

# **ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA**

### **PROTECCIÓN, MEDIDA, MONITOREO Y CONTROL DE ALIMENTADORES, BASADO EN LA UNIDAD DE PROTECCIÓN DIGITAL REF543**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO**

**RAUL EDUARDO CUBILLO BETANCOURT**

**DIRECTOR: ING ANTONIO BAYAS PAREDES**

**Quito, Enero 2001**

## DECLARACIÓN

Yo, Raúl Eduardo Cubillo Betancourt , declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normatividad institucional vigente.



---

Raúl Cubillo Betancourt

## **AGRADECIMIENTO**

Presento mi mas profundo agradecimiento al Ing. Antonio Bayas P. Director de Proyecto, cuya dirección y aporte han hecho posible cristalizar y culminar satisfactoriamente con este trabajo.

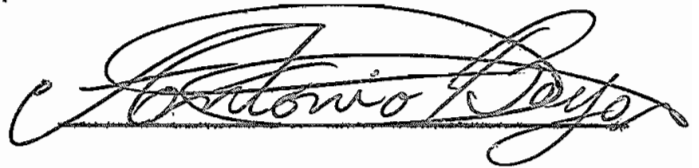
De igual manera hago extensible este agradecimiento a todos quienes con su colaboración permitieron el desarrollo del proyecto. De manera especial a la Empresa ABB del Ecuador y en particular al Ing. Fabricio López, quienes me facilitaron todo el material y equipo necesario.

## **DEDICATORIA**

**A mis padres, hermanas y amigos quienes siempre me ayudaron a superarme con su constante apoyo.**

## **CERTIFICACIÓN**

**Certifico que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por el Sr. Raúl Cubillo Betancourt, bajo mi supervisión.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio Bayas Paredes', written over a horizontal line.

**ING. ANTONIO BAYAS PAREDES**

**Director de Proyecto**

# INDICE

## CAPITULO 1

### ALCANCE Y OBJETIVOS

1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 INTRODUCCION	1
1.3 OBJETIVO GENERAL	2
1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS	2

## CAPITULO 2

### PROTECCIÓN DE ALIMENTADORES

2.1 FALLAS EN ALIMENTADORES DE DISTRIBUCION	4
2.1.1 Sobrecorriente	4
2.1.1.1 Relés con Operación en tiempo definido	4
2.1.1.2 Relés con Operación bajo característica de Tiempo Inverso	5
2.1.1.3 Protección de Sobrecorriente Instantánea	6
2.1.2 Sobrecorriente Direccional	6
2.1.3 Falla a Tierra	7
2.1.4 Falla a Tierra Direccional	7
2.1.5 Sobre y bajo Voltaje	7
2.1.6 Autorecierre	7
2.1.7 Sobre y baja Frecuencia	8
2.2 CURVAS CON CARACTERÍSTICA DE TIEMPO INVERSO IDMT	10
2.2.1 Grupos de Curvas Estándar para funciones de protección de sobrecorriente	11
2.2.2 Grupo de Curvas ABB (RI y RD)	12
2.2.3 Grupo de curvas estándar para protección de sobre o bajo voltaje	12

## CAPITULO 3

### UNIDAD DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADORES REF 543

3.1 DESCRIPCION GENERAL	19
3.2 DESCRIPCION TÉCNICA	20
3.2.1 Canales Analógicos	20
3.2.2 Salidas y Entradas Binarias	22
3.2.2.1 Salidas de Potencia de alta velocidad HSPO	24
3.2.2.2 Salidas de Potencia de Simple Polo PO	25
3.2.2.3 Salidas de Potencia de Doble Polo PO	25
3.2.2.4 Salidas de Señales	26
3.2.3 Salida de Supervisión de Seguridad	27
3.2.4 Panel Posterior y Bloques Terminales	27
3.3 PANEL FRONTAL (MMI)	30
3.3.1 Niveles del MMI	31
3.3.1.1 Nivel de Usuario	31

3.3.1.2 Nivel Técnico	33
3.3.1.2.1 Los sistemas de menús	33
3.3.1.2.2 Almacenamiento de parámetros en la memoria no volátil	35
3.3.2 INDICACIONES EN EL MMI	35
3.3.2.1 Indicaciones en la ventana de asistencia	35
3.3.2.2 Indicaciones en los modos de prueba	37
3.3.2.3 Indicación de LEDs	38
3.4 FUNCIONES DEL REF543	40
3.4.1 Funciones de Protección	40
3.4.1.1 Protección contra sobrecorriente Trifásica no direccional	40
3.4.1.1.1 <i>Descripción y características de la protección</i>	40
3.4.1.1.2 <i>Protección de sobrecorriente en etapa de ajuste bajo, alto e Instantáneo</i>	41
3.4.1.1.3 <i>Nomenclatura</i>	42
3.4.1.2 Protección contra sobrecorriente Direccional	42
3.4.1.2.1 <i>Descripción y características de la protección</i>	42
3.4.1.2.2 <i>Protección de sobrecorriente en etapa de ajuste alto e instantáneo</i>	43
3.4.1.2.3 <i>Protección de sobrecorriente en etapa de ajuste bajo</i>	43
3.4.1.2.3 <i>Nomenclatura</i>	43
3.4.1.3 Protección contra falla a tierra no direccional	44
3.4.1.3.1 <i>Descripción y características</i>	44
3.4.1.3.2 <i>Protección de falla a tierra no direccional en etapas de ajuste bajo, alto e instantáneo</i>	44
3.4.1.4 Protección contra falla a tierra direccional	45
3.4.1.4.1 <i>Descripción y características</i>	45
3.4.1.3.2 <i>Protección de falla a tierra direccional en etapas de ajuste bajo, alto e instantáneo</i>	46
3.4.2.3.2 <i>Nomenclatura</i>	47
3.4.1.5 Protección contra bajo voltaje	47
3.4.1.5.1 <i>Descripción y características</i>	47
3.4.1.5.2 <i>Protección contra bajo voltaje en etapas de ajuste bajo y alto</i>	47
3.4.1.5.3 <i>Nomenclatura</i>	48
3.4.1.6 Protección contra sobre voltaje	48
3.4.1.6.1 <i>Descripción y características</i>	48
3.4.1.6.2 <i>Protección contra sobre voltaje en etapas de ajuste bajo y alto</i>	49
3.4.1.6.3 <i>Nomenclatura</i>	49
3.4.1.7 Protección contra sobre voltaje residual	50
3.4.1.7.1 <i>Descripción y características</i>	50
3.4.1.7.2 <i>Nomenclatura</i>	50
3.4.1.8 Protección contra Discontinuidad de Fase	50
3.4.1.8.1 <i>Descripción y características</i>	50
3.4.1.8.2 <i>Nomenclatura</i>	51
3.4.1.9 Protección contra sobre y baja frecuencia	51
3.4.1.9.1 <i>Descripción y características</i>	51
3.4.1.9.2 <i>Nomenclatura</i>	52

3.4.1.10 Función de Auto-recierre	52
3.4.1.10.1 Descripción y características	
3.4.2 Funciones de Control	53
3.4.2.1 Control de Disyuntores	53
3.4.2.2 Control de Seccionadores	53
3.4.2.3 Control de Interruptores de tres estados	54
3.4.2.4 Control de Interruptores de dos estados	55
3.4.2.5 Apertura directa de disyuntores vía el MMI	55
3.4.2.6 Selector lógico de posición de control	55
3.4.2.7 Indicación del estado de objetos conmutables	56
3.4.2.8 Alarmas en el MMI	56
3.4.3 Funciones de Medida	56
3.4.3.1 Medición de la corriente de neutro	60
3.4.3.2 Medición de la corriente trifásica	61
3.4.3.3 Medida del voltaje residual	62
3.4.3.4 Medición de los voltajes de fase	63
3.4.3.5 Medición de la Potencia trifásica y Energía	63
3.4.3.6 Medida de la frecuencia del Sistema	66
3.4.3.7 Medición General	67
3.4.3.8 Almacenamiento de perturbaciones transitorias.	67
3.4.3.9 Función de Supervisión de Energización	70
3.4.3.10 Función de Supervisión del circuito de disparo	70
3.4.3.11 Supervisión de tiempo de apertura-cierre de disyuntor	71
3.4.4 Funciones Estándar y otras funciones	71

## **CAPITULO 4**

### **BLOQUES DE FUNCIONES**

4.1 BLOQUES DE FUNCIONES DE PROTECCION	74
4.1.1 Bloques NOC3Low, NOC3High y NOC3Inst	75
4.1.1.1 Descripción de las Entradas	76
4.1.1.2 Descripciones de las salidas	76
4.1.1.3 Descripción de la Operación	77
4.1.1.4 Parámetros de Protección	78
4.1.2 Bloques DOC6Low, DOC6High y DOC6Inst	79
4.1.2.1 Descripción de las Entradas	79
4.1.2.2 Descripciones de las salidas	81
4.1.2.3 Descripción de la Operación	82
4.1.2.4 Parámetros de Protección	85
4.1.3 Bloques NEF1Low, NEF1High y NEF1Inst	86
4.1.3.1 Descripción de las Entradas	87
4.1.3.2 Descripciones de las salidas	87
4.1.3.3 Descripción de la Operación	87
4.1.3.4 Parámetros de Protección	88
4.1.4 Bloques DEF2Low, DEF2High y DEF2Inst	88
4.1.4.1 Descripción de las Entradas	89



<b>CAPITULO 5</b>	
<b>DESARROLLO DE SISTEMAS DE PROTECCION INTEGRADA CON EL PROGRAMA CAP505</b>	<b>141</b>
5.1 NAVEGADOR DE ESTRUCTURA DE PROYECTO	142
5.2 HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIONES	146
5.3 HERRAMIENTA DE DESCARGA	147
5.3.1 Botones de comandos	148
5.4 EDITOR DEL MIMICO ( <i>Relay Mimic Editor</i> )	148
5.4.1 Editor de la imagen de fondo	150
5.4.2 Editor de la galería de íconos	151
5.4.3 Puntos dinámicos de texto y numéricos	152
5.4.4 Editor de Texto de alarmas e Indicación de LEDs	153
5.5 HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN DEL RELE	154
5.5.1 Acerca de la Norma IEC 1131-3	154
5.5.2 Creación de un Proyecto	156
5.5.2.1 Definición del Hardware	157
5.5.2.2 Creación de un programa	160
5.6 HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN DE PARAMETROS	164
5.7 APLICACIÓN AL PRIMARIO A DE LA SUBESTACIÓN No19 DE LA EEQ S.A.	166
5.7.1 Información acerca de la subestación No 19 y el primario A	167
5.7.2 Creación del programa de aplicación	168
5.7.2.1 Funciones que integrarán el sistema de protección	169
5.7.2.2 Configuración de la apariencia del mímico	170
5.7.2.3 Texto de alarmas e indicación de LEDs	171
5.7.2.4 Entradas Binarias y salidas	171
5.7.3 DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DEL PROGRAMA	172
5.7.3.1 Conexiones con el REF543	178
5.7.3.2 Programa	179
5.7.4 PRESUPUESTO	183
<b>CAPITULO 6</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1 CONCLUSIONES	184
6.2 RECOMENDACIONES	185
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	186
GLOSARIO	188
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO A (Descripción y datos Técnicos)	189
ANEXO B (Funciones Estándar)	196
ANEXO C (Parámetros de configuración y Eventos)	210
ANEXO D (Información adicional del alimentador A Subestación No19)	241

# CAPITULO 1

## OBJETIVOS Y ALCANCE

### 1.1 ANTECEDENTES

En Base al convenio de Cooperación Institucional entre la Escuela Politécnica Nacional y la Empresa ABB (*Asea Brown Boveri*) del Ecuador, se ha tomado la iniciativa de desarrollar este trabajo de Tesis como parte de este proyecto.

La idea de trabajar con la unidad de protección REF543, nace tomando en consideración, que actualmente el Laboratorio de Protecciones Eléctricas cuenta con un simulador de fallas a nivel de Subestación, dotado en su totalidad de relés digitales de última tecnología de la Empresa ABB y como parte de éstos, el REF543. Además se cuenta con el software necesario para la programación y configuración de parámetros

### 1.2 INTRODUCCION

Con el fin de mejorar el manejo que tradicionalmente se ha estado llevando en los sistemas eléctricos de potencia, los avances tecnológicos especialmente la tecnología digital, han permitido desarrollar aplicaciones de este tipo para los sistemas eléctricos de Potencia. Y como parte de estas aplicaciones las protecciones eléctricas con los sistemas de protección digital integrados.

Estos modernos sistemas de protección integrada, están constituidos por terminales dotados de microprocesadores que trabajan en tiempo real, permitiendo una auto-vigilancia permanente, diagnóstico y detección instantánea de cualquier perturbación en el sistema protegido, con igual e incluso con mayor confiabilidad a los actuales sistemas de protección.

Denominados sistemas integrados de protección debido a que abarcan funciones adicionales para el control, medida, monitoreo y supervisión.

Por lo general estos sistemas incluyen para estos procesos de control y monitoreo una interfase MMI (*Man-Machine Interface – Interfase Hombre Máquina*) gráfica,

amigable al usuario y por lo general el Hardware o unidad terminal de protección posee un Software como soporte para programación y configuración.

Estos terminales de protección integrada, constituyen un nuevo concepto de protección descentralizada que en conjunto conforman los sistemas de automatización de subestaciones. Que a su vez conforman en gran escala a los sistemas SCADA.

Los terminales de protección digital que reemplazan a los relés electromecánicos convencionales son un claro ejemplo de esta tecnología y específicamente la unidad de protección integrada para alimentadores de media tensión REF543 *Feeder Terminal* de ABB.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Utilizar la unidad de protección Digital REF543 *Feeder Terminal* de ABB para la protección, control medida, monitoreo y supervisión de alimentadores de distribución a nivel de la subestación.

### **1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Conocer las funciones de protección, control, medida y supervisión que dispone la unidad de protección integrada REF543 y aprender el manejo a nivel de usuario y nivel técnico.
- Desarrollar un sistema de protección integrada, utilizando el software de configuración CAP505 para un alimentador de distribución, como una aplicación práctica. El desarrollo del programa incluye reemplazar las protecciones electromecánicas actuales existentes por funciones de protección integradas en un sistema desarrollado con programación mediante diagramas de bloques de función.

- **Desarrollar manuales de usuario para los niveles de operador y técnico, para configuración y manipulación de parámetros.**

## **CAPITULO 2**

### **PROTECCION DE ALIMENTADORES**

Un sistema de distribución esta destinado al transporte de energía eléctrica al usuario final, con niveles de medio voltaje para las redes primarias y bajo voltaje para las redes secundarias.

Las fallas en un sistema de distribución dan como resultado interrupciones momentáneas o de largo periodo en el servicio de abastecimiento de energía eléctrica para los consumidores. Los sistemas de protección están designados entonces a limitar el número de consumidores afectados cuando se experimenta una interrupción por efecto de una falla.

Los alimentadores de distribución son por lo general redes de configuración radial y con propósito de aplicación de los relés de protección, estos serán considerados como tal, en este proyecto de Tesis. De igual manera los sistemas de protección que se describirán, estarán enfocados para la red primaria a nivel de Subestación. En este capitulo se dará una introducción a los tipos de fallas que por lo general ocurren en un alimentador de distribución y conceptos básicos utilizados en los sistemas de protección.

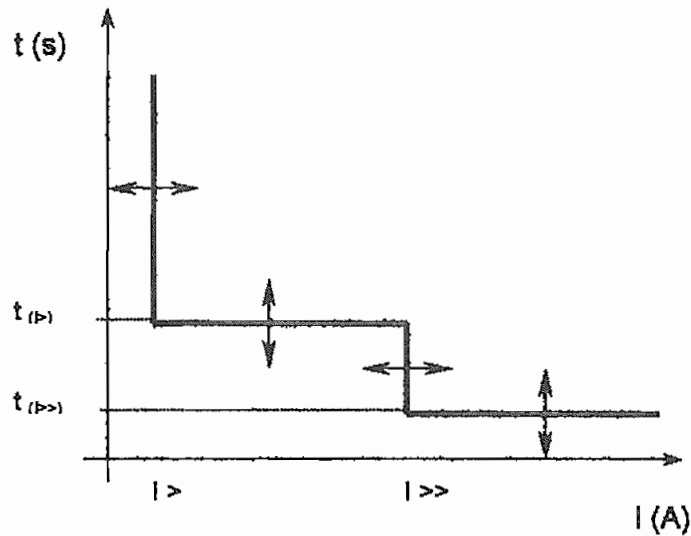
#### **2.1 FALLAS EN ALIMENTADORES DE DISTRIBUCION**

##### **2.1.1 SOBRECORRIENTE**

Una protección contra sobrecorriente se inicia, cuando en una o más fases el valor de la corriente sobrepasa el limite tolerable durante un determinado tiempo. El tiempo para la operación de la protección de sobrecorriente dependerá del tipo de relé, es decir relés de operación en tiempo definido, relés con característica de tiempo inverso ó con protección de sobrecorriente instantánea.

##### **2.1.1.1 Relés con operación en tiempo definido**

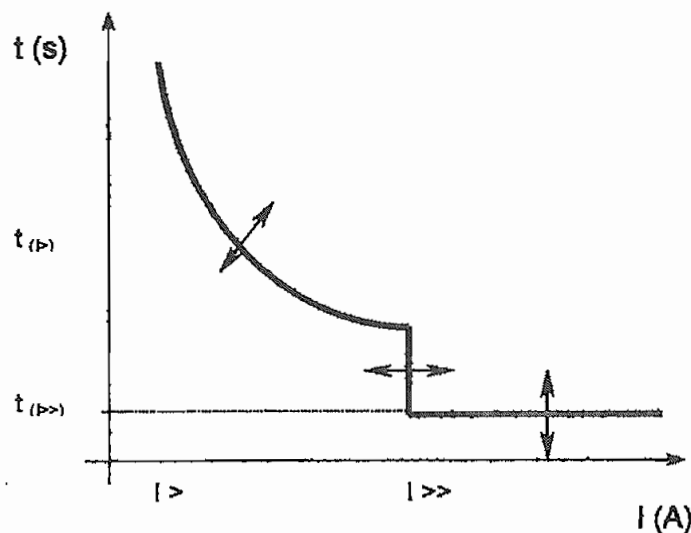
Los relés que operan bajo este criterio, operan cuando se ha alcanzado una situación de sobrecorriente en un tiempo definido, sin importar el rango de sobrecorriente que se ha sobrepasado en el momento de la falla.



*Fig. 2.1 Ejemplo de característica para relés que operan en tiempo definido, se observa además dos etapas de ajuste de sobrecorriente:  $I >$  y  $I >>$*

#### 2.1.1.2 Relé con operación bajo característica de tiempo inverso

Los tiempos de operación para los relés que basan su funcionamiento en características de tiempo inverso, dependen de la magnitud de corriente al momento de la falla. El tiempo de operación será menor cuanto más grande sea la magnitud de sobrecorriente, es decir de una manera inversamente proporcional, la característica de operación de este tipo de relés es como se muestra en la figura 2.2.



*Fig. 2.2 Ejemplo de característica para relés que operan con característica de tiempo inverso, en la gráfica se observan además dos etapas de ajuste de sobrecorriente*

### 2.1.1.3 Protección de sobrecorriente instantánea

Los relés con unidades de disparo instantáneo son relés que operan la protección a alta velocidad y utilizan cuando la corriente máxima de falla está entre el 500% al 2000% de la corriente nominal.

### 2.1.2 SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL

Un sistema de protección de sobrecorriente direccional opera solamente cuando se ha detectado que una sobrecorriente fluye en la dirección específica para condición de disparo de protección.

La dirección de la corriente se puede determinar utilizando los voltajes fase-fase y las corrientes de las fases que participan en la falla, las expresiones para determinar el ángulo de la corriente al momento de la falla son:

Tabla 2.1 Expresiones para determinar la diferencia de fases

Sobrecorriente detectada en las fases			Diferencias de fases para Determinación de la dirección de corriente
L1	L2	L3	
X	X		$\varphi_{12} = \varphi(U_{12}) + \varphi_b - \varphi(I_{L1} - I_{L2})$
	X	X	$\varphi_{23} = \varphi(U_{23}) + \varphi_b - \varphi(I_{L2} - I_{L3})$
X		X	$\varphi_{31} = \varphi(U_{31}) + \varphi_b - \varphi(I_{L3} - I_{L1})$
X	X	X	$\varphi_{12}, \varphi_{23} \text{ y } \varphi_{31}$

Donde:

- $\varphi(U_{ij})$       ángulo del Voltaje  $U_{ij}$
- $\varphi_b$             ángulo base, dado en relación al voltaje fase-fase
- $\varphi(I_L - I_L)$     ángulo obtenido de la diferencia de las fases con falla

Para la condición en las que tres fases presenten situación de sobrecorriente, la operación de protección se da cuando las tres direcciones de corriente se encuentren en el sector de operación.

### **2.1.3 FALLA A TIERRA**

En sistemas de neutro aislado, cuando se produce una condición de contacto de una o varias fases con tierra el comportamiento de falla no es igual a una situación de sobrecorriente, por lo que un sistema de protección de sobrecorriente no tiene la capacidad de despejar estas fallas.

Los relés que protegen este tipo de falla involucran la componente de secuencia cero para operación de protección.

### **2.1.4 FALLA A TIERRA DIRECCIONAL**

Bajo la condición de una falla a tierra, la dirección de la sobrecorriente de falla se obtiene de la posición vectorial relativa de la corriente de neutro y el voltaje residual, la localización de la falla se determinará entonces comparando con los valores medidos en al red en condiciones normales.

### **2.1.5 SOBRE Y BAJO VOLTAJE**

Las desviaciones por encima o debajo del valor de voltaje nominal de un sistema, corresponden a fallas de sobre o bajo voltaje respectivamente. Y al igual que la falla de sobrecorriente los relés de sobre y bajo voltaje pueden operar en función de un tiempo definido de permanencia de la falla o según curvas con característica de tiempo inverso.

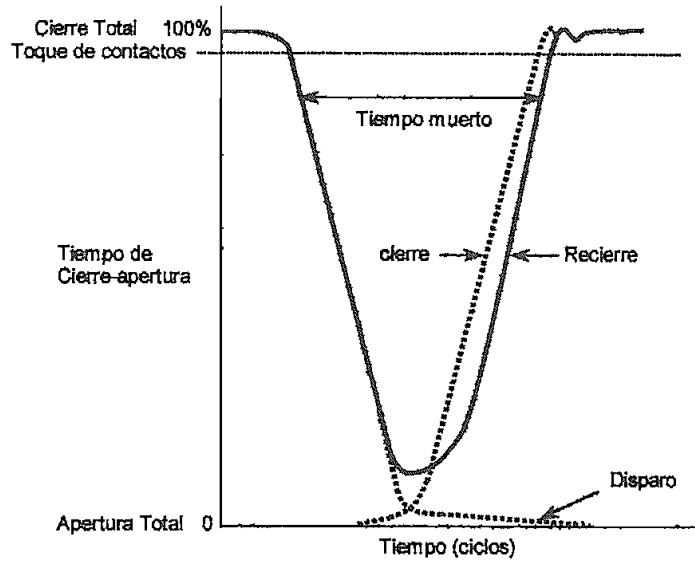
### **2.1.6 AUTORECIERRE**

La gran mayoría de fallas que suceden en las líneas son de carácter transitorio, bajo este punto de vista las fallas pueden ser despejadas desenergizando a estas momentáneamente.

Un relé de autorecierre realiza una reconexión automática de las líneas luego de una situación de falla por lo general sobrecorriente o falla a tierra. Esto permite que la continuidad de servicio mejore, especialmente en sistemas radiales en



donde la continuidad de servicio es afectada directamente frente a una interrupción.



*Fig. 2.3 Ciclo de un típico autoreciere instantáneo*

### 2.1.7 SOBRE Y BAJA FRECUENCIA

Los relés de sobre y baja frecuencia operan cuando la frecuencia del sistema sobrepasa o cae en el valor de frecuencia nominal o un valor establecido ó a su vez cuando las variaciones de frecuencia ( $df/dt$ ) fluctúan en rangos no aceptables. Estas variaciones de frecuencias se dan cuando el equilibrio:

Generación = Carga + pérdidas, es alterado, llevando inclusive a condiciones de colapso del sistema. La función del relé de frecuencia es operar en esquemas de alivio de carga como alternativa para restablecer el equilibrio del sistema.

La variación de frecuencia responde al equilibrio Generación=Carga+Pérdidas como sigue:

$$\begin{aligned} \sum P_{Gi} < P_C + P_L &\Rightarrow \frac{df}{dt} < 0 \\ \sum P_{Gi} > P_C + P_L &\Rightarrow \frac{df}{dt} > 0 \\ \sum P_{Gi} = P_C + P_L &\Rightarrow \frac{df}{dt} = 0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

donde:

$$P_{G1} = \text{Potencia de generación de la máquina 1}$$

$$P_C = \text{Potencia de Carga total}$$

$$P_L = \text{Pérdidas totales}$$

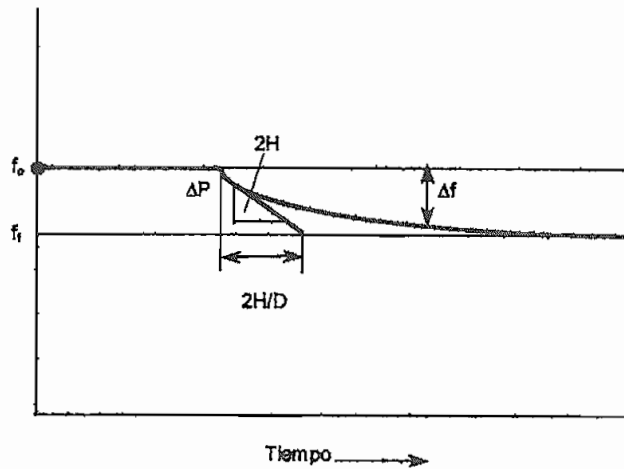
Las variaciones de frecuencia pueden ser determinadas con la siguiente expresión.

$$\frac{df}{dt} = -\frac{\Delta P}{2H} \quad (2.2)$$

donde:  $\frac{df}{dt}$  = es la variación inicial de frecuencia del sistema

$\Delta P$  = variación de potencia en por unidad

$H$  = Constante de Inercia en  $\frac{MW \text{ sec}}{MVA}$  ó  $\frac{KW - S}{KVA}$



*Fig. 2.4 Respuesta de frecuencia frente a una variación en la carga (sobrecarga)*

## 2.2 CURVAS CON CARACTERÍSTICA DE TIEMPO INVERSO (IDMT)

Las curvas con característica de tiempo inverso se utilizan para la operación de protecciones en tiempos que dependen de la magnitud de alguna variable, como la corriente ó el voltaje dependiendo del tipo de protección.

Se denominan de tiempo inverso, por que con el aumento de la magnitud de la variable los tiempos en este caso de operación disminuyen con característica logarítmica.

Las curvas que encuentran disponibles para las funciones de protección por fallas de corriente o voltaje, que basan la operación de protección en las curvas IDMT, se encuentran disponibles únicamente para las etapas de ajuste bajo (Low).

En la figura 2.5 se muestra un ejemplo de un sistema con tres etapas de ajuste de protección como por ejemplo de sobrecorriente.

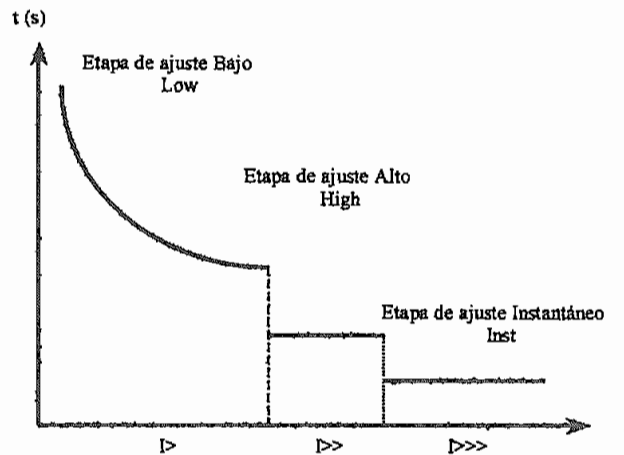


Fig. 2.5 Ejemplo de un sistema de protección con tres etapas de ajuste de sobrecorriente Low ( $I >$ ), High ( $I >>$ ) e Inst ( $I >>>$ )

## 2.2.1 GRUPO DE CURVAS ESTÁNDAR PARA FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

En este grupo de curvas, se tienen disponibles cuatro curvas de característica de tiempo inverso internacionalmente estandarizadas que son:

- Normal Inversa (NI)
- Muy Inversa (VI)
- Extremadamente Inversa (EI)
- Largo tiempo Inversa (LI)

Cada una de las curvas mencionadas anteriormente responden a la relación entre tiempo y corriente, de acuerdo con la norma IEC 255, que pueden ser expresadas como:

$$t(s) = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I}{I >}\right)^\alpha - 1} \quad (2.3)$$

$$t = \frac{k.a}{\left(b \frac{U - U_{>}}{U_{>}} - 0.5\right)^p} + c \quad (2.7)$$

donde:

t	tiempo de operación en segundos
k	factor de ajuste de tiempo
U	Voltaje medido
U<	Voltaje de ajuste de protección
a	constante = 480
b	constante = 32
c	constante = 0.035
p	constante 2 para curva tipo A y 3 para curva tipo B

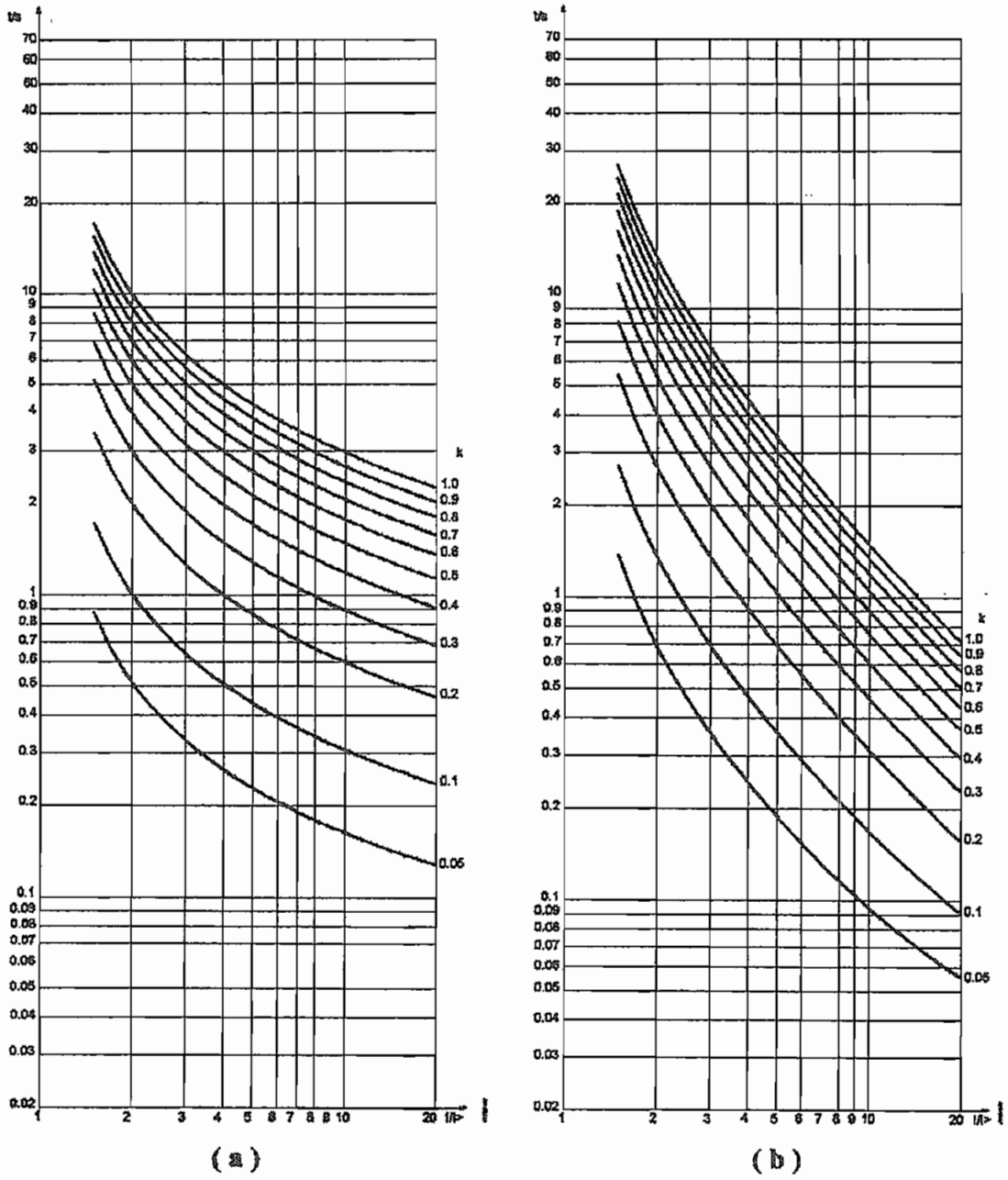


Fig.2.6 Curvas de característica de tiempo inverso estándar (a) Normal (b) Muy Inversa para protección de sobrecorriente

# CAPÍTULO 3

## UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORES

### REF 543

#### 3.1 DESCRIPCION GENERAL

La unidad de protección de alimentadores REF 543, es parte de un sistema de automatización de subestaciones, que utiliza tecnología de multiprocesadores, y procesamiento de señales digitales.

La unidad de protección REF 543 está diseñada para ser usada en la protección, control, medida y supervisión de alimentadores de media tensión, la unidad de protección puede ser instalado en sistemas de barra simple, doble barra o en sistemas duplex.

La funcionalidad de la unidad está relacionada con la configuración del hardware. Las funciones deseadas pueden ser activadas de un amplio rango de funciones de protección, medida, control, monitoreo y supervisión.

El control de las funciones, el estado de los elementos de conexión y desconexión o interruptores pueden ser monitoreados y controlados visualmente por medio de la pantalla grafica del MMI (*Man-Machine Interface*) disponible en la unidad.

Adicionalmente, la unidad está provista de funciones PLC, que permiten realizar varias funciones de automatización y de secuencia lógica que pueden ser integradas en la unidad

La unidad de protección REF 543 está diseñada para aplicaciones específicas que son configuradas mediante el software para configuración incluido en el Programa *CAP 505 Tool Box*. Esta herramienta permite configurar las funciones básicas de protección y bloques de funciones.

## **3.2 DESCRIPCION TECNICA**

### **3.2.1 CANALES ANALÓGICOS**

Las medidas y adquisición de datos se hacen por medio de canales analógicos, mediante la utilización de transformadores convencionales separados galvánicamente o mediante las señales de sensores.

Los juegos de transformadores y las entradas de sensores están designadas para permitir la medida, mediante los transformadores o los sensores en los canales 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 es decir si un canal está designado para ser usado con un transformador, no podrá ser utilizado por un sensor en el mismo canal.

El canal 1 está únicamente destinado para ser utilizado con un sensor, y los canales 5 y 6 solamente con transformadores.

La unidad de protección posee un máximo de 10 canales analógicos, que dependen de la versión de Hardware. Además la unidad incluye dos canales analógicos internos, los canales 11 y 12 usados para calcular la corriente de neutro y el voltaje residual a partir de las corrientes y voltajes de fase respectivamente.

En la tabla 3.1 se muestra los canales analógicos y los dispositivos de medida que cada uno de los canales soporta.



Tabla 3.1 Canales analógicos y dispositivos de Medida

DISPOSITIVOS DE MEDIDA					
Ch No.	Transformador de Corriente (CT)	Transformador de Voltaje (VT)	Rowosky Sensores (RS)	Divisores de Voltaje (VD)	Tipo de Señal (alternativas)
1			RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
2	CT <sub>1</sub> In = 1A/5A		RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
3	CT <sub>2</sub> In = 1A/5A		RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
4	CT <sub>3</sub> In = 1A/5A		RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
5	CT <sub>4</sub> In = 1A/5A				Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $I_0$
6	CT <sub>5</sub> In = 0.2A/1A				Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $I_0$
7		VT <sub>1</sub> $U_n = 100V/$ 110V/115V/120V	RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_0$ , $U_{12}$ , $U_{23}$ , $U_{31}$ , $U_{12b}$ , $U_{12c}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
8*		VT <sub>2</sub> $U_n = 100V/$ 110V/115V/120V	RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_0$ , $U_{12}$ , $U_{23}$ , $U_{31}$ , $U_{12b}$ , $U_{12c}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
9*		VT <sub>3</sub> $U_n = 100V/$ 110V/115V/120V	RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_0$ , $U_{12}$ , $U_{23}$ , $U_{31}$ , $U_{12b}$ , $U_{12c}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
10*		VT <sub>4</sub> $U_n = 100V/$ 110V/115V/120V	RS tipo 1, 2, 3	VD tipo 1, 2, 3	Sin uso, $I_{L1}$ , $I_{L2}$ , $I_{L3}$ , $U_0$ , $U_{12}$ , $U_{23}$ , $U_{31}$ , $U_{12b}$ , $U_{12c}$ , $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ , $U_{1b}$ , $U_{1c}$
11					Corriente de Neutro calculada
12					Voltaje residual Calculado

- ☞ El modelo de hardware de la unidad de estudio corresponde a la serie 1MRS090126, que dispone 6 canales analógicos para transformadores, 5 canales destinados a transformadores de corriente y 1 canal a un transformador de voltaje. Los canales 8, 9 y 10 no están disponibles en esta versión de Hardware.
- ☞ Las letras b y c después del tipo de señal son usados para distinguir entre dos señales del mismo tipo.

Cada canal analógico es separadamente configurado con la herramienta de configuración, tanto las unidades de medida para cada canal, como el tipo de señal a ser medida.

