

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE BAHÍA DE
LÍNEA PARA SUBESTACIÓN DOBLE BARRA CON
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA EN 220KV**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
CHRISTIAN JESÚS HENRIQUEZ VALVERDE**

PROMOCIÓN

2008 - II

LIMA – PERÚ

2014

**DISEÑO DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE BAHÍA DE LÍNEA
PARA SUBESTACIÓN DOBLE BARRA CON SECCIONADOR DE
TRANSFERENCIA EN 220KV**

“Agradecimiento:

A mis padres Carlos y Paula

A mis hermanos Maria, Caterhine

Erick y Carlitos”.

SUMARIO

La demanda de energía en el sistema interconectado debido al crecimiento industrial y demográfico ha hecho que cada vez las empresas de energía aumenten su generación así mismo su capacidad de transmisión de potencia, para garantizar la demanda futura.

A medida que aumenta la demanda, el sistema se tiene que adecuar para poder transmitir mayor potencia. Por ello la necesidad de ampliar las bahías de línea de una subestación eléctrica a través de sus equipos de patio; y su sistema de control, supervisión y protección es una necesidad.

En el presente informe se aborda un caso específico, como es el diseño de control y protección de una Subestación eléctrica de configuración doble barra con seccionador de transferencia en 220KV.

Donde se describe el diseño de ingeniería secundaria, así como la determinación del equipamiento a utilizar para su control y protección en la subestación.

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I.....	10
------------------------	-----------

INTRODUCCIÓN	10
---------------------------	-----------

1.1. Objetivo principal.....	11
------------------------------	----

1.2. Objetivos especificos.....	11
---------------------------------	----

1.3. Importancia del informe	11
------------------------------------	----

1.4. Método de trabajo	11
------------------------------	----

1.5. Estructura del informe	11
-----------------------------------	----

CAPITULO II.....	12
-------------------------	-----------

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
---	-----------

2.1. Descripción del problema	12
-------------------------------------	----

2.2. Problemas técnicos.....	12
------------------------------	----

CAPITULO III.....	13
--------------------------	-----------

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA	13
--	-----------

3.1. Antecedentes del problema.....	13
-------------------------------------	----

3.2. Configuración doble barra con seccionador de transferencia en 220KV.....	13
---	----

3.3. Clasificación de las lineas de transmisión.....	13
--	----

3.4. Selección de los sistemas de control y protección.....	14
---	----

3.5. Modos de operación	14
-------------------------------	----

3.5.1. Nivel 0	15
----------------------	----

3.5.2. Nivel 1	15
----------------------	----

3.5.3. Nivel 2	16
----------------------	----

3.5.4. Nivel 3	16
----------------------	----

3.6. Solución del problema	16
----------------------------------	----

3.7. Interruptor de Potencia	17
------------------------------------	----

3.8. Seccionador	18
------------------------	----

3.9. Transformador de Corriente (TC)	20
--	----

3.10. Transformador de Tensión (TT).....	20
--	----

3.11. Unidad de Control	21
-------------------------------	----

VII

3.12.	Unidad de Protección Diferencial de Línea	27
3.13.	Registrador de Fallas	56
3.14.	Bloque de Pruebas	56
3.15.	Relé auxiliar de disparo RXMVB2.....	56
3.16.	Relé de disparo RXMS1	58
3.17.	Relé de disparo rapido RXMH2	59
3.18.	Relés de auxiliares CRMD4.....	59
CAPITULO IV	61
APLICACIÓN DE METODOLOGÍA: DISEÑO DE LOS DIAGRAMAS DE PRINCIPIO Y FUNCIONALES DE LA NUEVA BAHIA DE LINEA	61
4.1.	Generalidades	61
4.2.	Diagrama Unifilar.....	62
4.3.	Diagrama Trifilar	64
4.4.	Diagrama de alimentación en continua Vcc.....	65
4.5.	Unidad de control UC	65
4.6.	Protección Principal y alteranda	65
4.7.	Protección diferencial 87	66
4.8.	Transmisión de señales remotas-protección diferencial	66
4.9.	Recepción de señales remotas-protección diferencial	72
4.10.	Circuito de cierre de Interruptor de potencia.....	74
4.11.	Alimentación en alterna 220Vca	74
4.12.	Permiso de mantenimiento	74
4.13.	Bloqueo de cierre	74
4.14.	Comando manual –remoto de cierre	79
4.15.	Recierre automático	79
4.16.	Cicuito de apertura	83
4.17.	Comando manual – remoto de apertura y mantenimiento	83
4.18.	Disparo de protecciones	84
4.19.	Sincronismo.....	88
4.20.	Direccionalidad y selector de fases de protección de distancia	89
4.21.	Oscilación de potencia y perdida de sincronismo	90
4.22.	Localizador de fallas.....	91
4.23.	Zonas de medición de distancia	91
4.24.	Protección instantánea de sobrecorriente de fase	93
4.25.	Lógica de la función cierre de falla	93
4.26.	Protección de sobrecorriente a tierra de tiempo inverso	94
4.27.	Supervisión de disparo térmico de tensión	95
4.28.	Lógica de comunicación de una sola fase para protección de distancia	96

VIII

4.29. Lógica de corriente en reversa y función por debil alimentación de un extremo para comunicación de una sola fase	97
4.30. Lógica de esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia.....	99
4.31. Transferencia automática de protección.....	100
4.32. Interrupción de bobinas de disparo por falla de interruptor	101
4.33. Falla de interruptor 50BF	102
4.34. Protección de zona muerta.....	103
4.35. Protección diferencial de barra	104
4.36. Esquema de seccionadores	105
4.36.1 Alimentación en alterna 220Vca	105
4.36.2 Alimentación en continua 125Vcc.....	105
4.36.3 Liberación de enclavamientos.....	105
4.36.4 Mando Abrir-cerrar de seccionadores.....	106
4.37. Análisis y resultados.....	108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
ANEXO A: TABLA N°S Y FIGURAS	112
BIBLIOGRAFIA	117

PROLOGO

El presente informe, describe la metodología y los conceptos fundamentales, para el desarrollo de ingeniería de control y protección de una bahía de línea para una subestación de configuración doble barra con seccionador de transferencia en 220KV, basada en la tecnología de IED's (*Intelligent Electronic Device-ABB*), que permiten garantizar el correcto funcionamiento de la bahía de línea.

El alcance del informe es la supervisión, control y protección de la bahía de línea de la subestación. Durante condiciones anormales y cambios intencionales de las condiciones de operación, el sistema de control deberá, hasta donde sea posible, asegurar la continuidad de la calidad del servicio de energía eléctrica.

El contenido del presente informe se desarrolla en cuatro capítulos, el Capítulo I corresponde a la introducción, indicándose los objetivos, importancia del informe y método de trabajo, el Capítulo II describe los antecedentes de la problemática y problemas técnicos, el Capítulo III, describe el marco teórico y como se determinan los equipos de patio, control y protección de la nueva bahía a integrarse, el Capítulo IV describe los diagramas funcionales y lógicos que explican la filosofía de control y protección de la nueva bahía a integrarse y finalmente se mencionan las conclusiones y recomendaciones del presente informe.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

Una Subestación Eléctrica de Potencia moderna está basada en una serie de equipos con características particulares, donde las tareas de control y protección de sistemas de potencia son realizadas por dispositivos electrónicos inteligentes.

La interconexión entre dichos equipos y los sistemas primarios de alta tensión, para su correcto funcionamiento, siempre han implicado un gran trabajo de ingeniería, cableado, montaje y puesta en servicio.

Actualmente, la tecnología de control numérico ha reducido notablemente el número de componentes distintos o equipos, lo cual ha aumentado la disponibilidad del sistema y ha reducido los costos asociados al mismo. Adicionalmente, el uso de redes LAN ("*Local Área Network*") de alta velocidad para la transmisión de datos ahorra de manera considerable el volumen de cableado, y permite, gracias a su inmunidad a las interferencias electromagnéticas (en el caso de la fibra óptica) su utilización lo más cerca posible del proceso primario.

Por otra parte el uso de IEDs (*Intelligent Electronic Device*) basados en microprocesadores ofrece nuevas posibilidades tales como autosupervisión, análisis de señales, facilidades computacionales para los algoritmos de protección, y control, almacenamiento de datos, manejo de eventos y análisis de fallas.

Los desarrollos en esta área, aprovechando las nuevas tendencias tecnológicas han logrado una reducción significativa de espacio físico requerido para la instalación de los sistemas de protección, medición, control y supervisión. Así como una significativa reducción en la cantidad de cable utilizado.

Bajo las perspectivas mencionadas, el presente informe trata del desarrollo de diseño de control y protección de una bahía de línea, basada en tecnología de relés ABB, además del uso de equipos de patio ABB.

1.1 Objetivo Principal

El objetivo del presente informe es el diseño de control y protección de una bahía de línea de transmisión en 220KV, donde la configuración de la subestación es doble barra con la particularidad que utiliza un seccionador de transferencia.

1.2 Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos podemos mencionar los siguientes:

- Diseñar el circuito físico y la lógica de cierre para el interruptor de potencia de la bahía de línea.
- Diseñar el circuito físico y la lógica de actuación para la apertura del interruptor de potencia de la bahía línea ante fallas de la bahía de línea.
- Diseñar circuito físico y la lógica de recierre automático para el interruptor de potencia de la bahía línea.

1.3 Importancia del informe

El presente informe, servirá como guía para la elaboración de diseño de ingeniería del control y protección de una subestación eléctrica con una configuración similar a la presentada en este informe, en ese sentido este informe puede ser aplicado a configuraciones de subestaciones eléctricas como doble barra, barra principal y barra de transferencia, doble barra con seccionador de *By-pass*.

1.4 Método de trabajo

El presente informe, describe los procedimientos para el diseño de control y protección de una subestación eléctrica de configuración doble barra con seccionador de transferencia, basado en el desarrollo de los circuitos de alimentación, supervisión y comando, los cuales serán complementados con lógicas desarrolladas por los bloques lógicos de cada uno de los relés usados en el informe.

1.5 Estructura del informe

El informe se ha dividido por Capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I, En este capítulo se hace una introducción al presente informe, indicándose los objetivos, importancia del informe, método de trabajo y estructura del informe.

Capítulo II, Se describe la problemática y aspectos técnicos.

Capítulo III, Se describe el marco teórico y la determinación de los nuevos equipos de patio, control y protección de la nueva bahía a integrarse.

Capítulo IV, Se aplica la metodología y se describen los diseños de los diagramas funcionales y lógicos que explican la filosofía de control y protección de la nueva bahía a integrarse.

Finalmente, se detallan conclusiones y recomendaciones del presente informe.

Asimismo, se muestra la bibliografía, se sirvió de referencia para el desarrollo del presente informe.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

Actualmente el mercado de energía eléctrica, está en constante crecimiento debido al sostenido aumento de la demanda, es por ello de la necesidad del transporte de energía a través de líneas de transmisión se hace necesaria, en ese sentido teniendo una subestación eléctrica existente de configuración doble barra con seccionador de transferencia en 220KV, en ese sentido la construcción de líneas de transmisión sería una solución al transporte de energía eléctrica.

El presente informe trata de la ampliación de una subestación eléctrica a través de una bahía de línea, desde el punto de vista del desarrollo del diseño de control y protección de la nueva bahía de línea donde su función cumple un papel vital para el funcionamiento de la subestación eléctrica.

2.2 Problemas Técnicos

El inadecuado desarrollo del sistema de control y protección de la bahía de línea, trae consigo la posibilidad de la salida de servicio de la bahía de línea y como consecuencia de este evento la salida línea de transmisión. En ese sentido podemos ver los siguientes problemas:

La falla de alimentación en continua (125Vcc) de los relés de control, protección, circuito de comando de los seccionadores, así como de los circuitos de apertura y cierre del interruptor.

La falla de alimentación en alterna (220Vca) de los motores así como de la iluminación, calefacción de los equipos de patio como los interruptores y seccionadores.

Las fallas de corto circuito son posibilidades en todo momento.

La actuación de los esquemas de protección finalizan con la apertura del interruptor de potencia, pero muchas veces las protecciones actúan adecuadamente, pero por algún motivo la corriente de cortocircuito no es eliminada, entonces se dice que hay falla del interruptor. En ese sentido el interruptor puede fallar por defecto de los contactos internos, defecto en la liberación de los mecanismos de apertura, problemas en la bobina de disparo, falla en la presión de gas SF₆.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

3.1 Antecedentes del problema

Para determinar los equipos de control y protección de la nueva bahía a integrar, se tiene que tener en cuenta la configuración actual de la Subestación eléctrica, la cantidad de equipos de Patio de esta nueva Bahía, así como también la filosofía de control y protección existente.

El sistema de control y protección tiene como función la detección y el rápido aislamiento de la zona afectada por cualquier perturbación. Por tanto los equipos de protección y control son el conjunto que permitirá un normal desempeño de la operación de la subestación. Dentro del equipamiento eléctrico que se emplean para la conexión y desconexión de circuitos eléctricos, tenemos los interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y tensión.

3.2 Configuración doble barra con seccionador de transferencia en 220Kv.

En la figura 3.1 se muestra el esquema de la subestación constituida por la barra 1 y barra 2, además se tiene un seccionador desde la entrada del circuito directamente a la barra, esto permite que una de las barras función como configuración de Barra principal + Barra de transferencia. [1]

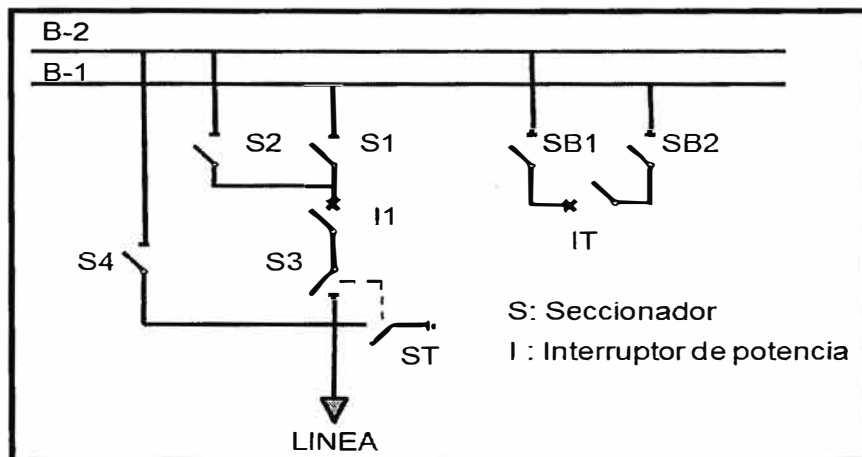


Fig. 3.1 Configuración de la Subestación

3.3 Clasificación de las líneas de transmisión

Las líneas se deben clasificar según el valor del SIR (*Source to Line Impedance Ratio*) que es la relación entre la impedancia de la fuente situada detrás de la protección de la línea y la

impedancia de la línea ($SIR = ZS/ZL$), y no solamente según su longitud, como se establece en la Guía de la IEEE, Standard C37.113-1999, así:

- Líneas Cortas: tienen un SIR mayor o igual 4.
- Líneas Medianas: las que tienen un SIR entre 0.5 y 4.
- Líneas Largas: con un SIR menor o igual a 0.5.

3.4 Selección de los sistemas de control y protección

El problema en la aplicación de líneas cortas, es el sobrealcance en la primera zona de protección, el cual puede ser causado por los siguientes factores:

- Falla de precisión de TC y TT o incremento de errores 60870-5-104.
- SIR (Impedancia fuente a línea).
- Sensibilidad del relé.
- Problema relacionado a transitorios en TT.
- Velocidad de Operación lenta.
- Pérdida de direccionalidad cuando se comprara ($I*Z - V$), el voltaje (V) resulta ser mayor que ($I*Z$).
- Los bajos valores de impedancia secundaria hacen difícil el uso de elementos de la zona 1.
- Sobrealcance en la Zona 1 cuando se utilizan elementos de medida CVT (*Capacitor Voltage Transformer*).

Existen problemas asociados al emplear relés de distancia para protección de líneas cortas, los cuales pueden atribuirse a los bajos voltajes disponibles en los relés de distancia para fallas a lo largo de la línea, estos bajos voltajes son causados por altos SIR mas que por una línea corta. Dichos bajos voltajes y corrientes afectan la velocidad, direccionalidad, alcance transitorio y en régimen permanente de los relés de distancia.

Un valor elevado de SIR causa una lenta velocidad de operación de los relés y su lenta operación puede causar la pérdida de la direccionalidad dependiendo de la duración de la memoria del circuito.

Un alto SIR de ser causado por una alta impedancia fuente mas que por bajas impedancias de líneas, podría conducir a bajas corrientes.

Una pequeña cantidad del vector de operación causada por IZ puede causar la operación del relé para fallas reversas si falla el circuito de memoria.

Para más bajos voltajes los errores de los TCs y TTs son mayores.

Para ciertas condiciones de falla el alcance del relé puede estar sujeto a subalcance y sobrealcance (complicaciones en el ajuste).

La guía de la IEEE recomienda para la protección de líneas cortas el uso de esquemas de protección completamente selectivos mediante el uso de esquemas de teleprotección, principalmente el POTT y la comparación direccional.

3.5 Modos de Operación

En términos generales una subestación cuenta con cuatro niveles jerárquicos de operación.

- Nivel 0: Patio.
- Nivel 1: Controlador de Campo
- Nivel 2: Estación de operación.
- Nivel 3: Centro de Control.

La filosofía de operación establece que si un nivel jerárquico está habilitado para operación, los niveles superiores a éste se encontrarán bloqueados para ello.

De esta forma, si el nivel 0 se encuentra habilitado, no se podrá operar desde los niveles 1, 2 y 3. Igualmente, si se encuentra habilitado el nivel 1 no se podrá operar desde los niveles 2 y 3.

A continuación se describen en forma breve los niveles de operación disponibles en la subestación junto con la forma en la que se selecciona cada uno de ellos, y algunos detalles importantes sobre la operación desde cada nivel.

3.5.1 Nivel 0 (Patio)

Este nivel corresponde al mando desde los gabinetes de control de cada interruptor y seccionador en el patio de la subestación, y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes. Este nivel de control es seleccionado desde los selectores Local/Remoto que se encuentran en los gabinetes de control en patio de cada equipo (Interruptor, Seccionador, Servicios Auxiliares).

Para el cambiador de tomas se tendrá directamente mando desde los mecanismos de operación ubicados en cada una de las unidades en el patio de la subestación, donde se encuentra un selector Local/Remoto que permite seleccionar este nivel de control.

Los estados posibles de estos selectores son:

- Local: Control de los equipos en patio a través de los pulsadores ubicados en el gabinete de control de cada equipo, los cuales son independientes del sistema de control. Para la operación de interruptores desde patio se cablearán las posiciones de los seccionadores adyacentes, de forma que solo se pueda cerrar el interruptor si los seccionadores están abiertos (este nivel debe ser usado exclusivamente para mantenimiento).
- Remoto: Operación de cualquiera de los siguientes modos:
 - Nivel 1 (Controlador de Campo).
 - Nivel 2 (Estación de operación IHM)
 - Nivel 3 (Centro de Control)

3.5.2 Nivel 1 (Controlador de campo)

Para el mando de los equipos de maniobra, esta subestación cuenta con la operación desde el panel frontal del controlador de campo.

El controlador de campo posee dos selectores de llave ubicados en su panel frontal. Selector Local/Remoto y selector Sin-Enclavamientos/Con-Enclavamientos.

Las posiciones del Selector Local/ Remoto son:

- Local: Operación desde el panel frontal del controlador de campo.
- Remoto:

- Operación desde el Nivel 2 (Estación de operación IHM).
- Operación desde el Nivel 3 (Centro de Control.)

La posición del selector Sin-Enclavamientos/Con-Enclavamientos sólo tiene relevancia cuando el selector Local/Remoto se encuentra en posición Local y no afecta el funcionamiento cuando dicho selector se encuentra en Remoto. Las posiciones son:

- Sin Enclavamiento: el mando originado localmente se efectúa sin realizar verificación de enclavamientos. La verificación de sincronismo no es afectada por este selector y es efectuada independientemente de la posición en la cual se encuentre. En esta posición no puede ser retirada la llave.
- Con Enclavamientos: todos los mandos son liberados después de que han sido verificados los enclavamientos correspondientes.

3.5.3 Nivel 2 (Estación de Operación IHM)

Este nivel corresponde al mando desde la estación del operador IHM (*Interface Machine Human*) del sistema de automatización. En esta estación se programa en los despliegues del sistema un botón de opciones excluyentes entre sí para la selección del nivel de operación:

- Local 1: Operación desde la estación de operación 1.
- Remoto: Operación desde el Nivel 3 (Despacho de Carga)

En modo Local solo la estación tiene atributos de control mientras se deshabilita la operación desde el despacho de carga.

3.5.4 Nivel 3 (Centro de Control)

Modo seleccionado por defecto para las subestaciones desatendidas. Se habilita cuando el nivel 0 se encuentra en Remoto, el Nivel 1 en Remoto y la estación de operación de Nivel 2 en Remoto. Permite la operación desde el centro de control a través de la interfaz de telecontrol con protocolo IEC60870-5-104.

3.6 Solución del problema

Para la solución del presente caso se plantea el uso de una unidad de control REC670 de marca ABB el cual tendrá como responsabilidad la medición, supervisión y control de la bahía de línea.

En la unidad de control se debe configurar una lógica de selección para habilitar o deshabilitar el recierre, bien como lógica de selección de recierre monopolar, tripolar o mono/tri.

Como se mencionó anteriormente, para líneas cortas el uso de protección diferencial es lo más adecuado, por ello requerimos del uso de dos unidades de protección diferencial RED670 de marca ABB las cuales cumplirán la función de protección principal (F1) y respaldo (F2).

Ambos relés deberán contener la función de recierre, siendo la prioritaria la protección principal, los recierre deberán ser habilitados permitiendo de esta forma el disparo monopolar siendo que cuando el recierre de la protección principal este en progreso, deberá enviar, a través de la red de comunicación (*Goose, Generic Object Oriented Substation Event*), una señal de bloqueo de recierre para la protección de respaldo. Esta señal también deberá ser bloqueada cuando la llave de prueba estuviera en la posición de prueba.

Las funciones de protección deben contar con las funciones: 87, 21, 21N, 67N, 27WI (*Week infeed instant*), 85, 68, 78, 59I, 59T (sobretensión temporizada), 27 (subtensión), 51E, 79, 25, 98 y LF (localizador de fallas).

Deberá ser considerado un relé de bloqueo de cierre de interruptor, el cual será accionado por las funciones: 78, 59I, 59T, 50/62BF e recepción del TDD (Transferencia de disparo directo). El rearme de este relé será ejecutado por la unidad de control.

El disparo del interruptor será ejecutado directamente por las BO's (salidas digitales) de las unidades de protección.

Para el interruptor de potencia serán considerados dos circuitos de apertura 1 y 2, de tal forma que será considerado un relé auxiliar de alta capacidad para interrumpir la corriente de disparo de las bobinas de apertura del circuito 1 y este a su vez efectuara un retrip sobre el circuito de apertura 2. De la misma forma se utilizara un relé auxiliar de alta capacidad para interrumpir la corriente de disparo de las bobinas de apertura del circuito 2 y este a su vez efectuara un retrip sobre el circuito de apertura 1.

Para cada relé de protección habrá una llave física (rotativa) para bloqueo de señales de disparo.

La selección de posición de la llave de transferencia de protección (43T), será ejecutada de forma automática, ósea conforme al movimiento del interruptor y seccionadores.

Las protecciones de falla de interruptor, deberán ser implementadas en la unidad de protección de barras (Bahía de transferencia), juntamente con la protección de zona muerta (*End Fault Protection-EFP*).

3.7 Interruptor de potencia.

Las funciones del interruptor son las de energizar o desenergizar una parte de un sistema de potencia eléctrico bajo condiciones normales de trabajo sin una excesiva elevación de la temperatura además de tener la capacidad de interrumpir las corrientes de falla de una forma segura resistiendo la fuerza electromagnética que éstas producen. El interruptor conforma uno de los elementos más importantes de la subestación y su comportamiento determina el nivel de fiabilidad que puede tener el sistema eléctrico de potencia.

Los interruptores están formados principalmente por un par de contactos que se separan para interrumpir la circulación de corriente. En el momento de la separación, la corriente continua fluyendo entre los dos contactos, formándose un arco entre ellos que se extingue en el momento en que la corriente alterna pasa por cero. A partir de ese momento aparece una tensión entre los contactos que crece rápidamente. Esta tensión recibe el nombre de tensión de restablecimiento y es la diferencia que existe entre los dos circuitos que acaban de separarse. Si la tensión crece lo suficiente como para vencer la resistencia del medio existente entre los contactos del interruptor, el arco vuelve a formarse fluyendo de nuevo una corriente, mientras que la tensión de restablecimiento decrece hasta anularse. Cuando se produce esta reaparición del arco se denomina *recebado* y significa que la apertura no ha sido satisfactoria.

Por lo tanto un interruptor funcionará correctamente si es capaz de extinguir el arco y soportar la tensión de restablecimiento de forma que no haya recibido. En el presente caso el interruptor es de tipo uni-tripolar para intemperie, con gas SF6 (Hexafluoro de Azufre) como medio aislante y extintor. Se acciona mediante un sistema de acumuladores de energía por muelle por cada polo.

Con características como:

- Alarma y bloqueo por baja presión SF6.
- Selector local-remoto.
- Bobinas de disparo.
- Alimentación de motor.
- Calefacción
- Iluminación y tomacorriente.
- Circuito de cierre.
- Circuito de Apertura.
- Contactos de posición.
- Bobinas de Supervisión.

A continuación se presenta datos de placa y esquema interno del interruptor de potencia de TIPO LTB245E11-ABB.

Tabla N° 3.1 Placa de datos de Interruptor

INTERRUPTOR A SF6, TIPO LTB245E11-ABB	
TENSION EFICAZ	242KV
CORRIENTE NOMINAL	4000A
CORRIENTE DE INTERRUPCIÓN NOMINAL	40KA
CAPAC. NOM. DE INTERRUPCIÓN EN OPOSICION DE FASES	10KA
TIEMPO DE INTERRUPCIÓN NOMINAL	40ms
TIEMPO NOMINAL DE APERTURA	15-19m
TIEMPO NOMINAL DE CIERRE	<28ms
MAX. TIEMPO DE SEPARACIÓN DE LOS CONTACTOS	4ms
CIRCUITO DE CIERRE (125Vcc)	300W, 2.5
CIRCUITO DE APERTURA (125Vcc)	600W, 5
CALEFACCIÓN/ILUMINACIÓN (220Vca)	210W, 1A /60W, 0.3A
MOTOR (220Vca)	750W, 6A
BOBINAS DE CIERRE (125Vcc)	200W, 1.8
BOBINAS DE APERTURA (125Vcc)	400W, 3.5A

3.8 Seccionador

Este equipo es utilizado dentro de la subestación para aislar los diferentes elementos que componen la instalación. Los seccionadores, permiten efectuar formas variadas de conexión entre las líneas y las barras, dando al esquema de la subestación flexibilidad.

La característica más importante que distingue los seccionadores de los interruptores es que los seccionadores deben maniobrarse sin carga. Además no se requiere que su velocidad de operación sea muy alta.

La forma constructiva de los seccionadores es muy variada. Depende sobre todo de la tensión nominal de la instalación y en menor grado de la corriente nominal y del espacio disponible.

Los seccionadores presentan las siguientes características:

- Circuito de mando.
- Selector Local – Remoto.
- Contactos auxiliares de posición.
- Calefacción, iluminación y tomada.
- Alimentación de motor.
- Bobina de permiso.

Tabla N°3.2 Placa de datos de Seccionador

M	- MOTOR - 380 Va.c. (%p10%)/60Hz - $P \leq 660W$
I.A.M	- INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
I.A.C	- INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
RMT	- RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN
RT	- RELÉ DE TEMPO
RMC	- RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN
CA	- CONTADOR DE ABERTURA 125 Vd.c. (bobina 125Vcd-5.5W)
CC	- CONTADOR DE CERRADO 125 Vd.c. (bobina 125Vcd-5.5W)
Fa	- LLAVE DE LIMITE DE ABERTURA
Fc	- LLAVE DE LIMITE DE CERRADO
PA	- BOTON DE ABERTURA
PC	- BOTON DE CERRADO
Y	- CONTADOR DE OPERACIONES
KA	- ACOPLADOR ARELÉ
MLD	- SELECTOR LOCAL-BLOQUEO-REMOTO
BM	- LLAVE DE INTERBLOQUEO
RA	- RESISTÊNCIA DE CALEFACCIÓN COM TERMISTOR PTC 110+240 Va.c.-60Hz (25 W@20°C - PICO 50 W)
RR	- RESISTÊNCIA DE CALEFACCIÓN COM TERMISTOR PTC 110+240 Va.c.-60Hz (25 W@20°C - PICO 50 W)
T	- TERMOSTATO
I.A.R	- INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
L	- LAMPARA INTERNA 220 Va.c. - 60 Hz
BP	- LLAVE DO PAINEL
PR	- TOMADA DE CCORRIENTE
ESS	- DISPOSITIVO DE INTERBLOQUEO ELETROMAGNÉTICO 125 Vd.c.
PSS	- BOTON PARALIBERACIÓN 'ESS'
CAX	- LLAVES CIRCUITOS AUXILIARES
X	- BORNERA

3.9 Transformador de corriente

Se conoce como transformador de corriente (TC's) como aquel cuya función principal es cambiar el valor de la corriente de uno más o menos elevado a otro valor con lo cual se puede alimentar el instrumento ya sea de medición, control o protección.

Con las siguientes características:

- Un núcleo de medida X1-X2
- Tres núcleos de protección Y1-Y2, Z1-Z2, W1-W2, como se ve en la fig.3.6

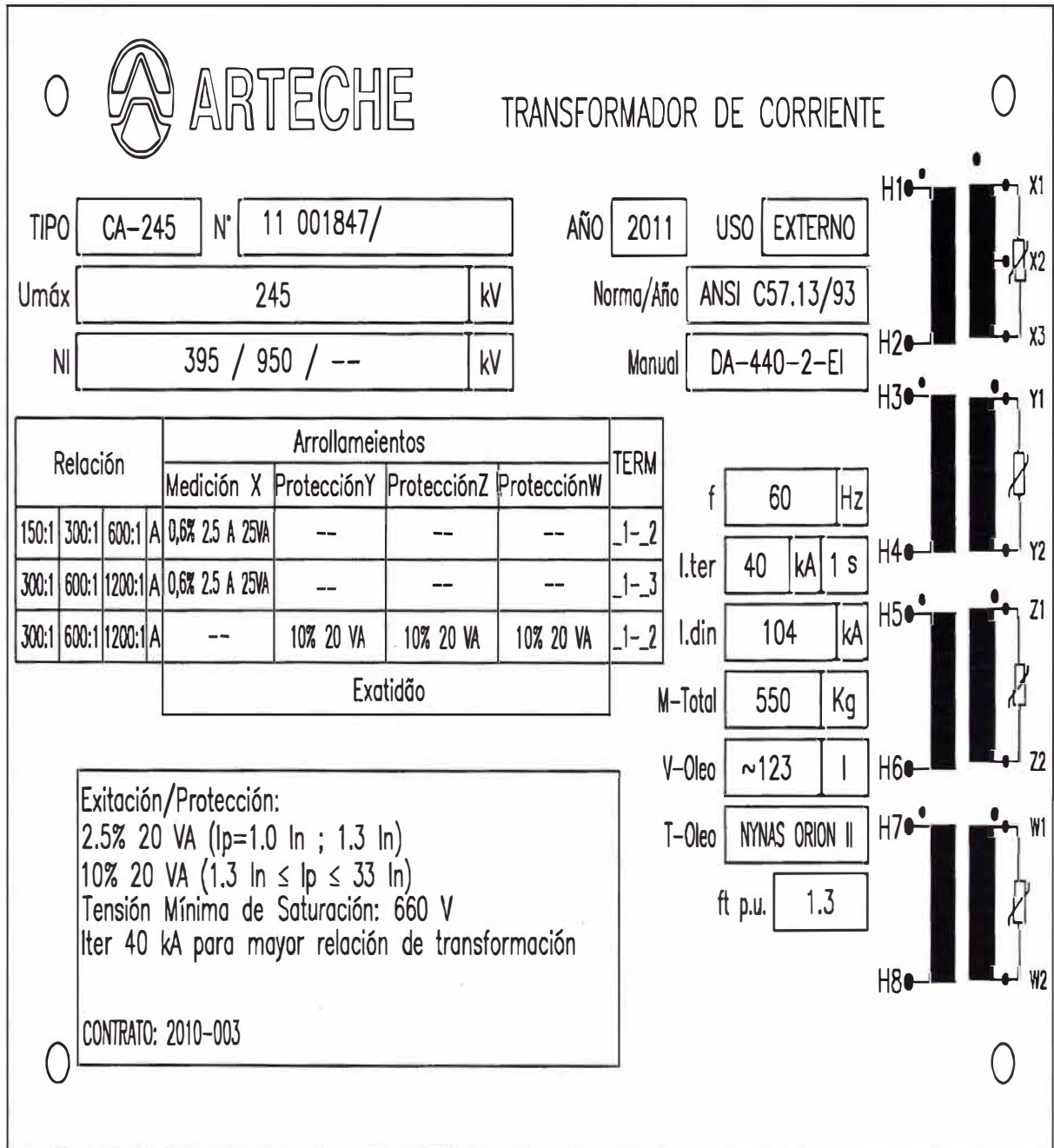


Fig. 3.2 Esquema de Transformador de corriente

3.10 Transformador de Tensión

Los transformadores de tensión capacitivos separan del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, relés protecciones etc. Y reducen las tensiones a valores manejables

y proporcionales a las primarias originales. Adicionalmente ofrecen la posibilidad de transmitir señales de alta frecuencia a través de las líneas de alta tensión.

Tiene las siguientes características:

- Un núcleo de protección de PT: $110/\sqrt{3}$, X1-X2-X3.
- Tres núcleos de protección de PT: $110/\sqrt{3}$, Y1-Y2-Y3, Z1-Z2-Z3.

A continuación se presenta datos de placa y esquema del transformador de tensión, representados en la figura 3.3

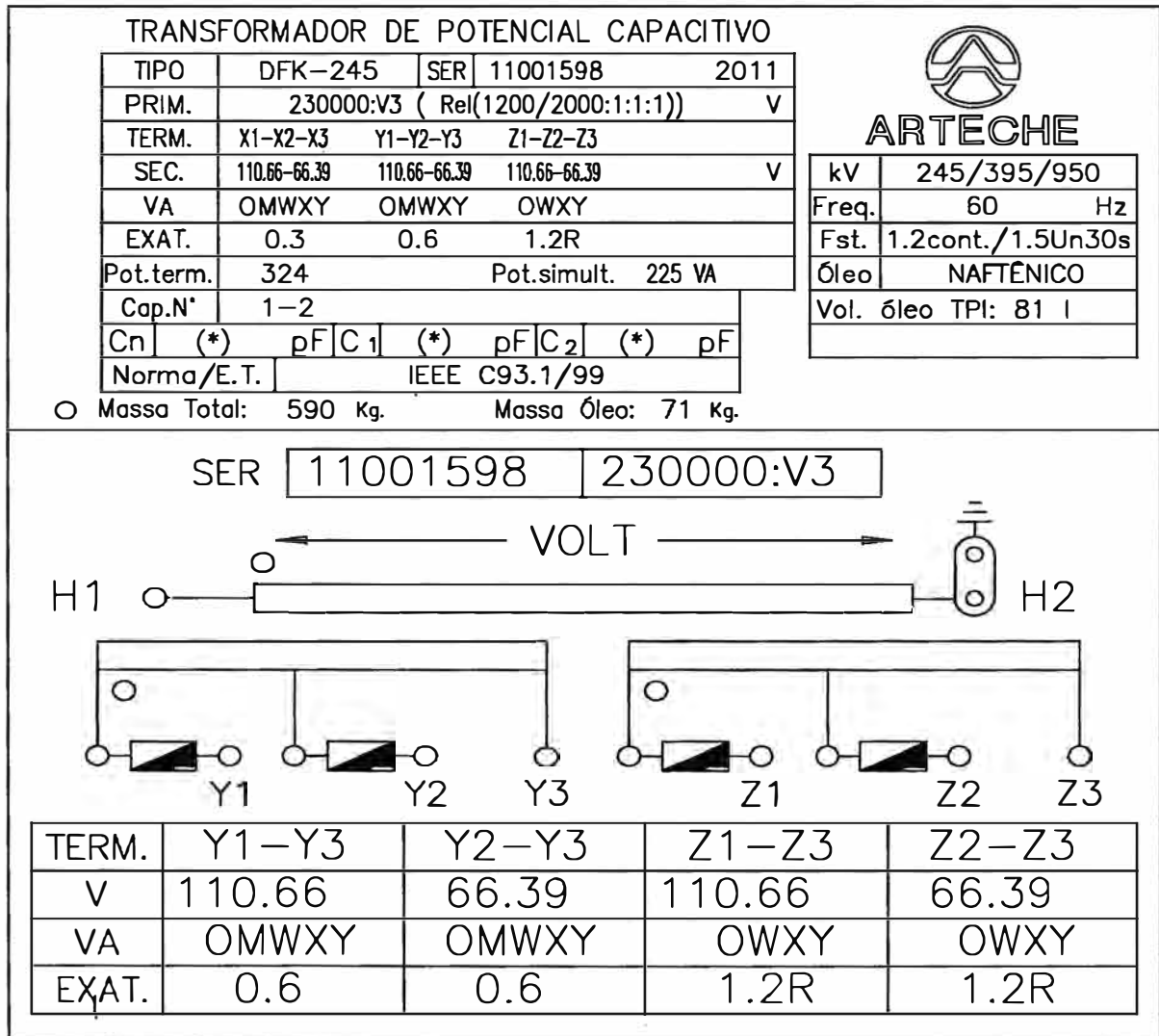


Fig. 3.3 Esquema Transformador de Tensión

3.11 Unidad de Control

La unidad de control de bahía es proyectada para controlar y monitorear los interruptores de potencia, seccionadores y las llaves de aterramiento de la subestación eléctrica. En ese sentido el REC670 [2] dentro de sus funciones de control, tiene como función lo siguiente:

- Control de equipos de patio.
- Cuenta con bloques de enclavamiento listos para el uso de diferentes configuraciones.
- Verifica sincronismo y tensión.
- Cuenta con un bloque para recierre automático.

La comunicación usada por la unidad de control se basa en:

- IEC 61850-8-1 incluido el mensaje por GOOSE.

Es por ello que la operación de la subestación desde estos equipos es bastante sencilla y confiable.

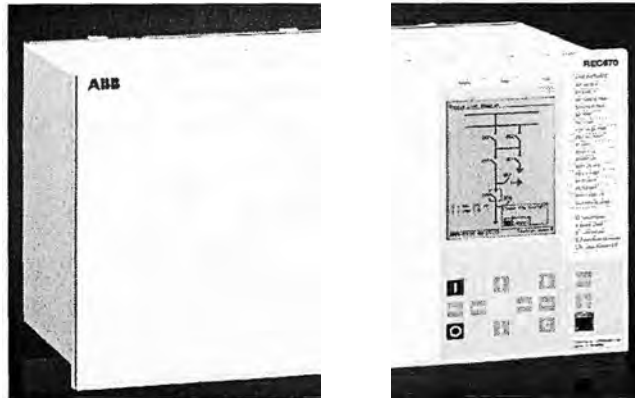


Fig. 3.4 REC670 - Unidad controladora de bahía

La unidad de control UC (REC670), cuenta con accesorios que depende de la configuración de la subestación y de la filosofía de control y protección, en ese sentido si la configuración es de tipo doble barra con seccionador de transferencia esto implica el uso de un interruptor y cinco seccionadores, con esta información se determina que el controlador para la nueva bahía de línea, cuente con los con las siguientes accesorios:

- 1 Modulo de transformación P40/X401, TRM. 6I +6U, 5A, 110/220V, 50/60HZ
- A/D Modulo de TRM de 12 canales.
- 1 Modulo de posición P3/X31, X32, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P4/X41, X42, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P5/X51, X52, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P6/X61, X62, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P7/X71, X72, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P8/X81, X82, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P14/X141, X142, salida binaria, 24 salidas.
- 1 Modulo de posición P15/X151, X152, salida binaria, 24 salidas.
- 1 Modulo de posición P16/X161, X162, salida binaria, 24 salidas.
- 1 Modulo de alimentación PSM, X11 60-250Vdc.
- 1 Modulo de procesamiento numérico, 600Mhz con 1MB cache, 256MB SDRAM.
- 1 Unidad de interface 1/1x19''.

Como se mencionó anteriormente este módulo contara con las siguientes funciones 25, 27 y realiza las operaciones de toma de mediciones, comandos y enclavamientos. Las funciones que cumplirá la unidad de control UC (REC670) se desarrollaran en bloques internos, estos bloques internos desarrollan las lógicas para las diversas funciones del relé de control, en este sentido a continuación describiremos los bloques a usar:

- SMAI, este bloque recibe las señales analógicas de corriente y tensión, provenientes de los transformadores de corriente y tensión, como se ve en la fig. 3.5.

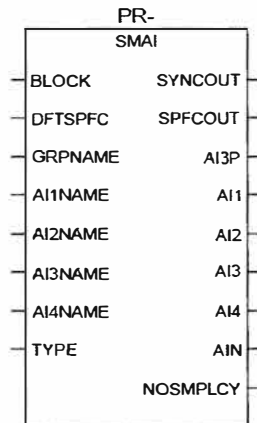


Fig. 3.5 Bloque de procesamiento SMAI (PR)

Tabla N°3.3.1 Entradas del bloque de procesamiento SMAI (PR)

Señal	Descripción
BLOCK	Bloqueo para las salidas, genera salidas con valor booleano 0
DFTSPFC	Número de muestras por ciclo utilizado para calcular la DFT (se usa configuración en 0 para dar una referencia real de sincronismo)
GRPNAME	Nombre del grupo al cual pertenecen las variables y que se despliega en la matriz de señales incluso con número de bloque al cual corresponde.
AI1NAME	Entrada para fase A
AI2NAME	Entrada para fase B
AI3NAME	Entrada para fase C
AI4NAME	Entrada para fase N
TYPE	Tipo 1= tensión Tipo 2= corriente

Tabla N°3.3.2 Salidas del bloque de procesamiento SMAI (PR)

Señal	Descripción
SYNCOUT	Bloqueo para las salidas, pone salidas a 0
SPFCOUT	Número de muestras por ciclo utilizado para calcular la DFT (se usa configuración en 0 para dar una referencia real de sincronismo)
AI3P	Nombre del grupo al cual pertenecen las variables y que se despliega en la matriz de señales incluso
AI1	Salida analógica 1
AI2	Salida analógica 2
AI3	Salida analógica 3
AI4	Salida analógica 4
AIN	Salida analógica residual para el osciloperturbógrafo

- CVMMXU, para medición de potencia

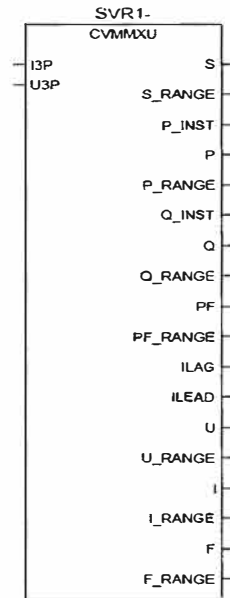


Fig. 3.6 Bloque funcional CVMMXU (SVR)

Tabla N°3.3.3 Entradas del bloque de procesamiento CVMMXU (SVR)

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Proviene de SMAI
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión. Proviene de SMAI

Tabla N°3.3.4 Salidas del bloque de procesamiento CVMMXU (SVR)

Señal	Descripción
S	Magnitud de la potencia aparente dentro de un rango de variación definido, en el cual no va a sufrir variaciones hasta que se defina
S_RANGE	Rango de la potencia aparente)
P_INST	Medición instantánea de potencia activa
P	Magnitud de la potencia activa dentro de un rango de variación definido, en el cual no va a sufrir variaciones hasta que se defina.
P_RANGE	Rango de la potencia activa.
Q_INST	Medición instantánea de potencia reactiva.
Q	Magnitud de la potencia reactiva dentro de un rango de variación definido, en el cual no va a sufrir variaciones hasta que se defina.
Q_RANGE	Rango de la potencia reactiva.
PF	Magnitud del factor de potencia dentro de un rango de variación definido, en el cual no va a sufrir variaciones hasta que se defina.
PF_RANGE	Rango del factor de potencia.
ILAG	Indica que la corriente atrasa a la tensión.
ILEAD	Indica que la corriente adelanta a la tensión.

- SESRSYN_25, bloque lógico de función sincronismo.

