terminal local realiza el mando de los dispositivos de maniobra motorizados (interruptores, seccionadores, etc) y la supervisión de la instalación (topología, alarmas, medidas). En caso de falta total de comunicación o maniobras eléctricas (locales o remotas), se ha previsto un sistema de reserva (véase Fig 4.23, mímico de la posición con pulsadores, manetas y indicaciones), en el armario de cada posición, para facilitar la operación local/manual en circunstancias de emergencia, tal como se ha detallado en el apartado 4.4.3.

Como se observa en la Fig 5.2, entre posiciones (BAY) y *switches* se ha utilizado fibra óptica para comunicarse, mientras que entre protecciones y entre ambos *masters switch* se usa cable trenzado RJ45. Este cambio de canal físico es fácil de explicar.

Mientras que en las líneas de larga distancia de la mayoría de los sistemas de internet se emplean fibras ópticas de vidrio, que son muy rápidas, el cobre se utiliza para las distancias cortas, para interconectar los ordenadores dentro de un espacio cerrado. Todos los cables de transmisión están limitados por la distancia a la que pueden transmitirse los datos sin que se degrade la señal. [1]

En una operación de mantenimiento que requiera de manipulación de la celda por parte de algún operario, es necesario desconectar el magnetotérmico de la misma. Al estar la celda en descargo, las conexiones internas estarán deshabilitadas, por tanto dichas conexiones son indiferentes en cuanto a tipo de conexión se refiere. No obstante, el bucle entre cabinas sigue conectado, y para evitar el riesgo de que los operarios sufran algún daño, debe estar hecho con cable no conductor. Por ese motivo entre posiciones se ha utilizado fibra óptica (no conductora), mientras que dentro de una misma celda se utiliza cable de transmisión de datos convencional (RJ45), el cual resulta ser conductor. [1]



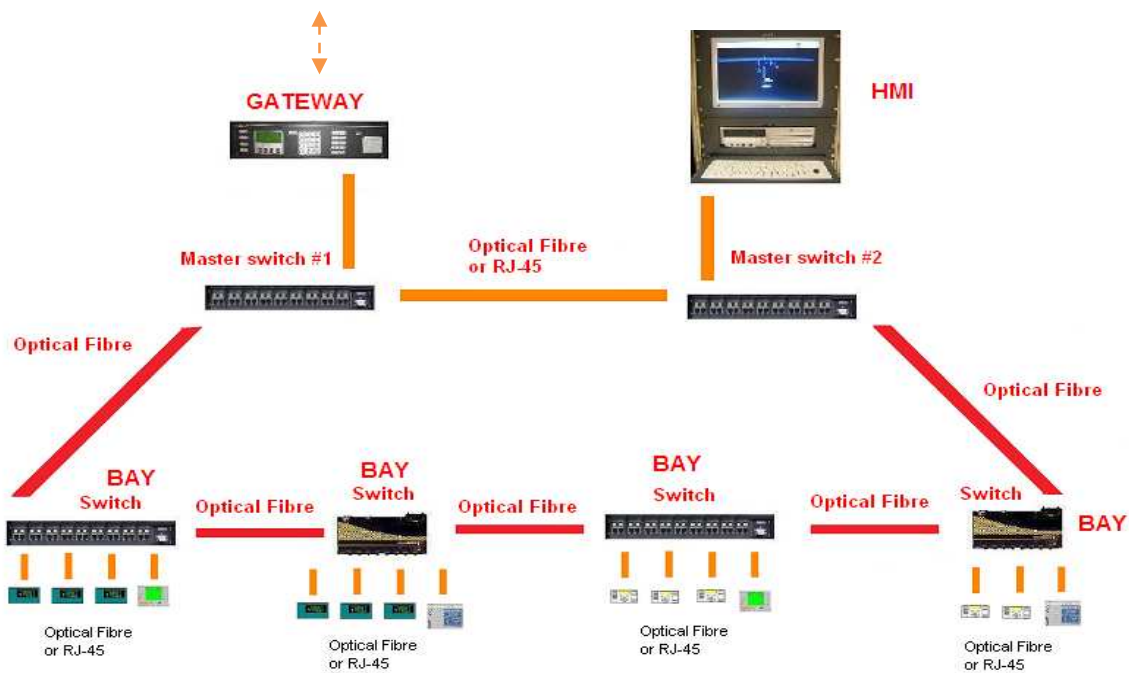


Fig 5.2 Arquitectura general de comunicación entre equipos de distintos niveles de una subestación, extraída de "Group of Spanish Electricity Companies for studies on IEC61850"

Desde el punto de vista eléctrico, dentro de la celda se podría cablear con cobre o con fibra óptica indistintamente. Se escoge cable de cobre trenzado debido a sus clavijas RJ45 universales, las cuales ofrecen menos problemas con las conexiones a los IED, y por su bajo costo frente a la fibra óptica, ya que en distancias tan pequeñas no compensa la velocidad de transmisión por fibra óptica.

Si fuese necesario, se podría hacer dicha arquitectura redundante, doblando circuitos e interconectando desde distintos puntos para asegurar la transmisión de datos.

Des del punto de vista de los criterios de explotación actuales, se considera la arquitectura mencionada suficientemente robusta para responder a los requisitos de la eléctrica, ya que si fallase uno de los master switch se podría controlar la instalación a través del Gateway o del interfaz hombre-máquina (HMI).



## 5.2. Diseño físico del sistema integrado

Una vez vista la arquitectura general de comunicación entre equipos de diferentes niveles, ya se conocen los requisitos mínimos del sistema de control y protección a implementar.

No hay que olvidar el criterio protectivo múltiple asociado a las instalaciones AT actuales, el cual se cree lo suficientemente adecuado, por la criticidad de la red de AT, para seguir manteniéndolo por seguridad (la pérdida de una instalación AT, conllevaría la pérdida de muchas instalaciones MT, es decir, demasiados clientes). En MT no se actúa de igual modo, puesto que la pérdida de un segmento de la red de media tensión es asumible con subestaciones adyacentes.

Por este motivo, la subestación en la que se instalará el sistema diseñado, consta de redundancia en los equipos protectivos, alimentando cada uno de un equipo rectificador batería diferente (doblado por seguridad), y disparando cada uno una bobina del interruptor, tal y cómo se realiza en la actualidad. La distribución se muestra en la Tabla 5.2

EQUIPAMIENTO	ACTUACION INTERRUPTOR	ALIMENTACIÓN C.C.
1º Sistema de protección	1ª bobina	1ª batería
2º Sistema de protección	2ª bobina	2ª batería
3º Sistema de protección	1ª y 2ª bobina	1ª batería

Tabla 5.2 Actuaciones de las protecciones de una instalación, *elaboración propia*

Una vez distribuida la funcionalidad de cada batería, destacar que, los magnetotérmicos de mando de la instalación se alimentan de primera batería, y los motores de la aparamenta se alimentan en segunda (menos cargada) para aguantar la punta de arranque.

Antes de diseñar el sistema, cabe recordar las necesidades de mando, protección, señalización, medida, contaje y oscilografía que se establecieron anteriormente, en un elemento de entradas varias.

- **Líneas y/o cables AT**

**Mando:** Interruptores, seccionadores, ES/FS equipos de protección y reposición; teleajustes.



**Protección:** Diferencial longitudinal; de distancia; direccional de neutro; reposición automática; sincronismo.

**Señalización:** Las indicadas en apartado 4.3.2.

**Medidas:** Tensión e intensidad de línea, potencia activa y reactiva, distancia a falta.

**Contaje:** Potencia activa y reactiva en las interconexiones.

**Oscilografía:** Con las mismas medidas que requiere, la protección registra la oscilografía

- **Embarrado AT**

**Mando:** Interruptores y seccionadores; ES/FS equipos de protección y reposición.

**Protección:** Diferencial de barras (doble); fallo de interruptor, sincronismo y vigilancia del circuito de disparo.

**Señalización:** Las indicadas en apartado 4.3.2.

**Medida:** Tensión de barras.

**Contaje:** No se precisa.

**Oscilografía:** No se precisa, por incorporarla el relé 87B.

- **Transformadores AT/MT**

**Mando:** Interruptores y seccionadores; ES/FS equipos de protección, reposición y regulación de tomas en carga.

**Protección:** Diferencial de transformador; fallo interruptor; de sobreintensidad de fases + neutro; de subfrecuencia.

**Protecciones propias:** Gases transformador, gases regulador de tomas, válvula sobrepresión cuba transformador, sobrepresión regulador tomas, termómetro/termostato aceite, detección circulación aceite.

**Señalización:** Las indicadas en apartado 4.3.2.

**Medida:** Intensidad y tensión; potencia activa y reactiva; temperatura del tanque; toma de regulación.

**Contaje:** Potencia activa y reactiva en las interconexiones.



**Oscilografía:** Con las medidas que requiere, la protección registra la oscilografía de la MT.

- **Líneas y/o cables MT**

**Mando:** Interruptores, seccionadores, ES/FS equipos de protección y reposición; teleajustes.

**Protección:** De sobreintensidad de fases + neutro; diferencial longitudinal (para cables feeders); de fase cortada; detección de desequilibrio.

**Señalización:** Las indicadas en apartado 4.3.2.

**Medidas:** Intensidad y de existir, potencia inyectada por los Productores de Regimen Especial.

**Contaje:** No se precisa.

**Oscilografía:** No se precisa, por incorporarla los transformadores.

- **Embarrados MT**

**Mando:** Interruptores y seccionadores; ES/FS equipos de protección.

**Protección:** Sobretensión homopolar y vigilancia del circuito de disparo.

**Señalización:** Las indicadas en apartado 4.3.2.

**Medida:** Tensiones compuestas, por sectores.

**Contaje:** No se precisa.

**Oscilografía:** No se precisa, por incorporarla los transformadores.

El equipo a diseñar debe poder comunicarse vía fibra óptica con el switch de cada posición para poder mandar las medidas, señales y alarmas, y recibir las órdenes provenientes del HMI o del centro de control.

Se propone, como se detallará en el ANEXO B. *Proyección de futuro*, montar equipos digitales de medida que proporcionen los datos a las IED conectándose en red, de manera que cualquier equipo de la subestación pueda extraer dicha información. De este modo se ahorraría en cableado.



### 5.2.1. Dispositivo de la Línea/Cable AT

A continuación se muestra la disposición de entradas y salidas para el IED de la posición de línea. Se muestra la Tabla 5.3 para el dispositivo principal, la cual recoge tanto control, protección como medida, y la Tabla 5.4 para disponer de sistema protector duplicado y garantizar la fiabilidad del sistema antes expuesta.

Como se puede observar, dicho IED requiere entradas digitales de todos los estados de la aparamenta de la posición, para hacer el control de la misma. Las entradas analógicas, por contra, se necesitan (I, U posición) para realizar la medida y calcular los parámetros de la posición. Por último las salidas digitales son las necesarias para mandar las señales, alarmas y disparos requeridos según los cálculos efectuados por la protección. La U barras se utiliza para la función sincronismo, necesaria para garantizar igual tensión a ambos lados del interruptor.



CONTROL + 1ª PROTECCIÓN (21 +25 +87L +79+49) + MEDIDA	
Esquema	Entradas Digitales
	1 Interruptor magnetotérmico Tensión de Línea
	2 Interruptor magnetotérmico Tensión de Barras I
	3 Interruptor magnetotérmico Tensión de Barras II
	4 Interruptor magnetotérmico motores interruptor
	5 Interruptor magnetotérmico motores seccionadores
	6 Interruptor magnetotérmico mando 2ª Batería
	7 Interruptor magnetotérmico calefacción
	8 Destensado muelles interruptor (paralelo de 3polos)
	9 Baja presión gas interruptor (1º nivel)
	10 Bloqueo baja presión gas int.(2º nivel)(Bloq.reeng)
	11 Actuación antibombeo interruptor
	12 Interruptor Q0 abierto (serie de los 3 polos)
	13 Interruptor Q0 cerrado (paralelo de los 3 polos)
	14 Seccionador Barras Q1 abierto
	15 Seccionador Barras Q1 cerrado
	16 Seccionador Barras Q2 abierto
	17 Seccionador Barras Q2 cerrado
	18 Seccionador Línea Q3 abierto
	19 Seccionador Línea Q3 cerrado
	20 Seccionador PaT lado Barras Q11 abierto
	21 Seccionador PaT lado Barras Q11 cerrado
	22 Seccionador PaT lado Interruptor Q12 abierto
	23 Seccionador PaT lado Interruptor Q12 cerrado
	24 Seccionador PaT Línea Q4 abierto
	25 Seccionador PaT Línea Q4 cerrado
	26 Recepción orden de Teleprotección
	27 Envío teledisparo (disparo P.D.B.)
	28 Disparo diferencial de barras
	29 Supervisión circuito disparo interruptor (Q0)
	30 Orden de cierre con 25 (79 + manual)
	31 Falta tensión protección
	32 Ajustes especiales (prolongación de alcance)
	33 Informe cierre manual
	34 Disc.P.de 2ª protección y fallo interruptor
	35 Arranque fallo interruptor
	36 Sincronismo en servicio
	37 Falta tensión sincronismo
	38 Reenganche en servicio
	39 Reenganche bloqueado 2ª protección
	40 Anomalia protección secundaria
	41 Interruptor no preparado



Entradas Analógicas		Medidas	
1	U <sub>0</sub> Línea	<b>Medidas Locales</b> • P • Q • I • U Línea • Distancia Falta (Km)	<b>Medidas a Dispatching</b> • P • Q • U Línea • Distancia Falta (Km)
2	U <sub>4</sub> Línea		
3	U <sub>8</sub> Línea		
4	I <sub>0</sub> Línea		
5	I <sub>4</sub> Línea		
6	I <sub>8</sub> Línea		
7	I <sub>N</sub> Línea		
8	U <sub>4</sub> barras		
Salidas Digitales			
1	Cerrar	Interruptor Q0	
2	Abrir 1ª bobina		
3	Abrir 2ª bobina		
4	Cerrar	Seccionador Q1	
5	Abrir		
6	Cerrar	Seccionador Q2	
7	Abrir		
8	Cerrar	Seccionador Q3	
9	Abrir		
10	Disparo Imagen térmica		
11	Orden de reenganche		
12	Arranque fallo interruptor		
13	Orden cierre con 25 (79+manual)		
14	Emisión orden de Teleprotección		
15	Falta CC o fallo protección		

Tabla 5.3 Disposición de las Entradas/Salidas del IED de línea primario, *elaboración propia*

Como se puede observar, el dispositivo secundario sólo consta de protección. Se ha diseñado de este modo, para aún y manteniendo el criterio de duplicidad de sistema protectorio (en control y medida no es necesario por no aportar mayor fiabilidad al sistema), se pueda conseguir la mejor oferta económica (sólo se duplica protección).

No se cree necesario duplicar el control y la medida, debido a que si cae la primera batería, también caerá el mando (magnetos alimentados de la primera batería), por tanto con la segunda protección nunca podríamos maniobrar si falta la continua en primera batería. Al caer el sistema protectorio principal, ante una falta, el equipo secundario siempre podrá despejarla (disparo en 2ª bobina), aún y perdiendo el estado de la posición.

Tal como se observa, existen unas ED/SD del dispositivo referentes al fallo de la propia protección. Éstas, hacen la función de informar que se han caído para que pase el otro equipo a actuar (criterio protectorio duplicado).







### 5.2.2. Dispositivo del Transformador

En la Tabla 5.5 se muestra la distribución del IED principal y en la Tabla 5.6 la del dispositivo secundario, para las posiciones de transformador (Se muestra para una posición, con el fin de duplicarlo tantas veces como de posiciones se disponga).

CONTROL + 1ª PROTECCIÓN (50/51+50N/51N+81m+87T+49) + MEDIDA	
Esquema	Entradas Digitales
	1 Interruptor magnetotérmico Tensión de Barras I
	2 Interruptor magnetotérmico Tensión de Barras II
	3 Interruptor magnetotérmico tensión de M.T.
	4 Interruptor magneto. tensión homopolar neutro aislado
	5 Interruptor magnetotérmico mando 2ª Batería
	6 Interruptor magnetotérmico motores interruptor
	7 Interruptor magnetotérmico motores seccionadores
	8 Interruptor magnetotérmico calefacción posición
	9 Destensado muelles interruptor
	10 Baja presión gas interruptor (1º nivel)
	11 Bloqueo baja presión gas interruptor (2º nivel)
	12 Actuación antibombeo interruptor
	13 Interruptor Q0 AT abierto (serie de los 3 polos)
	14 Interruptor Q0 AT cerrado (paralelo de los 3 polos)
	15 Interruptor Q0 MT abierto (serie de los 3 polos)
	16 Interruptor Q0 MT cerrado (paralelo de los 3 polos)
	17 Seccionador Barras Q1 abierto
	18 Seccionador Barras Q1 cerrado
	19 Seccionador Barras Q2 abierto
	20 Seccionador Barras Q2 cerrado
	21 Seccionador PaT Lado Barras Q11 abierto
	22 Seccionador PaT Lado Barras Q11 cerrado
	23 Seccionador PaT Lado Trafo Q12 abierto
	24 Seccionador PaT Lado Trafo Q12 cerrado
	25 Disparo gases regulador Trafo (2º nivel)
	26 Buchholz Trafo (1º nivel)
	27 Disparo buchholz Trafo (2º nivel)
	28 Termómetro Trafo (1º nivel)
	29 Disparo termómetro Trafo (2º nivel)
	30 Disparo válvula sobrepresión Trafo
	31 Buchholz reactancia de neutro (1º nivel)
	32 Disparo buchholz reactancia de neutro (2º nivel)
	33 Termómetro reactancia de neutro (1º nivel)
	34 Disparo termómetro reactancia de neutro (2º nivel)
	35 Disparo válvula sobrepresión reactancia de neutro
	36 Mando local
	37 Desbloqueo conexión Trafo
	38 Equipos no operativos (externos)
	39 Supervisión circuito disparo interruptor Q0
	40 Arranque fallo interruptor



Entradas Analógicas		Medidas	
1	$U_0$ Trafo	<u>Medidas Locales</u> • P • Q • U • I	<u>Medidas a Dispatchi</u> <u>ng</u> • P • Q • U • I
2	$U_4$ Trafo		
3	$U_8$ Trafo		
4	$I_0$ AT		
5	$I_4$ AT		
6	$I_8$ AT		
7	$I_N$ AT		
8	$I_0$ MT		
9	$I_4$ MT		
10	$I_8$ MT		
11	$I_N$ MT		
Salidas Digitales			
1	Cerrar	Interruptor Q0 AT	
2	Abrir 1ª Bobina		
4	Cerrar	Interruptor Q0 MT	
5	Abrir 1ª Bobina		
9	Cerrar	Seccionador Barras 1 Q1	
10	Abrir		
11	Cerrar	Seccionador Barras 2 Q2	
12	Abrir		
13	Arranque Fallo Interruptor		
14	Disparo diferencial trafo Bloq. Conexión Trafo		
15	Permiso disparo neutro sensible MT		
16	Falta CC o fallo protección		
17	1º Nivel	Disparo mínima frecuencia	
18	2º Nivel		

Tabla 5.5 Disposición de las Entradas/Salidas del IED de transformador principal, *elaboración propia*

2ª PROTECCION (50/51+50N/51N+87T)			
Esquema	Entradas Digitales		
	1	Interruptor Q0 abierto (serie de los 3 polos)	
	2	Interruptor Q0 cerrado (paralelo de los 3 polos)	
	3	Orden cierre con 25 (79+manual)	
	4	Información cierre manual	
	5	Reenganche en servicio	
	6	Recepción teleprotección	
	7	Falta tensión protección	
	8	Ajustes especiales (prolongación de alcance)	
	9	Anomalía protección principal	
	10	Disparo fallo interruptor	
	11	Disparo diferencial de barras	
	12	Bloq. Disp. direcc. Barras	
	13	Sincronismo en servicio	
	14	Interruptor no preparado	
	Entradas Analógicas		
	1	U <sub>0</sub> Trafo	
	2	U <sub>4</sub> Trafo	
	3	U <sub>8</sub> Trafo	
	4	I <sub>0</sub> AT	
	5	I <sub>4</sub> AT	
	6	I <sub>8</sub> AT	
	7	I <sub>N</sub> AT	
	8	I <sub>0</sub> MT	
	9	I <sub>4</sub> MT	
	10	I <sub>8</sub> MT	
	11	I <sub>N</sub> MT	
	Salidas Digitales		
	1	Cerrar	Interruptor Q0 AT
	2	Abrir 2ªBobina	
	3	Cerrar	Interruptor Q0 MT
	4	Abrir 2ªBobina	
	5	Arranque Fallo Interruptor	
	6	Disparo diferencial trafo Bloq. Conexión Trafo	
	7	Falta CC o fallo protección	

Tabla 5.6 Disposición de Entradas/Salidas del IED secundario de trafonsformador, *elaboración propia*

Comentar que, en los transformadores se instalará un equipo de Regulación automática de tensión para mantener la tensión requerida en cada devanado. Éste equipo irá en el switch de la posición comunicando directamente con las protecciones principal y secundaria.