La unidad REF543 posee dos canales virtuales para obtener la corriente del neutro y voltaje residual cuando los sensores o transformadores no son utilizados. Los sensores de corriente y divisores de voltaje se conectan al REF543 vía cable coaxial, por lo tanto una conexión para las corrientes de fase sobre una conexión de voltajes de fase en delta-abierta no puede ser realizada.

La amplitud y el ángulo de fase son calculados por los canales virtuales.

El canal 11 es usado para encontrar numéricamente la corriente del neutro  $I_0$  a partir de las corrientes de fase con la expresión:

$$I_{0s} = I_1 + I_2 + I_3 \quad (3.1)$$

El canal 12 es usado para encontrar numéricamente el voltaje residual  $U_0$  de los voltajes de fase, este canal es usado en lugar de una conexión delta abierto, cuando los divisores de voltaje son usados.

$$U_{0s} = U_1 + U_2 + U_3 \quad (3.2)$$

### 3.2.2 SALIDAS Y ENTRADAS BINARIAS (BI)

La unidad de protección REF 543 posee entradas y salidas binarias que poseen algunas particularidades que serán descritas a continuación.

Las entradas binarias, son voltaje controladas y óptimamente aisladas, poseen la característica de configurar un filtro de tiempo que elimina la presencia de posibles perturbaciones de poca duración que pueden alterar las mediciones. Además las entradas binarias poseen un parámetro que permite invertir el estado.

Algunas entradas binarias específicas pueden ser programadas como entradas binarias o contadores de pulso.

Cuando una entrada opera como contador de pulsos, la transición a estado 1 de una entrada filtrada, es contabilizada, y el valor del contador se incrementa desde 0 hasta 2147483647. El rango de frecuencia de una entrada binaria parametrizada para operar como un contador de pulsos está entre 0 y 100 Hz.

En la unidad REF 543 se dispone de 25 entradas analógicas notadas como sigue:

*Tabla 3.2 Entradas Binarias disponibles en el REF543*

Entradas Binarias del REF 543		
PS1 4 BI1 *	BIO1 5 BI1	BIO2 7 BI1
PS1 4 BI2 *	BIO1 5 BI2	BIO2 7 BI2
PS1 4 BI3 *	BIO1 5 BI3	BIO2 7 BI3
	BIO1 5 BI4	BIO2 7 BI4
	BIO1 5 BI5	BIO2 7 BI5
	BIO1 5 BI6	BIO2 7 BI6
	BIO1 5 BI7	BIO2 7 BI7
	BIO1 5 BI8	BIO2 7 BI8
	BIO1 5 BI9 *	BIO2 7 BI9 *
	BIO1 5 BI10 *	BIO2 7 BI10 *
	BIO1 5 BI11 *	
	BIO1 5 BI12 *	

\* Estas entradas pueden ser programadas como entradas binarias o contadoras de pulso

Las salidas disponibles en el REF543 se agrupan en tres categorías

- HSPO (High speed power output)
- PO (Power Output)
- SO (Signal Output)

### 3.2.2.1. HSPO Salidas de Potencia de alta velocidad

Las salidas de potencia de alta velocidad PS1\_4\_HSPO1 ..... PS1\_4\_HSPO5 y PS2\_4\_HSPO1 ..... PS2\_4\_HSPO5, pueden ser conectadas como salidas de doble polo donde el objeto a ser conectado (como por ejemplo un disyuntor), es eléctricamente conectado entre los dos contactos de los relés, como se muestra en la figura 3.1

Este tipo de salida es recomendado para ser usado para propósitos de disparo.

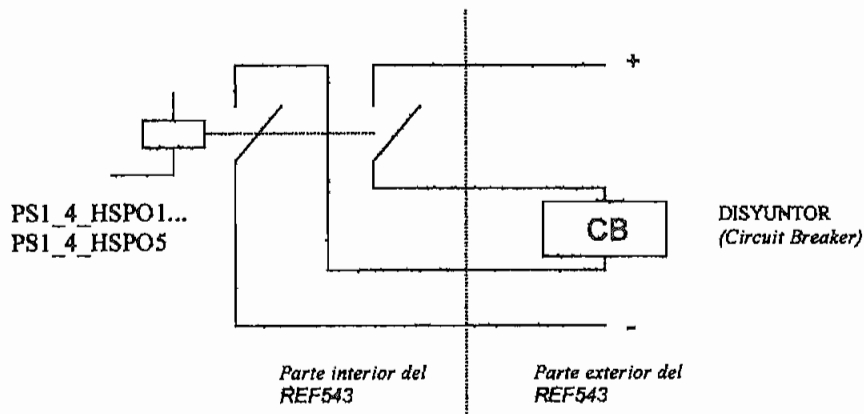


Fig. 3.1 Salida de Potencia de alta velocidad doble polo (HSPO)

Estas salidas pueden ser también conectadas como salidas de un solo polo, donde el objeto a ser controlado es eléctricamente conectado en serie con los dos contactos de los relés, como se muestra en la figura 3.2

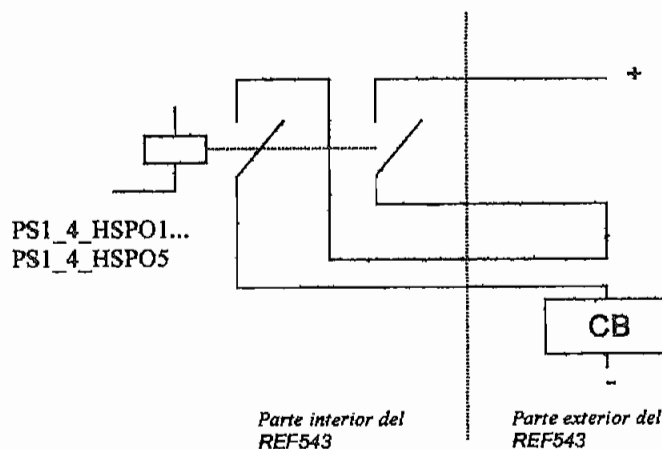
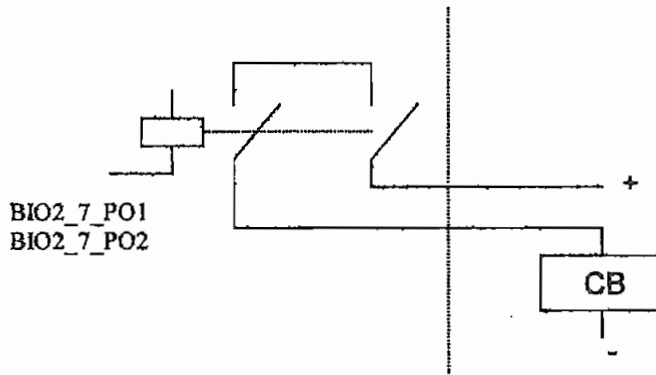


Fig. 3.2 Salida de Potencia de alta velocidad doble polo (HSPO)

### 3.2.2.2. PO Salidas de Potencia de simple polo.

Las salidas de potencia de simple polo BIO2\_7\_PO1 y BIO2\_7\_PO2 son salidas donde el objeto a ser controlado es conectado en serie con dos contactos de relés de alta potencia

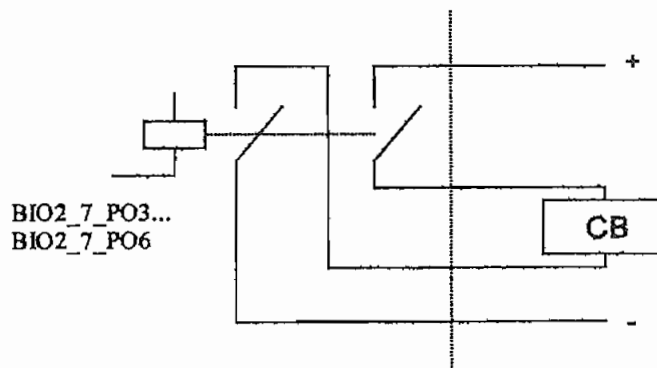
Estas salidas pueden ser usadas para propósitos de disparo de disyuntores ó control de seccionadores.



*Fig. 3.3 Salida de Potencia simple polo (PO)*

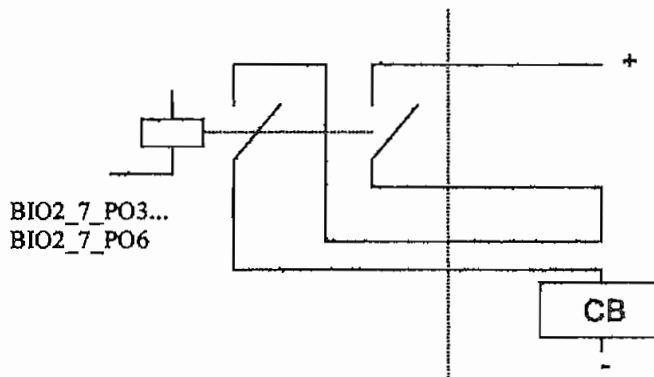
### 3.2.2.3. PO Salidas de Potencia de doble polo

Las salidas de potencia de doble polo BIO2\_7PO3 ..... BIO2\_7PO6 son salidas donde el objeto a ser controlado es eléctricamente conectado en serie con los dos contactos de relé, como se muestra en la figura 3.4, estas salidas pueden ser utilizadas para propósitos de disparo de disyuntores ó control de seccionadores.



*Fig.3.4 Salida de Potencia de doble polo (PO)*

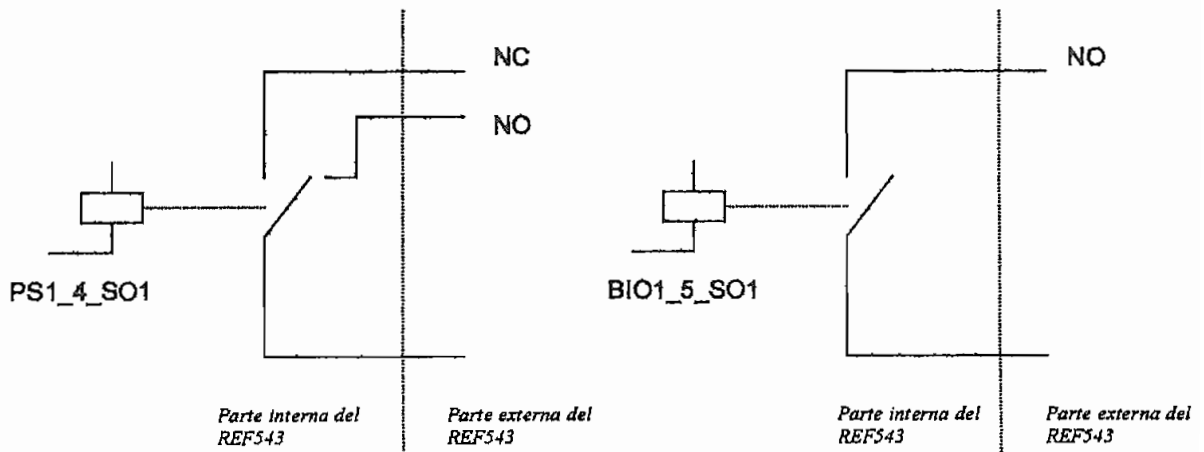
Las salidas de doble polo pueden también ser conectadas como salidas de simple polo, donde el objeto a ser controlado es eléctricamente conectado entre los dos contactos de los relés como se muestra en la figura 3.5



*Fig. 3.5 Salida de Potencia de doble polo (PO)*

#### 3.2.2.4. Salidas de señales (SO)

Las salidas de señales BIO1\_5\_SO no son salidas de alta potencia por lo tanto estas no pueden ser usadas para control, estas salidas disponen de contactos normalmente abiertos NO, y contactos normalmente cerrados NC, estas salidas pueden ser usadas para alarmas y otros propósitos.

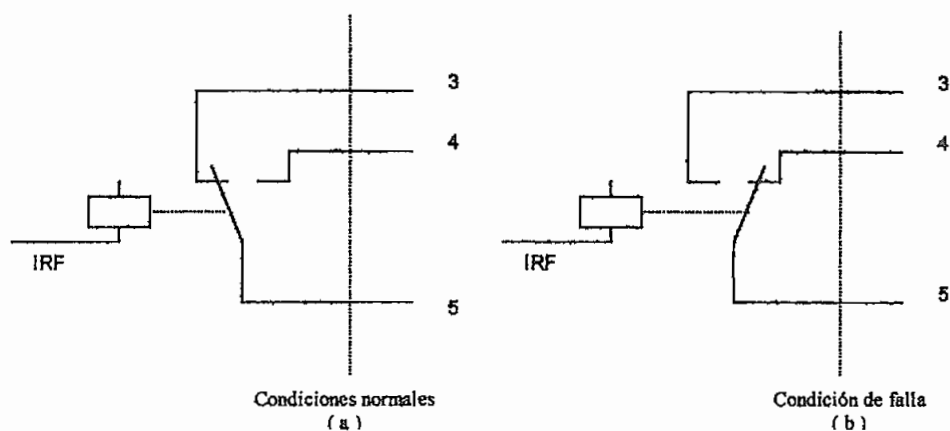


*Fig. 3.6 Salida de señales (SO)*

### 3.2.3 SALIDA DE SUPERVISIÓN DE SEGURIDAD

La unidad de protección REF 543 posee un amplio sistema de supervisión, este sistema maneja situaciones de falla en la marcha, e informa sobre la presencia de alguna anomalía a través de la pantalla MMI o los sistemas LON o SPA de comunicación.

Una señal de falla activa la operación de la salida IRF, que corresponde a la salida de supervisión segura.



*Fig. 3.7 Salida de supervisión segura (IRF)*

Bajo condiciones normales, los contactos 3-5 se encuentran cerrados como se muestra en la figura 3.7a, al momento de una falla interna los contactos 4-5 se cierran (figura 3.7b). Un tiempo después luego de ocurrida la falla, el indicador verde READY parpadea, el equipo entonces entrega una señal de falla en el relé IRF.

### 3.2.4 PANEL POSTERIOR Y BLOQUES TERMINALES

Todos los circuitos y conexiones exteriores son conectadas a los bloques terminales, ubicados en el panel posterior de la unidad.

El número de bloques terminales depende de la versión del Hardware, así como el número de canales analógicos y las entradas y salidas binarias.

- **Bloque terminal X1.1**

El bloque terminal X1.1 está destinado para la conexión de los transformadores de medida, los cuales son conectados a los terminales mediante tornillos de ajuste, cada terminal está dimensionado para un conductor de 6 mm<sup>2</sup> o dos conductores de máximo 2.5 mm<sup>2</sup>.

La versión de Hardware de la unidad REF 543, de estudio posee 18 terminales en el bloque X1.1 en donde se pueden conectar 5 TCs y un TP.

Este bloque corresponde a los canales analógicos .

- **Bloque Terminal X2.1**

Este bloque terminal posee 8 terminales con conectores BCN destinados para la conexión de sensores ABB, divisores de voltaje o bobinados Rowosky compatibles con este tipo de conector.

- **Bloque Terminal X3.1**

En este bloque se encuentran 3 interfases series del tipo RS-485, terminales ligados al bus SPA o al bus LON con fines para las funciones de comunicación.

- **Bloques terminales X4.1 .... X7.2**

Cada bloque posee 18 pines que corresponden a conectores multi-polo, con sujetadores de tornillo. En estos bloques se encuentran las entradas binarias y salidas (contactos), de la unidad de protección.

La fuente auxiliar de potencia está conectada a los terminales X4.1:1 (polaridad positiva) y X4.1:2 (polaridad negativa).

La salida para supervisión de seguridad IRF se encuentra en los terminales X4.1:3 X4.1:4 y X4.1:5

La protección a tierra es conectada a la carcasa del REF543 a través de un conector de tornillo que contiene el símbolo de tierra.



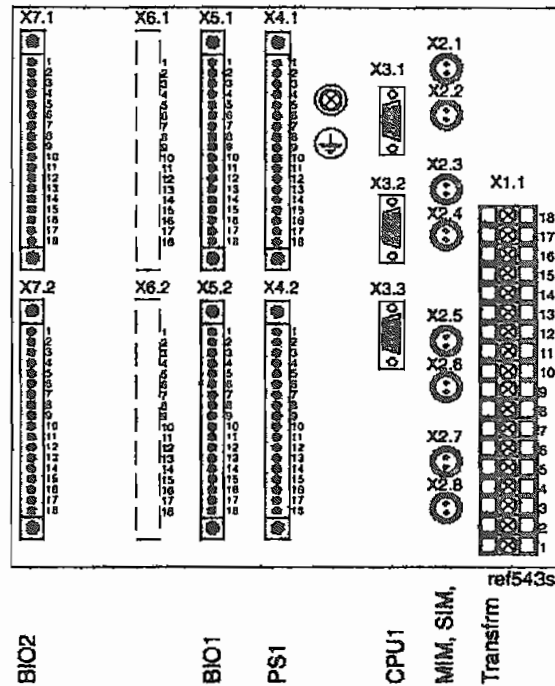


Fig.3.8 Vista posterior del REF543

Panel Posterior del REF 543		
Conector	Descripción	Slot
X1.1	Conector para entradas de Transformadores (trafos de corriente y voltaje)	1
X2.1	Conector para sensor entrada 8	2
X2.2	Conector para sensor entrada 7	2
X2.3	Conector para sensor entrada 6	2
X2.4	Conector para sensor entrada 5	2
X2.5	Conector para sensor entrada 4	2
X2.6	Conector para sensor entrada 3	2
X2.7	Conector para sensor entrada 2	2
X2.8	Conector para sensor entrada 1	2
X3.1	Sin uso	3
X3.2	Sin uso	3
X3.3	Conector para interfase RS-485	3
X4.1	Conector superior para I/O combinadas y módulo de fuente de alimentación	4
X4.2	Conector inferior para I/O combinadas y módulo de fuente de alimentación	4
X5.1	Conector superior para I/O del módulo BIO1	5
X5.2	Conector inferior para I/O del módulo BIO1	5
X6.1	Conector superior para I/O del módulo BIO1	6
X6.2	Conector inferior para I/O del módulo BIO1	6
X7.1	Conector superior para I/O del módulo BIO2	7
X7.2	Conector inferior para I/O del módulo BIO2	7

### 3.3 PANEL FRONTAL (MMI)

El panel frontal de la unidad de protección REF543 se puede distinguir:

- Una pantalla LCD gráfica, con resolución de 128 x 160 píxeles, dividida en dos ventanas. La ventana principal (17 filas) provee información detallada acerca del mímico (MIMIC), objetos, eventos, mediciones, alarmas y parámetros de protección. Una ventana de asistencia (2 filas) está disponible, para protección, indicaciones, mensajes de alarma y mensajes de ayuda.
- Tres botones de presión para control de objetos.
- Posee 8 LEDs indicadores de alarma, con diferentes colores dependiendo de la configuración realizada con la herramienta *CAP505\_Configuration Tool*.
- LED para indicación de control de enclavamiento y modo de prueba.
- Tres LEDs para indicación de protecciones.
- Una sección que dispone de 4 botones de presión con flechas de dirección, botones de *Enter* (E), *Clear* (C), un botón de función libre (F) y un botón de selección de control local o remoto.

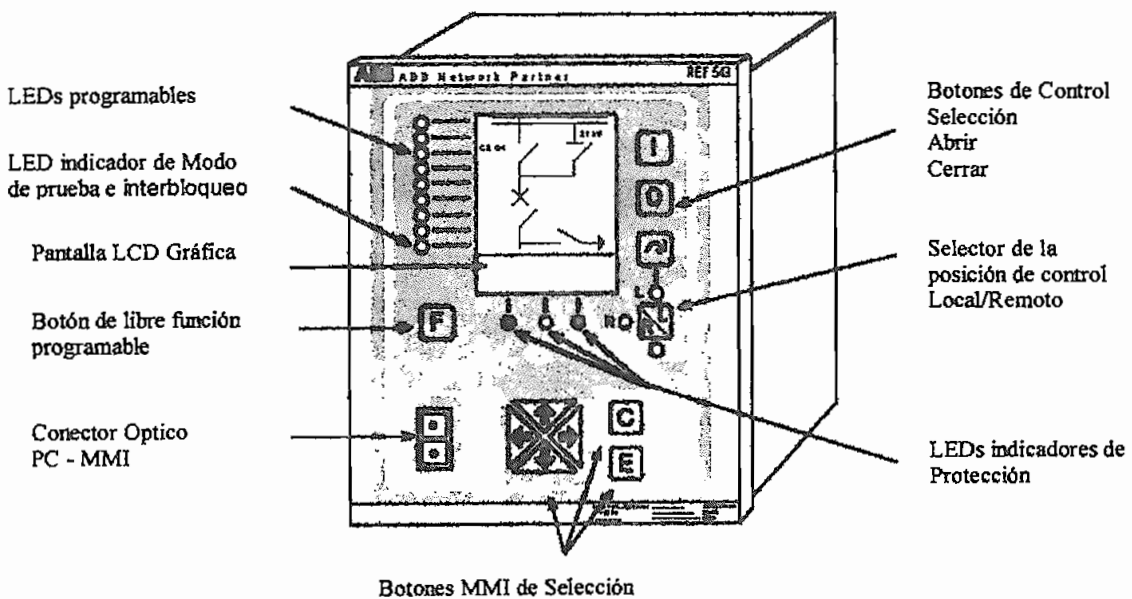


Fig 3.9 Panel frontal (MMI)

### 3.3.1 NIVELES DEL MMI

El MMI tiene dos principales niveles, el nivel de usuario y el nivel técnico.

El nivel de usuario se usa para realizar medidas control y monitoreo, mientras que el nivel técnico es para la programación y parametrización de la protección.

#### 3.3.1.1 Nivel De Usuario

El nivel de usuario permite acceder a cuatro pantallas diferentes de las cuales se obtienen información acerca de los datos de configuración y parámetros de la unidad. Las cuatro pantallas que se disponen son:

- MIMIC (pantalla del mímico)
- MEASUREMENT (pantalla de registro medidas)
- EVENT (pantalla de registro de eventos)
- ALARM (pantalla de registro alarmas)

#### MIMIC

En esta pantalla se muestra una imagen en la que se aprecia los objetos y el estado de los mismos en tiempo real. La pantalla del mímico es la vista principal establecida después de encendida la unidad.

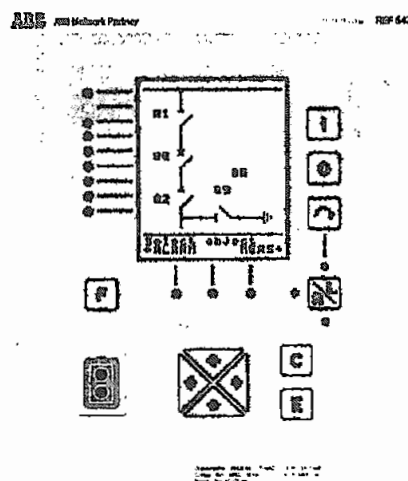


Fig. 3.10 Panel Posterior - pantalla del MIMIC

## MEASUREMENT

En la pantalla MEASUREMENT, se muestran los valores medidos por la unidad, la información de las medidas depende de la configuración que se le haya dado a la unidad por medio de la herramienta *CAP 505 Configuration Tool*.

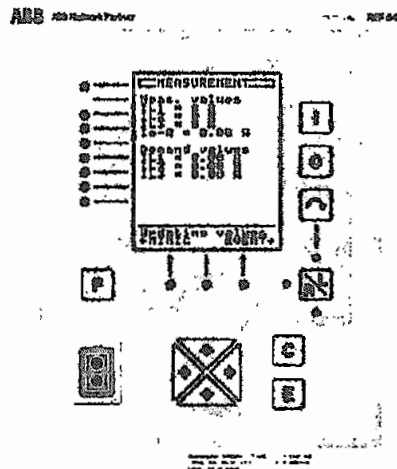


Fig. 3.11 Panel Posterior - pantalla de Medidas

## EVENT

En esta pantalla se tiene los eventos de operación, e información como el nombre del evento, número de canal, código, fecha y tiempo de las últimas 100 operaciones realizadas. La información más actual de los últimos eventos se ubican en la parte superior de la pantalla. Se puede eliminar el contenido de la pantalla presionando la tecla *clear* ( C ) por 2 segundos.

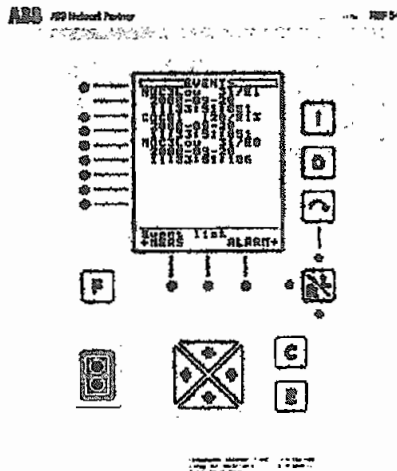
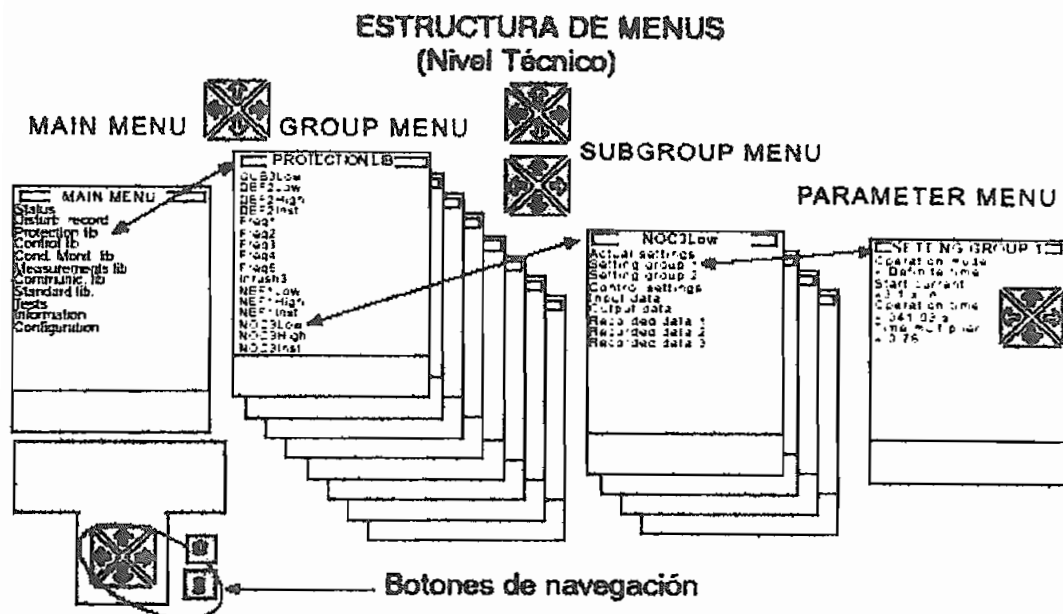


Fig. 3.12 Panel Posterior - pantalla de Eventos





*Fig. 3.14 Estructura y Sistema de Menús en el Nivel Técnico*

A través del menú principal se puede acceder a información general, configuración, estado del REF543 y sobre todo al acceso de las librerías de protección, control, medida, monitoreo, comunicación y estándar, correspondientes al menú de grupos.

En los menús de subgrupos se destacan principalmente los bloques de función instalados, para cada una de las funciones mencionadas anteriormente, a partir de estos se accede a los menús de parámetros.

En el menú de parámetros cada parámetro está compuesto por dos líneas, la primera contiene texto con información del parámetro, y la segunda línea corresponde al valor del parámetro que sigue después de un signo de "="

Para cambiar un parámetro es necesario presionar la tecla *Enter* en la primera línea del parámetro, por lo general los parámetros están protegidos por un

*password*. Para confirmar el parámetro se presiona nuevamente la tecla *Enter*, en caso de que un parámetro sea inválido un mensaje de error es mostrado, y el parámetro anterior permanece sin variar.

En caso de que el parámetro es cambiado, la nueva configuración toma efecto inmediatamente, sin embargo todos los parámetros cambiados necesitan ser grabado en la memoria no volátil, esto se logra de la siguiente manera.

#### *3.3.1.2.2 Almacenamiento de Parámetros en la memoria no volátil*

Para almacenar los parámetros en la memoria se sigue el siguiente procedimiento

1. Seleccionar el parámetro "Store" localizado en el menú de Configuración/General
2. Presionar la tecla Enter para acceder al modo de configuración
3. Ingresar el password
4. Seleccionar *Start/Progress* (iniciar proceso).
5. Confirmar la operación presionando la tecla Enter.

O también cuando se regresa del menú principal a la pantalla MIMIC, aparece un mensaje que pide la confirmación de actualizar y grabar los parámetros, se presiona E para confirmar caso contrario C para no grabar. En caso de haber seleccionado la opción de no grabar. Adicionalmente la tecla C permite el restablecimiento de las indicaciones, salidas y registros.

### **3.3.2 INDICACIONES EN EL MMI**

#### **3.3.2.1 Indicaciones en la ventana de asistencia**

La ventana de asistencia se encuentra ubicada en la parte inferior de la pantalla LCD del MMI, en esta ventana se muestran dos tipos de mensajes de indicación.

- Información acerca de las funciones de protección de la unidad y condiciones como las de diagnóstico junto con una indicación de LED.
- Mensajes de texto sin indicación de LED, este tipo de mensaje está generalmente relacionado con las condiciones de monitoreo, alarmas y precauciones

Los mensajes que aparece en la pantalla de asistencia tienen una cierta prioridad, esto es en caso de que se presenten diferentes indicaciones simultáneamente, el mensaje con mayor prioridad será el que se muestre desplegado, la prioridad de los mensajes se muestra como sigue:

1. Fallas internas
2. Disparo CBFP (Protección contra falla de Disyuntor)
3. Inicio de protección, Supervisión, Bloqueo.
4. Mensajes de Ayuda.

Los mensajes de indicación, automáticamente dan una sobrevista de indicaciones de protección, operaciones de condiciones de monitoreo y fallas internas de la unidad. Existen tres indicaciones de protección, una cuando alguna función de protección inicia, el mensaje START aparece en conjunto con el nombre de la función y una indicación de LED de color amarillo se enciende. Cuando una función de protección iniciada es bloqueada, el mensaje de BLOCK aparece con el nombre de la función y la indicación de LED de color amarillo comienza a parpadear. Cuando existe un disparo por parte de una función de protección el mensaje TRIP aparece con el nombre de la función, una indicación de LED de color rojo se enciende. Y finalmente cuando las funciones de protección muestran un disparo TRIP por causa de una falla de disparo de disyuntores acompañado de una señal de LED de color rojo parpadeante.





*Fig 3.15 Mensajes mostrados en la ventana de asistencia, dependiendo de las indicaciones de Protección cada uno de los mensajes viene acompañado de una señal de LED*

Si la unidad incluye funciones de condición de monitoreo y estas no están directamente relacionadas a ninguna función de protección o a condiciones internas de protección, cuando se ejecuta alguna de estas aparece un mensaje SUPERVISIÓN en la ventana de asistencia con un mensaje explicativo

### 3.3.2.2 Indicaciones en los Modos de Prueba

Están disponibles diferentes modos de prueba para cada una de las siguientes categorías.

- Función
- Control
- MIMIC
- Prueba de entrada/salida I/O

El modo de prueba para funciones se las hace por medio de las salidas de las funciones que localmente pueden ser activadas vía el MMI o externamente vía comunicación serial, las salidas son activadas usando los parámetros de control de la función.




Para el modo de prueba de Control, como el sistema posee un modo de *bypass* de interbloqueo general, todas las acciones de control que se llevan a cabo en ese instante no son chequeadas mientras los objetos involucrados sean comandados. Durante el tiempo en que el modo este activo la indicación LED en el MMI es de color rojo parpadeante, adicionalmente la ventana de asistencia del MIMIC da una indicación de esta función especial.

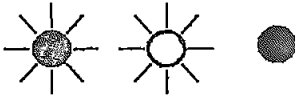

Para realizar una prueba del MIMIC es necesario configurar el parámetro *Panel test* a valor ( 1 ) en el directorio *MainMenu/Tests/Mimic*. La prueba del MIMIC puede ser interrumpida presionando cualquier tecla. Este prueba es la misma que se realiza cada vez que se enciende la unidad.

El modo de prueba para entradas y salidas corresponde a los efectos de estas sobre las funciones de protección, esta se activa configurando el parámetro *Test mode* en la ventana de *Tests/General*. El modo de prueba puede ser interrumpido configurando el parámetro *Test mode* a *Not Active*.

En caso de que el usuario olvide cancelar el modo de prueba, una indicación de LED READY permanece parpadeante.

### 3.3.2.3 Indicación de los LEDs

INDICACIÓN LED: verde	
<p>READY</p> 	<p>La indicación de LED está encendida cuando el relé de protección está en estado normal de operación, ninguna falla interna ha ocurrido y un voltaje auxiliar está disponible en la unidad</p>
<p>INTERMITENTE</p> 	<p>Una falla interna en el relé ha sucedido (IRF) pero un voltaje auxiliar está conectado. El relé de protección está en modo de prueba, para diferenciar estas dos indicaciones, en este último un mensaje en la ventana de asistencia es desplegado</p>
<p>NO ACTIVO</p> 	<p>La alimentación de voltaje auxiliar ha sido desconectada</p>

INDICACIÓN LED: amarillo	
<p><b>START</b></p> 	<p>Una función de protección es activada y la pantalla indica la razón. Por el inicio de la protección, la indicación START puede ser seleccionada para ser con o sin enclavamiento. Una indicación sin enclavamiento, automáticamente se apaga cuando la falla desaparece. Una indicación con enclavamiento permanece encendida, a pesar que la falla haya desaparecido, para eliminar esta se presiona la tecla C por 2 segundos.</p> <p>Los tiempos de encendidos de las funciones de protección deberían ser cortos, en la pantalla se muestra el último encendido de función.</p>
<p><b>INTERMITENTE: BLOCK</b></p> 	<p>El LED comienza un estado de intermitencia mientras la función de protección del relé permanezca en estado de bloqueo. La indicación de bloque desaparece cuando el bloqueo es removido o cuando la función de protección se inicia.</p> <p>Un mensaje en la cual se indica cual función está bloqueada aparece en la ventana de asistencia. En caso de que varias funciones se encuentren bloqueadas al mismo tiempo, el bloqueo más reciente es el cual se muestra. Si una función de protección está bloqueada y al mismo tiempo se inicia otra función pero que no está bloqueada, el LED permanecerá en estado intermitente (Un bloqueo tiene más prioridad que un inicio de función.)</p>
<p><b>LED No Activo (OFF)</b></p>	<p>Operación normal, ninguna función de protección se ha inicializado</p>
INDICACIÓN LED: roja	
<p><b>TRIP</b></p> 	<p>Una función de protección ha provocado un disparo. La indicación de disparo está con enclavamiento, para eliminar la indicación se debe presionar la tecla C, también se puede realizar vía comunicación serial.</p> <p>Si varias funciones de protección son disparadas al mismo tiempo, la indicación del primer disparo es la que se mantiene.</p>
<p><b>INTERMITENTE: CBFP</b></p> 	<p>Si el disparo es debido a una falla de protección del disyuntor (CBFP), la indicación del LED color rojo parpadeará.</p> <p>La indicación se elimina presionando la tecla C</p>
<p><b>LED No activo (OFF)</b></p>	<p>Operación normal, ninguna función de disparo ha operado</p>

### **3.4 FUNCIONES DEL REF 543**

El REF 543 posee las siguientes funciones

- Funciones de Protección
- Funciones de Control
- Funciones de Medida
- Funciones de Monitoreo y supervisión
- Funciones de Comunicación
- Funciones Estándar

Cada una de las funciones descritas anteriormente posee varios bloques de funciones específicas, que son independientemente configurables.

#### **3.4.1 FUNCIONES DE PROTECCION**

La protección es una de las funciones de mayor importancia de la unidad REF 543, cada función de protección está ligada a un bloque de función que es independientemente programable uno de otro, tanto los parámetros y eventos que corresponden a cada bloque, así como la información y el almacenamiento de datos.

Para las funciones de protección, las medidas de las corrientes se las hace a través de transformadores de corriente o bobinados Rowosky

##### **3.4.1.1 Protección Contra Sobrecorriente Trifásica No Direccional**

###### *3.4.1.1.1 Descripción y características de la protección*

El bloque función de protección frente a sobrecorriente trifásica no direccional, es también aplicable a la falla bifásica direccional y cortocircuitos.

La función de protección posee tres etapas de ajuste de sobrecorriente no direccional: Bajo (NOC3Low), alto (NOC3High), e instantáneo (NOC3Inst).

La operación de la protección se configura bajo el modo de tiempo definido (DT), y el modo de operación de la protección basado en la característica de tiempo

inverso, que está disponible únicamente en la etapa de sobrecorriente de ajuste bajo (NOC3Low)

#### *3.4.1.1.2 Protección en etapa de sobrecorriente de ajuste bajo NOC3Low, alto NOC3High, e instantáneo NOC3Inst*

Como se mencionó anteriormente la operación de la protección bajo las características de tiempo inverso están disponibles únicamente para la protección en etapa de ajuste de sobrecorriente bajo NOC3Low. Las curvas corresponden a grupos de curvas estándar y grupos de curvas utilizadas y determinadas por la ABB, fueron descritas más específicamente en el capítulo 2.