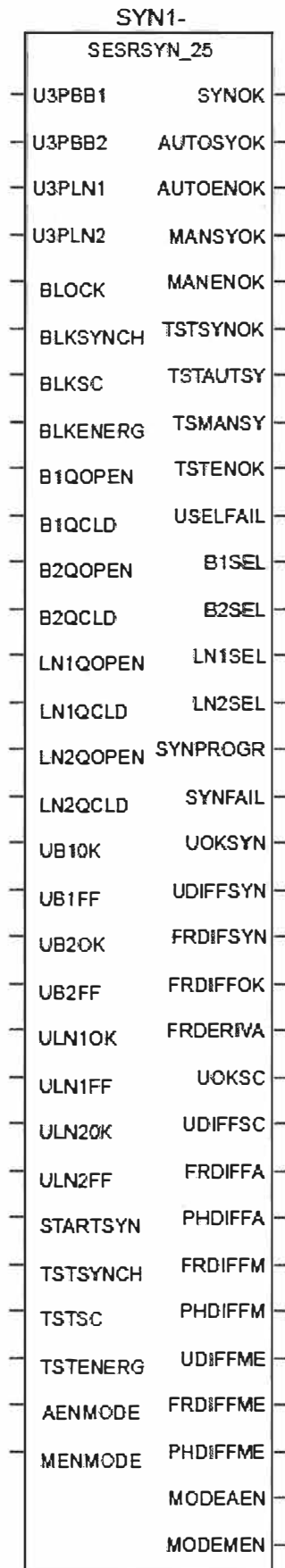


Fig. 3.7 Bloque de procesamiento SESRSYN_25 (SYN)

Tabla N°3.3.5 Entradas del bloque de procesamiento SESRSYN_25 (SYN)

Señal	Descripción
U3PBB1	Señal que combina los 3 fasores de tensión de la barra 1
U3PBB2	Señal que combina los 3 fasores de tensión de la barra 2
U3PLN1	Señal que combina los 3 fasores de tensión de la línea 1
U3PLN2	Señal que combina los 3 fasores de tensión de la línea 2
BLOCK	Bloqueo general de la función
BLKSYNCH	Bloqueo de la sincronización
BLKSC	Bloqueo de la supervisión de sincronización (<i>synchrocheck</i>)
BLKENERG	Bloqueo de la supervisión de energización
B1QOPEN	Señal que indica que el interruptor está abierto en la barra 1
B1QCLD	Señal que indica que el interruptor está cerrado en la barra 1
B2QOPEN	Señal que indica que el interruptor está abierto en la barra 2
B2QCLD	Señal que indica que el interruptor está cerrado en la barra 2
LN1QOPEN	Señal que indica que el interruptor está abierto en la línea 1
LN1QCLD	Señal que indica que el interruptor está cerrado en la línea 1
LN2QOPEN	Señal que indica que el interruptor está abierto en la línea 2
LN2QCLD	Señal que indica que el interruptor está cerrado en la línea 2
UB1OK	Señal que indica que la tensión de la barra 1 es correcta
UB1FF	Señal que indica pérdida de fusible o disparo del térmico de potencia en la barra 1
UB2OK	Señal que indica que la tensión de la barra 2 es correcta
UB2FF	Señal que indica pérdida de fusible o disparo del térmico de potencia en la barra 2
ULN1OK	Señal que indica que la tensión de la línea 1 es correcta
ULN1FF	Señal que indica que la tensión de la línea 1 es incorrecta
ULN2OK	Señal que indica que la tensión de la línea 2 es correcta
ULN2FF	Señal que indica que la tensión de la línea 2 es incorrecta
STARTSYN	Arranque de la sincronización, utilizada en generación
TSTSYNCH	Habilita la sincronización en modo de prueba
TSTSC	Habilita la supervisión de sincronismo en modo de prueba
TSTENERG	Habilita la supervisión de energización en modo de prueba
AENMODE	Entrada para activar del modo de energización automático
MENMODE	Entrada para activar del modo de energización manual

Tabla N°3.3.6 Salidas del bloque de procesamiento SESRSYN_25 (SYN)

Señal	Descripción
SYNOK	Salida que indica el correcto estado de la sincronización
AUTOSYOK	Salida de estado de la supervisión automática de sincronismo
AUTOENOK	Salida de estado de la supervisión automática de energización
MANSYOK	Salida de estado de la supervisión manual de sincronismo
MANENOK	Salida de estado de la supervisión manual de energización
TSTSYNOK	Salida de prueba correcta de la sincronización
TSTAUTSY	Salida de prueba correcta de la supervisión de sincronismo autom.
TSTMANSY	Salida de prueba correcta de la supervisión de sincronismo manual
TSTENOK	Salida de prueba correcta de la energización
USELFAIL	Señal que indica disparo térmico de la tensión seleccionada
B1SEL	Indica que la medición se realiza de la barra 1
B2SEL	Indica que la medición se realiza de la barra 2
LN1SEL	Indica que la medición se realiza de la línea 1
LN2SEL	Indica que la medición se realiza de la línea 2
SYNPROGR	Sincronización en progreso
SYNFAIL	Indica que falló la sincronización o que la sincronización no se ejecutó
UOKSYN	Indica que las tensiones para sincronización se encuentran por debajo de los ajustes de sincronismo
UDIFFSYN	Diferencia de tensión esta por fuera de los límites para sincronización
FRDIFSYN	Diferencia de frecuencia esta por fuera de los límites para sincronización
FRDIFFOK	Indica la diferencia de frecuencia para sincronización
FRDERIVA	Frecuencia derivativa esta por fuera de los límites para sincronización
UOKSC	Indica que las tensiones están por debajo de los ajustes límites
UDIFFSC	Indica que la diferencia de tensión esta por fuera de los límites
FRDIFFA	Indica que la diferencia de frecuencia esta por fuera de los límites para auto operación
PHDIFFA	Diferencia de fase está por fuera de los límites para auto operación
FRDIFFM	Indica que la diferencia de frecuencia esta por fuera de los límites para operación manual
PHDIFFM	Indica la diferencia de fase está por fuera de los límites para oper. manual
UDIFFME	Diferencia calculada en tensión
FRDIFFME	Diferencia calculada en frecuencia
PHDIFFME	Diferencia calculada en fase
MODEAEM	Modo automático para energización seleccionado
MODEMEN	Modo manual para energización seleccionado

3.12 Unidad de protección Diferencial de Línea

El relé RED670, tiene como finalidad la protección del sistema eléctrico basado en la protección diferencial de línea, el cual necesita para su operación la comunicación entre extremos de la línea. En ese sentido el RED670 [3] ofrece las siguientes soluciones:

- Protección diferencial de línea.
- Protección de impedancia.
- Esquemas de telecomunicaciones.
- Recierre automático.
- Detección de oscilaciones de potencia y lógica.
- Discordancia de polos.

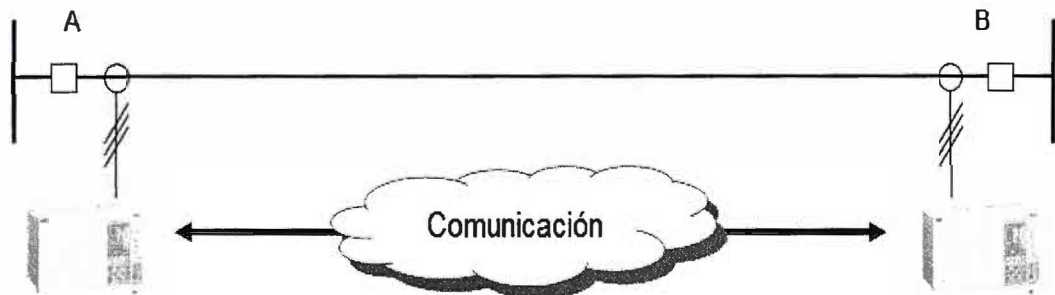


Fig. 3.8 Protección diferencial de línea

Dentro de sus funciones de control, tiene como capacidad lo siguiente:

- Control de equipos para de 8 a 15 objetos, incluyendo enclavamiento.

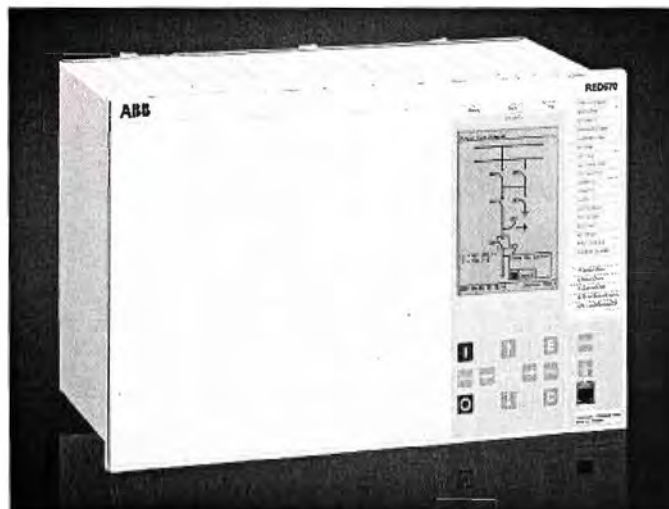


Fig. 3.9 Relé RED670.

Los accesorios que utilizan este relé dependen de la configuración de la subestación y de la filosofía de control y protección, esto se determina que el controlador para la nueva bahía de línea, con las siguientes características:

- 1 Modulo de transformación P40/X401, TRM. 6I +6U, 5A, 110/220V, 50/60HZ

- A/D Modulo de TRM de 12 canales.
- 1 Modulo de posición P3/X31, X32, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P4/X41, X42, entrada binaria 110-125Vcd, 16 entradas 50mA.
- 1 Modulo de posición P8/X81, X82, salida binaria, 24 salidas.
- 1 Modulo de posición P9/X91, X92, salida binaria, 24 salidas.
- 1 Modulo de posición P16/X161, X162, salida binaria, 24 salidas.
- 1 Modulo de alimentación PSM, X11 60-250Vdc.
- 1 Modulo de procesamiento numérico, 600Mhz con 1MB cache, 256MB SDRAM.
- 1 Unidad de interface 1/2x19''.

Este módulo cuenta con las siguientes funciones 87, 21, 21N, 67N, 27WI, 85, 68, 78, 59I, 59T, 27L, 51E, 79, 25 y 98.

Dentro de la lógica interna que se desarrolla la unidad de protección (RED670), el uso de bloques se hace necesario y se describen a continuación:

- L3CPDIF, bloque lógico de protección diferencial 87.

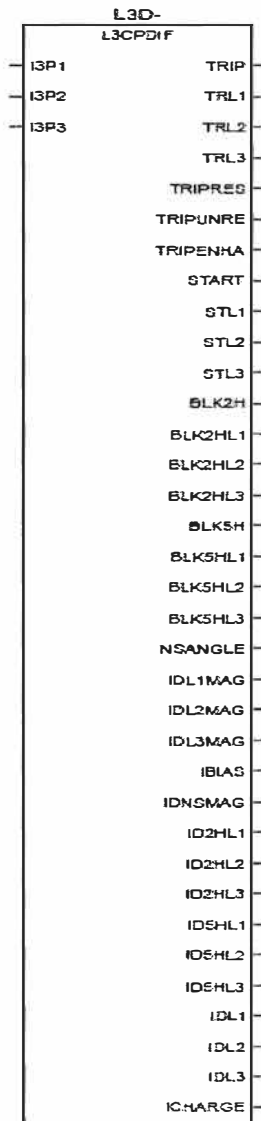


Fig. 3.10 Bloque funcional L3CPDIF

Tabla N° 3.4.1 Entradas del bloque de procesamiento L3CPDIF

Señal	Descripción
I3Pn (n=1, 2, 3)	Señal que combina los 3 fasores de corriente.

Tabla N° 3.4.2 Salidas del bloque de procesamiento L3CPDIF

Señal	Descripción
TRIP	Disparo general, debido a alguna fase o lazo
TRLn (n=1, 2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R, S, T)
TRIPRES	Inicio general, debido a alguna fase o lazo
TRIPUNRE	Señal de inicio de la fase "n" (R, S, T)
TRIPENHA	Señal de inicio no direccional, debido a alguna fase o lazo
START	Señal común de salida
STLn (n=1, 2, 3)	Inicio de la señal en el lazo "n"
BLK2H	Señal bloque común, debido a la segunda armónica
BLK2HLn(n=1..3)	Señal bloqueo en la fase "n" (R, S, T) , debido a la segunda armónica
BLK5H	Señal bloque común, debido a la quinta armónica
BLK5HLn(n=1..3)	Señal bloqueo en la fase "n" (R, S, T) , debido a la quinta armónica
OPENCTAL	Señal
IDLn (n=1, 2, 3)	Corriente diferencial instantánea, fase "n" (R, S, T)
IDLnMAG (n=1, 2, 3)	Magnitud de frecuencia diferencial fundamental en la fase "n" (R, S,T)
IBIAS	Magnitud de las corriente bias, común para las fases R, S,T
IDNSMAG	Magnitud de la corriente diferencial de secuencia negativa
ID2HLn(n=1, 2,3)	Magnitud de armónicos, segunda
ID5HLn(n=1, 2,3)	Magnitud de armónicos, quinta

- LDLPDIF, bloque lógico para coordinación diferencial de línea.

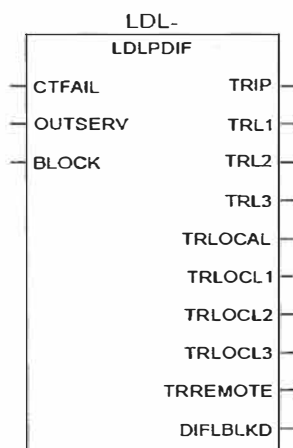


Fig. 3.11 Bloque funcional LDLPDIF

Tabla N° 3.4.3 Entradas del bloque de procesamiento LDLPDIF

Señal	Descripción
CTFAIL	Falla CT, indicación desde la supervisión local de CT
OUTSERV	Entrada por indicación que el terminal esta fuera de servicio
BLOCK	Bloqueo de función

Tabla N° 3.4.4 Salidas del bloque de procesamiento LDLPDIF

Señal	Descripción
TRIP	Disparo general de protección diferencial
TRLn (n=1, 2, 3)	Señal de disparo desde fase "n" (R, S, T)
TRLOCAL	Disparo desde la función diferencial local
TRLOCLn (n=1, 2,3)	Disparo desde la función diferencial local, la fase "n" (R, S, T)
TRREMOTE	Disparo desde la función diferencial remota
DIFLBLKD	Bloqueo de función diferencial local de línea

- SMBO, bloque lógico de matriz de señales para salidas binarias, transmisión de las señales remotas.

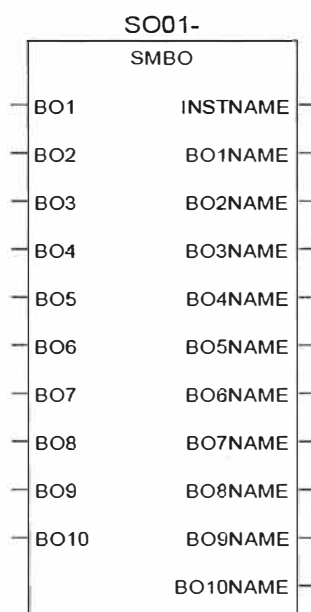


Fig. 3.12 Bloque funcional SMBO

Tabla N° 3.4.5 Entradas del bloque de procesamiento SMBO

Señal	Descripción
BOn (n=1,2,...,10)	Señal BO"n" en la matriz de señales

Tabla N° 3.4.6 Salidas del bloque de procesamiento SMBO

Señal	Descripción
INSTNAME	Nombre de señal
BOnNAME (n=1,2,.....,10)	Nombre de señal para BO“n” en la matriz de señales

- SMBI, bloque lógico de matriz de señales para entradas binarias, recepción de las señales remotas.

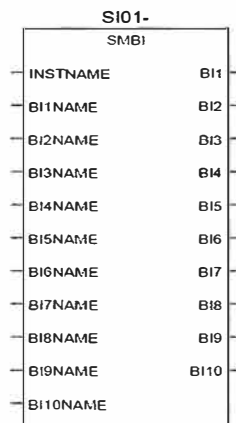


Fig. 3.13 Bloque funcional SMBI

Tabla N° 3.4.7 Entradas del bloque de procesamiento SMBI

Señal	Descripción
INSTNAME	Nombre de señal
BInNAME(n=1.10)	Nombre de entrada binaria (n=1,2,.....,10)

Tabla N° 3.4.8 Salidas del bloque de procesamiento SMBI

Señal	Descripción
BIn(n=1,2,..,10)	Entrada binaria (n=1,2,.....,10)

- ZDRDIR, bloque lógico para selección de dirección.



Fig. 3.14 Bloque funcional ZDRDIR (ZD)

Tabla N° 3.4.9 Entradas del bloque de procesamiento ZDRDIR (ZD)

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente.
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión.

Tabla N° 3.4.10 Salidas del bloque de procesamiento ZDRDIR (ZD)

Señal	Descripción
STDIR	Señal codificada en binario, que indica cada una de las posibles combinaciones de dirección por fase. Va conectada al selector de fases FDPSPDIS_21 (PHS) y a los bloques de impedancia de cada zona ZMQPDIS_21 (ZM).

- FDPSPDIS_21, bloque lógico selector de fase con discriminación de carga.

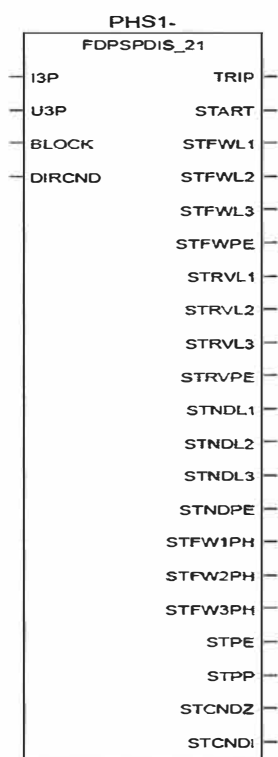


Fig. 3.15 Bloque funcional FDPSPDIS_21

- ZMRPSB, bloque lógico para detección de oscilación de potencia.

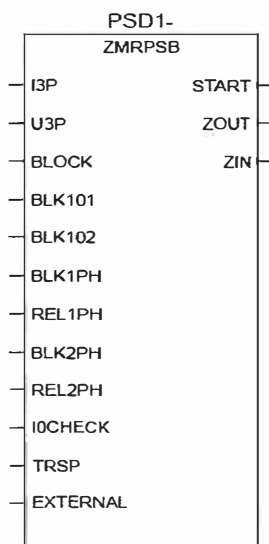


Fig. 3.16 Bloque funcional ZMRPSB

Tabla N° 3.4.11 Entradas del bloque de procesamiento FDPSPDIS_21

Señal	Descripción
I3P	Señal que agrupa los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque SMAI (PR02), se utiliza para la selección de la fase en falla
U3P	Señal que agrupa los 3 fasores de tensión. Es generada por el bloque SMAI (PR01), al igual que la corriente, es utilizada para seleccionar la fase en falla
BLOCK	Señal que realiza el bloqueo de la función, proviene del bloque SDDRFUF (FSD1), el cual supervisa el térmico de tensión
DIRCND	Señal de direccionalidad, proveniente del bloque ZDRDIR (ZD1)

Tabla N° 3.4.12 Salidas del bloque de procesamiento FDPSPDIS_21

Señal	Descripción
STFWLn (n=1, 2, 3)	Señal que emite la detección de falla en la fase "n" hacia
STFWPE	Señal que emite la detección de falla a tierra hacia adelante
STRVLn (n=1, 2, 3)	Señal que emite la detección de falla en la fase "n" hacia
STRVPE	Señal que emite la detección de falla a tierra hacia atrás
STNDLn (n=1, 2, 3)	Inicio de la señal de falla en el lazo "n", no direccional
STNDPE	Inicio de la señal de falla a tierra, no direccional
STFW1PH	Inicio de falla hacia adelante en una fase
STFW2PH	Inicio de falla hacia adelante en dos fases
STFW3PH	Inicio de falla hacia adelante en tres fases
STPE	Condición de corriente dada en fase a tierra para medición de elementos, bloquea la operación de la función oscilación de potencia
STPP	Condición de corriente dada en fase a fase para medición
STCNDZ	Condición de arranque de la función de impedancia, tomando en cuenta zona de medición
STCNDI	Condición de arranque de la función de impedancia, sin tomar en cuenta zona de medición

Tabla N° 3.4.13 Entradas del bloque de procesamiento ZMRPSB

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque SMAI, utilizada para determinar la oscilación de corriente
U3P	Señal que combina los 3 fasores de voltaje. Es generada por el bloque SMAI, utilizada para determinar la oscilación de tensión
BLOCK	Señal que bloquea la función, señal emitida del bloque FDPSPDIS_21 (PHS1) indicando condición de corriente dada en fase a tierra para medición de elementos
STRVPE	Bloquea la señal de salida de arranque por condición de oscilación lenta
BLKI01	Inicio de la señal de falla en el lazo "n", no direccional
BLKI02	Bloquea la señal de salida de arranque por subsecuente detención de corriente residual
BLK1HP	Bloqueo del modo de operación 1 de 3
REL1HP	Permiso para operación del modo 1 de 3
BLK2HP	Bloqueo del modo de operación 2 de 3
REL2HP	Permiso para operación del modo 2 de 3 (única señal activada por lo que la función operara bajo esta condición)
I0CHECK	Detección de la corriente residual usada para permitir la salida START
TRSP	Comando de disparo monopolar relacionado con la lógica de disparo
EXTERNAL	Detección externa de la oscilación de potencia, en caso de querer activar dicha operación con otro equipo

- P3P3PAM_78, bloque lógico de protección contra deslizamiento de polo.

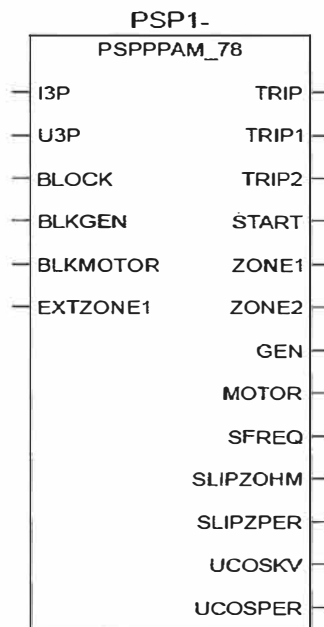


Fig. 3.17 Bloque funcional P3P3PAM

Tabla N° 3.4.14 Salidas del bloque de procesamiento ZMRPSB

Señal	Descripción
START	Señal de salida que indica si hay oscilación de potencia detectada
ZOUT	Impedancia medida fuera del polígono externa (equivalente a PPOL en SIEMENS)
ZIN	Impedancia medida fuera del polígono interno (equivalente a APOL en SIEMENS)

Tabla N° 3.4.15 Entradas del bloque de procesamiento PSPPPAM

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente.
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión.
BLOCK	Bloqueo de función
BLKGEN	Bloqueo de operación en dirección de generación
BLKMOTOR	Bloqueo de operación en dirección del motor
EXTZONE1	Extensión de zona1 con región de zona2

Tabla N° 3.4.16 Salidas del bloque de procesamiento PSPPPAM

Señal	Descripción
TRIP	Señal de disparo común
TRIP1	Disparo1 después de limite N1 en zona 1
TRIP2	Disparo2 después de limite N2 en zona 2
START	Arranque de señal común
ZONE1	Primer cierre en la región de zona 1
ZONE2	Primer cierre en la región de zona 2
GEN	Nombre de señal Generador
MOTOR	Nombre de señal motor
SFREQ	Frecuencia al cierre en ohmios
SLIPZOHM	Impedancia al cierre en ohmios
SLIPZPER	Impedancia en porcentaje de Zbase al cierre
UCOSKV	Voltaje $U_{\cos\theta}$
UCOSPER	Voltaje $U_{\cos\theta}$ en porcentaje de Ubase

- LMBRFLO, bloque lógico localizador de fallas.

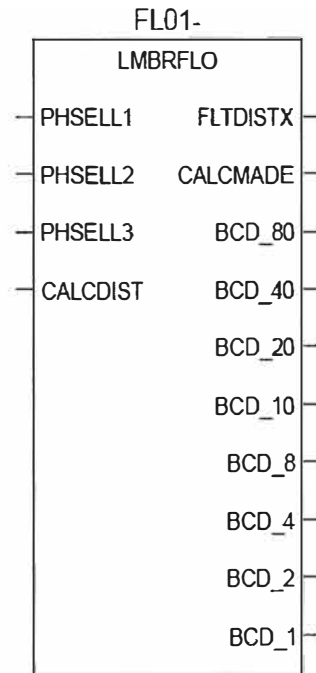


Fig. 3.18 Bloque funcional LMBRFLO

Tabla N° 3.4.17 Entradas del bloque de procesamiento LMBRFLO

Señal	Descripción
PHSELL1	Indica que la fase seleccionada es la fase R debido al arranque
PHSELL2	Indica que la fase seleccionada es la fase S debido al arranque
PHSELL3	Indica que la fase seleccionada es la fase T debido al arranque
CALCDIST	Activa el cálculo de distancia, esta señal proviene de una compuerta OR que une las señales de arranque por disparo de cualquier función (provienen del bloque TR03) o del disparo de la función SOTF

Tabla N° 3.4.18 Salidas del bloque de procesamiento LMBRFLO

Señal	Descripción
FLTDISTX	Dato de la distancia de la falla, de acuerdo al valor
CALCMADE	Indica que el cálculo de la distancia se ha realizado
BCD_80	Distancia de la falla en código binario, representa el 80%
BCD_40	Distancia de la falla en código binario, representa el 40%
BCD_20	Distancia de la falla en código binario, representa el 20%
BCD_10	Distancia de la falla en código binario, representa el 10%
BCD_8	Distancia de la falla en código binario, representa el 8%
BCD_4	Distancia de la falla en código binario, representa el 4%
BCD_2	Distancia de la falla en código binario, representa el 2%
BCD_1	Distancia de la falla en código binario, representa el 1%

- ZMQPDIS, bloque lógico Zonas de medición de distancia, característica cuadrilateral.

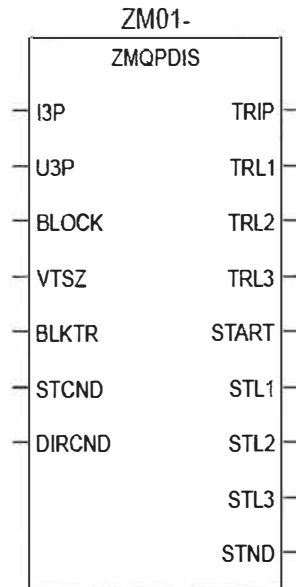


Fig. 3.19 Bloque funcional ZMQPDIS

Tabla N° 3.4.19 Entradas del bloque de procesamiento ZMQPDIS

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque SMAI, es utilizada para al arranque y disparo de cada zona de operación, de manera que determina la impedancia
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión. Es generada por el bloque SMAI, es utilizada para determinar la impedancia de falla y así arrancar la operación de cada zona
BLOCK	Bloqueo de la función PHS
VTSZ	Bloqueo de las salidas por falla de la señal de tensión
BLKTR	Bloqueo de todas las señales de disparo
STCND	Condición externa de inicio, posee seis posibles combinaciones de selección de fase
DIRCND	Condición externa de direccionalidad, proviene del bloque de direccionalidad

Tabla N° 3.4.20 Salidas del bloque de procesamiento ZMQPDIS

Señal	Descripción
TRIP	Disparo general, debido a alguna fase o lazo
TRLn (n=1, 2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R, S, T)
START	Inicio general, debido a alguna fase o lazo
STLn (n=1, 2, 3)	Señal de inicio de la fase "n" (R, S, T)
STND	Señal de inicio no direccional, debido a alguna fase o lazo

- PHPIOC_50, bloque lógico de protección instantánea de sobrecorriente de fase

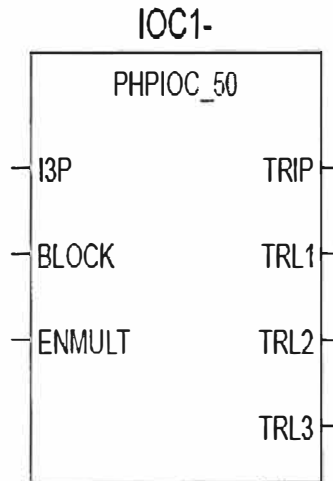


Fig. 3.20 Bloque funcional PHPIOC_50

Tabla N° 3.4.21 Entradas del bloque de procesamiento PHPIOC_50

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque
BLOCK	Señal que bloquea la función
ENMULT	Señal que permite cambiar el valor de operación de la función (multiplicador de los valores de ajuste en la corriente)

Tabla N° 3.4.22 Salidas del bloque de procesamiento PHPIOC_50

Señal	Descripción
TRIP	Disparo general, debido a alguna fase
TRLn (n=1, 2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R, S, T)

- ZVCPSOF_50, bloque lógico de función de cierre en falla

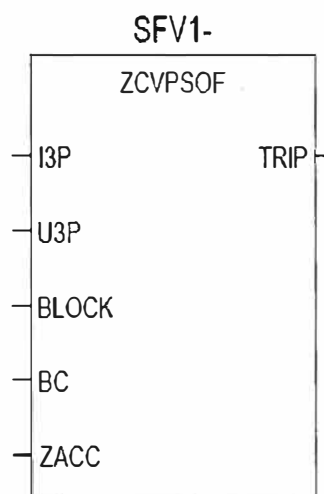


Fig. 3.21 Bloque funcional ZVCPSOF_50

Tabla N° 3.4.23 Entradas del bloque de procesamiento ZVCPSOF_50

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque SMAI
U3P	Señal que combina los 3 fasores de voltaje. Es generada por el bloque SMAI
BLOCK	Señal que realiza el bloqueo de la función SOTF
BC	Señal externa para la activación de la función SOTF, utilizada para la operación de la función por entrada binaria
ZACC	Señal de disparo, proveniente de otras funciones de protección (preferiblemente los disparos de alguna de las zona de impedancia) que se desea utilizar en la lógica, como condición adicional cuando se selecciona algunos de los modos de impedancia

Tabla N° 3.4.24 Salidas del bloque de procesamiento ZVCPSOF_50

Señal	Descripción
TRIP	Señal de disparo a la salida de la función SOTF

- EF4PTOC_51N67N, bloque lógico de protección a tierra de tiempo inverso

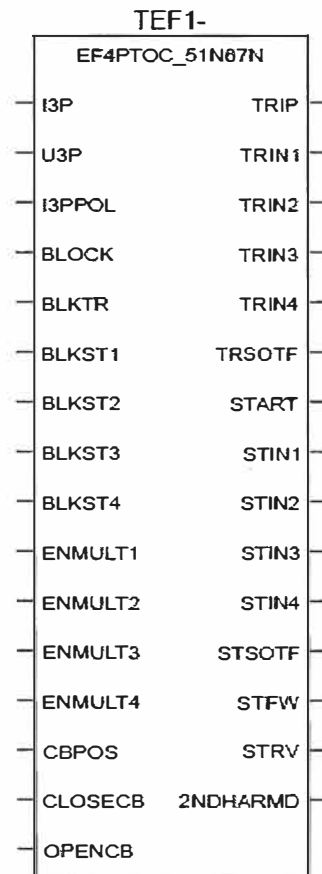


Fig. 3.22 Bloque funcional EF4PTOC_51N67N

Tabla N° 3.4.25 Entradas del bloque de procesamiento EF4PTOC_51N67N

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque SMAI, se utiliza para determinar el nivel de corriente residual
U3P	Señal que combina los 3 fasores de voltaje. Proviene de SMAI, utilizado para determinar la direccionalidad en caso de operar la función 51N
I3PPOL	Polarización en corriente para el relé, determina la direccionalidad de la corriente
BLOCK	Bloqueo de la función térmica de sobrecarga
BLKTR	Bloqueo de la señal de disparo
BLKSTn(n=1,...,4)	Bloqueo de la subfunción "n"
ENMULn (n=1,2,3,4)	Multiplicador de corriente, es usado cuando se utiliza dos o más líneas en paralelo de acuerdo a la subfunción "n"
CBPOS	Posición del interruptor abierto
CLOSECB	Comando de cierre manual al interruptor
OPENCB	Comando de apertura manual al interruptor

Tabla N° 3.4.26 Salidas del bloque de procesamiento EF4PTOC_51N67N

Señal	Descripción
TRIP	Señal de disparo debido al retraso de sobrecorriente a tierra
TRINn(n=1,... 4)	Señal de disparo proveniente de la etapa "n"

Tabla N° 3.4.27 Entradas del bloque de procesamiento OC4PTOC_51_67

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por el bloque SMAI, se utiliza para determinar la sobrecorriente
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión. Viene del bloque SMAI, se utiliza para determinar la direccionalidad de la sobrecorriente
BLOCK	Señal que bloquea la función
BLKTR	Bloqueo de la señal de disparo
BLKST1	Bloqueo de la primera etapa del diseño de la función.
BLKST2	Bloqueo de la segunda etapa del diseño de la función.
BLKST3	Bloqueo de la tercera etapa del diseño de la función.
BLKST4	Bloqueo de la cuarta etapa del diseño de la función.
ENMULT1	Cuando se activa, indica que los valores de corriente para la 1° etapa
ENMULT2	Cuando se activa, indica que los valores de corriente para la 2° etapa
ENMULT3	Cuando se activa, indica que los valores de corriente para la 3° etapa
ENMULT4	Cuando se activa, indica que los valores de corriente para la 4° etapa

- OC4PTOC_51_67, bloque lógico de protección de sobrecorriente de fase de tiempo inverso

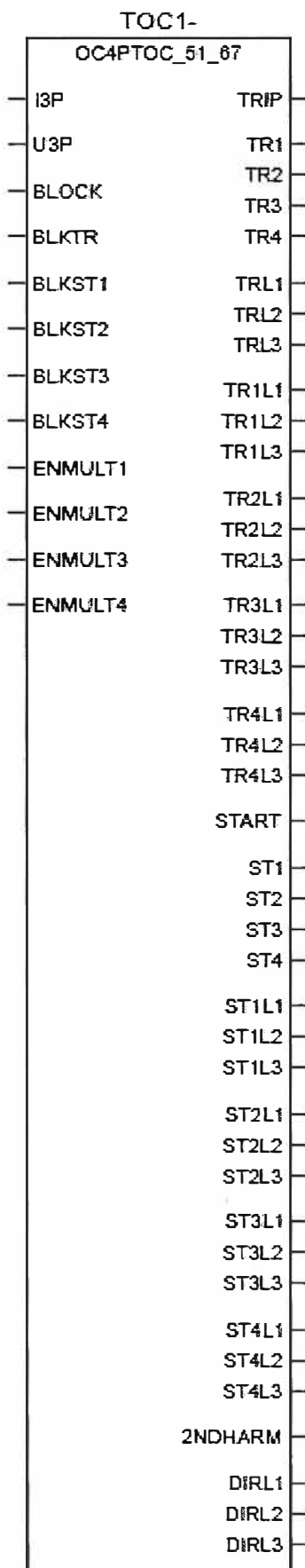


Fig. 3.23 Bloque funcional OC4PTOC_51_67

Tabla N° 3.4.28 Salidas del bloque de procesamiento OC4PTOC_51_67

Señal	Descripción
TRIP	Señal de salida de disparo, es utilizada para la lógica de recierre
TRn (n=1,2, 3,4)	Disparo común de la etapa "n"
TRLn(n=1,2, 3,4)	Disparo de la fase "n" (R,S,T), envía a las señales binarias de salida
TR1Ln(n=1, 2, 3)	Disparo de la fase "n" (R,S,T) proveniente la primera etapa
TR2Ln (n=1,2, 3)	Disparo de la fase "n" (R,S,T) proveniente la segunda etapa
TR3Ln (n=1,2, 3)	Disparo de la fase "n" (R,S,T) proveniente la tercera etapa
TR4Ln (n=1,2, 3)	Disparo de la fase "n" (R,S,T) proveniente la cuarta etapa
START	Señal de arranque general
STn (n=1, 2, 3, 4)	Señal de arranque común debido a la "n" etapa
STLn(n=1,2,3,4)	Señal de arranque para la fase "n" (R,S,T)
ST1Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R,S,T) debido a la primera etapa
ST2Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R,S,T) debido a la segunda etapa
ST3Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R,S,T) debido a la tercera etapa
ST4Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R,S,T) debido a la cuarta etapa
2NDHARM	Bloqueo de la función debido a la detección de segunda armónica, se utiliza para considerar magnetización de los transformadores
DIRLn (n=1,2, 3)	Direccionalidad de la fase "n" (R,S,T)

- SDDRFUF, bloque lógico para supervisión de disparo térmico de tensión

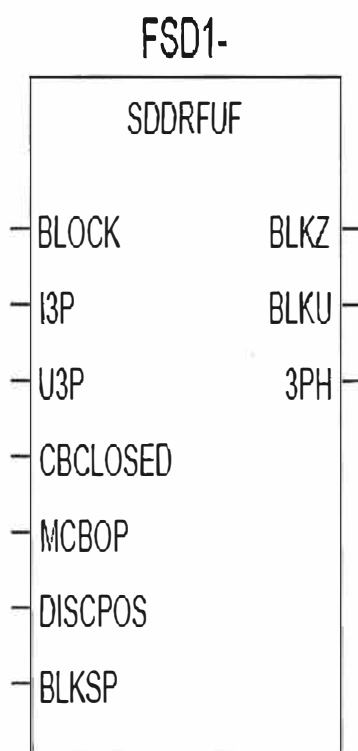


Fig. 3.24 Bloque funcional SDDRFUF

Tabla N° 3.4.29 Entradas del bloque de procesamiento SDDRFUF

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente. Es generada por SMAI
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión. Es generada por SMAI
BLOCK	Bloqueo de la función vigilancia de ruptura del conductor
CBCLOSED	Señal que se activa cuando el interruptor está cerrado e indica la posición de interruptor.
MCBOP	Señal que se activa cuando una señal externa de disparo de la vigilancia de medición es enviada
DISCPOS	Se activa cuando el conector de la línea es abierto
BLKTRIP	Señal de bloqueo para la señal de disparo

Tabla N° 3.4.30 Salidas del bloque de procesamiento SDDRFUF

Señal	Descripción
BLKZ	Señal que controla las funciones de impedancia y sobrecorriente de respaldo, se activa de acuerdo a lo anterior
BLKU	Arranque general de la función, activa o desactiva las funciones de sobre o subtensión
3PH	Arranque de la función en las tres fases
DLD1PH	Condición de pérdida de la línea en al menos una fase
DLD3PH	Condición de pérdida de la línea en las tres fases

- CVGAPC, bloque lógico de protección de sobretensión temporizada

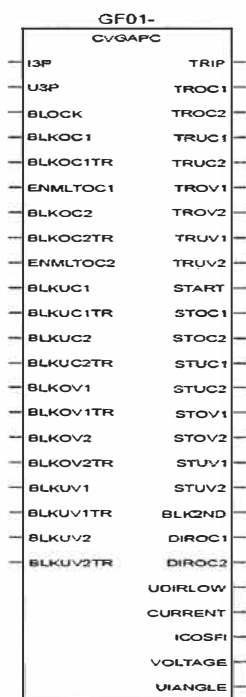


Fig. 3.25 Bloque funcional CVGAPC

- OV2PTOV_59, bloque lógico de protección de sobretensión temporizada

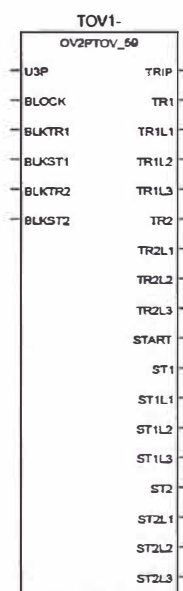


Fig. 3.26 Bloque funcional OV2PTOV_59

Tabla N° 3.4.31 Entradas del bloque de procesamiento CVGAPC

Señal	Descripción
I3P	Señal que combina los 3 fasores de corriente
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión
BLOCK	Bloqueo de la función
BLKOC1	Bloqueo de función sobrecorriente OC1
BLKOC1TR	Bloqueo de disparo por función sobrecorriente OC1
ENMLTOC1	Cuando se activa, la corriente es multiplicada por el uso de OC1
BLKOC2	Bloqueo de función sobrecorriente OC2
BLKOC2TR	Bloqueo de disparo por función sobrecorriente OC2
ENMLTOC2	Cuando se activa, la corriente es multiplicada por el uso de OC2
BLKUC1	Bloqueo de función subcorriente UC1
BLKUC1TR	Bloqueo de disparo por función subcorriente UC1
BLKUC2	Bloqueo de función subcorriente UC2
BLKUC2TR	Bloqueo de disparo por función subcorriente UC2
BLKOV1	Bloqueo de función sobretensión OV1
BLKOV1TR	Bloqueo de disparo por función sobretensión OV1
BLKOV2	Bloqueo de función sobretensión OV2
BLKOV2TR	Bloqueo de disparo por función sobretensión OV2
BLKUV1	Bloqueo de función subtensión UV1
BLKUV1TR	Bloqueo de disparo por función subtensión UV1
BLKUV2	Bloqueo de función subtensión UV2
BLKUV2TR	Bloqueo de disparo por función subtensión UV2

Tabla N° 3.4.32 Salidas del bloque de procesamiento CVGAPC

Señal	Descripción
TRIP	Señal de disparo general
TROC1	Señal de disparo debido a función sobrecorriente OC1
TROC2	Señal de disparo debido a función sobrecorriente OC2
TRUC1	Señal de disparo debido a función subcorriente UC1
TRUC2	Señal de disparo debido a función subcorriente UC2
TROV1	Señal de disparo debido a función sobretensión OV1
TROV2	Señal de disparo debido a función sobretensión OV2
TRUV1	Señal de disparo debido a función subtensión UV1
TRUV2	Señal de disparo debido a función subtensión UV2
START	Arranque de señal general
STOC1	Arranque de señal debido a sobrecorriente, función OC1
STOC2	Arranque de señal debido a sobrecorriente, función OC2
STUC1	Arranque de señal debido a subcorriente, función UC1
STUC2	Arranque de señal debido a subcorriente, función UC2
STOV1	Arranque de señal debido a sobretensión, función OV1
STOV2	Arranque de señal debido a sobretensión, función OV2
STUV1	Arranque de señal debido a subtensión, función UV1
STUV2	Arranque de señal debido a subtensión, función UV2
BLK2ND	Bloqueo desde la detección de segunda armónica
DIROC1	Modo direccional de OC1 (no direc.,reversa)
DIROC2	Modo direccional de OC2 (no direc.,reversa)
UDIRLOW	Baja tensión por polarización direccional
CURRENT	Medición valor de corriente
ICOSFI	Medición de corriente multiplicada por $\cos\theta$
VOLTAGE	Medición valor de tensión
UIANGLE	Angulo entre tensión y corriente

Tabla N° 3.4.33 Entradas del bloque de procesamiento OV2PTOV_59

Señal	Descripción
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión. Es generada por SMAI
BLOCK	Bloqueo de la función de sobretensión
BLKTR1	Bloqueo del disparo de la operación de la primera etapa
BLKST1	Bloqueo del arranque de la primera etapa
BLKTR2	Bloqueo del disparo de la operación de la segunda etapa
BLKST2	Bloqueo del arranque de la segunda etapa

Tabla N° 3.4.34 Salidas del bloque de procesamiento OV2PTOV_59

Señal	Descripción
TRIP	Disparo debido a la función TOV
TR1	Señal común de disparo debido a la primera etapa
TR1Ln (n=1,2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R, S, T) debido a la primera etapa
TR2	Señal común de disparo debido a la segunda etapa
TR2Ln (n=1,2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R,S,T) debido a la segunda etapa
START	Señal de arranque general
ST1	Señal común de arranque debido a la primera etapa
ST1Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R, S, T) debido a la primera etapa
ST2	Señal común de arranque debido a la segunda etapa
ST2Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R, S, T) debido a la segunda etapa

- UV2PTUV_27, bloque lógico de protección de sobretensión con retardo

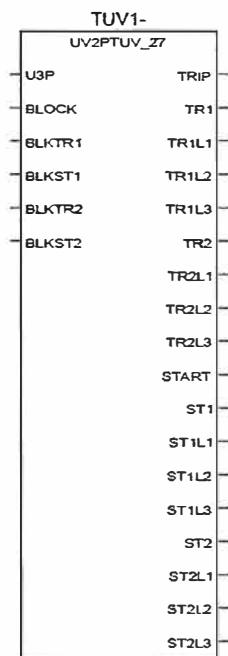


Fig. 3.27 Bloque funcional UV2PTUV_27

Tabla N° 3.4.35 Entradas del bloque de procesamiento UV2PTUV_27

Señal	Descripción
U3P	Señal que combina los 3 fasores de tensión. Proviene de SMAI
BLOCK	Bloqueo de la función proveniente del bloque vigilancia de medición de tensión (FSD)
BLKTR1	Bloqueo del disparo de la operación de la primera etapa
BLKST1	Bloqueo del arranque de la primera etapa
BLKTR2	Bloqueo del disparo de la operación de la segunda etapa
BLKST2	Bloqueo del arranque de la segunda etapa

Tabla N° 3.4.36 Salidas del bloque de procesamiento UV2PTUV_27

Señal	Descripción
TRIP	Disparo debido a la función TUV
TR1	Señal común de disparo debido a la primera etapa
TR1Ln (n=1,2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R, S, T) debido a la primera etapa
TR2	Señal común de disparo debido a la segunda etapa
TR2Ln (n=1,2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R,S,T) debido a la segunda etapa
START	Señal de arranque general
ST1	Señal común de arranque debido a la primera etapa
ST1Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R, S, T) debido a la primera etapa
ST2	Señal común de arranque debido a la segunda etapa
ST2Ln (n=1,2, 3)	Señal de arranque de la fase "n" (R, S, T) debido a la segunda etapa

- ZC1WPSCH_85, bloque lógico para corriente reversa y función de alimentación débil en un extremo (WEI) para comunicación de una sola fase.

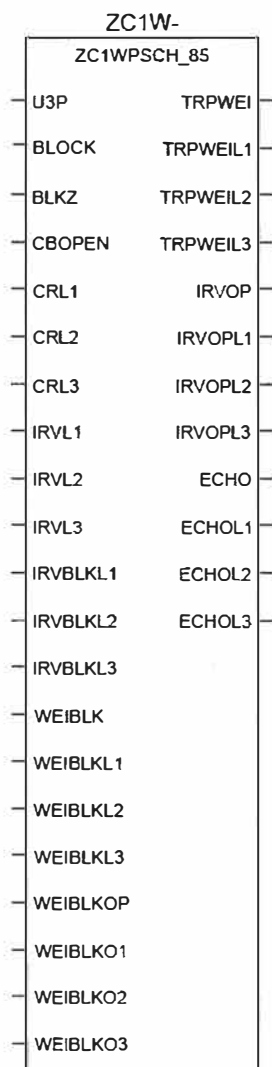


Fig. 3.28 Bloque funcional ZC1WPSCH_85

Tabla N° 3.4.37 Entradas del bloque de procesamiento ZC1WPSCH_85

Señal	Descripción
U3P	Señal que combina los 3 fasores de voltaje. Es generada por el bloque SMAI
BLOCK	Señal que realiza el bloqueo de la función, se puede bloquear por pérdida de tensión
BLKZ	Señal de bloqueo de la lógica WEI debido a la función falla de señal de tensión
CBOPEN	Señal de bloqueo de la lógica WEI debido a interruptor abierto
CRL1	Señal de arranque recibida por la lógica WEI en la fase R esta señal proviene del bloque de comunicación ZC1P
CRL2	Señal de arranque recibida por la lógica WEI en la fase S esta señal proviene del bloque de comunicación ZC1P
CRL3	Señal de arranque recibida por la lógica WEI en la fase T esta señal proviene del bloque de comunicación ZC1P
IRVL1	Señal de arranque de la lógica de corriente inversa en la fase R, esta señal proviene de la lógica de preprocesamiento a dicha lógica
IRVL2	Señal de arranque de la lógica de corriente inversa en la fase S, esta señal proviene de la lógica de preprocesamiento a dicha lógica
IRVL3	Señal de arranque de la lógica de corriente inversa en la fase T, esta señal proviene de la lógica de preprocesamiento a dicha lógica
IRVBLKL1	Bloqueo de la función de corriente inversa en la fase R
IRVBLKL2	Bloqueo de la función de corriente inversa en la fase S
IRVBLKL3	Bloqueo de la función de corriente inversa en la fase T
WEIBLK	Bloqueo de la lógica WEI
WEIBLKL1	Bloqueo de la lógica WEI en la fase R
WEIBLKL2	Bloqueo de la lógica WEI en la fase S
WEIBLKL3	Bloqueo de la lógica WEI en la fase T
WEIBLKOP	Bloqueo de la lógica WEI debido a la operación de otra protección
WEIBLKO1	Bloqueo de la lógica WEI en la fase R, debido a la operación de otra protección, proviene de la lógica de preprocesamiento.
WEIBLKO2	Bloqueo de la lógica WEI en la fase S, debido a la operación de otra protección, proviene de la lógica de preprocesamiento .
WEIBLKO3	Bloqueo de la lógica WEI en la fase T, debido a la operación de otra protección, proviene de la lógica de preprocesamiento.