### 5.2.3. Dispositivo del Embarrado

En la Tabla 5.7 se muestra la disposición de entradas y salidas de una posición para el dispositivo diferencial de barras. Existen dos posibles soluciones para esta protección, la concentrada y la distribuida. Por motivos económicos y por tratarse de una instalación GIS pequeña (6 posiciones), en este proyecto se ha escogido la concentrada, tal y como se ha expuesto anteriormente.

A dicha protección le llegan las intensidades y estados de cada posición. Esto es, porque el acoplamiento transversal necesita información de los interruptores de cada posición, ya que estos pueden hacer disparar el interruptor del acople y de posiciones adyacentes para no distribuir una posible falta por toda la instalación. Debido que a la PDB le llega toda esta información, se aprovecha para asignarle la función fallo interruptor de todas las posiciones.

CONTROL + PROTECCIONES (87B + 50S-62) + MEDIDA		
Esquema	Entradas Digitales	
	1	Interruptor magnetotérmico tensión de barras I
	2	Interruptor magnetotérmico tensión de barras II
	3	Interruptor magnetotér. tensión homopolar barras I
	4	Interruptor magnetotér. tensión homopolar barras II
	5	Interruptor magnetotérmico motores interruptor
	6	Interruptor magnetotérmico motores seccionadores
	7	Interruptor magnetotérmico calefacción
	8	Destensado muelles interruptor Q0
	9	Baja presión gas interruptor (1º nivel)
	10	Bloqueo baja presión gas interruptor (2º nivel)
	11	Baja presión gas Barras I (1º nivel)
	12	Bloqueo baja presión gas Barras I (2º nivel)
	13	Baja presión gas Barras II (1º nivel)
	14	Bloqueo baja presión gas Barras II (2º nivel)
	15	Actuación antibombeo interruptor
	16	Interruptor Q0 abierto (serie de los 3 polos)
	17	Interruptor Q0 cerrado (paralelo de los 3 polos)
	18	Seccionador Barras Q1 abierto
	19	Seccionador Barras Q1 cerrado
	20	Seccionador Barras Q2 abierto
	21	Seccionador Barras Q2 cerrado
	22	Seccionador PaT Q11 abierto
	23	Seccionador PaT Q11 cerrado
	24	Seccionador PaT Q12 abierto
	25	Seccionador PaT Q12 cerrado
	26	Seccionador PaT Barras I Q21 abierto
	27	Seccionador PaT Barras I Q21 cerrado



	28	Seccionador PaT Barras II Q22 abierto	
	29	Seccionador PaT Barras II Q22 cerrado	
	31	Posición en revisión	
	32	Posición no en revisión	
	33	Cierre manual	
	Entradas Analógicas		Medidas
	1	$I_0$ Posición 1,...,n	Medidas Locales • I de cada posición
	2	$I_4$ Posición 1,...,n	
	3	$I_8$ Posición 1,...,n	
	4	$I_N$ Posición 1,...,n	
	Salidas Digitales		
	1	Cerrar 1ª Bobina	Interruptor Q0
	2	Abrir 1ª Bobina	
	3	Abrir 2ª Bobina	
	4	Falta CC o fallo protección	
	5	Señal disparo fallo interruptor	
	6	Modo test	

Tabla 5.7 Disposición Entradas/Salidas para la protección diferencial de barras, *elaboración propia*

En la Tabla 5.8 se muestra la protección de sincronismo y vigilancia de vía del interruptor del acoplamiento, el control y medida de dicha posición lo hace la protección diferencial de barras.

PROTECCION (3+25)		
Esquema	Entradas Digitales	
	1	Orden de cierre interruptor Q0
	2	Vigilancia vía interruptor abierto (1ª Bobina)
	3	Vigilancia vía interruptor cerrado (1ª Bobina)
	4	Vigilancia vía interruptor abierto (2ª Bobina)
	5	Vigilancia vía interruptor cerrado (2ª Bobina)
	6	Falta o fallo interruptor
	Entradas Analógicas	
	1	$U_4$ Barras I
	2	$U_4$ Barras II
	Salidas Digitales	
	1	Falta CC o fallo protección
	2	Permiso cierre con sincronismo

Tabla 5.8 Disposición Entradas/Salidas para el dispositivo del acoplamiento, *elaboración propia*



## 5.3. Protocolos de comunicación

Existe una gran variedad de protocolos que hoy en día se están utilizando en todo el mundo en el entorno de las subestaciones. La nueva norma IEC61850 cumple con los requisitos mínimos para un protocolo en el mundo eléctrico y a su vez, permite una de las características que los clientes tanto han reclamado durante años: Interoperabilidad entre equipos de diversos fabricantes.

### 5.3.1. Ventajas del estándar IEC61850

Se apuesta por el protocolo 61850 por las claras ventajas que ofrece instalar dicho estándar en las subestaciones.

- Define un protocolo para toda la subestación, independientemente del fabricante de cada equipo.
- La arquitectura está abierta a pruebas futuras y facilita futuras extensiones, por lo tanto esta salvaguardada de inversiones.
- Soporta todas las funciones de automatización de subestación que comprenden el control, la protección y la supervisión.
- Es un estándar mundial, es la única solución para interoperabilidad.
- Define los requisitos de calidad (la fiabilidad, la disponibilidad de sistema, la integridad de datos, la seguridad (el valor), etc.), condiciones ambientales, y los servicios auxiliares del sistema.
- Especifica los procesos de la ingeniería y sus herramientas, el ciclo de vida de sistema y las exigencias de garantía de calidad y el mantenimiento para el sistema de automatización de subestación.
- La flexibilidad permite la optimización de arquitecturas de sistema (la tecnología escalable).
- Emplea Ethernet y componentes de comunicación.
- Facilita una infraestructura de comunicación común, desde el centro de control a la aparamenta.

Con estos objetivos, se está realizando un documento de acuerdos entre todas las compañías eléctricas de España. Dicho documento recoge las sugerencias de cada una de



las empresas, para poder pedir a los fabricantes unas características concretas y más fiables al venir de todos los integrantes del sector.

En lo referente a explotación y mantenimiento, gracias al estándar IEC 61850, se ha ganado en tiempo y comodidad. Los equipos son totalmente configurables con un simple fichero, el cual podrá ser editable para manejar las funciones según el interés de cada instalación, sea cual sea el fabricante del equipo.

Por otro lado, tal y como se ha comentado a lo largo del presente proyecto, este equipamiento es capaz de implementar la lógica del control en el firmware de los IEDs, reduciendo así relés convencionales. La calibración de dichos equipos se reduce en parametrizar los nudos de control contenidos.

### 5.3.2. Distribución por niveles de la subestación

Se ha definido anteriormente (apartado 4.3.1) la distribución por niveles de una subestación. Atendiendo a esta distribución se clasifican los distintos IEDs de la nueva instalación.

- **IED de nivel 0:** Equipos usados básicamente para captar y mandar señales. La configuración básica en este nivel, se limita a la cartografía de las comunicaciones.
- **IED de nivel 1:** Equipos asociados a una posición. Nivel donde se manejan los enclavamientos y las funciones de control, protección y medida, así como los equipos de telecomunicación para la protección de distancia o el teledisparo.
- **IED de nivel 2:** Estos equipos se cuidan del buen funcionamiento de la subestación en general. Debe integrar las funciones de :
  - Control de servidor a nivel de la subestación (SCADA)
  - Lógica general de la subestación
  - Configuración del gestor
  - Puerta de entrada al centro de control (Gateway)

La misión del *Gateway* ya se ha explicado con anterioridad, no así la del *SCADA*. Un software *SCADA*, para ordenador PC y entorno Windows, permite el control de un sistema de telecontrol de forma local o remota. Es de fácil configuración a través del generador de bases de datos de Endesa Distribución (GBDU), permitiendo un alto grado de automatización a la hora de diseñar y personalizar todas las pantallas.





Las características principales de dicho equipo son: el reconocimiento de alarmas, el registro histórico de eventos y la visualización de graficas de los equipos y del unifilar de la subestación.

- **Ethernet Switch:** Nudo de área local de la subestación. Permite la configuración y monitorización de la instalación.

Cabe destacar, la importancia de la sincronización de equipos en una instalación, debido a la cadena de tiempos que se forma entre ellos. Para ello, se ha utilizado un GPS o un protocolo SNTP (Simple Network Time Protocol), sincronizando todos los equipos conectados al bus de la subestación, tal como se muestra en la Fig 5.3.

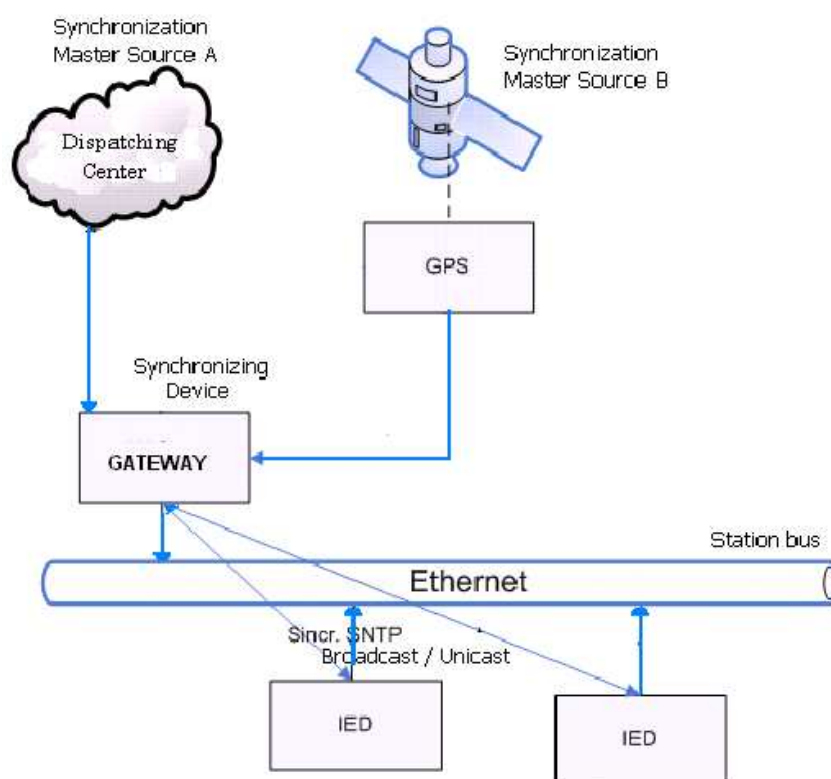


Fig 5.3 Topología de sincronización de dispositivos, extraída de "Group of Spanish Electricity Companies for studies on IEC61850"

Con el fin de poder comunicarse a través de los distintos niveles, cada equipo tiene una dirección IP fija, asociada explícitamente a su posición i funciones, según se acuerde en cada instalación.



### 5.3.3. Seguridad en la red

Con la llegada de *Ethernet* es indispensable pensar en la seguridad de la información que se intercambian los dispositivos de la red eléctrica. Se tiene que evitar cualquier tipo de escucha o intrusión en el sistema, ya sea la comunicación entre equipos de una misma instalación, entre subestaciones o entre estas y el centro de control.

A continuación se muestran algunas actuaciones recomendadas para garantizar la seguridad de la red.

- Las redes LAN de una subestación deben estar conectadas a una red privada estrictamente aislada de internet.
- Fuera de la subestación, la intranet de la compañía eléctrica debe estar protegida mediante *firewalls* y controles de acceso implementados en el software de los equipos.
- Proveer a cada equipo con un anti-virus que los proteja de posibles infecciones, ya hayan sido introducidas voluntariamente o por accidente.
- Para posibles análisis posteriores, los dispositivos deben registrar todos los eventos que sucedan, tanto entradas/salidas del sistema, como conexiones *FTP* (fallidas o no).

Como en todas las recomendaciones y normas, se echan en falta algunas recomendaciones y parecen redundantes otras.

A pesar de ello, cabe destacar que el estándar IEC61850 supone un gran enriquecimiento respecto a los protocolos propios de cada fabricante.

Con todo, cabe esperar todavía la maduración final de este protocolo en los elementos de control y protección de diferentes marcas, para poder operar como se ha expuesto en el presente proyecto.



## 6. Impacto medioambiental

El medio ambiente comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

Se entiende por impacto medioambiental el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos yendo en contra de los procesos naturales.

Debido al control de la red eléctrica, se consigue mejorar su rendimiento, y por consiguiente, la eficiencia de la misma. Por otro lado, mejorar las protecciones garantiza el aislamiento rápido de cortocircuito, reduciendo afectación en generación.

Desde el punto de vista de residuos, se disminuye la chatarra al disminuir el peso del cableado de control en las subestaciones.

En cuanto a los equipos digitales, se consigue un gran avance en el ámbito de la medida. Al instalar equipos de medida digitales, pueden llevar aislantes sólidos y no necesitan SF<sub>6</sub>, el cual es muy contaminante.

Las emisiones de gases a la atmósfera, se ven disminuidas al convertir los equipos de las subestaciones en dispositivos tele-accesibles, por el ahorro de combustible en los trayectos a las instalaciones. Digitalizando los equipos, es posible monitorizarlos con el fin de conocer su estado y hacer una primera evaluación, y reparación cuando sea posible, a distancia, sin necesidad de desplazar un retén hasta dicha instalación.

Por lo que se refiere a las nuevas tecnologías comentadas, introducirán un gran ahorro energético en las instalaciones eléctricas, ya que la reducción de las emisiones globales (referente a los superconductores), aunque aumente el consumo energético, son notorias.





## 7. Impacto económico

En la fase de evaluación económica, se hará una comparativa en coste entre las instalaciones actuales y la instalación objeto de estudio. En ella, se detallarán todas las partidas que se han ido actualizando a lo largo del proyecto para ver concretamente el impacto económico que conlleva realizar dicho trabajo. También se evaluará el coste del estudio realizado en el presente proyecto.

Las tablas 7.1 y 7.2 (actual y nuevo) muestran al detalle el presupuesto de la construcción del armario de control y protección de cada posición.

Como se puede observar a continuación, hay una reducción del 30% (138.783€) al instalar el nuevo sistema protectorio. Esto es debido, entre otras optimizaciones, al agrupar todas las funciones en un mismo dispositivo (eliminamos equipos), así como asumir la alimentación de los equipos de comunicaciones a 125V, en lugar de mantener los 48V que existen actualmente. Dichos aparatos, permiten ambas alimentaciones (125V o 48V), si se conecta a 125V se puede aprovechar las baterías de continua de la instalación, y no hace falta tener una tercera batería.

Aún y encarecer el propio IED por aumentar su funcionalidad, se ahorra una cantidad suficientemente significativa en el global, como para dar la aprobación de dicho proyecto.

En cuanto al presupuesto de realización del proyecto, se deben tener en cuenta varias partidas. Como mano de obra, se estiman 150 horas de trabajo de un ingeniero por valor de 40€/h. La información facilitada, tal como los listados de señales, está asociada a una partida de 300€. En total se valora el estudio por 6.300€.

En lo que se refiere a la aplicación del presente proyecto, no será un gasto en balde. Se propone implantarlo en subestaciones de nueva construcción, así como ir renovando el equipamiento aprovechando las fases de mantenimiento en las subestaciones ya existentes (actuación con un sobrecoste asumible, con el fin de tener normalizadas y estandarizadas todas las subestaciones).

Por ese motivo, se necesitarán dos contratos vigentes en paralelo con los proveedores. Uno para seguir suministrando los equipos antiguos, hasta la adaptación de las instalaciones al nuevo sistema protectorio. Y otro, para poder empezar las instalaciones nuevas directamente con dicho sistema protectorio.