Los grupos disponibles para la operación bajo el modo de característica de tiempo inverso son:

##### a) Grupo de curvas Estándar

- Normal inversa (NI)
- Muy inversa (VI)
- Extremadamente inversa (EI)
- Tiempo largo inverso

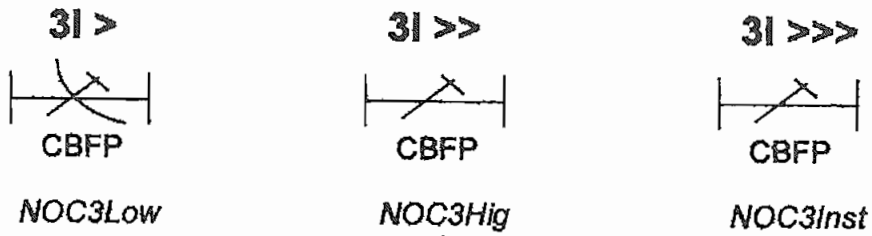
##### b) Grupos de curvas ABB

- Grupos de curvas RI
- Grupos de curvas RD

Para los modos de ajuste alto NOC3High e instantáneo NOC3Inst la operación de la protección se pueden configurar mediante:

- a) Tiempo definido ó,
- b) Característica de tiempo normal inverso

### 3.4.1.1.3 Nomenclatura



### 3.4.1.2 Protección Contra Sobrecorriente Direccional

#### 3.4.1.2.1 Descripción y características de la protección.

Esta función de protección es aplicable a sobrecorriente direccional monofásica, bifásica, o trifásica. La configuración permite seleccionar la operación solamente para cortocircuitos ó fallas a tierra.

La operación en etapa de ajuste bajo DOC6Low difiere de la operación en etapa de ajuste alto DOC6High e instantáneo DOC6Inst por las siguientes características.

- ☞ La operación no direccional está solamente incluida en la etapa de ajuste alto e instantáneo.
- ☞ La operación basado en las características de curvas IDMT está disponible únicamente en la etapa de ajuste bajo.

Este bloque de función tiene la particularidad de poseer una función de memoria para el mantenimiento de la estabilidad y confiabilidad de la operación direccional, por fallas de cierre caracterizadas por un voltaje extremadamente bajo.

Ante una repentina pérdida del voltaje, el ángulo de fase del voltaje es calculado en base a un voltaje ficticio el cual es calculado en base al voltaje medido antes de ocurrida la falla, asumiendo que este voltaje no ha sido afectado durante la falla.

Este voltaje ficticio es calculado cuando el voltaje cae por debajo del  $0.07 U_n$  en un cierre de falla, tan pronto en cuanto se alcance un voltaje sobre el  $0.08 U_n$

### 3.4.1.3 Protección Contra Falla A Tierra No Direccional

#### 3.4.1.3.1 Descripción y características

Esta función involucra tres etapas de ajuste de protección para la falla a tierra, etapa de ajuste bajo (NEF1Low), alto (NEF1High), e instantáneo (NEF1Inst).

La operación de la función se configura bajo el modo en tiempo definido (DT) y la operación bajo característica de tiempo inverso (IDMT) que están disponibles únicamente en la etapa de ajuste bajo.

La medición de la corriente del neutro puede ser hecha por medio de transformadores convencionales de corriente. Si el neutro es aislado o está puesto a tierra mediante una alta impedancia, se recomienda que un transformador de corriente con núcleo balanceado sea utilizado para ser usado en la protección contra falla a tierra.

Para asegurarse una suficiente precisión en la medida de la corriente de secuencia cero y consecuentemente la selectividad del esquema, se deberá de seleccionar una relación de transformación de hasta 70:1 y no se recomienda rangos bajos de transformación como 50:1 o 50:5.

#### 3.4.1.3.2 Protección de falla a tierra no direccional en etapas de ajuste bajo NEF1Low, alto NEF1High, e instantáneo NEF1Inst

La operación de la función se configura como se mencionó anteriormente bajo el modo en tiempo definido (DT) y la operación bajo característica de tiempo inverso (IDMT) disponible únicamente en la etapa de ajuste bajo (NEF1Low)

##### a) Curvas estándar

- Normal inversa
- Muy inversa
- Extremadamente inversa
- Largo tiempo inverso

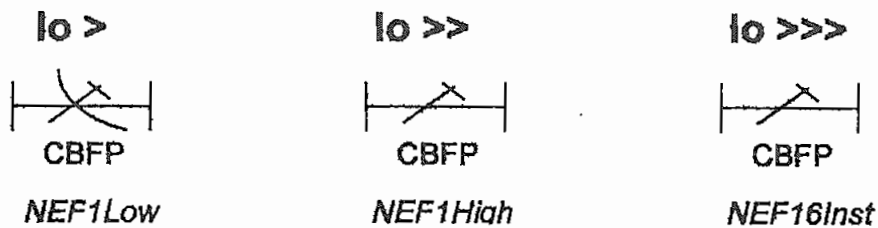
## b) Grupos de curvas ABB

- grupo de curvas RI
- grupo de curvas RD

Los modos de operación de NEF1High y NEF1Inst se pueden configurar mediante:

- Operación en tiempo definido
- Instantáneo

### 3.4.1.3.3 Nomenclatura



### 3.4.1.4 Protección contra falla a tierra Direccional

#### 3.4.1.4.1 Descripción y Características de la Protección

La operación de la protección contra falla a tierra direccional está basada en la corriente de neutro  $I_0$  y el Voltaje residual  $U_0$ . Alternativamente está puede ser configurada para operar para fallas a tierra no direccional. A través de los bloques de función DEF2Low, DEF2High y DEF2Inst.

La medida de la corriente de neutro se la hace por medio de un transformador de corriente con núcleo balanceado o por medio de la suma digital de las señales de corrientes de fase.

La medida del voltaje residual se la hace por medio de transformadores de voltaje en conexión delta abierto o por medio de la suma digital de las señales de voltaje.



La operación de la protección se configura bajo el modo de tiempo definido y mediante la característica de las curvas IDMT.

#### 3.4.1.4.2 Protección de falla a tierra direccional en etapas de ajuste bajo DEF2Low, alto DEF2High , e instantáneo DEF2Inst.

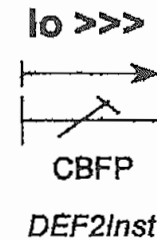
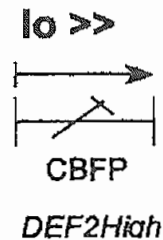
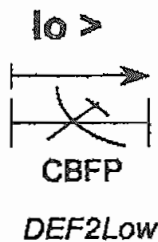
La operación de la función se configura como se mencionó anteriormente bajo el modo en tiempo definido (DT) y la operación bajo característica de tiempo inverso (IDMT) disponible únicamente en la etapa de ajuste bajo (DEF2Low). Las curvas disponibles son:

- Normal inversa
- Muy inversa
- Extremadamente inversa
- Largo tiempo inverso

En las etapas de ajuste alto DEF2High e instantáneo DEF2Inst. el modo de operación se configura con :

- Operación en tiempo definido
- Instantáneo

#### 3.4.1.4.3 Nomenclatura



### **3.4.1.5 Protección Contra Bajo Voltaje Trifásico**

#### *3.4.1.5.1 Descripción y características*

La protección es aplicable a bajo voltaje monofásico, bifásico y trifásico, esta función de protección trabaja bajo dos modos, protección de bajo voltaje en etapa de ajuste alto (UV3High) y en etapa de ajuste bajo (UV3Low) la operación puede hacerse en tiempo definido o mediante las características de las curvas IDMT disponible únicamente para la protección de bajo voltaje etapa de ajuste bajo UV3Low.

Los bloques de función UV3Low y el UV3High están diseñados para ser y utilizados para bajo voltaje monofásico, bifásico o trifásico.

La medida del voltaje se puede hacer mediante transformadores de voltaje convencionales o divisores de voltaje.

Esta medida se la puede obtener por medio de tres modos disponibles:

- a) Medida de los voltajes de fase por medio del voltaje pico-pico.
- b) Medida de los voltajes de fase por medio de la medida de la componente fundamental de frecuencia del voltaje.
- c) Medida de los voltajes de línea por medio de la medida de la componente fundamental de frecuencia del voltaje.

#### *3.4.1.5.2 Protección contra bajo voltaje en etapa de ajuste bajo (UV3Low) y en etapa de ajuste alto (UV3High)*

La operación puede hacerse en tiempo definido o mediante las características de las curvas IDMT disponible únicamente para la protección de bajo voltaje etapa de ajuste bajo UV3Low.

Para la operación en etapa de ajuste bajo UV3Low, se puede configurar la protección en tiempo definido o bien basado en la característica de tiempo inverso IDMT.

Para los modos de protección basados en curvas IDMT, la integración del tiempo de operación de la protección de bajo voltaje, no empieza mientras el voltaje no caiga a un nivel de 6% del voltaje configurado para la protección.

La precisión del tiempo de operación con un valor más bajo hasta en 10% del valor configurado, es considerado un valor aceptable.

Para la etapa de ajuste alto (UV3High) la configuración de la protección se hace bajo el modo de operación en tiempo definido.

#### 3.4.1.5.3 Nomenclatura



#### 3.4.1.6 Protección Contra Sobrevoltaje Trifásico

##### 3.4.1.6.1 Descripción y características

Esta función de protección permite la protección contra sobrevoltaje monofásico, bifásico y trifásico

La operación puede hacerse en tiempo definido y mediante la característica de dos curvas IDMT, disponibles únicamente para la protección de sobre voltaje etapa de ajuste bajo UV3Low.

La medida de los voltajes puede obtenerse por medio de tres modos disponibles:

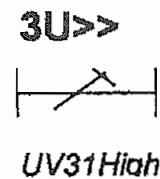
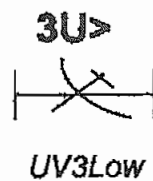
- a) Medida de los voltajes de fase por medio del voltaje pico-pico.
- b) Medida de los voltajes de fase por medio de la medida de la componente fundamental de frecuencia del voltaje.
- c) Medida de los voltajes de línea por medio de la medida de la componente fundamental de frecuencia del voltaje.

#### 3.4.1.6.2 Función de protección en etapa de ajuste bajo (OV3Low) y etapa de ajuste alto (OV3High)

La función de protección en etapa de ajuste bajo OV3Low permite configurar la operación de la protección en tiempo definido o basado en las curvas de características de tiempo inverso (IDMT). Dos curvas están disponibles para operación bajo este modo.

Para la etapa de ajuste alto OV3High está disponible el modo de operación en tiempo definido.

#### 3.4.1.6.3 Nomenclatura



### 3.4.1.7 Protección Contra Sobrevoltaje Residual

#### 3.4.1.7.1 Descripción y características

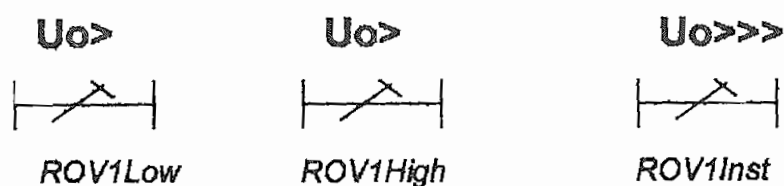
La función de protección puede ser configurada en tres etapas de ajuste de sobrevoltaje residual: bajo (ROV1Low), alto (ROV1High) e instantáneo (ROV1Inst).

La función de sobrevoltaje residual está designado a ser usado para una protección sensitiva para la falla a tierra

La medida del voltaje residual es medido a través de una conexión delta abierto de transformadores de voltaje convencionales.

La operación de la protección es idéntica para las tres etapas de ajuste bajo (ROV1Low), alto (ROV1High) e instantáneo (ROV1Inst), son los valores de configuración en etapa de ajuste bajo (ROV1Low) los que difieren de los valores de configuración en etapa de ajuste alto (ROV1High) e instantáneo (ROV1Inst). La operación de la protección se hace en tiempo definido (DT).

#### 3.4.1.7.2 Nomenclatura



### 3.4.1.8 Protección Contra Discontinuidad De Fase

#### 3.4.1.8.1 Descripción y Características

Esta protección está designada para operar frente a una rotura de los conductores en redes de distribución

armónicos. Por otra parte el tercer armónico no se encuentra presente en los

La protección contra discontinuidad de fase (CUB3Low) es aplicada a las tres fases y la operación de ésta se hace en tiempo definido (DT), para el estado de operación, la medición se basa en la componente fundamental de frecuencia de las corrientes de fase.

#### 3.4.1.8.2 Nomenclatura



#### 3.4.1.9 Protección contra Sobre frecuencia y baja frecuencia

##### 3.4.1.9.1 Descripción y características

La función de protección permite seleccionar la protección entre baja frecuencia o sobre frecuencia, esta protección posee 5 bloques de función Freq1St1, Freq1St2, Freq1St3, Freq1St4 y Freq1St5, de similar funcionamiento dependiendo únicamente del valor de operación de la protección configurado este, sobre o bajo el valor de frecuencia nominal.

Estos bloques de funciones están especialmente designados para aplicaciones como: protección de generadores, alivio de carga, restauración de carga y desconexión para operación aislada.

Tradicionalmente la medida de frecuencia, es altamente recomendado que se la haga basada en los voltajes fase-fase los cuales son menos dependientes en la simetría de la separación de los voltajes de fase y menos sensitivas a los armónicos. Por otra parte el tercer armónico no se encuentra presente en los

voltajes pico-pico, sin embargo los estados de protección de frecuencia Freq1St\_ pueden ser medidos también usando un voltaje fase-tierra.

Cada bloque de función de protección de sobre o baja frecuencia incluye un elemento que mide el rango de cambio de la frecuencia del sistema, como necesidad de anticipar una posible variación de frecuencia mayor. Este valor de rango de variación de frecuencia es también configurable.

#### 3.4.1.9.1 Nomenclatura.



#### 3.4.1.10 Función de Auto-recierre

##### 3.4.1.10.1 Descripción y características

La función AR5Func es utilizada para operaciones de auto-recierre junto con un disyuntor que posea las características requeridas para aquello. El bloque de función AR5Func provee de cinco disparos programables sucesivos de auto-recierre de tipo y duración deseados, como por ejemplo uno de alta velocidad y uno con tiempo de retardo.

Cuando el recierre es inicializado con el comienzo de una función de protección, la función de auto-recierre es capaz de ejecutar el disparo final del disyuntor en un corto periodo de operación, en caso de que la falla persista cuando el último recierre haya sido llevado a cabo.

## **3.4.2 FUNCIONES DE CONTROL**

### **3.4.2.1 Control de Disyuntores**

Esta función permite realizar el control de disyuntores a partir de los bloques de función denominados COCB1 y COCB2, con similares condiciones de operación y configuración.

Los bloques de función pueden ser usados para el control de los estados de cierre y apertura, disyuntores, seccionadores ó interruptores a tierra.

La configuración del control permite seleccionar entre control local o remoto.

Esta función de control permite tomar precauciones necesarias con los interbloques lógicos definidos por el usuario así como configurar el tiempo del ancho de pulso para determinar el cambio de estado del elemento a ser controlado.

La indicación de los estados abierto, cerrado y estados indefinidos de un objeto puede ser por vía remota o local.

Esta función de control tiene algunas características especiales como calcular el tiempo en estado inactivo, monitoreo del tiempo de apertura y tiempo de cierre y contador de ciclos.

### **3.4.2.2 Control de Seccionadores**

Esta función permite realizar el control de seccionadores a través de los bloques de función CODC1.....CODC5, con similares condiciones de operación y configuración.

Estos bloques de función son usados para controlar los estados de cierre y apertura de seccionadores o interruptores a tierra.

Esta función de control permite tomar precauciones con interbloques lógicos definidos por el usuario, así como configurar el tiempo del ancho de pulso para determinar el cambio de estado del elemento a ser controlado.

El estado del objeto puede ser controlado vía control local o remoto.



La indicación del estado del objeto puede ser apreciada en forma local y remota vía el MMI.

Posee una característica especial de monitoreo de los tiempos de cierre o apertura y alarmas para los máximos tiempos.

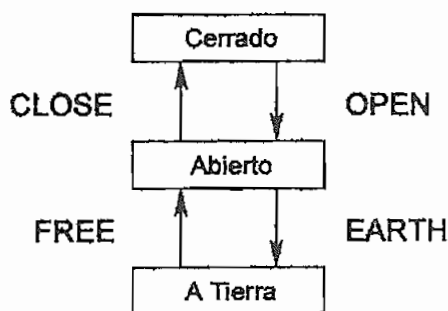
### 3.4.2.3 Control de Interruptores de tres estados

Esta función de control posee dos bloques CO3DC1 y CO3DC2 de similar operación y configuración, destinados al control de disyuntores de 3 estados, apertura, cierre y conexión a tierra.

Esta función de control permite tomar precauciones con interbloqueos lógicos definidos por el usuario, así como configurar el tiempo del ancho de pulso para determinar el cambio de estado de cierre, apertura conexión a tierra del elemento a ser controlado.

El bloque de función de un disyuntor de tres estados tiene las mismas funciones al igual que un bloque de función de control de disyuntor básico, más controles adicionales para el tercer estado de control.

El control del objeto de tres estados se lleva a cabo mediante cuatro comandos, cada comando tiene su propia señal de interbloqueo que permite su operación.



*Fig. 3.16 Comandos para el control del objeto de tres estados*

#### 3.4.2.4 Control de Interruptores

Esta función permite en control de cuatro bloques COSW1....COSW4, para control local o remoto de interruptores de dos estados on/off. Posee un parámetro de valor booleano que se almacena en memoria no volátil o que puede ser configurado, este valor en la salida refleja el último valor del estado del interruptor. El interruptor es un objeto del MIMIC que representa una configuración con parámetros booleanos que pueden ser controlados como cualquier objeto controlable.

#### 3.4.2.5 Apertura Directa de Disyuntores vía MMI

La función COCBDIR provee un pulso definido por el usuario via el MMI para lograr la apertura directa de disyuntores, esto se logra mediante la combinación de los botones "flecha arriba" y " 0 "

#### 3.4.2.6 Selector Lógico De Posición De Control

El bloque de función COLOCAT facilita escoger la posición de control, ofreciendo cuatro diferentes configuraciones.

- Remoto
- Local
- Lógico
- Desactivado

La posición de control puede ser cambiada vía el MMI mediante la tecla "R/L" y mediante señales lógicas, provistas en la configuración de la selección de posición de control.

El bloque de función COLOCAT activa la posición lógica de control que puede ser únicamente cambiada vía el MMI, para el control de todos los objetos.

En posición remota el control de los objetos puede ser solamente hecho vía comunicación remota así como en la posición local activa solamente se realiza la

operación de los objetos por medio del panel MMI. Cuando se encuentra en posición desactivada, el control de los objetos no puede ser realizada.

En la posición de control lógico se permite seleccionar la posición de control mediante las entradas BINLOCAL y BINREMOTE cuando se configura el bloque de función, que se describe en el cuarto capítulo.

La configuración de la posición de control está protegida por un password para seguridad en el control de los objetos.

#### **3.4.2.7 Indicación del estado de Objetos conmutables**

Los bloques de función COIND1.....COIND8, permite obtener una indicación sobre el estado de apertura, cierre e indeterminados de un objeto, localmente vía el MMI o remotamente.

#### **3.4.2.8 Alarmas en el MMI**

Los bloques de función MMIALARM1.....MMIALARM8 controlan los LEDs de alarma disponibles en el MMI y envía las indicaciones a la pantalla de registro de alarmas. La activación y reconocimiento del bloque de función está controlada por señales lógicas.

Las diferentes indicaciones de los LEDs pueden ser seleccionadas de acuerdo a los requerimientos del usuario.

### **3.4.3 FUNCIONES DE MEDIDA**

Las funciones de medida cumplen sin duda una de las principales funciones de la unidad REF543.

Los bloques de función que pertenecen a este grupo de funciones poseen algunas particularidades para asegurar una buena lectura y disminuir los errores estas particularidades son:

- Supervisión y detección de valor cero.

Cuando se tienen condiciones en la que la corriente de fase, corriente de neutro o el voltaje residual estén sobre o bajo el 5% o el voltaje de fase este sobre o bajo el 1% del voltaje nominal, entonces este valor se fuerza al 0% de su valor nominal, es decir cuando se presentan ligeras desviaciones desde cero. Este nuevo valor es reportado al dispositivo master, provisto de supervisión de umbral.

La supervisión y detección de valor cero, permite además que el ruido que se puede presentar en las entradas de los canales analógicos sea eliminado. Esta supervisión permanece siempre activa.

- Supervisión de Umbral absoluto o con logaritmo integrador

Dos métodos posibles existen para la supervisión de umbral, que pueden ser seleccionados mediante el parámetro *Threshold select*, con supervisión absoluta o mediante algoritmo integrador.

Si se utiliza la supervisión absoluta (Fig. 3.17) el bloque de función compara el valor actual con el último valor reportado, si el valor actual excede el último o valor reportado mas el valor de umbral parametrizado (*Threshold value*) o esté bajo el último mínimo valor reportado, entonces el valor actual es espontáneamente reportado al dispositivo master reemplazado el último valor reportado.

El tiempo de ejecución de esta tarea de supervisión de umbral es el mismo de una tarea de ejecución (20 ms configurado a frecuencia de 50 Hz) definido por los correspondientes bloques de función definidos en la herramienta CAP 505 *Configuration Tool*

Cuando se utiliza la supervisión de Umbral por algoritmo integrador (Fig. 3.18) , el bloque de función asociado calcula la diferencia entre el último valor reportado y el valor actual para cada ciclo de tarea. La diferencia es sumada al valor de registro interno acumulado (integrado), si la variación acumulada excede el valor

parametrizado (*Threshold value*), el valor es reportado al dispositivo master reemplazando el último valor reportado, la diferencia de umbral interna se registra como cero. Esta diferencia es borrada si el valor acumulado excede el valor de umbral parametrizado.

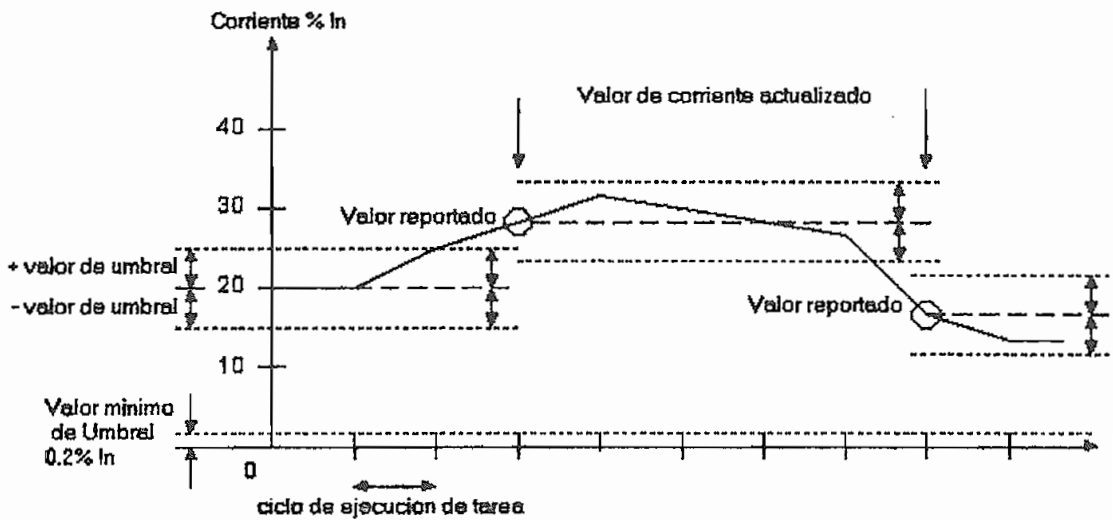
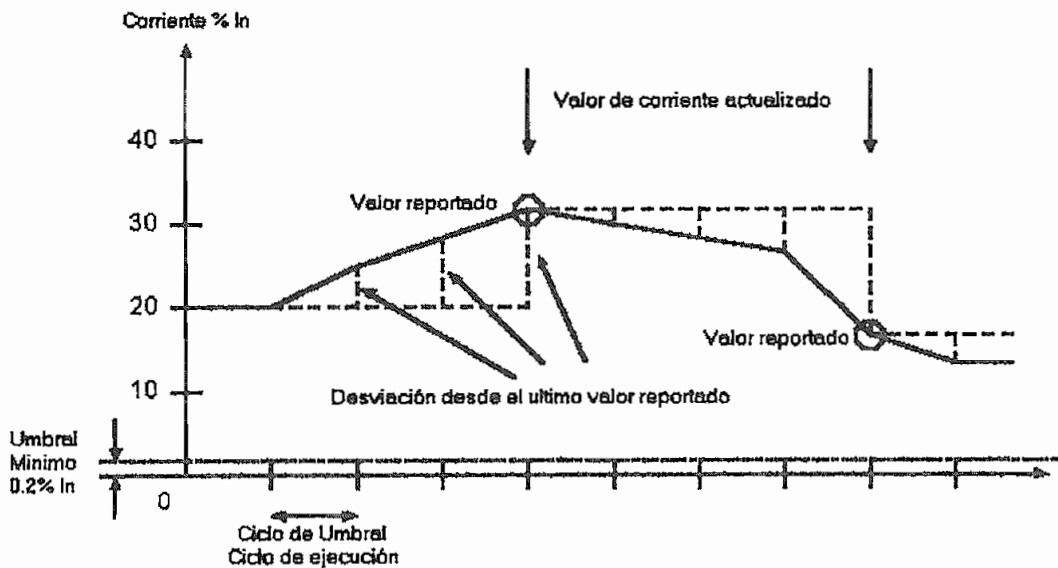
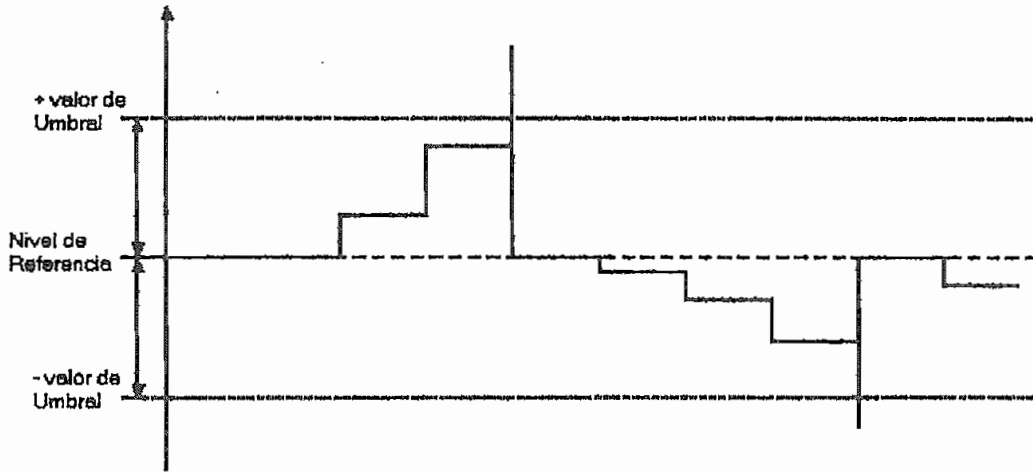


Fig. 3.17 Supervisión de Umbral, por método de umbral absoluto





*Fig. 3.18 Operación de Supervisión de Umbral por algoritmo integrador*

- Supervisión de valor límite

Para la corriente de neutro y voltaje residual, pueden ser monitoreados con dos límites diferentes, para las corrientes fase, voltajes de fase, potencia trifásica y frecuencia pueden ser monitoreados hasta cuatro límites diferentes. Cada límite es monitoreado independientemente. Si los valores exceden varios límites dentro de un mismo ciclo de ejecución de tarea, cada vez que ocurra un exceso del límite se reporta al dispositivo master, independientemente.

La histéresis de cada límite está es fijado al 1% del valor nominal y tomado en cuenta como se muestra en la figura 3.19. Las advertencias y límites para alarmas pueden ser cambiados *on-line*

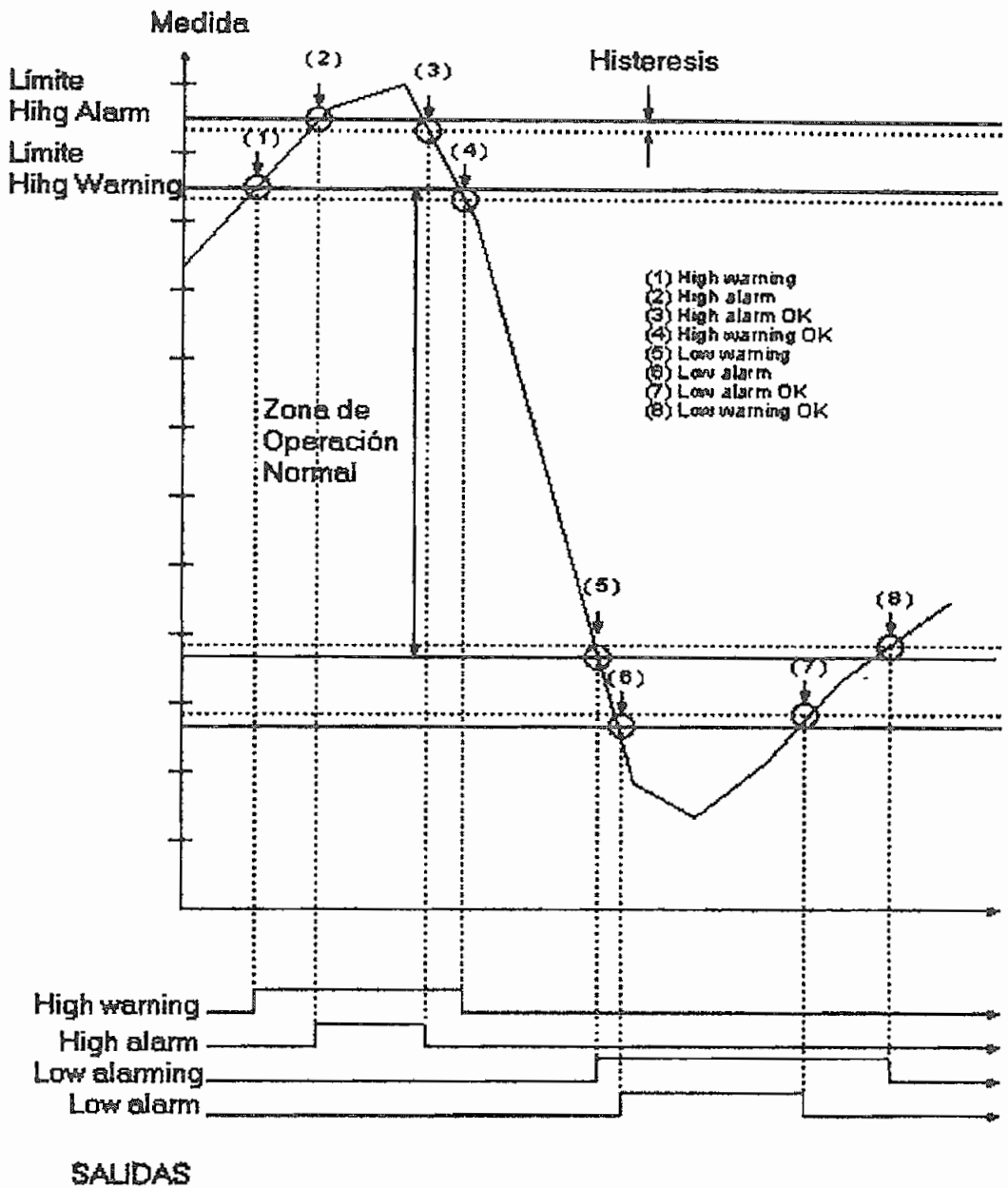


Fig. 3.19 Supervisión de valores límite

### 3.4.3.1 Medición de la Corriente de Neutro

La función medida de la corriente del neutro se hace a través de los bloques de función MECU1A y MECU1B. Esta corriente corresponde al valor eficaz (*true RMS*).

Los valores medidos pueden ser mostrados en amperios o en valores *pu* dependiendo de la configuración del usuario.

Los valores son actualizados con cada ciclo de la componente fundamental de frecuencia, es decir que el tiempo de integración es de un ciclo.

El valor pico máximo de la corriente de neutro medida se almacena en un registro que incluye la fecha y la hora, estos registros pueden ser eliminados utilizando el MMI o a su vez remotamente vía comunicación serial.

El valor pico máximo se calcula por medio de valores escasamente filtrados de la corriente de neutro.

Para este bloque de función se tiene disponible, la supervisión y detección de valor cero, y supervisión de umbral absoluto o con algoritmo integrador, de las cuales se mencionó anteriormente.

#### **3.4.3.2 Medición de la Corriente Trifásica**

La función de medición de las corrientes de fase se la hace por medio de los bloques de función MECU3A y MECU3B, que son idénticas en operación, excepto por las salidas adicionales HighWarning, HighAlarm, LowWarning, LowAlarm, en bloque de función MECU3B. La función de estas salidas se describen en el Capítulo 4.

Las mediciones corresponden al valor eficaz (*true RMS*), de las corrientes de fase

Los valores medidos pueden ser mostrados en amperios o en valores *pu* dependiendo de la configuración del usuario.

Los valores son actualizados con cada ciclo de la componente fundamental de frecuencia, es decir que el tiempo de integración es de un ciclo.



La máxima corriente demandada para cada fase son registradas junto con la fecha y hora.

Este bloque posee una función de máxima demanda que es implementada por medio de una función que calcula corriente de fase lineal promedio, medida sobre un tiempo de demanda configurable. Un nuevo valor de demanda se obtiene una vez por minuto indicando la corriente demandada sobre un intervalo de tiempo, cada nuevo valor se actualiza al final de cada período.

Si el nuevo valor de corriente demandada excede el valor máximo almacenado para esta fase, el valor actual es reemplazado, por el valor de corriente de fase almacenado.

Estos bloques poseen supervisión de valor cero para valores por encima o debajo del 1% In. Supervisión de umbral y supervisión de hasta 4 puntos para valor límite.

#### **3.4.3.3. Medida del Voltaje Residual**

La medida del voltaje residual se realiza por medio de los bloques de función MEVO1A y MEVO1B, que son idénticas en operación, los valores de voltajes obtenidos corresponden al Valor eficaz (true RMS), que pueden ser expresados en voltios o en valores pu.

Cada valor medido es actualizado una vez en cada ciclo de la componente fundamental de frecuencia.

El valor máximo pico del voltaje residual medido es almacenado con la fecha y hora, estos registros pueden ser eliminados localmente vía el MMI o remotamente vía comunicación serial.

- Factor de potencia de desplazamiento (incluido los armónicos)
- Energía Activa [kWh]
- Energía Reactiva [kVARh]
- Angulo de Defase (adelanto o retraso)

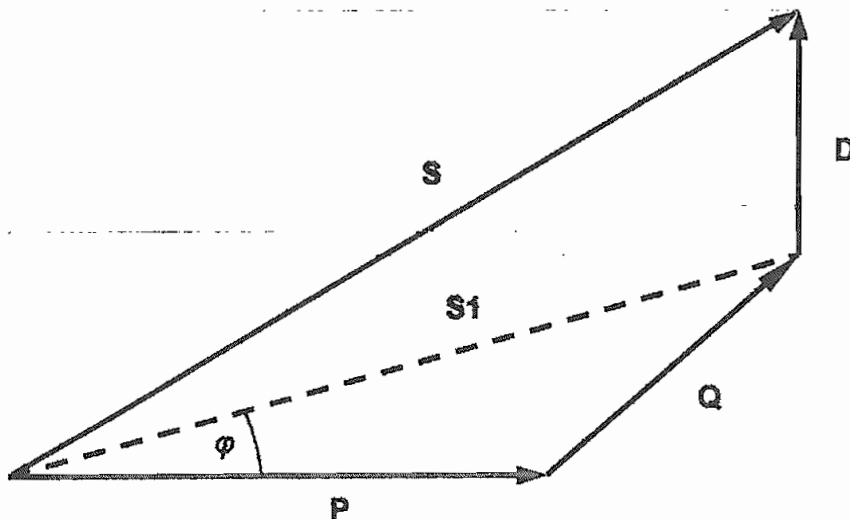
La medición factor de potencia de desplazamiento DFP puede ser usada en controles lógicos externos para automatización de subestaciones. Por ejemplo para controlar la transmisión de potencia reactiva que incrementa los costos en redes de distribución.

Los valores de la potencia activa, reactiva y factor de potencia son actualizados una vez cada ciclo de la componente fundamental de frecuencia.

En los registros de este bloque de función se almacenan la potencia activa trifásica y potencia reactiva trifásica con la fecha y hora. La potencia activa y reactiva trifásica acumulada. Así como los últimos 50 valores de Energía trifásica Cada una de estas integradas sobre un determinado tiempo configurable.

Los registros pueden ser eliminados localmente vía el MMI o remotamente vía comunicación serial.

El cálculo de las potencias se basa en el triángulo de potencias tridimensional



*Fig. 3.20 Triángulo de Potencias Tridimensional*

Posee supervisión de valor cero para valores por encima o debajo de  $0.5\% U_n$ , supervisión de Umbral absoluto o por algoritmo integrador y supervisión de valor límite para dos puntos.

#### **3.4.3.4 Medida de los Voltajes de Fase**

A través de esta función se realiza la medición de los voltajes de fase a través de los bloques de función MEVO3A y MEVO3B que operan de forma similar a excepción de las salidas HighWarning, HighAlarm, LowWarning y LowAlarm disponible en el bloque MEVO3B, que se detallan en el capítulo 4,

Los valores medidos de los voltajes de fase pueden ser expresados en voltios o en valores pu. Los valores medidos corresponden al voltaje eficaz (true RMS) para voltajes de línea o voltajes de fase. Todos los valores de voltajes son actualizados una vez por cada periodo de la componente fundamental de frecuencia, la medición de cada uno de ellos se realiza en forma independiente.

En los registros que dispone esta función se pueden almacenar el valor máximo promedio para cada canal con fecha y hora y el valor mínimo promedio de igual manera para cada canal (cada fase).

La función posee supervisión de cero para valores sobre y bajo el  $1\%$  del  $U_n$ , supervisión de umbral absoluto o por algoritmo integrador y supervisión de valor límite para cuatro puntos, para cada valor de fase, independientemente.