Tabla N° 3.4.38 Salidas del bloque de procesamiento ZC1WPSCH_85

Señal	Descripción
TRPWEI	Señal de disparo de la lógica WEI
TRPWEIL1	Señal de disparo de la lógica WEI en la fase R
TRPWEIL2	Señal de disparo de la lógica WEI en la fase S
TRPWEIL3	Señal de disparo de la lógica WEI en la fase T
IRVOP	Operación de la lógica de corriente inversa
IRVOPL1	Indica la operación de la lógica de corriente inversa en la fase R
IRVOPL2	Indica la operación de la lógica de corriente inversa en la fase S
IRVOPL3	Indica la operación de la lógica de corriente inversa en la fase T
ECHO	Señal transmitida por la lógica WEI, esta señal no es usada por la lógica combinatorial completa, sin embargo las señales de cada fase si, como se nota a continuación
ECHOL1	Señal transmitida por la lógica WEI en la fase R, esta señal se utiliza para activar el sobrealcance del esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia
ECHOL2	Señal transmitida por la lógica WEI en la fase S, esta señal se utiliza para activar el sobrealcance del esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia
ECHOL3	Señal transmitida por la lógica WEI en la fase T, esta señal se utiliza para activar el sobrealcance del esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia

- ZC1PPSCH_85, bloque lógico para esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia.

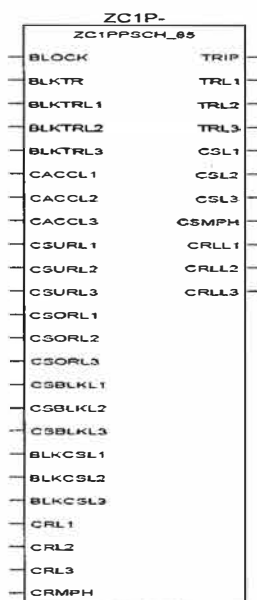


Fig. 3.29 Bloque funcional ZC1PPSCH_85

Tabla N° 3.4.39 Entradas del bloque de procesamiento ZC1PPSCH_85

Señal	Descripción
BLOCK	Señal que realiza el bloqueo de la función, se puede bloquear por pérdida de tensión
BLKZ	Señal de bloqueo de la lógica WEI debido a la función falla de señal de tensión
CBOPEN	Señal de bloqueo de la lógica WEI debido a interruptor abierto
CRL1	Señal de arranque recibida por la lógica WEI en la fase R esta señal proviene del bloque de comunicación ZC1P
CRL2	Señal de arranque recibida por la lógica WEI en la fase S esta señal proviene del bloque de comunicación ZC1P
CRL3	Señal de arranque recibida por la lógica WEI en la fase T esta señal proviene del bloque de comunicación ZC1P
IRVL1	Señal de arranque de la lógica de corriente inversa en la fase R, esta señal proviene de la lógica de preprocesamiento
IRVL2	Señal de arranque de la lógica de corriente inversa en la fase S, esta señal proviene de la lógica de preprocesamiento
IRVL3	Señal de arranque de la lógica de corriente inversa en la fase T, esta señal proviene de la lógica de preprocesamiento
IRVBLKL1	Bloqueo de la función de corriente inversa en la fase R
IRVBLKL2	Bloqueo de la función de corriente inversa en la fase S
IRVBLKL3	Bloqueo de la función de corriente inversa en la fase T
WEIBLK	Bloqueo de la lógica WEI
WEIBLKL1	Bloqueo de la lógica WEI en la fase R
WEIBLKL2	Bloqueo de la lógica WEI en la fase S
WEIBLKL3	Bloqueo de la lógica WEI en la fase T
WEIBLKOP	Bloqueo de la lógica WEI debido a la operación de otra protección
WEIBLKO1	Bloqueo de la lógica WEI en la fase R, debido a la operación de otra protección, proviene de la lógica de preprocesamiento .
WEIBLKO2	Bloqueo de la lógica WEI en la fase S, debido a la operación de otra protección, proviene de la lógica de preprocesamiento .
WEIBLKO3	Bloqueo de la lógica WEI en la fase T, debido a la operación de otra protección, proviene de la lógica de preprocesamiento .

Tabla N° 3.4.40 Salidas del bloque de procesamiento ZC1PPSCH_85

Señal	Descripción
TRPWEI	Señal de disparo de la lógica WEI
TRPWEIL1	Señal de disparo de la lógica WEI en la fase R
TRPWEIL2	Señal de disparo de la lógica WEI en la fase S
TRPWEIL3	Señal de disparo de la lógica WEI en la fase T
IRVOP	Operación de la lógica de corriente inversa
IRVOPL1	Indica la operación de la lógica de corriente inversa en la fase R
IRVOPL2	Indica la operación de la lógica de corriente inversa en la fase S
IRVOPL3	Indica la operación de la lógica de corriente inversa en la fase T
ECHO	Señal transmitida por la lógica WEI, esta señal no es usada por la lógica combinacional completa
ECHOL1	Señal transmitida por WEI-faseR, es utilizada para activar el sobrealcance del esquema de comunicación para la protección de distancia
ECHOL2	Señal transmitida por WEI-faseS, es utilizada para activar el sobrealcance del esquema de comunicación para la protección de distancia
ECHOL3	Señal transmitida por WEI-faseT, es utilizada para activar el sobrealcance del esquema de comunicación para la protección de distancia

- TMAGGIO, Primer lógica de disparo del interruptor

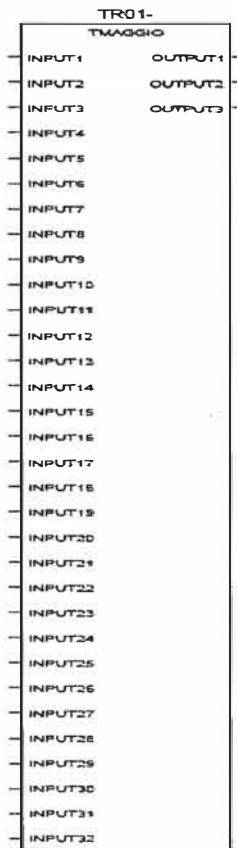


Fig. 3.30 Bloque funcional TMAGGIO

Tabla N° 3.4.41 Entradas del bloque de procesamiento TMAGGIO

Señal	Descripción
INPUTn(n=1..32)	Entrada binaria "n"

Tabla N° 3.4.42 Salidas del bloque de procesamiento TMAGGIO

Señal	Descripción
OUTPUT1	Señal de salida común para las primeras 16 entradas
OUTPUT2	Señal de salida común para las segundas 16 entradas
OUTPUT3	Señal de salida común para las 32 entradas

- SMPPTRC_94, lógica final de disparo del interruptor

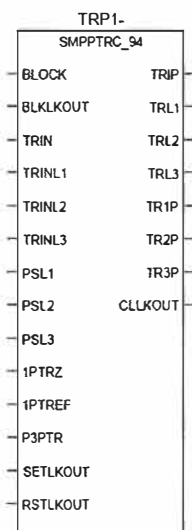


Fig. 3.31 Bloque funcional SMPPTRC_94

Tabla N° 3.4.43 Entradas del bloque de procesamiento SMPPTRC_94

Señal	Descripción
BLOCK	Señal que bloquea la función
BLKLKOUT	Bloqueos externos para el circuito del interruptor
TRIN	Disparo de todas las fases
TRINLn	Disparo de la fase "n" (R,S,T)
PSLn	Entrada funcional de selección de fase "n" (R,S,T)
IPTRZ	Disparo por zona con selección de fase por separado
IPTRF	Disparo de una fase con selección de fase por separado
P3PTR	Preparación para disparo tripolar en caso de falla de recierre
SETLKOUT	Señal que activa enclavamientos en la operación del interruptor (set lockout)
RSTLKOUT	Señal que desactiva enclavamientos en la operación del interruptor (reset lockout)

Tabla N° 3.4.44 Salidas del bloque de procesamiento SMPPTRC_94

Señal	Descripción
TRIP	Salida de disparo trifásico
TRLn (n=1, 2, 3)	Señal de disparo de la fase "n" (R,S,T)
TR1P	Disparo monopolar
TR2P	Disparo bipolar
TR3P	Disparo tripolar
CLLKOUT	Bloqueo de cierre al circuito del interruptor

- SMBRREC_79, lógica final de recierre del interruptor

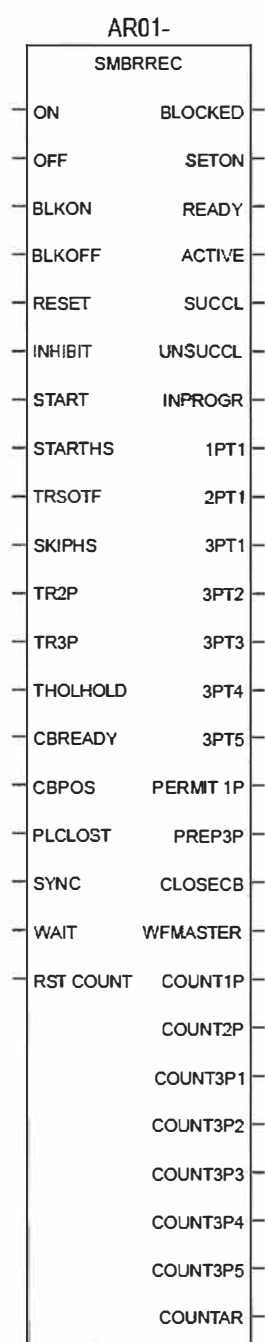


Fig. 3.32 Bloque funcional SMBRREC_79

Tabla N° 3.4.45 Entradas del bloque de procesamiento SMBRREC_79

Señal	Descripción
ON	Activación externa de la función (ExternalCtrl), se activa por entrada binaria
OFF	Desactivación externa de la función (ExternalCtrl), se activa por entrada binaria
BLKON	Bloqueo de la función AR
BLKOFF	Desbloqueo de la función AR
RESET	Restablece la función a las condiciones iniciales, o sea pone los contadores en cero
INHIBIT	Interrupción y des habilitación de la función AR
START	Arranque de la función AR debido a una señal de protección
STARTHS	Realiza un recierre sin considerar el sincronismo
SKIPHS	Deshabilita los recierres sin considerar sincronismo y solo hace uso de los recierres sincronizados
ZONESTEP	Señal que coordina el recierre de la función con demás equipos utilizados para recierres.
TR2P	Señal que indica que 2 fases han sido abiertos los recierres
TR3P	Señal que indica que 3 fases han sido abiertas
THOLHOLD	Señal utilizada para sostener en estado de espera la función AR
CBREADY	Indica que se cumplen las condiciones para el recierre, como lo son interruptor abierto, lleno de SF6 o bien con los resortes de operación tensados
CBPOS	Indica el estado del interruptor, se considera que está cerrado para que cuando se presente el disparo se inicie el ciclo de recierre
PLCLOST	Indica la pérdida de la señal de teleprotección
SYNC	Señal del bloqueo por sincronización, indica si hay o no sincronismo entre los elementos a conectar, es un permiso en caso de activarse la señal START
WAIT	Señal que indica un estado de espera
RSTCOUNT	Restablece todos los contadores
MODEINT	Entrada utilizada para ajustar el modo de operación

Tabla N° 3.4.46 Salidas del bloque de procesamiento SMBRREC_79

Señal	Descripción
BLOCKED	Indica que la función AR se encuentra en estado de bloqueo
SETON	Indica que la función se encuentra activada
READY	Indica que la función esta lista para iniciar una nueva secuencia

3.13 Registrador de Fallas

El registrador de fallas es un módulo de un sistema de registro digital distribuido para adquisición, monitoreo registro y análisis de una cantidad elevada de variables eléctricas analógicas y digitales.



Fig. 3.33 RPV311 – Registrador de Fallas

3.14 Bloque de pruebas

Es un equipo que permite realizar las pruebas a los equipos de protección y controladores de bahía, con capacidad para aislar los circuitos secundarios provenientes de los TC's y los TT's, y los contactos de salida que ejecutan disparos de apertura. Con ayuda de este equipo, se es posible inyectar valores de corriente y tensión al equipo que se encuentre asociado, y así comprobar si el mismo está actuando correctamente. El equipo seleccionado es un FT de marca ABB, (Véase Fig. 3.34).

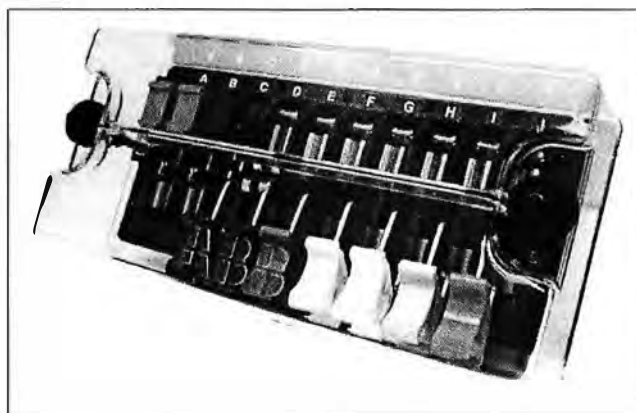


Fig. 3.34 Bloque de pruebas

3.15 Relé auxiliar de disparo RXMVB2

Este relé es usado en aplicaciones de bloqueo (función 86), donde existe la necesidad de alta capacidad de interrupción de contactos biestables con las siguientes características:

- Opera con tensión alterna (CA) o continua (CC).
- Operación eléctrica o manual (Operar/reset).

- Consta de 8 contactos con alta capacidad de interrupción de corriente, con contactos de la bobina de corte en serie.

La bobina de corte representa presenta como característica especial el consumo de potencia no continua, por ello no se genera una acumulación de calor.

Tabla N° 3.5 Valores y tiempos de operación de RXMVB2

Type ac or dc operated	RXMVB 2		RXMVB 4	
	dc	50-60 Hz	dc	50-60 Hz
No. of contacts	8 heavy-duty bridge contacts		14 heavy-duty bridge contacts	
Reset	hand or electric			
Change-over time for contact which makes/breaks Typical values	ms			
	20/15	20/15	30/25	30/20
Duty range in % of U_r	80-110			
Power consumption at U_r	During operation W		During operation W	
$U_r = 24\text{ V}$	1,9		2,8	
48 V	2,1		2,7	
110 V	2,8	13 VA	3,9	13 VA
125 V	1,8		3,1	
220 V	2,5		3,0	
250 V	1,9		3,5	
Permitted ambient temperature °C	-25 to +55			
Contacts				
Max. system voltage dc/ac:				
within a contact set	V		450/400	
between sets of contacts	V		-	
Current carrying capacity (for already closed contact)				
200 ms/1 s	A		90/50	
continuously	A		10	
Making and conducting capacity $L/R > 10\text{ ms}$				
200 ms/1 s	A		30/20	
1 s, 2 contacts in parallel	A		30	
Breaking capacity				
ac PF > 0,1 max 250 V	A		20	
Breaking capacity dc $L/R < 40\text{ ms}$				
$U_r = 24\text{ V}$	A	20		
48 V	A	12		
110 V	A	3		
125 V	A	2,5		
220V	A	1		
250 V	A	0,8		
Insulation tests:				
Dielectric tests, 50 Hz, 1 min	kV		2,5	
Impulse voltage test, 1,2/50 μs , 0,5 J	kV		5,0	
Dimension (U and C)	2U 12C		4U 12C	
Weight (kg)	0,5		1	

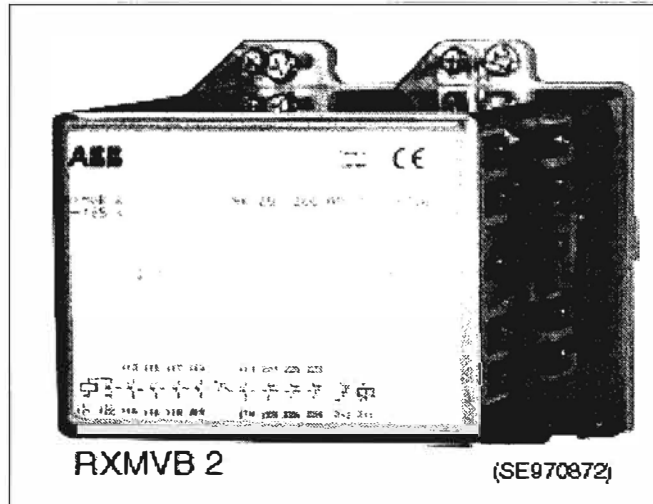


Fig. 3.35 Relé de RXMVB2

3.16 Relé de disparo RXMS1

Este relé es producido para el uso en corriente continua, posee un tiempo de operación muy corto, si fuera la variante A, el tiempo estaría por debajo de los 4ms y si fuera variante B el tiempo está por debajo de los 1.5ms.

Este relé es particularmente adecuado como relé de disparo (trip) debido a su alta velocidad (función 94) como accesorio para la protección de relés y repetidor de contactos, una variante especial es que no está influenciado por el efecto capacitivo por fallas de tierra y que también tiene un mejor aislamiento de contacto abierto, esta producido para altas perturbaciones. (Véase Tabla. 3.6).

En el presente caso, este relé es usado para efectuar el cierre manual-remoto del interruptor de potencia, la orden de su operación proviene del uso de una salida digital de la unidad de control UC (REC670).

Tabla N° 3.6 Valores y tiempo de operación de RXMS1

Operate values and times

Relay type	Pick-up value	Drop-out value	Pick-up time, typical values, make/break contact	Drop-out time, typical values, make/break contact
	% of U_r	% of U_r	ms	ms
RXMA 1	< 50	> 12	40/30	15/20
RXMA 1, variant 37 and 52 dc	< 40	> 10	25/15	15/20
RXMA 1, variant 37 and 52 ac	< 70	> 30	50/35	80/80
RXMA 2	< 80	> 25	30/20	5/10
RXME 1	< 80	> 10	35/25	5/15
RXMH 2 dc	< 80	> 20	60/35	25/35
RXMH 2 ac	< 80	> 20	60/35	60/60
RXMM 1	< 80	> 5	30/20	5/10
RXMS 1 var. A	< 80	> 5	4/3,5	2,5/5
RXMS 1 var. B	< 80	> 5	5,5/5	2,5/5
RXMS 1 var. E	55-80	> 10	8/6	3/5
RXMT 1	< 80	> 10	1,5/1,5	1,5/1,5
RXSF 1	< 80	> 5	30/20	5/10



Fig. 3.36 Relé auxiliar RXMS1

3.17 Relé de disparo rápido RXMH2

Este relé es utilizado cuando existe la necesidad de contar con contactos de alta capacidad de interrupción de corriente, también es utilizada como relé auxiliar para retrip de interruptores (función 94).

En el presente caso el relé RXMH2 se usa para realizar los retrip de los circuitos de disparo 1 y 2.

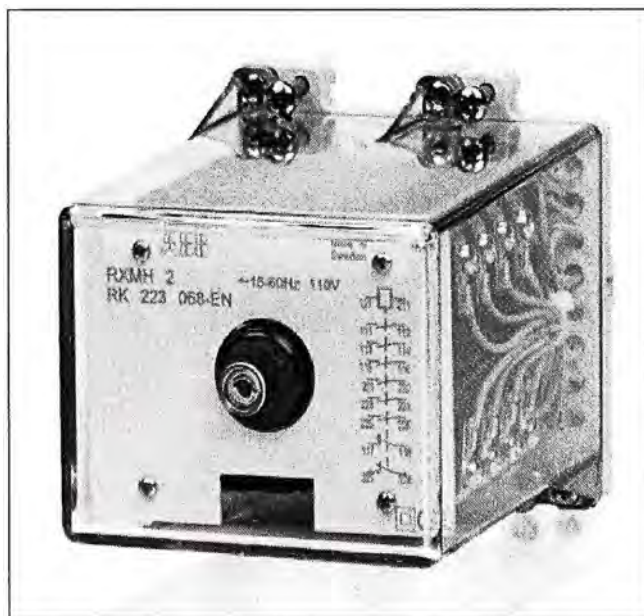


Fig. 3.37 RXMH2 – Relé auxiliar

3.18 Relé auxiliar CRMD4

El relé CR-M es utilizado para aislamiento eléctrico, ampliación y señal de congruencia entre el control electrónico, por ejemplo, PLC (controlador lógico programable), PC o barramiento del sistema y nivel del sensor/actuador. En contraste con los interruptores electrónicos, los relés de interfaces acoplables no usan protectores de circuitos adicionales internos y, por tanto, son a prueba de sobrecarga contra corto-plazo de variaciones como picos de tensión o corriente.

Utilizado también para detectar falta de tensión (función 27CC).

Este relé es utilizado cuando existe la necesidad de contar con contactos de alta capacidad de interrupción de corriente, también es utilizada como relé auxiliar para retrip de interruptores (función 94).

En el presente caso el relé CRMD4 se usa como supervisor de tensión y para repetir señales.

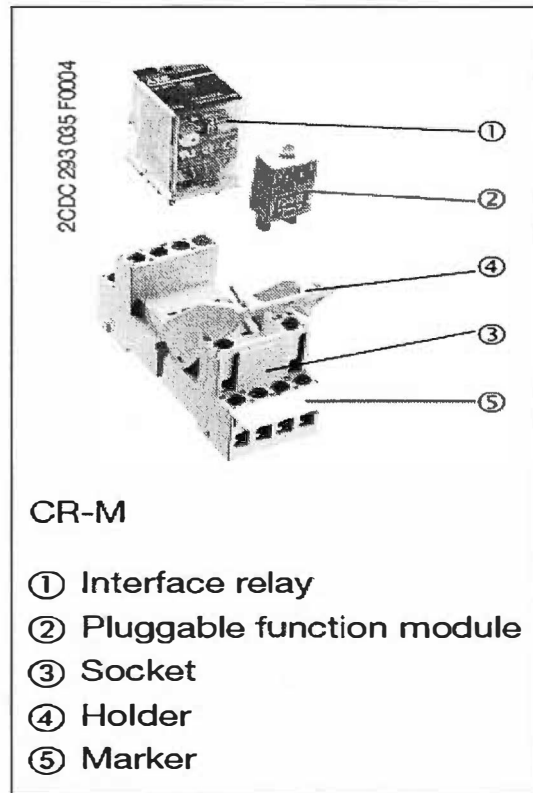


Fig. 3.38 CRMD4 – Relé auxiliar

CAPITULO IV
APLICACIÓN DE METODOLOGÍA
DISEÑO DE LOS DIAGRAMAS FUNCIONALES Y LÓGICOS DE
LA NUEVA BAHIA DE LINEA

4.1 Generalidades

Los diagramas funcionales y diagramas lógicos, son necesarios para el desarrollo de la ingeniería y los mismos se encuentran relacionados entre sí, (Véase Fig. 4.1).

Para ello se utiliza un software de diseño, que permite realizar diseños de instalaciones eléctricas. Este cuenta con la capacidad de generar referencias cruzadas, conexionado interno, esquemas de interligación, diagrama de polaridad, diagramas topográficos, diagramas constructivos, realización de listas de materiales y equipos, numeración de cables y multiconductores utilizados en este nuevo campo, todo ello de forma automática a partir de los diagramas funcionales. Se utiliza el programa llamado E3 SERIES para el desarrollo de los diagramas unifilares, funcionales y lógicos. El desarrollo de estos últimos es el que determina la filosofía de control y protección de la nueva bahía a integrar.

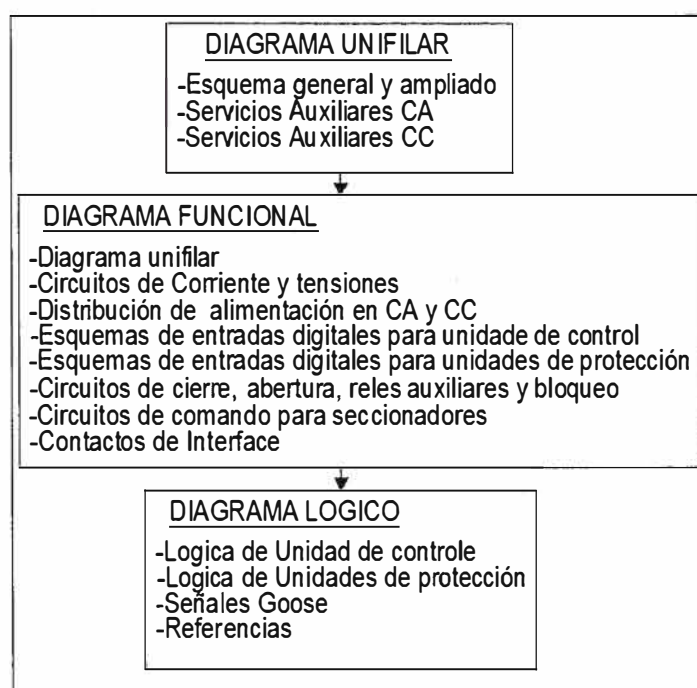


Fig. 4.1 Relación entre los diagramas Unifilar, funcional y lógico

4.2 Diagrama Unifilar

Para el desarrollo de la ingeniería de la nueva bahía, el diagrama unifilar es una visión amplia del proyecto el cual muestra de manera completa la relación entre los equipos de protección y control con los equipos de patio como se muestra en la fig.4.2.1 y 4.2.2.

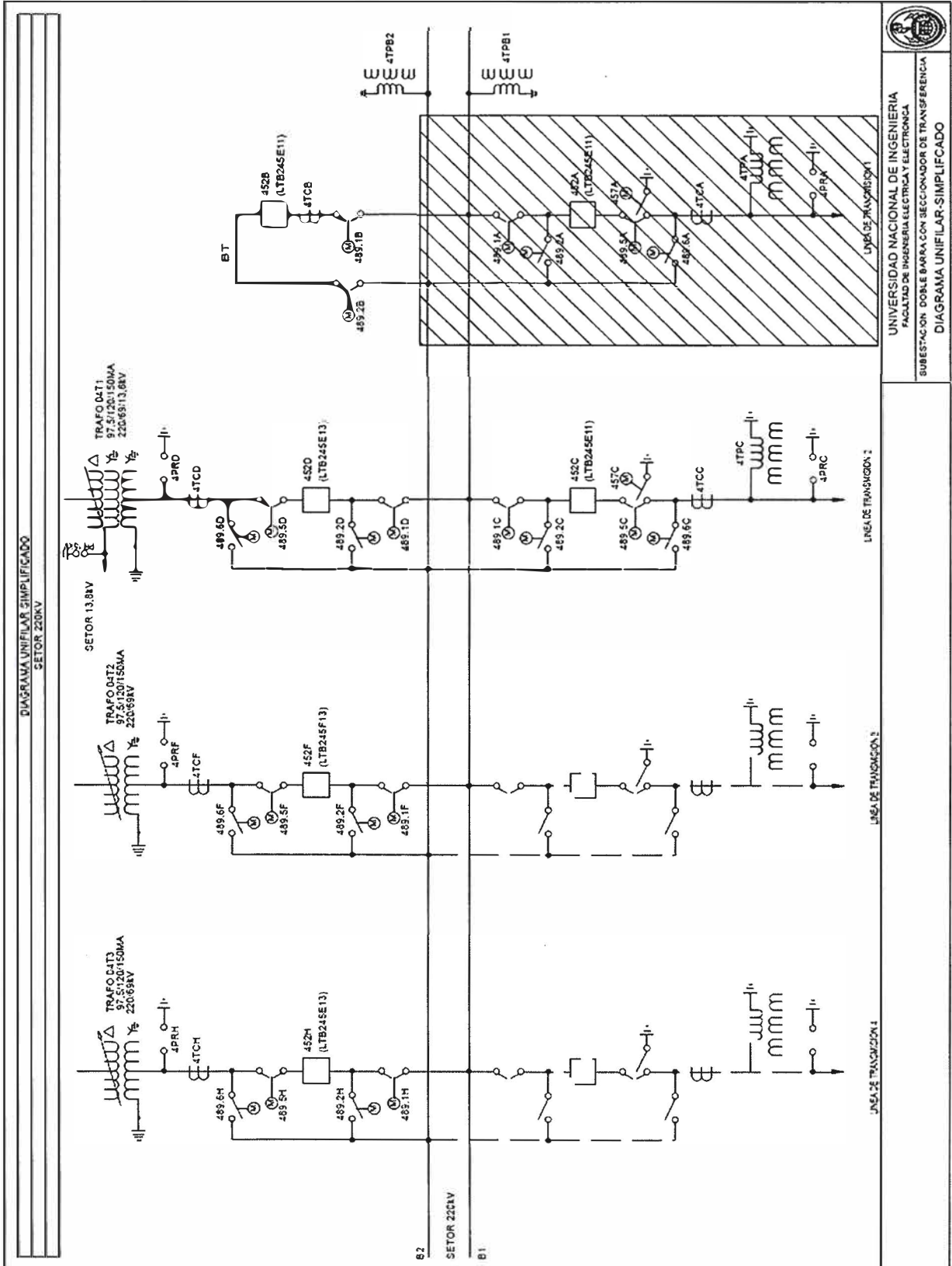


Fig. 4.2.1 Diagrama Unifilar Simplificado– Bahía de línea 220KV

Fig. 4.2.2 Diagrama Unifilar – Bahía de línea 220KV

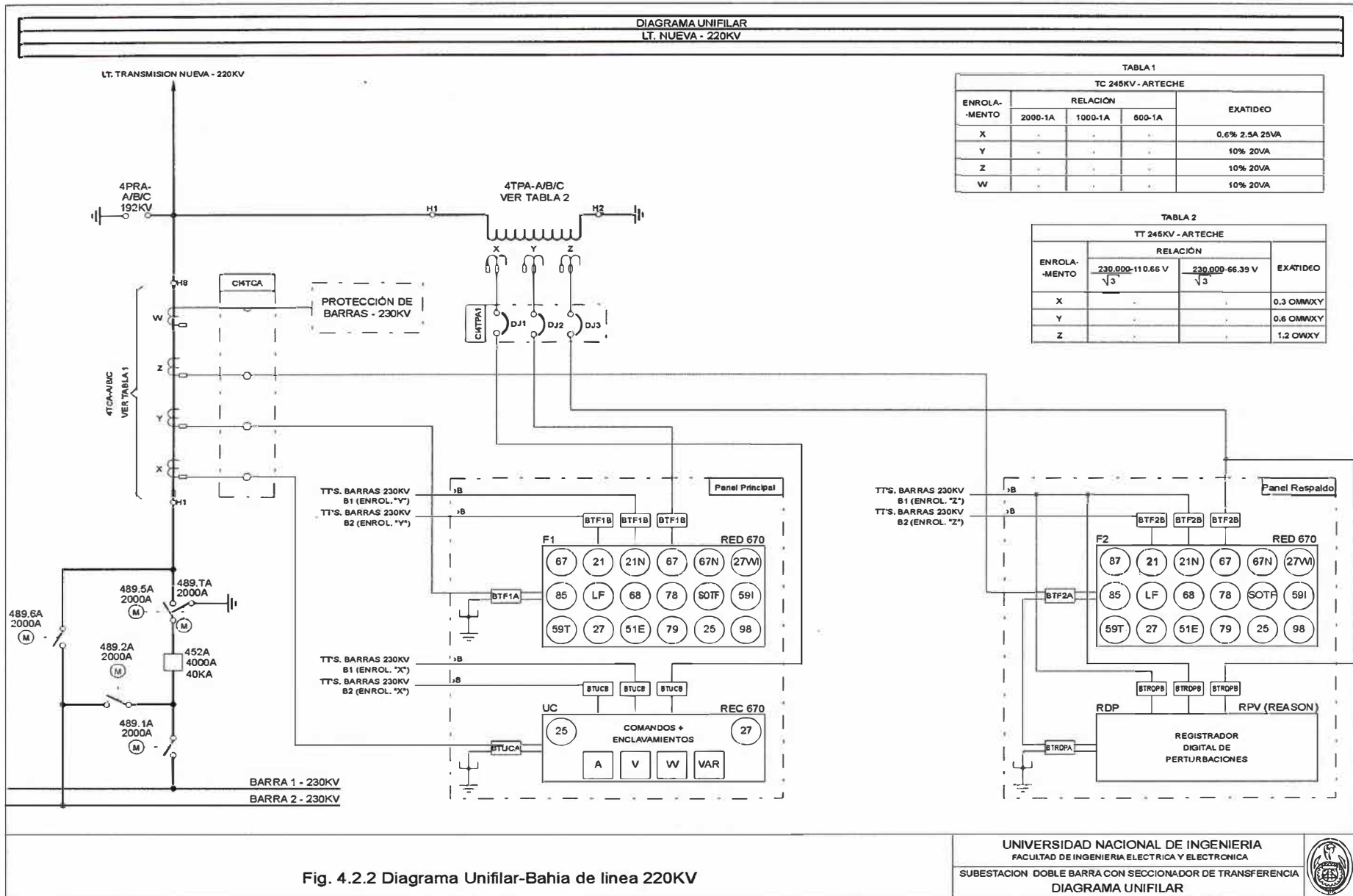


Fig. 4.2.2 Diagrama Unifilar-Bahía de línea 220KV



4.3 Diagrama Trifilar

En la figura 4.3 se encuentra la forma esquemática de los transformadores de corriente y tensión, los cuales suministran las señales de corriente y tensión a los equipos de control y protección.

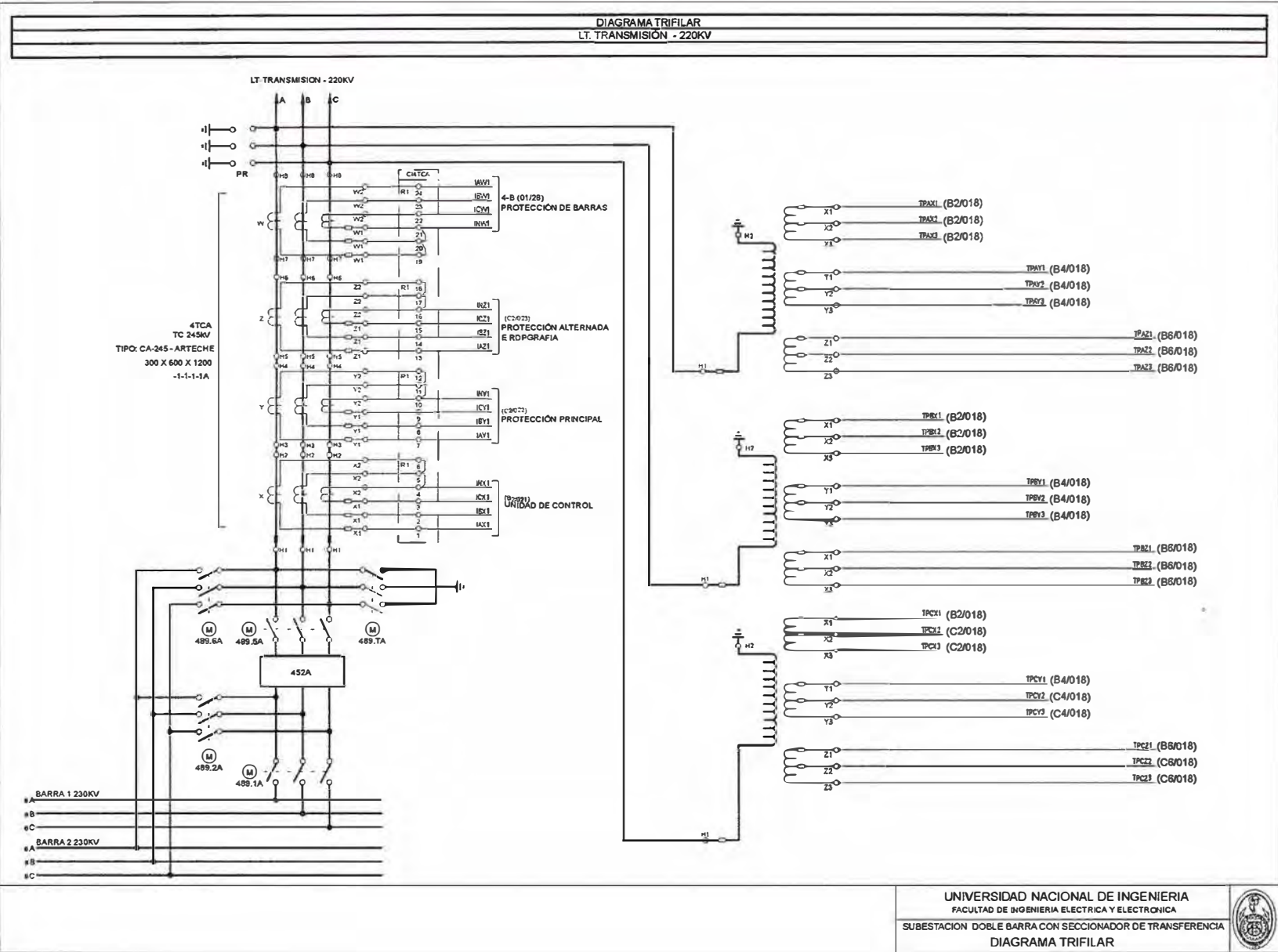


Fig. 4.3 Diagrama Trifilar – Bahía de línea 220KV

4.4 Diagrama de alimentación continua CC

La distribución de tensión continua cumple un papel importante en el normal desarrollo de operación de la bahía nueva, de ella depende la alimentación de los equipos de control, protección principal, protección alterna, relés auxiliares, circuitos de comando de los seccionadores, circuitos de cierre y apertura del interruptor, los cuales estarán supervisados por un relé de tensión 27 con el fin de verificar la correcta alimentación de todos los circuitos, debido a su importancia en el presente trabajo se opta por tener dos suministros en paralelo de tensión continua en 125Vcc, los cuales alimentan los paneles de control, protección principal y respaldo, tal como se ve en la figura. 4.4.

4.5 Unidad de control y supervisión

El control de la bahía de línea será a través del relé REC670, para ello la unidad de control recibe a través de sus entradas analógicas, los valores de corriente y tensión de los transformadores de corriente y tensión de línea respectivamente.

Las entradas digitales, reciben las posiciones, señales y alarmas de los equipos de patio como el interruptor y seccionadores como se ve en las figuras 4.5.1, 4.5.2 y 4.5.3.

Con toda la información recibida, la unidad de control UC, a través de sus bloques lógicos elabora la adecuada lógica para el correcto funcionamiento del control de la bahía de línea, estos bloques lógicos serán los encargados de generar las órdenes de cierre, apertura, y mantenimiento del interruptor de potencia, en el caso de los seccionadores las ordenes serán de control de enclavamientos, apertura y cierre, toda esta información es canalizada a través de las salidas digitales del relé, las cuales serán enviadas a los equipos de patio a través de su respectivo cableado externo.

4.6 Protección principal y respaldo

La protección principal y respaldo de la línea será efectuada por el relé RED670, al igual que la unidad de control, los relés de protección reciben las señales de corriente y tensión de sus respectivos transformadores de medida, cabe mencionar que antes de ingresar estas señales analógicas al relé deberán pasar por bloques de prueba que serán utilizados para realizar pruebas antes de la puesta en servicio de la línea, además de ello las entradas digitales del relé reciben las posiciones del interruptor de línea en base a los contactos de posición como se ve en la figura 4.6.1, ante la posible falla del otro relé de protección, este a través de un contacto del relé en falla envía una señal de supervisión.

Ante la falla de los transformadores de tensión, se usan los contactos de sus breakers, para enviar una señal de falla a las unidades de protección como se ve en la figura 4.6.2.

Con toda la información recibida, la unidad de protección a través de sus bloques lógicos elabora la adecuada lógica para la protección de la bahía de línea, estos bloques lógicos serán los encargados de generar las órdenes disparo para apertura a los circuitos 1 y 2 del interruptor de potencia de la línea, de la misma forma estas órdenes serán llevadas al panel de transferencia a través de contactos de interface, la operación de las protecciones principal y

respaldo generan la operación del relé de bloqueo 86L, generando el bloqueo de cierre del interruptor.

Otra característica de las unidades de protección es generar la orden de recierre automático, la cual se describirá más adelante.

4.7 Protección diferencial 87

El principio de funcionamiento de todas las protección diferenciales se basa en la comparación entre la corriente de entrada y salida, en una zona comprendida entre dos transformadores de medida de corriente, de tal forma que, si la corriente que entra en la zona protegida no es la misma que la que sale significara que existe fuga de corriente y por tanto defecto, por consiguiente circulará una determinada corriente por el relé provocando el disparo del mismo. Por el contrario cuando la corriente que entra es igual a la que sale, no circulara corriente por el relé y por tanto este no actuara. [4]

En ese sentido el RED670 emplea el bloque L3CPDIF, este bloque es el encargado de la recepción de las señales de corriente, del transformador de corriente de línea como del extremo remoto de la línea, con esta información el bloque genera señales de corriente diferencial por fase.

La lógica diferencial de línea se complementa con el uso del bloque LDLPDIF, este bloque genera las señales de disparo general y por fase de la función 87, usando como información base el estado del bloque de pruebas que recepciona las señales de corrientes del transformador de corriente de línea y la recepción de información del extremo remoto de la línea. (Véase Fig. 4.7.1-2).

4.8 Transmisión de señales remotas- protección diferencial

Las señales de teleprotección, son señales disparo enviadas al extremo remoto de la línea vía de comunicación a través de fibra óptica [5], para ello primero debemos desarrollar la lógica adecuada para generar los disparos que serán enviadas al extremo remoto, en ese sentido desarrollamos la lógica en dos etapas:

La primera etapa consta de señales auxiliares de transmisión en las cuales determinamos las señales de envío por parte de la función 21 en su zona Z1 por cada fase. (Véase Fig. 4.8.1).

La segunda etapa depende de las señales por fase de las funciones ECO, WEI, las señales de primera etapa (21 zona Z1), 67NI, envío 67NP-Envío POTT, envío de POTT y envío de transferencia de disparo directo TDD (87B+EFP+62BF), todas estas señales se combinan mediante una compuerta lógica OR, esta combinación lógica da como resultado señales de transmisión las cuales serán enviadas al extremo remoto de la línea a través del bloque lógico SMBO, este bloque lógico es el encargado de transmitir las señales de disparo canalizadas en canales cuatro canales y el estado del bloque de pruebas que recepciona las señales de corriente, todas ellas serán recibidas por el bloque lógico SMBI, ubicado en el relé de protección del extremo remoto de la línea. (Véase Fig. 4.8.2-3).