CONCEPTO	CANTIDAD	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL	OBSERVACIONES
<b>TELECONTROL</b>				
ARMARIO UCS AT/MT	1	24.258,00 €	24.258,00 €	EQUIPOS AT Y MT
ARMARIO CONCENTRADOR DE FIBRAS CELDAS MT	1	17.000,00 €	17.000,00 €	
UNIDADES DE CAPTACIÓN POSICIÓN DE LÍNEA	2	4.000,00 €	8.000,00 €	
UNIDADES DE CAPTACIÓN POSICIÓN DE ACOPLAMIENTO Y BARRAS	1	3.000,00 €	3.000,00 €	
UNIDADES DE CAPTACIÓN POSICIÓN DE TRAFÓ	2	5.000,00 €	10.000,00 €	
<b>TOTAL TELECONTROL</b>			<b>62.258,00 €</b>	
<b>PROTECCIONES</b>				
PROTECCIÓN DIF. DE BARRAS <b>PARA 9 TERMINALES</b>	1	105.000,00 €	105.000,00 €	Protección distribuida
PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR AT	5	3.966,00 €	19.830,00 €	
PROTECCIÓN PRINCIPAL LÍNEA/CABLE AT - PROTECCIÓN PPAL	2	6.664,00 €	13.328,00 €	
PROTECCIÓN SECUNDARIA LÍNEA/CABLE AT - PROTECCIÓN SECUNDA	2	6.260,00 €	12.520,00 €	
1ª PROTECCIÓN PPAL TRANSFORMADOR	2	5.760,00 €	11.520,00 €	
2ª PROTECCIÓN TRANSFORMADOR	2	4.670,00 €	9.340,00 €	
PROTECCIÓN DE LAS CELDAS MT	8	2.795,00 €	22.360,00 €	Protección única para las celdas MT
UNIDAD DE REGULACIÓN DE TENSION	2	4.700,00 €	9.400,00 €	
OSCILO ZIV TIPO 8 PRN	2	5.000,00 €	10.000,00 €	1 POR TRAFÓ AT/MT
CONVERTIDOR MEDIDA	6	1.015,00 €	6.090,00 €	
TELEGESTION PROTECCIONES - GX	1	4.900,00 €	4.900,00 €	
<b>TOTAL PROTECCIONES</b>			<b>224.288,00 €</b>	
<b>TALLER</b>				
ARMARIO DISTRIBUCIÓN DE CC. 125 V.	1	7.051,88 €	7.051,88 €	
ARMARIO DISTRIBUCIÓN DE CC. 48V	1	9.500,00 €	9.500,00 €	
ARMARIO DISTRIBUCIÓN DE CA. 400V	1	25.258,14 €	25.258,14 €	Distribución CA con UCPs + 2 TSA
ARMARIO PROTECCIÓN BARRAS y ACOPLAMIENTO	1	4.423,45 €	4.423,45 €	
ARMARIO PROTECCIÓN LÍNEA / CABLE AT	2	14.744,83 €	29.489,66 €	1 ARMARIO POR LÍNEA / CABLE
ARMARIOS PROTECCIÓN TRAFÓ AT/MT	2	7.692,95 €	15.385,90 €	1 ARMARIOS POR TRAFÓ
<b>TOTAL PROTECCIONES</b>			<b>91.109,03 €</b>	
<b>EQUIPOS COMUNES</b>				
MÓDULO ALIMENTACIÓN RECTF./BAT. 125V 100 AH	2	7.585,00 €	15.170,00 €	
MÓDULO ALIMENTACIÓN RECTF./BAT. 48V 100 AH	1	9.350,00 €	9.350,00 €	
<b>TOTAL EQUIPOS COMUNES</b>			<b>24.520,00 €</b>	
<b>SUMINISTRO TENDIDO Y EMBORNADO CABLE CONTROL</b>				
SSAA CA	1	6.279,47 €	6.279,47 €	
SSAA CC	1	4.378,42 €	4.378,42 €	
LÍNEA AT	2	3.513,69 €	7.027,38 €	
TRAFÓ AT/MT	2	8.338,51 €	16.677,02 €	
ACOPLAMIENTO	1	2.807,05 €	2.807,05 €	
FIBRA ÓPTICA	6	456,00 €	2.736,00 €	300m de FO. Por posicion
<b>TOTAL METROS CABLE</b>			<b>39.905,34 €</b>	
<b>GENERACIÓN BASE DE DATOS UCS</b>				
TRANSFORMADOR AT/MT	3	950,00 €	2.850,00 €	
LÍNEA AT	2	760,00 €	1.520,00 €	
SSAA	2	450,00 €	900,00 €	
ACOPLAMIENTO AT	1	760,00 €	760,00 €	
LINIA MT con protección integrada	8	300,00 €	2.400,00 €	
<b>TOTAL GENERACIÓN BASE DE DATOS</b>			<b>8.430,00 €</b>	
<b>AJUSTE Y PRUEBAS DE PROTECCIÓN Y DE CONTROL</b>				
TRANSFORMADOR AT/MT	2	1.800,00 €	3.600,00 €	
LÍNEA AT	2	1.500,00 €	3.000,00 €	
ACOPLAMIENTO AT	1	250,00 €	250,00 €	
CELDAS MT	8	250,00 €	2.000,00 €	
<b>TOTAL AJUSTE Y PRUEBAS</b>			<b>8.850,00 €</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>459.360,37 €</b>	

Tabla 7.1 Desglose del presupuesto de una instalación actual, *elaboración propia*



CONCEPTO	CANTIDAD	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL	OBSERVACIONES
<b>TELECONTROL</b>				
GATEWAY	1	25.000,00 €	25.000,00 €	FUNCIONALIDAD UCS
ARMARIO CONCENTRADOR DE FIBRAS CELDAS MT	1	17.000,00 €	17.000,00 €	Para agrupar todas las celdas de MT
SWITCH	6	750,00 €	4.500,00 €	
MASTER SWITCH	2	1.500,00 €	3.000,00 €	
<b>TOTAL TELECONTROL</b>			<b>49.500,00 €</b>	
<b>PROTECCIONES</b>				
PROTECCIÓN DIF. DE BARRAS <b>PARA 5 TERMINALES</b>	1	33.800,00 €	33.800,00 €	Protección concentrada
PROTECCIÓN PRINCIPAL LINEA/CABLE AT - PROTECCIÓN PPAL	2	7.299,00 €	14.598,00 €	control + medida + protección
PROTECCIÓN SECUNDARIA LINEA/CABLE AT - PROTECCIÓN SECUNDAI	2	6.664,00 €	13.328,00 €	protección
1ª PROTECCIÓN TRANSFORMADOR CONTROL + MEDIDA + PROTECCIOI	2	7.793,00 €	15.586,00 €	control + protección + medida
2ª PROTECCIÓN TRANSFORMADOR	2	5.225,00 €	10.450,00 €	protección
UNIDAD DE REGULACIÓN DE TENSION	2	4.700,00 €	9.400,00 €	1 por Transformador AT/MT
PROTECCIÓN CELDAS MT	8	2.795,00 €	22.360,00 €	Protección única para las celdas MT
<b>TOTAL PROTECCIONES</b>			<b>119.522,00 €</b>	
<b>TALLER</b>				
ARMARIO DISTRIBUCIÓN DE CC. 125 V.	1	7.051,88 €	7.051,88 €	
ARMARIO DISTRIBUCIÓN DE CA. 400V	1	25.258,14 €	25.258,14 €	Distribución CA con 2 TSA
ARMARIO PROTECCIÓN BARRAS y ACOPLAMIENTO	1	4.423,45 €	4.423,45 €	
ARMARIO PROTECCIÓN LINEA / CABLE AT	2	14.744,83 €	29.489,66 €	1 ARMARIO POR LINEA / CABLE
ARMARIOS PROTECCIÓN TRAFO AT/MT	2	7.692,95 €	15.385,90 €	1 ARMARIOS POR TRAF0
<b>TOTAL PROTECCIONES</b>			<b>81.609,03 €</b>	
<b>EQUIPOS COMUNES</b>				
MÓDULO ALIMENTACIÓN RECTF./BAT. 125V 100 AH	2	7.585,00 €	15.170,00 €	
<b>TOTAL EQUIPOS COMUNES</b>			<b>15.170,00 €</b>	
<b>SUMINISTRO TENDIDO Y EMBORNADO CABLE CONTROL</b>				
SSAA CA	1	6.279,47 €	6.279,47 €	
SSAA CC	1	4.378,42 €	4.378,42 €	
LINEA AT	2	3.513,69 €	7.027,38 €	
TRAF0 AT/MT	2	8.338,51 €	16.677,02 €	
ACOPLAMIENTO	1	2.807,05 €	2.807,05 €	
FIBRA ÓPTICA	6	212,80 €	1.276,80 €	300m de FO. Por punta. Entre pos. 50m
<b>TOTAL METROS CABLE</b>			<b>38.446,14 €</b>	
<b>GENERACIÓN BASE DE DATOS UCS</b>				
TRANSFORMADOR AT/MT	2	950,00 €	1.900,00 €	
LINEA AT	2	760,00 €	1.520,00 €	
SSAA	2	450,00 €	900,00 €	
ACOPLAMIENTO AT	1	760,00 €	760,00 €	
LINIA MT con protección integrada	8	300,00 €	2.400,00 €	
<b>TOTAL GENERACIÓN BASE DE DATOS</b>			<b>7.480,00 €</b>	
<b>AJUSTE Y PRUEBAS DE PROTECCIÓN Y DE CONTROL</b>				
TRANSFORMADOR AT/MT	2	1.800,00 €	3.600,00 €	
LINEA AT	2	1.500,00 €	3.000,00 €	
ACOPLAMIENTO AT	1	250,00 €	250,00 €	
CELDA5 MT	8	250,00 €	2.000,00 €	
<b>TOTAL AJUSTE Y PRUEBAS</b>			<b>8.850,00 €</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>320.577,17 €</b>	

Tabla 7.2 Desglose del presupuesto de control, protección y telecontrol para el nuevo sistema diseñado, *elaboración propia*







## Conclusiones

Tras la implementación del nuevo sistema de control y protección integrado, se han conseguido varias mejoras, las cuales repercuten explícitamente en el coste de una subestación.

- En la construcción de una subestación puede solaparse la fase de obtención de materiales con la fase de diseño del control y protección. Se pueden comprar los equipos antes de finalizar la personalización del proyecto tipo, ya que lo configuración de entradas y salidas puede programarse más adelante, a diferencia del control convencional, que hay que esperarse a terminar el diseño completo, para saber cuántos relés auxiliares, manetas, etc. necesitarás para su realización.
- Instalaciones que ocupan un espacio más reducido, solucionando los problemas de “terreno para la construcción”. Todos los elementos necesarios para el mando y la monitorización, están ubicados juntos, lo que simplifica la tarea de explotación y la hace más segura por tener una visión global de la instalación en el momento de hacer alguna maniobra.
- Rápido tiempo de respuesta ante un incidente, ya que se puede visualizar en la misma pantalla todos los parámetros necesarios a tener en cuenta en la maniobra de normalización del servicio. Teniendo todos los estados registrados históricamente, facilidad para tomar las decisiones oportunas ante cada situación, ya que se tiene la cronología de todo el suceso.
- Ahorro en personal en las instalaciones, al no tener que realizar ninguna ronda de vigilancia por cada posición, ya que dispondrá de toda la información necesaria en una pantalla desde el centro de explotación. Pudiendo al mismo tiempo realizar comparaciones entre medidas a tiempo real.

Todas y cada una de estas mejoras van asociadas a personal de operación y mantenimiento. Debido a la política de subcontratación que se utiliza hoy en día en el sector eléctrico (entre otros), se está perdiendo el *Know-How* del personal de las compañías, dejando en manos de externos (los cuales van rotando, y nunca es la misma persona quien interfiere en las instalaciones) el conocimiento de cómo se encuentran las subestaciones.

Con esta práctica, solamente se consiguen ahorros a corto plazo, pero se debe entender que realmente se está hipotecando la empresa. El día de mañana, cuando se tenga que hacer ampliaciones o renovaciones en instalaciones en las que no ha intervenido nadie del personal propio de la compañía, se tendrá que invertir un tiempo que no se tiene, para



responder a los problemas encontrados, los cuales posiblemente, no tengan mejor solución que la de volver a empezar de nuevo.

Puesto que una renovación tecnológica va asociada a personal experto para su manejo, se debería aprovechar para formar trabajadores de la compañía y recuperar el *Know-How* que se perdió en su momento.

Con el fin de optimizar el sistema protectorio de la instalación, se han replanteado algunos de los criterios fijos que hoy en día mantienen dichas compañías eléctricas.

La dualidad del sistema protectorio fue lo primero en reevaluar por ser, posiblemente demasiado conservador. No obstante, después de estudiarlo, se mantiene dicho criterio. Ciertamente es, que no hace falta duplicar el dispositivo de control y protección por completo, por eso el equipo principal se configura con control, protección, medida y señalización, mientras que el segundo únicamente constará de sistema protectorio, así como la señalización que requiera.

En la red MT se puede asumir la pérdida de una posición, debido a la red radial que permite suplir una instalación con cualquiera de las colindantes. (Es asumible dejar una línea de clientes a oscuras menos de 3min). Sin embargo, quedarse sin una instalación de AT, comporta perder toda una red de clientes de MT, lo cual no se considera aceptable.

Por este mismo motivo, se debe seguir manteniendo la duplicidad de baterías de alimentación (cada protección alimentada de una batería). Se aprovecharán dichas continuas, para alimentar cada bobina de apertura del interruptor de una batería diferente. Al sólo disponer de una bobina de cierre, se alimenta de la primera batería para tenerla junto al mando de la posición (también alimentado de primera batería).

A lo largo del presente proyecto se han ido exponiendo las actualizaciones del sistema protectorio. En lo referente a la unidad de control de la subestación, en el nuevo escenario se ha eliminado, puesto que con dispositivos comunicables e interoperables, la UCS sería un simple filtro de información redundante. Para este fin, se aprovecha el Gateway de la subestación, puesto que hay que ponerlo para traducir el protocolo de comunicación.

Este tipo de protecciones (interoperabilidad entre dispositivos) abre las posibilidades de nuevos escenarios por explorar, en función de temas técnicos o tarifarios, adaptables a casuísticas específicas de algunos usuarios. Clásicamente se pretende el suministro a ultranza, excepto en el caso de defecto, en que la desconexión selectiva pretende aislar la parte dañada de las instalaciones.

Las nuevas tendencias de “generación distribuida”, pueden precisar la puesta a punto de protecciones, que en vez de la desconexión por sobrecarga, contemple el escenario de



deslastre o desconexión selectiva de cargas no sensibles, previo pacto tarifario con los abonados. Aunque queda fuera del alcance del presente proyecto, la centralización propuesta, simplificaría este camino.

Este tipo de operación era impensable antes de ser implantado el sistema cooperativo de IED's expuesto en el presente proyecto.

Como conclusión final, destacar que la renovación tecnológica de las subestaciones eléctricas se cree, es un gran paso para poder seguir creciendo en distintos aspectos. Permite desde simplificar el sistema (en cuanto a número de equipos a utilizar/configurar), hasta abrir mercado a nuevas tecnologías que permitan aumentar velocidad de transmisión de datos y fiabilidad al sistema.

Así, una vez instalado el sistema de control y protección integrado objeto de dicho proyecto, se deja las puertas abiertas, para seguir modernizando y optimizando las subestaciones eléctricas con otras tecnologías.



## Bibliografía

### Referencias bibliográficas

- [1] **"Computer relaying for power systems"**; Arun G. Phadke, James S. Thorp. Research Studies Press, LTD. 2009
- [2] **Schneider Electric - Jornadas Técnicas Barranquilla-** Barranquilla, Mayo de 2009
- [3] **Jornadas Técnicas 2008 Comité Nacional de España CIGRÉ**, Madrid, Noviembre 2008
- [4] **<http://www.solociencia.es>** visitada en Enero 2011
- [5] **Ricard Bosch Tous** *Comunicación verbal.*

### Bibliografía complementaria

1. **"Magnitudes eléctricas senoidales en régimen permanente; sistemas desequilibrados"**; Enrique Ras Oliva. CPDA, E.T.S. de Ingenieros Industriales de Barcelona. 1965
2. **"Protecciones en las instalaciones eléctricas: evolución y perspectivas"**; Paulino Montané Sangrà. Ed. Marcombo. Barcelona. 2ªEd. 1993
3. **"Signals & systems"**; Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, Ian T. Young. Prentice / Hall International Editions. 1997
4. **"La PAT de instalaciones eléctricas y el R.A.T."** García Márquez, Rogelio. Productica. Barcelona, 1991
5. **"Transductores de U, I electroópticos. Una alternativa a los transductores electromagnéticos"** Bosch Tous, Ricard. Revista: Automática e instrumentación nº 230 (pag.59-61). Barcelona, Gener 1993
6. **"Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión"** Gilberto Enríquez Harper. LIMUSA noriega editores. México, D.F. 2005



7. **GE HARRIS Energy Control Systems, Utility** Automation Solutions, Brochure 2000
8. **GE HARRIS Energy Control Systems, iSCS** Integrated Substation Control System, Brochure, 1999.
9. **ENGLER F., JAUSSI A.**, Mando inteligente de subestaciones, vigilancia y diagnóstico en las instalaciones de alta tensión, Revista ABB 3, 1998.
10. **Eric Udren, Steven Kunsman, Dave Dolezilek**, “Significant Substation Communication Standardization Developments,” Proceedings of the 2nd Annual Western Power Delivery Automation Conference, Spokane, WA, April 4-6, 2000
11. **“Criterios generales de protección del sistema eléctrico peninsular español”** Red eléctrica de España, Madrid. Noviembre 1995
12. **Grupo de trabajo E3 comité de normalización IEC61850**, visitado en Noviembre 2010, Barcelona
13. **Curso formación CPG SSEEP URL-La Salle**. Guillermo Nicolau González. Barcelona, 2010
14. **Boletín Oficial del Estado**
15. **Reglamento Técnico de Líneas de Alta Tensión**, R.D. 223/2008, febrero 2008
16. **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**, R.D. 842/2002, agosto 2002
17. **Normas UNE-EN y IEC** que sean de aplicación.
18. **Normas y Procedimientos Técnicos Particulares del Grupo Endesa**, con respecto a control, protección y telecontrol, consultadas en Diciembre 2010
19. **<http://www.abb.es>** visitada en Diciembre 2010
20. **<http://www.arteche.es>** visitada en Noviembre 2010
21. **<http://www.siemens.com>** visitada en Enero 2011
22. **<http://www.endesa.es>** visitada en Noviembre 2010
23. **<http://www.ree.es>** visitada en Noviembre 2010



## Anexos



## A. Listado señalización de la subestación

Tal como se ha comentado en el apartado 4.3.2 de la memoria del proyecto, a continuación se detalla el listado de señales aplicables a cada posición de la subestación.