#### **3.4.3.5 Medición de Potencia Trifásica y Energía**

Por medio de esta función a través del bloque de función MEPE7 se puede obtener las medidas de los siguientes parámetros en redes de Distribución.

- Potencia Activa [kW]
- Potencia Reactiva [kVAR]

Donde:

P	Componente fundamental de Potencia Activa
Q	Componente fundamental de Potencia Reactiva
$\varphi$	Angulo de Desfase
S1	Componente fundamental de La Potencia Aparente
D	Potencia de Distorsión
S	Potencia Total Aparente incluida armónicos

Los valores de S1, D y S son valores internos por lo tanto no son mostrados en la pantalla del MMI.

La potencia Total Aparente S es calculada a partir de los valores de Voltaje y corriente eficaces.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} = U_{RMS} \cdot I_{RMS} \quad (3.1)$$

El factor de potencia de desplazamiento DPF es calculado mediante la expresión.

$$\text{Cos}(\varphi) = \frac{P}{S1} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (3.2)$$

El factor de potencia se calcula mediante la expresión:

$$fp = \frac{P}{S} \quad (3.3)$$

La función de máxima potencia activa y reactiva demandada, está disponible y consiste en el cálculo de la potencia activa y reactiva lineal promedio determinada sobre un intervalo de tiempo configurable "*Demand interval*", esto es que un nuevo valor de demanda es obtenido y actualizado al final de cada periodo, estos valores máximos corresponden a valores trifásicos.

Cuando el nuevo valor de potencia demanda excede el valor máximo almacenado para la potencia trifásica, el valor actual de potencia demanda reemplazará el

valor almacenado, cada nuevo valor almacenado viene acompañado de la fecha y hora.

Para determinar la Energía activa y reactiva, la potencia activa y reactiva es integrada en base a un intervalo de tiempo dado en el parámetro "Energy interval" que comienza diariamente a 00.00. Los 1440 minutos por día son divididos en un número de bloques definidos cada nuevo valor de demanda se obtiene al final de cada periodo, se tienen disponibles los últimos 50 valores de energía activa y reactiva.

Además posee supervisión de valor cero cuando la potencia está sobre o bajo el  $0.2\% \times U_N \times I_N$ , supervisión de Umbral absoluto o por algoritmo integrador y supervisión de valor límite para cuatro puntos de monitoreo independientes.

#### 3.4.3.6 Medida de la Frecuencia del Sistema

La función de medida de la frecuencia del sistema se hace a través del bloque de función MEF1. Los valores de frecuencia son mostrados en Hz.

La medición de frecuencia se hace en base del voltaje fase – fase tomando en cuenta que este voltaje es menos dependiente de la asimetría y menos sensitivo a los armónicos, por ejemplo el tercer armónico no está presente en los voltajes fase – fase, sin embargo la medida de la frecuencia del sistema también puede ser realizada a través del voltaje fase – neutro.

El valor de frecuencia medido es actualizado una vez cada ciclo de la componente fundamental.

En los registros que se encuentran disponibles se almacenan los valores máximo y mínimo de frecuencia promedio, estos valores pueden ser eliminados localmente vía el MMI y remotamente vía comunicación serial.

Esta función posee supervisión de valor cero para valores de frecuencia menores a 10 Hz y bloqueo por bajo voltaje. Cuando existe situaciones en las que se tiene

bajo voltaje la frecuencia también es forzada a 0 Hz, el valor de bajo voltaje para esta situación se configura con el parámetro "*Voltaje limit*"

Está disponible la supervisión de Umbral absoluto o por algoritmo integrador y supervisión de valor límite para cuatro puntos de monitoreo independientes.

La histéresis para cada límite es fijado a 0,01 Hz.

#### **3.4.3.7 Medición General**

Adicionalmente existen bloques de función MEAI1....MEAI8 para realizar medición en forma general, por medio de entradas de sensores sobre una tarjeta RTD1 con entradas analógicas externas.

Las mediciones pueden ser de señales DC o AC (*true RMS*) cuando se usan sensores, los valores medidos se muestran como valores absolutos.

En los registros disponibles se almacenan los valores máximo y mínimo junto con un registro de fecha y hora.

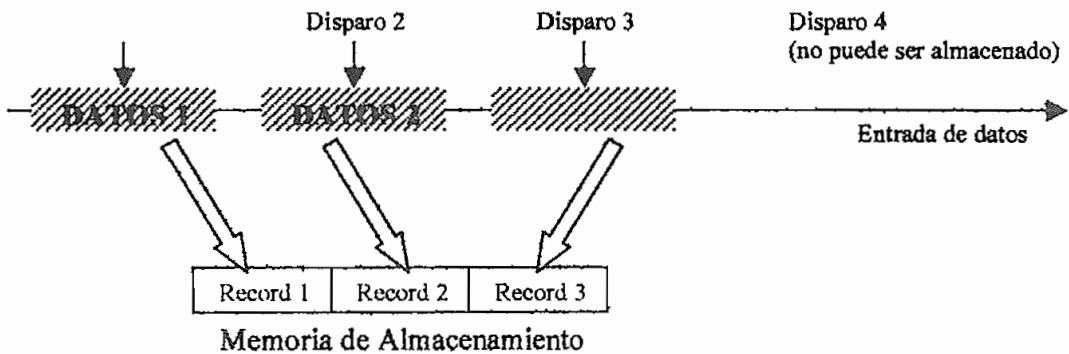
Posee supervisión de valor cero para un determinado valor absoluto configurable, supervisión de umbral absoluto o por algoritmo integrador y supervisión de valor límite para cuatro puntos de monitoreo independientes.

#### **3.4.3.8 Almacenamiento de perturbaciones transitorias**

Esta función permite el almacenamiento de perturbaciones transitorias a través del bloque de función MEDREC16 de formas de ondas de voltaje y corriente con capacidad de almacenamiento de hasta 16 formas de onda y 16 señales binarias lógicas. La longitud de almacenamiento es configurada por el usuario en un determinado rango dependiendo de la cantidad de memoria disponible y el número de entradas analógicas usadas. El número de grabaciones depende de la frecuencia de muestreo.

El inicio de una grabación puede ser activado por disparo debido al crecimiento o caída de una o varias entradas binarias, por un nivel ajustable de sobrevoltaje, bajo voltaje o sobrecorriente y también puede ser realizado manualmente a través del MMI, vía comunicación serial o mediante algún parámetro.

Existen tres modos de operación: saturación, sobrescritura y extensión. En el modo de saturación, la forma de onda capturada no puede ser sobrescrita por lo tanto el almacenamiento de la forma de onda para este caso es detenido, si la memoria de grabación esta llena, es decir un evento E1 es enviado a almacenarse en la memoria si un evento E0 ha dejado memoria disponible.

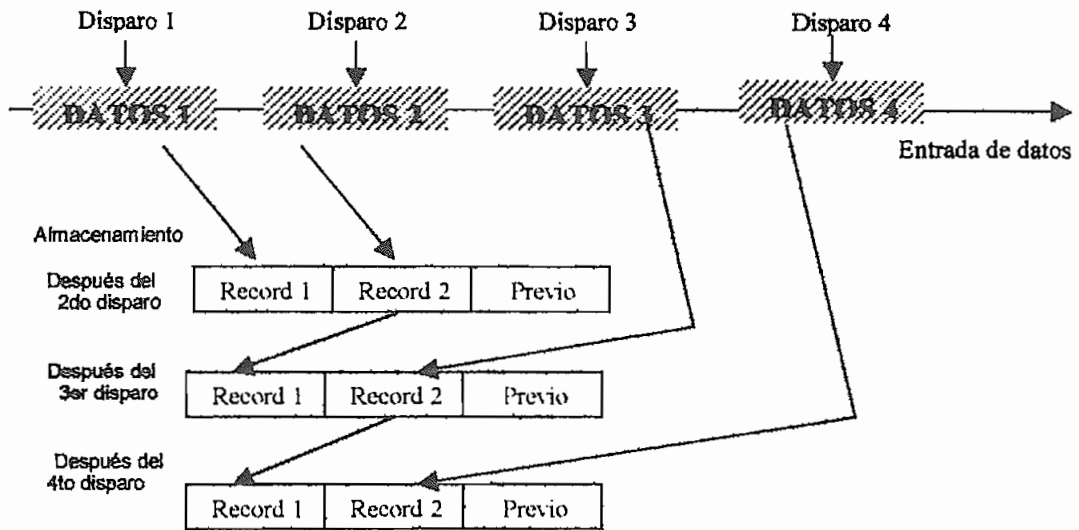


*Fig. 3.21 Almacenamiento de datos en la memoria en modo de saturación*

En el modo de sobrescritura, cuando la memoria de almacenamiento se encuentra llena, el bloque de memoria que posee los datos más antiguos son sobrescritos por los datos que se encuentran a continuación de este, recorriendo los espacios de memoria, de esta manera los nuevos valores de medición son refrescados frecuentemente, está disponible configurar un número máximo de almacenamientos en este modo.

El modo de sobrescritura se recomienda cuando el nuevo valor es de más importancia que el anterior almacenado en memoria.

El modo de saturación se recomienda cuando alguna medición almacenada previamente es de más importancia frente a las nuevas.



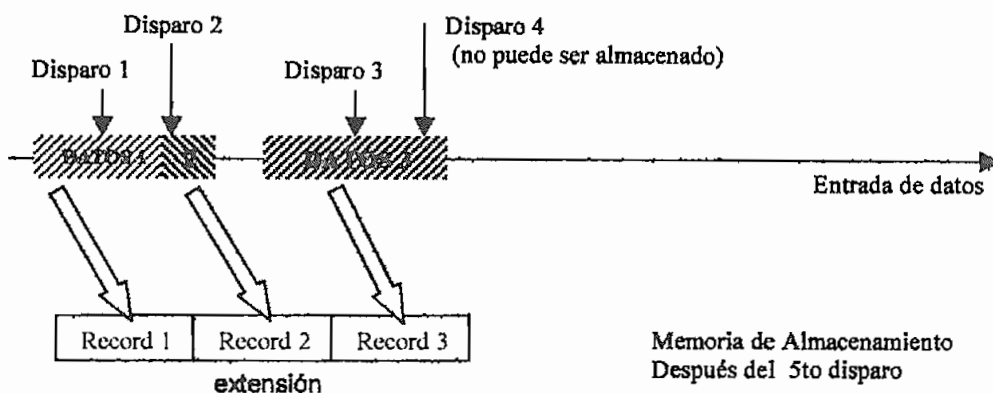
*Fig. 3.22 Almacenamiento de datos en la memoria en modo de sobrescritura*

En el modo de extensión durante un nuevo proceso de disparo la nueva corriente es almacenada como una nueva, en caso de que en ese mismo instante se produzca un nuevo disparo, la grabación solamente contiene algunas muestras del primer disparo y las otras corresponden al nuevo disparo como una extensión de la primera. Consecuentemente ambas grabaciones son más cortas que la longitud definida, pero todas las muestras entre el pre-disparo y el tiempo antes del primer disparo y el post-disparo después del segundo disparo son convertidos en dos grabaciones. Un almacenamiento extendido se hace solamente si existe espacio para una nueva grabación. Si la memoria se agota la última grabación esta siempre total y no puede ser interrumpida por una nueva grabación y colección de datos.

En caso de no existir sucesivamente disparos el modo de extensión es similar al modo de saturación.



A diferencia que los otros modos el modo de extensión, no son permitidos nuevos disparos en los modos de saturación o sobrescritura antes de completar el proceso de almacenamiento.



*Fig. 3.23 Almacenamiento de datos en la memoria en modo de extensión*

Adicionalmente existe un modo de exclusión en la que los valores almacenados permanecen invariables frente a la presencia de nuevos disparos durante un determinado tiempo configurable. El modo de exclusión solo es aplicable para disparos a canales analógicos y binarios, ni para disparos periódicos o manuales.

#### **3.4.3.9 Función de Supervisión de energización**

La función de supervisión de energización se realiza a través del bloques de función CMVO3 para los voltajes de fase o voltajes de línea y el bloque de función CMCU3, para las corrientes de fase y corrientes de línea.

Esta función detecta interrupciones en circuitos energizados, la supervisión es aplicable a dos o tres fases, el criterio de operación se basa en la comparación entre las cantidades medidas, si una o dos fases exceden el valor del parámetro

"High limit" mientras que remanente de una o dos fases excede el parámetro "Low limit" la alarma es activada, después de un tiempo configurable.

Los valores medidos requeridos para activar la alarma son almacenados en los registros en el momento de la supervisión.

#### **3.4.3.10 Supervisión del circuito de Disparo**

Esta función permite realizar la supervisión de un circuito de disparo a través de los bloques de función CMTCS1 y CMTS2 que son idénticos en operación.

Esta función se basa en una corriente constante de inyección, si la resistencia del circuito de disparo excede un cierto límite, como por ejemplo por efecto de pérdida de los contactos, oxidación o si los contactos normalmente abiertos (NO) están soldados o el voltaje está por debajo de los 20 V dc. La alarma es activada

#### **3.4.3.11 Supervisión de tiempo de apertura – cierre de disyuntor**

Esta función de medida permite realizar la supervisión del tiempo de viaje de CBs, que corresponde al tiempo entre los estados de cierre y apertura, la función se realiza a través del bloque de función CMTRAV1.

Esta función posee una alarma para situaciones en la que el tiempo de viaje en la operación excede los límites propios para el cierre o apertura. El funcionamiento se basa en la medida del tiempo, entre las indicaciones binarias, es decir durante el tiempo en el que el disyuntor permanece en estado no definido. Un típico tiempo de apertura – cierre de disyuntor se puede considerar de 5 ms.

Con la posibilidad de registros en los que se almacenan los últimos tiempos medidos de cierre y apertura.

### **3.4.4 FUNCIONES ESTÁNDAR Y OTRAS FUNCIONES.**

Las funciones estándar corresponde a las funciones tipo PLC, que se encuentran disponibles para realizar tanto operaciones aritméticas, lógicas, de comparación, contadores, numéricas, de selección, contadores y conversión de valores.

La lista de todas las mencionadas funciones, se las puede apreciar en el apéndice B.

A más de estas funciones de tipo PLC, se tienen las siguientes funciones adicionales.

- **CMGAS1** Esta función permite monitorear la densidad del gas, mediante una entrada binaria. Emitiendo una señal de alarma si la densidad del gas no es válida, o está por debajo del límite configurado.
- **INDRESET** Esta función permite el restablecimiento de los registros, señales con enclavamiento y señales para el registro del almacenamiento de perturbaciones.
- **CMSCHED** Esta función permite configurar intervalos de tiempo programado para mantenimiento, la salida de alarma se activa en cuanto el número acumulado de días es mayor o igual que el valor configurado y el tiempo alarma específico ha terminado.
- **MMIWAKE** Esta función permite configurar el tiempo de iluminación posterior del MMI luego de la última presión de tecla.

## CAPITULO 4

### BLOQUES DE FUNCIONES

La funcionalidad de la unidad REF543 se basa en el tipo de configuración que se le da al hardware, esta funcionalidad es programada a través de los bloques de función (FBs) y otras funciones de tipo PLC (*Programmable Logic Controller*).

La posibilidad de interconexión entre los FBs y otros elementos, logra que la configuración del relé vaya de acuerdo a los requerimientos de la aplicación a la cual ha sido destinada.

Los bloques de función y las funciones tipo PLC son representadas como símbolos gráficos, en las hojas de trabajo de la herramienta *Relay Configuration Tool*. Esta herramienta es parte del CAP505, que es un software de computación que trabaja bajo plataforma Windows NT4.0, acerca de esta herramienta se tratará en el capítulo 5.

Un bloque de función básicamente contiene entradas y salidas que pueden ser conectadas con otros elementos o señales del mismo tipo, señales de diferente tipo tienen la posibilidad de ser transformadas si estas son compatibles.

Los bloques de función poseen parámetros que pueden ser de lectura y/o escritura los cuales se tiene acceso a través del nivel de usuario en el MMI, o a través de comunicación remota.

Los eventos corresponden a señalizaciones que identifican cada una de las funciones que han sido desarrolladas por la unidad REF543, son transmitidas a la pantalla de eventos en el MMI y también vía comunicación serial, esto se realiza a través de las máscaras enviadas por la unidad.

Las diferentes máscaras de los eventos se definen de la siguiente manera.

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| • Event mask 1 (FxxxV101/102) | comunicación SPA/MMI |
| • Event mask 2 (FxxxV103/104) | comunicación LON     |
| • Event mask 3 (FxxxV105/106) | comunicación LON     |
| • Event mask 4 (FxxxV107/108) | comunicación LON     |

Así, por ejemplo si los eventos E3, E4 y E5 son vistos en el MMI, el valor de la mascara será de 56 (=8+16+32) en el parámetro Event mask 1.

En caso de que un bloque de función incluya más de 32 eventos, entonces existen dos parámetros de Event mask (101 y 102); en donde los eventos desde 0 al 31 se almacenaran en el parámetro Event mask 1A (101) y desde el 32 al 63 se almacenaran en el parámetro Event mask 1B (102).

Cada bloque de función tiene destinado un canal específico para la indicación y envío por medio de comunicación serial de los parámetros y eventos.

Cada una de las funciones ya sean de protección, control, medida o monitoreo poseen varios bloques de función, en este capítulo se describirán las entradas y salidas de los bloques, el funcionamiento y modos de operación

#### 4.1 BLOQUES DE FUNCIONES DE PROTECCIÓN

A cada una de las funciones de protección disponibles, de las cuales se describió en el capítulo anterior, se encuentran relacionados uno o varios bloques de función, los cuales para su funcionamiento requieren de parámetros de protección y control. Dichos parámetros pueden ser ingresados a través del MMI o vía comunicación serial.

Existen dos grupos diferentes de configuración de los parámetros que están disponibles para los bloques de funciones de protección.

La selección del grupo de configuración actual que corresponde a los parámetros que se desea aplicar en la operación y se los puede seleccionar:

- 1) Localmente vía el control de parámetros "*Group selection*" en el MMI
- 2) Vía comunicación serial con el comando V3 de los parámetros de control
- 3) Por medio de la señal de entrada GROUP

En lo que se refiere a toda la información acerca de las fallas, ésta es almacenada, cuando sucede una falla o cuando se ha producido un disparo manual vía el MMI. Los datos de las tres últimas operaciones se almacenan y los valores más recientes reemplazan a los más antiguos.

La función de almacenamiento puede ser bloqueada vía la entrada BSREG.

Los parámetros *Date* y *time* permiten tomar la fecha y hora en la que se ha producido un evento de START, TRIP o TRIGG como información adicional del evento sucedido y dado a conocer por el bloque de función.

En el modo de DT la duración de una situación de inicio de protección es almacenada como un porcentaje del tiempo de operación.

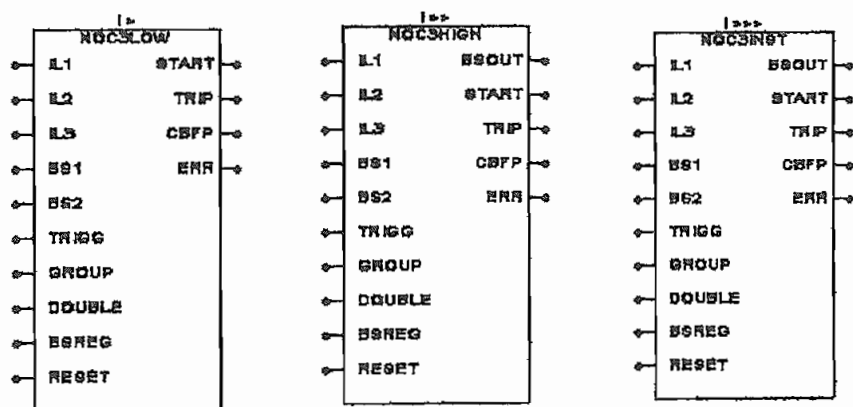
Para el almacenamiento de datos se sigue una prioridad como se muestra a continuación:

- 1) Disparo
- 2) Inicio de Protección
- 3) Disparo externo (manual)

Lo cual significa que si el bloque de función inicia la protección, este obviará un disparo por vía externa solicitado.

Cada uno de los bloques de funciones que están ligados a las protecciones funcionan de manera independiente y se describirán a continuación cada uno de ellos.

#### 4.1.1 BLOQUES NOC3Low, NOC3High, NOC3Inst



*Fig. 4.1 Símbolos de los bloques de función de la protección contra sobrecorriente trifásica no direccional*

#### 4.1.1.1 Descripción de las Entradas.

IL1	Entrada para señal tipo analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase $I_{L1}$
IL2	Entrada para señal tipo analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase $I_{L2}$
IL3	Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase $I_{L3}$
BS1	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
BS2	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
TRIGG	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
GROUP	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
DOUBLE	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para doblar temporalmente el valor de la corriente configurada al momento de poner en marcha alguna máquina motriz.
BSREG	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), esta señal se utiliza para bloquear la función de almacenamiento.
RESET	Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques NOC3Low, NOC3High y NOC3Inst

#### 4.1.1.2 Descripción de las Salidas

##### NOC3Low

START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
CBFP	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores (CBFP)
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración

### NOC3High y NOC3Inst

BSOUT	Señal de tipo binaria (BOOL), para bloqueo basado en la protección de Barras.
START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
CBFP	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores (CBFP)
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.

#### 4.1.1.3 Descripción de la Operación

Esta función se inicia si la corriente en una o más fases excede el valor configurado del parámetro *start current*, este valor de corriente es doblado en caso de que la opción DOUBLE este activada, esto es para aplicaciones en las que se tenga casos de corrientes de arranque.

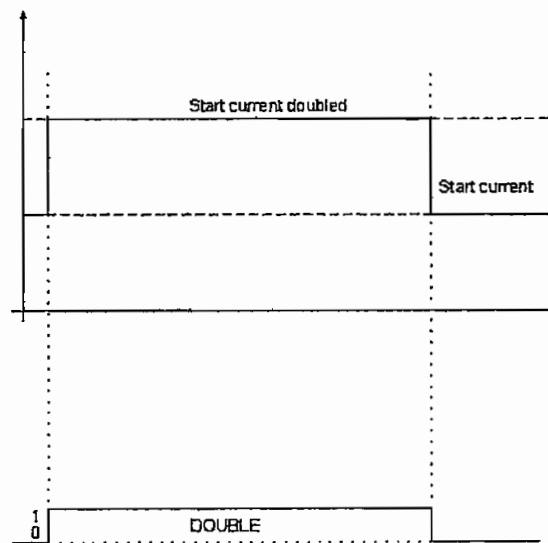


Fig. 4.2 Función de la entrada DOUBLE

Cuando la fase de protección se inicia, la salida START toma un valor lógico de "1", debería entonces haber sucedido una situación de sobrecorriente que ha excedido la condición de tiempo definido o del tiempo para la operación por



característica de tiempo inverso, de igual manera la salida TRIP toma un valor de "1" al momento de operación de la protección.

Los bloques NOC3High y NOC3Inst, tienen un bloqueo rápido para ser usado en Inter-bloqueos basados en protección de barras, una vez que la corriente de fase exceda su valor permitido, la señal BSOUT toma valor de "1" y permanece activa por lo menos 20 ms. Si la señal de START no es activada dentro de estos 20 ms la señal BSOUT se restablece al valor de "0".

El temporizador para determinar el tiempo de operación se inicializa solamente si la señal de bloqueo BS1 está inactiva (0 lógico), si la señal BS1 está activa (1 lógico), el temporizador es detenido (congelado).

Cuando la señal de bloqueo BS2 está activa, la señal de disparo TRIP no puede ser activada, por lo tanto la salida de disparo TRIP se bloquea activando la señal BS2.

#### 4.1.1.4 Parámetros de Protección

##### **Modo de Operación (*Operate Mode*)**

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso, haciendo la selección de entre las siguientes alternativas.

*Tabla 4.1 Selección del modo de operación y curvas de tipo IDMT*

Valor del parámetro	Descripción
0	No en uso
1	Operación en Tiempo Definido (DT)
2	Característica Extremadamente inversa
3	Característica muy inversa
4	Característica normal inversa
5	Característica de largo tiempo inversa
6	Característica de curva tipo RI
7	Característica de curva tipo RD

### Start Current

Este parámetro permite definir el valor máximo de corriente establecido. Cuando se excede este valor, la función de protección inicia la operación.

### Tiempo de Operación (*Operate time*)

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

### Factor de tiempo (*Time multiplier*)

Es el factor k, que se hace referencia en las ecuaciones de las curvas IDMT, para escalar el tiempo de operación de la protección.

#### 4.1.2 BLOQUES DE FUNCION DOC6Low, DOC6High y DOC6Inst

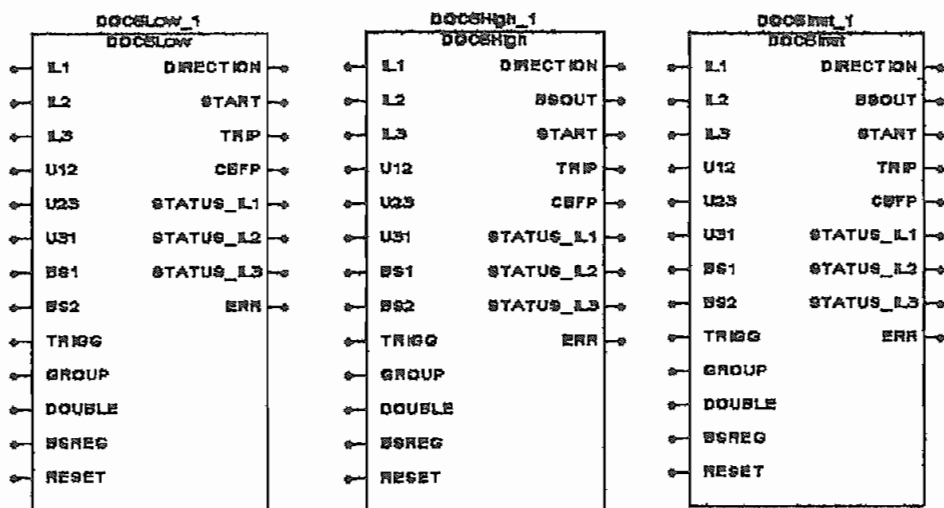


Fig. 4.3 Símbolos de los bloques de función de la protección contra sobrecorriente trifásica direccional

##### 4.1.2.1 Descripción de las Entradas

- IL1 Entrada para señal tipo analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase  $I_{L1}$
- IL2 Entrada para señal tipo analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase  $I_{L2}$
- IL3 Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada

- para la medida de corriente de fase  $I_{L3}$
- U12** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U12 o voltaje de línea U1
- U23** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U23 o voltaje de línea U2
- U31** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U31 o voltaje de línea U3
- BS1** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
- BS2** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
- TRIGG** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
- GROUP** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
- DOUBLE** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para doblar temporalmente el valor de la corriente configurada al momento de poner en marcha alguna máquina motriz.
- BSREG** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), esta señal se utiliza para bloquear la función de almacenamiento.
- RESET** Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques DOC6Low, DOC6High y DOC6Inst

#### 4.1.2.2 Descripción de las salidas

##### DOC6Low

DIRECTION	Señal de salida de tipo binaria que da la dirección de la corriente
START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
CBFP	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores (CBFP)
STATUS_IL1	Señal de salida de tipo binaria (BOOL), que muestra el estado de la entrada IL1
STATUS_IL2	Señal de salida de tipo binaria (BOOL), que muestra el estado de la entrada IL2
STATUS_IL3	Señal de salida de tipo binaria (BOOL), que muestra el estado de la entrada IL3
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración

##### DOC6High y DOC6Inst

DIRECTION	Señal de salida de tipo binaria que da la dirección de la corriente
BSOUT	Señal de tipo binaria (BOOL), para bloqueo basado en la protección de Barras.
START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
CBFP	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores (CBFP)
STATUS_IL1	Señal de salida de tipo binaria (BOOL), que muestra el estado de la entrada IL1
STATUS_IL2	Señal de salida de tipo binaria (BOOL), que muestra el estado de la entrada IL2
STATUS_IL3	Señal de salida de tipo binaria (BOOL), que muestra el estado de la entrada IL3
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.



En la figura 4.5 se muestra un ejemplo de determinación de la dirección de la corriente de falla en una situación de sobrecorriente bifásica. La zona con dirección de flujo "Forward" corresponde a la dirección del flujo cuando este sale desde la barra hacia la carga.

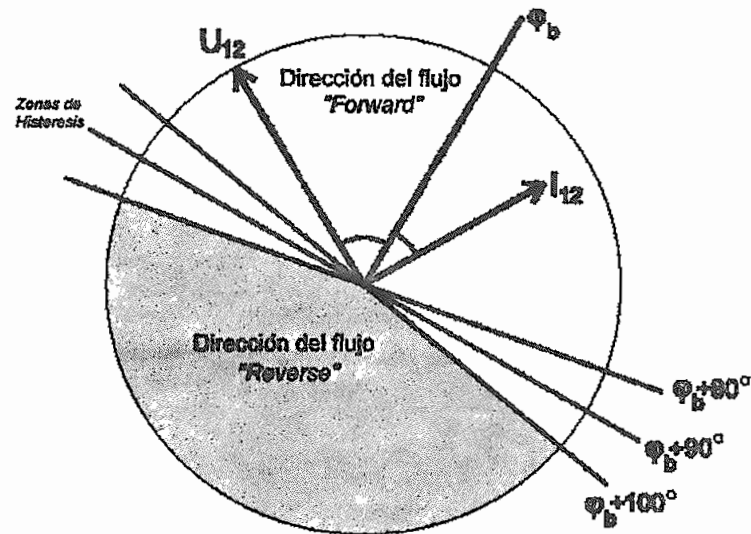


Fig. 4.5 Determinación de la dirección de corriente en un corto circuito bifásico

Las zonas de histéresis significan que, cuando se define la zona de operación con "Forward", la zona de operación se extenderá hasta máximo  $\pm 90^\circ$  en relación al ángulo base.

Tabla 4.3 Corrientes y voltajes necesarios para determinar la dirección de corriente en una falla bifásica

Sobrecorriente detectada en las fases			Corrientes y Voltajes usados para determinar La dirección
L1	L2	L3	
X	X		$U_{12}$ y $I_{L1} - I_{L2}$
	X	X	$U_{23}$ y $I_{L2} - I_{L3}$
X		X	$U_{31}$ y $I_{L3} - I_{L1}$

La protección de falla a tierra en este bloque de función es opcional, y se activa por medio del parámetro "Earth fault tPr".

Tabla 4.4 Expresiones para determinar la dirección de la corriente de falla a tierra, cuando el parámetro Earth fault Pr. Esta activado.

Sobrecorriente detectada en la Fase			Diferencia de fase Para determinar la dirección de corriente
IL1	IL2	IL3	
X			$\varphi_1 = \varphi(U_1) + \varphi_b - \varphi(IL_1)$
	X		$\varphi_2 = \varphi(U_2) + \varphi_b - \varphi(IL_2)$
		X	$\varphi_3 = \varphi(U_3) + \varphi_b - \varphi(IL_3)$

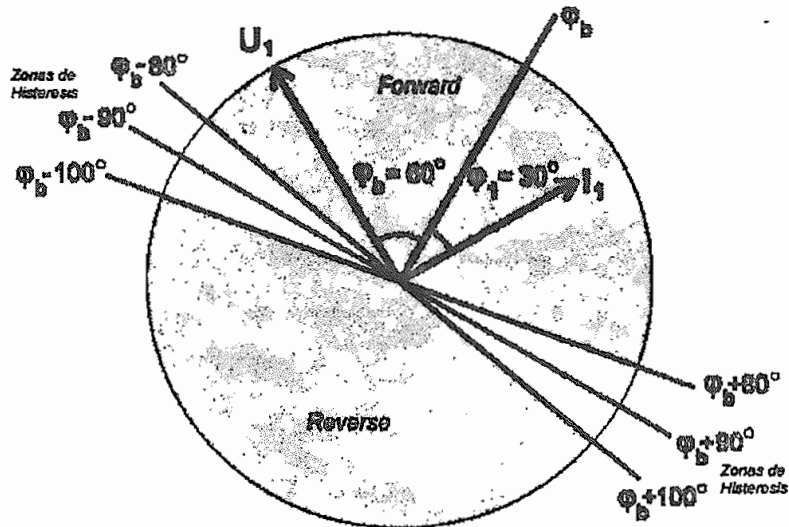


Fig. 4.6 Determinación de la dirección de corriente en una falla a tierra, cuando el parámetro Earth fault Pr. Esta activado

Las salidas STATUS\_IL1, STATUS\_IL2 y STATUSIL3 indican el estado actual en cada una de las fases. Las salidas permanecerán activas mientras el estado de la correspondiente fase permanezca activo. La característica de enclavamiento para estas salidas no están disponibles.

En este bloque de función se tiene disponible la señal de retardo para CBFP, después de la señal de disparo TRIP.

#### 4.1.2.4 Parámetros de Protección

##### **Modo de Operación (*Operate Mode*)**

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso.

##### **Start Current**

Este parámetro permite definir el valor máximo de corriente establecido. Cuando se excede este valor, la función de protección inicia la operación.

##### **Tiempo de Operación (*Operate time*)**

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

##### **Factor de tiempo (*Time multiplier*)**

Es el factor k, que se hace referencia en las ecuaciones de las curvas IDMT, para escalar el tiempo de operación de la protección.

##### **Angulo Básico (*Basic Angle*)**

En este parámetro se selecciona el ángulo básico para la operación de la protección.

##### **Dirección de Operación (*Oper. Direction*)**

Mediante este parámetro se selecciona la dirección de la corriente para la operación de la protección, la dirección puede ser saliendo de la barra (*forward*) o entrando a la barra (*reverse*).

##### **Protección contra falla a tierra (*Earth fault Pr.*)**

Por medio de este parámetro se activa o desactiva la protección contra falla a tierra.



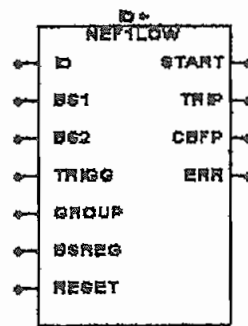
Este bloque posee la característica de tener 4 modos de medida, que pueden ser seleccionados en la configuración de los parámetros de control (Anexo A) según la siguiente tabla.

*Tabla 4.5 Modos de medida disponibles para los bloques de función DOC6\_*

Modo de medida	Tipo de Medición de lo Voltajes	Principio de medición de las corrientes
Modo 1	Voltajes fase – fase	Pico a pico
Modo 2	Voltajes fase – fase	Por fundamental de frecuencia
Modo 3	Voltajes fase – tierra	Pico a pico
Modo 4	Voltajes fase – tierra	Por fundamental de frecuencia

#### 4.1.3 BLOQUES DE FUNCIÓN NEF1Low, NEF1High y NEF1Inst

Los bloques de función NEF1Low, NEF1High y NEF1Inst poseen las mismas entradas y salidas como se muestra en el bloque NEF1Low a continuación.



*Fig. 4.7 Símbolo del bloque de función de protección contra falla a tierra no direccional*

#### 4.1.3.1 Descripción de las Entradas

Io	Entrada de señal analógica (SINT), para la medida de la corriente de neutro Io.
BS1	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
BS2	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
TRIGG	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
GROUP	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
BSREG	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), esta señal se utiliza para bloquear la función de almacenamiento.
RESET	Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques NEF1Low, NEF1High y NEF1Inst

#### 4.1.3.2 Descripción de las Salidas

START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
CBFP	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores(CBFP)
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.

#### 4.1.3.3 Descripción de la Operación

La función de protección se inicia cuando la corriente de neutro excede el valor de corriente establecido en la configuración, las entradas y salidas comunes a los bloques de función anteriormente descritos, funcionan de manera similar.

#### 4.1.3.4 Parámetros de Protección

##### **Modo de Operación (*Operate Mode*)**

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso.

##### **Start Current**

Este parámetro permite definir el valor máximo de corriente establecido. Cuando se excede este valor, la función de protección inicia la operación.

##### **Tiempo de Operación (*Operate time*)**

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

##### **Factor de tiempo (*Time multiplier*)**

Es el factor k, que se hace referencia en las ecuaciones de las curvas IDMT, para escalar el tiempo de operación de la protección.

#### 4.1.4 BLOQUES DE FUNCION DEF2Low, DEF2High y DEF2Inst.

Los bloques de función DEF2Low, DEF2High y DEF2Inst poseen las mismas entradas y salidas como se muestra en el bloque DEF2Low a continuación.

DEF1

#### 4.1.4.1 Descripción de las entradas.

<b>Io</b>	Entrada de señal analógica (SINT), para la medida de la corriente de neutro $I_o$ .
<b>Uo</b>	Entrada de señal analógica (SINT), para medida del voltaje residual $U_o$
<b>BS1</b>	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
<b>BS2</b>	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
<b>BACTRL</b>	Entrada de señal de tipo binaria (BOOL), para intercambiar el ángulo básico o cambio entre la característica de función seno o coseno, para el control de ángulo básico.
<b>TRIGG</b>	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
<b>GROUP</b>	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
<b>BSREG</b>	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), esta señal se utiliza para bloquear la función de almacenamiento.
<b>RESET</b>	Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques DEF2Low, DEF2High y DEF2Inst

#### 4.1.4.2 Descripción de las salidas

<b>START</b>	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
<b>TRIP</b>	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
<b>CBFP</b>	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores (CBFP)
<b>ERR</b>	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.

#### 4.1.4.3 Descripción de la Operación

El inicio de protección de estos bloques dependen de la duración de la falla es decir cuando se excede el tiempo definido ó en la configuración a través de las curvas de característica de tiempo inverso, han excedido los valores configurados. Se pueden seleccionar de entre diferentes criterios para la operación del bloque de función.

##### BasicAng & $U_0$

Este criterio se basa en la característica de ángulo básico y el voltaje residual, cuando los eventos a continuación mencionados suceden al mismo tiempo.