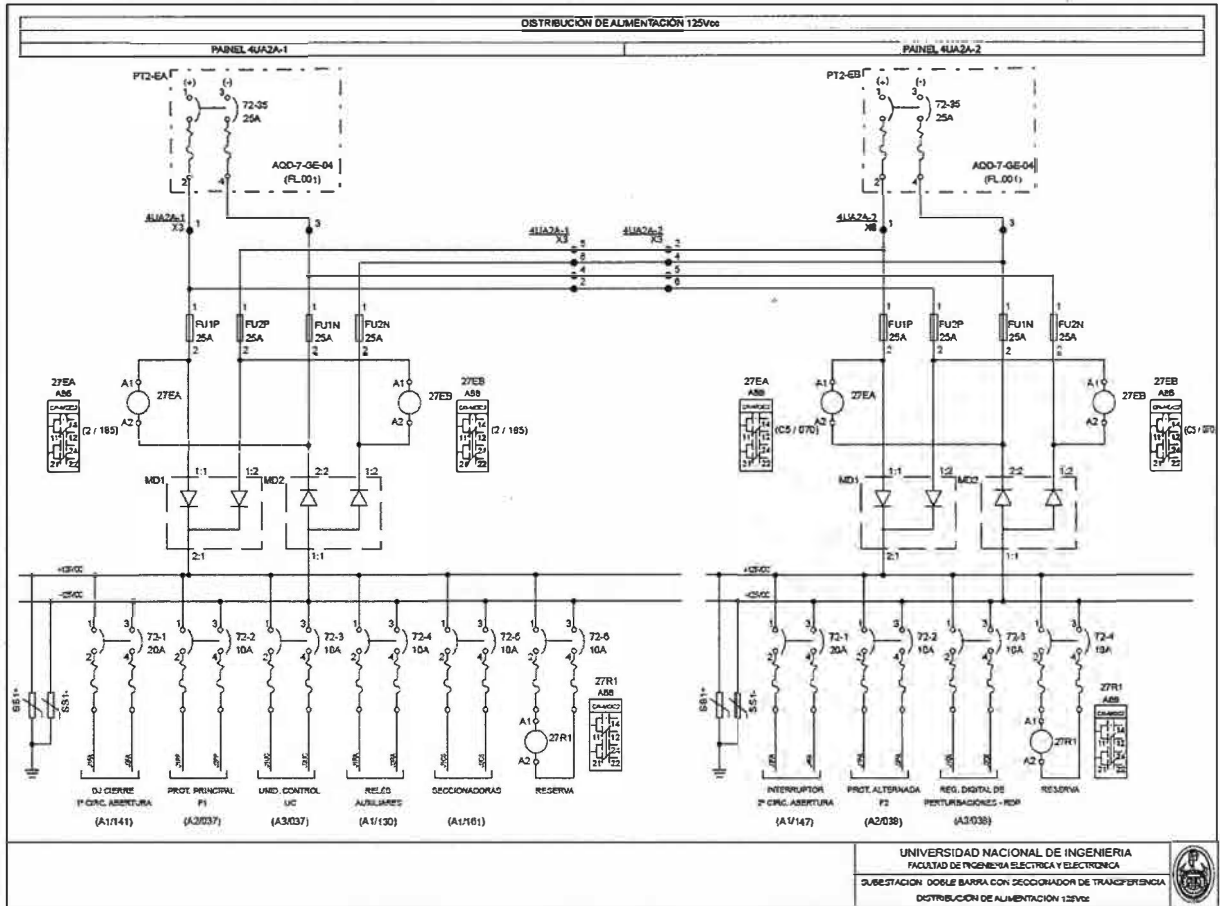


Fig. 4.4 Distribución de Alimentación 125Vcc

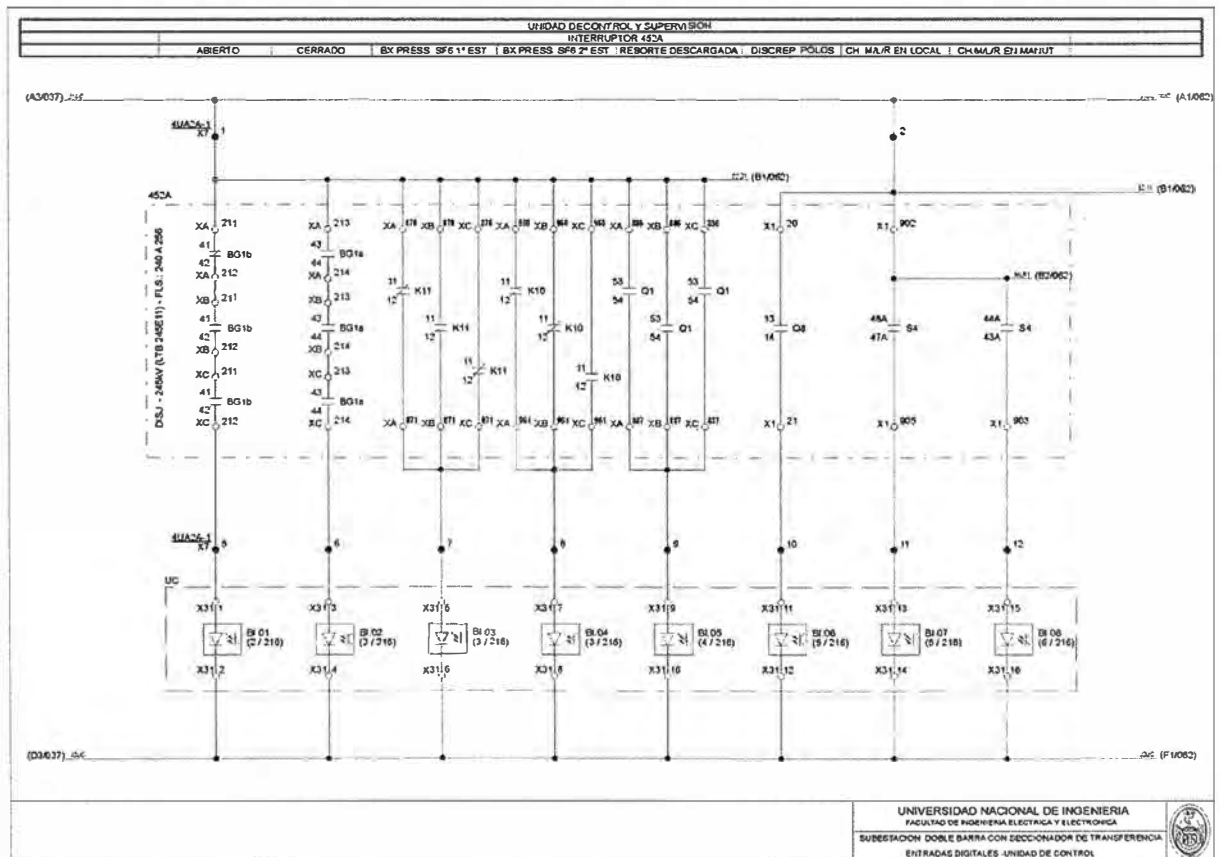


Fig. 4.5.1 Entradas Digitales de Unidad de Control UC

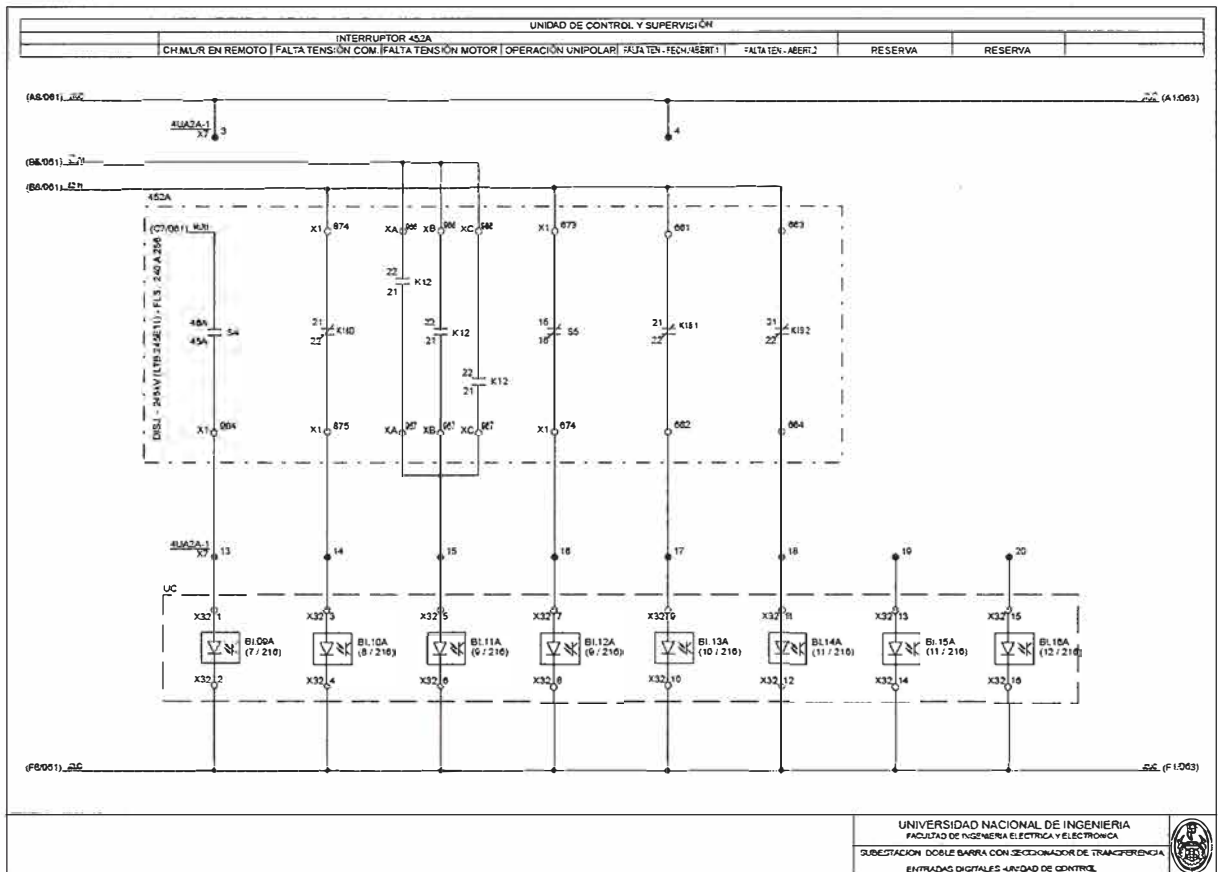


Fig. 4.5.2 Entrada Digital de Unidad de Control UC – Interruptor

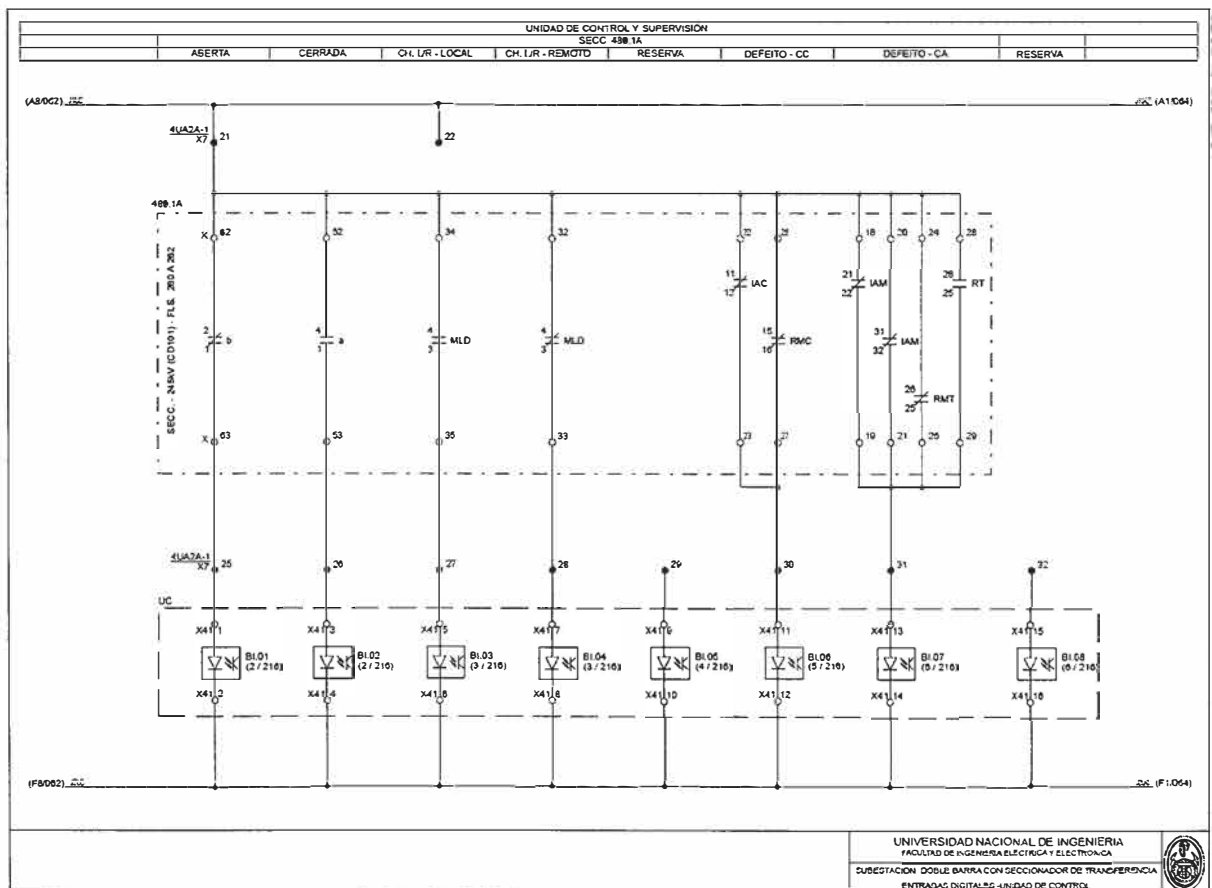


Fig. 4.5.3 Entrada Digital de Unidad de Control UC – Seccionador Típico

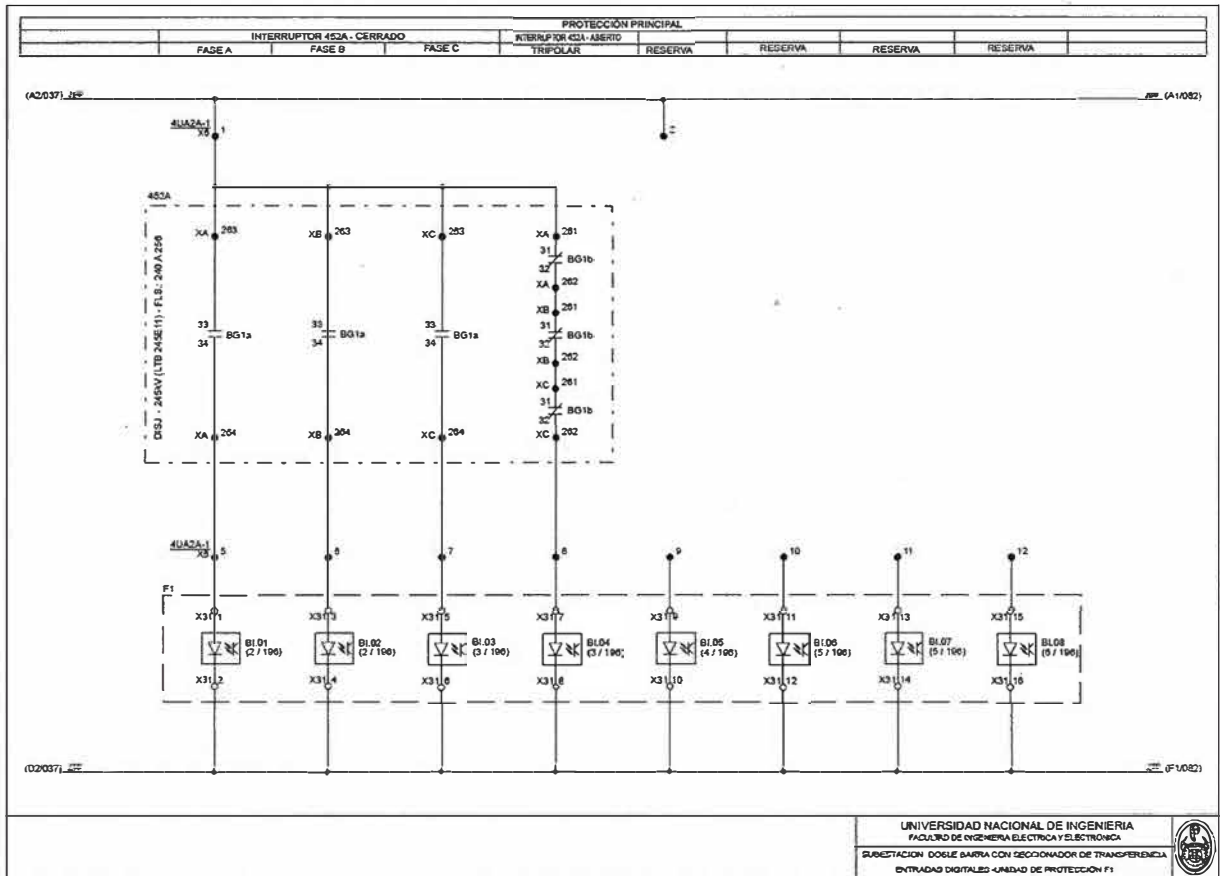


Fig. 4.6.1 Entradas digitales para Protección Principal-Posición Interruptor

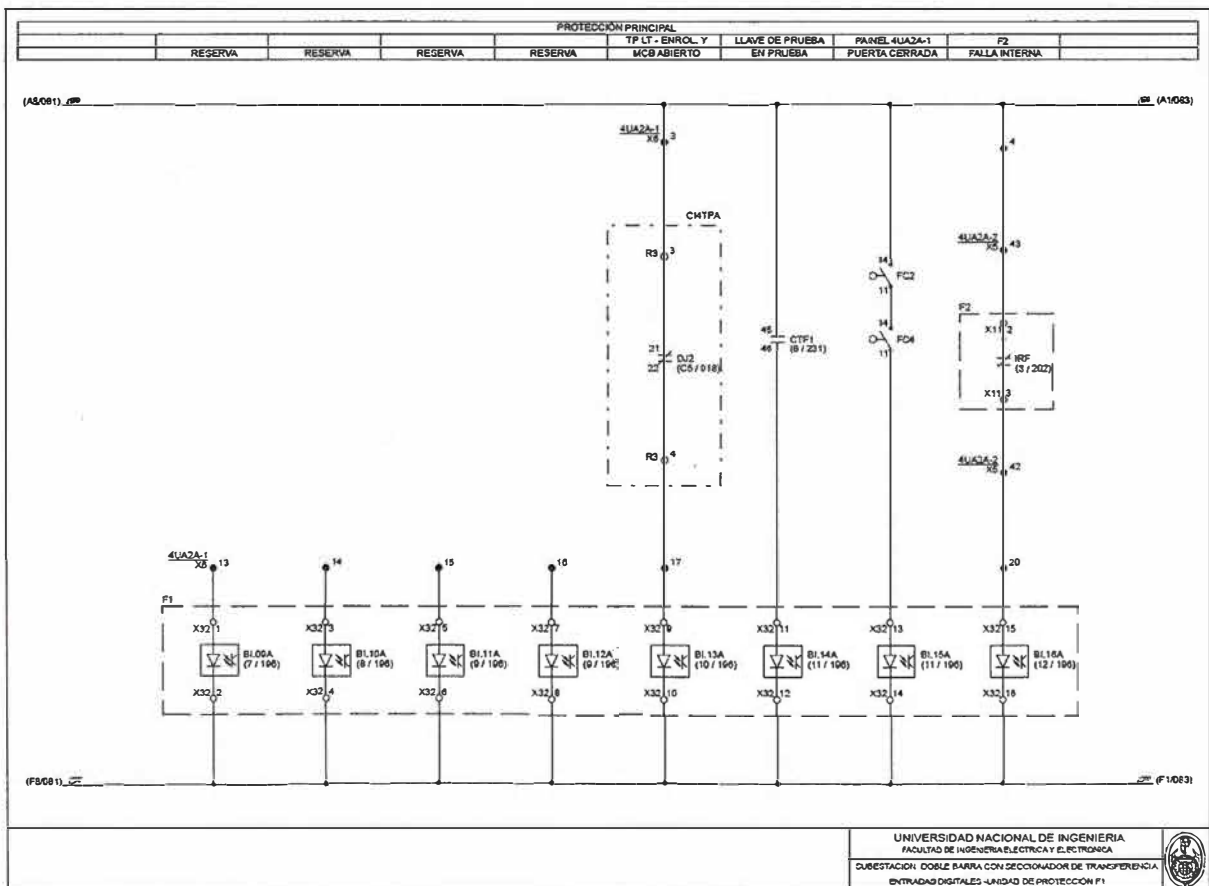


Fig. 4.6.2 Entradas digitales para Protección Principal – Supervisión de Tensión

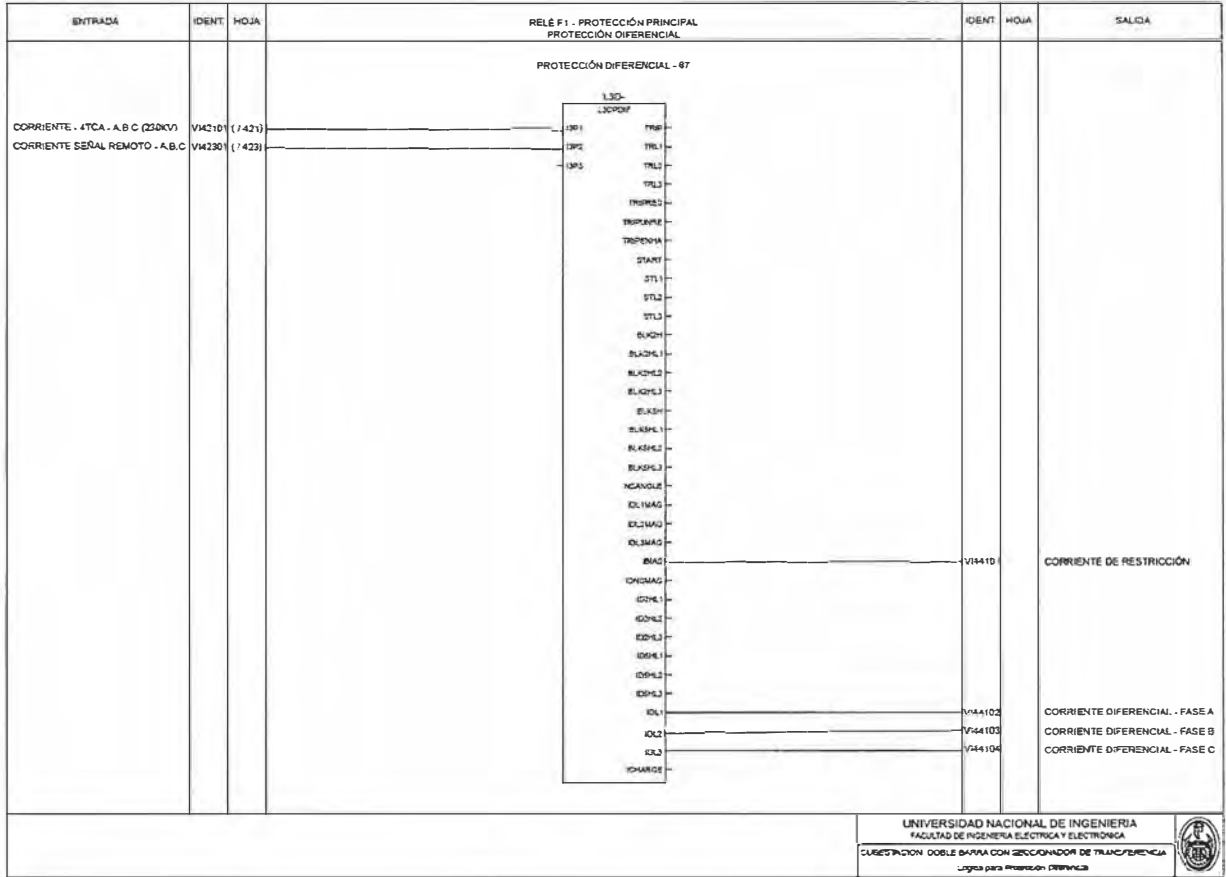


Fig. 4.7.1 Lógica de Protección Diferencial 1– 87

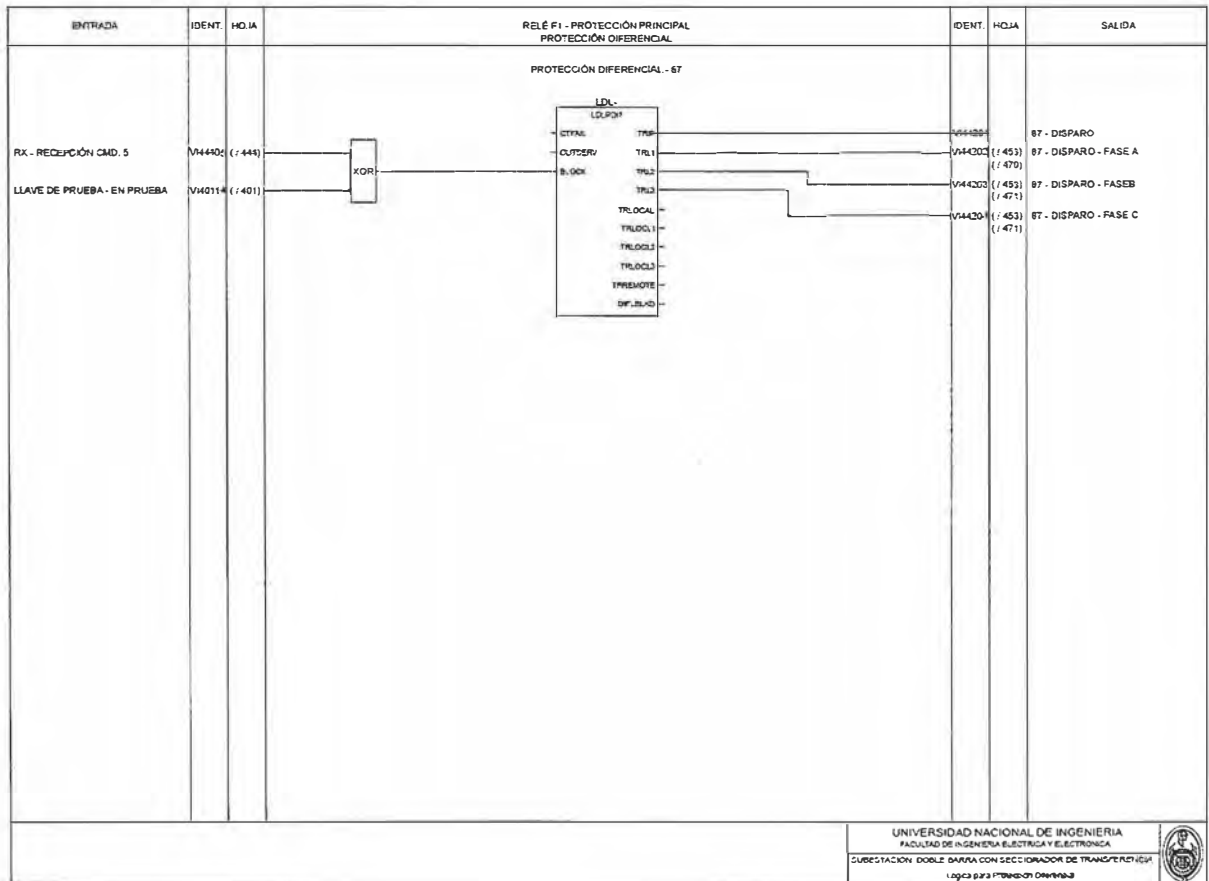


Fig. 4.7.2 Lógica de Protección Diferencial 2– 87

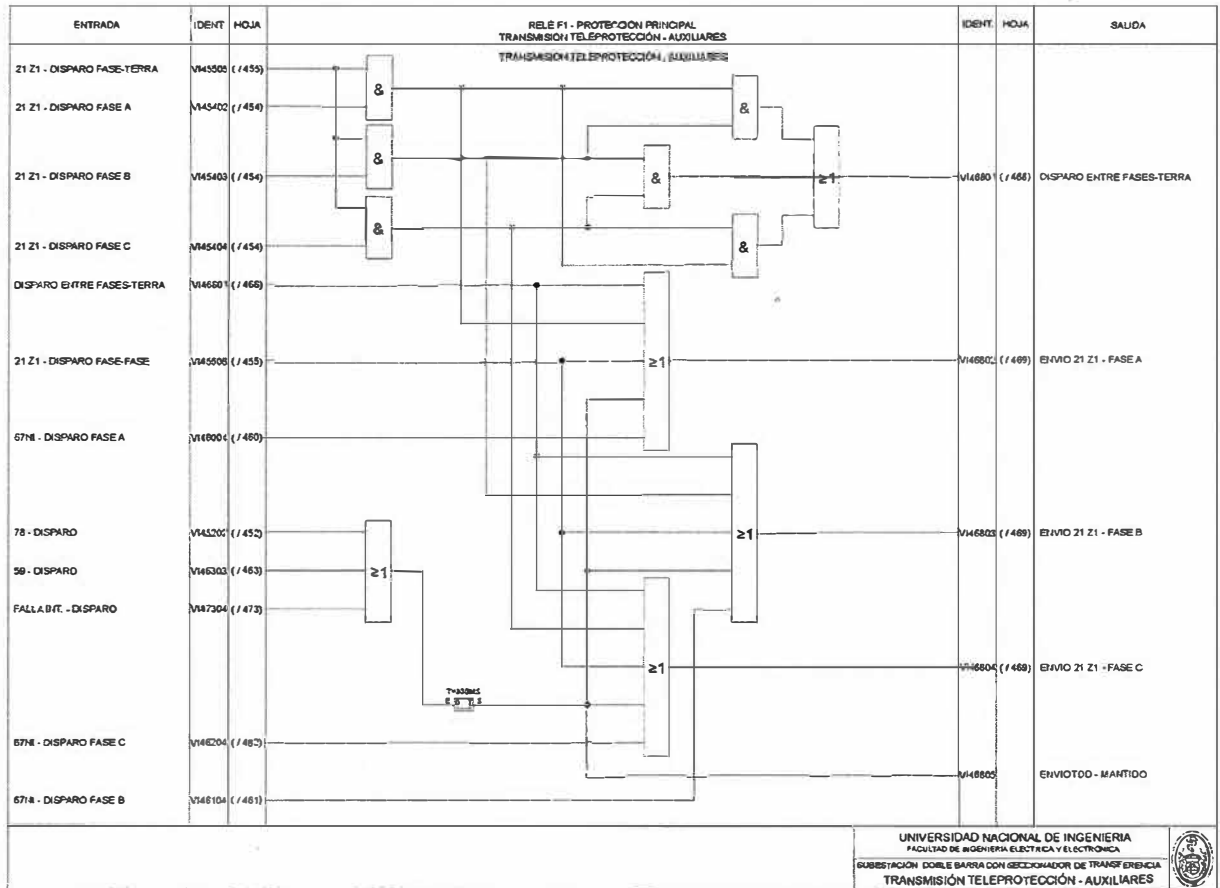


Fig. 4.8.1 Lógica de Transmisión por Teleprotección-1

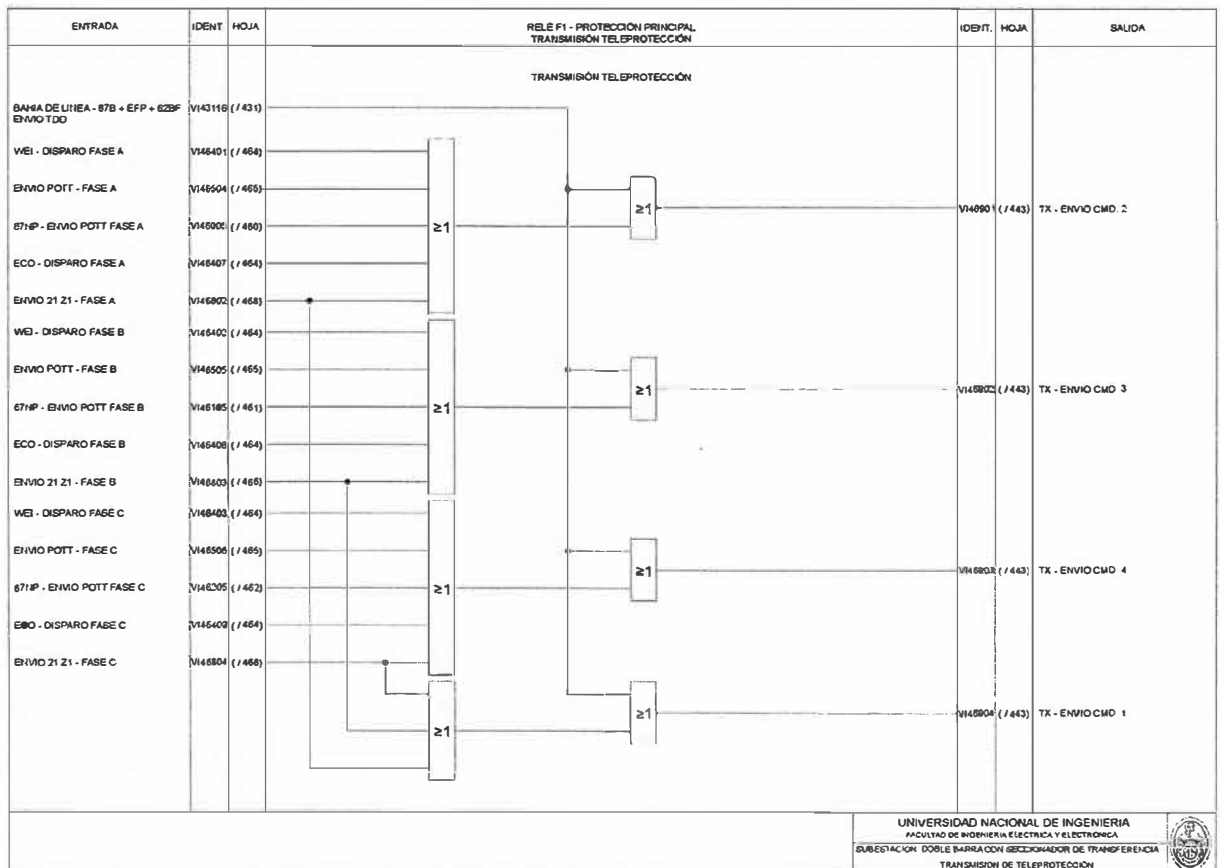


Fig. 4.8.2 Lógica de Transmisión por Teleprotección-2

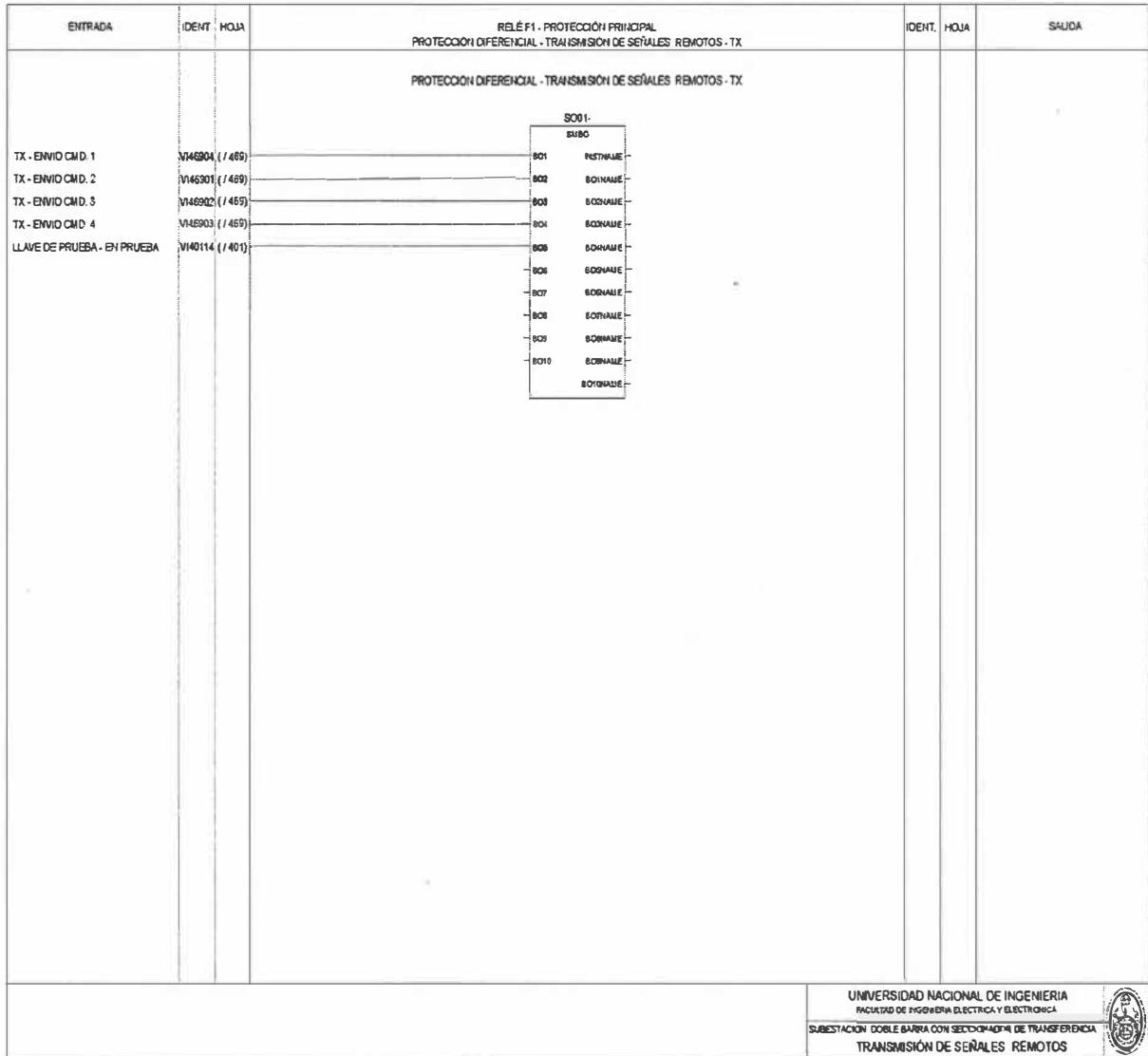


Fig. 4.8.3 Lógica de Transmisión por Teleprotección-3

4.9 Recepción de señales remotas- protección diferencial

En el extremo remoto de la línea, las unidades de protección generan disparos por protecciones propias del extremo de la línea, las cuales son enviadas vía comunicación hacia el extremo local, estas señales son disparos por POTT (transferencia de disparo permisivo por sobrealcance) por fase y TDD (transferencia de disparo directo) por fase. La unidad de protección usa el bloque lógico SMBO como encargado de recibir las señales de POTT y TDD por fase, esta información se envía a las lógicas de sobrecorriente direccional de neutro - 67NP por fase (bloque CVGAPC), a la fase segregada (bloque ZC1PPSCH_85), a la lógica inicial de disparo (bloque TMAGGIO) y la logica de bloqueo de recierre automático, todas estas lógicas mencionadas tienen la necesidad de saber esta información para poder desarrollar sus propias lógicas que derivaran en disparo de forma completa. (Véase Fig. 4.9.2).

El puerto LCDM es el encargado de transmitir las señales de comunicación, por ello la confirmación de un correcto funcionamiento de la comunicación, es la negación de la falla del puerto LCDM. (Véase Fig. 4.9.1).

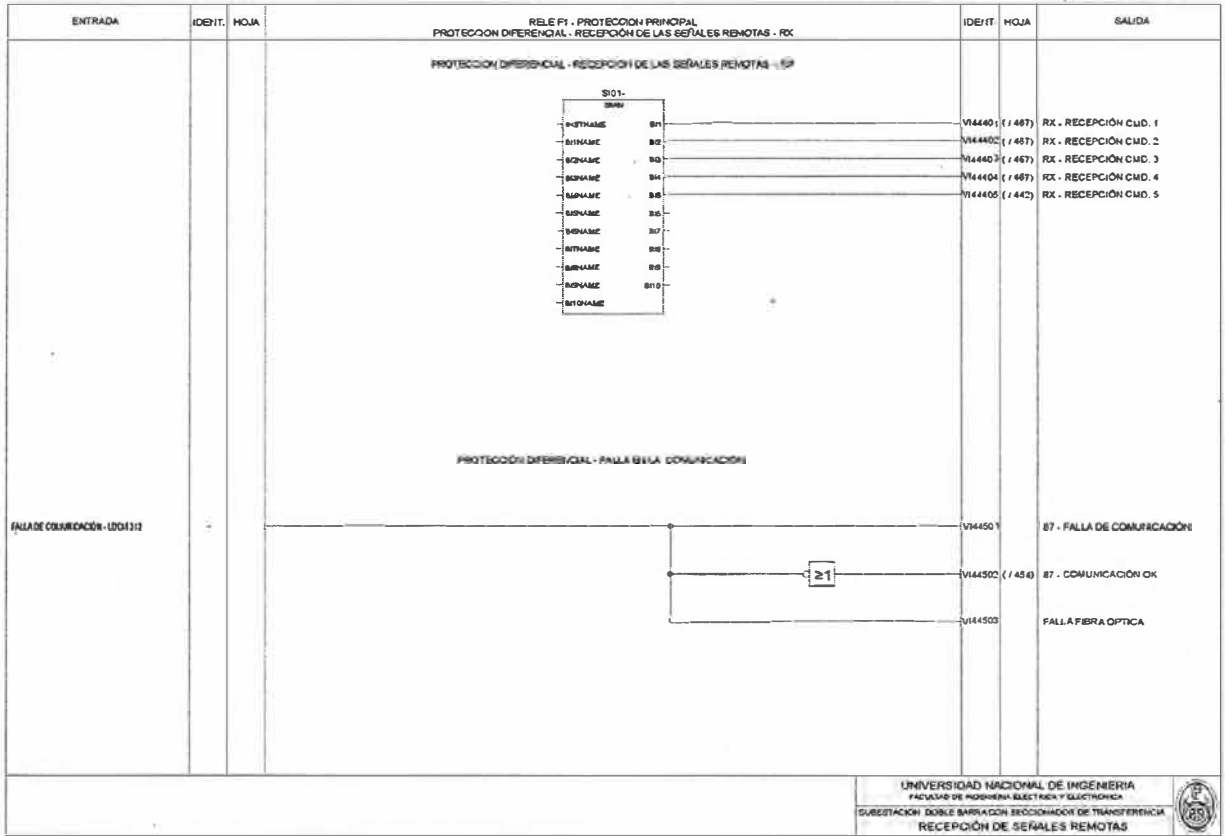


Fig. 4.9.1 Falla de comunicación - Bloque SMBI

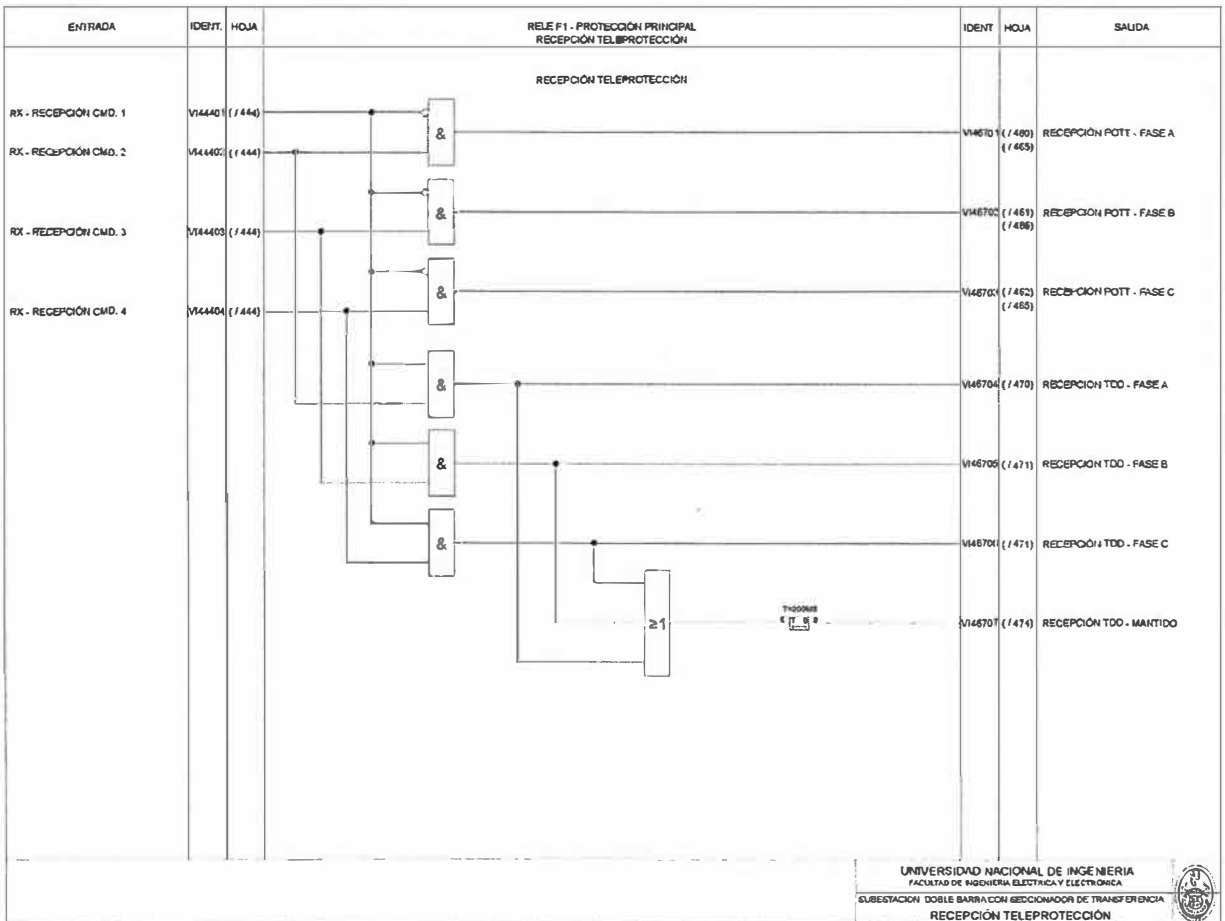


Fig. 4.9.2 Lógica de Recepción de señales remotas

4.10 Circuito de Cierre del interruptor de potencia

El circuito de cierre del interruptor de potencia queda determinado por lo siguiente:

- Alimentación de motor, iluminación y calefacción del interruptor en 220Vca.
- Alimentación de la bobina de cierre en 125 Vcc.
- Permiso de mantenimiento y bloqueo de cierre del interruptor de potencia.
- Comando manual local-remoto de cierre del interruptor.
- Recierre automático de interruptor de potencia.

4.11 Alimentación alterna en 220Vca

La operación del motor, calefacción, iluminación y tomada de los equipos de patio como el interruptor y los seccionadores requieren de alimentación en alterna para ello, se usa como información base los unifilares de servicios auxiliares para tomar la alimentación, la cual será llevada a los equipos de patio a través de cableado externo usando una caja de agrupamiento para derivar la alimentación a los equipos según corresponda (Véase Fig. 4.10).

4.12 Permiso de mantenimiento

El mantenimiento del interruptor de potencia, tiene como condición el aislamiento total del mismo, para ello la unidad de control REC670 requiere señales de posición abierta de los seccionadores adyacentes al interruptor, la unidad de control mediante su lógica interna envía orden de cierre de su salida digital escogida para el mantenimiento (Véase Fig.4.12), el cierre de esta salida digital energiza el relé auxiliar 52PMX, el cual cierra sus contactos y permite el paso de la tensión, para habilitar el permiso de mantenimiento, esta orden se repite en los circuitos de cierre y apertura (Véase Fig. 4.10).

4.13 Bloqueo de cierre

Para el bloqueo de cierre requerimos de un relé auxiliar RXMBV2 por su alta capacidad de interrupción, el cual a través de la energización de su bobina de operación cerrara dos contactos donde el primer contacto cerrado bloqueara el cierre del interruptor de potencia y el segundo contacto será usado para él envío de una señal de operación a la unidad de control. (Véase Fig. 4.13.1).

La operación del relé de bloqueo 86L, depende de las unidades de protección F1 y F2 (RED670), estas unidades de protección a través de su lógica interna generan orden de operar el relé de bloqueo la cual está basada en la señal de bloqueo de recierre automático y la posición de la llave de transferencia en estado normal. (Véase Fig. 4.13.2)

El rearme del relé de bloqueo se efectúa a través de la unidad de control, con la información de la operación del relé de bloqueo y la orden proveniente de niveles superiores se desarrolla la lógica interna para generar la orden de rearme del relé de bloqueo 86L (Véase Fig. 4.13.3).