Se han ordenado por equipos y por posición, es decir, se detallan las señales de:

- Acoplamiento transversal AT
- Barras AT
- Prot. Principal de cada Línea AT
- Prot. Secundaria de cada Línea AT
- Prot. Principal de cada Transformador AT/MT
- Prot. Secundaria de cada Transformador AT/MT
- Celdas de MT (Líneas, Batería Condensadores, SSAA, Acoplamiento Transversal)



## A.1. Protección acoplamiento AT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
1143	DISP	66	ACOPLE	521	PROTECC.	FALLO INTERRUPTOR	EDCI01
785	***	66	ACOPLE	521	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI02
794	*	66	ACOPLE	521	INTERRUP	FALTA SINCRONISMO	EDCI03
1576	*	66	ACOPLE		FALLOINT	EN MODO TEST	ED22
349		66	ACOPLE	521	INTERRUP	POSICION	ED01
349		66	ACOPLE	521	INTERRUP	POSICION	ED02
477		66	ACOPLE	521-1	SEC.	POSICION	ED03
477		66	ACOPLE	521-1	SEC.	POSICION	ED04
477		66	ACOPLE	521-1T	SEC.	POSICION	ED05
477		66	ACOPLE	521-1T	SEC.	POSICION	ED06
477		66	ACOPLE	521-2	SEC.	POSICION	ED07
477		66	ACOPLE	521-2	SEC.	POSICION	ED08
477		66	ACOPLE	521-2T	SEC.	POSICION	ED09
477		66	ACOPLE	521-2T	SEC.	POSICION	ED10
477		66	ACOPLE	501-T	SEC.	POSICION	ED11
477		66	ACOPLE	501-T	SEC.	POSICION	ED12
477		66	ACOPLE	502-T	SEC.	POSICION	ED13
477		66	ACOPLE	502-T	SEC.	POSICION	ED14
389		66	ACOPLE		CONTROL	MANDO LOCAL	ED15
815		66	ACOPLE		CONTROL	SIN MANDO	ED16
40	****	66	ACOPLE		SEÑALES	MAGNETO CC ABIERTO	ED18
376	***	66	ACOPLE	521	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED19
1314	**	66	ACOPLE		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED20
531	****	66	ACOPLE	521	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED22
225	**	66	ACOPLE		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED23
375	***	66	ACOPLE	521	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	ED24
3003		66	ACOPLE	521	INTERRUP	POSICION	SD01
3003		66	ACOPLE	521	INTERRUP	POSICION	SD02
3007		66	ACOPLE	521-1	SEC.	POSICION	SD03
3007		66	ACOPLE	521-1	SEC.	POSICION	SD04
3007		66	ACOPLE	521-2	SEC.	POSICION	SD05
3007		66	ACOPLE	521-2	SEC.	POSICION	SD06
1311	****	66	ACOPLE		SEC.	MOTOR TIEMPO EXCEDID	ED01
1870	****	66	ACOPLE		SEC/S	FALLO EN MANIOBRA	ED02
377	***	66	ACOPLE	521	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED03
519	****	66	ACOPLE	521	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	ED04
255	***	66	ACOPLE		CABINA	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED05
252	****	66	ACOPLE		CABINA	ALARMA NIVEL-2 SF6	ED06
251	****	66	ACOPLE		CABINA	ALARMA SOBREPRES.SF6	ED07
210	****	66	ACOPLE		MANDO	MAGNETO BAT1 ABTO	ED09
1748	***	66	ACOPLE		MANDO	MAGNETO BAT2 ABTO	ED10
572	***	66	ACOPLE		MAGNETO	MANDO SECC/S ABIERTO	ED11
1435	***	66	ACOPLE		FALLOINT	FALTA CC O FALLO	ED14
1841	***	66	ACOPLE	521	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED15
261	****	66	ACOPLE		SEÑALES	FALTA CC	ED16





## A.2. Protección barras AT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
723	DISP	66		B-501	P.BARRAS	ACTUACION BARRAS	ED01
723	DISP	66		B-502	P.BARRAS	ACTUACION BARRAS	ED02
4004		66	B-501	0000000		TENSION	EA01
4004		66	B-502	0000000		TENSION	EA02
146	***	66			P.BARRAS	AUTOBLOQUEADA	ED04
145	***	66			P.BARRAS	FALTA CC O FALLO	ED05
138	***	66			P.BARRAS	BLOQUEO POR SECC.	ED06
136	***	66			P.BARRAS	BLOQUEO POR I.FASE 0	ED07
2189	***	66			P.BARRAS	EN MODO TEST	ED08
153	***	66		B-501	MAGNETO	TENSIONES FASES ABTO	ED20
153	***	66		B-502	MAGNETO	TENSIONES FASES ABTO	ED21
260	***	66	ACOPLE		SINCRON.	FALTA CC O FALLO	ED13
1606		66			SINCRON.	MANDO LOCAL	ED17
1281		66			SINCRON.	ESTADO	ED18
1820		66			SUBFREQ.	ESTADO	ED19
160	**				TGESTION	FALTA CC O FALLO	ED22
3016		66			SUBFREQ.	ESTADO	SD01
3016		66			SUBFREQ.	ESTADO	SD02
3009		66			SINCRON.	ESTADO	SD07
3009		66			SINCRON.	ESTADO	SD08



### A.3. Protección principal línea1 AT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
583		66	LÍNEA1		R.MULTI2	ESTADO 21L	EDCI01
2448		66	LÍNEA1		P.DIST.2	ARRANQUE F0	EDCI02
2449		66	LÍNEA1		P.DIST.2	ARRANQUE F4	EDCI03
2450		66	LÍNEA1		P.DIST.2	ARRANQUE F8	EDCI04
2440		66	LÍNEA1		P.DIST.2	DEFECTO CONTRADIREC.	EDCI05
610		66	LÍNEA1		P.DIST.2	DEFECTO MONOFASICO	EDCI06
2438		66	LÍNEA1		P.DIST.2	DEFECTO ENTRE FASES	EDCI07
1860	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	DEFECTO FASE 0	EDCI08
1861	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	DEFECTO FASE 4	EDCI09
1862	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	DEFECTO FASE 8	EDCI10
618	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	DEFINITIVO DIR.LINEA	EDCI11
2422		66	LÍNEA1		P.DIST.2	EMISION COMUNICACION	EDCI12
2421		66	LÍNEA1		P.DIST.2	RECEPCION COMUNICAC.	EDCI13
2417		66	LÍNEA1		P.DIST.2	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI14
2348	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	ESCALON1	EDCI15
2349	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	ESCALON2	EDCI16
2350	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	ESCALON3	EDCI17
2456		66	LÍNEA1		P.DIST.2	OSCILACION POTENCIA	EDCI18
589		66	LÍNEA1		P.DIST.2	BLOQUEO OSC.POTENCIA	EDCI19
622	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.2	ALIMENTACION DEBIL	EDCI20
867	DISP	66	LÍNEA1	561	R.MULTI2	DISPARO EXTERNO	EDCI21
2340	***	66	LÍNEA1		P.DIST.2	AUTOBLOQ. DISTANCIA	EDCI22
2444		66	LÍNEA1		P.DIR.N2	ARRANQUE	EDCI30
2352	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIR.N2	ACTUACION	EDCI34
624		66	LÍNEA1	561	R.MULTI2	ESTADO 79	EDCI35
626		66	LÍNEA1	561	R.MULTI2	REENG.AUTOBLOQUEADO	EDCI36
630		66	LÍNEA1	561	AUT.REEN	R.MULTI2 ORD.CIERRE	EDCI37
604		66	LÍNEA1		R.MULTI2	REGISTRO ACTIVADO	EDCI39
350		66	LÍNEA1	561	INTERRUP	POSICION (R)	ED01
350		66	LÍNEA1	561	INTERRUP	POSICION (R)	ED02
477		66	LÍNEA1	561-1	SEC.	POSICION	ED03
477		66	LÍNEA1	561-1	SEC.	POSICION	ED04
477		66	LÍNEA1	561-1T	SEC.	POSICION	ED05
477		66	LÍNEA1	561-1T	SEC.	POSICION	ED06
477		66	LÍNEA1	561-2	SEC.	POSICION	ED07
477		66	LÍNEA1	561-2	SEC.	POSICION	ED08
477		66	LÍNEA1	561-R	SEC.	POSICION	ED09
477		66	LÍNEA1	561-R	SEC.	POSICION	ED10
477		66	LÍNEA1	561-RT	SEC.	POSICION	ED11
477		66	LÍNEA1	561-RT	SEC.	POSICION	ED12
477		66	LÍNEA1	561-T	SEC.	POSICION	ED13
477		66	LÍNEA1	561-T	SEC.	POSICION	ED14
40	****	66	LÍNEA1		SEÑALES	MAGNETO CC ABIERTO	ED18
376	***	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED19
1314	**	66	LÍNEA1		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED20
531	****	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED22
225	**	66	LÍNEA1		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED23
375	***	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	ED24
3003		66	LÍNEA1	561	INTERRUP	POSICION	SD01
3003		66	LÍNEA1	561	INTERRUP	POSICION	SD02
3004		66	LÍNEA1	561	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SD03
3004		66	LÍNEA1	561	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SD04



3007		66	LÍNEA1	561-1	SEC.	POSICION	SD05
3007		66	LÍNEA1	561-1	SEC.	POSICION	SD06
3007		66	LÍNEA1	561-2	SEC.	POSICION	SD07
3007		66	LÍNEA1	561-2	SEC.	POSICION	SD08
1576	*	66	LÍNEA1		FALLOINT	EN MODO TEST	ED18
1311	****	66	LÍNEA1		SEC.	MOTOR TIEMPO EXCEDID	ED01
1870	****	66	LÍNEA1		SEC/S	FALLO EN MANIOBRA	ED02
377	***	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1.SF6	ED03
519	****	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2.SF6	ED04
255	***	66	LÍNEA1		CABINA	ALARMA NIVEL-1.SF6	ED05
252	****	66	LÍNEA1		CABINA	ALARMA NIVEL-2.SF6	ED06
251	****	66	LÍNEA1		CABINA	ALARMA SOBREPRES.SF6	ED07
389		66	LÍNEA1		CONTROL	MANDO LOCAL	ED10
815		66	LÍNEA1		CONTROL	SIN MANDO	ED11
203	***	66	LÍNEA1		P.DIST.1	MAGNETO V.FASES ABTO	ED13
2334	***	66	LÍNEA1		P.DIST.2	MAGNETO V.FASES ABTO	ED14
212	***	66	LÍNEA1		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	ED15
210	****	66	LÍNEA1		MANDO	MAGNETO BAT1.ABTO	ED17
1748	***	66	LÍNEA1		MANDO	MAGNETO BAT2.ABTO	ED18
572	***	66	LÍNEA1		MAGNETO	MANDO SECC/S ABIERTO	ED19
261	****	66	LÍNEA1		SEÑALES	FALTA CC	ED20
474		66	LÍNEA1	561	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	ED21
2394	*	66	LÍNEA1		P.DIST.2	AJUSTES ESPECIALES	ED22
1841	***	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED23
1428	*	66	LÍNEA1		P.DIST.1	AJUSTES ESPECIALES	ED24
3007		66	LÍNEA1	561-R	SEC.	POSICION	SD01
3007		66	LÍNEA1	561-R	SEC.	POSICION	SD02
260	***	66	LÍNEA1		SINCRON.	FALTA CC O FALLO	ED01
1435	***	66	LÍNEA1		FALLOINT	FALTA CC O FALLO	ED02
568	***	66	LÍNEA1		R.MULTI1	FALTA CC O FALLO	ED03
569	***	66	LÍNEA1		R.MULTI2	FALTA CC O FALLO	ED04
2782		66	LÍNEA1		TELEPR.1	EMISION	ED05
2783		66	LÍNEA1		TELEPR.1	RECEPCION	ED06
793	***	66	LÍNEA1		TELEPR.1	FALLA COMUNICACION	ED07
792	***	66	LÍNEA1		TELEPR.1	FALTA CC O FALLO	ED08
2040		66	LÍNEA1		TELEDIS1	EMISION	ED09
2041		66	LÍNEA1		TELEDIS1	RECEPCION	ED10
2458		66	LÍNEA1		TELEPR.2	EMISION	ED11
2459		66	LÍNEA1		TELEPR.2	RECEPCION	ED12
2381	***	66	LÍNEA1		TELEPR.2	FALLA COMUNICACION	ED13
2380	***	66	LÍNEA1		TELEPR.2	FALTA CC O FALLO	ED14
2423		66	LÍNEA1		TELEDIS2	EMISION	ED15
2424		66	LÍNEA1		TELEDIS2	RECEPCION	ED16



#### A.4. Protección secundaria línea1 AT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
580		66	LÍNEA1		R.MULTI1	ESTADO 87L	EDCI01
2082		66	LÍNEA1		P.DIF.L	DEFECTO EN F0	EDCI02
2430		66	LÍNEA1		P.DIF.L	DEFECTO EN F4	EDCI03
2431		66	LÍNEA1		P.DIF.L	DEFECTO EN F8	EDCI04
844	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIF.L	DEFECTO FASE 0	EDCI05
1337	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIF.L	DEFECTO FASE 4	EDCI06
1339	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIF.L	DEFECTO FASE 8	EDCI07
466	DISP	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	TELED1 RECEPCION	EDCI08
258	DISP	66	LÍNEA1	561	CONTROL	TELEDISPARO1 EMISION	EDCI09
242	***	66	LÍNEA1		P.DIF.L	FALLA INTERCOMUNIC.	EDCI10
113	***	66	LÍNEA1		P.DIF.L	FUERA DE SERVICIO	EDCI11
582		66	LÍNEA1		R.MULTI1	ESTADO 21L	EDCI12
2283		66	LÍNEA1		P.DIST.1	ARRANQUE F0	EDCI13
2446		66	LÍNEA1		P.DIST.1	ARRANQUE F4	EDCI14
2447		66	LÍNEA1		P.DIST.1	ARRANQUE F8	EDCI15
2272		66	LÍNEA1		P.DIST.1	DEFECTO CONTRADIREC.	EDCI16
609		66	LÍNEA1		P.DIST.1	DEFECTO MONOFASICO	EDCI17
2266		66	LÍNEA1		P.DIST.1	DEFECTO ENTRE FASES	EDCI18
617	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.1	DEFINITIVO DIR.LINEA	EDCI22
2039		66	LÍNEA1		P.DIST.1	EMISION COMUNICACION	EDCI23
2038		66	LÍNEA1		P.DIST.1	RECEPCION COMUNICAC.	EDCI24
2032		66	LÍNEA1		P.DIST.1	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI25
392	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.1	ESCALON1	EDCI26
2346	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.1	ESCALON2	EDCI27
2347	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.1	ESCALON3	EDCI28
2780		66	LÍNEA1		P.DIST.1	OSCILACION POTENCIA	EDCI29
588		66	LÍNEA1		P.DIST.1	BLOQUEO OSC.POTENCIA	EDCI30
621	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIST.1	ALIMENTACION DEBIL	EDCI31
864	DISP	66	LÍNEA1	561	R.MULTI1	DISPARO EXTERNO	EDCI32
1832	***	66	LÍNEA1		P.DIST.1	INCIDENCIA V.FASES	EDCI33
262	***	66	LÍNEA1		P.DIST.1	AUTOBLOQ. DISTANCIA	EDCI34
623		66	LÍNEA1	561	R.MULTI1	ESTADO 79	EDCI35
625		66	LÍNEA1	561	R.MULTI1	REENG.AUTOBLOQUEADO	EDCI36
629		66	LÍNEA1	561	AUT.REEN	R.MULTI1 ORD.CIERRE	EDCI37
603		66	LÍNEA1		R.MULTI1	REGISTRO ACTIVADO	EDCI42
2281		66	LÍNEA1		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI43
400	DISP	66	LÍNEA1	561	P.DIR.N1	ACTUACION	EDCI44
1742	***	66	LÍNEA1		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI45
1143	DISP	66	LÍNEA1	561	PROTECC.	FALLO INTERRUPTOR	EDCI01
785	***	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI02
794	*	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	FALTA SINCRONISMO	EDCI03
391	**	66	LÍNEA1	561	INTERRUP	FALTA COND. CERRAR	EDCI04
4011		66	LÍNEA1			INTENSIDAD	EACI01
4010		66	LÍNEA1			TENSION	EACI02
4012		66	LÍNEA1			POTENCIA ACTIVA	EACI03
4013		66	LÍNEA1			POTENCIA REACTIVA	EACI04



## A.5. Protección principal línea2 AT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
583		66	LÍNEA2		R.MULTI2	ESTADO 21L	EDCI01
2448		66	LÍNEA2		P.DIST.2	ARRANQUE F0	EDCI02
2449		66	LÍNEA2		P.DIST.2	ARRANQUE F4	EDCI03
2450		66	LÍNEA2		P.DIST.2	ARRANQUE F8	EDCI04
2440		66	LÍNEA2		P.DIST.2	DEFECTO CONTRADI REC.	EDCI05
610		66	LÍNEA2		P.DIST.2	DEFECTO MONOFASICO	EDCI06
2438		66	LÍNEA2		P.DIST.2	DEFECTO ENTRE FASES	EDCI07
1860	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	DEFECTO FASE 0	EDCI08
1861	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	DEFECTO FASE 4	EDCI09
1862	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	DEFECTO FASE 8	EDCI10
618	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	DEFINITIVO DIR.LINEA	EDCI11
2422		66	LÍNEA2		P.DIST.2	EMISION COMUNICACION	EDCI12
2421		66	LÍNEA2		P.DIST.2	RECEPCION COMUNICAC.	EDCI13
2417		66	LÍNEA2		P.DIST.2	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI14
2348	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	ESCALON1	EDCI15
2349	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	ESCALON2	EDCI16
2350	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	ESCALON3	EDCI17
2456		66	LÍNEA2		P.DIST.2	OSCILACION POTENCIA	EDCI18
589		66	LÍNEA2		P.DIST.2	BLOQUEO OSC.POTENCIA	EDCI19
622	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.2	ALIMENTACION DEBIL	EDCI20
867	DISP	66	LÍNEA2	562	R.MULTI2	DISPARO EXTERNO	EDCI21
2340	***	66	LÍNEA2		P.DIST.2	AUTOBLOQ. DISTANCIA	EDCI22
2444		66	LÍNEA2		P.DIR.N2	ARRANQUE	EDCI30
2352	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIR.N2	ACTUACION	EDCI34
624		66	LÍNEA2	562	R.MULTI2	ESTADO 79	EDCI35
626		66	LÍNEA2	562	R.MULTI2	REENG.AUTOBLOQUEADO	EDCI36
630		66	LÍNEA2	562	AUT.REEN	R.MULTI2 ORD.CIERRE	EDCI37
604		66	LÍNEA2		R.MULTI2	REGISTRO ACTIVADO	EDCI39
350	*	66	LÍNEA2		FALLOINT	EN MODO TEST	ED02
350		66	LÍNEA2	562	INTERRUP	POSICION (R)	ED01
477		66	LÍNEA2	562	INTERRUP	POSICION (R)	ED02
477		66	LÍNEA2	562-1	SEC.	POSICION	ED03
477		66	LÍNEA2	562-1	SEC.	POSICION	ED04
477		66	LÍNEA2	562-1T	SEC.	POSICION	ED05
477		66	LÍNEA2	562-1T	SEC.	POSICION	ED06
477		66	LÍNEA2	562-2	SEC.	POSICION	ED07
477		66	LÍNEA2	562-2	SEC.	POSICION	ED08
477		66	LÍNEA2	562-R	SEC.	POSICION	ED09
477		66	LÍNEA2	562-R	SEC.	POSICION	ED10
477		66	LÍNEA2	562-RT	SEC.	POSICION	ED11
477		66	LÍNEA2	562-RT	SEC.	POSICION	ED12
477		66	LÍNEA2	562-T	SEC.	POSICION	ED13
40		66	LÍNEA2	562-T	SEC.	POSICION	ED14