- La corriente de neutro  $I_0$  ha excedido el valor máximo establecido (*start current*)
- El voltaje residual  $U_0$  ha excedido el valor máximo establecido (*start voltaje*), y
- El ángulo de desfase ( $\varphi$ ) entre el voltaje residual y la corriente de neutro, éste dentro del rango de operación  $\varphi_b \pm \Delta\varphi$ , donde  $\varphi_b$  representa el ángulo básico y  $\Delta\varphi$  representa el sector de operación ajustable, o si cuando la protección de falla a tierra intermitente este activa, un aumento suficiente en la corriente de pico durante un tiempo específico sea detectado.

##### BasicAng

Este criterio se basa en la característica de ángulo básico, y la función se inicia cuando los eventos a continuación suceden al mismo tiempo.

- La corriente de neutro  $I_0$  ha excedido el valor máximo establecido (*start current*).
- El ángulo de desfase ( $\varphi$ ) entre el voltaje residual y la corriente de neutro, este dentro del rango de operación  $\varphi_b \pm \Delta\varphi$ , ó cuando la protección de falla a tierra intermitente este activa, un aumento suficiente en la corriente de pico durante un tiempo específico sea detectado.

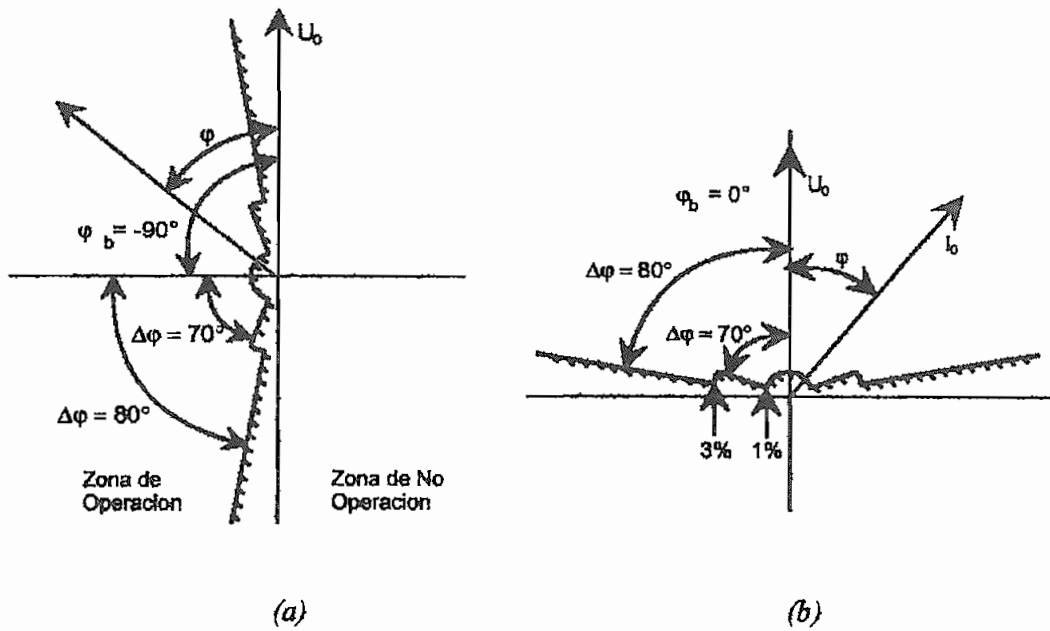


Fig. 4.8 Característica de operación con criterio del ángulo básico cuando  
 a)  $\varphi_b = -90^\circ$   $\Delta\varphi = -80^\circ$  b)  $\varphi_b = 0^\circ$   $\Delta\varphi = 80^\circ$

### $I_o \sin/\cos$ & $U_o$

Este criterio se basa en la característica de  $I_o \sin/\cos$  y el voltaje residual, cuando los eventos a continuación suceden al mismo tiempo.

- La corriente de neutro  $I_o \sin(\varphi)$  ó  $I_o \cos(\varphi)$  ha excedido el valor máximo establecido (start current), ó cuando la protección de falla a tierra intermitente este activa ( $I_o \cos(1)$ ), un aumento suficiente en la corriente de pico durante un tiempo específico sea detectado.
- El voltaje residual  $U_o$  ha excedido el valor máximo establecido (start voltage).

### $I_o \sin/\cos$

- Este criterio se basa en la característica de  $I_o \sin/\cos$ , cuando la corriente de neutro  $I_o \sin(\varphi)$  ó  $I_o \cos(\varphi)$  ha excedido el valor máximo establecido (start current), ó cuando la protección de falla a tierra intermitente este activa ( $I_o \cos(1)$ ), un aumento suficiente en la corriente de pico durante un tiempo específico sea detectado

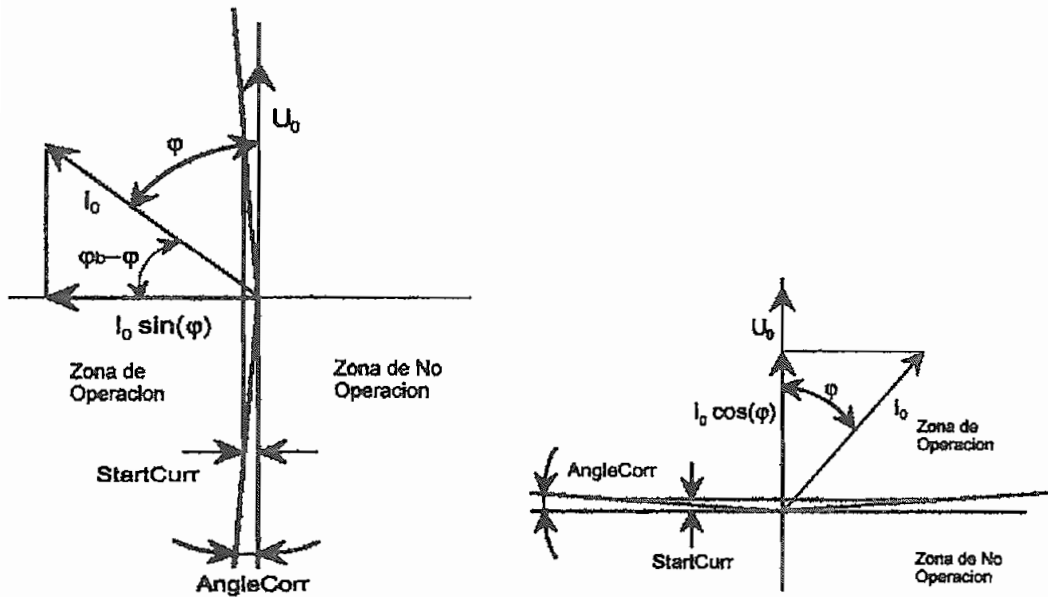


Fig. 4.9 Característica de operación con característica a)  $I_0 \sin(\varphi)$  b)  $I_0 \cos(\varphi)$

#### Non – dir $I_0$

La función No direccional (*Non-dir*) se basa cuando la corriente de neutro excede el valor máximo establecido (*start current*).

#### Non – dir $U_0$

La función No direccional (*Non-dir*) se basa cuando el voltaje residual excede el valor máximo establecido (*start voltage*).

Bajo en criterio del ángulo básico, la operación direccional depende de que el sistema sea, o no puesto a tierra, así para redes aisladas el ángulo básico será de  $-90^\circ$  y de  $0^\circ$  en redes compensadas. Sin embargo también el ángulo básico se puede configurar para  $-90^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $-30^\circ$  ó  $0^\circ$ .

El ángulo básico se puede cambiar mediante la señal de control BACTRL, considerando la siguiente tabla.

Tabla 4.6 Selección del ángulo básico a través de la entrada BACTRL

ANGULO BÁSICO		BACTRL = 0	BACTRL = 1
-90	Red aislada	$\varphi_b = -90^\circ$	$\varphi_b = 0^\circ$
0	Red compensada	$\varphi_b = 0^\circ$	$\varphi_b = -90^\circ$

Cuando la opción "reverse" ha sido configurada, el ángulo básico es automáticamente determinado ( $\varphi_b = \text{ángulo básico} + 180^\circ$ )

Cuando se utiliza la característica  $I_o\text{COS}(\varphi)$  Y  $I_o\text{SEN}(\varphi)$ , de igual manera la operación direccional depende de que el sistema sea, o no puesto a tierra, así para redes aisladas deberá ser seleccionada la característica de  $\text{Sin}(\varphi)$  y  $\text{Cos}(\varphi)$  para redes compensadas.

*Tabla 4.7 Selección la característica de operación a través de la entrada BACTRL*

Oper. Caract		BACTRL = 0	BACTRL = 1
$I_o\text{Sen}(\varphi)$	Red aislada	$\text{Sin}(\varphi)$	$\text{Cos}(\varphi)$
$I_o\text{Cos}(\varphi)$	Red compensada	$\text{Cos}(\varphi)$	$\text{Sin}(\varphi)$

Para esta característica se tiene disponible un rango de factor de corrección "AngleCor" de  $0^\circ \dots 5^\circ$ .

#### *4.1.4.3.1 Protección de falla a tierra intermitente usando EFSIGN*

La dirección de una falla a tierra intermitente puede ser detectada a través del resultado de la multiplicación  $U_o(k) \times I_o(k)$ , la cual se calcula con el valor pico de la corriente de neutro momentáneamente excedida, al menos tres veces la amplitud de la fundamental de corriente de neutro.

Se inicia la etapa de protección, aun cuando el ángulo de fase entre la corriente de neutro y el voltaje residual, este dentro de la zona de operación de la característica usada.

La protección contra falla a tierra intermitente puede ser únicamente utilizada en redes compensadas y en operación en tiempo definido (DT).

Así para utilizar la función EFSIGN la medida de la corriente de neutro debe estar basada en el principio de valor pico – pico.



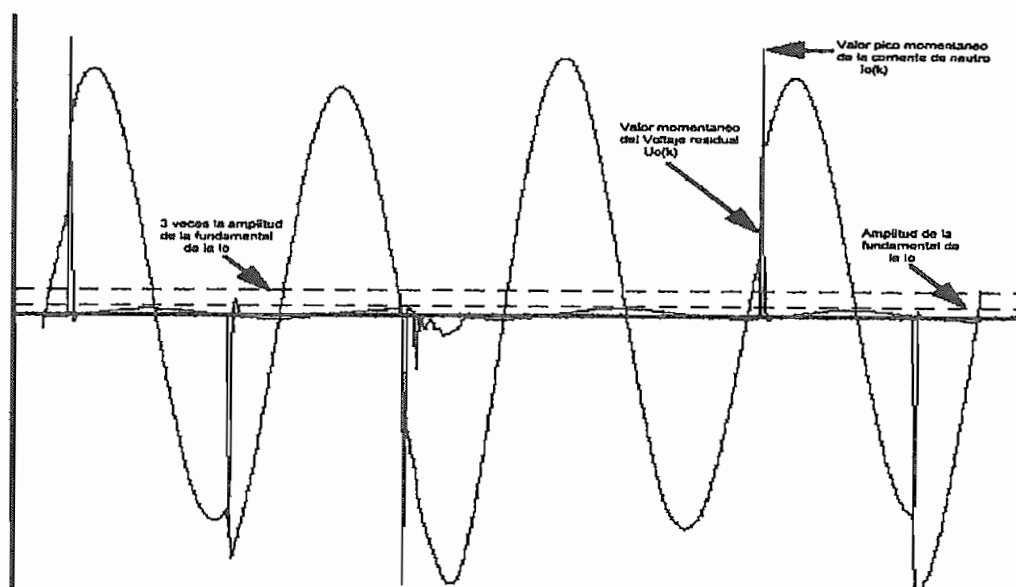


Fig. 4.10 Falla a tierra intermitente en una área protegida

La dirección de operación "forward" ó "reverse" se selecciona por medio del parámetro "Oper. Direction", si la dirección de operación se configura en "reverse" el valor de EFSIGN es multiplicado por  $-1$  internamente.

La función EFSIGN se selecciona por medio del parámetro de protección "Intermittent E/F".

#### 4.1.4.4 Parámetros de Protección

##### Modo de Operación (Operate Mode)

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso.

##### Criterio de Operación (Oper. Critería)

Este parámetro permite seleccionar el criterio para la operación de la protección, según la siguiente tabla.

**Tabla 4.8 Parámetros disponibles para seleccionar el criterio de Operación**

Valor del Parámetro	Criterio de Operación
0	BasicAng & $U_o$
1	BasicAng
2	$I_o \text{Sin}/I_o \text{Cos}$ & $U_o$
3	$I_o \text{Sin}/I_o \text{Cos}$
4	Non - dir $I_o$
5	Non - dir $U_o$

#### **Dirección de Operación (*Oper. Direction*)**

Mediante este parámetro se selecciona la dirección de la corriente para la operación de la protección, la dirección puede ser saliendo de la barra (*forward*) o entrando a la barra (*reverse*).

#### **Angulo Básico (*Basic Angle*)**

En este parámetro se selecciona el ángulo básico para la operación de la protección. Los ángulos disponibles para este parámetro son  $-90^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ , el valor del parámetro es 0, 1, 2, y 3 respectivamente.

#### **Característica de Operación (*Oper. Charact.*)**

Este parámetro permite seleccionar la característica de operación entre:

$$0 = I_o \text{Sin}(\varphi)$$

$$1 = I_o \text{Cos}(\varphi)$$

Cuando se utilice los criterios de operación  $I_o \text{Sin}/I_o \text{Cos}$  &  $U_o$  ó  $I_o \text{Sin}/\text{Cos}$

#### **Start Current**

Este parámetro permite establecer el valor máximo de corriente permitido.

#### **Start Voltaje**

Este parámetro permite establecer el valor máximo de voltaje permitido.

#### **Tiempo de Operación (*Operate time*)**

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

#### **Factor de tiempo (*Time multiplier*)**

Es el factor k, que se hace referencia en las ecuaciones de las curvas IDMT, para escalar el tiempo de operación de la protección.

## Intermittent E/F

Este parámetro activa o desactiva la protección contra falla a tierra intermitente. Los canales 40, 41 y 42 están destinados para los bloques DEF2Low, DEF2High y DEF2Inst respectivamente.

### 4.1.5 BLOQUES DE FUNCION UV3Low y UV3High

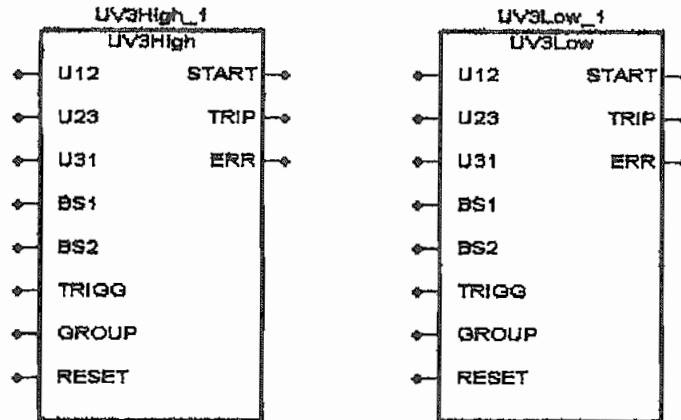


Fig. 4.11 Símbolos de los bloques de función de la protección contra bajo voltaje

#### 4.1.5.1 Descripción de las entradas

- U12      Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U12 o voltaje de línea U1
- U23      Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U23 o voltaje de línea U2
- U31      Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U31 o voltaje de línea U3
- BS1      Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
- BS2      Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
- TRIGG    Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
- GROUP    Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es

falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2

**RESET** Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques UV3Low, y UV3High

Dependiendo del modo de medida, y a partir de las entradas de los voltajes  $U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{31}$  se determinan los voltajes de línea como se muestra:

$$U_{12} = U_1 - U_2 \quad (4.1)$$

$$U_{23} = U_2 - U_3 \quad (4.2)$$

$$U_{31} = U_3 - U_1 \quad (4.3)$$

*Tabla 4.9 Modos de medida de los voltajes, para la protección de bajo voltaje*

Modo	Tipo de medida de los voltajes	Principio de medida
Modo 1	Voltajes fase – fase	Por medida de pico a pico
Modo 2	Voltajes fase – fase	Por fundamental de frecuencia
Modo 3	Voltajes fase – neutro	Por fundamental de frecuencia

Cuando los voltajes fase – fase son determinados numéricamente, solamente se puede usar el principio de medida por la fundamental de frecuencia.

#### 4.1.5.2 Descripción de las salidas.

**START** Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección

**TRIP** Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.

**ERR** Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.

#### 4.1.5.3 Descripción de la operación

El parámetro de configuración "*Voltaje select*" se utiliza para seleccionar los voltajes de fase usados para la protección de bajo voltaje, así si uno de los voltajes cae por debajo del valor de voltaje mínimo configurado, el modulo entrega una señal de "1" en la salida START. las entradas y salidas comunes a los bloques de función anteriormente descritos, funcionan de manera similar.

Para evadir operaciones de la protección no deseadas durante una acción de auto-recierre, las señales de START y TRIP pueden ser bloqueadas bajo esta condición, este bloqueo interno es activado, si al menos una señal de voltaje cae por debajo del valor fijado en  $0.2 \times U_n$ . el parámetro "*Inter blocking*" es quien permite esta condición.

#### 4.1.5.4 Parámetros de Protección

##### **Modo de Operación (*Operate Mode*)**

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso. El parámetro toma el valor:

- 0 = No en uso
- 1 = Operación en tiempo definido (DT)
- 2 = Curva tipo C

##### **Start Voltaje**

Este parámetro permite establecer el valor máximo de voltaje permitido.

##### **Tiempo de Operación (*Operate time*)**

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

##### **Factor de tiempo (*Time multiplier*)**

Es el factor k, que se hace referencia en las ecuaciones de las curvas IDMT, para escalar el tiempo de operación de la protección

#### 4.1.6 BLOQUES DE FUNCION OV3Low y OV3High

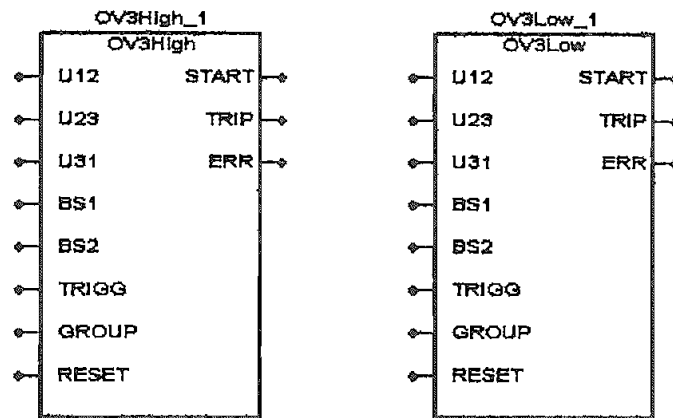


Fig. 4.12 Símbolos de los bloques de función de la protección contra sobre voltaje

##### 4.1.6.1 Descripción de las Entradas

- U12** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U12 o voltaje de línea U1
- U23** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U23 o voltaje de línea U2
- U31** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje de fase U31 o voltaje de línea U3
- BS1** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
- BS2** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
- TRIGG** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
- GROUP** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
- RESET** Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques OV3Low y OV3High

#### 4.1.6.2 Descripción de las salidas

START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.

#### 4.1.6.3 Descripción de la operación

El parámetro de configuración "*Voltaje select*" se utiliza para seleccionar los voltajes de fase usados para la protección de bajo voltaje, así si uno de los voltajes sobrepasa el valor de voltaje máximo configurado, el modulo entrega una señal de "1" en la salida START. las entradas y salidas comunes a los bloques de función anteriormente descritos, funcionan de manera similar.

En la operación con característica de tiempo inverso, existen dos curvas de voltaje/tiempo denominadas A y B.

#### 4.1.6.4 Parámetros de Protección

##### Modo de Operación (*Operate Mode*)

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso. El parámetro toma el valor:

- 0 = No en uso
- 1 = Operación en tiempo definido (DT)
- 2 = Curva tipo A
- 3 = Curva tipo B

##### Start Voltaje

Este parámetro permite establecer el valor máximo de voltaje permitido.

##### Tiempo de Operación (*Operate time*)

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

##### Factor de tiempo (*Time multiplier*)

Es el factor k, que se hace referencia en las ecuaciones de las curvas IDMT, para escalar el tiempo de operación de la protección

#### 4.1.7 BLOQUES DE FUNCIÓN ROV1Low, ROV1High y ROV1Inst

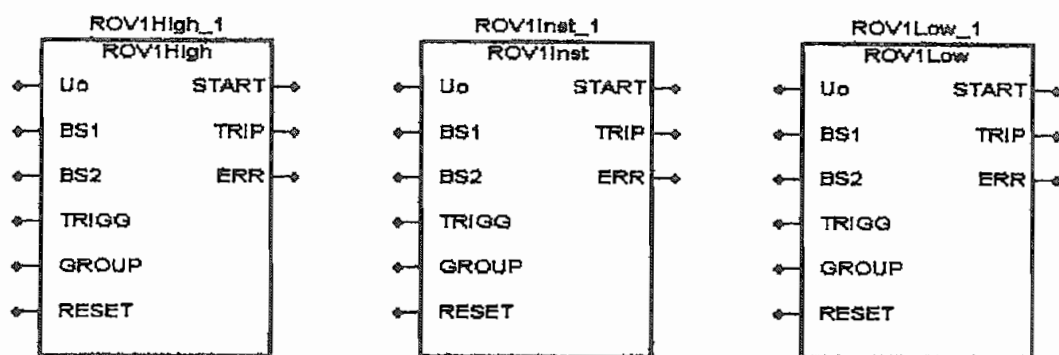


Fig. 4.13 Símbolos de los bloques de función de la protección contra sobre voltaje residual

##### 4.1.7.1 Descripción de las entradas

- U<sub>o</sub>** Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida del voltaje residual
- BS1** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
- BS2** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
- TRIGG** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
- GROUP** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles. Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
- RESET** Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y los registros de los bloques ROV1Low, ROV1High y ROV1Inst

##### 4.1.7.2 Descripción de las salidas

- START** Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
- TRIP** Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
- ERR** Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración.



#### 4.1.7.3 Descripción de la operación

El bloque de función inicia la protección cuando el voltaje residual excede el valor máximo establecido, a partir de que el modulo entrega una señal de "1" en la salida START. las entradas y salidas comunes a los bloques de función anteriormente descritos, funcionan de manera similar.

#### 4.1.7.4 Parámetros de Protección

##### Modo de Operación (*Operate Mode*)

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso. El parámetro toma el valor:

0 = No en uso

1 = Operación en tiempo definido (DT)

##### Start Voltaje

Este parámetro permite establecer el valor máximo de voltaje permitido.

##### Tiempo de Operación (*Operate time*)

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

#### 4.1.8 BLOQUE DE FUNCION CUB3Low

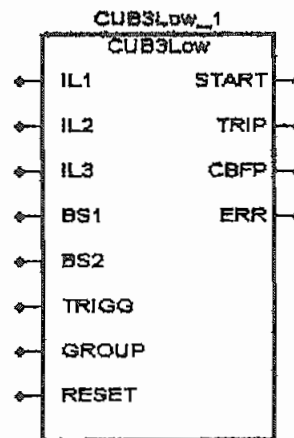


Fig. 4.14 Símbolo del bloque de función de protección de discontinuidad de fase

#### 4.1.8.1 Descripción de las Entradas

IL1	Entrada para señal tipo analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase $I_{L1}$
IL2	Entrada para señal tipo analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase $I_{L2}$
IL3	Entrada para señal analógica (SINT), que corresponde a la entrada para la medida de corriente de fase $I_{L3}$
BS1	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 1
BS2	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo 2
TRIGG	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
GROUP	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
RESET	Señal RESET (BOOL), para restablecer la señal de disparo y el registro del bloque CUB3Low

#### 4.1.8.2 Descripción de las Salidas

START	Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la protección
TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo.
CBFP	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una orden de disparo retrasado para protección de falla de disyuntores (CBFP)
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración

#### 4.1.8.3 Descripción de la operación.

Este bloque de función detecta el desbalance del sistema, monitoreando la corriente de línea máxima ( $I_{Lmax}$ ) y mínima ( $I_{Lmin}$ ).

El desbalance del sistema se determina internamente mediante la formula.

$$\Delta I = 100\% \frac{(I_{L\max} - I_{L\min})}{I_{L\max}} \quad (4.4)$$

Si la corriente de desbalance  $\Delta I$  excede el valor máximo de desbalance establecido durante tres ejecuciones sucesivas de la tarea de monitoreo de esta función, la señal de salida START inicia la protección (1 lógico ), el tiempo definido de operación empieza correr, y si la situación de desbalance excede el valor de tiempo permitido, entonces la protección opera. Las entradas y salidas comunes a los bloques de función anteriormente descritos, funcionan de manera similar.

La protección de discontinuidad de fase no se utiliza cuando todas las corrientes medidas caen por debajo del 10% de la corriente nominal  $I_n$ .

#### 4.1.8.4 Parámetros de Protección

##### **Modo de Operación (*Operate Mode*)**

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso. El parámetro toma el valor:

- 0 = No en uso
- 1 = Operación en tiempo definido (DT)

##### **Start Unbalance**

Este parámetro permite establecer el valor máximo de variación de la corriente.

##### **Tiempo de Operación (*Operate time*)**

Es el tiempo máximo de duración de falla, antes de iniciar la protección, cuando se utiliza el modo de operación en Tiempo definido (DT).

#### 4.1.9 BLOQUES DE FUNCION Freq1ST\_

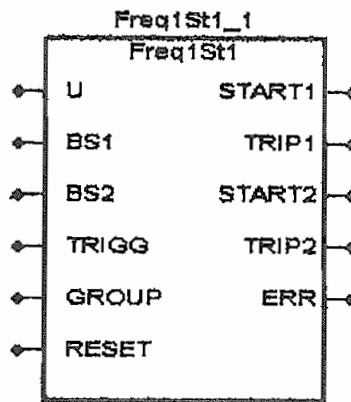


Fig. 4.15 Ejemplo de los símbolos para los bloques de función de protección frente a sobre ó baja frecuencia

##### 4.1.9.1 Descripción de las Entradas.

- U** Entrada para señal analógica (SINT), para medida de cualquiera de los voltajes de fase ( $U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{31}$ ) ó voltajes de línea ( $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ )
- BS1** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo de la salida TRIP1
- BS2** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo de la salida TRIP2
- TRIGG** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), que corresponde a una señal de control para disparo de registros.
- GROUP** Entrada de señal tipo binaria (BOOL), es una entrada de control para seleccionar entre los dos grupos de configuración de parámetros disponibles, Cuando el valor de la entrada GROUP es falso (0 lógico) el grupo 1 es activado, si el valor es verdadero (1 lógico) el grupo activado es el 2
- RESET** Señal RESET (BOOL), para restablecer los valores de registros

##### 4.1.9.2 Descripción de las Salidas

- START1** Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la función de

protección  $f> / f<$

- TRIP1 Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo de protección  $f> / f<$
- START2 Señal de tipo binaria (BOOL), que informa el inicio de la función de protección  $f> / f<$  ó la función  $df/dt$ , dependiendo del modo de operación deseado.
- TRIP2 Señal de tipo binaria (BOOL), para una orden de disparo de protección  $f> / f<$  ó la función  $df/dt$ , dependiendo del modo de operación deseado.
- ERR Señal de tipo binaria (BOOL) para indicar un error de configuración

#### 4.1.9.3 Descripción de la operación

La salida START1 es activada cuando una condición de sobre o baja frecuencia ha sucedido, de igual manera la salida START2 es activada cuando una función de  $f< / f>$  ó  $df/dt$  se ha iniciado, dependiendo del modo de operación configurado. Las señales de disparo tanto para la función  $f</f>$  como para la función  $df/dt$  pueden ser usadas para seccionamiento de carga. El tiempo de operación de la función  $f</f>$  se configura as través del parámetro "Operate time 1" y el tiempo de operación tanto para la función  $f</f>$  ó  $df/dt$  con el parámetro "Operate time 2". La operación de la función se la puede seleccionar de entre los siguientes modos.

##### Modo $f< / f>$ 1 timer

La señal TRIP1 es activada por la función  $f</f>$  cuando ha transcurrido ya la condición de tiempo "operate time 1"

##### Modo $f< / f>$ 2 timers

La señal TRIP1 es activada por la función  $f</f>$  cuando ha transcurrido ya la condición de tiempo "operate time 1", y la señal de disparo TRIP2 es activada por la función  $f</f>$  cuando haya transcurrido la condición de tiempo "operate time 2"

##### Modo $f</f>$ ó $df/dt$

La señal TRIP1 es activada por la función  $f</f>$  cuando ha transcurrido la condición de tiempo "operate time 1", y la señal TRIP2 es activada por la función  $f</f>$  ó la función  $df/dt$  positiva, cuando la condición de tiempo "operate time 2" ha transcurrido.



#### 4.1.9.4 Parámetros de Protección

##### Modo de Operación (*Operate Mode*)

Este parámetro permite seleccionar el modo de operación para la protección de sobre o baja frecuencia.

*Tabla 4.10 Selección del modo de operación para protección de sobre o baja frecuencia*

Valor del parámetro	Modo de Operación
0	No en uso
1	$f < /f >$ un contador
2	$f < /f >$ dos contadores
3	$f < /f >$ ó $df/dt >$
4	$f < /f >$ y $df/dt >$
5	$f < /f >$ ó $df/dt <$
6	$f < /f >$ y $df/dt <$

##### Límite de voltaje (*Voltaje limit*)

Este parámetro permite establecer el valor límite de bajo voltaje, a partir del cual la función de protección de baja frecuencia queda desactivada.

##### Start frequency

Este parámetro permite establecer el valor máximo ó mínimo de frecuencia permitido, dependiendo del modo de protección.

##### Tiempos de Operación (*Operate time 1 y 2*)

Los tiempos de operación son los máximos valores de tiempo de falla, para sobre ó baja frecuencia ó variación de frecuencia en el caso del "Operate time 2".

##### Start $df/dt$

Este parámetro permite establecer el valor máximo ó mínimo de variación de frecuencia positiva o negativa permitido, dependiendo del modo de protección

#### 4.1.10 BLOQUE DE FUNCION AR5Func

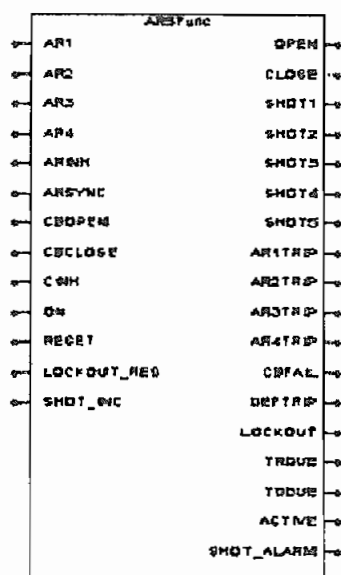


Fig. 4.17 Bloque de función AR5func.

##### 4.1.10.1 Descripción de las entradas.

AR1	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para iniciación de AR
AR2	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para iniciación de AR
AR3	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para iniciación de AR
AR4	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para iniciación de AR
ARINH	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para interrupción y restricción de AR
ARSYNC	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para chequeo de sincronismo de AR
CBOPEN	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para apertura de CB
CBCLOSE	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para cierre de CB
CINH	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloqueo de cierre de CB
ON	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para activar modo de operación de la función AR
RESET	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para restablecer AR
LOCKOUT_RES	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para bloquear señal de reset
SHOT_INC	Entrada de señal tipo binaria (BOOL), para control de secuencia



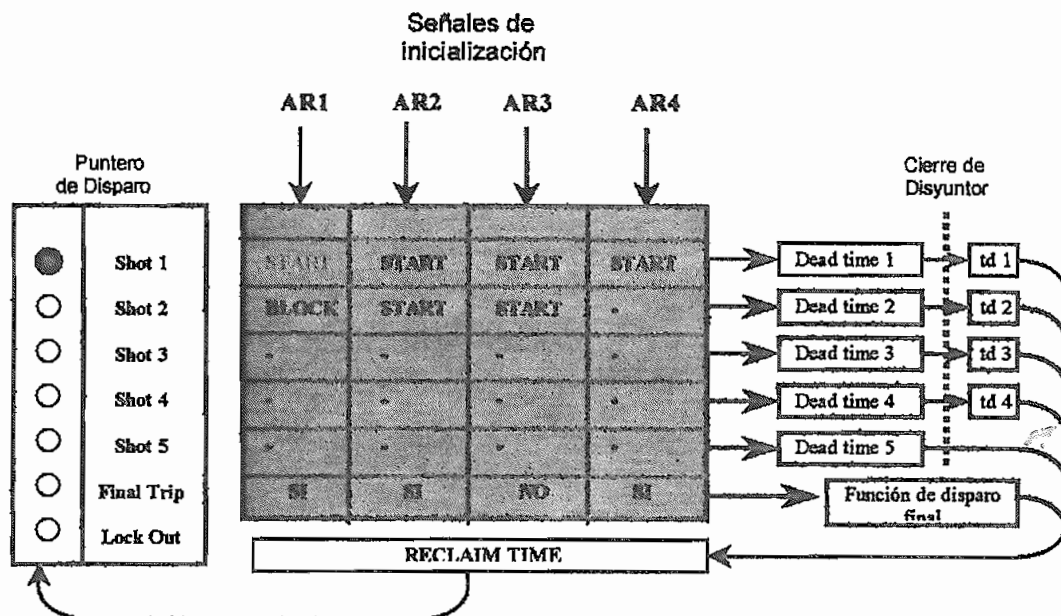
#### 4.1.10.2 Descripción de las Salidas

OPEN	Señal de tipo binaria (BOOL), para apertura de CB
CLOSE	Señal de tipo binaria (BOOL), para cierre de CB
SHOT1	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un disparo de AR1 en progreso.
SHOT2	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un disparo de AR2 en progreso.
SHOT3	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un disparo de AR3 en progreso.
SHOT4	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un disparo de AR4 en progreso.
SHOT5	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un disparo de AR5 en progreso.
AR1TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un fallo en la operación de AR1
AR2TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un fallo en la operación de AR2
AR3TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un fallo en la operación de AR3
AR4TRIP	Señal de tipo binaria (BOOL), que indica un fallo en la operación de AR4
CBFAIL	Señal de tipo binario (BOOL), que indica falla en la apertura o cierre del CB
DEFTRIP	Señal de tipo binario (BOOL), de alarma de disparo definido
LOCKOUT	Señal de tipo binario (BOOL), de bloqueo de la función AR5Func.
TRDUE	Señal de tipo binario (BOOL), de regeneramiento del tiempo corrido
TDDUE	Señal de tipo binario (BOOL), de discriminamiento de tiempo corrido
ACTIVE	Señal de tipo binario (BOOL), que indica función de AR en progreso
SHOT_ ALARM	Señal de tipo binario (BOOL), de alarma después de N disparos.

#### 4.1.10.3 Descripción de la Operación.

La operación del bloque de función AR5Func se inicia cuando en alguna de las líneas AR1...AR4 se recibe una señal de inicialización. El puntero de disparo da

una señal que indica el número veces se ha producido una acción de auto-recierre. El número de veces, antes de realizar una apertura final es definido por el usuario. En la figura 4.14 se ilustra la descripción de operación para entender mejor el funcionamiento.



*Fig. 4.18 Operación de la función de auto-recierre del bloque AR5Func*

En la figura anterior START, significa que un disparo de auto-recierre es inicializado, mientras que BLOCK impide que ninguna señal de inicialización provoque un disparo, y finalmente el guión indica que ninguna acción será realizada.

El inicio de una función de auto-recierre se inicia al momento que el disyuntor se dispara, simultáneamente el tiempo muerto empieza a contar. Cuando el tiempo muerto (*dead time*) ha finalizado el disyuntor cierra y el tiempo de restablecimiento (*reclaim time*) empieza a transcurrir. Una nueva señal de inicialización recibida durante este tiempo, impedirá disparos adicionales de auto-recierre y el puntero de disparo irá directamente al estado de disparo final.

Una nueva solicitud de auto-recierre durante el tiempo de restablecimiento incrementará el valor del puntero y llevará a cabo la acción correspondiente, si no existe ninguna acción determinada, el puntero de disparo irá directamente al

estado de bloqueo (*lock out*), y la función de auto-recierre permanecerá bloqueada durante el tiempo de restablecimiento, luego de lo cual el puntero de disparo es restablecido y la función estará lista para recibir una nueva secuencia de auto-recierre, esta función de bloqueo se ejecuta automáticamente. Si la operación de bloqueo está programada para modo manual, existe solo una vía para cancelar el bloqueo, a través del MMI, vía la entrada binaria o comunicación serial. La iniciación de auto-recierre está sujeta a las siguientes condiciones.

- 1) Un disparo auto-recierre menor que el indicado por el puntero de disparos no puede ser inicializado.
- 2) Una señal de inicialización (AR1...AR4) tiene que estar activa y su correspondiente configuración en modo "Start"
- 3) No debe existir ninguna señal de inicialización en modo "Block" que impida el disparo debe estar activa.
- 4) Es necesario que se haya configurado el modo de operación del disparo es decir de entre los modos "Start", "Block" ó "No action" para cada disparo.

#### Inicio de Auto-recierre por señal de disparo de protección

Esta inicialización se ejecuta inmediatamente al momento de que el disyuntor se abre por efecto de una función de protección.