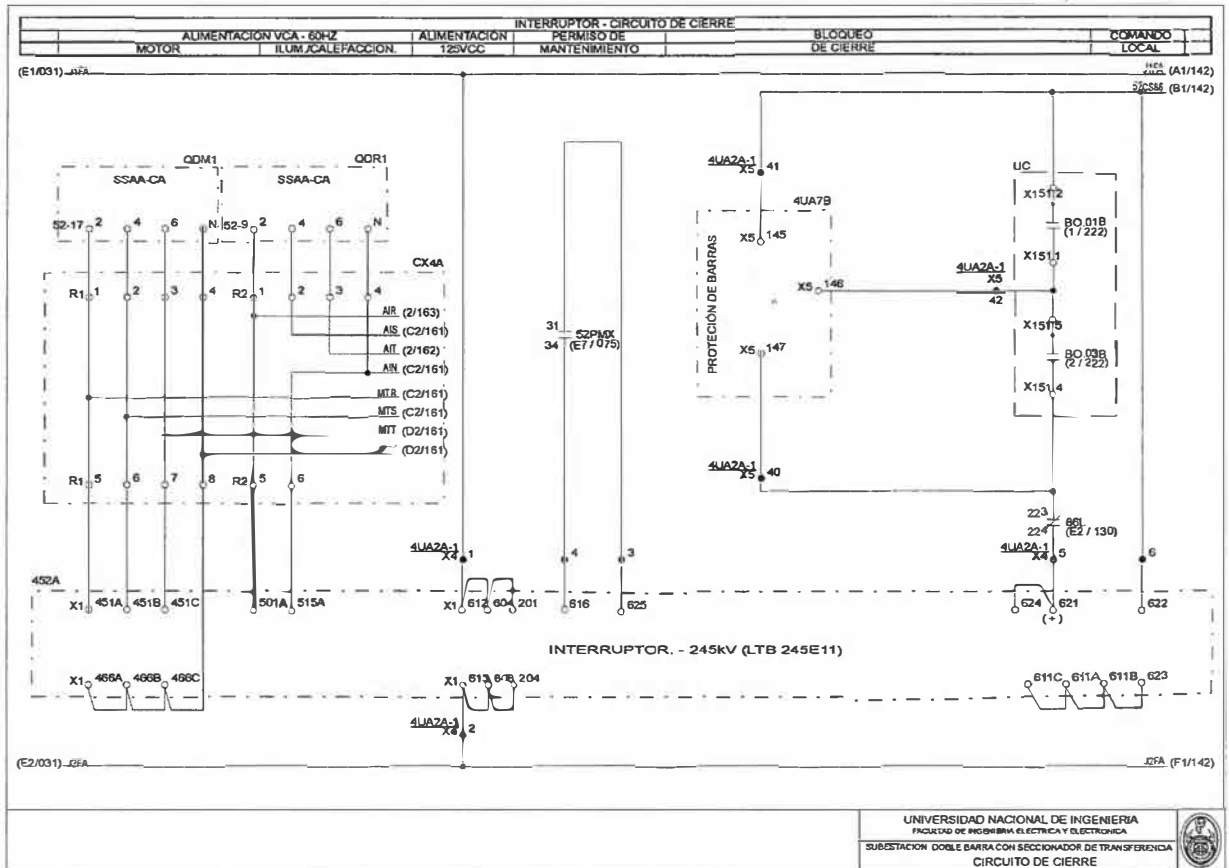


Fig. 4.10 Circuito de Cierre de Interruptor – Alimentación y Cierre

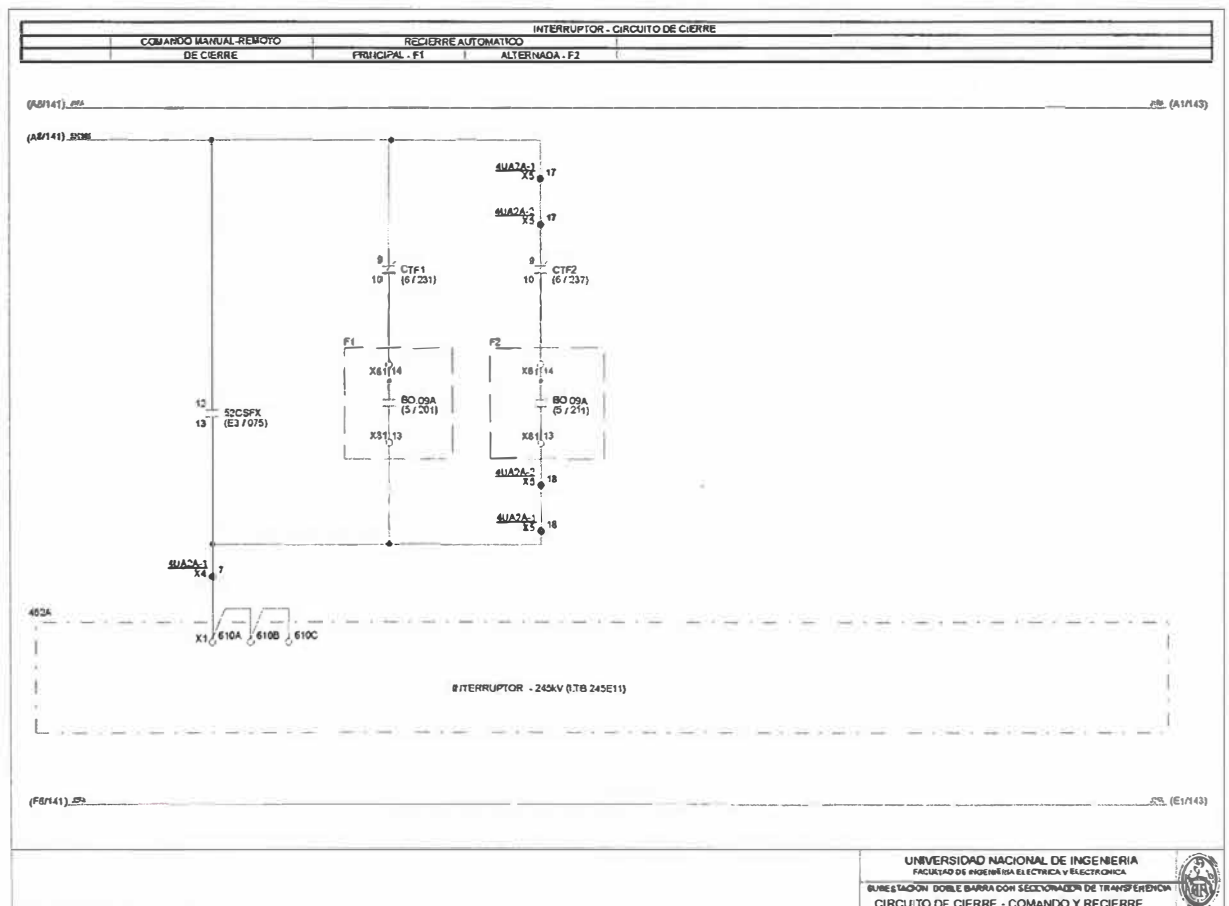


Fig. 4.11 Circuito de Cierre de Interruptor – Recierre

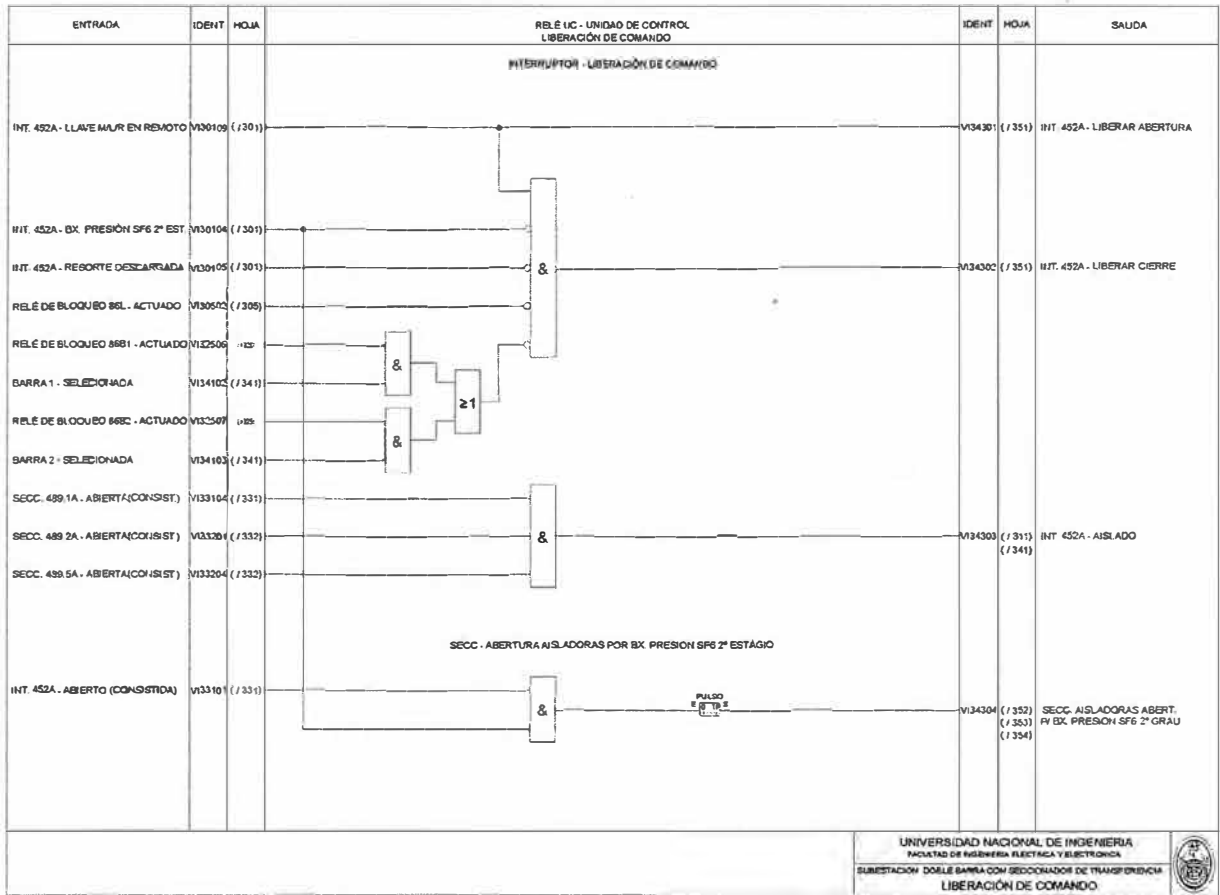


Fig. 4.12 Lógica de liberación de comando de interruptor

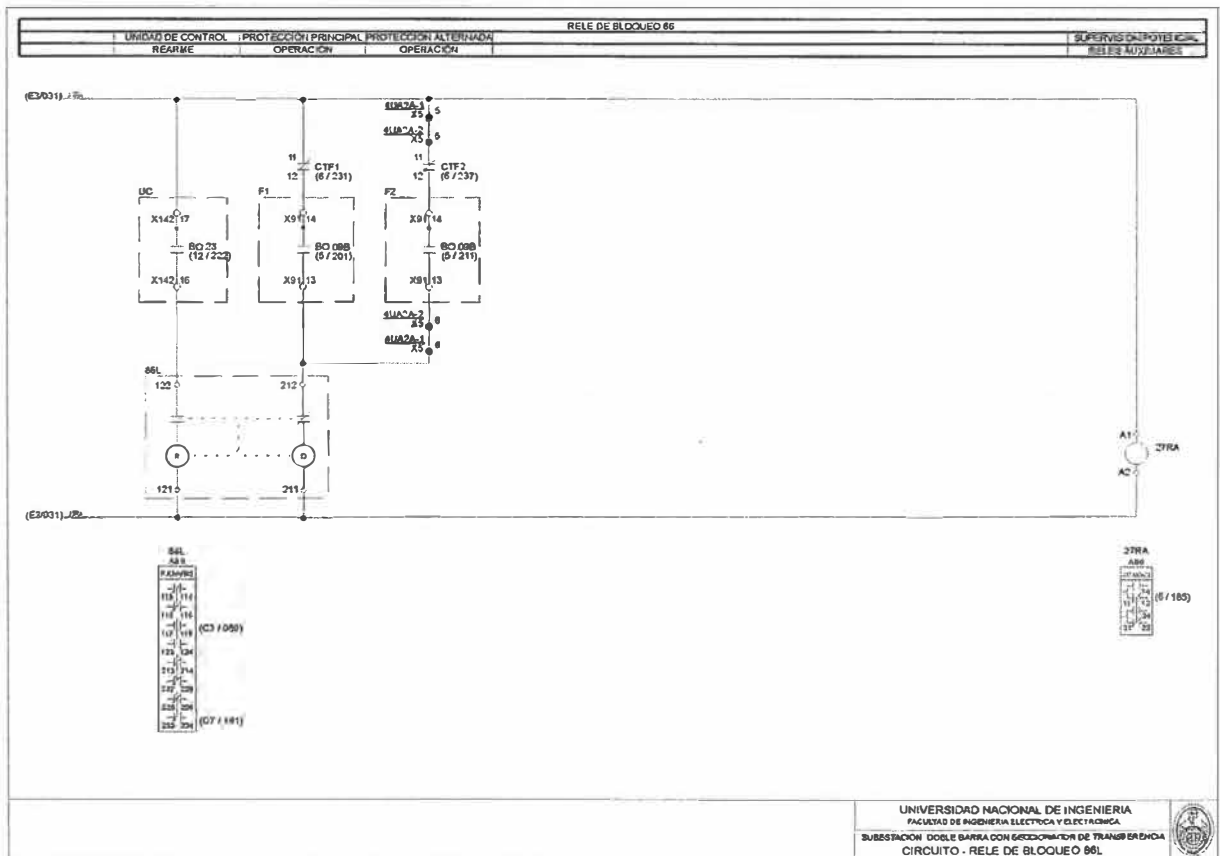


Fig. 4.13.1 Circuito de Operación y rearme de Relé de bloqueo 86L

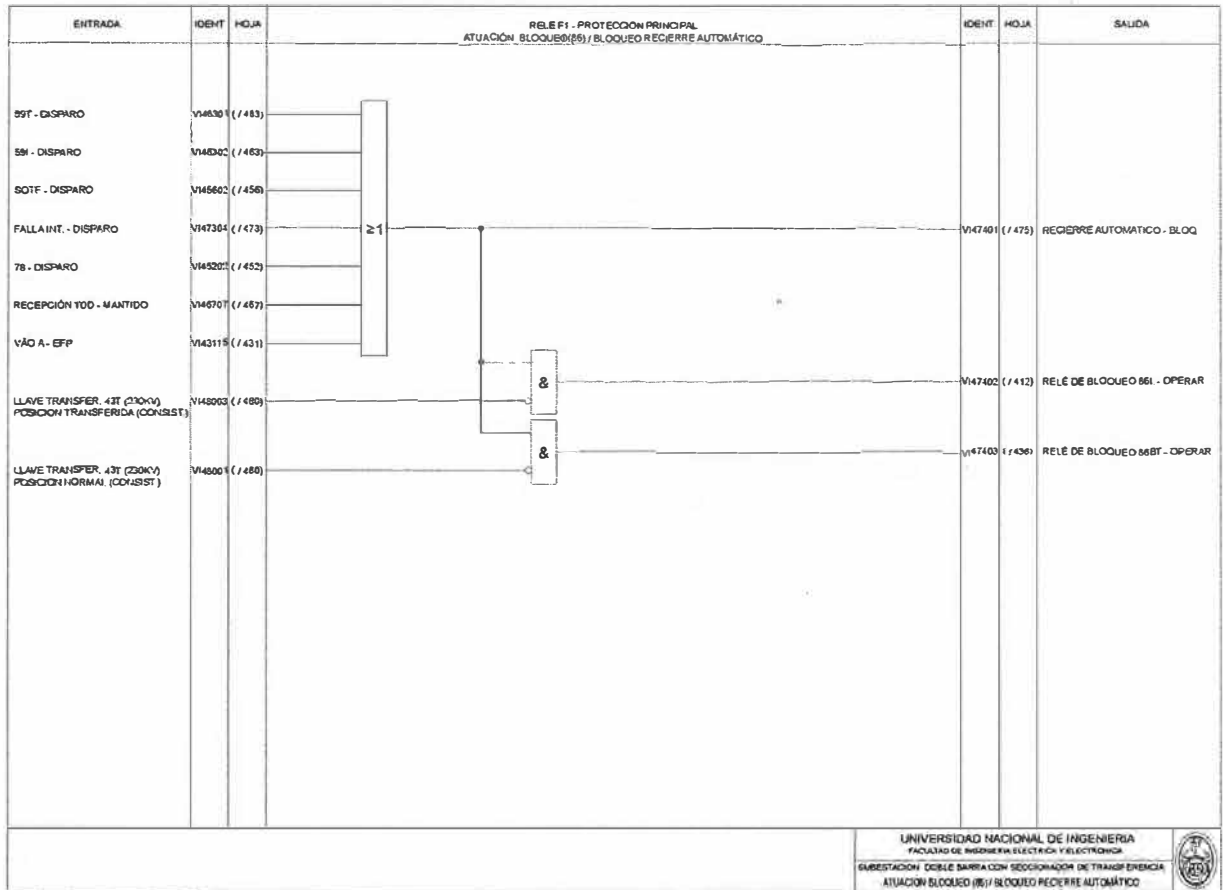


Fig. 4.13.2 Lógica de Operación del relé bloqueo 86L

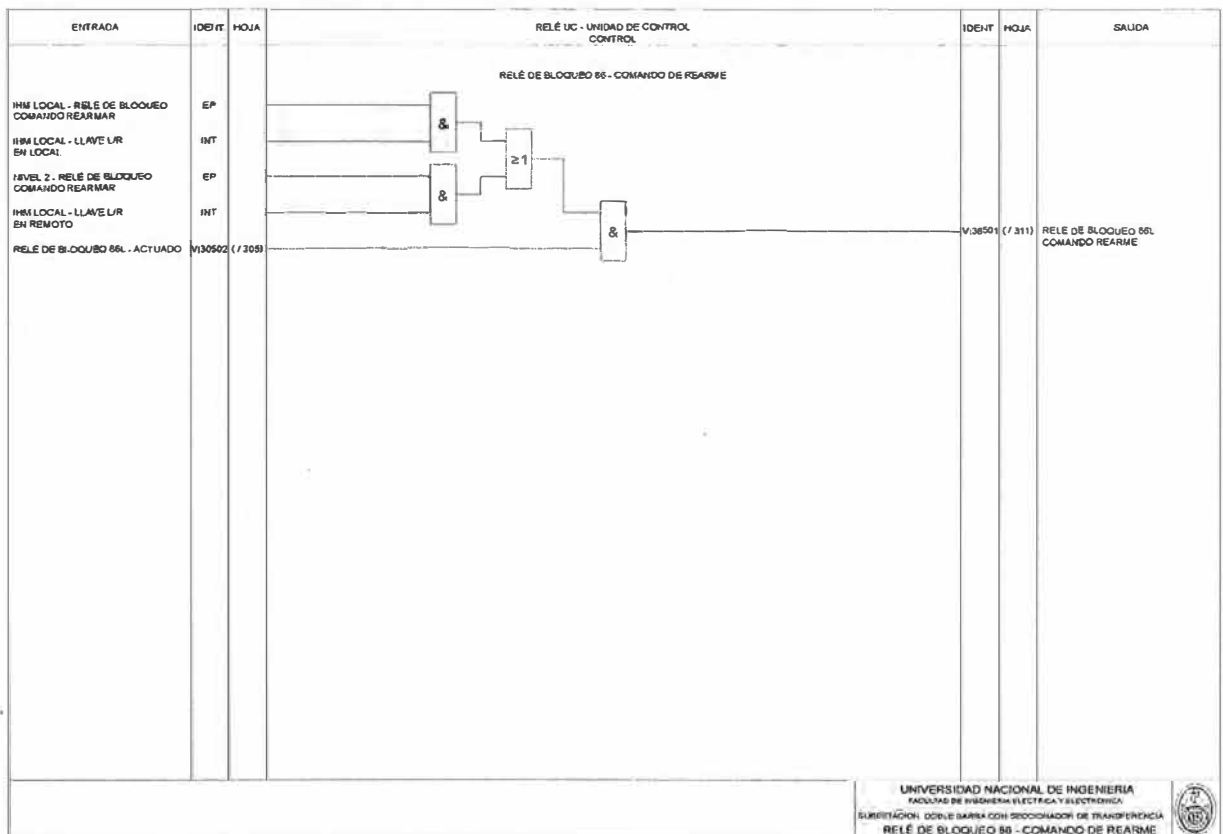
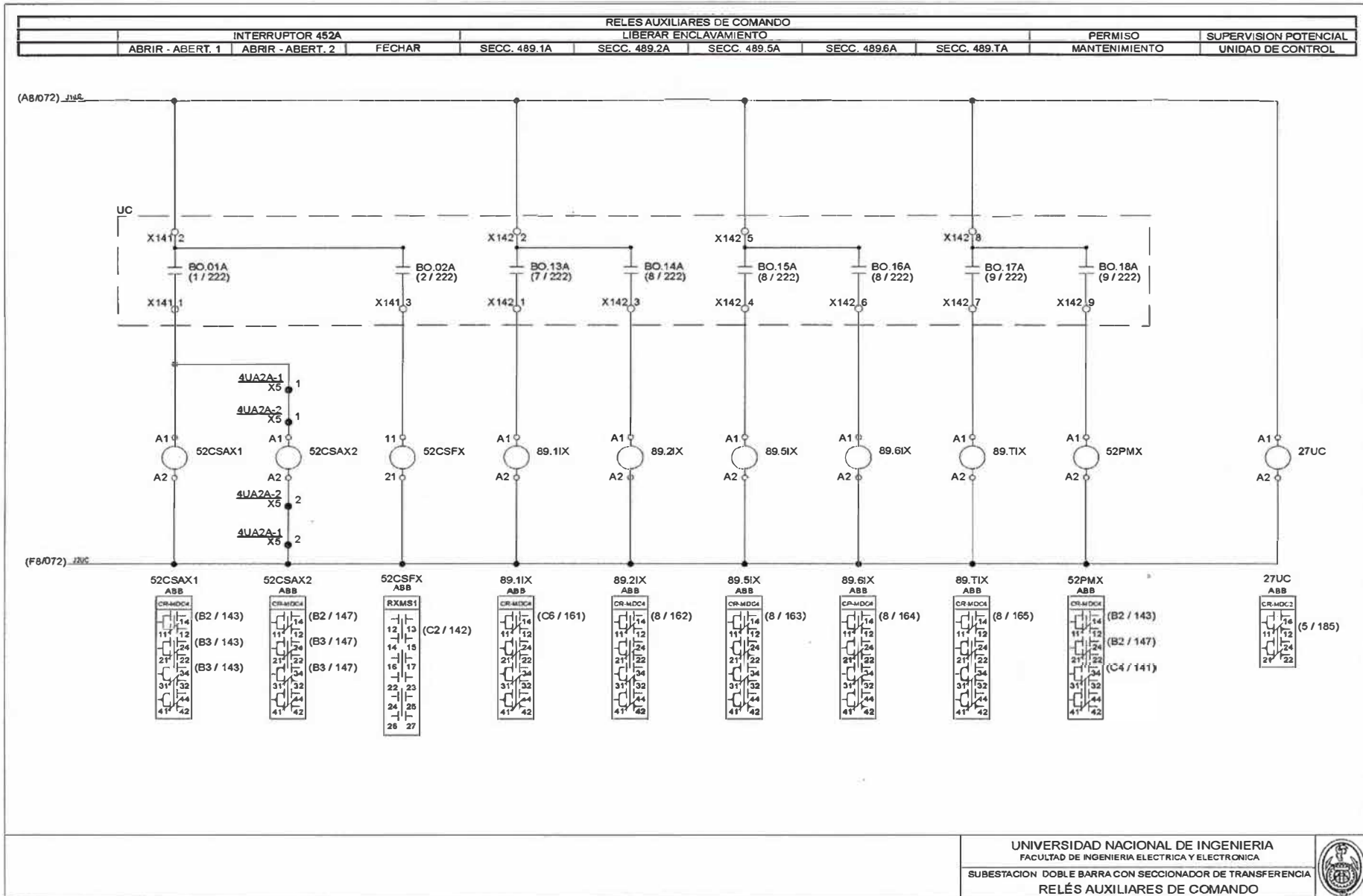


Fig. 4.13.3 Lógica de Rearme del Relé de bloqueo 86L

Fig. 4.13.4 Relés auxiliares de Comando – Enclavamientos



4.14 Comando manual - remoto de cierre

El mando manual remoto de cierre es usado para el cierre del interruptor, para ello necesitamos del uso de un relé auxiliar que llamaremos 52CSFX de tipo RXMS1 (relé de alta velocidad de disparo), este relé es energizado a través de una de las salidas digitales de la unidad de control UC como se ve en la figura 4.13.4.

Para poder enviar la orden de cierre a través de una salida digital de la unidad de control UC, se desarrolla una lógica interna como se muestra la figura Fig. 4.14, el cierre de interruptor depende de la orden proveniente de niveles superiores como los son el IHM y el Nivel 2, la liberación del interruptor para el cierre y la confirmación de sincronismo.

Para la liberación de cierre del interruptor, el correcto estado del resorte cargado, estado de gas SF6, la posición de la llave en remoto y la no operación de los relés de bloqueo de las barras y la línea, son las condiciones para la liberación del cierre del interruptor, como se ve en la figura 4.12

4.15 Recierre automático

Las líneas de transmisión por lo general incorporan la función de recierre, su función es la de emitir orden de cierre a los interruptores tras actuar las protecciones que deban iniciar la secuencia de recierre, la función recierre puede ajustarse con un retardo de tiempo ajustado ante un disparo monopolar o multipolar, la operación de esta función depende de la función de sincronismo.

La unidad de control UC (REC670), recibe de niveles superiores señales para la habilitación, deshabilitación, bloqueo, desbloqueo como se muestra en la figura fig. 4.15.1 y selección monopolar o tripolar de la función de recierre como se muestra en la figura 4.15.2, con esta información la unidad de control UC consiste las señales y genera las señales de habilitado, deshabilitado, bloqueo y desbloqueo así como del tipo de selección del recierre automático, estas señales son enviadas por goose desde la unidad de control hacia los relés de protección F1 y F2, con esta información los relés de protección consisten las señales antes mencionadas como se ve en la figura 4.15.3.

Los relés de protección F1 y F2 son los equipos que finalmente definirán la actuación y bloqueo del recierre automático como se ve en la figura.4.15.4.

Para bloque el recierre del interruptor de la línea se debe cumplir las siguientes condiciones:

- Resorte del interruptor de la bahía de línea descargado.
- Baja presión de gas SF6 en segundo estado.
- Posición normal de la llave de transferencia 43T.
- Posición en transferencia de la llave de transferencia 43T.
- Información de la bahía de transferencia como: posición transferida de la llave, baja presión de gas SF6 en segundo estado de interruptor de barra, Resorte descargado del interruptor de barras.

En el proceso de recierre, el uso del bloque lógico TMAGGIO permite recepcionar los disparos por protección como las ordenes de bloqueo por 1P y bloqueo por actuación de las funciones 87B+EFP+62BF (Ver Fig.4.13.5), con esta información este bloque a través de sus compuertas OR genera ordenes de partida y bloqueo de recierre, esta información habilita o deshabilita la operación del bloque SMBRREC, este bloque con el permiso de la función de sincronismo y la habilitación desde la unidad de control UC tiene la finalidad de generar la orden de cierre del recierre automático, esta orden combinada con la posición normal de la llave de transferencia 43T envía la orden de recierre automático del interruptor de potencia de línea o la orden de recierre del interruptor de la bahía de transferencia con la condición de que la llave de transferencia 43T este en posición transferida como se ve en la figura 4.15.6.

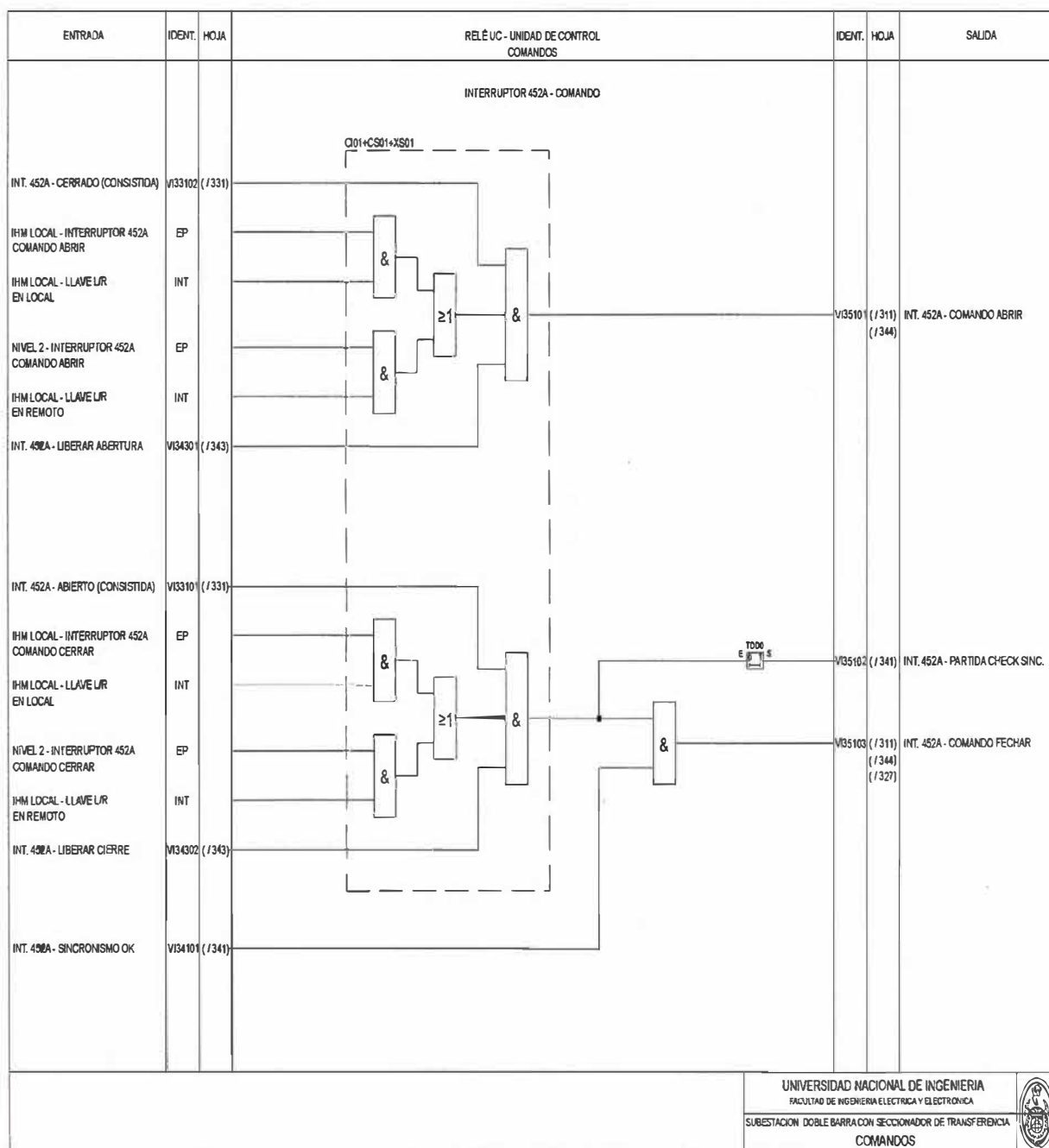


Fig. 4.14 Lógica de Comando – cierre de interruptor

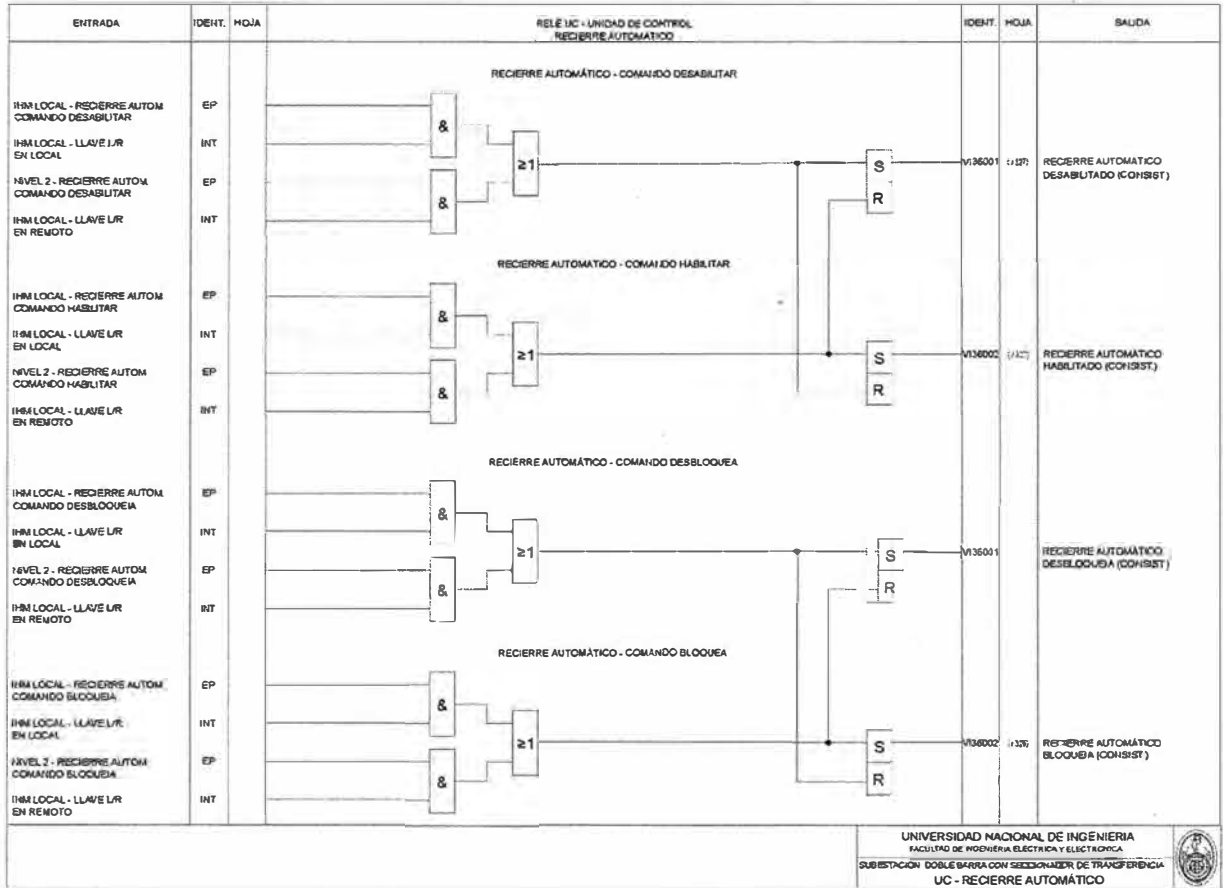


Fig. 4.15.1 Lógica de Comando para Recierre Automático

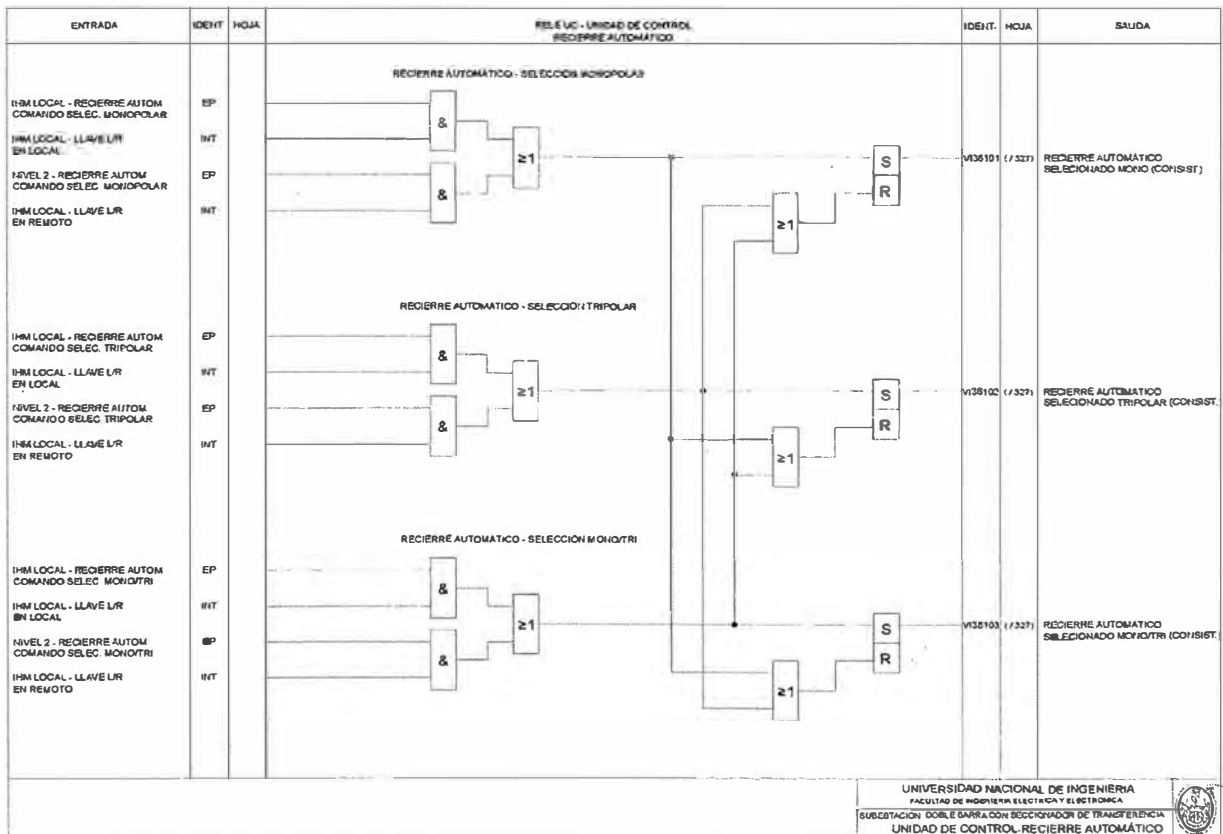


Fig. 4.15.2 Lógica de estados consistidos para Recierre Automático

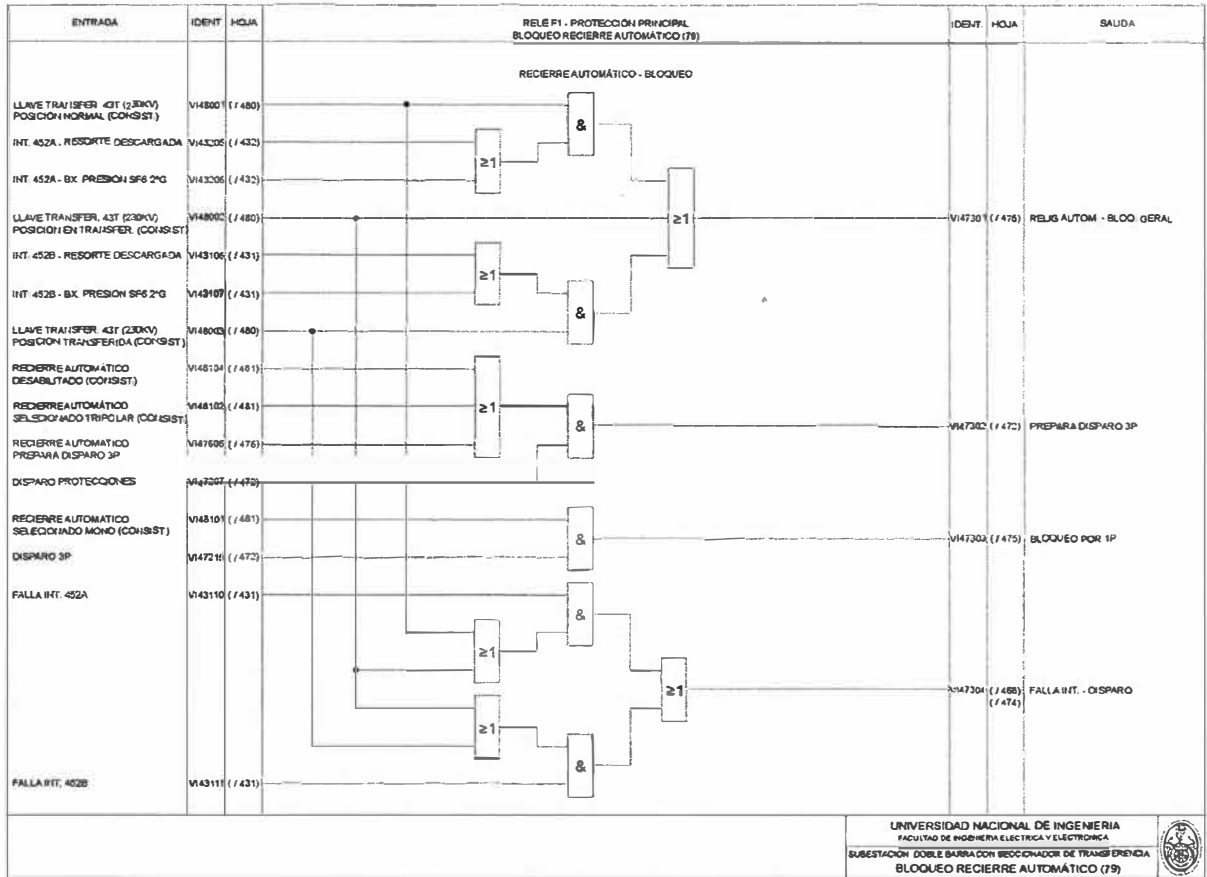


Fig. 4.15.4 Lógica para Bloqueo de Recierre Automático

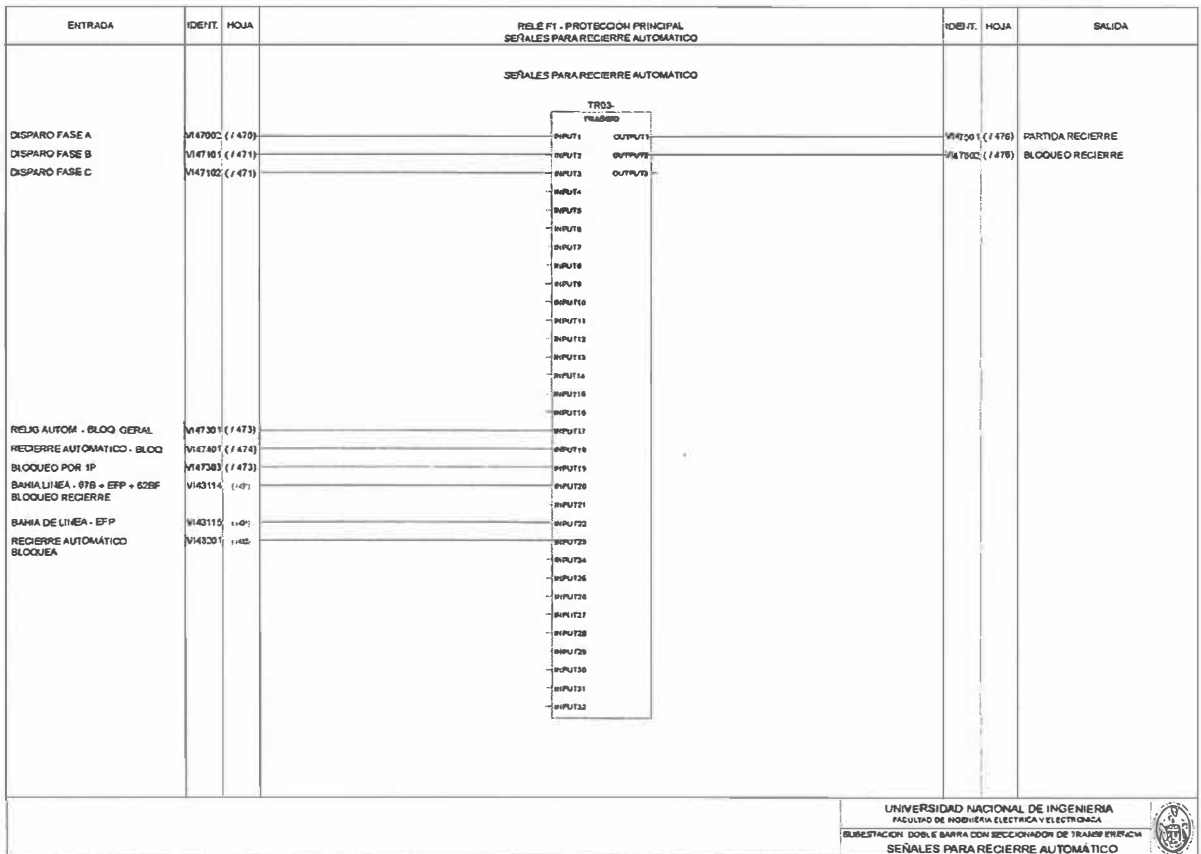


Fig. 4.15.5 Lógica de Señales para Recierre Automático

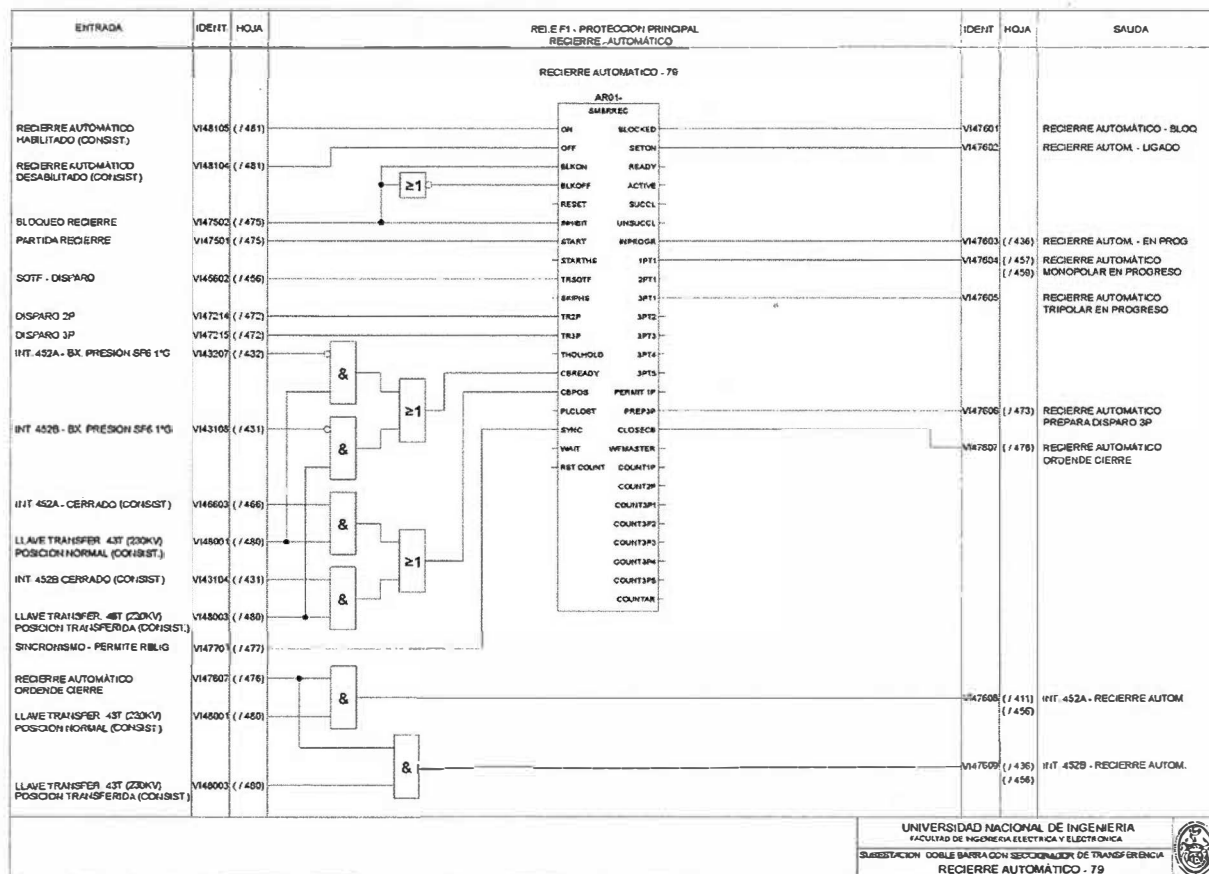


Fig. 4.15.6 Lógica de Recierre automático– 94

4.16 Circuito de Apertura

El circuito de apertura del interruptor de potencia queda determinado por lo siguiente:

- Alimentación de la bobina de apertura en 125 Vcc.
- Permiso de mantenimiento.
- Comando manual remoto de apertura.
- Retrip por circuito de disparo.
- Disparo por protección 1 y 2.
- Disparo por protección de barras.