376	****	66	LÍNEA2		SEÑALES	MAGNETO CC ABIERTO	ED18
1314	***	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED19
531	**	66	LÍNEA2		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED20
							ED21
225	****	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED22
375	**	66	LÍNEA2		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED23
3003	***	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	MJELLES DESTENSADOS	ED24
3003		66	LÍNEA2	562	INTERRUP	POSICION	SD01
3004		66	LÍNEA2	562	INTERRUP	POSICION	SD02
3004		66	LÍNEA2	562	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SD03
3007		66	LÍNEA2	562	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SD04
3007		66	LÍNEA2	562-1	SEC.	POSICION	SD05
3007		66	LÍNEA2	562-1	SEC.	POSICION	SD06
3007		66	LÍNEA2	562-2	SEC.	POSICION	SD07
1576		66	LÍNEA2	562-2	SEC.	POSICION	SD08
1311	***	66	LÍNEA2		SINCRON.	FALTA CC O FALLO	ED01
1870	***	66	LÍNEA2		FALLOINT	FALTA CC O FALLO	ED02
377	***	66	LÍNEA2		R.MULTI1	FALTA CC O FALLO	ED03
519	***	66	LÍNEA2		R.MULTI2	FALTA CC O FALLO	ED04
255		66	LÍNEA2		TELEPR.1	EMISION	ED05
252		66	LÍNEA2		TELEPR.1	RECEPCION	ED06
251	***	66	LÍNEA2		TELEPR.1	FALLA COMUNICACION	ED07
389	***	66	LÍNEA2		TELEPR.1	FALTA CC O FALLO	ED08
815		66	LÍNEA2		TELEDIS1	EMISION	ED09
203		66	LÍNEA2		TELEDIS1	RECEPCION	ED10
2334		66	LÍNEA2		TELEPR.2	EMISION	ED11
212		66	LÍNEA2		TELEPR.2	RECEPCION	ED12
210	***	66	LÍNEA2		TELEPR.2	FALLA COMUNICACION	ED13
1748	***	66	LÍNEA2		TELEPR.2	FALTA CC O FALLO	ED14
572		66	LÍNEA2		TELEDIS2	EMISION	ED15
261		66	LÍNEA2		TELEDIS2	RECEPCION	ED16
474	****	66	LÍNEA2		SEC.	MOTOR TIEMPO EXCEDID	ED01
2394	****	66	LÍNEA2		SEC/S	FALLO EN MANIOBRA	ED02
1841	***	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED03
1428	****	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	ED04
3007	***	66	LÍNEA2		CABINA	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED05
3007	****	66	LÍNEA2		CABINA	ALARMA NIVEL-2 SF6	ED06
260	****	66	LÍNEA2		CABINA	ALARMA SOBREPRES.SF6	ED07
1435		66	LÍNEA2		CONTROL	MANDO LOCAL	ED10
568		66	LÍNEA2		CONTROL	SIN MANDO	ED11
							ED12
569	***	66	LÍNEA2		P.DIST.1	MAGNETO V.FASES ABTO	ED13
2782	***	66	LÍNEA2		P.DIST.2	MAGNETO V.FASES ABTO	ED14
2783	***	66	LÍNEA2		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	ED15
							ED16
793	****	66	LÍNEA2		MANDO	MAGNETO BAT1 ABTO	ED17
792	***	66	LÍNEA2		MANDO	MAGNETO BAT2 ABTO	ED18
2040	***	66	LÍNEA2		MAGNETO	MANDO SECC/S ABIERTO	ED19
2041	****	66	LÍNEA2		SEÑALES	FALTA CC	ED20
2458		66	LÍNEA2	562	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	ED21
2459	*	66	LÍNEA2		P.DIST.2	AJUSTES ESPECIALES	ED22
2381	***	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED23
2380	*	66	LÍNEA2		P.DIST.1	AJUSTES ESPECIALES	ED24
2423		66	LÍNEA2	562-R	SEC.	POSICION	SD01
2424		66	LÍNEA2	562-R	SEC.	POSICION	SD02



## A.6. Protección secundaria línea2 AT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
580		66	LÍNEA2		R.MULTI1	ESTADO 87L	EDCI01
2082		66	LÍNEA2		P.DIF.L	DEFECTO EN F0	EDCI02
2430		66	LÍNEA2		P.DIF.L	DEFECTO EN F4	EDCI03
2431		66	LÍNEA2		P.DIF.L	DEFECTO EN F8	EDCI04
844	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIF.L	DEFECTO FASE 0	EDCI05
1337	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIF.L	DEFECTO FASE 4	EDCI06
1339	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIF.L	DEFECTO FASE 8	EDCI07
466	DISP	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	TELED1 RECEPCION	EDCI08
258	DISP	66	LÍNEA2	562	CONTROL	TELEDISPARO1 EMISION	EDCI09
242	***	66	LÍNEA2		P.DIF.L	FALLA INTERCOMUNIC.	EDCI10
113	***	66	LÍNEA2		P.DIF.L	FUERA DE SERVICIO	EDCI11
582		66	LÍNEA2		R.MULTI1	ESTADO 21L	EDCI12
2283		66	LÍNEA2		P.DIST.1	ARRANQUE F0	EDCI13
2446		66	LÍNEA2		P.DIST.1	ARRANQUE F4	EDCI14
2447		66	LÍNEA2		P.DIST.1	ARRANQUE F8	EDCI15
2272		66	LÍNEA2		P.DIST.1	DEFECTO CONTRADIREC.	EDCI16
609		66	LÍNEA2		P.DIST.1	DEFECTO MONOFASICO	EDCI17
2266		66	LÍNEA2		P.DIST.1	DEFECTO ENTRE FASES	EDCI18
617	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.1	DEFINITIVO DIR.LINEA	EDCI22
2039		66	LÍNEA2		P.DIST.1	EMISION COMUNICACION	EDCI23
2038		66	LÍNEA2		P.DIST.1	RECEPCION COMUNICAC.	EDCI24
2032		66	LÍNEA2		P.DIST.1	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI25
392	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.1	ESCALON1	EDCI26
2346	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.1	ESCALON2	EDCI27
2347	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.1	ESCALON3	EDCI28
2780		66	LÍNEA2		P.DIST.1	OSCILACION POTENCIA	EDCI29
588		66	LÍNEA2		P.DIST.1	BLOQUEO OSC.POTENCIA	EDCI30
621	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIST.1	ALIMENTACION DEBIL	EDCI31
864	DISP	66	LÍNEA2	562	R.MULTI1	DISPARO EXTERNO	EDCI32
1832	***	66	LÍNEA2		P.DIST.1	INCIDENCIA V.FASES	EDCI33
262	***	66	LÍNEA2		P.DIST.1	AUTOBLOQ. DISTANCIA	EDCI34
623		66	LÍNEA2	562	R.MULTI1	ESTADO 79	EDCI35
625		66	LÍNEA2	562	R.MULTI1	REENG.AUTOBLOQUEADO	EDCI36
629		66	LÍNEA2	562	AUT.REEN	R.MULTI1 ORD.CIERRE	EDCI37
603		66	LÍNEA2		R.MULTI1	REGISTRO ACTIVADO	EDCI42
2281		66	LÍNEA2		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI43
400	DISP	66	LÍNEA2	562	P.DIR.N1	ACTUACION	EDCI44
1742	***	66	LÍNEA2		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI45
1143	DISP	66	LÍNEA2	562	PROTECC.	FALLO INTERRUPTOR	EDCI01
785	***	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI02
794	*	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	FALTA SINCRONISMO	EDCI03
391	**	66	LÍNEA2	562	INTERRUP	FALTA COND. CERRAR	EDCI04
4011		66	LÍNEA2			INTENSIDAD	EACI01
4010		66	LÍNEA2			TENSION	EACI02
4012		66	LÍNEA2			POTENCIA ACTIVA	EACI03
4013		66	LÍNEA2			POTENCIA REACTIVA	EACI04



### A.7. Protección principal transformador1 AT/MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
2572			TRAF01		P.DIF.1	BLOQUEO POR ARMONICO	EDCI01
45	DISP		TRAF01		P.DIF.1	FASES DIFERENCIAL	EDCI02
549	DISP		TRAF01		R.MULTI1	ACTUAC.GRAL.NO CRIT.	EDCI10
2579			TRAF01		OSCILO1	REGISTRO ACTIVADO	EDCI18
2056		66	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI19
2058		66	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI20
590		66	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI21
592		66	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI22
2055		66	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI23
2057		66	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI24
272	DISP	66	TRAF01	531	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI25
479	DISP	66	TRAF01	531	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI26
611	DISP	66	TRAF01	531	MAX.I.1	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI27
613	DISP	66	TRAF01	531	MAX.I.1	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI28
821	DISP	66	TRAF01	531	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI29
472	DISP	66	TRAF01	531	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI30
2056		20	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI31
2058		20	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI32
590		20	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI33
592		20	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI34
2055		20	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI35
2057		20	TRAF01		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI36
272	DISP	20	TRAF01	131	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI37
479	DISP	20	TRAF01	131	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI38
611	DISP	20	TRAF01	131	MAX.I.1	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI39
613	DISP	20	TRAF01	131	MAX.I.1	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI40
821	DISP	20	TRAF01	131	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI41
472	DISP	20	TRAF01	131	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI42
561		20		PTN1	I.TERMC	ARRANQUE	EDCI43
1817		20		PTN1	P.T.N.	DEFECTO A TIERRA	EDCI44
1814	***	20		PTN1	P.T.N.	FALTA A TIERRA	EDCI45
1808	***	20		PTN1	I.TERMC	ALARMA	EDCI46
1811	DISP	20		PTN1	I.TERMC	ACTUACION	EDCI47
192	DISP	20			MINFREC	ACTUACION NIVEL2	EDCI04
1143	DISP	66	TRAF01	531	PROTECC.	FALLO INTERRUPTOR	EDCI01
785	***	66	TRAF01	531	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI02
191	DISP	20			MINFREC	ACTUACION NIVEL1	EDCI03
4013		66	TRAF01			POTENCIA REACTIVA	EACI04
4011		66	TRAF01			INTENSIDAD	EACI01
4010		66	TRAF01			TENSION	EACI02
4012		66	TRAF01			POTENCIA ACTIVA	EACI03
1576	*	66	TRAF01		FALLOINT	EN MODO TEST	ED14





349		66	TRAF01	531	INTERRUP	POSICION	ED01
349		66	TRAF01	531	INTERRUP	POSICION	ED02
477		66	TRAF01	531-1	SEC.	POSICION	ED03
477		66	TRAF01	531-1	SEC.	POSICION	ED04
477		66	TRAF01	531-1T	SEC.	POSICION	ED05
477		66	TRAF01	531-1T	SEC.	POSICION	ED06
477		66	TRAF01	531-2	SEC.	POSICION	ED07
477		66	TRAF01	531-2	SEC.	POSICION	ED08
477		66	TRAF01	531-T	SEC.	POSICION	ED09
477		66	TRAF01	531-T	SEC.	POSICION	ED10
2532	***		TRAF01		MAGNETO	REFRIGER+REGUL.ABTO	ED06
376	***	66	TRAF01	531	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED14
40	****	66	TRAF01		SEÑALES	MAGNETO CC ABIERTO	ED15
1314	**	66	TRAF01		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED16
531	****	66	TRAF01	531	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED18
225	**	66	TRAF01		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED19
375	***	66	TRAF01	531	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	ED20
1311	****	66	TRAF01		SEC.	MOTOR TIEMPO EXCEDID	ED21
1870	****	66	TRAF01		SEC/S	FALLO EN MANIOBRA	ED22
377	***	66	TRAF01	531	INTERRUP	ALARVA NIVEL-1 SF6	ED23
519	****	66	TRAF01	531	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	ED24
3003		66	TRAF01	531	INTERRUP	POSICION	SD01
3003		66	TRAF01	531	INTERRUP	POSICION	SD02
3007		66	TRAF01	531-1	SEC.	POSICION	SD03
3007		66	TRAF01	531-1	SEC.	POSICION	SD04
3007		66	TRAF01	531-2	SEC.	POSICION	SD05
3007		66	TRAF01	531-2	SEC.	POSICION	SD06
255	***	66	TRAF01		CABINA	ALARVA NIVEL-1 SF6	ED01
252	****	66	TRAF01		CABINA	ALARVA NIVEL-2 SF6	ED02
251	****	66	TRAF01		CABINA	ALARVA SOBREPRES.SF6	ED03
123	***		TRAF01		REGUL	MAGNETO CC ABIERTO	ED05
389		66	TRAF01		CONTROL	MANDO LOCAL	ED06
815		66	TRAF01		CONTROL	SIN MANDO	ED07
295	***	66	TRAF01		MEDIDA	MAGNETO V.FASES ABTO	ED09
205	***	66	TRAF01		PROTECC.	MAGNETO V.FASES ABTO	ED11
210	****	66	TRAF01		MANDO	MAGNETO BAT1 ABTO	ED13
1748	***	66	TRAF01		MANDO	MAGNETO BAT2 ABTO	ED14
572	***	66	TRAF01		MAGNETO	MANDO SECC/S ABIERTO	ED15
76	****		TRAF01		CONTROL	FALTA CC SEÑAL	ED16
1435	***	66	TRAF01		FALLOINT	FALTA CC O FALLO	ED17
1841	***	66	TRAF01	531	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED18
2516	***		TRAF01		R.MULTI1	FALTA CC O FALLO	ED19
2518	***		TRAF01		R.MULTI2	FALTA CC O FALLO	ED22



3003		20	TRAF01	131	INTERRUP	POSICION	SD01
3003		20	TRAF01	131	INTERRUP	POSICION	SD02
3007		20	TRAF01	131-1	SEC.	POSICION	SD03
3007		20	TRAF01	131-1	SEC.	POSICION	SD04
3007		20	TRAF01	131-2	SEC.	POSICION	SD05
3007		20	TRAF01	131-2	SEC.	POSICION	SD06
788	**	66	TRAF01		OSCILO	FALTA CC O FALLO	ED01
2252		66	TRAF01	531	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	ED02
42	DISP		TRAF01		BUCHHOLZ	ACTUACION	ED03
48	DISP		TRAF01		BUCHHOLZ	REGULADOR ACTUACION	ED04
43	DISP		TRAF01		VALVULA	SOBREPRES. ACTUACION	ED05
99	DISP		TRAF01		TERMOMET	ACEITE ACTUACION	ED06
102	DISP		TRAF01		I.TERMC	ACTUACION	ED07
26	****		TRAF01		BUCHHOLZ	ALARMA	ED08
93	***		TRAF01		TERMOMET	ACEITE ALARMA	ED09
71	***		TRAF01		ACEITE	NIVEL BAJO	ED10
72	***		TRAF01		ACEITE	NIVEL ALTO	ED11
848	***		TRAF01		REGUL.	ACEITE BAJO/ALTO	ED12
94	***		TRAF01		I.TERMC	ALARMA	ED13
75	***		TRAF01		REGUL.	MAGNETO CA ABIERTO	ED14
74	***		TRAF01		REFRIGER	MAGNETO CA ABIERTO	ED15
826	**		TRAF01		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED16
30	****		TRAF01		CONTROL	TRAF0 NO CONECTABLE	ED17
1481	***		TRAF01		C.INCEND	ANOMALIA	ED18
49	DISP		TRAF01		C.INCEND	ACTUACION	ED19
1605	***		TRAF01		REFRIGER	COMPUERTAS CERRADAS	ED21
81	***		TRAF01		REFRIGER	VENTILADOR MAG ABTO	ED23
1169			TRAF01		C.INCEND	ACTUACION COMPUERTAS	ED24
1173			TRAF01		REFRIGER	EN MANUAL	ED01
349		20	TRAF01	131	INTERRUP	POSICION	ED05
349		20	TRAF01	131	INTERRUP	POSICION	ED06
477		20	TRAF01	131-1	SEC.	POSICION	ED07
477		20	TRAF01	131-1	SEC.	POSICION	ED08
477		20	TRAF01	131-2	SEC.	POSICION	ED09
477		20	TRAF01	131-2	SEC.	POSICION	ED10
477		20	TRAF01	131-1T	SEC.	POSICION	ED11
477		20	TRAF01	131-1T	SEC.	POSICION	ED12
375	***	20	TRAF01	131	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	ED13
531	****	20	TRAF01	131	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED14
377	***	20	TRAF01	131	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED15
519	****	20	TRAF01	131	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	ED16
376	***	20	TRAF01	131	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED17
1314	**	20	TRAF01		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED18
212	***	20	TRAF01		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	ED19
1017	DISP	20	TRAF01	131	MAX.V.	HOMOPOLAR	ED20
815		20	TRAF01		CONTROL	SIN MANDO	ED21
389		20	TRAF01		CONTROL	MANDO LOCAL	ED22
210	****	20	TRAF01		MANDO	MAGNETO BAT1 ABTO	ED23
1748	***	20	TRAF01		MANDO	MAGNETO BAT2 ABTO	ED24



60	****	20	TRAF01	131-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	ED01
60	****	20	TRAF01	131-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	ED02
117			TRAF01		REGUL	ESTADO AUTOMATISMO	ED05
117			TRAF01		REGUL	ESTADO AUTOMATISMO	ED06
119	***		TRAF01		REGUL	FALLA	ED07
296			TRAF01		REGUL	MANDO LOCAL	ED08
785	***	20	TRAF01	131	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	ED10
1841	***	20	TRAF01	131	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED11
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED17
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED18
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED19
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED20
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED21
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED22
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED23
4005		20	TRAF01		REGUL	TOMA REGULADOR	ED24
3001			TRAF01		REGUL	ESTADO AUTOMATISMO	SD01
3001			TRAF01		REGUL	ESTADO AUTOMATISMO	SD02
3002			TRAF01		REGUL	SUBIR/BAJAR TENSION	SD03
3002			TRAF01		REGUL	SUBIR/BAJAR TENSION	SD04



### A.8. Protección secundaria transformador1 AT/MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
2572			TRAFO2		P.DIF.1	BLOQUEO POR ARMONICO	EDCI01
45	DISP		TRAFO2		P.DIF.1	FASES DIFERENCIAL	EDCI02
549	DISP		TRAFO2		R.MULTI1	ACTUAC.GRAL.NO CRIT.	EDCI10
2579			TRAFO2		OSCILO1	REGISTRO ACTIVADO	EDCI18
2056		66	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI19
2058		66	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI20
590		66	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI21
592		66	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI22
2055		66	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI23
2057		66	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI24
272	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI25
479	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI26
611	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.I.1	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI27
613	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.I.1	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI28
821	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI29
472	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI30
2056		20	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI31
2058		20	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI32
590		20	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI33
592		20	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI34
2055		20	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI35
2057		20	TRAFO2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI36
272	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI37
479	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI38
611	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.I.1	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI39
613	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.I.1	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI40
821	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI41
472	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI42
561		20		PTN2	I.TERMC	ARRANQUE	EDCI43
1817		20		PTN2	P.T.N.	DEFECTO A TIERRA	EDCI44
1814	***	20		PTN2	P.T.N.	FALTA A TIERRA	EDCI45
1808	***	20		PTN2	I.TERMC	ALARMA	EDCI46
1811	DISP	20		PTN2	I.TERMC	ACTUACION	EDCI47
192	DISP	20			MINFRECI	ACTUACION NIVEL2	EDCI04
1143	DISP	66	TRAFO2	532	PROTECC.	FALLO INTERRUPTOR	EDCI01
785	***	66	TRAFO2	532	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI02
191	DISP	20			MINFRECI	ACTUACION NIVEL1	EDCI03
4013		66	TRAFO2			POTENCIA REACTIVA	EACI04
4011		66	TRAFO2			INTENSIDAD	EACI01
4010		66	TRAFO2			TENSION	EACI02
4012		66	TRAFO2			POTENCIA ACTIVA	EACI03



### A.9. Protección principal transformador2 AT/MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
2010			TRAFO1		P.DIF.2	BLOQUEO POR ARMONICO	EDCI01
1980	DISP		TRAFO1		P.DIF.2	FASES DIFERENCIAL	EDCI02
550	DISP		TRAFO1		R.MULTI2	ACTUAC.GRAL.NO CRIT.	EDCI10
2011			TRAFO1		OSCILO2	REGISTRO ACTIVADO	EDCI18
2427		66	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI19
2429		66	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI20
591		66	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI21
593		66	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI22
2426		66	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE FASES INST.	EDCI23
2428		66	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI24
2345	DISP	66	TRAFO1	531	MAX.I.2	FASES CURVA	EDCI25
2369	DISP	66	TRAFO1	531	MAX.I.2	HOMOPOLAR CURVA	EDCI26
612	DISP	66	TRAFO1	531	MAX.I.2	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI27
614	DISP	66	TRAFO1	531	MAX.I.2	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI28
2384	DISP	66	TRAFO1	531	MAX.I.2	INSTANTANEO FASES	EDCI29
2368	DISP	66	TRAFO1	531	MAX.I.2	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI30
2427		20	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI33
2429		20	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI34
591		20	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI35
593		20	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI36
2426		20	TRAFO1		MAX.I.2	ARRANQUE FASES INST.	EDCI37
2345	DISP	20	TRAFO1	131	MAX.I.2	FASES CURVA	EDCI39
2369	DISP	20	TRAFO1	131	MAX.I.2	HOMOPOLAR CURVA	EDCI40
612	DISP	20	TRAFO1	131	MAX.I.2	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI41
614	DISP	20	TRAFO1	131	MAX.I.2	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI42
2384	DISP	20	TRAFO1	131	MAX.I.2	INSTANTANEO FASES	EDCI43
4011		20	TRAFO1			INTENSIDAD	EACI01
4010		20	TRAFO1			TENSION	EACI02
4012		20	TRAFO1			POTENCIA ACTIVA	EACI03
4013		20	TRAFO1			POTENCIA REACTIVA	EACI04