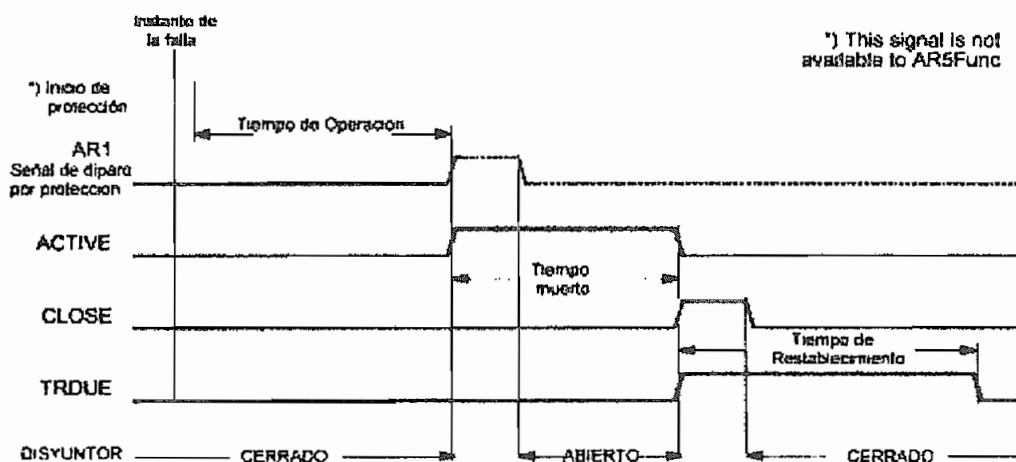


Fig. 4.19 Inicio de Auto-recierre por disparo de protección

### Inicio de auto-recierre por señal de inicialización.

Cuando la función de auto-recierre se inicia por una señal de inicialización "start", el disyuntor se abre una vez que el tiempo de retardo de la respectiva función AR ha transcurrido, este tiempo de retardo también puede ser configurado con valor cero.

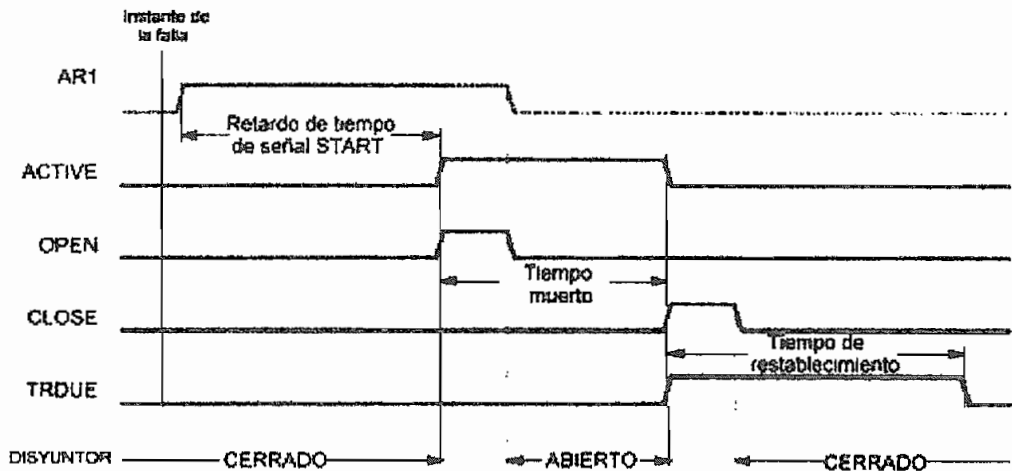


Fig. 4.20 Inicio de Auto-recierre por señal de inicialización "start"

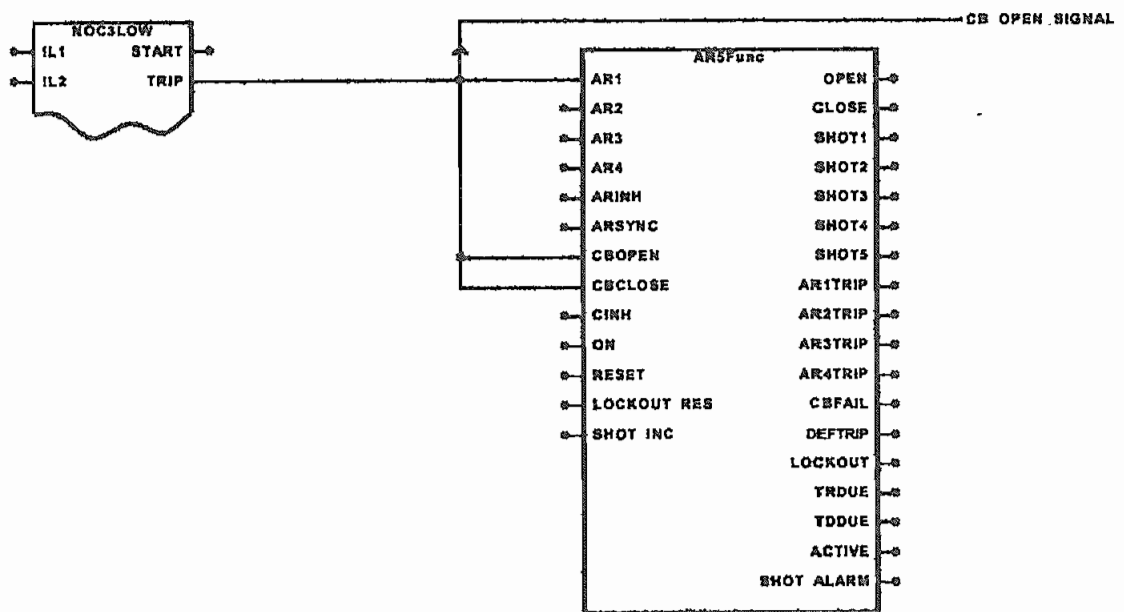
### Bloqueo de una señal de auto-recierre por una señal de inicialización

Una señal de auto-recierre puede ser bloqueada por ejemplo por una sobrecorriente que ocurre en etapa de ajuste alto. Si la activación en la línea de inicialización AR1 está configurada con bloqueo (*block*) en disparo 1, el bloqueo permanecerá bloqueado mientras la línea AR1 este activada, a pesar de que los disparos 2, 3, 4, 5 o un disparo final sean inicializados. El bloque de función no incrementa el valor del puntero de disparo cuando encuentra una función de bloqueo, por lo tanto un disparo final bajo esta condición no se realizará

El modo de operación de la función AR5Func puede ser controlada por medio del parámetro de configuración "AR operations" (*ch80/S3*), cuando este se encuentre en estado activo, por medio de la entrada ON.

Las entradas CBOPEN y CBCLOSE se conectan a las señales de estado del disyuntor, para el caso en que no se dispongan de estas señales, existen dos alternativas para determinar el estado del disyuntor.

Si las entradas se configuran con un valor constante FALSE, el bloque de función ignora el estado del disyuntor en todas las operaciones y el estado se asume para luego ser corregido, cuando se ejecute una señal OPEN y verificando el estado del disyuntor. La segunda alternativa consiste en conectar las entradas a la señal de disparo como se muestra en la figura 4.17. En este caso la función AR5Func puede generar la señal DEFTRIP, actualizando el estado del disyuntor incluso si el disparo final no se ha realizado.



*Fig 4.21 Configuración del bloque de función AR5Func, cuando el estado del disyuntor no está definido.*

Cuando el estado del disyuntor es indefinido, el bloque AR5Func. Opera normalmente como se muestra en el ejemplo de la figura 4.22. El bloque de función decodifica el estado del disyuntor considerando las señales CBOPEN y CBCLOSE, el estado interno del disyuntor se cambia solo cuando no existe conflicto entre las señales CBOPEN y CBCLOSE

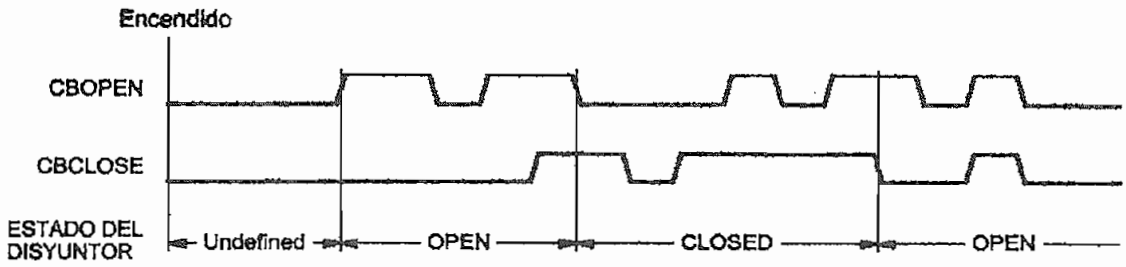


Fig. 4.22 Decodificado interno del estado del disyuntor

Hay que mencionar que el ejemplo anterior no es un ejemplo real de cómo un disyuntor opera, simplemente utilizado para entendimiento de descodificación del estado del disyuntor.

La señal CLOSE no se activa inmediatamente, después de que ha finalizado el tiempo muerto, es necesario primero que se cumplan ciertas condiciones:

- La señal ARSYNC debe estar en TRUE, esta señal da información acerca del sincronismo.
- La entrada CINH debe ser FALSA, es decir no debe haber ningún bloqueo
- La señal OPEN debe estar inactiva
- Todas las señales de inicialización AR tienen que haber permanecido inactivas al menos por 50 ms.

Si algunas de las condiciones anteriormente mencionadas no se han realizado en un máximo de dos segundos, entonces operación de cierre es realizada.

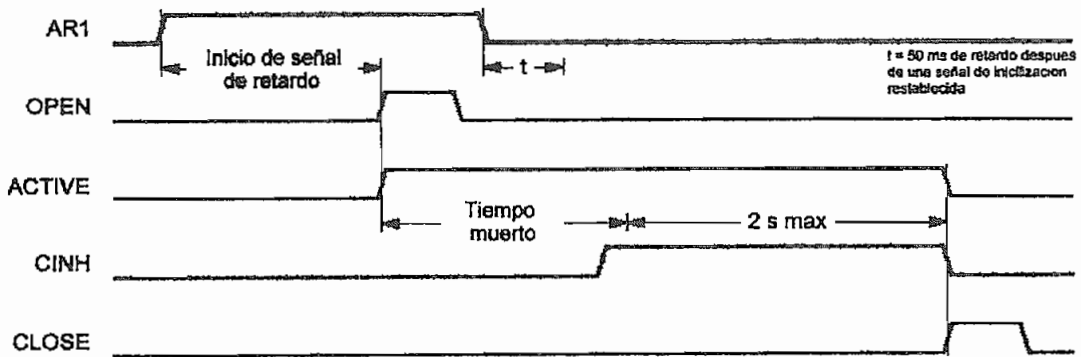


Fig. 4.23 Señal de salida de retardo CLOSE

La señal de supervisión LOCK-OUT, permite detectar que la función de auto-recierre no ha respondido a ninguna señal de inicialización durante el tiempo de restablecimiento. Esta señal se activa bajo las siguientes condiciones

- Falla en la operación del disyuntor
- El disyuntor es cerrado manualmente durante una secuencia de auto-recierre.
- El disyuntor es cerrado bajo condiciones normales localmente o por vía remota.
- La señal de interrupción y de bloqueo de auto-recierre ARINH está activa
- La programación de auto-recierre ha sido sacado fuera de operación.
- El tiempo de restablecimiento ha sido preventivo por mas de dos minutos por una señal de inicialización.
- La función de auto-recierre a sido bloqueada por el contador de operaciones frecuentes.

## **4.2 BLOQUES DE FUNCIONES DE CONTROL**

Los bloques de funciones de control, son aquellos que se encargan del manejo e información acerca de los estados de los objetos conmutables.

### **4.2.1 BLOQUES DE FUNCION COCB\_ CODC\_ Y CO3DC\_ PARA OBJETOS CONTROLABLES:**

Los bloques de función COCB\_, CODC\_ y CO3DC\_ permiten realizar el control de objetos como, disyuntores, seccionadores, interruptores de dos ó tres estados ó interruptores a tierra.

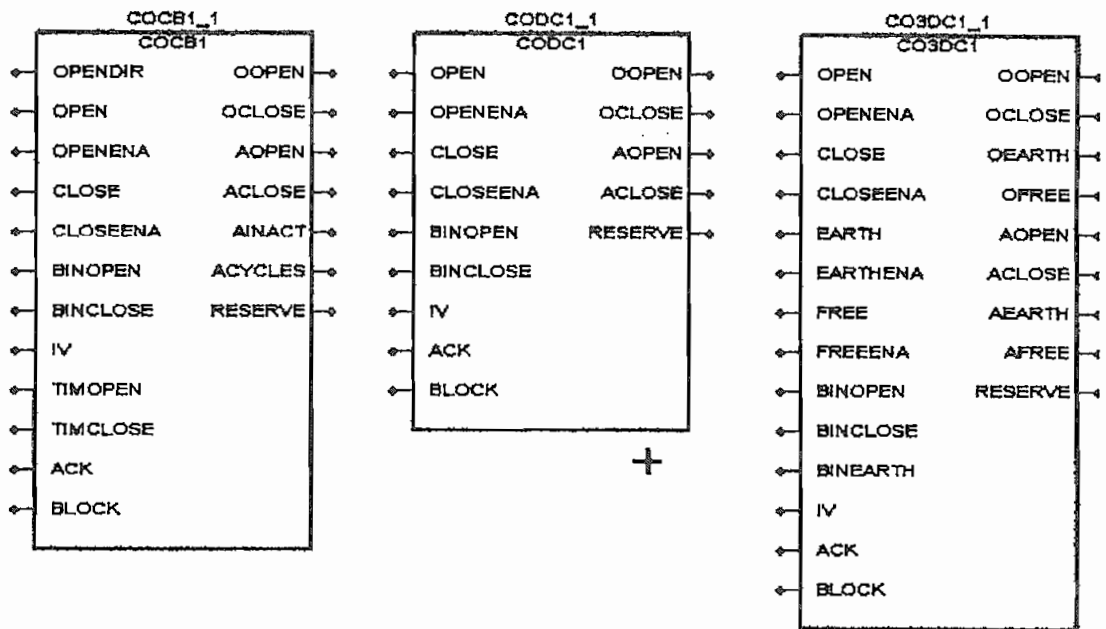


Fig. 4.24 Bloques de función de control de objetos COCB\_ CODC\_ y CO3DC

#### 4.2.1.1 Descripción de las entradas

##### 4.2.1.1.1 Entradas comunes de los bloques COCB\_, CODC\_ y CO3DC\_

- OPEN** Señal de tipo binario (BOOL), para apertura lógica
- OPENENA** Señal de tipo binario (BOOL), que activa la señal para apertura lógica
- CLOSE** Señal de tipo binario (BOOL), para cierre lógico
- CLOSEENA** Señal de tipo binario (BOOL), que activa la señal de cierre lógico
- BINOPEN** Señal de tipo binario (BOOL), que indica el estado de apertura del objeto
- BINCLOSE** Señal de tipo binario (BOOL), que indica el estado de cierre del objeto
- IV** Señal de tipo binario (BOOL), que valida el estado del objeto.
- ACK** Señal de tipo binario (BOOL), para reconocimiento de alarma.
- BLOCK** Señal de tipo binario (BOOL), que da el control de manejo del bloque de función.



#### 4.2.1.1.2 Entradas adicionales del bloque COCB\_

- OPENDIR** Señal de tipo binario (BOOL), para acción de apertura directa.
- TIMOPEN** Señal que toma el registro de tiempo al momento de recibir una señal de apertura.
- TIMCLOSE** Señal que toma el registro de tiempo al momento de recibir una señal de cierre.

#### 4.2.1.1.3 Entradas adicionales del bloque CO3DC\_

- EARTH** Señal de tipo binario (BOOL), para estado de puesta a tierra.
- EARTHENA** Señal de tipo binario (BOOL), que activa la señal de cierre lógico
- FREE** Señal de tipo binario (BOOL), para ejecutar comando en estado libre.
- FREEENA** Señal de tipo binario (BOOL), que activa señal FREE
- BINEARTH** Señal de tipo binario (BOOL), que indica el estado de estado de puesta a tierra.

#### 4.2.1.2 Descripción de las salidas

##### 4.2.1.2.1 Salidas comunes a los Bloques de función COCB\_, CODC\_ y CO3DC\_

- OOPEN** Señal de tipo binario (BOOL), que da una orden de apertura.
- OCLOSE** Señal de tipo binario (BOOL), que da una orden de cierre.
- AOPEN** Señal de tipo binario (BOOL), para alarma al momento de apertura
- ACLOSE** Señal de tipo binario (BOOL), para alarma al momento de cierre
- RESERVE** Señal de tipo binario (BOOL), que da el control de manejo de la señal de reserva.

##### 4.2.1.2.2 Salidas adicionales del bloque de función COCB\_

- AINACT** Señal de tipo binario (BOOL), para alarma por tiempo inactivo
- ACYCLES** Señal de tipo binario (BOOL), de alarma del contador de ciclos

##### 4.2.1.2.3 Salidas adicionales del bloque de función CO3DC

- OFREE** Señal de tipo binario (BOOL), que da una orden de cambio a estado libre

- OEARTH** Señal de tipo binario (BOOL), que da una orden de cambio a estado de puesta a tierra
- AEARTH** Señal de tipo binario (BOOL), para alarma a cambio de estado de puesta a tierra
- AFREE** Señal de tipo binario (BOOL), para alarma a cambio a estado libre

#### 4.2.1.3. Descripción de la operación.

La descripción de operación de los bloques COCB\_, CODC\_ y CO3DC\_, es básicamente la misma y cada una de las operaciones diferirá dependiendo de las entradas y salidas disponibles en cada bloque.

Los comandos de apertura, pueden ser emitidos ya sea localmente o por vía remota por medio de la señal lógica OPEN y el estado de la salida OOPEN dependerá de que la señal de interbloqueo OPENENA este o no activada. Para el caso en que se utiliza la señal OPENDIR la salida OPENENA no interfiere en la orden de apertura. Toda operación de apertura es posible mientras que el objeto no este bloqueado por la señal de interbloqueo lógico y la señal de OCLOSE no este activa.

El ancho de pulso necesario para realizar una operación de apertura por parte de la señal de salida OOPEN, es totalmente configurable.

De igual manera el comando de cierre puede ser emitido localmente o por vía remota por medio de la entrada CLOSE, el estado de salida depende de que la señal CLOSEENA este activada o desactivada. La operación de cierre es posible si la señal CLOSEENA está activa y la señal de OOPEN no este activa.

Para los bloques de función CO3DC\_ las entradas EARTH y FREE funcionan de manera similar, a lo descrito anteriormente, claro que estas están relacionadas con las salidas OEARTH y OFREE, respectivamente. Y la activación de los comandos por medio de las entradas EARTHENA y FREEENA.

La función de la entrada OPENDIR, disponible únicamente en los bloques de función COCB\_, da la orden de apertura directa del objeto, a través de la señal de salida OOPEN. Por lo tanto esta señal es netamente para uso de apertura, con el fin de protección.

Debido a que en un determinado instante pueden darse diferentes eventos, el bloque de función posee una prioridad en la ejecución de los comandos.

Los comandos OPEN y CLOSE son validados en lo que se refiere a prioridad en base al ancho de pulso del cambio de estado. Si un comando está activo y no se da ninguna otra señal cualquiera que sea, la salida correspondiente a la señal se activa. Caso contrario el segundo comando será ignorado como se muestra en la figura 4.25.

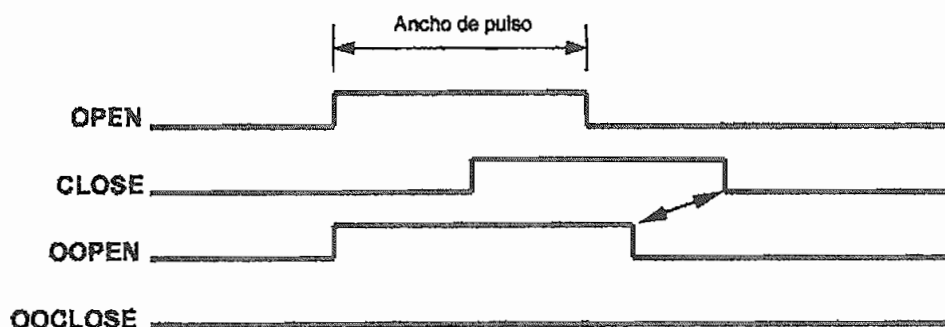


Fig. 4.25 Comando de cierre no validado, debido a un cambio de estado durante la ejecución de una operación de apertura.

De igual manera las prioridades, determinan que un comando de apertura tiene mas prioridad que un comando de cierre y en caso de realizar una operación con la señal OPENDIR, es esta quien posee la mayor prioridad frente a las otras.

Sin embargo si se utiliza el parámetro "forced pulse" en la configuración de parámetros, el cambio de estado no se completará, en presencia de una nueva señal de comando.

Los estados del objeto están definidos por las dos entradas binarias BINOPEN y BINCLOSE, como se muestra en la tabla 4.11. para los bloques COCB\_ y CODC\_ y para los bloques CO3DC\_ en la tabla 4.12.

Tabla 4.11 Estado del objeto, dependiendo del estado de las entradas BINOPEN y BINCLOSE

Estado del Objeto	BINOPEN	BINCLOSE
Open	ON	OFF
Close	OFF	ON
No definido 11	ON	ON
No definido 00	OFF	OFF

Como información adicional, la validación de los estados de las entradas binarias BINOPEN, BINCLOSE y BINEARTH se la hace por medio de la entrada IV. Así, una señal no activa (falso) indicará que el estado actual de las entradas es válido.

*Tabla 4.12 Estados del objeto, dependiendo del estado de las entradas BINOPEN BINCLOSE y BINEARTH para los bloques de función CO3DC\_*

Estado del Objeto	BINOPEN	BINCLOSE	BINEARTH
Open	ON	OFF	OFF
Close	OFF	ON	OFF
Earth	ON	ON	ON

Para los bloques de función CO3DC\_ la prioridad de operación de comandos, está configurado internamente como: 1 Apertura, 2 Earth, 3 Free y 4 Close.

El ancho de pulso es un parámetro que permite asegurar que un comando de apertura ó cierre se ejecute confiablemente. El tipo de ancho de pulso puede ser seleccionado con el parámetro "fixed pulse". La selección se puede hacer de entre dos modos disponibles.

El primero, es el modo de pulso variable, que está seleccionado como modo predefinido, que genera un ancho de pulso variable, hasta confirmar que el cambio de estado del objeto se ha dado. Y el modo de ancho de pulso definido, que utiliza un valor máximo de ancho de pulso definido por el usuario.

El parámetro "Forced pulse" del cual ya se menciono anteriormente permite realizar además el chequeo del estado del objeto, esto se hace por medio del bloque de función, que emite un pulso de forma independiente al estado actual del objeto, de tal manera que si el estado del objeto es el correcto el comando y el pulso enviado por el bloque de función es ignorado, caso contrario el pulso cambiará la salida al estado correcto. Adicionalmente, en el caso de que la señal IV, indique un estado inválido, el bloque de función internamente descartará el uso del pulso forzado.

Las señales de alarma AOPEN ó ACLOSE se activan si durante el monitoreo de tiempo de apertura ó cierre, sobrepasa un tiempo mayor o igual que el valor límite de alarma, cada uno de los tiempos ya sea el de apertura o de cierre

poseen sus propios tiempos, si los tiempos configurados por el usuario tienen como valor cero, las señales de alarma no serán activadas.

Las entradas TIMOPEN y TIMCLOSE permiten medir los tiempos del bloque de función, este proceso mide el tiempo exacto a partir de los cambios de estado de las salidas.

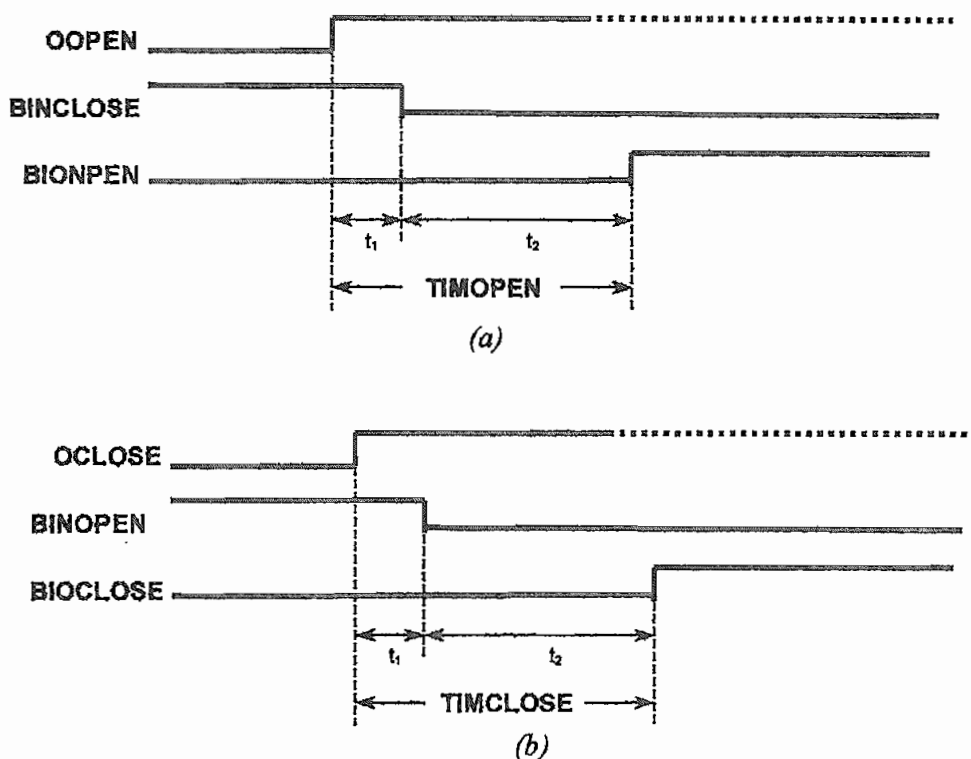
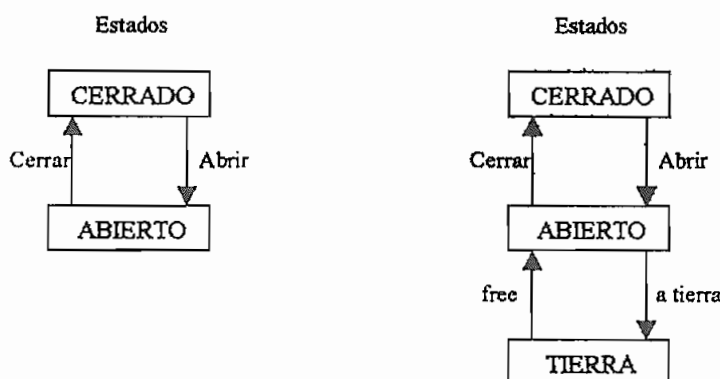


Fig. 4.26 Medida de los tiempos TIMOPEN (a) y TIMCLOSE (b) de los comando de apertura y cierre. El tiempo  $t_1$  es el tiempo de reacción de la salida y el  $t_2$  es el tiempo de apertura o cierre del objeto de conmutación.

La salida AINACT es parte de la supervisión del tiempo de inactividad por parte de los estados de apertura y cierre, si el tiempo de inactividad (en días) es mayor o igual al valor configurado una señal de alarma es desplegada en el MMI.

La función de monitoreo de contador de ciclos, permite contabilizar cuantas veces se realiza un cambio de estado del objeto en ciclos completos. Para los objetos de tres estados, se tienen dos contadores de ciclos, el uno para operaciones cierre-apertura y el otro para operaciones de apertura-a tierra. Por ejemplo:

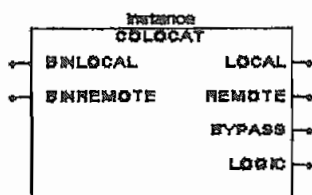
- a) **Comando:** Cerrar → **Estado:** cerrado → **Comando:** Abrir → **Estado:** abierto.  
 b) **Comando:** Free → **Estado:** abierto → **Comando:** a tierra → **Estado:** tierra.



*Fig. 4.27 Ejemplo de la función de monitoreo de ciclos. a) un ciclo para objetos de 2 estados b) un ciclo para objeto de 3 estados*

Y finalmente la señal de reconocimiento de alarmas ACK, activa ó desactiva las alarmas de los diferentes estados de los objetos. Si la señal ACK está continuamente activa, nuevas alarmas son reconocidas y sus correspondientes alarmas son reactivadas nuevamente si la condición con el mismo error permanece.

#### 4.2.2 BLOQUE DE FUNCION COLOCAT



*Fig. 4.28 Bloque de función COLOCAT*

#### 4.2.2.1 Descripción de las entradas

**BINLOCAL** Señal de tipo binario (BOOL), que indica control en posición local

**BINREMOTE** Señal de tipo binario (BOOL), que indica control en posición remota

#### 4.2.2.2 Descripción de las salidas.....

**LOCAL** Señal de tipo binario (BOOL), que define el control a posición local

**REMOTE** Señal de tipo binario (BOOL), que define el control a posición remota.

**BYPASS** Señal de tipo binario (BOOL), para estado de bloqueo en modo *bypass*.

**LOGIC** Señal de tipo binario (BOOL), que define el control de posición lógica

#### 4.2.2.3 Descripción de la Operación

La posición de control, se puede cambiar por medio del panel del MMI, esta acción automáticamente hace que el bloque de función COLOCAT cambie o posición de control a local, es decir la señal de entrada BINLOCAL tendrá un valor de activa (verdadera).

*Tabla 4.13 Estado de las salidas que definen la posición de control*

Posición de Control	Salida: LOCAL	Salida: REMOTE
LOCAL	ON	OFF
REMOTE	OFF	ON
DISABLED	OFF	OFF

Cuando el control de posición es lógico, la determinación de la posición, está dada según la tabla 4.14

*Tabla 4.14 Determinación de la posición de control cuando se utiliza el control lógico*

Entrada BINLOCAL	Entrada BINREMOTE	Output LOCAL	Output REMOTE
ON	OFF	ON	OFF
OFF	ON	OFF	ON
ON	ON	OFF	OFF
OFF	OFF	OFF	OFF

### 4.2.3 BLOQUES DE FUNCION COIND

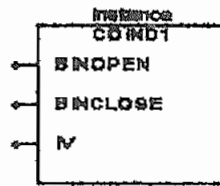


Fig. 4.29 Bloques de Función COIND\_

#### 4.2.3.1 Descripción de las entradas

- BINOPEN** Señal de tipo binario (BOOL), que indica el estado de apertura del objeto
- BINCLOSE** Señal de tipo binario (BOOL), que indica el estado de cierre del objeto
- IV** Señal de tipo binario (BOOL), que valida el estado del objeto.

#### 4.2.3.2 Descripción de Operación

Este bloque de función permite observar el estado de seccionadores o interruptores a tierra, el estado se refleja en las señales de entradas BINOPEN y BINCLOSE, la validación de dichos estados se hace por medio de la entrada IV. Este bloque posee además la función de contador de ciclos, descrita anteriormente.

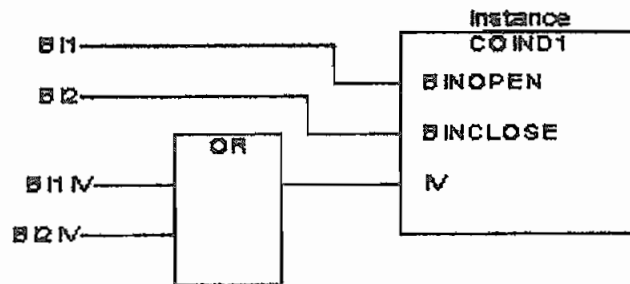
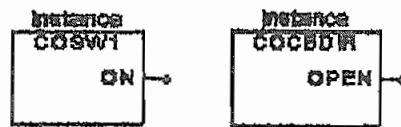


Fig. 4.30 Ejemplo de utilización de las entradas BINOPEN, BINCLOSE y IV



En la figura anterior se puede apreciar un ejemplo de uso de las entradas BINOPEN, BINCLOSE y IV, que es aplicable a todos los bloques que posean estas salidas.

#### 4.2.4 BLOQUES DE FUNCION COSW\_, Y COCBDIR PARA CONTROL DE OBJETOS A TRAVES DEL MIMIC



*Fig. 4.31 Bloques de Función de objetos del MIMIC COSW\_ y COCBDIR*

Los bloques de función COSW\_ y COCBDIR, permiten realizar el control de objetos del MIMIC.

##### 4.2.4.1 Descripción de las salidas

Las salidas binarias ON y OPEN reflejan el estado de los objetos del MIMIC, Interruptores *On/Off* y Disyuntor respectivamente.

##### 4.2.4.2 Descripción de la Operación.

Para el bloque COSW\_ la señal de salida ON, representa el último valor establecido localmente o por vía remota y determina el estado del mismo. El parámetro se localiza en la ventana de configuración de parámetros de control.

El bloque de función COCBDIR, es también un objeto del MIMIC, y el cambio del estado de la salida, se lo hace por medio del MMI a través de las teclas de navegación y control. Este bloque permite el control de apertura en forma directa. La apariencia de estos objetos en el MIMIC se define con la herramienta *Relay Mimic Editor* del CAP505 que se describirá en el siguiente capítulo.

##### 4.2.4.3 Parámetros de configuración

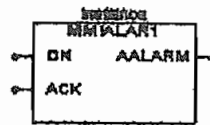
### Nonvolatile

Este parámetro de los bloques COSW1....COSW4 permite seleccionar si se desea almacenar el estado del interruptor en la memoria no volátil.

### Pulse width

Mediante este parámetro del bloque COCBDIR, se determina el ancho de pulso necesario para activar el comando de apertura directa.

## 4.2.5 BLOQUES DE FUNCION MMIALAR\_



*Fig. 4.32 Ejemplo de uno de los bloques de función para anuncio de alarmas MMIALAR\_*

### 4.2.5.1 Descripción de las Entradas

**ON** Señal de tipo binario (BOOL), que procesa los datos de alarmas.

**ACK** Señal de tipo binario (BOOL), para reconocimiento de alarmas.

### 4.2.5.2 Descripción de las Salidas

**AALARM** Señal de tipo binario (BOOL), que activa señal audible.

### 4.2.5.3 Descripción de la Operación.

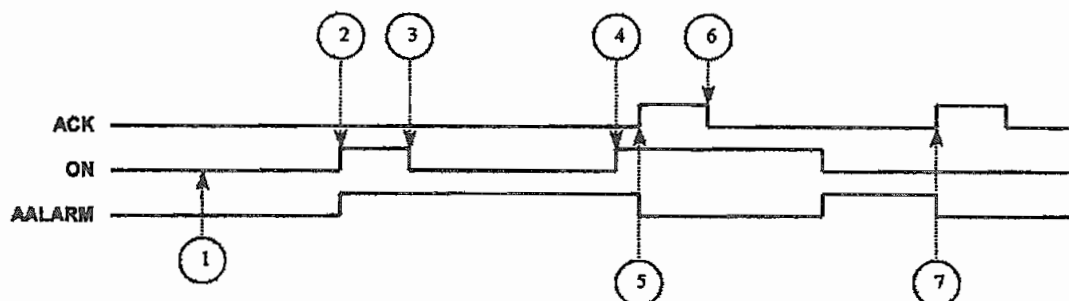
La señal ON define el estado de alarma, cada alarma puede ser reconocida separadamente por medio de la señal de entrada ACK ó también por un comando de reconocimiento de alarma remoto.

La señal audible de alarma (AALARM) se activa cuando una señal de alarma es activada (el modo de alarma Non-latched es un caso especial); y se desactiva cuando las alarmas son reconocidas localmente, por vía remota ó a través de la señal ACK.

Hay tres modos de reconocimiento de alarmas que pueden ser configurados.

### Non-latched

En este modo la señal ON cambia los textos de anuncio de alarma y los correspondientes colores de las indicaciones LEDs. El reconocimiento de alarma elimina el último registro de alarma, pero la señal de LED de alarma permanece sin variar.

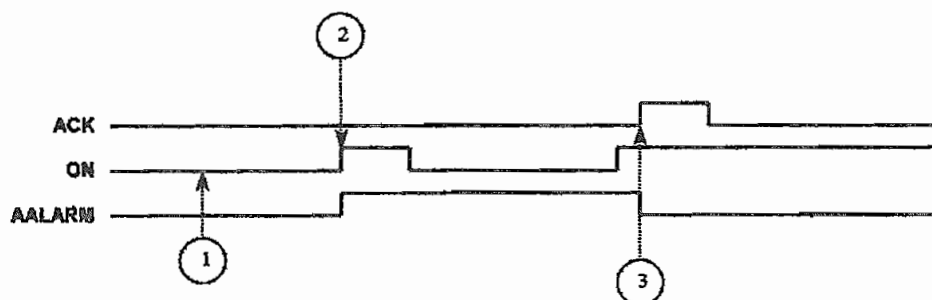


No	Estado del LED	Texto	Registro
1	Off (steady)	Off	
2	On (steady)	On	09-24 12:30:00
3	Off (steady)	Off	09-24 12:32:00
4	On (steady)	On	09-24 12:40:00
5	On (steady)	On	
6	Off (steady)	Off	09-24 12:50:00
7	Off (steady)	Off	

Fig.4.33 Funcionamiento del bloque MMIALARM en modo Non-latched

### Latched – steady LEDs

En este caso el reconocimiento de la alarma se puede hacer solo cuando la señal ON no esté activa (el estado de alarma, haya desaparecido). El reconocimiento de alarma elimina completamente todos los registros de alarmas.