4.17 Comando manual – remoto de apertura y mantenimiento

El mando manual remoto es usado para la apertura del interruptor, para ello usamos un relé auxiliar 52CSAX de tipo CRMD4 (relé de repetidor de posición), este relé es energizado a través de una de las salidas digitales de la unidad de control UC, como se ve en la figura 4.12.

Para poder enviar la orden de apertura a la salida digital de la unidad de control UC, se desarrolla una lógica como se en la figura Fig. 4.12, la apertura de interruptor depende de la orden proveniente de niveles superiores, la liberación del interruptor para apertura y la posición de cierre del interruptor.

La señal de liberación de apertura del interruptor, solo depende del estado remoto de la llave del interruptor, como se ve en la figura 4.12.

El permiso de mantenimiento del interruptor quedo descrito en la sección 4.12.

4.18 Disparo de protecciones

El circuito de disparo del interruptor de potencia consta de tres bobinas las cuales se energizan de forma independiente, dependiendo el tipo el disparo puede ser monofásico o trifásico, la forma de energizar estas bobinas, es por la protección principal a través de su relé F1 (RED670) y por la protección de respaldo a través de su relé F2 (RED670), por la protección de barras (BAHIA DE TRANSFERENCIA) o la orden de Retrip proveniente del circuito de disparo 2, como se ve en la figura 4.18.1 y 4.18.2. Las unidades de protección F1 y F2, ejecutan el disparo a través de sus salidas digitales por intermedio de una lógica interna desarrollada por los bloques TMAGGIO Y SMPPTRC_94, como se verá más adelante.

El bloque TMAGGIO será el encargado de enviar los disparos a cada fase o bien a las tres fases. Para la lógica del relé a implementar, se hace uso de los bloques de este tipo, el primero usa 16 entradas para los disparos trifásicos y las siguientes 16 para disparo de la fase R, el segundo bloque, utiliza las primeras 16 entradas para el disparo de la fase S y finalmente las últimas 16 señales para el disparo de la fase T.

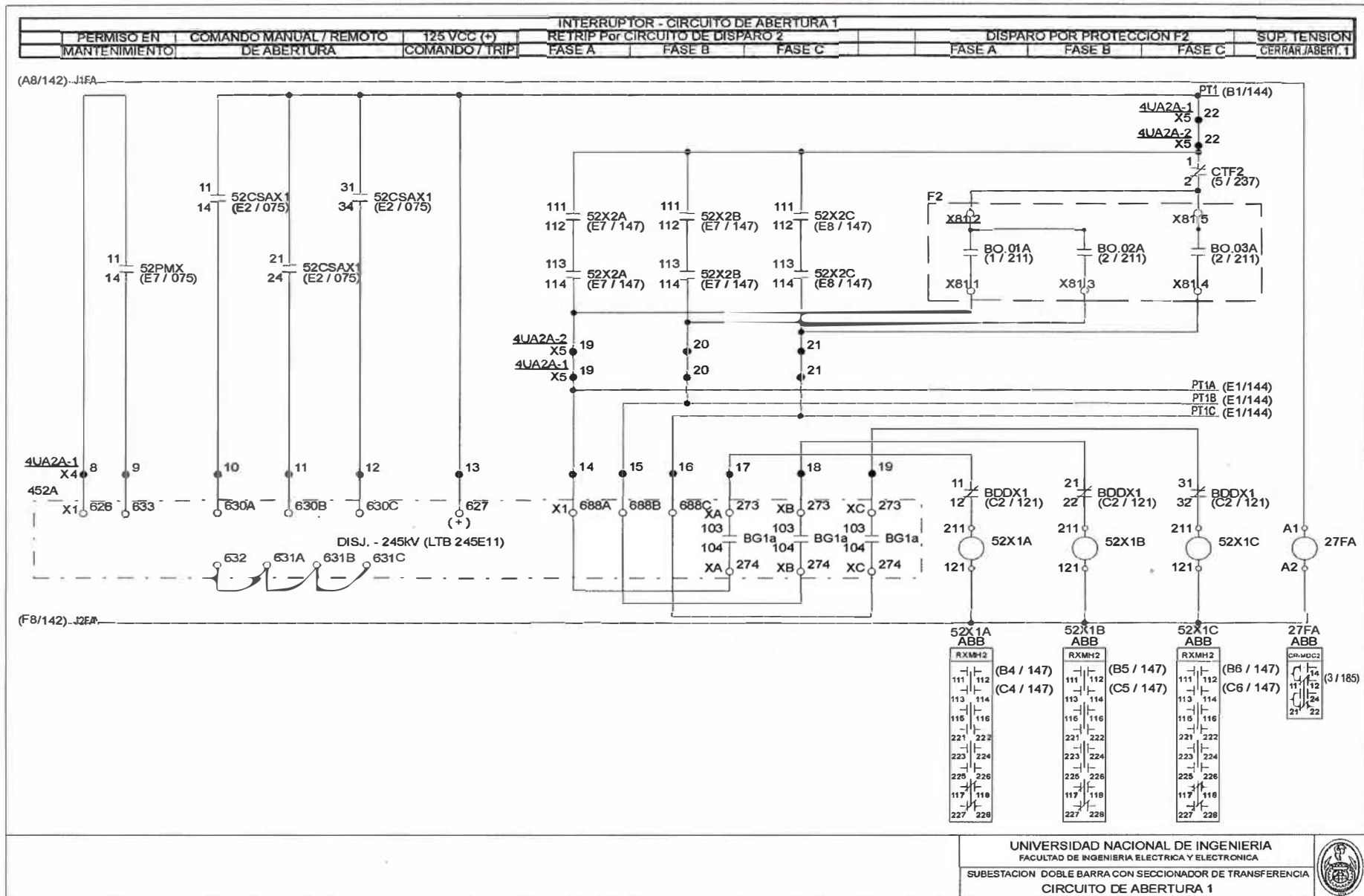
El principio de operación es mediante la compuerta OR, las cuales se conectan de manera que las primeras 16 entradas se dirigen a la misma salida común y las segundas 16 entradas a la segunda salida común. Finalmente existe una tercera salida común, que permite combinar una única compuerta OR para las 32 entradas, obteniendo así el disparo tripolar y por fase, tal como se ve en las figuras 4.18.3 y 4.18.4. Cabe mencionar que las señales entrantes al primer bloque TMAGGIO provienen del disparo por funciones 21 en zona Z2, Z3, Z4 ,51N, 50N, 59T, 59I, 51E, SOTF, 67NT y 78, todas ellas generan el disparo tripolar.

Las señales de disparo por fase producidas por el bloque TMAGGIO, son producto de las señales producidas por fase de las funciones 21 en Z1, WEI, POTT, 67NP, 67NI, 87 Y recepción de TDD.

Las señales de disparo producidas por el bloque TMAGGIO no consideran direccionalidad ni zonas de medición, por lo que se hace necesario el uso de una lógica extra que contemple estas condiciones. Esto se logra con el bloque funcional SMPPTRC_94 (TRP), este bloque es usado para generar la señal de disparo por protecciones del interruptor de línea y de la bahía de transferencia. En ese sentido para poder lograr dicho propósito se utiliza como señales de entrada los disparos tripolar y por fase desarrollados por el bloque TMAGGIO, la posición de la llave de transferencia 43T y las partidas hacia delante de las fases desarrolladas por el bloque FDPSPDIS 21 como se verá más adelante.

La función del bloque SMPPTRC_94 (TRP), es la recepcionar las señales de disparo y les asigna la zona y dirección respectiva. La función cuenta con la opción de disparo de uno o dos polos (monopolar o bipolar), en cuyo caso cuenta con las salidas de disparo TRL1, TRL2, TRL3, una por fase. Estas son señales de salida separadas, las cuales son usadas para la activación de la función de recierre y cuenta con una lógica adicional que permite una mayor seguridad de operación durante un recierre o falla, o sea, cuando se produce recierre y no se ha podido liberar la falla, de modo que una señal fuerza el disparo tripolar. (Ver Fig. 4.18.4)

Fig. 4.18.1 Circuito de Apertura - Disparo y Retrip por disparo 2



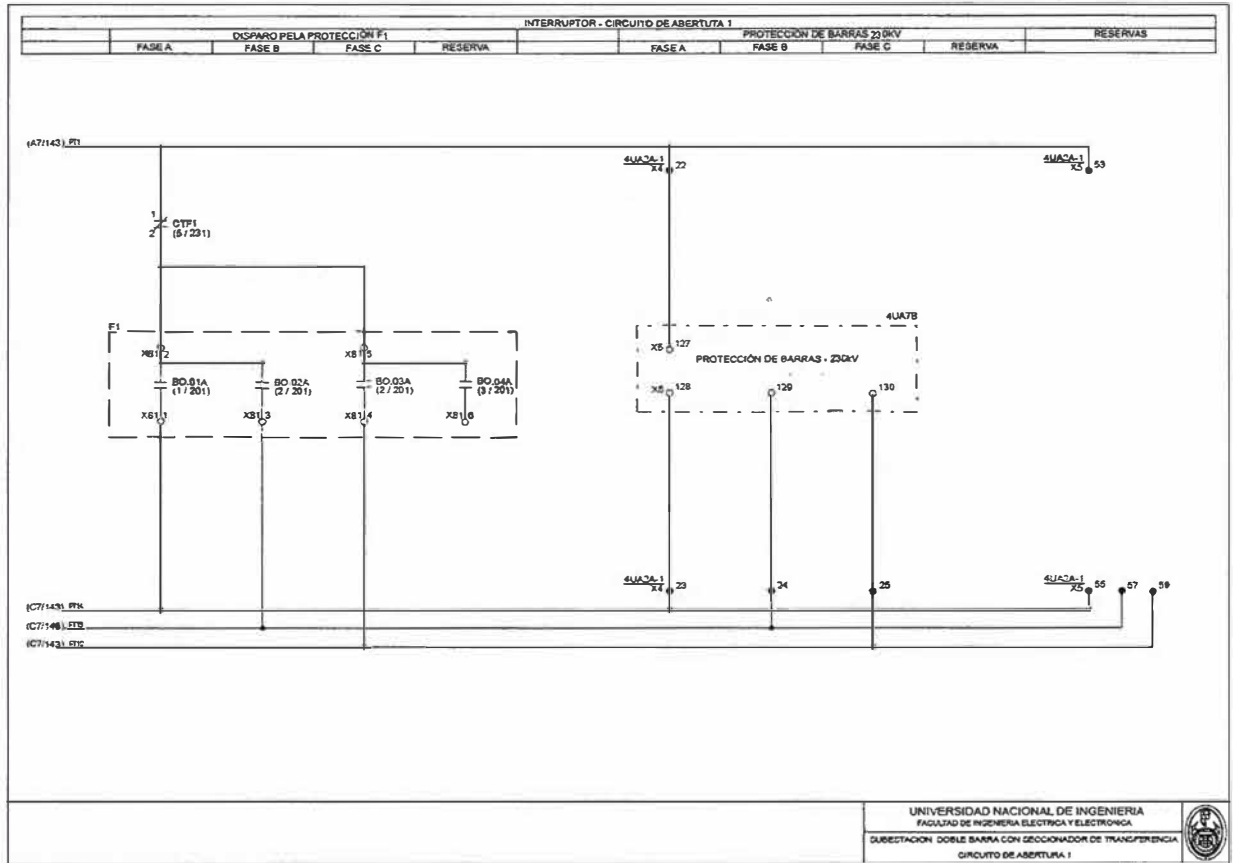


Fig. 4.18.2 Circuito de Apertura- Disparo por protección F1 y Barras

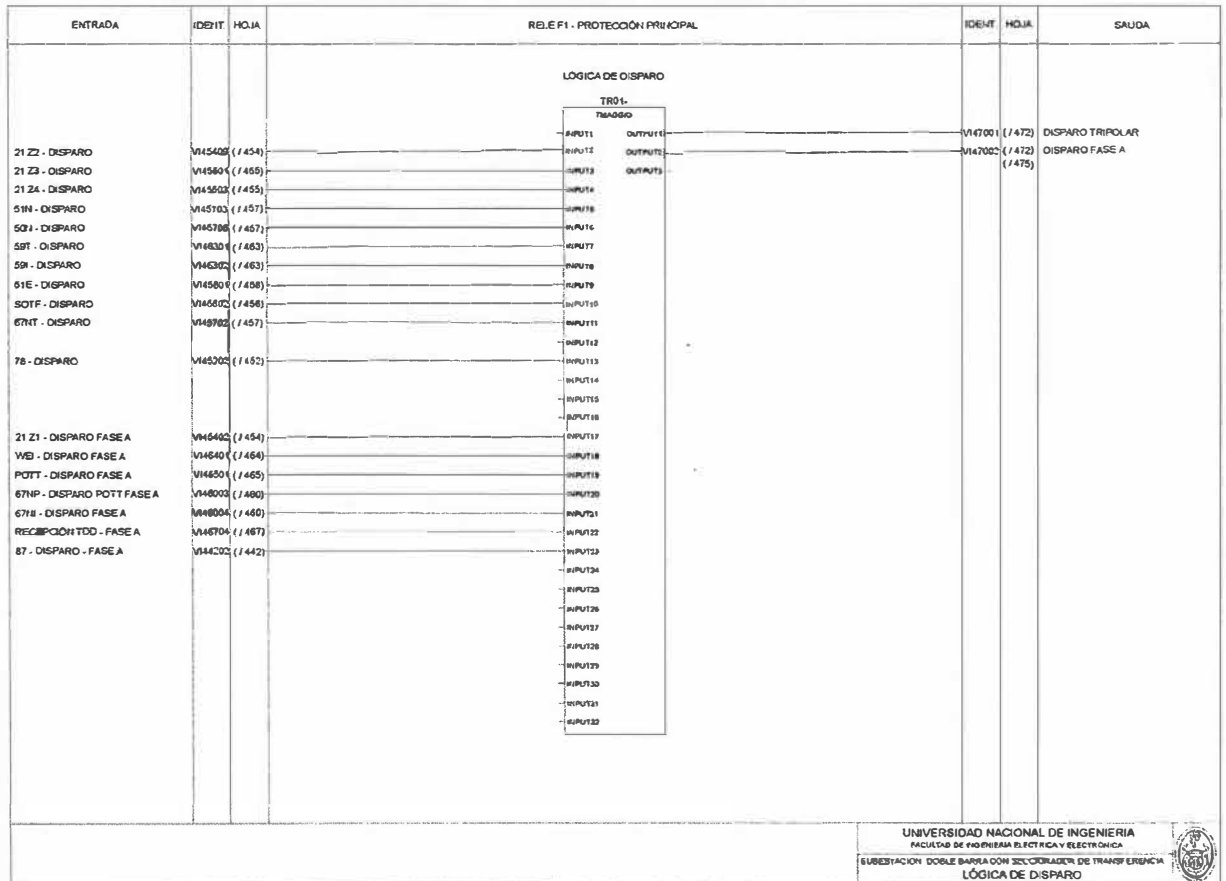


Fig. 4.18.3 Primera Lógica de Disparo – Trifásico y fase R

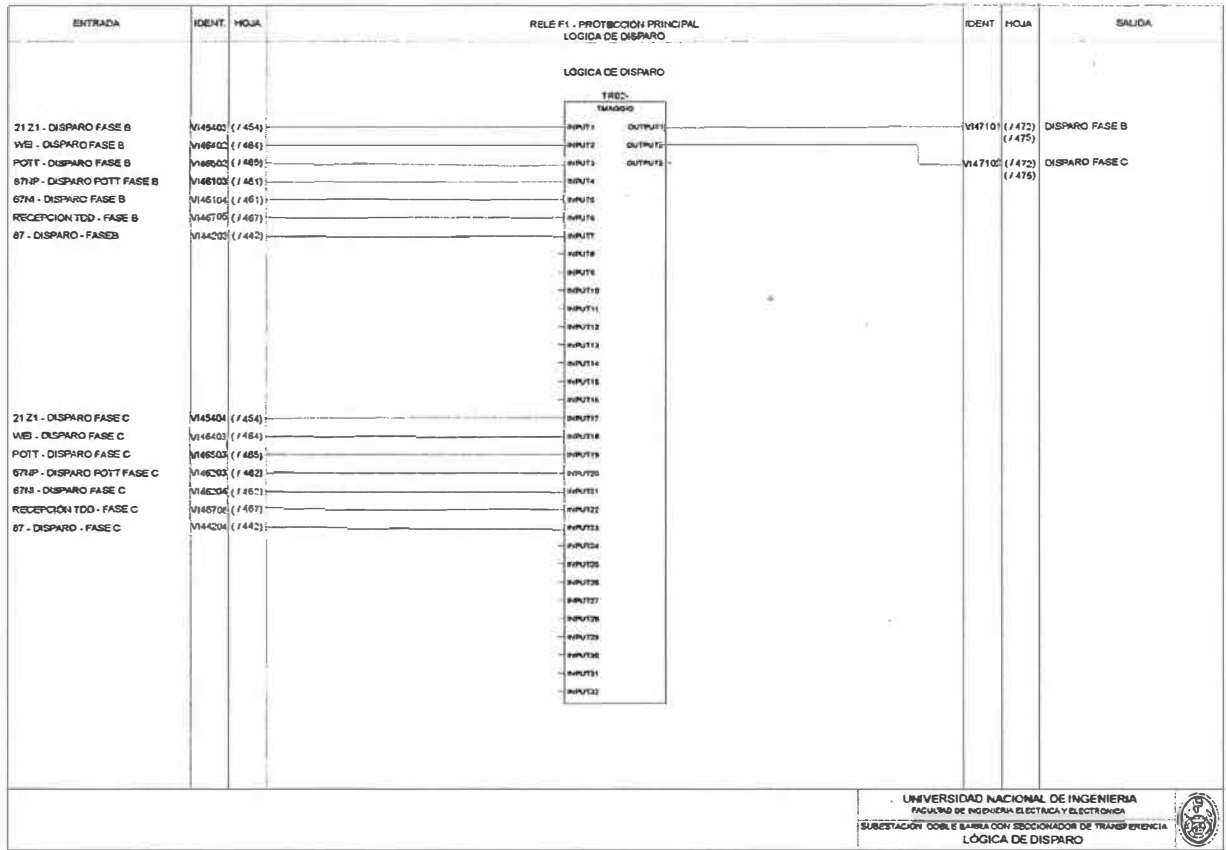


Fig. 4.18.4 Primera Lógica de Disparo – Fase S y T

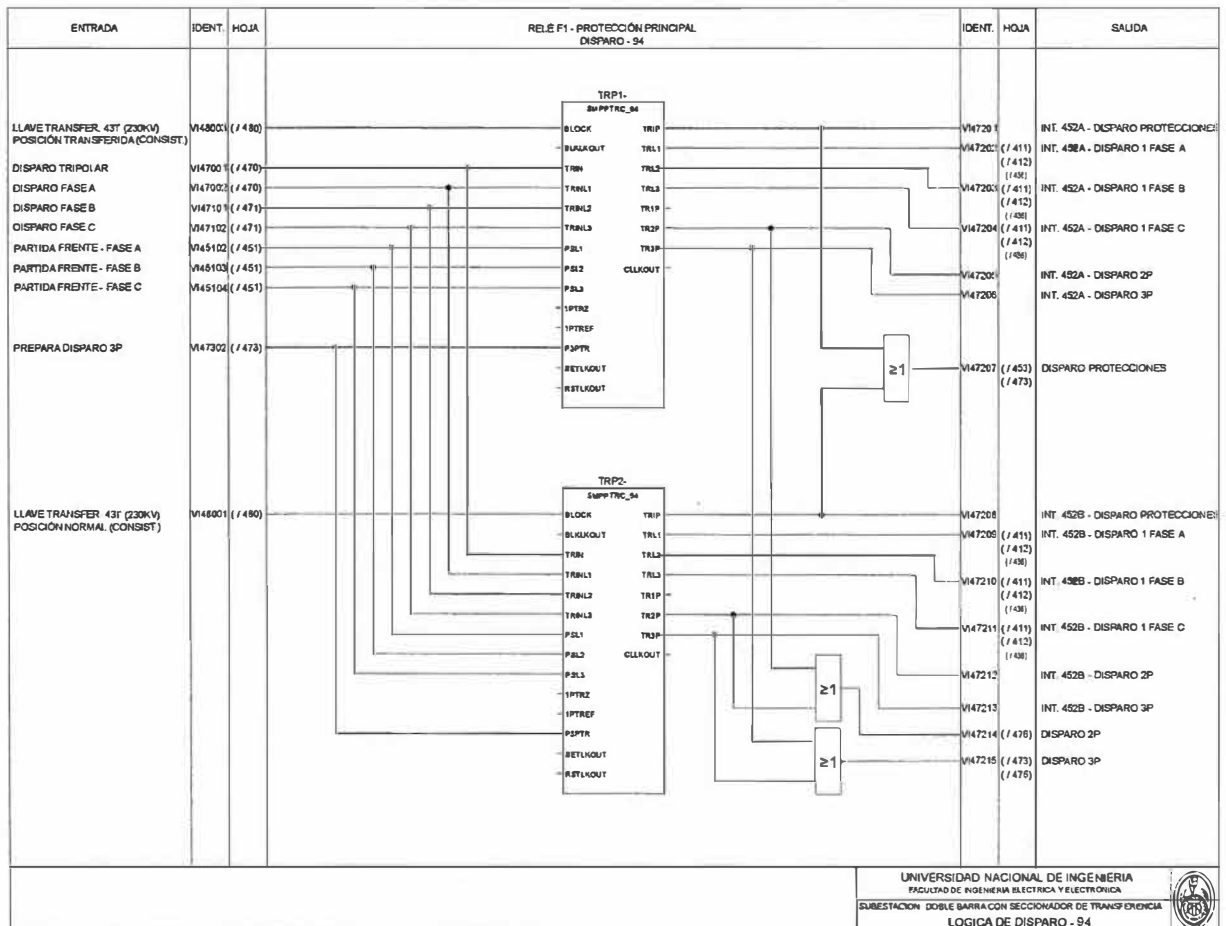


Fig. 4.18.5 Lógica final de Disparo – 94

4.19 Sincronismo

La función de sincronismo supervisa la conexión de dos sistemas, de modo que indica y permite el cierre del interruptor en el momento justo (cuando ambos sistemas se encuentran sincronizados). Esta función compara las variables de tensión, ángulo de fase y frecuencia de los elementos a conectar.

Su principio de funcionamiento se basa en la medición continua de las variables de los sistemas a ser conectados, de modo que se debe cumplir con ciertas condiciones ajustadas. Otra característica importante es que todas las condiciones deben ser cumplidas para lograr cerrar el interruptor. Esta función mide continuamente la tensión de barra y línea, estos valores se comparan a la vez con los valores de umbral, superior e inferior, y con esto se decide si cumple la condición. De manera similar ocurre para el ángulo de fase y para la frecuencia.

Se debe tener en cuenta que en la lógica interna del bloque SESRSYN_25, no solo se requieren las señales de tensión de barra y línea, la posición de los seccionadores adyacentes a las barras también es requerida como información, así la posición de los MCB de los transformadores de tensión de línea y barra. (Véase Fig. 4.19).

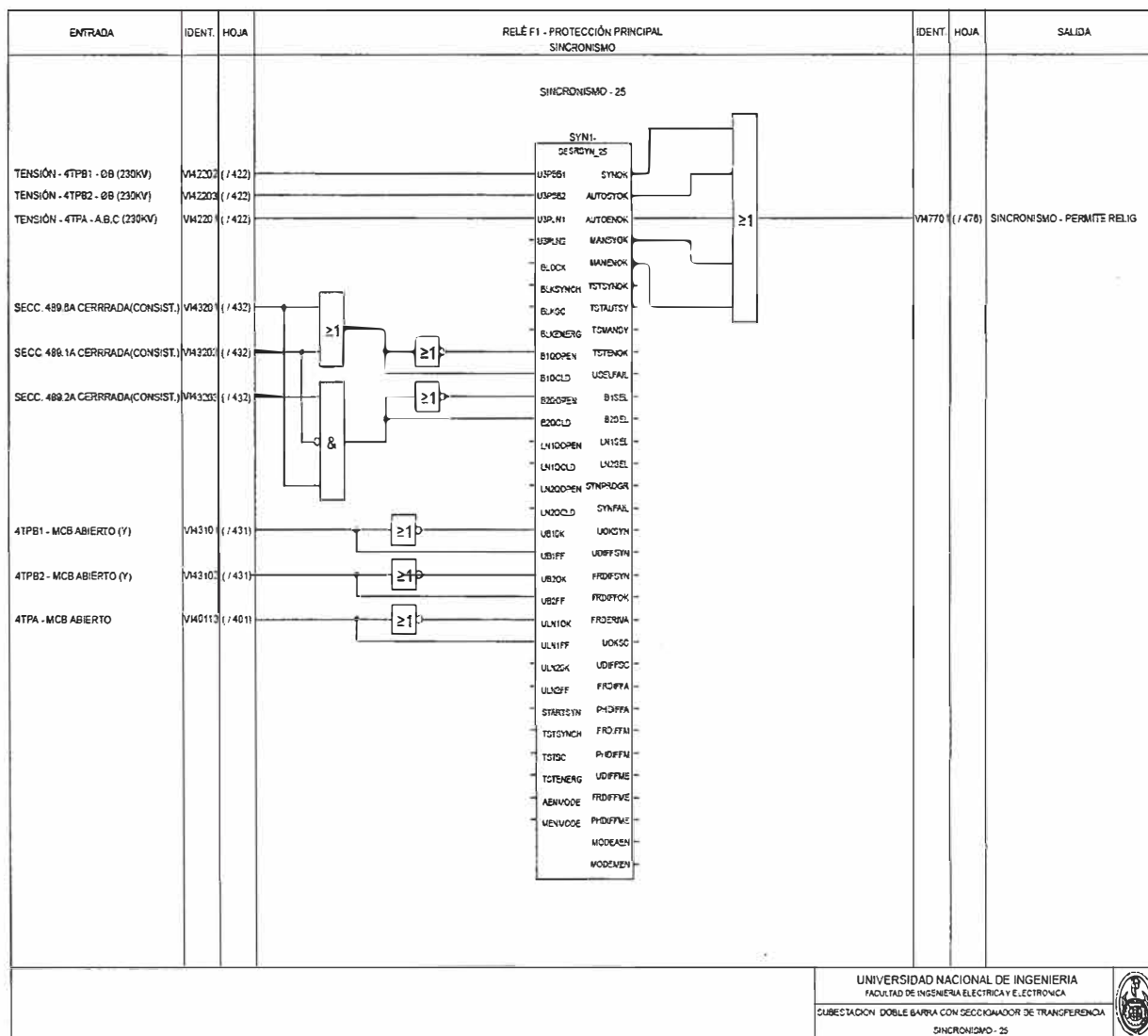


Fig. 4.19 Lógica de Sincronismo – 25

4.20 Direccionalidad y selector de fases de protección de distancia

La importancia de la direccionalidad se ve reflejada en el uso del bloque ZDRDIR, la finalidad de dicho bloque es generar una salida codificada en código binario, para indicar la dirección de cada fase (hacia a delante o atrás).

El bloque ZDRDIR toma las señales de los tres fasores de corriente, así como la señal de los tres fasores de tensión.

La salida de dicho debe ser conectada a la entrada DIRCND del bloque de impedancia respectivo, así como el selector de fases, esto con el objetivo de que este determine si selecciona los lazos hacia delante o atrás como se ve en la figura 4.20.

La selección de la fase lleva a cabo la clasificación en función de las fases involucradas en los diferentes tipos de fallas, así como la activación y desactivación de señales.

El bloque FDPSPDIS_21, toma sus señales de entrada de los bloques SMAI, SDDRFUF (utilizada para bloquear la función en caso de pérdida de tensión) y ZDRDIR (indica la direccionalidad), con esta información este bloque es el encargado de hacer la selección de fases, las salidas de este bloque indican el arranque direccional o no direccional de cada fase, así como cuantas fases arrancaron operación como se ve en la fig. 4.20.

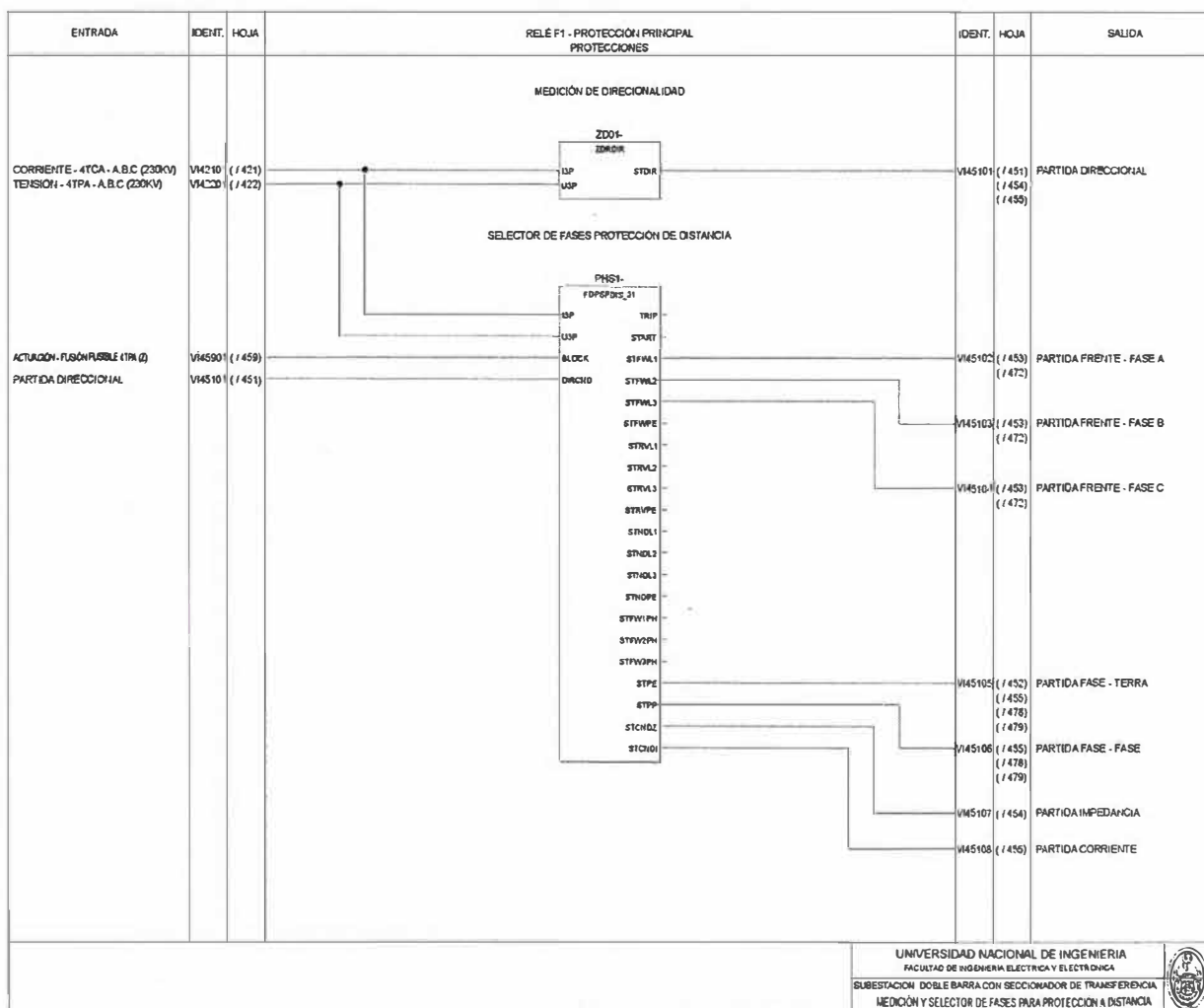


Fig. 4.20 Lógica de Direccionalidad y selector de fases de protección de distancia

4.21 Oscilación de potencia y pérdida de sincronismo

Las oscilaciones de potencia ocurren después de la desconexión de una gran carga, por ello esta función es la encargada de detectar las oscilaciones de potencia y bloquear la función de impedancia. Este bloque ZMRPSB toma sus señales de entrada los bloques SMAI y FDPSPDIS_21, de los cuales obtiene las señales de corriente, tensión y una señal que bloquea su operación en caso de presentarse una corriente de fase a tierra, esto porque se las oscilaciones de potencia no posee componentes de secuencia cero.

En ocasiones las oscilaciones de potencia pueden llegar a ser severas, provocando pérdida de sincronismo, es por ello que el principal propósito del bloque PSPPPAM_78 es detectar, evaluar y tomar la acción requerida para el momento de pérdida de sincronismo.

Las señales de entrada de este bloque provienen del bloque SMAI (señales de corriente y tensión provenientes de los transformadores de corriente y tensión de línea), ante la pérdida de sincronismo este bloque generara como señal de salida un disparo 78, el cual es utilizado en la lógica de trasmisión de teleprotecciones, primera lógica de disparo por protecciones y bloqueo de recierre automático. (Ver Fig. 4.21).

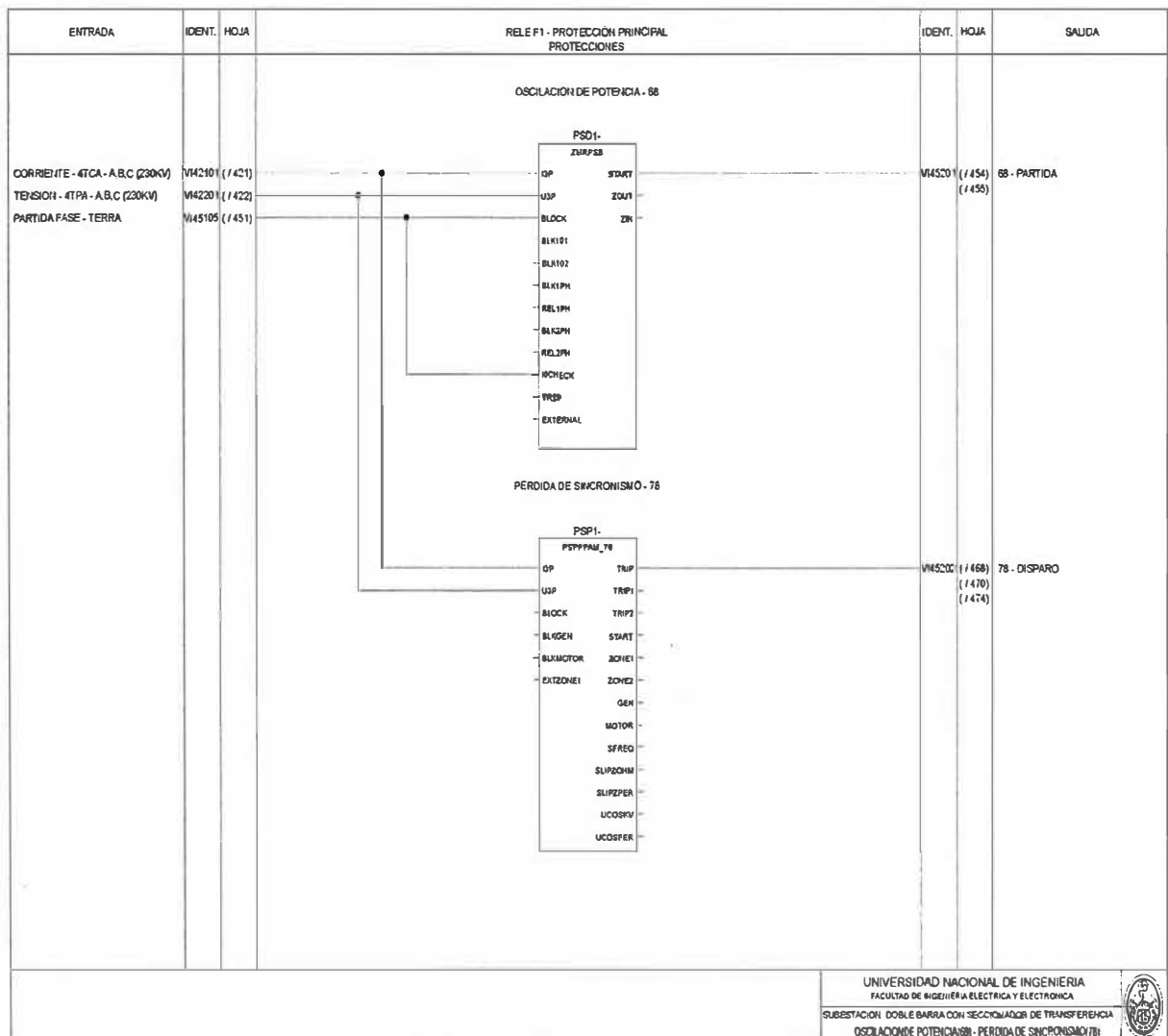


Fig. 4.21 Lógica de Oscilación y pérdida de sincronismo

4.22 Localizador de Fallas

La precisión del localizador de fallas es uno de los componentes esenciales para minimizar las pérdidas de tiempo en mantenimiento e inspección de la línea posterior a la falla. Por ello es uso del bloque LMBRFLO es el encargado de cumplir esta función que se basa en la medición de la impedancia de falla, la cual es proporcional a la distancia de la falla en porcentaje, kilómetros o millas.

Este bloque usa como entradas las señales de partida hacia adelante por fase, disparos por fase de la función 87 y el disparo de protecciones, como se ve en la figura 4.22.

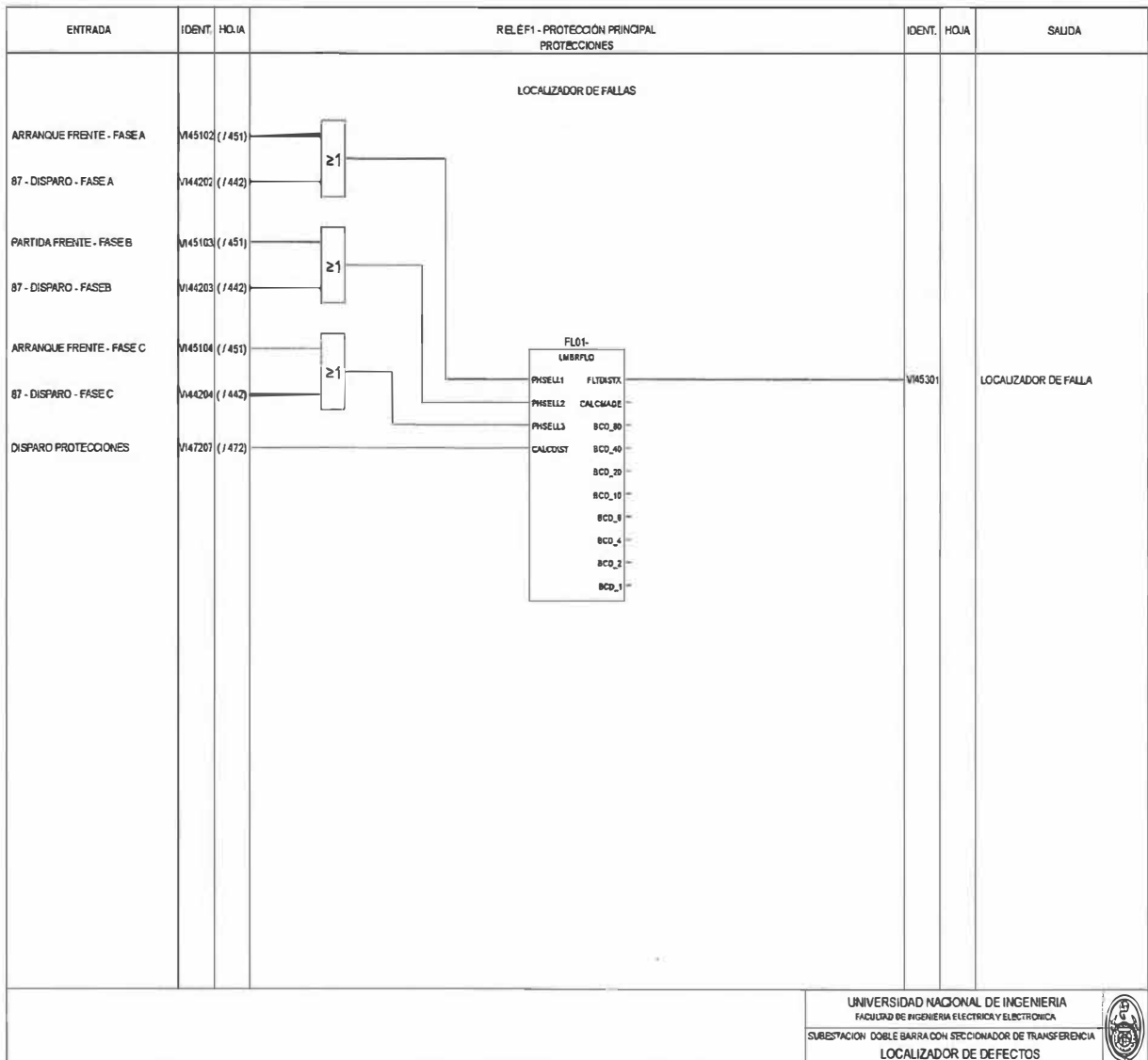


Fig. 4.22 Lógica de Localizador de fallas

4.23 Zonas de medición de distancia

La protección de impedancia tiene 5 zonas con esquemas de protección para tres lazos de medición de falla fase-fase y tres lazos de medición fase-tierra.

Este bloque utiliza señales provenientes de los bloques SMAI, ZMRPSB_78, SDDRFUF, FDPSPDIS_21 Y ZDRDIR, con esta información el bloque ZMQPDIS genera señales de disparo por función, disparo por fase y partida de protección por fase. (Ver Fig. 4.23.1-2).

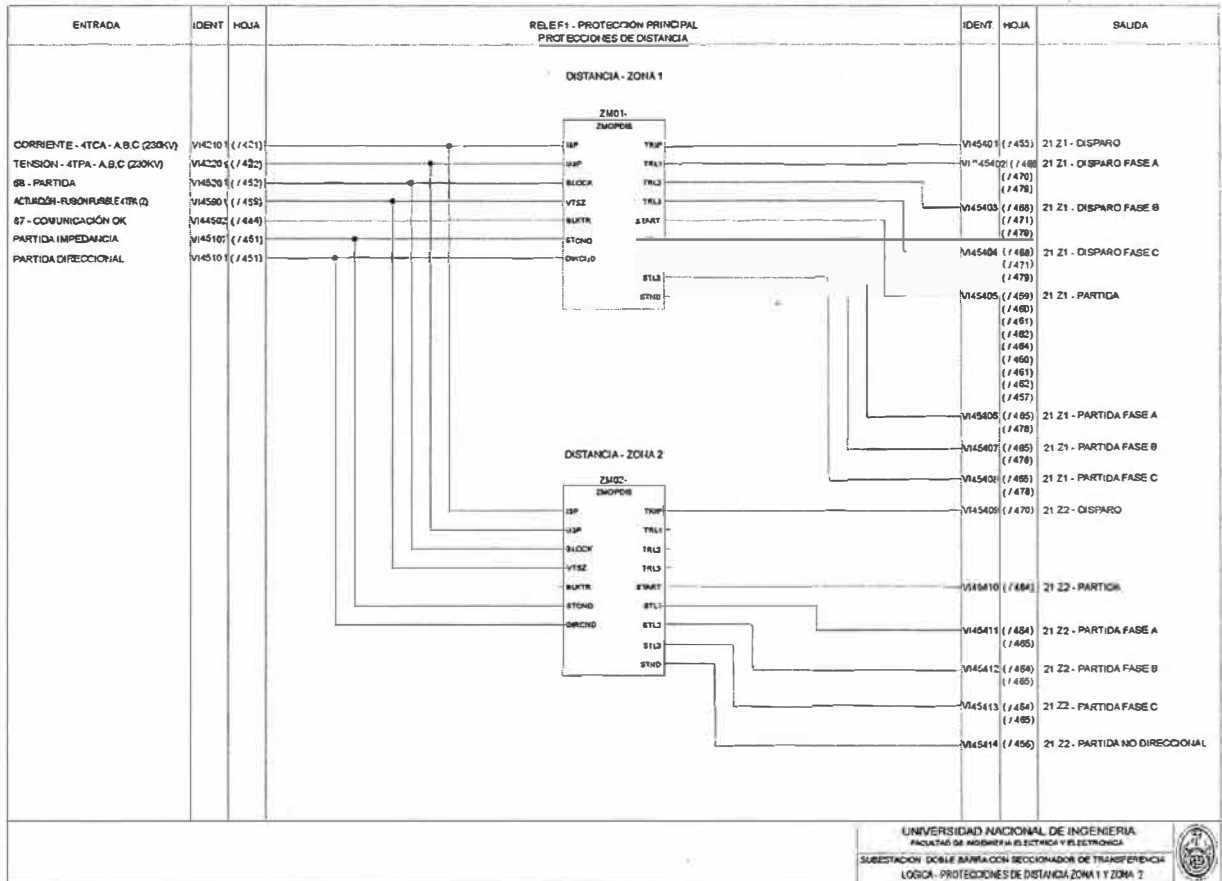


Fig. 4.23.1 Lógica de Protección a distancia de zonas Z1-Z2

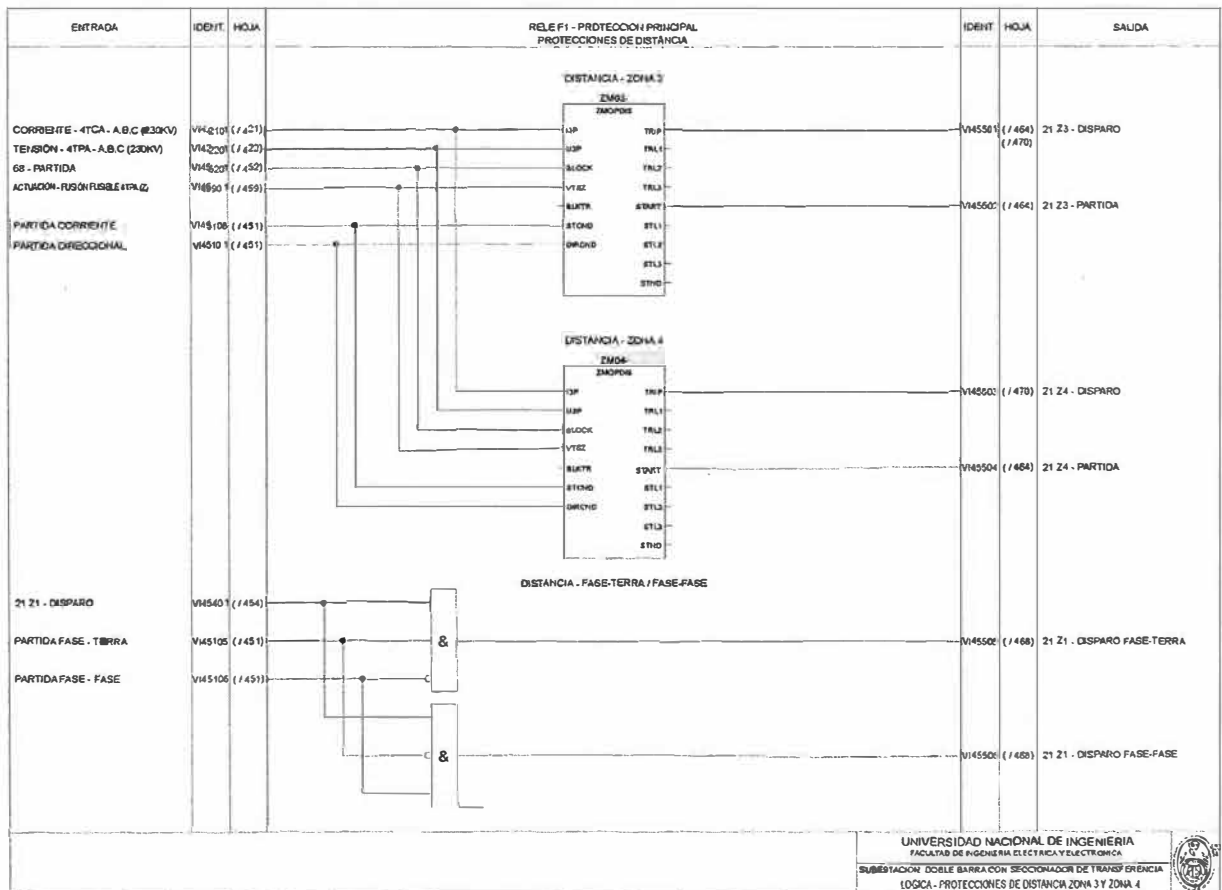


Fig. 4.23.2 Lógica de Protección a distancia de zonas Z3-Z4

4.24 Protección instantánea de sobrecorriente de fase (PHPIOC_50)

La función de sobrecorriente trifásica posee un bajo nivel transitorio y un tiempo de disparo corto, lo que permite un ajuste elevado, con lo que se llega al límite en menos de un ocho por ciento de la corriente de falla en la línea.