1576	*	66	TRAFO2		FALLOINT	EN MODO TEST	ED06
349		66	TRAFO2	532	INTERRUP	POSICION	ED01
349		66	TRAFO2	532	INTERRUP	POSICION	ED02
477		66	TRAFO2	532-1	SEC.	POSICION	ED03
477		66	TRAFO2	532-1	SEC.	POSICION	ED04
477		66	TRAFO2	532-1T	SEC.	POSICION	ED05
477		66	TRAFO2	532-1T	SEC.	POSICION	ED06
477		66	TRAFO2	532-2	SEC.	POSICION	ED07
477		66	TRAFO2	532-2	SEC.	POSICION	ED08
477		66	TRAFO2	532-T	SEC.	POSICION	ED09
477		66	TRAFO2	532-T	SEC.	POSICION	ED10
123	***		TRAFO2		REGUL	MAGNETO CC ABIERTO	ED06
376	***	66	TRAFO2	532	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED14
40	****	66	TRAFO2		SEÑALES	MAGNETO CC ABIERTO	ED15
1314	**	66	TRAFO2		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED16
531	****	66	TRAFO2	532	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED18
225	**	66	TRAFO2		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED19
375	***	66	TRAFO2	532	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	ED20
1311	****	66	TRAFO2		SEC.	MOTOR TIEMPO EXCEDID	ED21
1870	****	66	TRAFO2		SEC/S	FALLO EN MANIOBRA	ED22
377	***	66	TRAFO2	532	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED23
519	****	66	TRAFO2	532	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	ED24
3003		66	TRAFO2	532	INTERRUP	POSICION	SD01
3003		66	TRAFO2	532	INTERRUP	POSICION	SD02
3007		66	TRAFO2	532-1	SEC.	POSICION	SD03
3007		66	TRAFO2	532-1	SEC.	POSICION	SD04
3007		66	TRAFO2	532-2	SEC.	POSICION	SD05
3007		66	TRAFO2	532-2	SEC.	POSICION	SD06
255	***	66	TRAFO2		CABINA	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED01
252	****	66	TRAFO2		CABINA	ALARMA NIVEL-2 SF6	ED02
251	****	66	TRAFO2		CABINA	ALARMA SOBREPRES.SF6	ED03
389		66	TRAFO2		CONTROL	MANDO LOCAL	ED06
815		66	TRAFO2		CONTROL	SIN MANDO	ED07
295	***	66	TRAFO2		MEDIDA	MAGNETO V.FASES ABTO	ED09
205	***	66	TRAFO2		PROTECC.	MAGNETO V.FASES ABTO	ED11
2532	***		TRAFO2		MAGNETO	REFRIGER+REGUL.ABTO	ED07
210	****	66	TRAFO2		MANDO	MAGNETO BAT1 ABTO	ED13
1748	***	66	TRAFO2		MANDO	MAGNETO BAT2 ABTO	ED14
572	***	66	TRAFO2		MAGNETO	MANDO SECC/S ABIERTO	ED15
76	****		TRAFO2		CONTROL	FALTA CC SEÑAL	ED16
1435	***	66	TRAFO2		FALLOINT	FALTA CC O FALLO	ED17
1841	***	66	TRAFO2	532	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED18
2516	***		TRAFO2		R.MULTI1	FALTA CC O FALLO	ED19
2518	***		TRAFO2		R.MULTI2	FALTA CC O FALLO	ED22



3003		20	TRAFO2	132	INTERRUP	POSICION	SD01
3003		20	TRAFO2	132	INTERRUP	POSICION	SD02
3007		20	TRAFO2	132-1	SEC.	POSICION	SD03
3007		20	TRAFO2	132-1	SEC.	POSICION	SD04
3007		20	TRAFO2	132-2	SEC.	POSICION	SD05
3007		20	TRAFO2	132-2	SEC.	POSICION	SD06
788	**	66	TRAFO2		OSCILO	FALTA CC O FALLO	ED01
2252		66	TRAFO2	532	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	ED02
42	DISP		TRAFO2		BUCHHOLZ	ACTUACION	ED03
48	DISP		TRAFO2		BUCHHOLZ	REGULADOR ACTUACION	ED04
43	DISP		TRAFO2		VALVULA	SOBREPRES. ACTUACION	ED05
99	DISP		TRAFO2		TERMOMET	ACEITE ACTUACION	ED06
102	DISP		TRAFO2		I.TERMIC	ACTUACION	ED07
26	****		TRAFO2		BUCHHOLZ	ALARMA	ED08
93	***		TRAFO2		TERMOMET	ACEITE ALARMA	ED09
71	***		TRAFO2		ACEITE	NIVEL BAJO	ED10
72	***		TRAFO2		ACEITE	NIVEL ALTO	ED11
848	***		TRAFO2		REGUL	ACEITE BAJO/ALTO	ED12
94	***		TRAFO2		I.TERMIC	ALARMA	ED13
75	***		TRAFO2		REGUL	MAGNETO CA ABIERTO	ED14
74	***		TRAFO2		REFRIGER	MAGNETO CA ABIERTO	ED15
826	**		TRAFO2		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	ED16
30	****		TRAFO2		CONTROL	TRAFO NO CONECTABLE	ED17
1481	***		TRAFO2		C.INCEND	ANOMALIA	ED18
49	DISP		TRAFO2		C.INCEND	ACTUACION	ED19
1605	***		TRAFO2		REFRIGER	COMPUERTAS CERRADAS	ED21
81	***		TRAFO2		REFRIGER	VENTILADOR MAG ABTO	ED23
1169			TRAFO2		C.INCEND	ACTUACION COMPUERTAS	ED24
1173			TRAFO2		REFRIGER	EN MANUAL	ED01
							ED04
349		20	TRAFO2	132	INTERRUP	POSICION	ED05
349		20	TRAFO2	132	INTERRUP	POSICION	ED06
477		20	TRAFO2	132-1	SEC.	POSICION	ED07
477		20	TRAFO2	132-1	SEC.	POSICION	ED08
477		20	TRAFO2	132-2	SEC.	POSICION	ED09
477		20	TRAFO2	132-2	SEC.	POSICION	ED10
477		20	TRAFO2	132-1T	SEC.	POSICION	ED11
477		20	TRAFO2	132-1T	SEC.	POSICION	ED12
375	***	20	TRAFO2	132	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	ED13
531	****	20	TRAFO2	132	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	ED14
377	***	20	TRAFO2	132	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	ED15
519	****	20	TRAFO2	132	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	ED16
376	***	20	TRAFO2	132	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	ED17
1314	**	20	TRAFO2		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	ED18
212	***	20	TRAFO2		PROT/MED	MAGNETO V. FASES ABTO	ED19
1017	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.V.	HOMOPOLAR	ED20
815		20	TRAFO2		CONTROL	SIN MANDO	ED21
389		20	TRAFO2		CONTROL	MANDO LOCAL	ED22
210	****	20	TRAFO2		MANDO	MAGNETO BAT1 ABTO	ED23
1748	***	20	TRAFO2		MANDO	MAGNETO BAT2 ABTO	ED24



60	****	20	TRAFO2	132-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	ED01
60	****	20	TRAFO2	132-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	ED02
117			TRAFO2		REGUL.	ESTADO AUTOMATISMO	ED05
117			TRAFO2		REGUL.	ESTADO AUTOMATISMO	ED06
119	***		TRAFO2		REGUL.	FALLA	ED07
296			TRAFO2		REGUL.	MANDO LOCAL	ED08
785	***	20	TRAFO2	132	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	ED10
1841	***	20	TRAFO2	132	INTERRUP	FALTA VIA 2B O BAT2	ED11
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED17
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED18
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED19
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED20
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED21
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED22
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED23
4005		20	TRAFO2		REGUL.	TOMA REGULADOR	ED24
3001			TRAFO2		REGUL.	ESTADO AUTOMATISMO	SD01
3001			TRAFO2		REGUL.	ESTADO AUTOMATISMO	SD02
3002			TRAFO2		REGUL.	SUBIR/BAJAR TENSION	SD03
3002			TRAFO2		REGUL.	SUBIR/BAJAR TENSION	SD04

**A.10. Protección secundaria transformador2 AT/MT**

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
2010			TRAFO2		P.DIF.2	BLOQUEO POR ARMONICO	EDCI01
1980	DISP		TRAFO2		P.DIF.2	FASES DIFERENCIAL	EDCI02
550	DISP		TRAFO2		R.MULTI2	ACTUAC.GRAL.NO CRIT.	EDCI10
2011			TRAFO2		OSCILO2	REGISTRO ACTIVADO	EDCI18
2427		66	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI19
2429		66	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI20
591		66	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI21
593		66	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI22
2426		66	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE FASES INST.	EDCI23
2428		66	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI24
2345	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.1.2	FASES CURVA	EDCI25
2369	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.1.2	HOMOPOLAR CURVA	EDCI26
612	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.1.2	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI27
614	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.1.2	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI28
2384	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.1.2	INSTANTANEO FASES	EDCI29
2368	DISP	66	TRAFO2	532	MAX.1.2	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI30
2427		20	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI33
2429		20	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI34
591		20	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE FASE T.DEFI	EDCI35
593		20	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE HOMO.T.DEFI	EDCI36
2426		20	TRAFO2		MAX.1.2	ARRANQUE FASES INST.	EDCI37
2345	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.1.2	FASES CURVA	EDCI39
2369	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.1.2	HOMOPOLAR CURVA	EDCI40
612	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.1.2	FASE TIEMPO DEFINIDO	EDCI41
614	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.1.2	HOMO.TIEMPO DEFINIDO	EDCI42
2384	DISP	20	TRAFO2	132	MAX.1.2	INSTANTANEO FASES	EDCI43
4011		20	TRAFO2			INTENSIDAD	EACI01
4010		20	TRAFO2			TENSION	EACI02
4012		20	TRAFO2			POTENCIA ACTIVA	EACI03
4013		20	TRAFO2			POTENCIA REACTIVA	EACI04





### A.11. Protección acoplamiento transversal MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
349		20	A.B.121	121	INTERRUP	POSICION	CI01-EDCI02 (I
477		20	A.B.121	121-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	A.B.121	121-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	A.B.121	121-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
477		20	A.B.121	121-2T	SEC.	POSICION	CI09-EDCI10 (I
1471	***	20	A.B.121		MAGNETO	SINCRO/ENCLAVAM ABTO	EDCI11
815		20	A.B.121		CONTROL	SIN MANDO	EDCI12
389		20	A.B.121		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI13
376	***	20	A.B.121	121	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	A.B.121	121	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	A.B.121	121	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	A.B.121	121	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	A.B.121	121	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	A.B.121	121	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	A.B.121	121	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	A.B.121	121	INTERRUP	NO ABRE	EDCI21
1003	****	20	A.B.121	121	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI22
1314	**	20	A.B.121		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI23
60	****	20	A.B.121	121-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI24
60	****	20	A.B.121	121-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI25
489	****	20	A.B.121			FALTA CC O FALLO	ED09
1460	****	20	A.B.121		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED10
3003		20	A.B.121	121	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	A.B.121	121-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	A.B.121	121-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06



### A.12. Protección barras1 MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
477		20	MED-101	TT-101	SEC.	POSICION	CI01-EDCI02 (I
477		20	MED-101	TT-101T	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
815		20	MED-101		CONTROL	SIN MANDO	EDCI05
389		20	MED-101		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI06
1775	***	20		B-101	BARRA	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI07
250	****	20		B-101	BARRA	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI08
1314	**	20	MED-101		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI09
60	****	20	MED-101	TT-101	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI10
212	***	20	MED-101		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI11
2512		20	MED-101		OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI12
564	DISP	20		B-101	MAX.V.	ALARMA.HOMOPOLAR	EDCI13
1000	DISP	20		B-101	MAX.V.	SOBRETENSION HOMOPOL	EDCI14
1507	***	20		B-101	MAGNETO	TENSION HOMOPOL ABTO	EDCI15
4014		20	B-101	OOOOOOO		TENSION	EACI01
489	****	20	MED-101			FALTA CC O FALLO	ED11
1460	****	20	MED-101		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED12
3007		20	MED-101	TT-101	SEC.	POSICION	SDCI01-SDCI02

### A.13. Protección barras2 MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
477		20	MED-102	TT-102	SEC.	POSICION	CI01-EDCI02 (I
477		20	MED-102	TT-102T	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
815		20	MED-102		CONTROL	SIN MANDO	EDCI05
389		20	MED-102		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI06
1775	***	20		B-102	BARRA	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI07
250	****	20		B-102	BARRA	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI08
1314	**	20	MED-102		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI09
60	****	20	MED-102	TT-102	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI10
212	***	20	MED-102		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI11
2512		20	MED-102		OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI12
564	DISP	20		B-102	MAX.V.	ALARMA.HOMOPOLAR	EDCI13
1000	DISP	20		B-102	MAX.V.	SOBRETENSION HOMOPOL	EDCI14
1507	***	20		B-102	MAGNETO	TENSION HOMOPOL ABTO	EDCI15
4014		20	B-102	OOOOOOO		TENSION	EACI01
489	****	20	MED-102			FALTA CC O FALLO	ED13
1460	****	20	MED-102		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED14
3007		20	MED-102	TT-102	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04



## A.14 SSAA CA y CC

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
161	***		S.AUX.C.C	.	MAGNETO	POLARID.SEÑ.UCS ABTO	ED01
12					INSTALAC	MANDO LOCAL	ED02
813	**				CUBETO	ACEITE TRAFOS LLENO	ED05
5	****					INCENDIO EDIF.MANDO	ED06
11	****					PRESENCIA PERSONAL	ED07
1497	***				D.INCEND	CENTRALITA ANOMALIA	ED08
1723	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD1 FUSIBLE CC FUND	ED01
1706	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD1 FALLO CARGADOR	ED02
1707	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD1 FALTA ALTERNA	ED03
1710	**		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD1 NIVEL BAJO ELEC	ED04
1972	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD2 FUSIBLE CC FUND	ED05
1951	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD2 FALLO CARGADOR	ED06
1956	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD2 FALTA ALTERNA	ED07
1966	**		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD2 NIVEL BAJO ELEC	ED08
1973	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD3 FUSIBLE CC FUND	ED09
1952	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD3 FALLO CARGADOR	ED10
1957	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD3 FALTA ALTERNA	ED11
1967	**		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	MOD3 NIVEL BAJO ELEC	ED12
1056	***		S.AUX.C.C	.	MAGNETO	BAT1 125 VIGILANCIA	ED13
1055	***		S.AUX.C.C	.	CUADRO	BAT1 125 VMAX O VMIN	ED14
1052	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	POLARIDAD A TIERRA	ED15
1242	****	66	S.AUX.C.C	.	MAG.BAT1	MANDO+PROTEC. ABTO	ED16
1242	****	20	S.AUX.C.C	.	MAG.BAT1	MANDO+PROTEC. ABTO	ED17
140	***	66			P.BARRAS	MAGNETO MANDO ABTO	ED18
1470	***	66	S.AUX.C.C	.	MAGNETO	D. SINCRONISMO ABTO	ED19
1243	****	20	S.AUX.C.C	.	MAG.BAT1	ENCLAVAMIENTOS ABTO	ED20
1698	***		S.AUX.C.C	.	CONM.AUT	MAGNETO CC ABIERTO	ED21
1531	****		S.AUX.C.C	.	MAG.BAT1	SEÑAL GENERAL ABTO	ED22
1058	***		S.AUX.C.C	.	MAGNETO	125 RTU/UCS ABIERTO	ED23
1466	**	66	S.AUX.C.C	.	MAGNETO	CONVERT. TEMP. ABTO	ED24
1711	**		S.AUX.C.C	.	MAGNETO	PC MANDO ABIERTO	ED01
1735	**		CONT. RPM		MAGNETO	CC CONTAJE OFICIAL	ED03
1736	**		CONT. RPM		MAGNETO	CC CONTAJE REDUNDANT	ED04
1737	**		CONT. RPM		MAGNETO	CC CONTAJE VARIOS	ED05
1059	***		S.AUX.C.C	.	MAGNETO1	125 COMUNIC.ABTO	ED06
1750	****	66	S.AUX.C.C	.	MAGNETO1	SUPERVISION UCP ABTO	ED07
1097			S.AUX.C.C	.	I.CUADRO	ACOPLO BARRA CERRADO	ED10
1048	***		S.AUX.C.C	.	BAT1 125	FUSIBLE CC FUNDIDO	ED11
1893	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	FUSIBLE CC FUNDIDO	ED12
1974	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD1 FUSIBLE CC FUND	ED13
1953	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD1 FALLO CARGADOR	ED14
1958	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD1 FALTA ALTERNA	ED15
1968	**		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD1 NIVEL BAJO ELEC	ED16
1975	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD2 FUSIBLE CC FUND	ED17
1954	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD2 FALLO CARGADOR	ED18
1959	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD2 FALTA ALTERNA	ED19
1969	**		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	MOD2 NIVEL BAJO ELEC	ED20
1901	***		S.AUX.C.C	.	MAGNETO	BAT2 125 VIGILANCIA	ED21
1900	***		S.AUX.C.C	.	CUADRO	BAT2 125 VMAX O VMIN	ED22
1897	***		S.AUX.C.C	.	BAT2 125	POLARIDAD A TIERRA	ED23
2326	****	66	S.AUX.C.C	.	MAG.BAT2	MANDO PARQUE ABTO	ED01
2326	****	20	S.AUX.C.C	.	MAG.BAT2	MANDO PARQUE ABTO	ED02
1265	***	66	S.AUX.C.C	.	MAGNETO	MOTORES PARQUE ABTO	ED03
1265	***	20	S.AUX.C.C	.	MAGNETO	MOTORES PARQUE ABTO	ED04
1903	***		S.AUX.C.C	.	MAGNETO2	125 COMUNIC.ABTO	ED07
1738	**		S.AUX.C.C	.	MAGNETO	CALIDAD ONDA ABIERTO	ED08