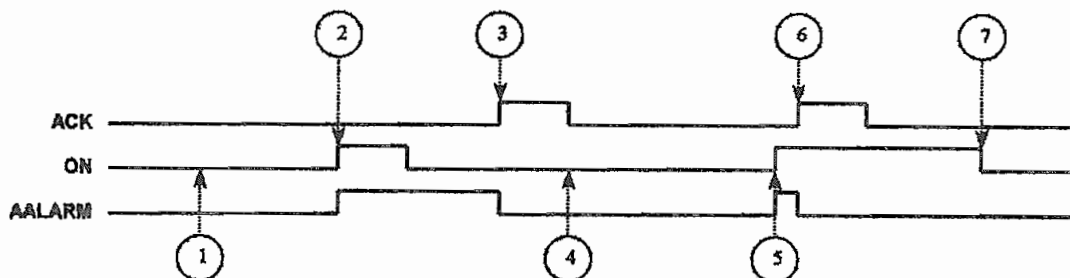


No	Estado del LED	Texto	Registro
1	Off (steady)	Off	
2	On (steady)	On	09-24 12:30:00
3	Off (steady)	Off	09-24 12:32:00

Fig.4.34 Funcionamiento del bloque MMIALARM en modo Latched – steady LEDs

### Latched alarm – blinking LEDs

El reconocimiento de alarmas solo puede ser hecho después de un cambio de estado de la señal ON, si la señal no está activa, el reconocimiento elimina la señal de alarma de texto y la señal de LED, sin embargo si la señal ON está activa durante un reconocimiento de alarma, el LED cambia a estado estable, cuando la señal ya no este activa la indicación de LED se apaga. (Este tipo de alarma es compatible con la norma *ISA-A standard*)



No	Estado del LED	Texto	Registro
1	Off (steady)	Off	
2	On (steady)	On	09-24 12:30:00
3	Off (steady)	Off	
4	Off (steady)	Off	
5	On (blinking)	On	09-24 12:30:00
6	On (steady)	On	
7	Off (steady)	Off	

Fig.4.35 Funcionamiento del bloque MMIALARM en modo latched – blinking LEDs

### 4.3 BLOQUES DE FUNCIONES DE MEDICION

Los bloques de funciones de medida son básicamente los encargados de medir y procesar los datos adquiridos para funciones de protección ó cálculos internos que a su vez se utilizan en el monitoreo y supervisión.

Algunos de los bloques de medición están destinados únicamente para adquirir la medición y otros poseen algunas particularidades o funciones de supervisión que se detallaron en el capítulo anterior.

### 4.3.1 BLOQUES DE FUNCION MECU1A y MECU1B

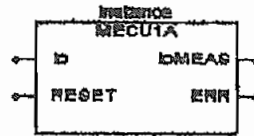


Fig. 4.36 Ejemplo de los bloques de función MECU1A y MECU1B

#### 4.3.1.1 Descripción de las entradas

- I0** Señal de tipo analógica (SINT), para medida de la corriente de neutro  
**RESET** Señal de tipo binaria (BOOL), que elimina los valores de registros medidos a través de los bloques MECU1A y MECU1B

#### 4.3.1.2 Descripción de las salidas

- I0MEAS** Señal de tipo analógica (REAL), que representa el valor de la corriente de neutro medida  
**ERR** Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración.

### 4.3.2 BLOQUES DE FUNCION MECU3A y MECU3B

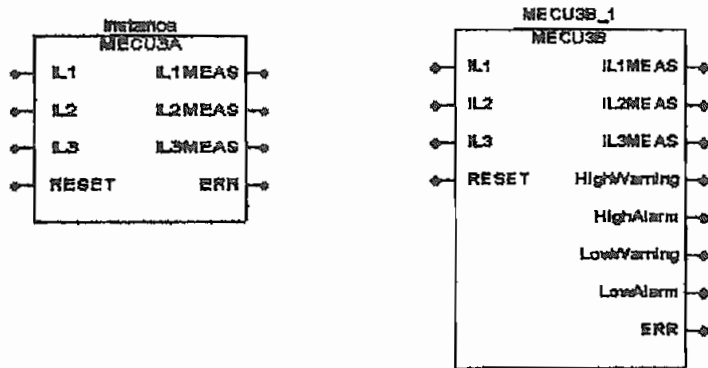


Fig. 4.37 Bloques de función MECU3A y MECU3B

#### 4.3.2.1 Descripción de las Entradas

- IL1** Señal de tipo analógica (SINT), de entrada para la medida de la

- corriente de fase  $IL_1$
- IL2 Señal de tipo analógica (SINT), de entrada para la medida de la corriente de fase  $IL_2$
- IL3 Señal de tipo analógica (SINT), de entrada para la medida de la corriente de fase  $IL_3$
- RESET Señal de tipo binaria (BOOL) , que elimina los valores de registros medidos a través de los bloques MECU1A y MECU1B

#### 4.3.2.2 Descripción de las salidas

- IL1MEAS Señal de tipo analógica (REAL), de la corriente de fase  $IL_1$  medida
- IL2MEAS Señal de tipo analógica (REAL), de la corriente de fase  $IL_2$  medida
- IL3MEAS Señal de tipo analógica (REAL), de la corriente de fase  $IL_3$  medida
- ERR Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración.
- HighWarnig Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighWarning*
- HighAlarm Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighAlarm*
- LowWarning Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *LowWarning*
- LowAlarm Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *LowAlarm*

#### 4.3.3 BLOQUES DE FUNCION MEVO1A y MEVO1B

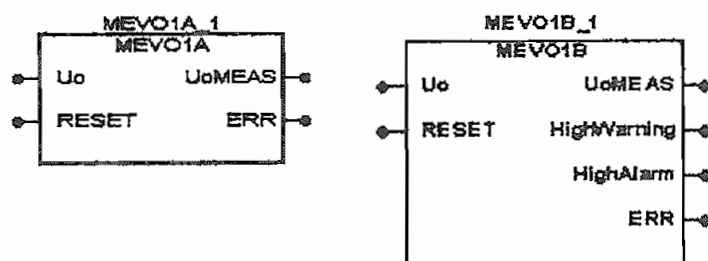


Fig.4.38 Bloques de función MEVO1A y MEVO1B

#### 4.3.3.1 Descripción de las entradas

- $U_o$  Señal de tipo analógica (SINT), para medida del voltaje residual  $U_o$
- RESET Señal de tipo binaria (BOOL), que elimina los valores de registros medidos a través de los bloques MEVO1A y MEVO1B

#### 4.3.3.2 Descripción de las salidas

- $U_o$ MEAS Señal de tipo analógica (SINT), del voltaje residual  $U_o$  medido
- HighWarnig Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighWarning*
- HighAlarm Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighAlarm*
- ERR Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración.

#### 4.3.4 BLOQUES DE FUNCION MEV3A y MEV3B

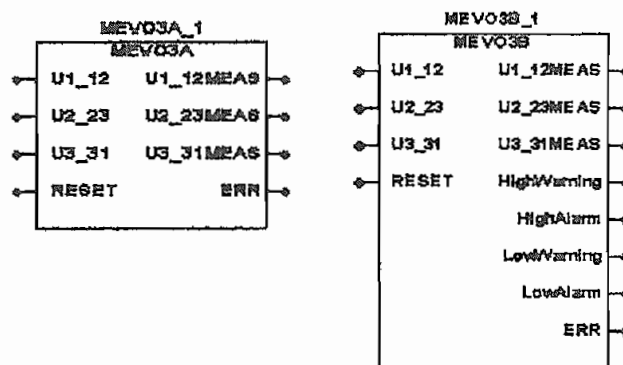


Fig. 4.39 Bloques de función MEV3A y MEV3B

#### 4.3.4.1 Descripción de las entradas

- $U1_{12}$  Señal de tipo analógica (SINT), de entrada para la medida del voltaje  $U_1/U_{12}$
- $U2_{23}$  Señal de tipo analógica (SINT), de entrada para la medida del voltaje  $U_2/U_{23}$
- $U3_{31}$  Señal de tipo analógica (SINT), de entrada para la medida del voltaje  $U_3/U_{31}$

**RESET** Señal de tipo binaria (BOOL) , que elimina los valores de registros medidos a través de los bloques MEVO3A y MEVO3B

#### 4.3.4.2 Descripción de las salidas

**U1\_12MEAS** Señal de tipo analógica (REAL), de la medida del voltaje  $U_1/U_{12}$

**U2\_23MEAS** Señal de tipo analógica (REAL), de la medida del voltaje  $U_2/U_{23}$

**U3\_31MEAS** Señal de tipo analógica (REAL), de la medida del voltaje  $U_3/U_{31}$

**ERR** Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración.

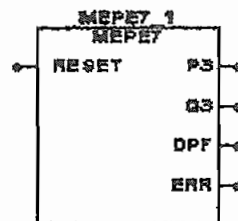
**HighWarnig** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighWarning*

**HighAlarm** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighAlarm*

**LowWarning** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *LowWarning*

**LowAlarm** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *LowAlarm*

#### 4.3.5 BLOQUE DE FUNCION MEPE7



*Fig. 4.40 Bloque de función MEPE7*

##### 4.3.5.1 Descripción de las entradas

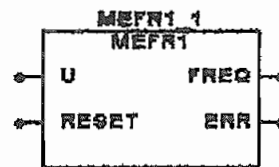
**RESET** Señal de tipo binaria (BOOL), que elimina los valores de registros medidos a través del bloque MEPE07



#### 4.3.5.2 Descripción de las salidas

- P3** Señal de tipo analógica (REAL), que posee el valor de potencia activa trifásica calculada internamente.
- Q3** Señal de tipo analógica (REAL), que posee el valor de potencia reactiva trifásica calculada internamente.
- DPF** Señal de tipo analógica (REAL), que posee el valor del factor de potencia de desplazamiento
- ERR** Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración.

#### 4.3.6 BLOQUE DE FUNCION MEFR1



*Fig. 4.41 Bloque de función MEFR1*

##### 4.3.6.1 Descripción de las entradas

- U** Señal de tipo analógica (SINT), para medida del voltaje fase – fase
- RESET** Señal de tipo binaria (BOOL) , que elimina los valores de registros medidos a través del bloque MEFR1

##### 4.3.6.2 Descripción de las salidas

- FREQ** Señal de tipo analógica (SINT), de la frecuencia del sistema medido
- ERR** Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración.

### 4.3.7 BLOQUES DE FUNCION MEAI1...MEAI8 (Medición Genérica)

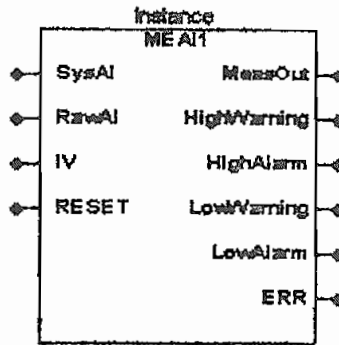


Fig.4.42 Ejemplo de los bloques de función MEAI\_

#### 4.3.7.1 Descripción de las entradas

- SysAI** Señal de tipo analógica (SINT), para medida genérica GE1...GE3
- RawAI** Señal de tipo analógica (REAL), para medida de cualquier tipo de variable de tipo Real
- IV** Señal de tipo binario (BOOL), que valida el estado del objeto
- RESET** Señal de tipo binaria (BOOL) , que elimina los valores de registros medidos a través de los bloques MEAI\_

#### 4.3.7.2 Descripción de las salidas

- MEASOUT** Señal de tipo analógica (REAL), con el valor de la medición genérica
- HighWarning** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighWarning*
- HighAlarm** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *HighAlarm*
- LowWarning** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *LowWarning*
- LowAlarm** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una señal de indicación que se ha excedido el valor de límite *LowAlarm*
- ERR** Señal de tipo digital (BOOL), que indica un error en la configuración

### 4.3.8. BLOQUE DE FUNCION MEDREC16

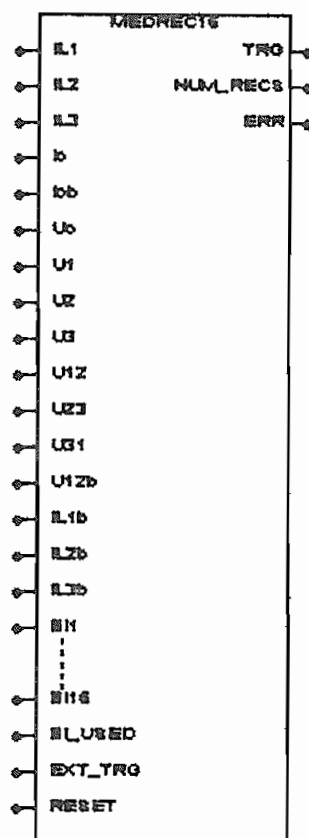


Fig. 4.43 Bloque de función MEDREC16

#### 4.3.8.1 Descripción de las entradas.

El bloque de función MEDREC16 posee 31 entradas que corresponden a cada una de las variables para medición disponibles, entre estas están las correspondientes a los canales analógicos y entradas binarias BI1....BI16

Además de las anteriormente mencionadas entradas se tienen:

- BI\_USED** Señal de entrada tipo palabra (WORD), que representa la máscara de bis para las entradas binarias usadas
- EXT\_TRG** Señal de entrada de tipo binaria (BOOL) para dar la orden externa de almacenamiento de la medición.
- RESET** Señal de tipo binaria (BOOL), para restablecimiento de los registros.

#### 4.3.8.2 Descripción de las salidas

TRG	Señal de tipo binaria (BOOL), que da la indicación de que el almacenamiento está en proceso
NUM_RECS	Señal de entrada (UINT), para contador de almacenamientos en la memoria
ERR	Señal de tipo binaria (BOOL), que da una indicación de error en la configuración.

#### 4.3.8.3 Descripción de la Operación

El bloque de función MEDREC16 almacena las perturbaciones transitorias de los canales analógicos y los valores de estado de las entradas binarias BI1...BI16. Las señales de los canales analógicos son almacenadas como valores instantáneos y convertidos a valores pico. Las entradas binarias son muestreados una vez cada periodo de tarea.

Cada una de las entradas analógicas pueden ser almacenadas como su propio tipo de señal, es decir si se desea almacenar la corriente de fase 1 se utilizará la entrada IL1.

Por medio del parámetro "*Al chs used*" se puede seleccionar o no los canales para el almacenamiento de señales. De igual manera se puede ver los nombres de los canales analógicos que se están tomando el almacenamiento por medio del menú "*Al text*" en la herramienta de configuración del CAP 505

Las señales binarias ya sean internas o externas tipo BOOL, como por ejemplo los estados de señales de disparo de protección, se conectan a las señales de entradas binarias. La selección de las entradas binarias de las cuales se desean almacenar los estados, se la hace por medio de la entrada BI\_USED del bloque de función, el valor de esta señal por defecto es 65535 ( $2^{16}$ ), que significa que todas las entradas binarias serán almacenadas. Los nombres de las señales binarias que se están tomando el almacenamiento pueden ser configuradas por medio del menú "*Bltext*" en la herramienta de configuración del CAP 505.

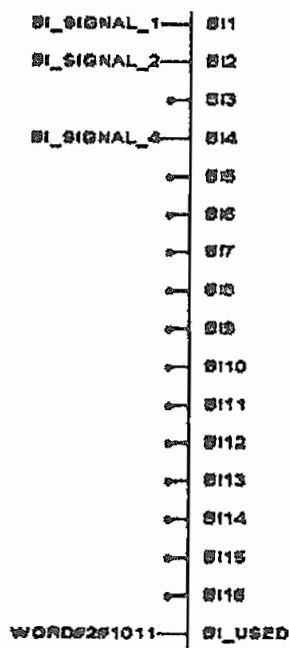


Fig. 4.44 Ejemplo de uso de la señal de entrada BI\_USED, si se desea almacenar únicamente las entradas binarias B11, B12 y B14 el valor de la entrada BI\_USED sera = WORD#2#1011

Se puede realizar almacenamientos periódicos por medio del parámetro "Periodic Time". La longitud de las grabaciones está definida a través del número de muestras que se desea, con un número máximo de 50.000 muestras, y el número de grabaciones configuradas a través del parámetro "Max # records". El número de grabaciones puede ser determinada con la expresión

$$N_r = \frac{M}{L \cdot N_s \cdot N_c} \quad (4.5)$$

donde:

- N<sub>r</sub> Número de grabaciones
- L Longitud de una grabación en ciclos
- N<sub>s</sub> Número de muestras en un ciclo definido con valor 40
- N<sub>c</sub> Número de grabaciones de entradas analógicas (parámetro "AichsUsed")
- M Cantidad de memoria destinada para el almacenamiento con valor de 50.000 muestras

### 4.3.9 BLOQUES DE FUNCIONES DE SUPERVISION CMVO3, CMCU3, CMTCS\_

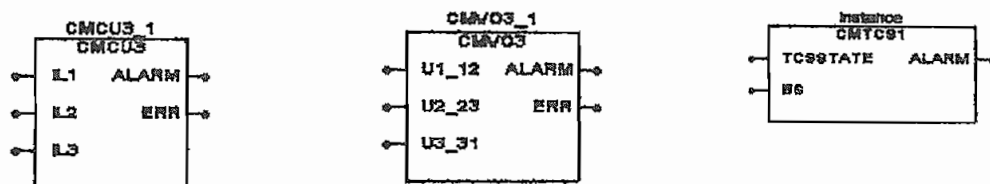


Fig. 4.51 Bloques de función CMVO3, CMCU3, CMCU3

#### 4.3.9.1 Descripción de las entradas

Las entradas analógicas de los bloques corresponden a las señales de corriente o voltaje dependiendo del bloque de función.

La entrada del bloque de función CMTCS\_, corresponde a la señal que se obtiene de una tarjeta PS1 especial para esta función.

#### 4.3.10.1 Descripción de las salidas

**ALARM** Señal de tipo binaria (BOOL), para indicación de alarma

**ERR** Señal de tipo binaria (BOOL), que da una indicación de error en la configuración.

#### 4.3.10.2 Descripción de la operación

Las funciones de supervisión permiten detectar la interrupción en circuitos energizados a través de las señales analógicas de entrada por medio de las variables de corriente o voltaje.

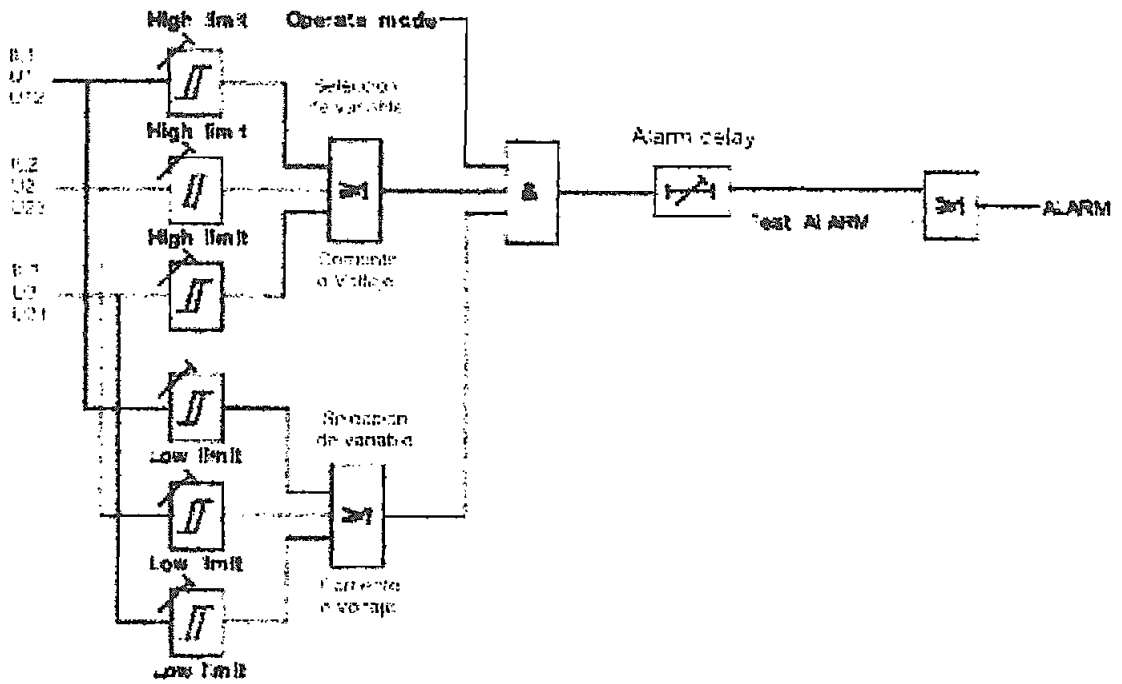


Fig. 4.46 Diagrama del funcionamiento de los bloques de función CMV03 ó CMCU3

Los bloques de funciones estándar y funciones PLC adicionales que posee la unidad REF543, se muestran en el Anexo B, tomando en cuenta que estas funciones son de fácil uso y no poseen características de difícil comprensión.

## CAPITULO 5

### DESARROLLO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN INTEGRADA CON EL PROGRAMA CAP505

La Herramienta CAP 505 es una herramienta computacional para facilitar la programación de los sistemas de protección, control medida y monitoreo de relés digitales de la serie RED500 de la fabrica comercial ABB.

El programa posee herramientas de configuración para diferentes aplicaciones, las cuales se detallan a continuación

- Navegador de estructura de proyecto.
- Herramienta de configuración de relés.
- Editor del mímico (MIMIC)
- Herramienta de exportación e importación de proyectos
- Herramienta de descarga y envió de parámetros y configuración.
- Herramienta de configuración de protocolo de comunicación.
- Herramienta de configuración del sistema CAP505

La Herramienta CAP 505, permite que su manejo sea por realizado vía local, utilizando el conector óptico del panel frontal de los relés.

La base del sistema CAP505 crea un cliente para el sistema operativo Windows NT, con fin de aplicaciones para sistemas SCADA.

Las aplicaciones a las cuales está destinada cada una de las herramientas que conforman el CAP505 son:

- ☞ Realizar operaciones de configuración y/o cambio de parámetros en línea, o fuera de línea.
- ☞ Se utiliza la programación gráfica para el control, unidades de protección y construcción del mímico que se visualiza en la pantalla gráfica del MMI.
- ☞ Descarga el código del programa, configuración del mímico y parámetros del relé que pueden ser comparados con antiguas configuraciones.
- ☞ Acceso a valores y registros almacenados en la memoria del relé.



En este capítulo se describirán las herramientas que posee el CAP505 y el proceso a seguir para construir un proyecto como primer paso, hasta la programación de la configuración de un sistema de protección, control y medida para la unidad REF543.

## 5.1 NAVEGADOR DE ESTRUCTURA DE PROYECTO

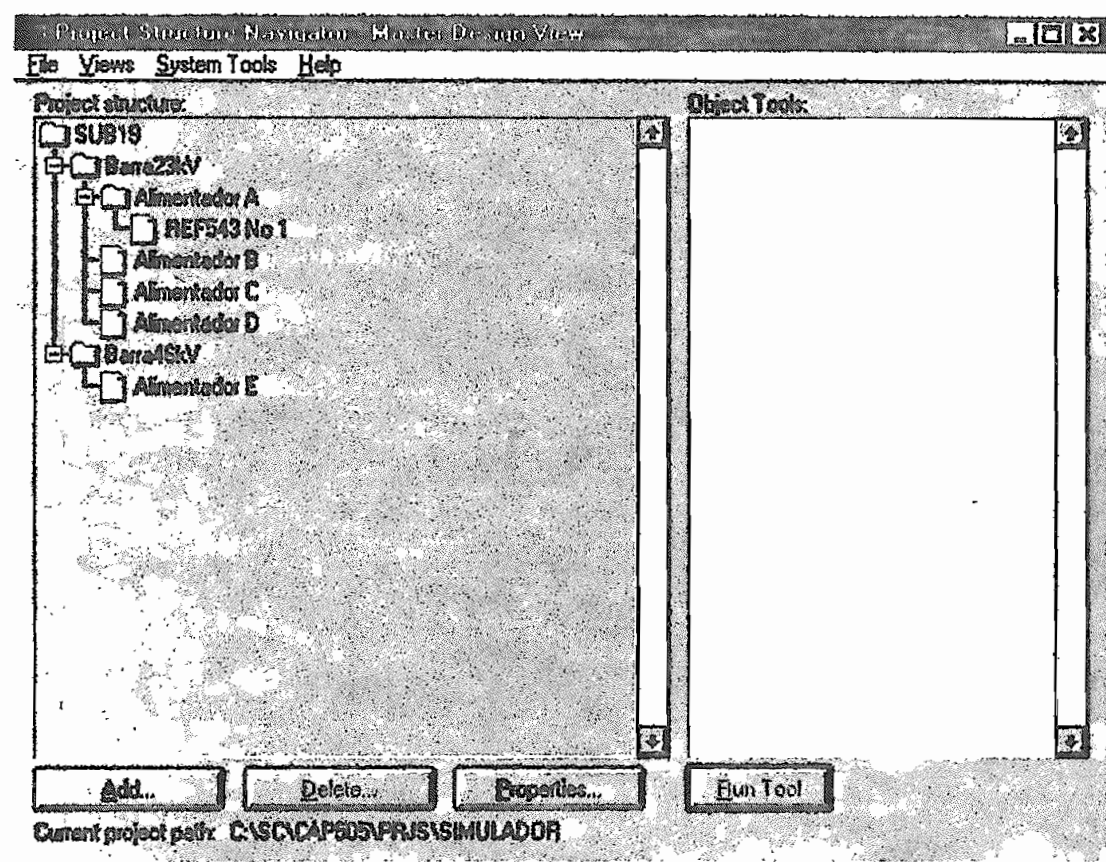
La pantalla del navegador de proyecto es la primera en aparecer cuando se ejecuta el programa CAP505, para construir una estructura de proyecto se parte desde esta pantalla.

Hay que mencionar que a través de la herramienta CAP505 se crea un proyecto a partir de niveles, así:

*Tabla 5.1 Niveles de una estructura de proyecto cada vez que se adhiere un nuevo objeto por medio del botón ADD*

Nivel		Grupo de Objetos	Tipo de Objetos
1	ROOT	Estructura de planta	Station
		Estructura de Usuario	Level-Level
		Protección y Control	REF54X REM54X REC52X REJ5XX SPACOM
2	Station	Estructura de planta	Bay
	Level-Level	Estructura de planta Estructura de Usuario Protección y Control	Mismos tipos de Objetos Para el nivel 1
	REF54X REM54X REC52X REJ5XX SPACOM		
3	Bay	Protección y Control	REF54X REM54X REC52X REJ5XX SPACOM

Cada uno de los nombres de los diferentes niveles pueden ser renombrados de acuerdo a la conveniencia del usuario y muchos de ellos permiten incluir comentarios adicionales. Para esto se utiliza opción de propiedades del objeto.



*Fig.5.1 Pantalla de Navegación de Proyecto, en esta se pueden apreciar los niveles del proyecto representadas como carpetas.*

En el menú principal de esta pantalla se encuentran algunas opciones adicionales como, acceder a otros proyectos, configurar la ubicación de ellos en lo que se refiere a localización de archivos y configuración del sistema de herramientas, que son opciones para personalizar un proyecto.

El siguiente paso luego de construir una estructura de proyecto es seleccionar el o los objetos de protección y control, en éste proyecto se referirá únicamente a la unidad de protección REF543, para la estructura de proyecto mostrado en la figura 5.2, que corresponde al sistema que se implantara como aplicación de esta tesis.

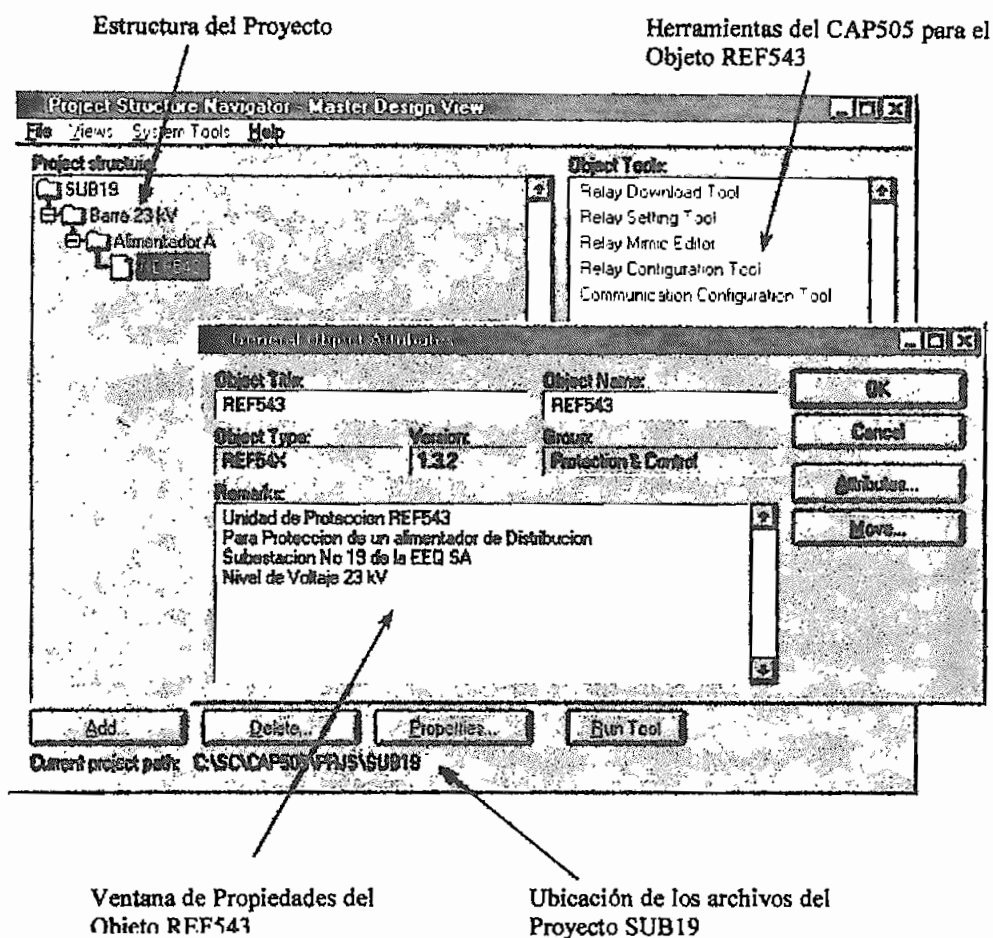


Fig. 5.2 Ventana de propiedades del objeto de protección y control REF54X

Las herramientas disponibles para configuración de la unidad de protección y control, no pueden ser inicializadas mientras los atributos del objeto no estén definidos. Esto es, información acerca de la versión del software que soporta el CAP505, las librerías de aplicación de protección, control, medida y otras.

Se puede seleccionar la versión del software dependiendo del modelo de la unidad de protección (REF541, 543 o 545), de igual manera de la versión del hardware.

El programa CAP505 ya posee algunas librerías de aplicación preestablecidas, sin embargo si se desea crear un nuevo proyecto, como en éste caso, se selecciona la librería 1MRS114500 que es una librería vacía sin ninguna aplicación, para uso libre.

Las librerías de aplicación, tienen algunas particularidades, como poder importar desde un archivo, o descargar alguna aplicación de una unidad REF54X ya configurada. Exportar una librería de aplicación a un archivo, almacenar, renombrar y eliminar.

Cuando se desea descargar la librería de aplicación desde una unidad REF54X, previamente debe haber sido ya configurado los parámetros de comunicación entre el computador y la unidad REF543, esto se logra con la herramienta de comunicaciones "Communication Configuration Tool"

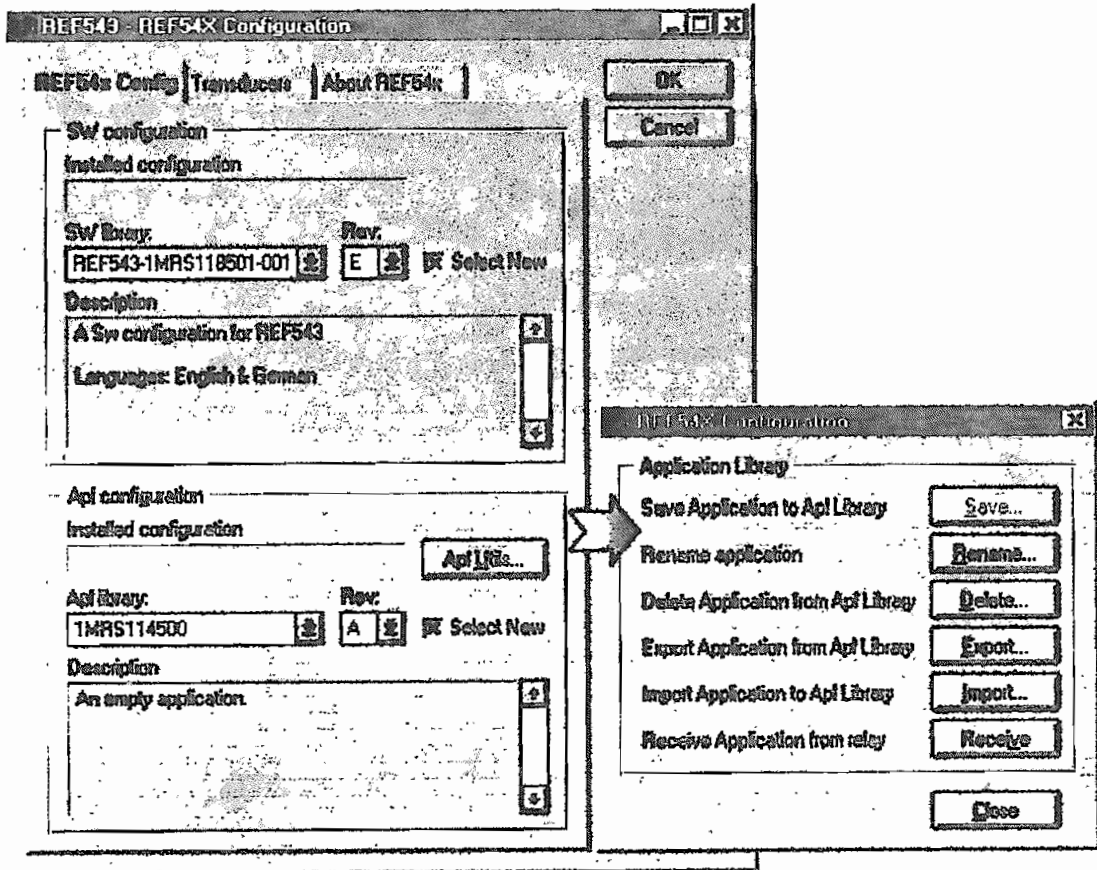


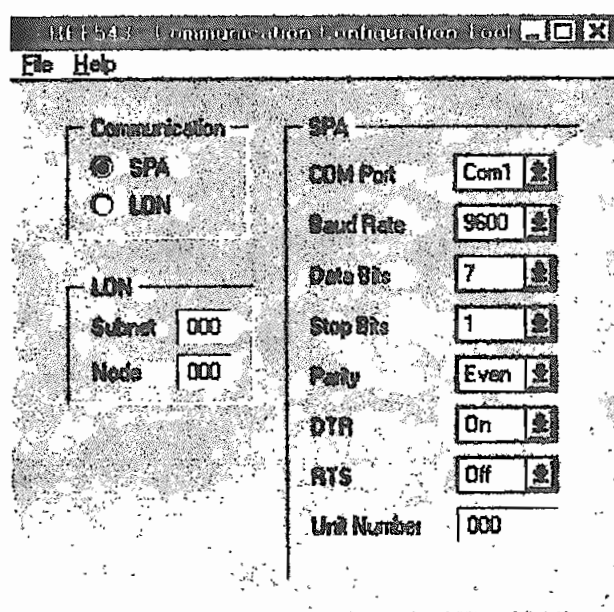
Fig. 5.3 Ventana de Atributos, configuración y librería de aplicación del objeto de protección y control REF54X

## 5.2 HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIONES

Esta herramienta permite configurar el protocolo de comunicación entre el computador y la unidad REF54X, existen dos protocolos de comunicación disponibles.

- ⇒ LON, que es un protocolo de comunicación a través de una tarjeta PCLTA y la interfase de comunicación ubicada en la parte posterior de las unidades REF54X, éste protocolo se utiliza principalmente para sistemas SCADA.
- ⇒ SPA, éste protocolo utiliza la comunicación a través del puerto COM del computador y la interfase óptica localizada en el panel frontal de las unidades REF54X. Este protocolo tiene su aplicación para el sistema local, usuario – maquina.

Para la configuración del protocolo de comunicación, se referirá especialmente al protocolo SPA.



*Fig. 5.4 Ventana de diálogo para configurar los parámetros de comunicación.*

En la figura anterior se muestran los parámetros de configuración de comunicación, se recomienda mantener los parámetros con valores por defecto. Y se utilizará el protocolo de comunicaciones SPA para todos los casos en los que

sea necesario descarga o envío de información, configuración y/o parámetros. El parámetro "Unit number" es un valor que se le asigna a cada objeto de protección y control, cuando existen varios objetos como parte de un sistema de protección.

Tabla 5.2 Parámetros de configuración para el protocolo de comunicación SPA, los valores por defecto se muestran en negrilla

PARÁMETRO		VALOR
<b>COM Port</b>	Puerto de comunicación	COM1, COM2
<b>Baude rate</b>	Velocidad en Baudios	1200, 2400, 4800, <b>9600</b> , 14400, 19200, 28800
<b>Data Bits</b>	Bits de Datos	7, <b>8</b>
<b>Stop Bits</b>	Bits de Parada	1, <b>2</b>
<b>Parity</b>	Paridad	Even, Odd, None
<b>DTR</b>	Data Terminal Ready	On, Off
<b>RTS</b>	Ready to Send	On, Off

### 5.3 HERRAMIENTA DE DESCARGA

La herramienta "Relay Dowloading Tool" es una utilidad que permite enviar las configuraciones de la herramienta de configuración "Relay configuration Tool" y la imagen del mímico hacia el relé. También se lo puede utilizar para lectura de contadores, restablecimiento (RESET) y almacenamiento de comandos, enviando códigos de bloques de función y lectura de listas de bloques de función.