La señal de entrada de este bloque es proveniente del bloque SMAI, de donde se obtiene la señal de corriente de las tres fases agrupadas.

Este valor de corriente es comparado con el valor ajustado en la protección ($IP \gg$). Si este valor es superior al ajustado entonces la señal de este comparador envía una señal de verdadero, la cual activa la señal de salida TRIP la cual es un disparo general de partida de la función SOTF, el cual será llevado para desarrollar la lógica de la función de cierre de falla, como se ve en la figura 4.28.

4.25 Lógica de la función cierre de falla (ZCVPSOF)

Esta función provee de un disparo instantáneo al interruptor en falla, para ello dependemos del bloque ZCVPSOF.

La detección de desenergización de la línea es la encargada de activar esta función cuando la línea se pierde, una de la limitación de esta función es que no puede ser implementada para la característica Mho, por lo que se debe agregar una lógica adicional basada en los niveles de tensión y corriente.

Las señales de entrada de este bloque provienen de los bloques SMAI, de los cuales obtiene las señales de corriente y tensión para realizar las mediciones respectivas, además de estas señales cuenta con otras dos que se detallan a continuación, las cuales se refieren a los modos de operación de esta función.

Otras de las señales de entrada son combinaciones de señales que son utilizadas para la activación de la función por posición de interruptor o bien por comando de cierre manual para la línea o para la transferencia como se ve en la figura.4.24.

Las señales provenientes de otras funciones de protección como la partida de la función SOTF o la partida no direccional de la función 21 en zona Z2, son las que generan el señal de disparo.

La función cierre en falla (SOTF, por sus siglas en inglés) puede ser activada mediante una entrada externa de indicación del interruptor, o bien, puede ser activada internamente, utilizando las señales de tensión y corriente.

La salida producida por este bloque ZCVPSOF es utilizada para desarrollar:

- La primera lógica de disparo como se ve en la figura 4.18.3,
- Bloqueo como se ve en la figura 4.15.6, y
- Activación del recierre automático como se ve en la figura 4.13.3.

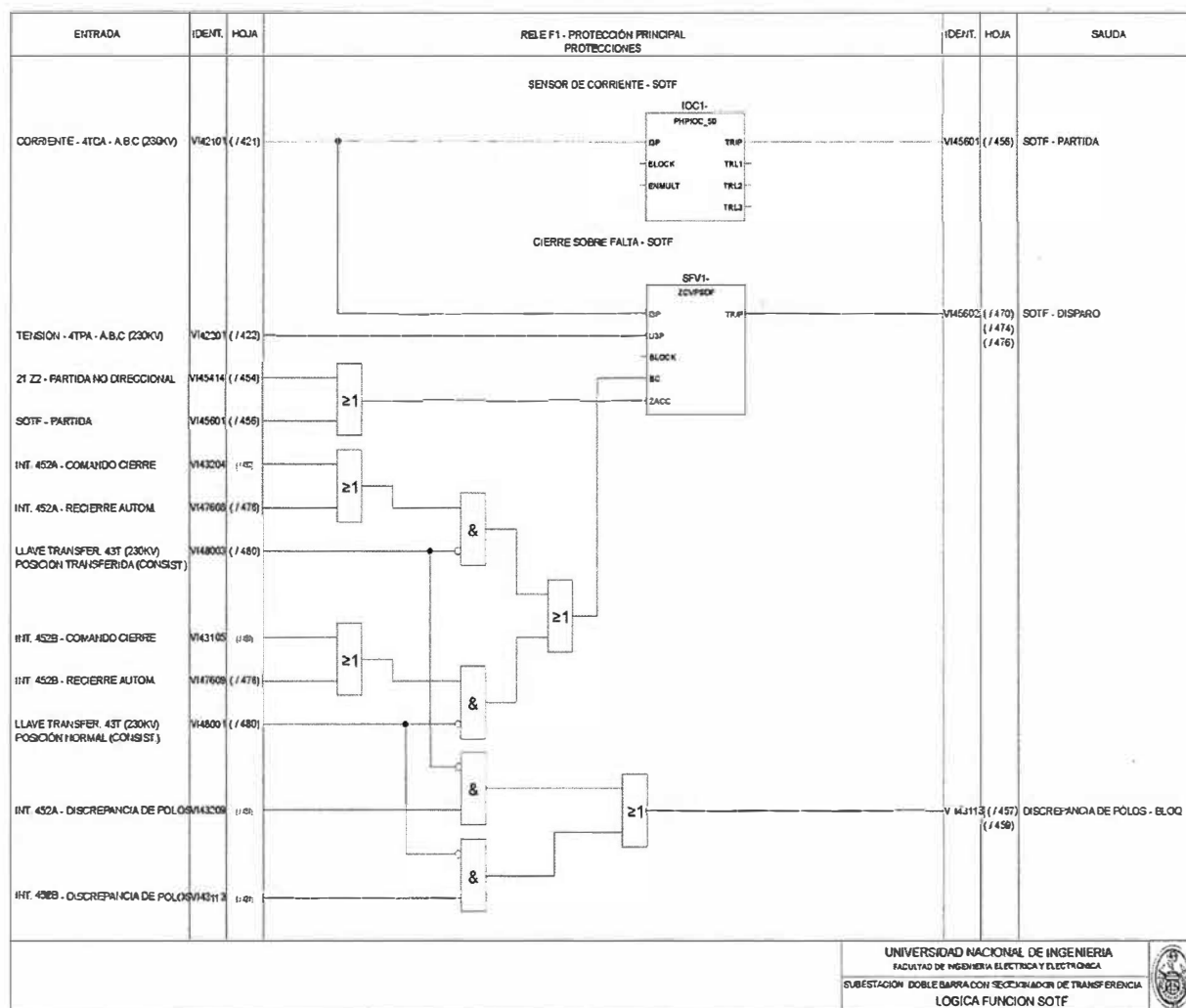


Fig. 4.24 Lógica de Función Cierre por falla – SOTF

4.26 Protección de sobrecorriente a tierra de tiempo inverso (EF4PTOC_51N67N)

La función del bloque de sobrecorriente con retraso (EF4PTOC_51N67N) posee una característica de tiempo inverso.

Todos los tiempos IEC y ANSI están habilitados, junto con una opción de definir el tiempo de funcionamiento. Esta función puede ser direccional (ANSI 67) o bien no direccional (ANSI 51). Esta función puede ser usada como protección principal para fallas de fase a tierra, o bien como respaldo de otra función. La direccionalidad puede ser combinada con los respectivos bloques de comunicación, de modo que se implementa los esquemas de teleprotección. Esta puede ser configurada para medir la corriente residual a partir de las entradas de las tres fases o bien utilizar una entrada de corriente directamente del neutro del transformador de corriente.

Las señales de entrada de este bloque funcional, provienen del bloque SMAI (señales de corriente y tensión de las tres fases), así como del bloque funcional SDDRFUF (FSD), señal que es utilizada para bloquear la función cuando hay señal del tensión y para desbloquear la función cuando se pierde la señal de tensión. Otras de las señales de este bloque son las entradas binarias de posición de interruptor abierto y la de cierre manual de interruptor como se ve en la figura 4.25.

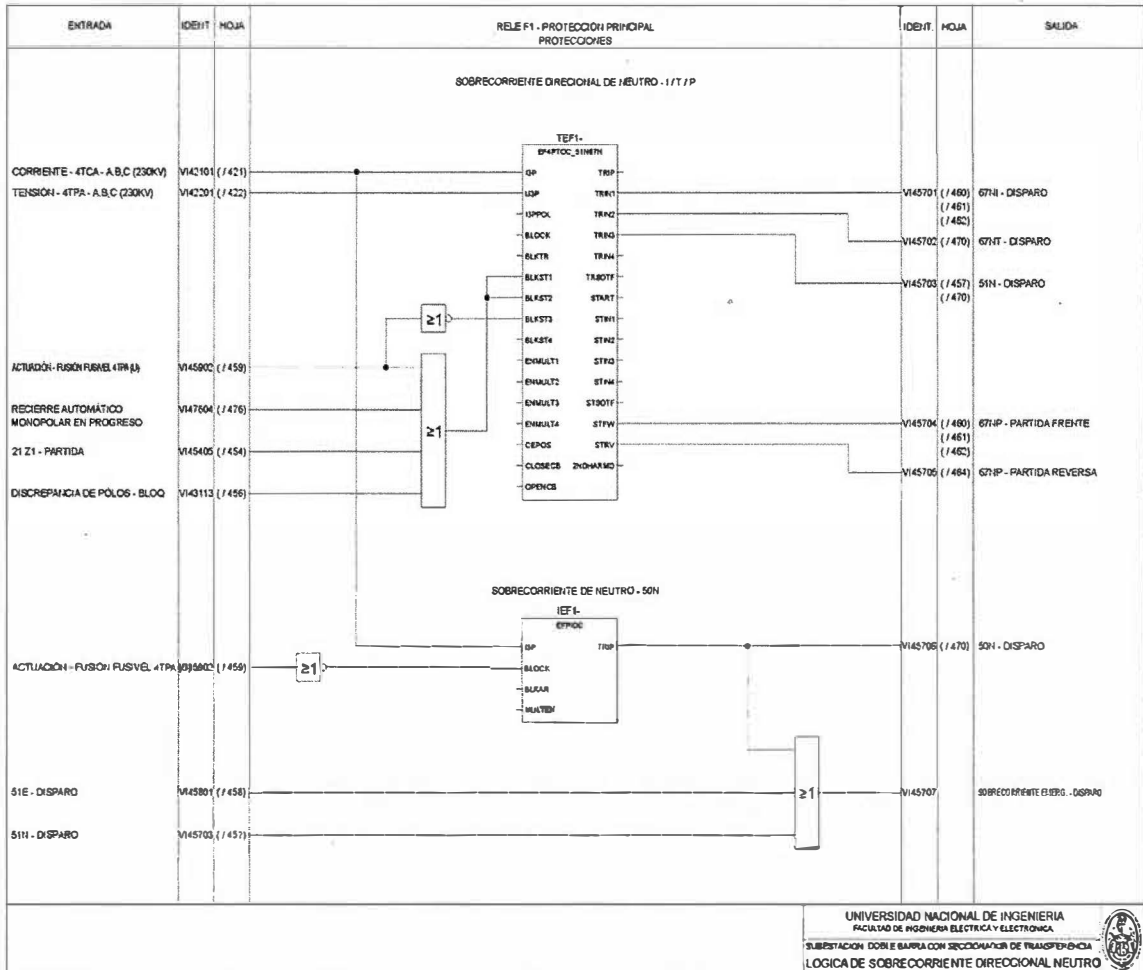


Fig. 4.25 Lógica de Sobrecorriente direccional neutro

4.27 Supervisión de disparo térmico de tensión Protección (SDDRFUF)

Esta función se encarga de bloquear o desbloquear las funciones que dependen de la medición de tensión. El bloque funcional tiene básicamente dos algoritmos de operación, los cuales se basan en determinación del valor de secuencia negativa y de secuencia cero, además se complementa con un algoritmo de determinación del delta de tensión y de un delta de corriente. La detección de secuencia negativa es recomendada para redes aterrizadas con alta impedancia, se basa en la medición de cantidades elevadas de secuencia negativa en el valor de tensión $3U_2$ sin la presencia de la corriente de secuencia negativa $3I_2$.

La detección de secuencia cero es recomendada en redes aterrizadas con baja impedancia, se basa en la medición de cantidades elevadas de secuencia cero en el valor de tensión $3U_0$ sin la presencia de la corriente de secuencia cero $3I_0$.

El criterio basado en el delta de tensión y delta de corriente es agregado en esta supervisión para detectar perdida de tensión en las tres fases.

Las señales con las que opera este bloque funcional son señales de los bloques SMAI de los cuales se determina la tensión y corriente de operación de la línea, así como entradas binarias que indican la posición de cerrado del interruptor, así como una señal de entrada que indica disparo térmico de tensión (detectada externamente).

Generando salidas como BLKZ que controla las funciones de impedancia y sobrecorriente de respaldo.

La salida BLKU es utilizada para el Arranque general, activa o desactiva las funciones de sobre o sub tensión, tal como se ve en la figura 4.26.

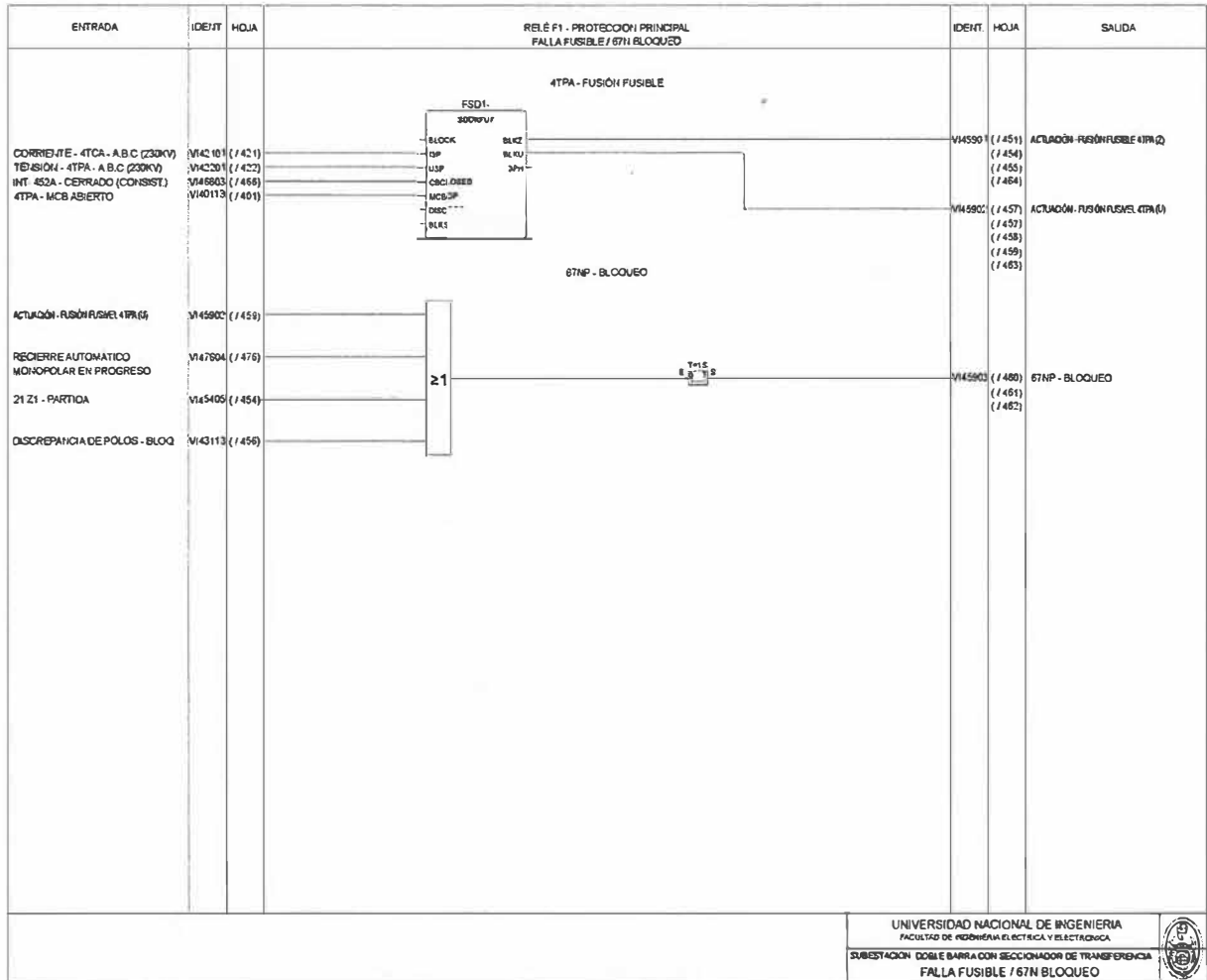


Fig. 4.26 Lógica de Falla de Fusible

4.28 Lógica de esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia

Las sobretensiones suelen ocurrir por exceso de reactivo en el sistema, como producto de variaciones en los cambiadores de derivación de los transformadores, extremos abiertos en líneas largas, entre otros. Esta función puede ser usada en combinación con una función direccional que detecta un incremento considerable en la potencia reactiva, o bien con la supervisión del térmico de tensión. En ese sentido se implementa la protección por sobretensión por medio del bloque OV2PTOV_59, para activar este bloque debemos llevar la tensión de las tres fases provenientes del bloque SMAI, con esta información el bloque OV2PTOV_59 genera señales de disparo por función de sobretensión 59, sobretensión instantánea 59I y temporizada 59T, estas señales de salida son llevadas para elaborar la primera lógica de disparo por protecciones, y bloqueo de recierre por problemas con la tensión, tal como se ve en la figura 4.27.

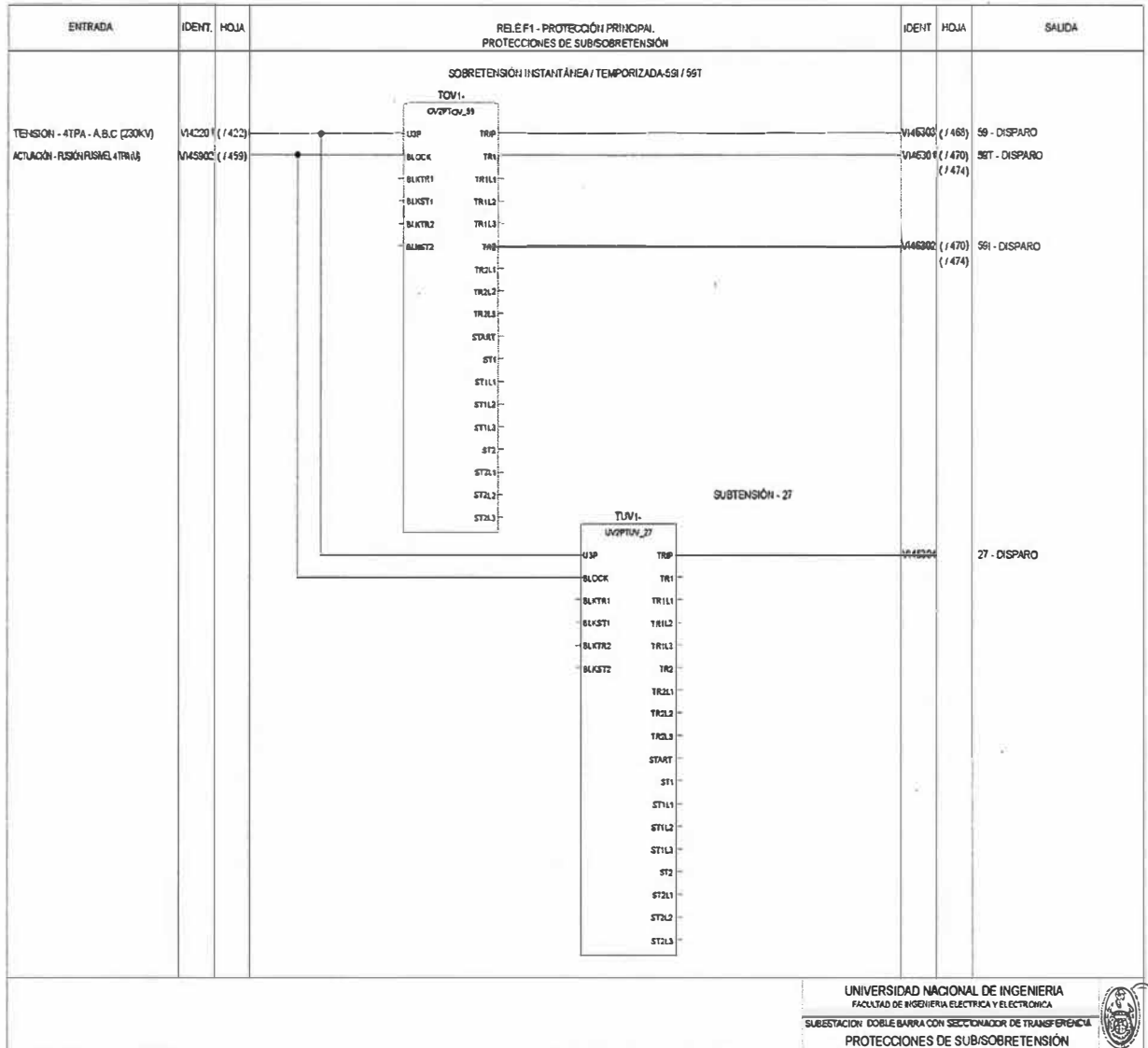


Fig. 4.27 Lógica de función de sobretensión instantánea y temporizada

4.29 Lógica de corriente en reversa y función por alimentador débil en un extremo (*weak infeed*) para comunicación de una sola fase

La función de corriente en dirección hacia atrás es usada para prevenir operaciones indeseadas debido a corriente en dirección hacia atrás cuando se utiliza un esquema de teleprotección de sobrealcance (POTT), esto debido a que con este esquema de comunicación se asegura un disparo selectivo y rápido, así como en aplicaciones con líneas paralelas.

La lógica por alimentador débil en un extremo (*weak infeed*, WEI) es usada en casos donde ante fallas del sistema este puede cambiar su topografía, la potencia aparente de una de las barras puede ser muy baja. Al activarse esta función, la protección del extremo débil, recibe una señal del otro extremo junto con la señal de baja tensión e impide la operación de la protección en zona inversa así como del disparo instantáneo.

Las principales señales de entrada de este bloque son las provenientes de SMAI y de SDDRFUF, las cuales son empleadas para medición y para bloquear la función debido a la pérdida de tensión, tal como se ve en las figuras 4.28.1 y 4.28.2

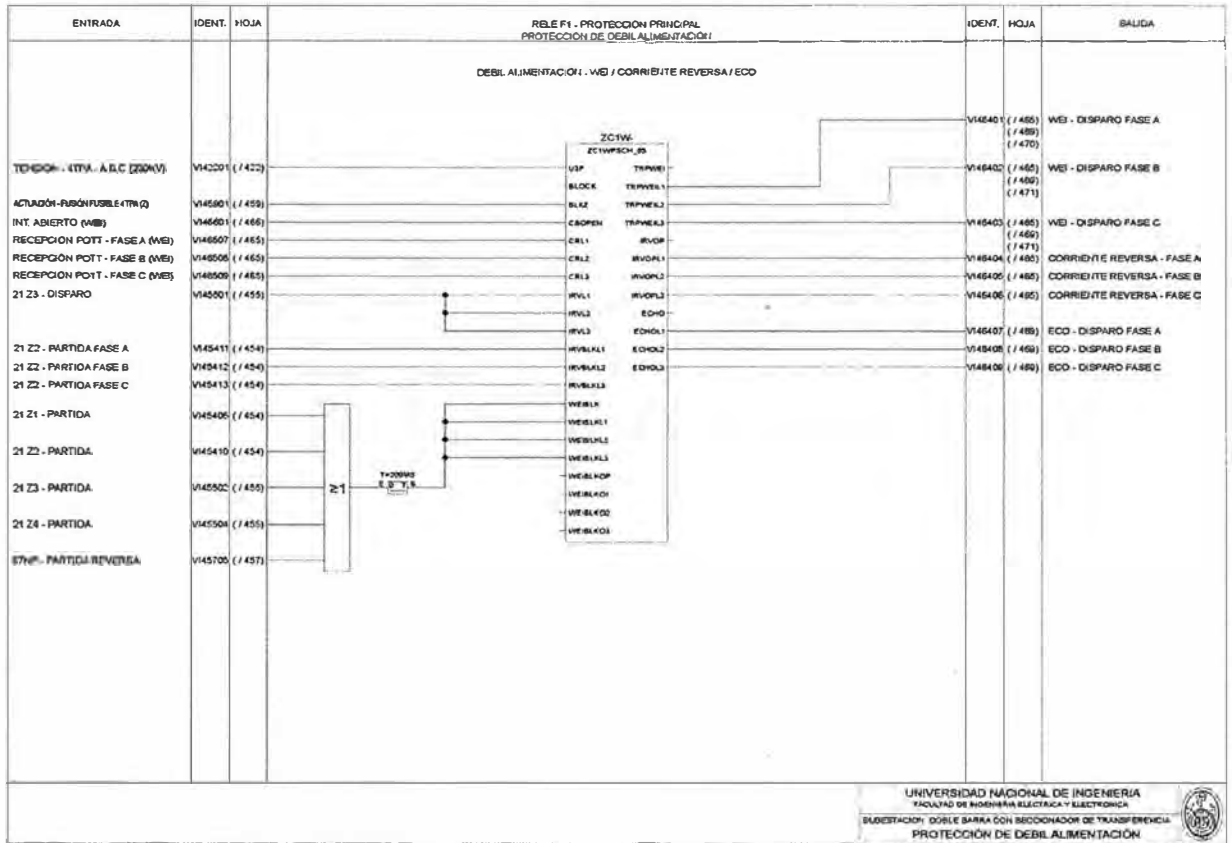


Fig. 4.28.1 Lógica de Débil alimentación - WEI – ECO

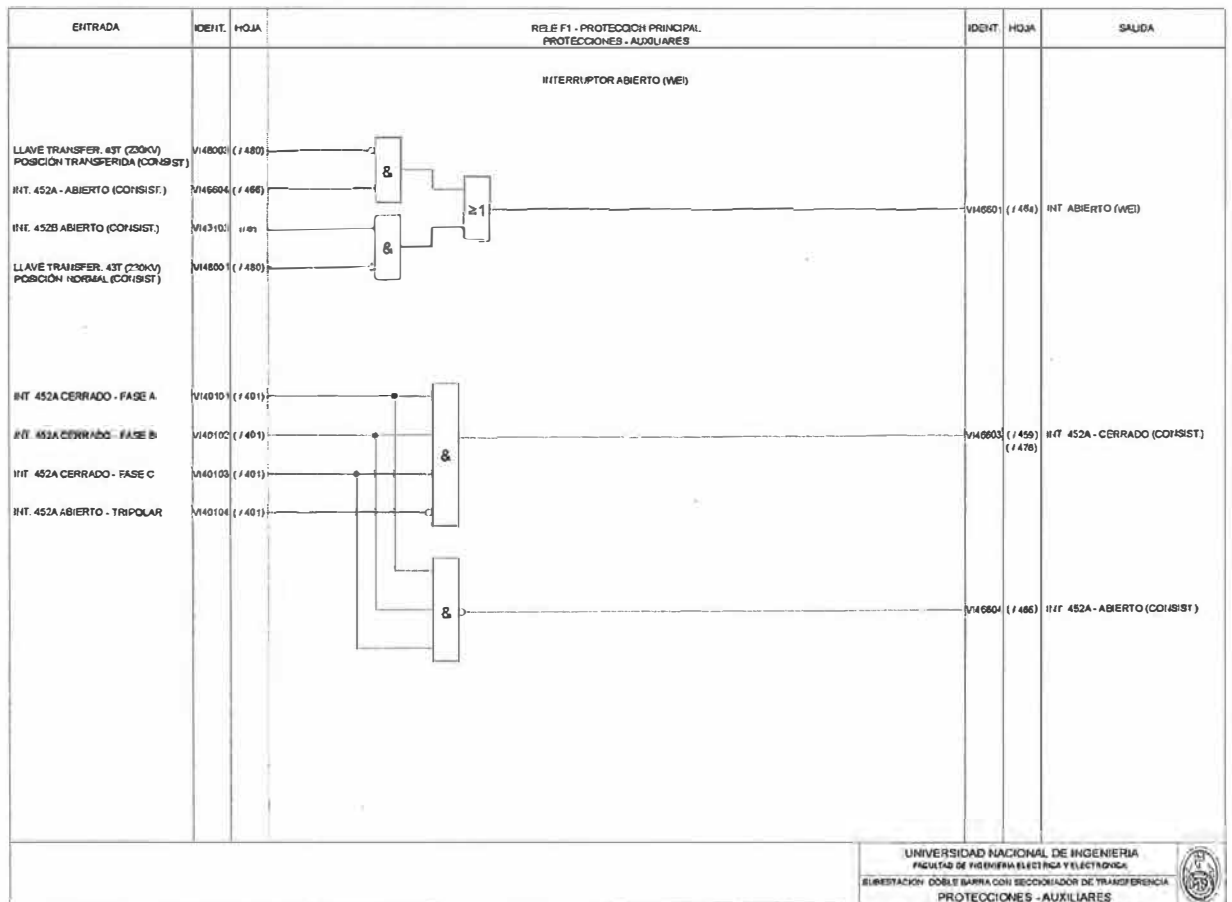


Fig. 4.28.2 Lógica WEI

4.30 Lógica de esquema de comunicación de una sola fase para la protección de distancia

La comunicación entre dos extremos de línea es utilizada para la limpieza de fallas en las líneas de transmisión. Esta función cuenta con soporte para todos los esquemas de teleprotección así como para problemas de fallas en líneas paralelas en un sistema, dado esto es que la comunicación de una sola fase es necesaria. Esta función reemplaza por completo el esquema de comunicación de módulo (ZCOM, esquema de comunicación generalmente utilizado para teleprotección, sin embargo, el bloque ZC1P posee más aplicaciones que este) en líneas importantes con tres canales de comunicación, sin embargo se cuenta con una lógica extra que permite la comunicación mediante un solo canal.

El principal objetivo del bloque funcional ZC1P es complementar la función de impedancia de la protección. Se debe considerar que para activar este tipo de esquema de comunicación se debe poseer tres canales de comunicación uno por fase capaces de enviar señales en ambas direcciones.

Las principales señales de este bloque son provenientes de ZMQPDIS_21 de las cuales se obtiene señales de arranque de cada fase, tanto hacia adelante como hacia atrás, como se ve en la figura 4.29.

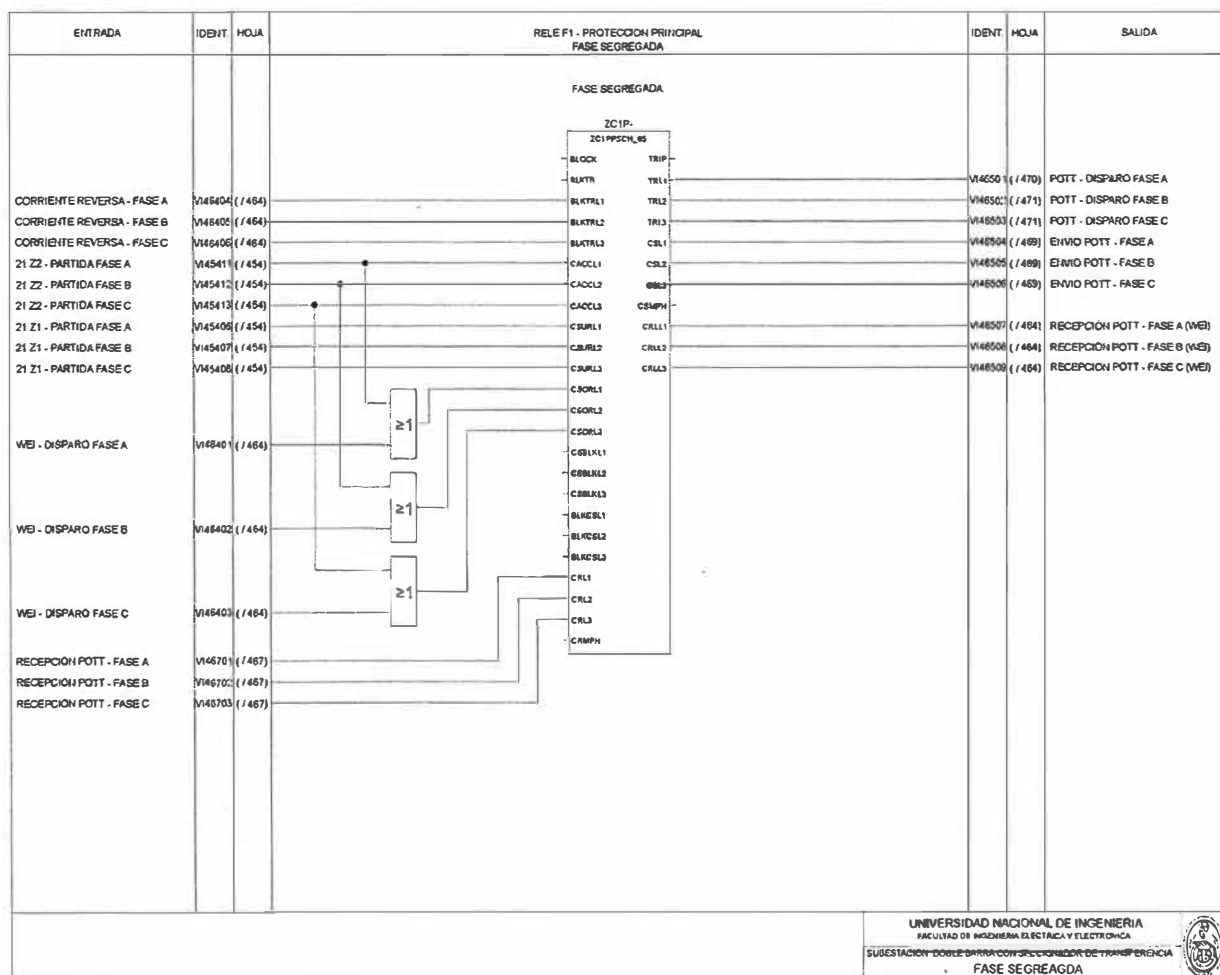


Fig. 4.29 Lógica de Fase segregada

4.31 Transferencia Automática de Protección

La línea de transmisión puede ser energizada en base a las maniobras desarrolladas por los equipos de patio, en ese sentido la bahía de línea establece debido a la posición de sus equipos de patio tres posiciones como:

- Posición normal
- Posición en transferencia
- Posición transferida

Estas posiciones determinan que la energización se está efectuando a través de la barra 1 o barra 2, otra forma de energización es mediante el seccionador 489.6A desde la barra 2, en los casos donde se energice desde la barra 2, la bahía de transferencia (bahía de acoplamiento) debería estar cerrada para poder transmitir la energía desde la barra 1 hacia la barra 2.

Este proceso de determinar las posiciones de la bahía de línea se desarrolla en la unidad de control a través de un esquema lógico el cual utiliza como información la posición de cada uno de los equipos de patio.

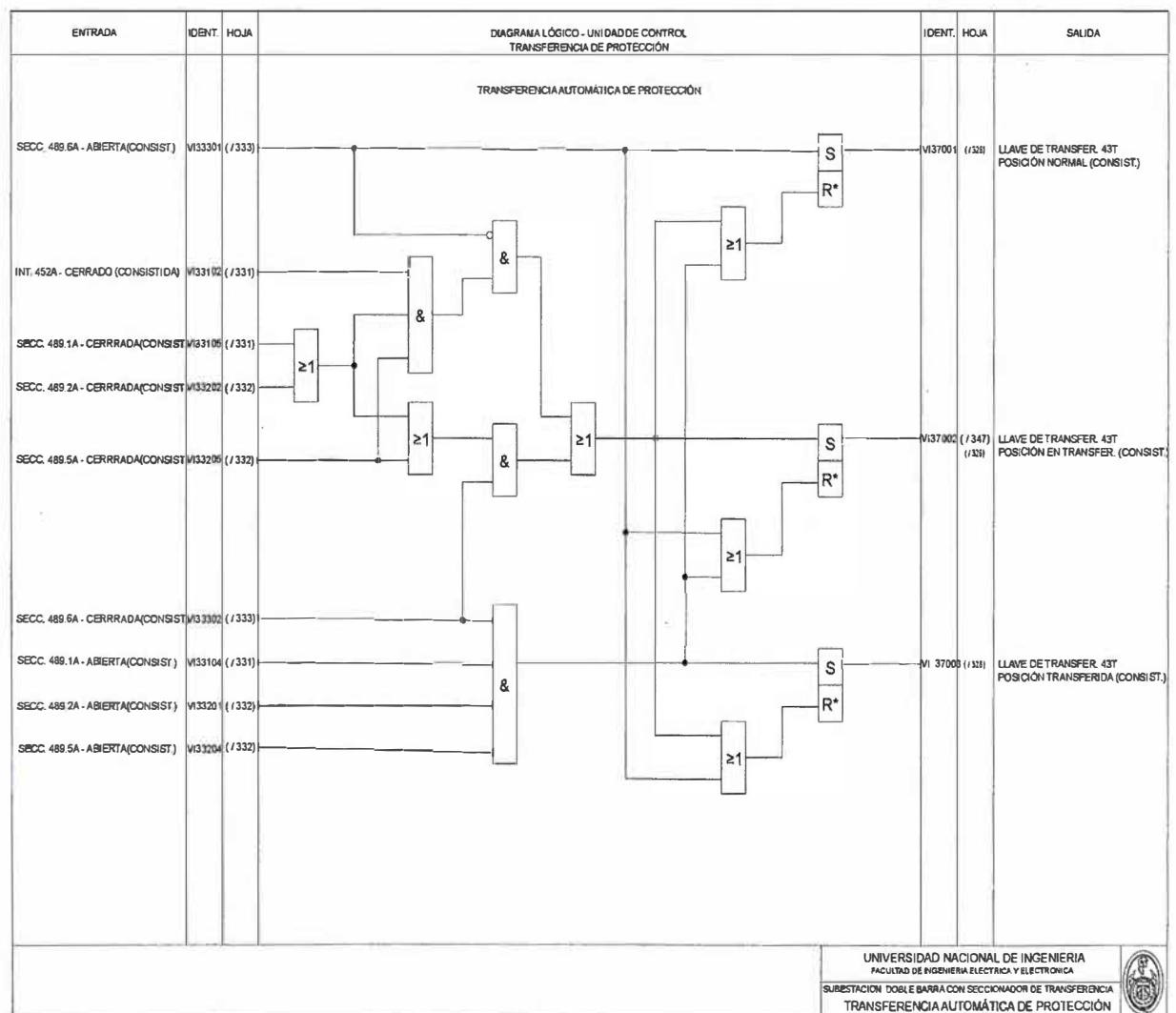


Fig. 4.30 Lógica de Transferencia automática de protecciones

4.32 Interrupción de bobinas de disparo por actuación de función 50BF

La interrupción de las bobinas de disparo del interruptor, es consecuencia de una temporización de 100 ms después de partida la orden de disparo de la función 62BF del interruptor de línea proveniente de la protección de barras. (Véase Fig. 4.31.1),

Esta orden es enviada a través de cableado externo hacia relés auxiliares BXDD1 y BXDD2 de tipo CRMD4 (relés repetidores) ubicados en los respectivos paneles de línea, estos relés distribuyen sus contactos cerrados en los circuitos de disparo 1 y 2 respectivamente (Véase Fig. 4.31.2), los cuales al ser sus bobinas abrirán sus contactos aislando la energización de los relés 52XA, 52XB y 52XC.. (Véase Fig. 4.18.1).

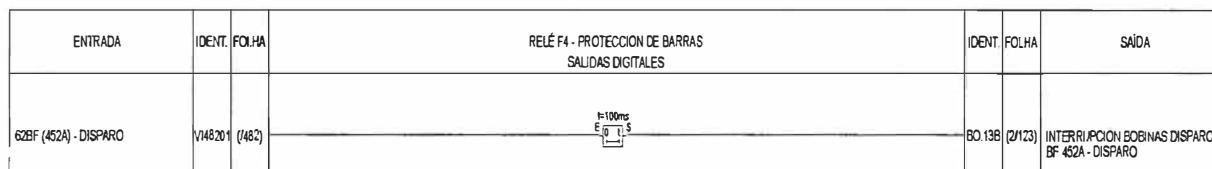


Fig. 4.31.1 Señal temporizada para interrupción de bobinas de disparo

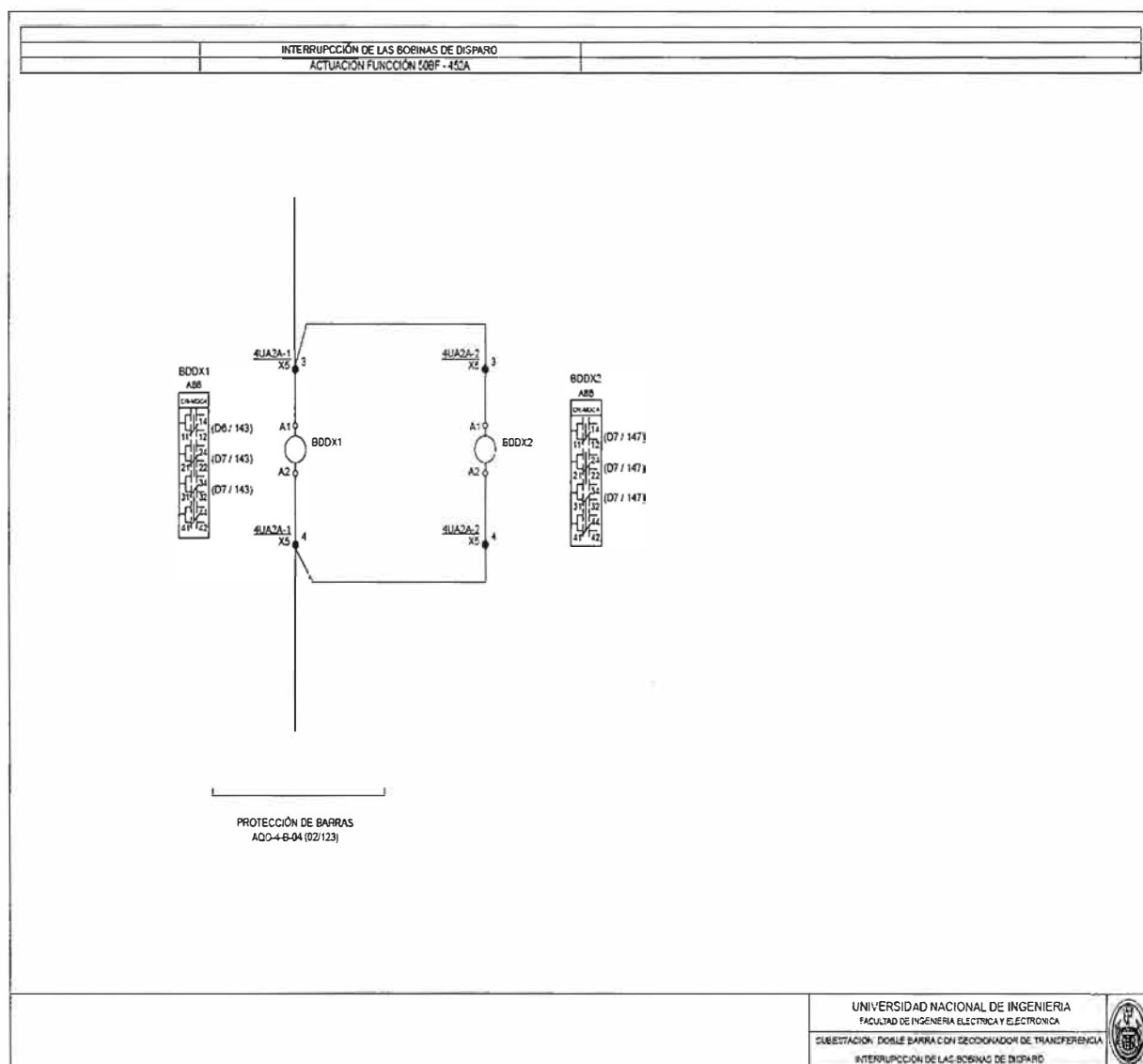


Fig. 4.31.2 Esquema de interrupción de bobinas por actuación de 50BF

4.33 Falla de interruptor función 50BF

Siempre que se presenta la actuación del esquema de protección finaliza con la apertura del interruptor, de este modo se dice que la protección actuó correctamente. Pero muchas veces las protecciones actúan adecuadamente, pero por algún motivo la corriente de falla no es eliminada, se dice entonces que hay falla en el interruptor de potencia (*Breaker failure*). Las fallas en el interruptor pueden ser fallas mecánicas o eléctricas, por ello se prevee un esquema de protección adicional, que debe accionar la apertura de los interruptores adyacentes y aislar si la zona afectada, eliminar la alimentación de la falla. Los interruptores más próximos son generalmente los de la barra en la cual existe la falla del interruptor.