1697	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BAT1 MOD1 125 ABTO	ED01
1944	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BAT1 MOD2 125 ABTO	ED02
1945	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BAT1 MOD3 125 ABTO	ED03
1946	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BAT2 MOD1 125 ABTO	ED04
1947	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BAT2 MOD2 125 ABTO	ED05
1257	***	66	S.AUX.C.A	.	MAGNETO1	ALTERNA PARQUE ABTO	ED10
1257	***	20	S.AUX.C.A	.	MAGNETO1	ALTERNA PARQUE ABTO	ED11
1043	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO1	COMUNICACIONES ABTO	ED12
1888	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO2	COMUNICACIONES ABTO	ED13
1030	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BOMBA1 DESAGUE ABTO	ED14
1882	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	BOMBA2 DESAGUE ABTO	ED15
1273	***	20	S.AUX.C.A	.	MAGNETO	CONTRAINCENDIO ABTO	ED16
1034	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	PRESEN/INTRUSO ABTO	ED17
1042	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ARMARIOS RTU ABIERTO	ED18
1771		20 S	S.AUX.C.A	.	MAGNETO	PUENTE GRUA ABIERTO	ED19
1218	***		S.AUX.C.A	.	CONM.AUT	VIGILA VBT.TR-A ABTO	ED20
1925	***		S.AUX.C.A	.	CONM.AUT	VIGILA VBT.TR-B ABTO	ED21
1025	***		S.AUX.C.A	.	TR-A BT	FALTA/FALLA ALTERNA	ED22
1880	***		S.AUX.C.A	.	TR-B BT	FALTA/FALLA ALTERNA	ED23
1026	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	FUERZA GENERAL ABTO	ED24
1702			S.AUX.C.A	.	MAGNETO	FUERZA SALAMAND ABTO	ED01
1269	***	20	S.AUX.C.A	.	MAGNETO1	FUERZA ABIERTO	ED02
2323	***	20	S.AUX.C.A	.	MAGNETO2	FUERZA ABIERTO	ED03
1029	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	AIRE ACONDIC.1 ABTO	ED04
1881	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	AIRE ACONDIC.2 ABTO	ED05
1285		66	S.AUX.C.A	.	MAGNETO1	FUERZA ABIERTO	ED06
2325		20	S.AUX.C.A	.	MAGNETO2	FUERZA ABIERTO	ED07
1036	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMBRADO GRAL ABTO	ED09
1701			S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMB SALAMANDO ABTO	ED10
1267	***	66	S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMBRADO ABIERTO	ED11
1550		20	S.AUX.C.A	.	MAGNETO1	ALUMBRADO ABIERTO	ED12
1041	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ARMARIO CONTROL ABTO	ED13
1105	**		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMBRADO EMERG ABTO	ED14
532			S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMB.PERI+EDIF ABTO	ED15
1268	***	66	S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMBRADO ZONA2 ABTO	ED16
533			S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUM.PLANTAi ABTO	ED17
1032	***		S.AUX.C.A	.	MAGNETO	DETECTOR INCEND ABTO	ED18
1703			S.AUX.C.A	.	MAGNETO	ALUMB.TRAFOS S.AUX.	ED19
1213	****		S.AUX.C.A	.		FALTA ALTERNA	ED01
1094			S.AUX.C.A	.	TR-A BT	INTERRUPTOR POSICION	ED03
1094			S.AUX.C.A	.	TR-A BT	INTERRUPTOR POSICION	ED04
1919			S.AUX.C.A	.	TR-B BT	INTERRUPTOR POSICION	ED05
1919			S.AUX.C.A	.	TR-B BT	INTERRUPTOR POSICION	ED06
1705			S.AUX.C.A	.	CONM.AUT	PREFERENCIA TR-A	ED07
1227			S.AUX.C.A	.	CONM.AUT	EN MANUAL	ED08
1950			S.AUX.C.A	.	CONM.AUT	PREFERENCIA TR-B	ED09
1229	DISP		S.AUX.C.A	.	TR-A BT	PROTECCION ACTUACION	ED10
1932	DISP		S.AUX.C.A	.	TR-B BT	PROTECCION ACTUACION	ED11



### A.15 Protección SSAA TSA1

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
1355		20	SSAA1	163-SL	IS	POSICION	CI01-EDCI02 (I
477		20	SSAA1	163-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	SSAA1	163-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	SSAA1	163-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
815		20	SSAA1		CONTROL	SIN MANDO	EDCI09
389		20	SSAA1		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI10
631	***	20	SSAA1	163-SL	IS	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI11
632	***	20	SSAA1	163-SL	IS	FALTA VIA1 DESCONEX.	EDCI12
1314	**	20	SSAA1		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI13
60	****	20	SSAA1	163-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI14
60	****	20	SSAA1	163-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI15
433	***	20	SSAA1		S.CARGA1	FALTA CC O FALLO	EDCI16
235	**	20	SSAA1		S.CARGA1	ALARMA SOBRECARGA	EDCI17
635	DISP	20	SSAA1	163-SL	PT100	ACTUACION TEMPERART	EDCI18
2512		20	SSAA1		OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI19
477		20	SSAA1	163-SLT	SEC.	POSICION	CI20-EDCI21 (I
634	***	20	SSAA1	163-SL	IS	FUSIBLE MT FUNDIDO	EDCI26
1787	***	20	SSAA1		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI27
489	****	20	SSAA1			FALTA CC O FALLO	ED19
1460	****	20	SSAA1		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED20
3007		20	SSAA1	163-1	SEC.	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	SSAA1	163-2	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04

### A.16 Protección SSAA TSA2

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
1355		20	SSAA2	170-SL	IS	POSICION	CI01-EDCI02 (I
477		20	SSAA2	170-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	SSAA2	170-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	SSAA2	170-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
815		20	SSAA2		CONTROL	SIN MANDO	EDCI09
389		20	SSAA2		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI10
631	***	20	SSAA2	170-SL	IS	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI11
632	***	20	SSAA2	170-SL	IS	FALTA VIA1 DESCONEX.	EDCI12
1314	**	20	SSAA2		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI13
60	****	20	SSAA2	170-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI14
60	****	20	SSAA2	170-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI15
433	***	20	SSAA2		S.CARGA1	FALTA CC O FALLO	EDCI16
235	**	20	SSAA2		S.CARGA1	ALARMA SOBRECARGA	EDCI17
635	DISP	20	SSAA2	170-SL	PT100	ACTUACION TEMPERART	EDCI18
2512		20	SSAA2		OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI19
477		20	SSAA2	170-SLT	SEC.	POSICION	CI20-EDCI21 (I
634	***	20	SSAA2	170-SL	IS	FUSIBLE MT FUNDIDO	EDCI26
1787	***	20	SSAA2		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI27
3007		20	SSAA2	170-1	SEC.	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	SSAA2	170-2	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
489	****	20	SSAA2			FALTA CC O FALLO	ED13
1460	****	20	SSAA2		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED14



### A.17 Protección batería de condensadores1

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
349		20	BC1	151	INTERRUP	POSICION	CI01-EDCI02 (inv)
477		20	BC1	151-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (inv)
477		20	BC1	151-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (inv)
477		20	BC1	151-T	SEC.	POSICION	CI09-EDCI10 (inv)
815		20	BC1		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	BC1		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
376	***	20	BC1	151	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI13
225	**	20	BC1		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	EDCI14
375	***	20	BC1	151	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	BC1	151	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	BC1	151	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	BC1	151	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	BC1	151	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	BC1	151	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
785	***	20	BC1	151	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI21
365	****	20	BC1	151	INTERRUP	NO ABRE	EDCI22
1003	****	20	BC1	151	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI23
234	****	20	BC1	151	INTERRUP	BLOQ. CIERRE PROTECC	EDCI24
388	**	20	BC1	151	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI25
846	***	20	BC1	151-1	SEC.	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI26
60	****	20	BC1	151-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI27
1744	****	20	BC1		SEÑ+MAN	MAGNETO ABIERTO	EDCI29
212	***	20	BC1		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI30
2055		20	BC1		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI31
2056		20	BC1		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI32
2057		20	BC1		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI33
2058		20	BC1		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI34
2064		20	BC1		MAX.V.	FASES ARRANQUE	EDCI35
2252		20	BC1	151	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI36
821	DISP	20	BC1	151	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI37
1436	DISP	20	BC1	151	MAX.I.	FASES CURVA	EDCI38
472	DISP	20	BC1	151	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI39
1438	DISP	20	BC1	151	MAX.I.	HOMOPOLAR CURVA	EDCI40
338	DISP	20	BC1	151	P.DESEQ.	INTENSIDAD	EDCI41
337	DISP	20	BC1	151	MAX.V.	SOBRETENSION FASES	EDCI42
344	DISP	20	BC1	151	MIN.V.	SUBTENSION FASES	EDCI43
767	****	20	BC1		CONTROL	NO CONECTABLE	EDCI44
4011		20	BC1			INTENSIDAD	EACI01
3003		20	BC1	151	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	BC1	151-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
489	****	20	BC1			FALTA CC O FALLO	ED23
1460	****	20	BC1		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED24



## A.18 Protección batería de condensadores2

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
349		20	BC2	152	INTERRUP	POSICION	CI01-EDCI02 (
477		20	BC2	152-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (
477		20	BC2	152-2T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (
477		20	BC2	152-T	SEC.	POSICION	CI09-EDCI10 (
815		20	BC2		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	BC2		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
376	***	20	BC2	152	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI13
225	**	20	BC2		MAGNETO	CALEFACCION ABIERTO	EDCI14
375	***	20	BC2	152	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	BC2	152	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	BC2	152	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	BC2	152	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	BC2	152	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	BC2	152	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
785	***	20	BC2	152	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI21
365	****	20	BC2	152	INTERRUP	NO ABRE	EDCI22
1003	****	20	BC2	152	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI23
234	****	20	BC2	152	INTERRUP	BLOQ. CIERRE PROTECC	EDCI24
388	**	20	BC2	152	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI25
846	***	20	BC2	152-2	SEC.	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI26
60	****	20	BC2	152-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
1744	****	20	BC2		SEÑ+MAN	MAGNETO ABIERTO	EDCI29
212	***	20	BC2		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI30
2055		20	BC2		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST. 201078	EDCI31
2056		20	BC2		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA 2010	EDCI32
2057		20	BC2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST. 20107	EDCI33
2058		20	BC2		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA 201	EDCI34
2064		20	BC2		MAX.V.	FASES ARRANQUE 2011426	EDCI35
2252		20	BC2	152	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO 1002276	EDCI36
821	DISP	20	BC2	152	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI37
1436	DISP	20	BC2	152	MAX.I.	FASES CURVA	EDCI38
472	DISP	20	BC2	152	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI39
1438	DISP	20	BC2	152	MAX.I.	HOMOPOLAR CURVA	EDCI40
338	DISP	20	BC2	152	P.DESEQ.	INTENSIDAD	EDCI41
337	DISP	20	BC2	152	MAX.V.	SOBRETENSION FASES	EDCI42
344	DISP	20	BC2	152	MIN.V.	SUBTENSION FASES	EDCI43
767	****	20	BC2		CONTROL	NO CONECTABLE	EDCI44
4011		20	BC2			INTENSIDAD 30032	EACI01
3003		20	BC2	152	INTERRUP	POSICION 15078	SDCI01-SDCI02
3007		20	BC2	152-2	SEC.	POSICION 15079	SDCI03-SDCI04
489	****	20	BC2			FALTA CC O FALLO	ED01
1460	****	20	BC2		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED02



### A.19 Protección Línea1 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LINEA161	161	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LINEA161	161-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LINEA161	161-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LINEA161	161-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LINEA161	161	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LINEA161		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LINEA161		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LINEA161		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LINEA161	161	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LINEA161	161	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LINEA161	161	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LINEA161	161	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LINEA161	161	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LINEA161	161	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LINEA161	161	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LINEA161	161	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LINEA161	161	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LINEA161	161	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LINEA161	161	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LINEA161		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LINEA161	161-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LINEA161	161-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LINEA161	161	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LINEA161	161	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LINEA161		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LINEA161			FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LINEA161		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LINEA161		PROT/MED	MAGNETO V. FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LINEA161	161	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LINEA161		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LINEA161		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LINEA161		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LINEA161		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI41
2058		20	LINEA161		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LINEA161	161	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LINEA161	161	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LINEA161	161	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LINEA161	161	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LINEA161	161	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LINEA161	161	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LINEA161	161	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LINEA161		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LINEA161		PROTECC.	MAGNETO V.HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LINEA161		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LINEA161	161	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LINEA161			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LINEA161			FALTA CC O FALLO	ED11
1460	****	20	LINEA161		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED12
3003		20	LINEA161	161	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LINEA161	161-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LINEA161	161-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LINEA161	161	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08





## A.20 Protección Línea2 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I)
477		20	LÍNEA_162	162-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I)
477		20	LÍNEA_162	162-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I)
477		20	LÍNEA_162	162-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I)
474		20	LÍNEA_162	162	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LÍNEA_162		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LÍNEA_162		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LÍNEA_162		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LÍNEA_162		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LÍNEA_162	162-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LÍNEA_162	162-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LÍNEA_162	162	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LÍNEA_162	162	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LÍNEA_162		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LÍNEA_162		UCP	FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LÍNEA_162		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LÍNEA_162		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LÍNEA_162	162	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LÍNEA_162		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LÍNEA_162		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LÍNEA_162		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LÍNEA_162		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI41
2058		20	LÍNEA_162		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LÍNEA_162	162	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LÍNEA_162	162	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LÍNEA_162	162	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LÍNEA_162	162	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LÍNEA_162	162	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LÍNEA_162		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LÍNEA_162		PROTECC.	MAGNETO V.HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LÍNEA_162		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LÍNEA_162	162	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LÍNEA_162			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LÍNEA_162			FALTA CC O FALLO	ED15
1460	****	20	LÍNEA_162		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED16
3003		20	LÍNEA_162	162	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LÍNEA_162	162-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LÍNEA_162	162-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LÍNEA_162	162	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08



### A.21 Protección Línea 3 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LÍNEA_163	163-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LÍNEA_163	163-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LÍNEA_163	163-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LÍNEA_163	163	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LÍNEA_163		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LÍNEA_163		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LÍNEA_163		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LÍNEA_163		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LÍNEA_163	163-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LÍNEA_163	163-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LÍNEA_163	163	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LÍNEA_163	163	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LÍNEA_163		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LÍNEA_163		UCP	FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LÍNEA_163		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LÍNEA_163		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LÍNEA_163	163	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LÍNEA_163		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LÍNEA_163		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LÍNEA_163		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LÍNEA_163		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI41
2058		20	LÍNEA_163		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LÍNEA_163	163	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LÍNEA_163	163	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LÍNEA_163	163	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LÍNEA_163	163	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LÍNEA_163	163	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LÍNEA_163		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LÍNEA_163		PROTECC.	MAGNETO V.HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LÍNEA_163		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LÍNEA_163	163	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LÍNEA_163			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LÍNEA_163			FALTA CC O FALLO	ED17
1460	****	20	LÍNEA_163		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED18
3003		20	LÍNEA_163	163	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LÍNEA_163	163-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LÍNEA_163	163-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LÍNEA_163	163	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08



## A.22 Protección Línea 4 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LÍNEA_164	164-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LÍNEA_164	164-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LÍNEA_164	164-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LÍNEA_164	164	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LÍNEA_164		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LÍNEA_164		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LÍNEA_164		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	ACTUAC. NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LÍNEA_164		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LÍNEA_164	164-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LÍNEA_164	164-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LÍNEA_164	164	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LÍNEA_164	164	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LÍNEA_164		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LÍNEA_164		UCP	FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LÍNEA_164		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT. ABTO	EDCI35
212	***	20	LÍNEA_164		PROT/MED	MAGNETO V. FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LÍNEA_164	164	OSCLO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LÍNEA_164		MAX.I.	ARRANQ. NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LÍNEA_164		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LÍNEA_164		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LÍNEA_164		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO. INST.	EDCI41
2058		20	LÍNEA_164		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO. CURVA	EDCI42
1741	***	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LÍNEA_164	164	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LÍNEA_164	164	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LÍNEA_164	164	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LÍNEA_164	164	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LÍNEA_164	164	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LÍNEA_164		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LÍNEA_164		PROTECC.	MAGNETO V. HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LÍNEA_164		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LÍNEA_164	164	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LÍNEA_164			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LÍNEA_164			FALTA CC O FALLO	ED21
1460	****	20	LÍNEA_164		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED22
3003		20	LÍNEA_164	164	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LÍNEA_164	164-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LÍNEA_164	164-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LÍNEA_164	164	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08



### A.23 Protección Línea 5 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LÍNEA_165	165-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LÍNEA_165	165-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LÍNEA_165	165-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LÍNEA_165	165	AUT.REE	N ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LÍNEA_165		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LÍNEA_165		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LÍNEA_165		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LÍNEA_165		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LÍNEA_165	165-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LÍNEA_165	165-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LÍNEA_165	165	AUT.REE	N SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LÍNEA_165	165	PROTECC	. DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LÍNEA_165		P.DIR.N	1 AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LÍNEA_165		UCP	FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LÍNEA_165		MAG.BAT	1 SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LÍNEA_165		PROT/IME	D MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LÍNEA_165	165	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LÍNEA_165		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LÍNEA_165		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LÍNEA_165		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LÍNEA_165		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI41
2058		20	LÍNEA_165		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LÍNEA_165	165	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LÍNEA_165	165	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LÍNEA_165	165	AUT.REE	N AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LÍNEA_165	165	AUT.REE	N CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LÍNEA_165	165	AUT.REE	N FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LÍNEA_165		P.DIR.N	1 ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LÍNEA_165		PROTECC	. MAGNETO V.HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LÍNEA_165		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LÍNEA_165	165	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LÍNEA_165			INTENSIDAD	FACI01
489	****	20	LÍNEA_165		FA	LTA CC O FALLO	ED03
1460	****	20	LÍNEA_165		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED04
3003		20	LÍNEA_165	165	INTERRU	P POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LÍNEA_165	165-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LÍNEA_165	165-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LÍNEA_165	165	AUT.REE	N ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08



## A.24 Protección Línea 6 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LINEA166	166	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LINEA166	166-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LINEA166	166-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LINEA166	166-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LINEA166	166	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LINEA166		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LINEA166		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LINEA166		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LINEA166	166	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LINEA166	166	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LINEA166	166	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LINEA166	166	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1.SF6	EDCI17
524	****	20	LINEA166	166	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2.SF6	EDCI18
519	****	20	LINEA166	166	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2.SF6	EDCI19
373	DISP	20	LINEA166	166	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2.SF6	EDCI20
365	****	20	LINEA166	166	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LINEA166	166	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LINEA166	166	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LINEA166	166	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LINEA166		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LINEA166	166-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LINEA166	166-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LINEA166	166	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LINEA166	166	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LINEA166		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LINEA166			FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LINEA166		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LINEA166		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LINEA166	166	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LINEA166		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LINEA166		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LINEA166		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LINEA166		MAX.I.1	ARRANQUE HOMD.INST.	EDCI41
2058		20	LINEA166		MAX.I.1	ARRANQUE HOMD.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LINEA166	166	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LINEA166	166	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LINEA166	166	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LINEA166	166	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LINEA166	166	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LINEA166	166	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LINEA166	166	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.	HOMD. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LINEA166		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LINEA166		PROTECC.	MAGNETO V.HOMD ABTO	EDCI59
1742	***	20	LINEA166		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LINEA166	166	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LINEA166			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LINEA166			FALTA CC O FALLO	ED05
1460	****	20	LINEA166		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED06
3003		20	LINEA166	166	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LINEA166	166-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LINEA166	166-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LINEA166	166	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08