En el presente caso la lógica de la función de protección de falla de interruptor se realiza desde la unidad de protección de barras, ubicado en el panel de bahía de transferencia, desde ahí la unidad de protección de barras a través de su bloque CCRBRF, determina el disparo por falla de interruptor 62BF, este bloque requiere como información la señales de corrientes de las tres fases provenientes del transformadores de corriente de línea, posición de los seccionadores adyacentes al interruptor, orden de partida de falla de las tres fases del interruptor, posición cerrada de las tres fases del interruptor y estado de presión de SF6, tal como se ve en la figura 4.32.

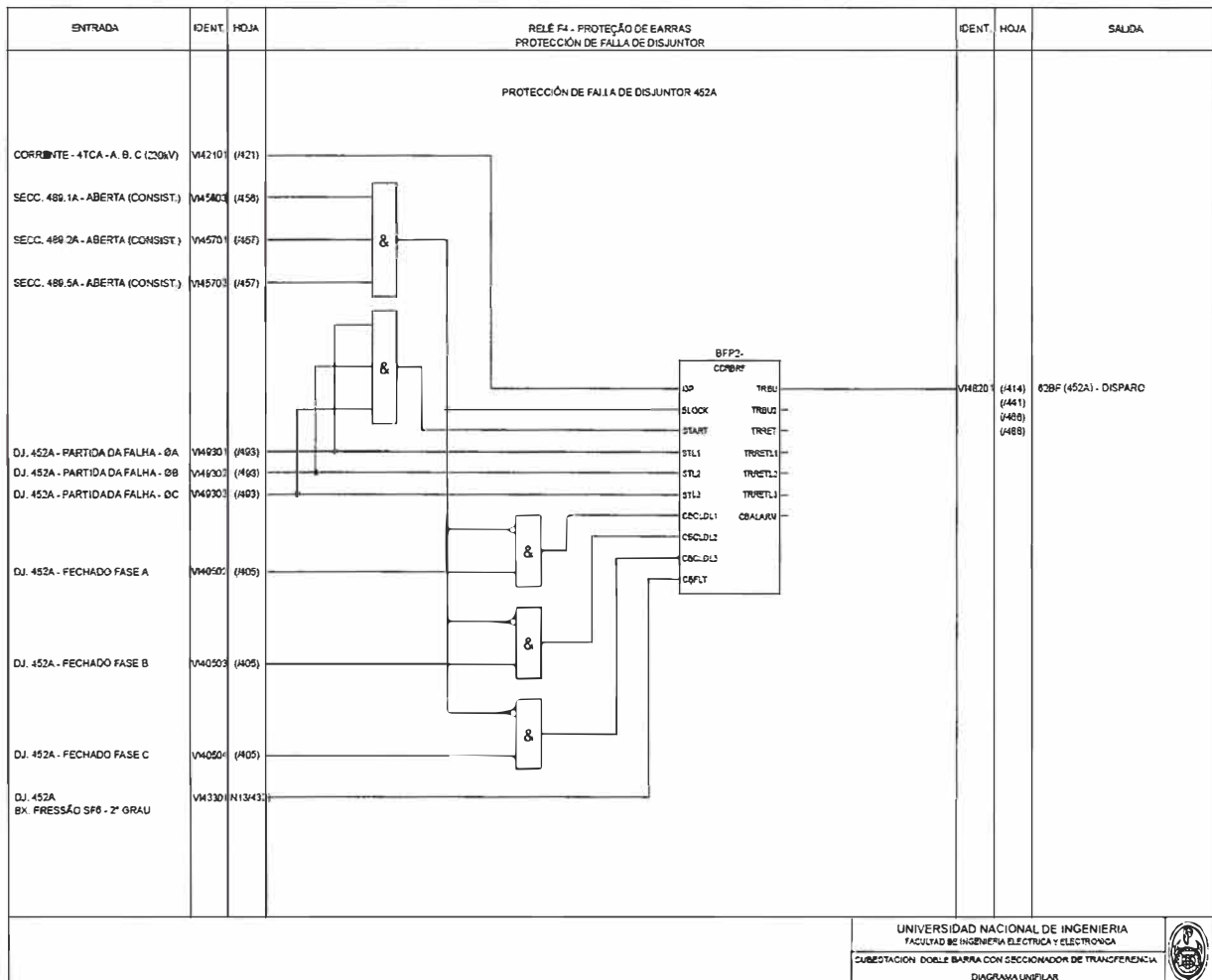


Fig. 4.32 Lógica de protección por Falla de Interruptor – 50/62BF

4.34 Protección de zona muerta

Siempre que se presenta la actuación del esquema de protección finaliza con la apertura del interruptor, de este modo se dice que la protección actuó correctamente. Pero muchas veces las protecciones actúan adecuadamente, pero por algún motivo la corriente de falla no es eliminada, se dice entonces que hay falla en el interruptor de potencia (*Breaker failure*).

Las fallas en el interruptor pueden ser fallas mecánicas o eléctricas, por ello se prevee un esquema de protección adicional, que debe accionar la apertura de los interruptores adyacentes y aislar si la zona afectada, eliminar la alimentación de la falla. Los interruptores más próximos son generalmente los de la barra en la cual existe la falla del interruptor.

Al igual que en el caso anterior la lógica de la función de zona muerta, se realiza desde la unidad de protección de barras, aquí se utiliza el bloque de protección de sobrecorriente de fase de tiempo inverso (OC4PTOC_51_67), este bloque requiere como información las señales de corriente de las tres fases provenientes del transformador de corriente de línea y la confirmación de la presencia de corriente en la bahía línea con interruptor abierto como se ve en la figura 4.33.1, para generar el disparo EFP como se ve en la figura 4.33.1.

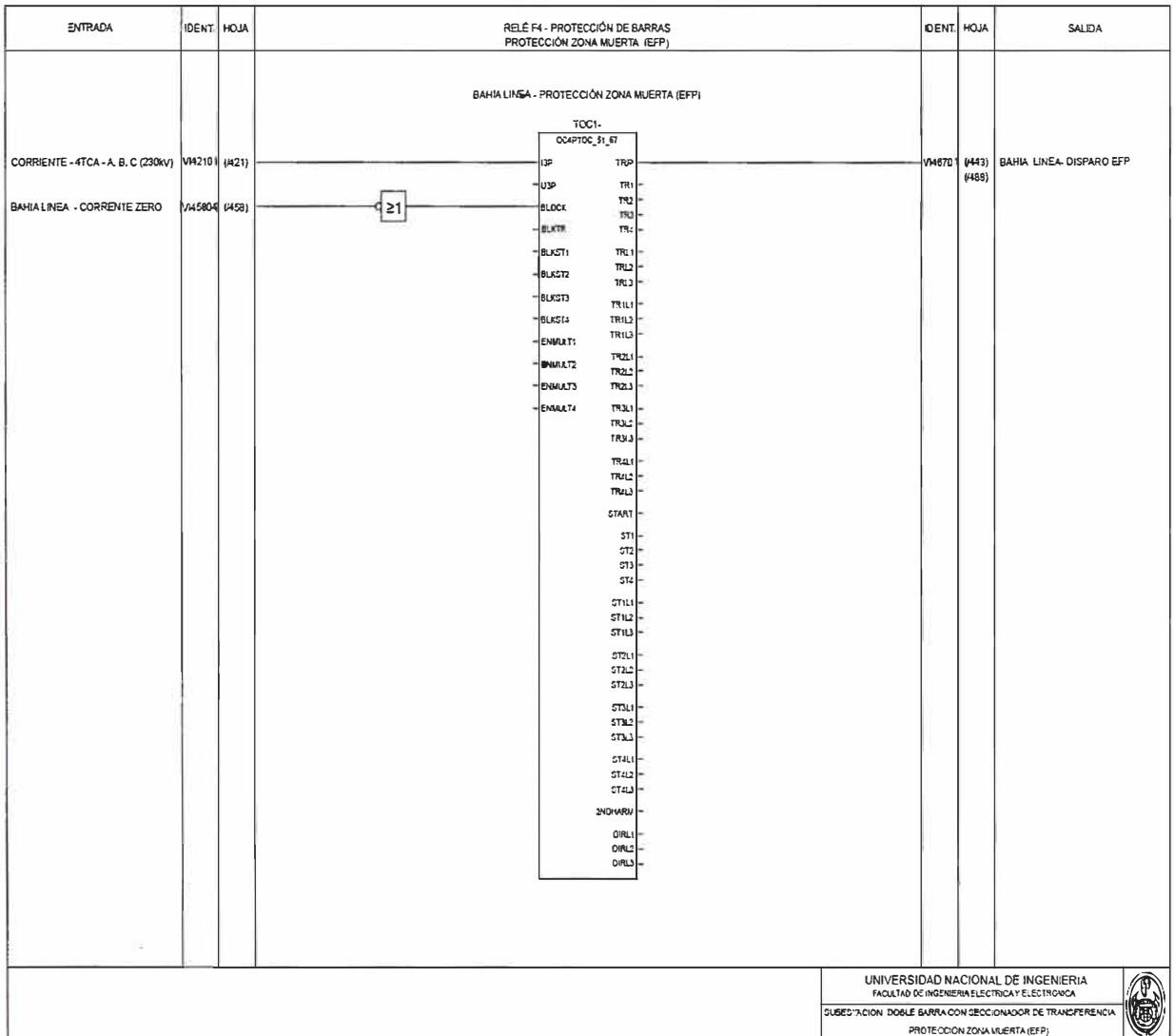


Fig. 4.33.1 Lógica de protección por zona muerta (EFP)

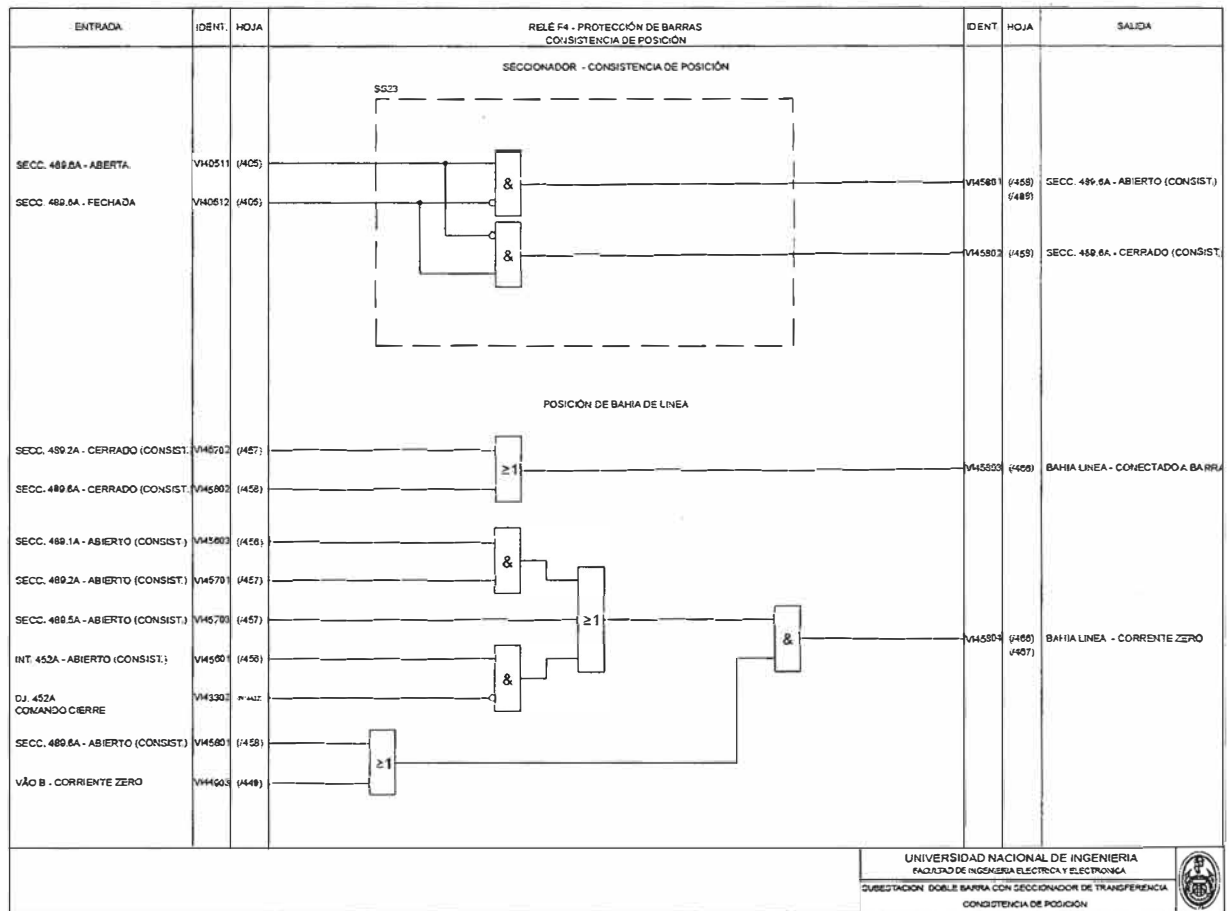


Fig. 4.33.2 Lógica de protección diferencial – 87B

4.35 Protección diferencial de barras

Ante la confirmación de falla del interruptor, la protección diferencial de barra 87B a través de su bloque BUTPTRC, ubicado en la unidad de protección de barras perteneciente al panel de bahía de transferencia, desarrolla una lógica interna basada en las señales de corriente del transformador de corriente de línea, el estado de conexión de la bahía de línea con la barra, la corriente cero y el disparo de la función 62BF, con toda esta información el bloque genera el disparo 87B, como se ve en la figura. 4.34.

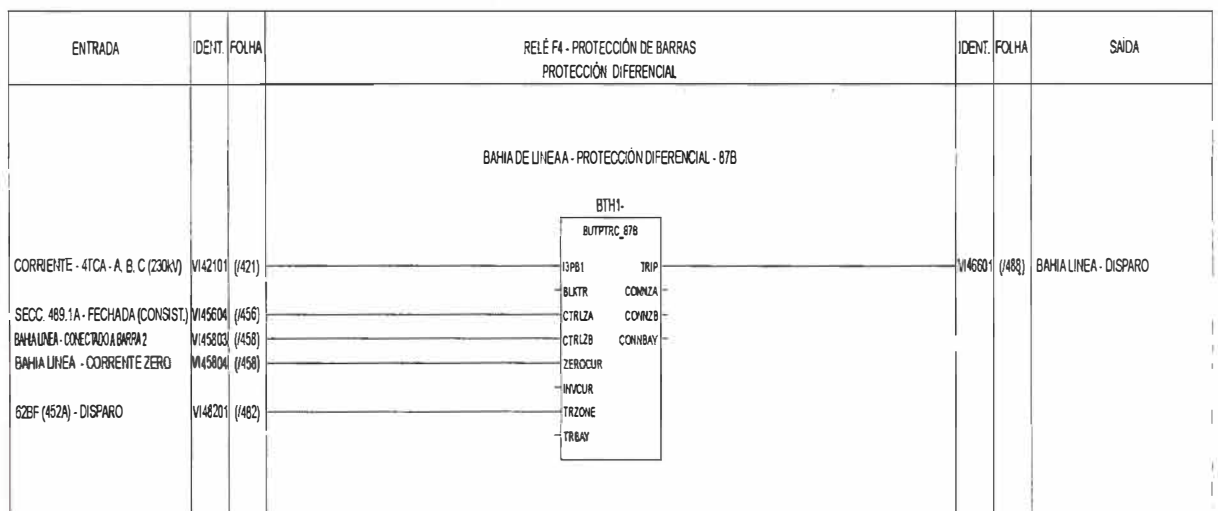


Fig. 4.34 Lógica de protección diferencial – 87B

4.36 Esquema de Seccionadores

Los esquemas de los seccionadores queda determinado por lo siguiente:

- Alimentación de motor en 220Vca.
- Alimentación de la bobina de cierre en 125 Vcc.
- Liberación del enclavamiento.
- Mandos abrir-cerrar del seccionador.

4.36.1 Alimentación en alterna 220Vca

La operación del motor, calefacción, iluminación y tomada de los seccionadores requieren de alimentación en alterna para ello, se usa como información base los unifilares de servicios auxiliares para tomar la alimentación, la cual será llevada a los equipos de patio a través de cableado externo usando una caja de agrupamiento para derivar la alimentación a los equipos según corresponda, como se ve en la figura 4.36.

4.36.2 Alimentación en continua 125Vcc

El circuito de comando necesita alimentación en continua, en base a la información de los esquemas internos de los seccionadores se suministra tensión continua en 125Vcc, para la apertura, cierre o enclavamiento, como se ve en la figura 4.36.

4.36.3 Liberación de enclavamiento

Los relés auxiliares 89.1IX, 89.2IX, 89.4IX, 89.5IX 89.TIX, son usados para liberar el enclavamiento de los seccionadores en cada uno de los casos, la unidad de control UC a través de una lógica desarrollada como se ve en la fig. 4.35.1 y fig.4.35.2 es encargado de energizar estos relés auxiliares. (Véase Fig. 4.13.4).

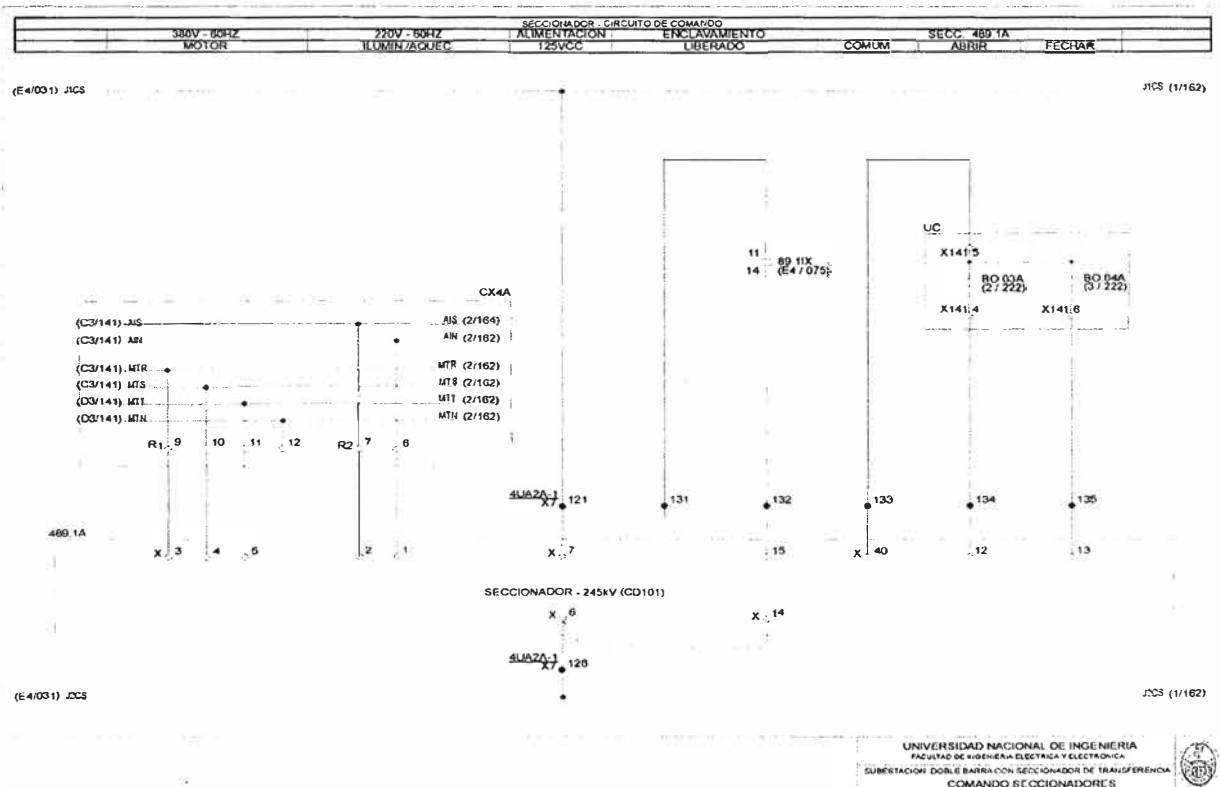


Fig. 4.35 Esquema de comando de Seccionador



Fig. 4.35.3 Lógica de Enclavamiento – Seccionador a tierra

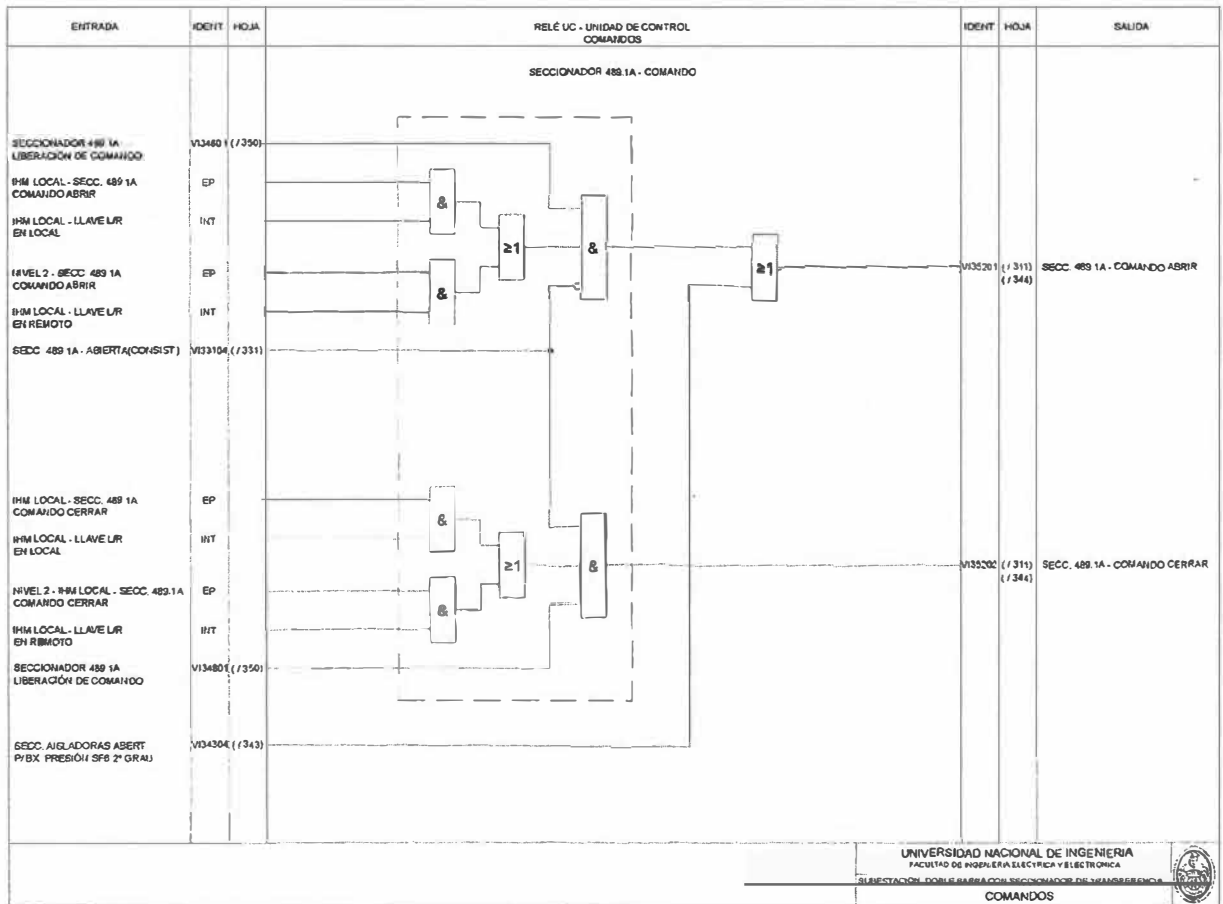


Fig. 4.35.4 Liberación de comando-Típico para seccionadores

4.37 Análisis y resultados

- El resultado final del diseño de control y protección se ve reflejado en los paneles de protección y control como se ven en las figuras 4.36.1 y 4.36.2., desde aquí ejecuta la supervisión, control y protección de la bahía de línea a nivel 1.
- La implementación de la interrupción de la corriente de disparo da como resultado evitar que las bobinas de disparo se quemem por una alimentación constante.
- El resultado de usar dos relés permite un respaldo importante ante la falla de un relé de protección el otro debería supervisar la falla y despejarla mediante el disparo de la bobina de apertura del interruptor de potencia.

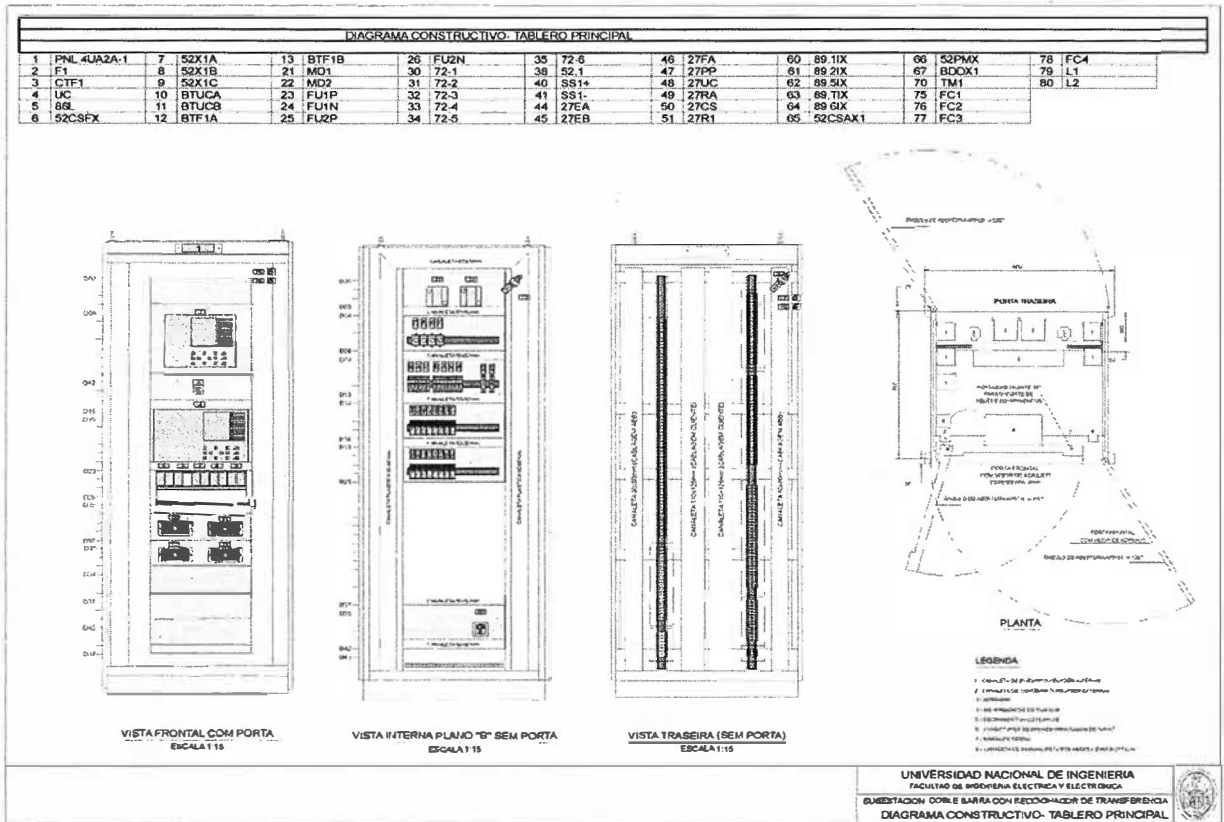


Fig. 4.36.1 Panel de Control y Protección Principal

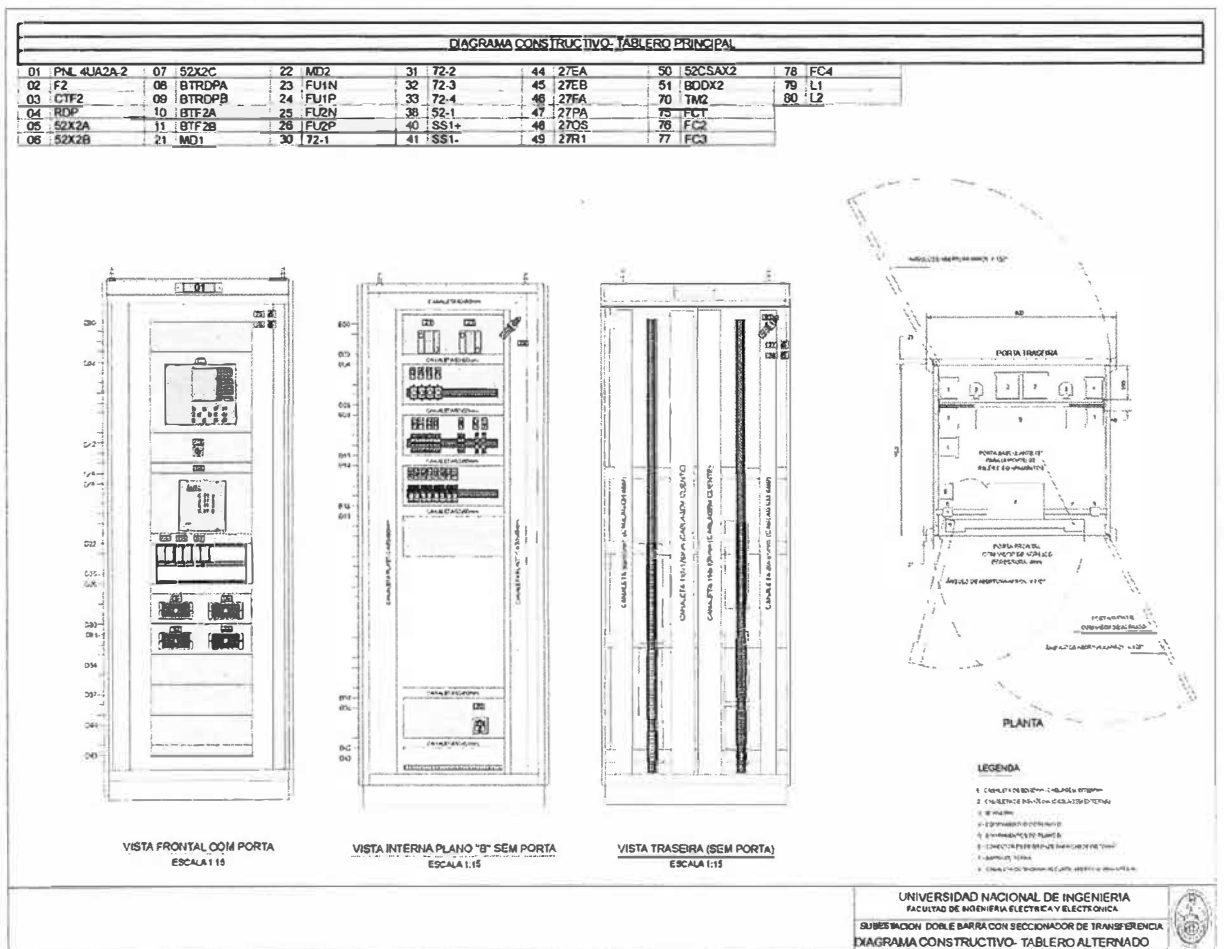


Fig. 4.36.2 Panel de Protección de Respaldo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El uso de relés de control y protección de última tecnología permite tener en un solo equipo varias funciones de control tales como autosupervisión, análisis de señales, facilidades computacionales para las lógicas de control, y varias funciones de protección. Los que se conocen como los relés multifunción que también tienen facilidades computacionales para los algoritmos de protección, almacenamiento de datos, manejo de eventos y análisis de falla.
2. En el diseño de control y protección de la subestación comparativamente con los sistemas convencionales, la elaboración de los planos para el sistema es significativamente menor. Ya que en los diagramas funcionales se limitarán, a mostrar las conexiones seriales, siendo similares sólo en el cableado entre el nivel de control de bahía y el nivel de campo. En los diagramas de principio y funcionales se describe la filosofía de control y protección de la subestación. En estos no solo se representa las alimentaciones AC y DC de cada uno de los equipos de la subestación, los niveles de mando de los equipos de patio y las lógicas de enclavamientos de apertura y cierre, sino también el diseño de los sistemas de control, protección, medición y señalización, así como las conexiones a bornes, equipos de patio, conexión propia de los equipos de los tableros de control y protección.
3. El beneficio de tener un sistema de control y protección en las nuevas subestaciones o ampliaciones es el ahorro en los costos de espacio y cableado; así como también una mejor organización de trabajo, más rápidamente y en forma más segura y de esta forma obtener en el tiempo una reducción de los costos de operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de contactos en serie con la finalidad de incrementar la capacidad de corriente de paso por los circuitos de liberación del enclavamiento de los seccionadores de la bahía de línea así como del circuito manual-remoto de cierre del interruptor de línea.
2. Se recomienda el desarrollo de las transferencias de posición de la bahía de línea de forma lógica a través de la unidad de control con el fin de evitar cableado y aprovechar el uso del relé de control.

ANEXOS

ANEXO A

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Lista de figuras:

Fig. 3.1	Configuración de la Subestación.....	13
Fig. 3.2	Esquema Transformador de Corriente	20
Fig. 3.3	Esquema Transformador de Tensión	21
Fig. 3.4	REC670 - Unidad controladora de bahía	22
Fig. 3.5	Bloque de procesamiento SMAI (PR)	23
Fig. 3.6	Bloque funcional CVMMXU (SVR)	24
Fig. 3.7	Bloque de procesamiento SESRSYN_25 (SYN)	25
Fig. 3.8	Protección diferencial de línea.....	28
Fig. 3.9	Relé RED670.....	28
Fig. 3.10	Bloque funcional L3CPDIF.....	29
Fig. 3.11	Bloque funcional LDLPDIF.....	30
Fig. 3.12	Bloque funcional SMBO.....	31
Fig. 3.13	Bloque funcional SMBI.....	32
Fig. 3.14	Bloque funcional ZDRDIR (ZD)	32
Fig. 3.15	Bloque funcional FDPSPDIS_21.....	33
Fig. 3.16	Bloque funcional ZMRPSB	33
Fig. 3.17	Bloque funcional PSPPPAM	35
Fig. 3.18	Bloque funcional LMBRFLO.....	37
Fig. 3.19	Bloque funcional ZMQPDIS	38
Fig. 3.20	Bloque funcional PHPIOC_50.....	39
Fig. 3.21	Bloque funcional ZVCPSOF_50.....	39
Fig. 3.22	Bloque funcional EF4PTOC_51N67N	40
Fig. 3.23	Bloque funcional OC4PTOC_51_67	42
Fig. 3.24	Bloque funcional SDDRFUF	43
Fig. 3.25	Bloque funcional CVGAPC	44
Fig. 3.26	Bloque funcional OV2PTOV_59.....	45
Fig. 3.27	Bloque funcional UV2PTUV_27.....	47

Fig. 3.28	Bloque funcional ZC1WPSCH_85.....	48
Fig. 3.29	Bloque funcional ZC1PPSCH_85.....	50
Fig. 3.30	Bloque funcional TMAGGIO.....	52
Fig. 3.31	Bloque funcional SMPPTRC_94	53
Fig. 3.32	Bloque funcional SMBRREC_79.....	54
Fig. 3.33	RPV311 – Registrador de Fallas.....	56
Fig. 3.34	Bloque de pruebas.....	56
Fig. 3.35	Relé de RXMVB2	58
Fig. 3.36	Relé auxiliar RXMS1.....	59
Fig. 3.37	RXMH2 – Relé auxiliar.....	59
Fig. 3.38	CRMD4 – Relé auxiliar	60
Fig. 4.1	Relación entre los diagramas Unifilar, funcional y lógico.....	61
Fig. 4.2	Diagrama Unifilar Simplificado– Bahía de línea 220KV	62
Fig. 4.3	Diagrama Unifilar – Bahía de línea 220KV	63
Fig. 4.4	Distribución de Alimentación 125Vcc	67
Fig. 4.5.1	Entrada Digitales de Unidad de Control UC	67
Fig. 4.5.2	Entrada Digitales de Unidad de Control UC - Interruptor.....	68
Fig. 4.5.3	Entrada Digitales de Unidad de Control UC - Seccionador Típico.....	68
Fig. 4.6.1	Entradas digitales para Protección Principal-Posición Interruptor	69
Fig. 4.6.2	Entradas digitales para Protección Principal - Supervisión de Tensión.....	69
Fig. 4.7.1	Lógica de Protección Diferencial 1– 87	70
Fig. 4.7.2	Lógica de Protección Diferencial 2– 87	70
Fig. 4.8.1	Lógica de Transmisión por Teleprotección-1.....	71
Fig. 4.8.2	Lógica de Transmisión por Teleprotección-2.....	71
Fig. 4.8.3	Lógica de Transmisión por Teleprotección-3.....	72
Fig. 4.9.1	Falla de comunicación - Bloque SMBI	73
Fig. 4.9.2	Lógica de Recepción de señales remotas.....	73
Fig. 4.10	Circuito de Cierre de Interruptor – Alimentación y Cierre	75
Fig. 4.11	Circuito de Cierre de Interruptor – Recierre	75
Fig. 4.12	Lógica de liberación de comando de interruptor.....	76
Fig. 4.13.1	Circuito de Operación y rearme de Relé de bloqueo 86L.....	76
Fig. 4.13.2	Lógica de Operación del relé bloqueo 86L.....	77
Fig. 4.13.3	Lógica de Rearme del Relé de bloqueo 86L	77
Fig. 4.13.4	Relés auxiliares Comando - Enclavamientos	78
Fig. 4.14	Lógica de Comando – cierre de interruptor	80
Fig. 4.15.1	Lógica de comando para recierre automático	81
Fig. 4.15.2	Lógica de estados consistidos para recierre	81
Fig. 4.15.4	Lógica para Bloqueo de Recierre Automático	82
Fig. 4.15.5	Lógica de señales para Recierre automático	82

Fig. 4.15.6	Lógica de Recierre automático– 94.....	83
Fig. 4.18.1	Circuito de Apertura - Disparo y Retrip por disparo 2	85
Fig. 4.18.2	Circuito de Apertura- Disparo por protección F1 y Barras.....	86
Fig. 4.18.3	Primera Lógica de Disparo – Trifásico y fase R	86
Fig. 4.18.4	Primera Lógica de Disparo – Fase S y T.....	87
Fig. 4.18.5	Lógica final de Disparo – 94... ..	87
Fig. 4.19	Lógica de Sincronismo - 25.....	88
Fig. 4.20	Lógica de Direccionalidad y selector de fases de protección de distancia.	89
Fig. 4.21	Lógica de Oscilación y pérdida de sincronismo.....	90
Fig. 4.22	Localizador de fallas	91
Fig. 4.23.1	Lógica de Protección a distancia de zonas Z1-Z2.....	92
Fig. 4.23.2	Lógica de Protección a distancia de zonas Z3-Z4.....	92
Fig. 4.24	Lógica de Función Cierre por falla – SOTF	94
Fig. 4.25	Lógica de Sobrecorriente direccional neutro	95
Fig. 4.26	Lógica de Falla de Fusible	96
Fig. 4.27	Lógica de función de sobretensión instantánea y temporizada	97
Fig. 4.28.1	Lógica de Débil alimentación - WEI – ECO.....	98
Fig. 4.28.2	Lógica WEI	98
Fig. 4.29	Lógica de Fase segregada.....	99
Fig. 4.30	Logica de transferencia automatica de protección	100
Fig. 4.31.1	Señal temporizada para interrupción de bobinas de disparo.....	101
Fig. 4.31.2	Esquema de interrupción de bobinas por actuación de 50BF.....	101
Fig. 4.32	Lógica de protección por Falla de Interruptor – 50/62BF.....	102
Fig. 4.33.1	Lógica de protección por zona muerta (EFP)	103
Fig. 4.33.2	Lógica de protección diferencial – 87B	104
Fig. 4.34	Lógica de protección diferencial – 87B	104
Fig. 4.35	Esquema de comando de Seccionador	105
Fig. 4.35.1	Lógica de enclavamiento –Seccionador 1y 2	106
Fig. 4.35.2	Lógica de enclavamiento –Seccionador 3y 4	106
Fig. 4.35.3	Lógica de enclavamiento –Seccionador a tierra.	107
Fig. 4.35.4	Lógica de enclavamiento –Liberación de comando.....	107
Fig. 4.36.1	Panel de Control y Protección Principal	109
Fig. 4.36.2	Panel de Protección de Respaldo.....	109
Lista de Tablas:		
Tabla N° 3.1	Placa de datos de Interruptor.....	18
Tabla N° 3.2	Placa de datos de Seccionador	19
Tabla N° 3.3.1	Entradas del bloque de procesamiento SMAI (PR)	23
Tabla N° 3.3.2	Salidas del bloque de procesamiento SMAI (PR).....	23
Tabla N° 3.3.3	Entradas del bloque de procesamiento CVMMXU (SVR).....	24

Tabla N° 3.3.4	Salidas del bloque de procesamiento CVMMXU (SVR)	24
Tabla N° 3.3.5	Entradas del bloque de procesamiento SESRSYN_25 (SYN)	26
Tabla N° 3.3.6	Salidas del bloque de procesamiento SESRSYN_25 (SYN)	27
Tabla N° 3.4.1	Entradas del bloque de procesamiento L3CPDIF	30
Tabla N° 3.4.2	Salidas del bloque de procesamiento L3CPDIF	30
Tabla N° 3.4.3	Entradas del bloque de procesamiento LDLPDIF	31
Tabla N° 3.4.4	Salidas del bloque de procesamiento LDLPDIF	31
Tabla N° 3.4.5	Entradas del bloque de procesamiento SMBO	31
Tabla N° 3.4.6	Salidas del bloque de procesamiento SMBO	32
Tabla N° 3.4.7	Entradas del bloque de procesamiento SMBI	32
Tabla N° 3.4.8	Salidas del bloque de procesamiento SMBI.....	32
Tabla N° 3.4.9	Entradas del bloque de procesamiento ZDRDIR (ZD).....	32
Tabla N° 3.4.10	Salidas del bloque de procesamiento ZDRDIR (ZD).....	33
Tabla N° 3.4.11	Entradas del bloque de procesamiento FDPSPDIS_21	34
Tabla N° 3.4.12	Salidas del bloque de procesamiento FDPSPDIS_21.....	34
Tabla N° 3.4.13	Entradas del bloque de procesamiento ZMRPSB.....	35
Tabla N° 3.4.14	Salidas del bloque de procesamiento ZMRPSB.....	36
Tabla N° 3.4.15	Entradas del bloque de procesamiento PSPPPAM.....	36
Tabla N° 3.4.16	Salidas del bloque de procesamiento PSPPPAM	36
Tabla N° 3.4.17	Entradas del bloque de procesamiento LMBRFLO	37
Tabla N° 3.4.18	Salidas del bloque de procesamiento LMBRFLO.....	37
Tabla N° 3.4.19	Entradas del bloque de procesamiento ZMQPDIS.....	38
Tabla N° 3.4.20	Salidas del bloque de procesamiento ZMQPDIS	38
Tabla N° 3.4.21	Entradas del bloque de procesamiento ZMQPDIS.....	39
Tabla N° 3.4.22	Salidas del bloque de procesamiento ZMQPDIS	39
Tabla N° 3.4.23	Entradas del bloque de procesamiento ZVCPSOF_50	40
Tabla N° 3.4.24	Salidas del bloque de procesamiento ZVCPSOF_50.....	40
Tabla N° 3.4.25	Entradas del bloque de procesamiento EF4PTOC_51N67N....	41
Tabla N° 3.4.26	Salidas del bloque de procesamiento EF4PTOC_51N67N	41
Tabla N° 3.4.27	Entradas del bloque de procesamiento OC4PTOC_51_67	41
Tabla N° 3.4.28	Salidas del bloque de procesamiento OC4PTOC_51_67.....	43
Tabla N° 3.4.29	Entradas del bloque de procesamiento SDDRFUF	44
Tabla N° 3.4.30	Salidas del bloque de procesamiento SDDRFUF.....	44
Tabla N° 3.4.31	Entradas del bloque de procesamiento CVGAPC.....	45
Tabla N° 3.4.32	Salidas del bloque de procesamiento CVGAPC.....	46
Tabla N° 3.4.33	Entradas del bloque de procesamiento OV2PTOV_59	46
Tabla N° 3.4.34	Salidas del bloque de procesamiento OV2PTOV_59.....	47
Tabla N° 3.4.35	Entradas del bloque de procesamiento UV2PTUV_27.....	47
Tabla N° 3.4.36	Salidas del bloque de procesamiento UV2PTUV_27	48

Tabla N° 3.4.37	Entradas del bloque de procesamiento ZC1WPSCH_85	49
Tabla N° 3.4.38	Salidas del bloque de procesamiento ZC1WPSCH_85.....	50
Tabla N° 3.4.39	Entradas del bloque de procesamiento ZC1PPSCH_85	51
Tabla N° 3.4.40	Salidas del bloque de procesamiento ZC1PPSCH_85.....	52
Tabla N° 3.4.41	Entradas del bloque de procesamiento TMAGGIO	53
Tabla N° 3.4.42	Salidas del bloque de procesamiento TMAGGIO.....	53
Tabla N° 3.4.43	Entradas del bloque de procesamiento SMPPTRC_94.....	53
Tabla N° 3.4.44	Salidas del bloque de procesamiento SMPPTRC_94	54
Tabla N° 3.4.45	Entradas del bloque de procesamiento SMBRREC_79	55
Tabla N° 3.4.46	Salidas del bloque de procesamiento SMBRREC_79	55
Tabla N°3.5	Valores y tiempos de operación de RXMVB2	57
Tabla N°3.6	Valores y tiempo de operación de RXMS1.....	58

BIBLIOGRAFIA

- [1] Mejía Villegas (2003), "Subestaciones de Alta y Extra Tensión", 2da Edición Colombia, 2003.
- [2] Control de Bahía REC670, Manual de Referencia Técnica, ABB 2011.
- [3] Protección diferencial de Línea RED670, Manual de Referencia Técnica, ABB 2011.
- [4] Geraldo Kindermann, "Protección de Sistemas Eléctricos 1" – Brasil, 2010.
- [5] Geraldo Kindermann, "Protección de Sistemas Eléctricos 2" – Brasil, 2010.