### A.25 Protección Línea 7 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LINEA167	167	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LINEA167	167-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LINEA167	167-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LINEA167	167-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LINEA167	167	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LINEA167		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LINEA167		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LINEA167		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LINEA167	167	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LINEA167	167	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LINEA167	167	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LINEA167	167	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LINEA167	167	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LINEA167	167	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LINEA167	167	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LINEA167	167	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LINEA167	167	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LINEA167	167	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LINEA167	167	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LINEA167		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LINEA167	167-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LINEA167	167-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LINEA167	167	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LINEA167	167	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LINEA167		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LINEA167			FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LINEA167		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LINEA167		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LINEA167	167	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LINEA167		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LINEA167		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LINEA167		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LINEA167		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI41
2058		20	LINEA167		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LINEA167	167	MAX.I.	ALARMA HOMOPOLAR	EDCI43
1762		20	LINEA167	167	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LINEA167	167	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LINEA167	167	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LINEA167	167	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LINEA167	167	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.1	HOMOPOLAR INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.1	HOMOPOLAR CURVA	EDCI53
1441	**	20	LINEA167	167	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LINEA167		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LINEA167		PROTECC.	MAGNETO V.HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LINEA167		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LINEA167	167	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LINEA167			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LINEA167			FALTA CC O FALLO	ED07
1460	****	20	LINEA167		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED08
3003		20	LINEA167	167	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LINEA167	167-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LINEA167	167-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LINEA167	167	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08





## A.26 Protección Línea 8 DB MT

Codigo Didi	criticidad	Parque	Elemento	Operación	Componente	Texto	Borna
352		20	LINEA168	168	INTERRUP	POSICION (R+L)	CI01-EDCI02 (I
477		20	LINEA168	168-1	SEC.	POSICION	CI03-EDCI04 (I
477		20	LINEA168	168-2	SEC.	POSICION	CI05-EDCI06 (I
477		20	LINEA168	168-1T	SEC.	POSICION	CI07-EDCI08 (I
474		20	LINEA168	168	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	EDCI09
815		20	LINEA168		CONTROL	SIN MANDO	EDCI11
389		20	LINEA168		CONTROL	MANDO LOCAL	EDCI12
1429	*	20	LINEA168		MAX.I.1	AJUSTES ESPECIALES	EDCI13
376	***	20	LINEA168	168	INTERRUP	MAG. MOTOR CC ABTO	EDCI14
375	***	20	LINEA168	168	INTERRUP	MUELLES DESTENSADOS	EDCI15
531	****	20	LINEA168	168	INTERRUP	ACTUACION ANTIBOMBEO	EDCI16
377	***	20	LINEA168	168	INTERRUP	ALARMA NIVEL-1 SF6	EDCI17
524	****	20	LINEA168	168	INTERRUP	ALARMA NIVEL-2 SF6	EDCI18
519	****	20	LINEA168	168	INTERRUP	BLOQUEO NIVEL-2 SF6	EDCI19
373	DISP	20	LINEA168	168	INTERRUP	ACTUAC.NIVEL-2 SF6	EDCI20
365	****	20	LINEA168	168	INTERRUP	NO ABRE	EDCI23
1003	****	20	LINEA168	168	INTERRUP	NO CIERRA	EDCI24
785	***	20	LINEA168	168	INTERRUP	FALTA VIA 1B O BAT1	EDCI25
388	**	20	LINEA168	168	INTERRUP	PREAVISO LIMITE DISP	EDCI26
1314	**	20	LINEA168		MAGNETO	SEC/S MOTOR ABTO	EDCI27
60	****	20	LINEA168	168-1	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI28
60	****	20	LINEA168	168-2	SEC.	FALLO EN MANIOBRA	EDCI29
2251		20	LINEA168	168	AUT.REEN	SIN EXITO	EDCI30
259	DISP	20	LINEA168	168	PROTECC.	DISPARO EXTERNO	EDCI31
1867	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.	NEUTRO SENSIBLE	EDCI32
1829	***	20	LINEA168		P.DIR.N1	AUTOBLOQUEADA	EDCI33
1869	***	20	LINEA168			FALLA CC SUPERVISION	EDCI34
1787	***	20	LINEA168		MAG.BAT1	SEÑAL+MANDO EXT.ABTO	EDCI35
212	***	20	LINEA168		PROT/MED	MAGNETO V.FASES ABTO	EDCI36
2252		20	LINEA168	168	OSCILO	REGISTRO ACTIVADO	EDCI37
1839		20	LINEA168		MAX.I.	ARRANQ.NEUTRO SENSIB	EDCI38
2056		20	LINEA168		MAX.I.1	ARRANQUE FASES CURVA	EDCI39
2055		20	LINEA168		MAX.I.1	ARRANQUE FASES INST.	EDCI40
2057		20	LINEA168		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.INST.	EDCI41
2058		20	LINEA168		MAX.I.1	ARRANQUE HOMO.CURVA	EDCI42
1741	***	20	LINEA168	168	MAX.I.	ALARMA HOMOPOlar	EDCI43
1762		20	LINEA168	168	MAX.I.	ACTUACION CARGA FRIA	EDCI45
1761		20	LINEA168	168	MAX.I.	CIERRE SOBRE FALTA	EDCI46
2256		20	LINEA168	168	AUT.REEN	AUTOBLOQUEADO	EDCI47
2249		20	LINEA168	168	AUT.REEN	CICLO EN CURSO	EDCI48
2260		20	LINEA168	168	AUT.REEN	FIN DE CICLO	EDCI49
821	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.1	INSTANTANEO FASES	EDCI50
272	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.1	FASES CURVA	EDCI51
472	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.1	HOMOPOlar INSTANT.	EDCI52
479	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.1	HOMOPOlar CURVA	EDCI53
1441	**	20	LINEA168	168	INTERRUP	ORDEN REENGANCHE	EDCI54
1321	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.	HOMO. DIRECCIONAL	EDCI57
2281		20	LINEA168		P.DIR.N1	ARRANQUE	EDCI58
249	***	20	LINEA168		PROTECC.	MAGNETO V.HOMO ABTO	EDCI59
1742	***	20	LINEA168		MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI60
1866	DISP	20	LINEA168	168	MAX.I.	DESEQUILIBRIO FASES	EDCI61
4011		20	LINEA168			INTENSIDAD	EACI01
489	****	20	LINEA168			FALTA CC O FALLO	ED09
1460	****	20	LINEA168		MAN+PROT	MAGNETO CC ABIERTO	ED10
3003		20	LINEA168	168	INTERRUP	POSICION	SDCI01-SDCI02
3007		20	LINEA168	168-1	SEC.	POSICION	SDCI03-SDCI04
3007		20	LINEA168	168-2	SEC.	POSICION	SDCI05-SDCI06
3004		20	LINEA168	168	AUT.REEN	ESTADO AUTOMATISMO	SDCI07-SDCI08



## B. Proyección de futuro

Tal como se ha comentado a lo largo del proyecto, al mismo tiempo que se optimizan las instalaciones integrando los sistemas de control y protección, también se han visto diferentes tecnologías que pueden ayudar a modernizar este prehistórico sistema eléctrico.

### NCI's projection of the commercialization timeline for utility/energy HTS applications.



Tabla B.1 Evolución de las distintas tecnologías HTS, *extracción Jornadas Técnicas 2008 Comité Nacional de España CIGRÉ*

Se hará mención de alguna de estas tecnologías, entre otras, sin profundizar más de lo necesario en un proyecto final de carrera, cuyo objetivo principal es el de diseñar un sistema de control y protección integrado. No obstante, es de especial interés el uso de estos elementos, ya que ayudan a una mejor funcionalidad y optimización del sistema integrado diseñado.

### B.1. Transductores electroópticos

Instalando equipos digitales se optimiza el proceso de envío de señales, puesto que se pueden mandar directamente desde el equipo de recogida de datos (transformadores de medida). Del mismo modo, se ahorra en cableado, puesto que un equipo digital puede mandar por el mismo canal físico (Fibra óptica) distinta información, por lo que tendiendo un cable de cada protección y cada transformador de medida, se puede transferir toda la información necesaria, evitando el amplio cableado de cobre que era necesario en el





pasado (véase la arquitectura del equipo Fig B.1). Las ventajas de los transformadores de medida digitales son:

- No requiere mantenimiento y ofrece vida útil prolongada
- Evita explosión y secundario abierto
- Aislamiento sólido sin necesidad de utilizar SF6, respeta el medio ambiente.
- Entiende 61850, por lo que puede comunicar con el resto de SE directamente.

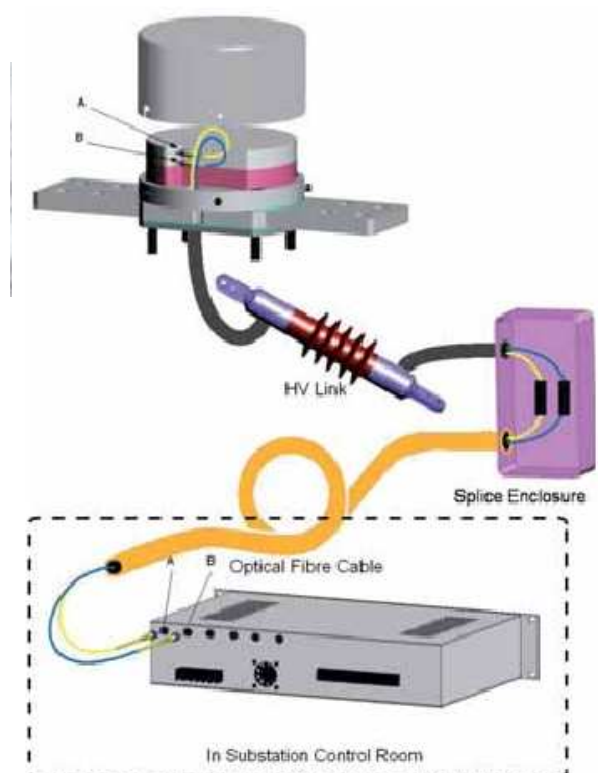


Fig B.1 Esquema de las partes de un transductor electroóptico, extraída de [www.artech.es](http://www.artech.es)



## B.2. Superconductores

El hecho de que la tecnología superconductor permitiera transportar mucha más corriente eléctrica que los sistemas convencionales la convierte en una alternativa viable a las necesidades de eficiencia del sistema eléctrico mundial, que canaliza actualmente el 40% del consumo de energía total. Se prevé que la demanda de energía del mundo se habrá duplicado hacia la mitad de este siglo. De este modo, los cables superconductores, entre otras nuevas tecnologías, al ser más eficientes, permitirían satisfacer este aumento de la demanda energética a la vez que disminuiría la emisión de gases de efecto invernadero.

El efecto de esta tecnología para el medio ambiente es notable, ya que la reducción de las emisiones globales tendría lugar, aunque aumenten tanto la población mundial como el uso de energía per cápita, sobretudo en países en vías de desarrollo. Se estima que el uso de los sistemas eléctricos superconductores podría reducir fácilmente entre un 10% y un 15% nuestro consumo de energía primaria sin que el consumo de los usuarios se reduzca. Esto es debido a que, actualmente, desaprovechamos un 60% de la energía que producimos y, por lo tanto, hay mucho camino que recorrer para mejorar la eficiencia energética. Por cada Gigawatio hora (GWh) de energía eléctrica ahorrada se puede ahorrar la emisión a la atmósfera de 160 toneladas de óxidos de carbono (COx) y una tonelada de óxidos de nitrógeno (NOx). De esta manera, si Catalunya, con un consumo eléctrico anual que puede llegar a los 40.000 GWh, implementara de manera generalizada la tecnología superconductor, podría evitar cada año la emisión de más de 500.000 toneladas de óxidos de carbono.[4]

A continuación se muestran las características de un cable superconductor (33,5m – 35kV/121MVA) que se utilizó en una prueba piloto de un proyecto en Puji (China).

Resistencia DC a T. ambiente (cable +terminaciones)	10,1 hasta 10, 6 mΩ según fase
Resistencia DC a 74°K (cable +terminaciones)	84 hasta 85 mΩ según fase
Resistencia DC de una terminación a 300°K	47 μΩ
Resistencia DC de una terminación a 77°K	40 μΩ
Desfase entre (I y V a 50 Hz, 1500 A, 74K)	83,0° hasta 85,1° según fase
Pérdidas AC (50 Hz, 1500 A, 74K)	26-30 W/phase
Efecto Joule del conductor de terminación	52 W



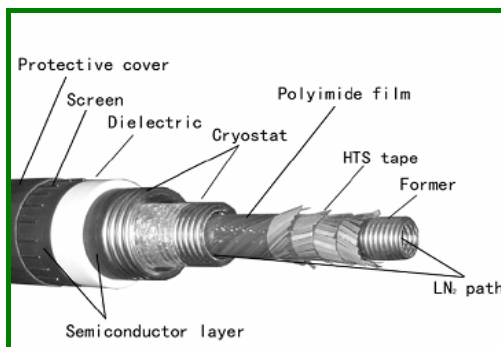


Fig B.2 Características de un cable superconductor utilizado en un proyecto piloto en Puji (China), extraído de Jornadas Técnicas 2008 Comité Nacional de España CIGRÉ

### B.3. Interruptores limitadores

El interruptor limitador limita la  $I_{cc}$ , no dejando pasar corriente por encima de un umbral. De este modo, los equipos aguas abajo podrían ser de menos prestaciones puesto que no les llegaría una intensidad tan elevada, el interruptor abriría si pasara una corriente mayor.

Actualmente, es usual encontrar interruptores limitadores en instalaciones de BT. En subestaciones de AT, se empieza a pensar en una misma filosofía para reducir el efecto de los cortocircuitos.

Mediante la limitación del calor máximo de corriente de cortocircuito que pasa a través del mismo (véase su funcionamiento en la Fig B.3), un interruptor automático con limitación de corriente, permite utilizar en todos los circuitos situados aguas abajo de su ubicación, aparataje y componentes de circuitos, con capacidades de corte de cortocircuito y capacidades de resistencia térmica y electromecánica, con valores muy inferiores a los habituales. El tamaño físico reducido y los requisitos de rendimiento más bajos permiten conseguir un ahorro considerable y simplificar el trabajo de instalación. La limitación reduce los siguientes efectos [2]:

- Electromagnéticos: reducción de las perturbaciones EMC
- Mecánicos: reducción de la deformación y los esfuerzos sobre el interruptor
- Térmicos: aumento de la vida útil de los conductores.



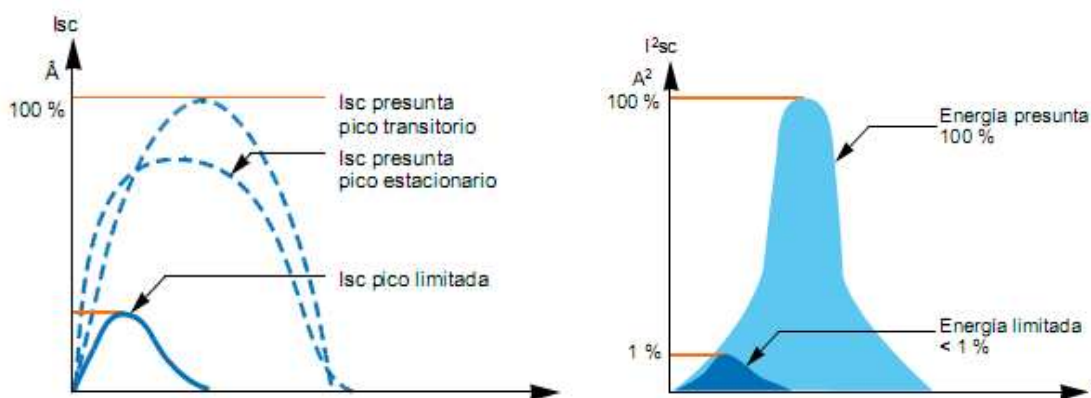


Fig B.3 Gráfico del comportamiento de un interruptor limitador de corriente, extraída de Schneider Electric - Jornadas Técnicas Barranquilla- Mayo de 2009

Teniendo en cuenta lo comentado en los últimos dos apartados y aplicándolo a la vez (limitador de corriente superconductor), es el campo por donde se ha empezado a estudiar el avance tecnológico. Las posibles aplicaciones en una red AT/MT son las siguientes:

- 1 – Conexión del generador de la central:** la SFCL reduciría la corriente de cortocircuito de la red durante cortocircuitos. Esto produciría menores tensiones en instalaciones y equipos.
- 2 – Auxiliares de la central de generación:** normalmente los auxiliares tienen altas potencias de cortocircuito que pueden ser limitadas por el SFCL.
- 3 – Conexión de redes:** la conexión de redes mediante una SFCL mejora el flujo de energía, la estabilidad de la tensión, la seguridad de suministro y la estabilidad del sistema frente a perturbaciones sin aumentar la potencia de cortocircuito de la red.
- 4, 5 – Unión de embarrados:** aumenta el mallado del sistema sin aumentar la potencia de cortocircuito. Las ventajas son las mismas que en 3.
- 6 – En paralelo con reactancias limitadoras de corriente:** en operación normal, la SFCL cortocircuita la reactancia limitadora de corriente evitando la caída de tensión y pérdidas asociadas a ella.
- 7 – Salida de transformador:** un SFCL a la salida del transformador protege los equipos aguas abajo. Esto permite dimensionar los equipos a menor potencia.



**8 – En circuitos de salida:** en vez de instalar el SFCL a la salida del transformador se puede colocar en las conexiones de los circuitos de salida. Esto requiere más equipos de SFCL pero reduce las tensiones en ellos tanto en operación normal como en situaciones de cortocircuito.

**9 – Combinación con otros equipos superconductores:** SFCL son necesarios para proteger a otros equipos superconductores del quenching (2G?).

**10 – Conexión de generación distribuida:** reducen su contribución a la corriente de cortocircuito.

**11 – Cierre de circuitos en anillo:** en las redes de media tensión los circuitos en anillo permanecen abiertos, generalmente, para evitar las altas potencias de cortocircuito. Estos circuitos podrían ser cerrados con SFCL, lo que redundaría no sólo en un incremento de la fiabilidad sino también en menores pérdidas.

El aumento de demanda y diversificación de la generación, requiere reconfiguraciones de red e integraciones. Redes mayores tienen menor impedancia, con lo que la eficiencia del sistema mejora, sin embargo las corrientes de defecto fluyen por la red con mayor facilidad y en consecuencia las potencias de cortocircuito aumentan, dificultándose la interrupción del defecto.[3]

Para ello, este nuevo producto SFCL permite, evitar el cambio de aparamenta (o posponer) que sería necesario para interrumpir potencias de cortocircuito mayores, así como, facilitar la integración de generación distribuida, al limitar el riesgo de aumento de potencia de cortocircuito debido a la integración de nueva generación en la red. En conclusión este nuevo producto aumenta la seguridad, fiabilidad y calidad de la red

Evidentemente, la construcción de las instalaciones con los nuevos sistemas protectivos expuestos en el presente proyecto, se pretende realizar con la tecnología arriba mencionada, ya que configuran cambios muy importantes en cuanto a optimización de la red (tanto en modernización como en coste) y no supone un gran esfuerzo llevarlas a cabo.

No obstante, no se entra en un mayor detalle para su instalación, puesto que no es el objetivo último de dicho proyecto. Se comenta para una posible futura tesis, la cual abarque la modernización de toda una instalación, desde el sistema protector hasta cada uno de los equipos de potencia instalados en la subestación.