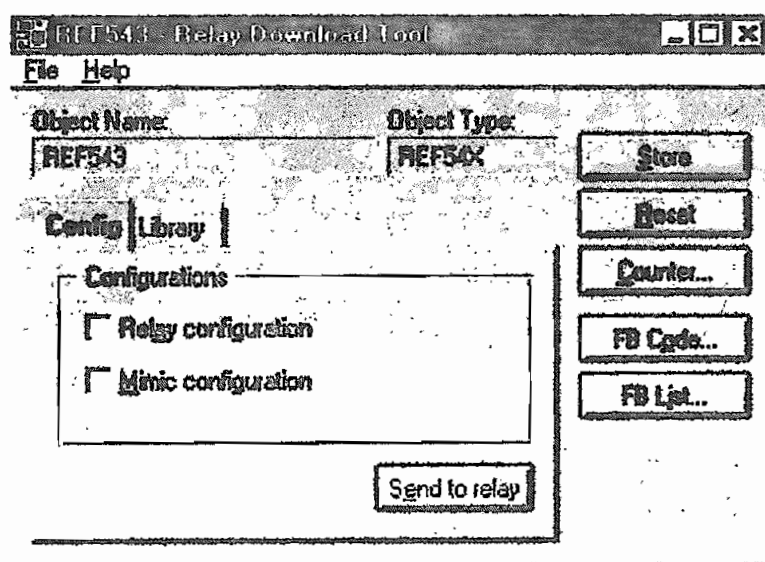


Fig.5.5 Herramienta de descarga de configuración

### 5.3.1 BOTONES DE COMANDOS

- STORE, almacena la configuración actual y datos en la memoria no volátil en el relé.
- RESET, restablece el relé
- COUNTER, éste comando muestra en un cuadro de diálogo, cuantas configuraciones/librerías han sido enviadas y almacenadas al relé satisfactoriamente.
- FB Code, éste comando permite enviar un determinado bloque de función, ingresando el código del mismo.
- FB List, permite observar los bloques de función activos e el relé.

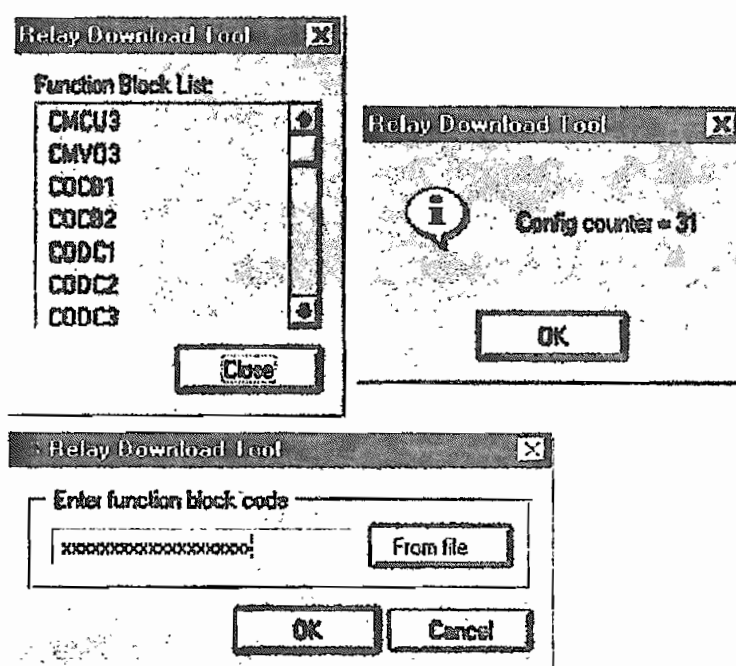
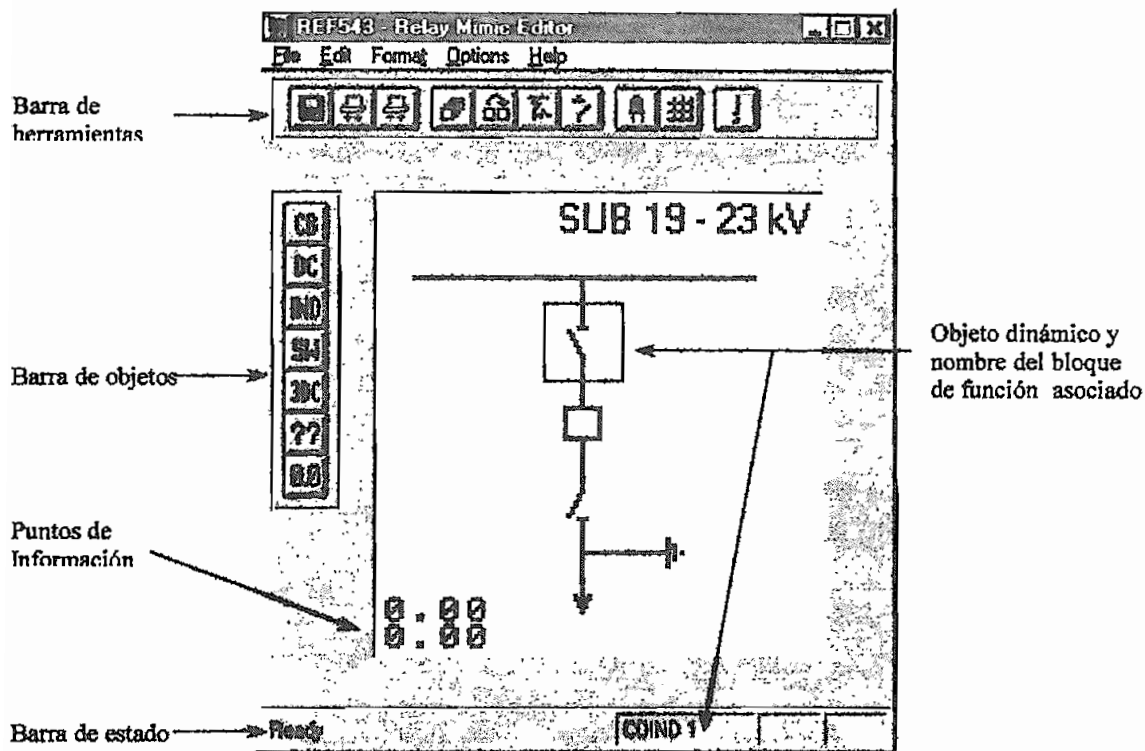


Fig.5.6 Cuadros de diálogo que aparecen cuando se ejecuta los iconos de comando  
a) FB List b)Counter c)FB Code

### 5.4 EDITOR DEL MIMICO (*Relay Mimic Editor*)

El editor del mímico es un utilitario que permite crear imágenes gráficas, que servirán como apoyo visual en el relé. En esta imagen creada en el editor se pueden integrar objetos dinámicos y puntos de información. El área que ocupa el

mímico es la correspondiente a la parte superior de la pantalla LCD del MMI, cuya capacidad gráfica es de 128 x 186 píxeles a dos colores.



*Fig.5.6 Pantalla principal del editor del mímico*











En la pantalla principal del editor del mímico, se puede identificar tres zonas importantes.

- Barra de herramientas
- Barra de objetos
- Pre-visualización del mímico








Los íconos de la barra de herramientas y barra de objetos dinámicos se muestran a continuación:



### Íconos de la Barra de Herramientas

-  Almacenar
-  Enviar datos al rele
-  Extraer datos desde el rele
-  Intercambiar iconos
-  Siguiente Objeto dinamico
-  Editar imagen de fondo
-  Editar imagen objeto dinamico
-  Configuracion de Textos de alarmas e indicacion de LEDs
-  Editar libreria de iconos
-  Insertar comentarios

### Íconos de la Barra de Objetos

-  Objeto dinamico Disyuntor
-  Objeto dinamico Seccionador
-  Objeto dinamico Indicacion
-  Objeto dinamico Interruptor
-  Objeto dinamico Interruptor 3 estados
-  Punto dinamico para texto
-  Punto dinamico para numeros

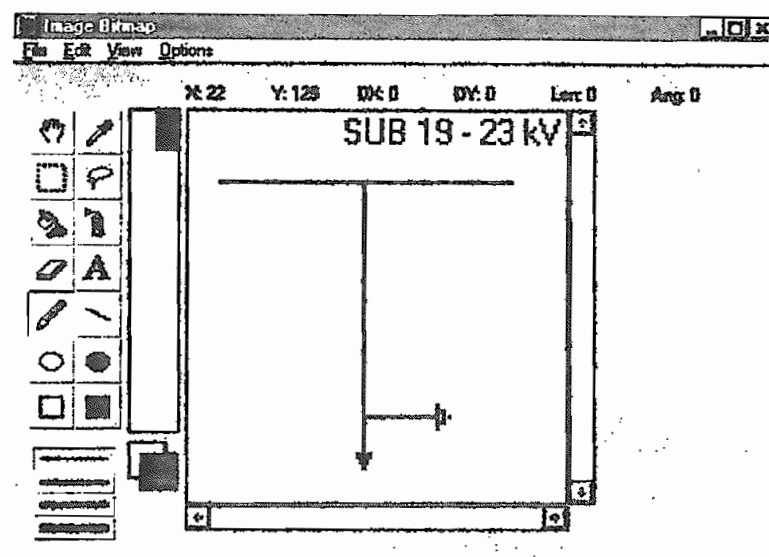
Para crear el mímico se requiere de una imagen de fondo, la librería de iconos de objetos dinámicos. Si se desea se puede crear una librería personalizada o utilizar alguna ya definida.

#### 5.4.1 EDITOR DE IMAGEN DE FONDO

Por medio del ícono respectivo, ubicado en la barra de herramientas se accede a una nueva ventana que corresponde al editor de imagen de fondo, que se compara a un programa para creación de imágenes básico.

En éste editor se construye el diagrama unifilar sin considerar los objetos de control con la posibilidad de insertar texto.

En el menú principal de esta ventana se encuentran los comandos necesarios para editar la imagen así como encontrar los comandos básicos para archivos, es decir almacenar, importar o exportar la imagen diseñada.



*Fig. 5.7 Editor de imagen de fondo*

#### **5.4.2 EDITOR DE GALERÍA DE ÍCONOS.**

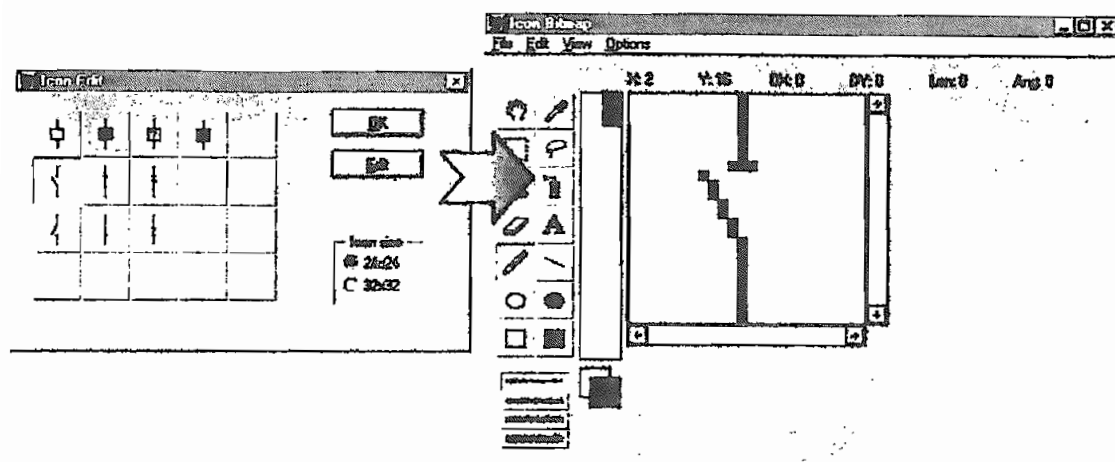
Para acceder al editor de menús se presiona el ícono respectivo en la barra de herramientas. Por lo general la galería de íconos aparece vacía, con la posibilidad que el usuario la desarrolle bajo una simbología personalizada o según alguna norma.

La galería de íconos consistirá entonces de la simbología de los objetos controlables o indicadores de estado, de forma independiente si se desea.

Es necesario determinar íconos para cada estado del objeto, es decir abierto, cerrado y no definidos, en caso del interruptor de tres estados será necesario también definir el ícono para el estado de puesta a tierra.

Si se desea crear un nuevo ícono o editar alguno de los ya existentes el editor de íconos está disponible, en la misma ventana de la galería de íconos a través del botón editar.

Una ventana similar al editor de imagen de fondo aparece con los mismos comandos de edición de la imagen y archivo.



*Fig. 5.8 Galería de iconos de objetos dinámicos y editor de iconos*

En el mímico se pueden insertar, dependiendo de los objetos dinámicos un número máximo de elementos como se muestra en la siguiente tabla 5.2, los bloques de función asociados a cada objeto dinámico se muestran también:

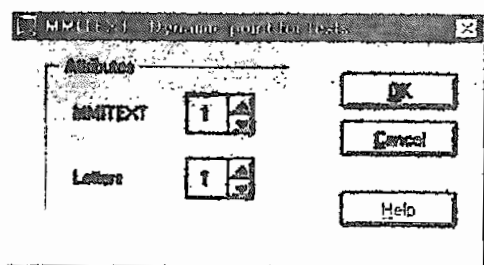
*Tabla 5.3 Número máximo de elementos por objetos dinámicos que se pueden insertar en el mímico*

Objeto Dinámico	Bloque de función	Número de elementos	
CB	Disyuntor	COCB	2
DC	Seccionador	CODC	5
IND	Indicación	COIND	8
SW	Interruptor	COSW	4
3DC	Interruptor 3 estados	CO3DC	3

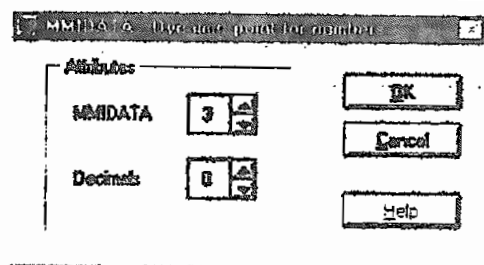
### 5.4.3 PUNTOS DINÁMICOS DE TEXTO Y NUMÉRICOS

En la barra de objetos dinámicos se encuentran los íconos que permiten insertar los puntos de dinámicos numérico y/o texto en la imagen del mímico.

Cada punto dinámico posee una identificación única que puede ser asignada a cualquier variable en la herramienta de configuración por medio de los bloques de función.



( a )



( b )

Fig. 5.9 Cuadros de diálogo para configuración de un punto dinámico  
a) texto b) numérico

En los cuadros de diálogo se puede configurar los atributos de los puntos dinámicos, tanto el número de caracteres como la identificación del bloque de función asignado así:

BLOQUE DE FUNCION	Número de puntos dinámicos	Tipo de Punto dinámico
MMITEXT	5	Texto
MMIDATA	5	Numérico

#### 5.4.4 EDITOR DE TEXTO DE ALARMAS E INDICACIÓN DE LEDs.

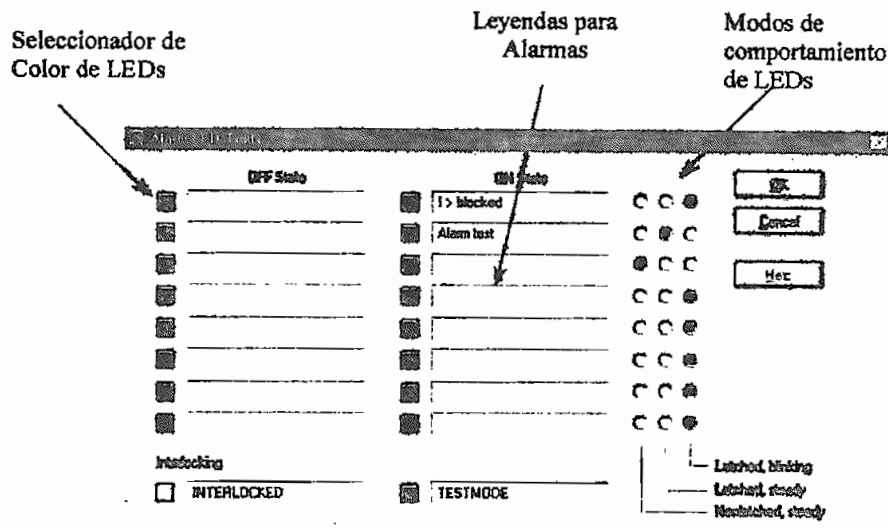
Las unidades de protección REF54X poseen de 1 a 8 LEDs programables y un LED adicional para indicación de estado de Inter-bloqueo y modo de prueba.

En esta ventana se puede identificar tres zonas, las columnas de leyenda de alarmas, los botones de color de indicación de LED y el modo de indicación de LED.

El color de indicación de LED se cambia presionando sucesivamente los botones ubicados en la parte izquierda de las leyendas de alarmas. Se puede seleccionar de entre los colores: rojo, verde, amarillo y apagado.

El comportamiento del LED se selecciona de entre tres modos de los cuales ya se mencionó en los capítulos anteriores, estos modos son:

- Sin enclavamiento y luz permanente (*Non-latched and steady*)
- Con enclavamiento y luz permanente (*Latched and steady*)
- Con enclavamiento y luz intermitente (*Latched and blinking*)



*Fig.5.10 Editor de texto de alarmas e indicación de LEDs*

## 5.5 HERRAMIENTA DE CONFIGURACION DEL RELÉ

La herramienta de configuración del relé es aquella que permite realizar el sistema de protección propiamente dicho, esta utilidad es una herramienta estandarizada basada en la norma IEC 1131-3 .

### 5.5.1 ACERCA DE LA NORMA IEC 1131-3

La norma IEC 1131-3 ha sido establecida para normalizar múltiples lenguajes, grupos de instrucciones y diferentes conceptos existentes en el campo de los sistemas de automatización.

La IEC 1131-3 estandariza los lenguajes de programación, la interfase entre PLC y los sistemas de programación, los grupos de instrucciones y el manejo y estructura de proyectos.

La herramienta de configuración del CAP505 integra en su totalidad esta norma, además de adicionar algunas variantes para facilidad en el manejo y programación, estos son:

- La declaración de variables es similar a la que se desarrolla en la programación de lenguajes de alto nivel.
- La declaración del tipo de dato es posible.
- Se pueden definir variables o datos globales o locales.
- Programación gráfica, basada en símbolos.

La herramienta de configuración de relés, es un sistema de programación basado en plataforma Windows, que utiliza una interfase gráfica, por consiguiente los fundamentos de la IEC 1131-3 que están orientados a gráficos y símbolos, son utilizados en esta herramienta. Estos elementos son:

- ⇒ El Proyecto
- ⇒ Librerías
- ⇒ Tipos de datos
- ⇒ Unidades de organización de programas POU's y
- ⇒ Los elementos de configuración.

### Proyecto

Un proyecto representa el grupo de elementos de configuración, POU's, librerías y tipos de datos de un sistema de automatización, esto significa que para iniciar un programa se debe de crear un proyecto con todos los elementos necesarios.

Un proyecto tiene una estructura de árbol de elementos como se muestra en la figura 5.11.



*Fig. 5.11 Estructura de un proyecto*

Las subestructuras de un proyecto pueden además tener uno o más elementos.

#### **Librerías**

Las librerías constituyen otros proyectos que han sido renombrados como librerías, con sus propias subestructuras.

#### **Tipos de Datos**

Ésta subestructura se utiliza para definir o declarar los tipos de datos.

#### **POUs**

Las subestructuras consisten de varias hojas de trabajo. Una para descripción, donde se puede describir los propósitos del POU. Una hoja para declaración de variables. Y otra donde se encuentra el código, en donde las instrucciones del programa pueden ser editadas.

#### **Hardware Físico**

Esta subestructura permite configurar los elementos, que son representados en el proyecto en forma gráfica, la configuración de elementos diferirá una de otra, dependiendo del hardware disponible. En general una o varias configuraciones pueden ser usadas en la configuración de un relé, así como las tareas asociadas a los diferentes programas.

Esto es entonces una visión de manera general sobre la estructura de un proyecto y la información que cada subestructura de proyecto contiene.

### **5.5.2 CREACIÓN DE UN PROYECTO**

Es necesario que los atributos del relé ya estén seleccionados como se mencionó anteriormente. Es decir debe haber ya sido seleccionado la librería del software y la configuración de la aplicación.

Para éste caso se iniciara con la aplicación vacía, con la finalidad de crear un sistema personalizado de protección.

Al momento de iniciar la herramienta es necesario ingresar una palabra clave de protección, que puede ser personalizada.

Cuando se accede al programa de configuración de relé, se muestra una pantalla principal, que contiene una estructura de proyecto con los elementos principales de los cuales se mencionó anteriormente.

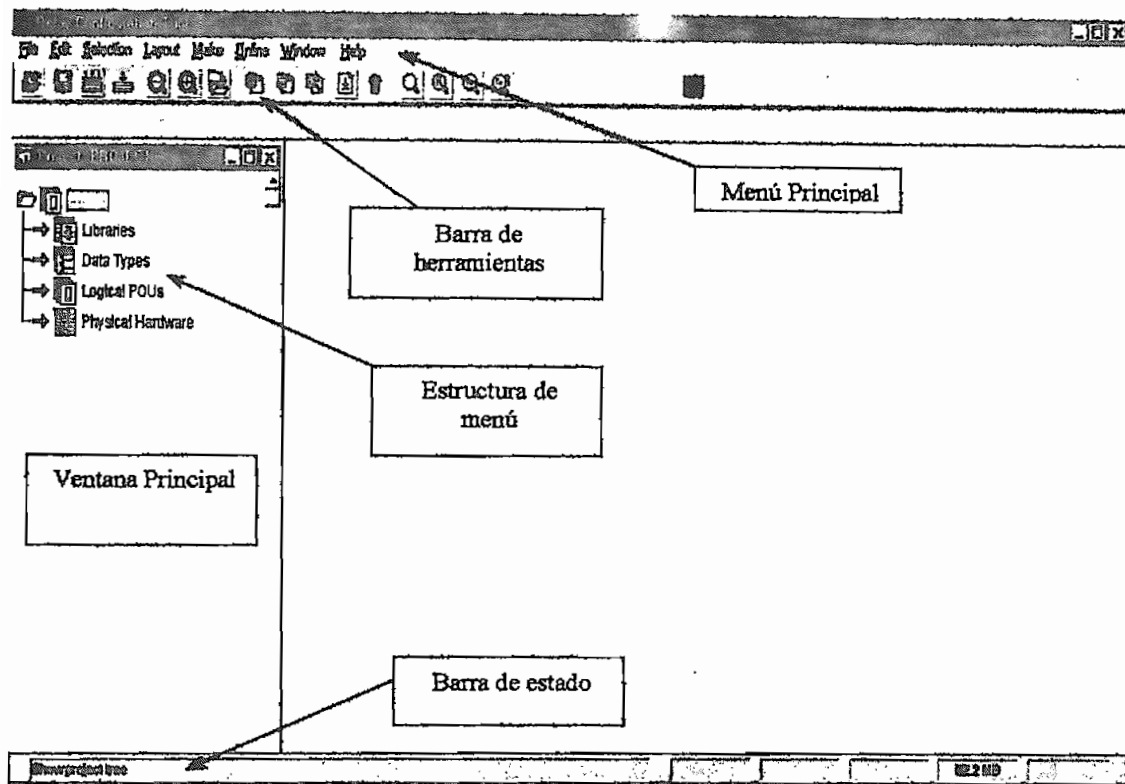


Fig. 5.12 Apariencia de la ventana principal de la herramienta de configuración de relés

### 5.5.2.1 Definición del Hardware Físico

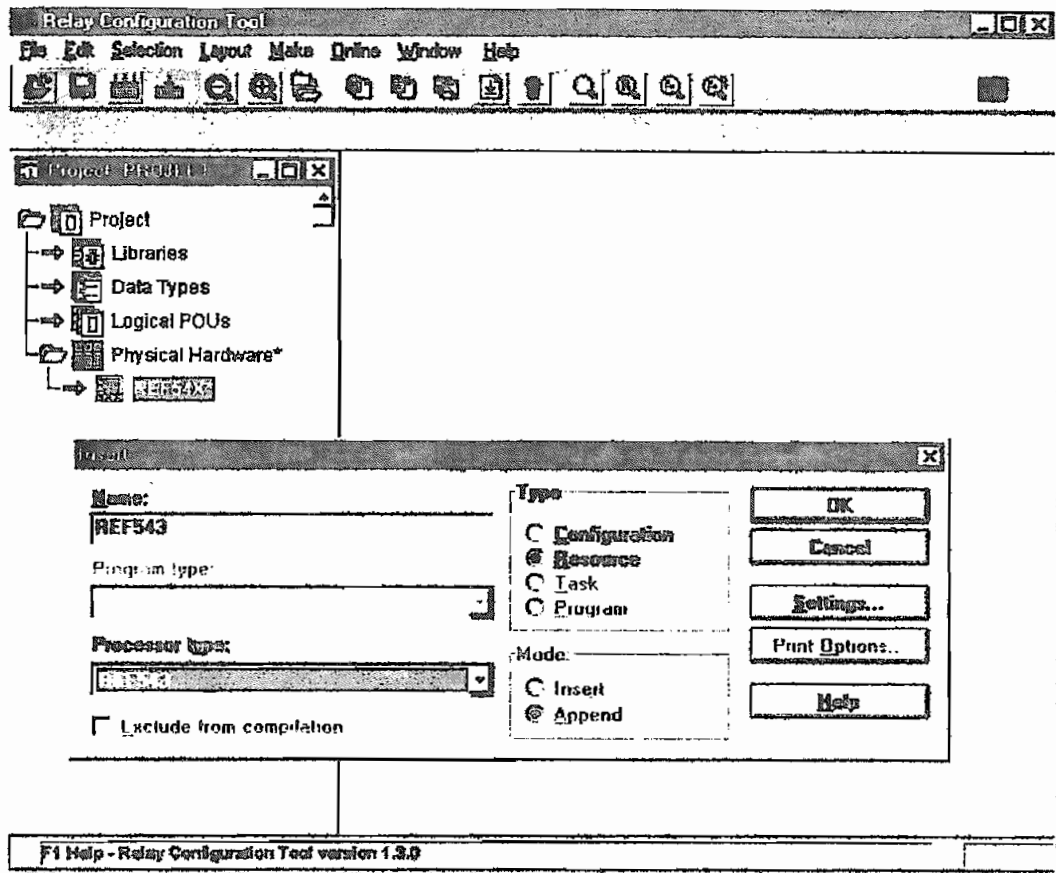
El primer paso a seguir, consiste en definir el hardware disponible, las entradas binarias, salidas, etc.

En la estructura de proyecto se selecciona *Physical Hardware*, y se presiona el icono insertar, o en su defecto el comando "insert" en el menú principal.

Una ventana de diálogo aparece y se selecciona el tipo de hardware disponible en éste caso REF54X, se ingresa el nombre del hardware y se acepta.

Se selecciona el hardware en la estructura de proyecto y nuevamente se inserta un elemento, esto es para definir el tipo de procesador del hardware en la familia de equipos REF54X, se selecciona REF543.





*Fig. 5.13 Insertando la unidad REF543 como elemento físico del proyecto*

El proceso descrito anteriormente permite configurar todas las variables para las entradas y salidas para la unidad REF543.

Es necesario también definir el modelo del Hardware, esto se hace por medio del botón de configuración "Settings". En éste proyecto se utilizará el modelo 1MRS090126-ABB/CAB que corresponde al modelo del hardware del simulador que se dispone en el laboratorio actualmente.

Cuando se ejecuta éste comando aparece una nueva ventana que permite configurar la unidad REF543 propiamente dicha, es decir canales analógicos, características técnicas de los transformadores de corriente y voltaje conectados a los canales analógicos y entradas binarias, frecuencia del sistema, medidas y condición de monitoreo. Por lo general estas dos últimas permanecen desactivadas mientras no se ingresen los respectivos bloques de función.

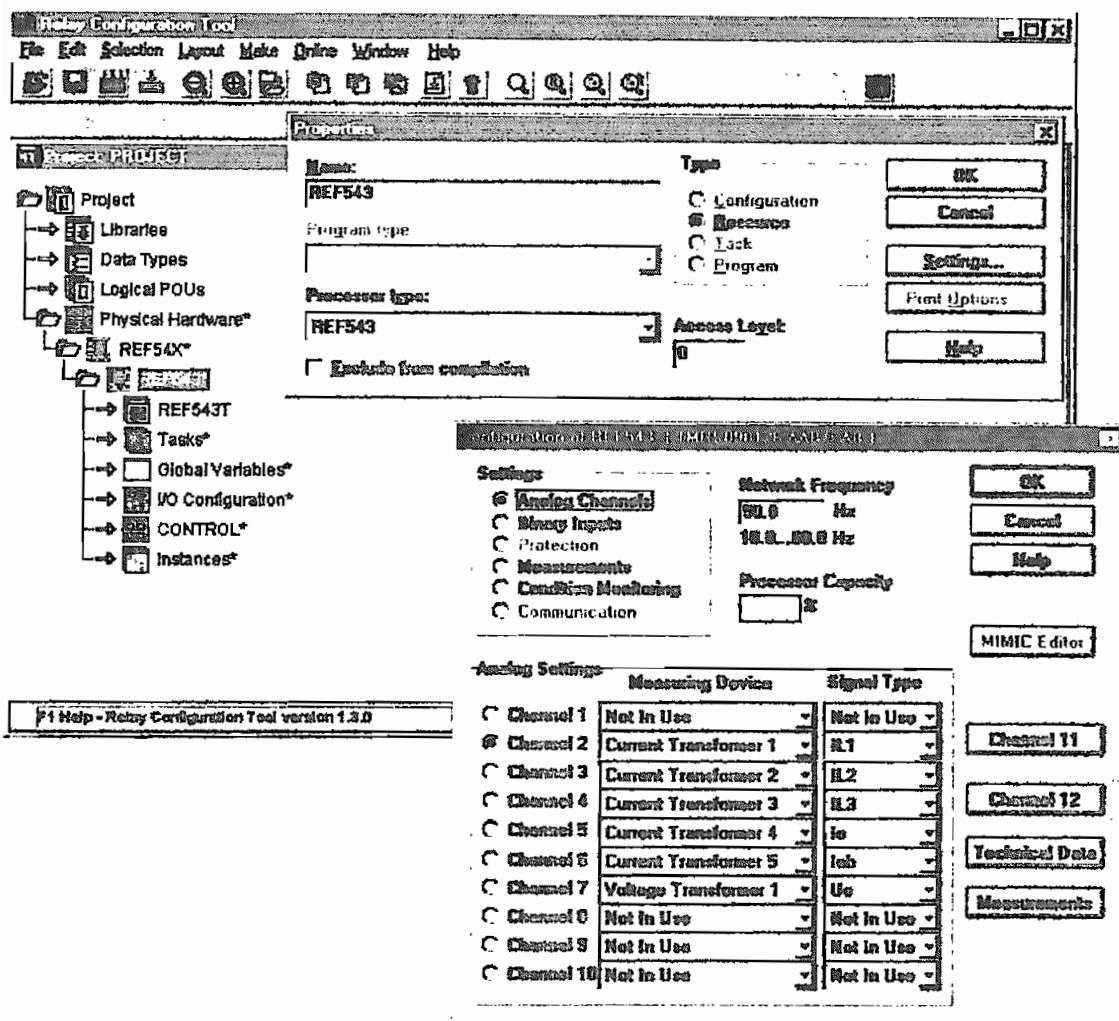


Fig. 5.14 Configuración de la unidad REF543, canales analógicos, entradas binarias, datos técnicos de transformadores y frecuencia del sistema

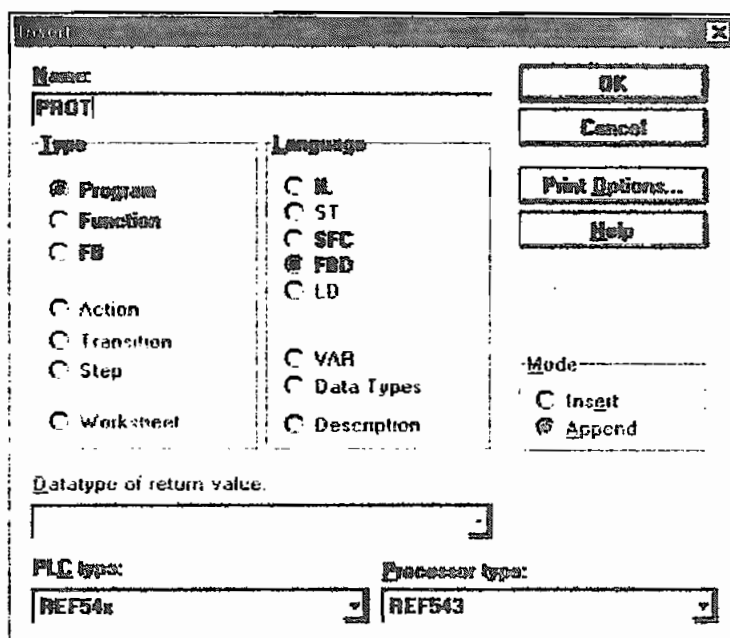
El siguiente paso consiste en insertar la librería de aplicación para la configuración, el proceso para insertar el elemento librería, es similar al descrito anteriormente.

La librería que se utilizará es la REFLIB01, que se encuentra en la siguiente ubicación: C:\sc\common\eclibs\fl\

### 5.5.2.2 Creación de un Programa

La creación de un programa se hace por medio de la subestructura Logic POU, es necesario designar un nombre del elemento y definirlo como programa. Están disponibles varios lenguajes de programación, sin embargo en esta tesis se utilizará la programación basada en diagramas de bloques de función FBD (*Function Block Diagram*).

De igual manera hay que definir el tipo de PLC (REF54X) y el tipo de procesador (REF543).



*Fig.5.15 Configuración de un elemento de la subestructura Logic POU.*

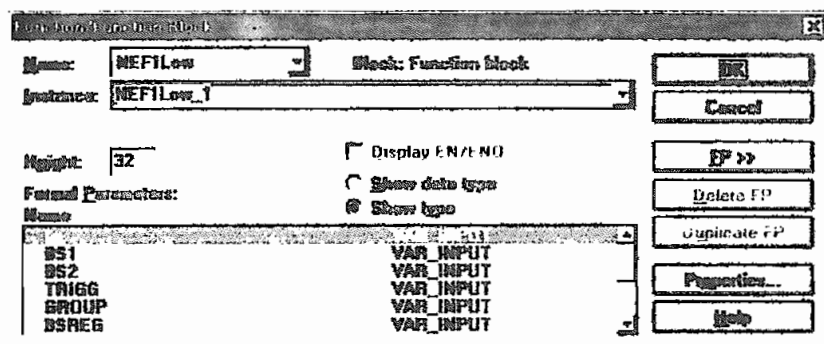
Cuando ya está definida la estructura para el programa, se accede a la hoja de trabajo haciendo doble click sobre el elemento programa con el nombre dado por el usuario.

Para insertar un bloque de función, se tiene que dar una posición en la hoja de trabajo y presionar el ícono de inserción de bloque de función, localizado en la barra de herramientas. El bloque de función que se desea seleccionar se escoge de una lista en el cuadro de diálogo que aparece seguidamente luego de presionar el ícono.

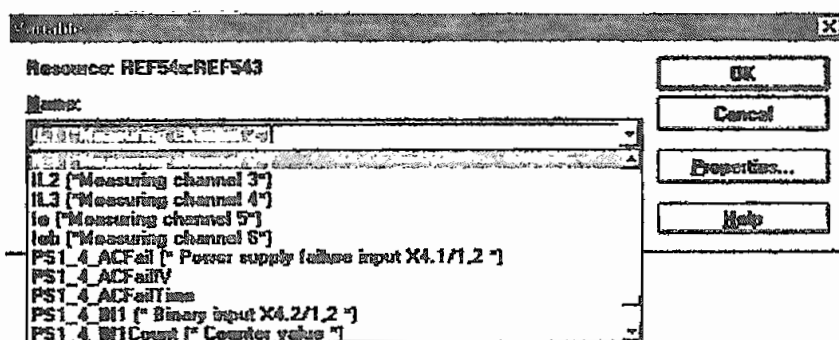
Los bloques de función necesitan ser conectados a las entradas físicas, y esto se hace a través de las variables globales, una variable global es una conexión desde el bloque de función a una señal que puede ser de las entradas analógicas o binarias y señales de salida salidas.

Es importante mencionar que todas entradas y salidas de una unidad REF ya están definidas como variables globales, y están listas para ser usadas en la configuración.

Todas las entradas, salidas y variables de comunicación se las puede encontrar, en la lista de variables globales y en la lista de variables locales, se pueden encontrar las aquellas variables que se estén utilizando en la hoja de trabajo en particular. En caso de que se requiera crear una variable personalizada, es decir que no estén en la lista, se puede definir el nombre de la variable mediante el cuadro de diálogo "Add variable" y definir el tipo de variable.



(a)



(b)

Fig. 5.16 Cuadros de diálogo

a) Insertar un bloque de función  
b) Insertar Variables

Para activar una configuración de protección, es necesario antes definir las tareas y sus tiempos, una tarea consiste en determinar cuan frecuente debería ser ejecutado el programa por el relé, como regla general se recomienda configurar las tareas de la siguiente manera.

‣ Funciones de protección	10 ms.
‣ Funciones de control	20 ms.
‣ Funciones de medida	40 ms.
‣ Funciones de monitoreo	100 ms.

Para insertar una tarea, se selecciona "Tasks" en la subestructura de Physical Hardware, se define un nombre, el tipo y la duración de la tarea.

Los tipos de tareas disponibles son: cíclicas, por evento, de interrupción.

Luego de esta hay que asignar el programa para la tarea creada, esto se hace insertando un elemento en la tarea creada y seleccionando el programa de una lista.

En resumen los pasos a seguir para crear una estructura de proyecto son:

- 1) Definir el Hardware
- 2) Insertar la librería de Software
- 3) Crear una programa en la subestructura *Logic POU*
- 4) Definir las tareas y sus tiempos

En la figura 5.16 se muestra una estructura de proyecto, que contiene todos los elementos para creación de un programa.

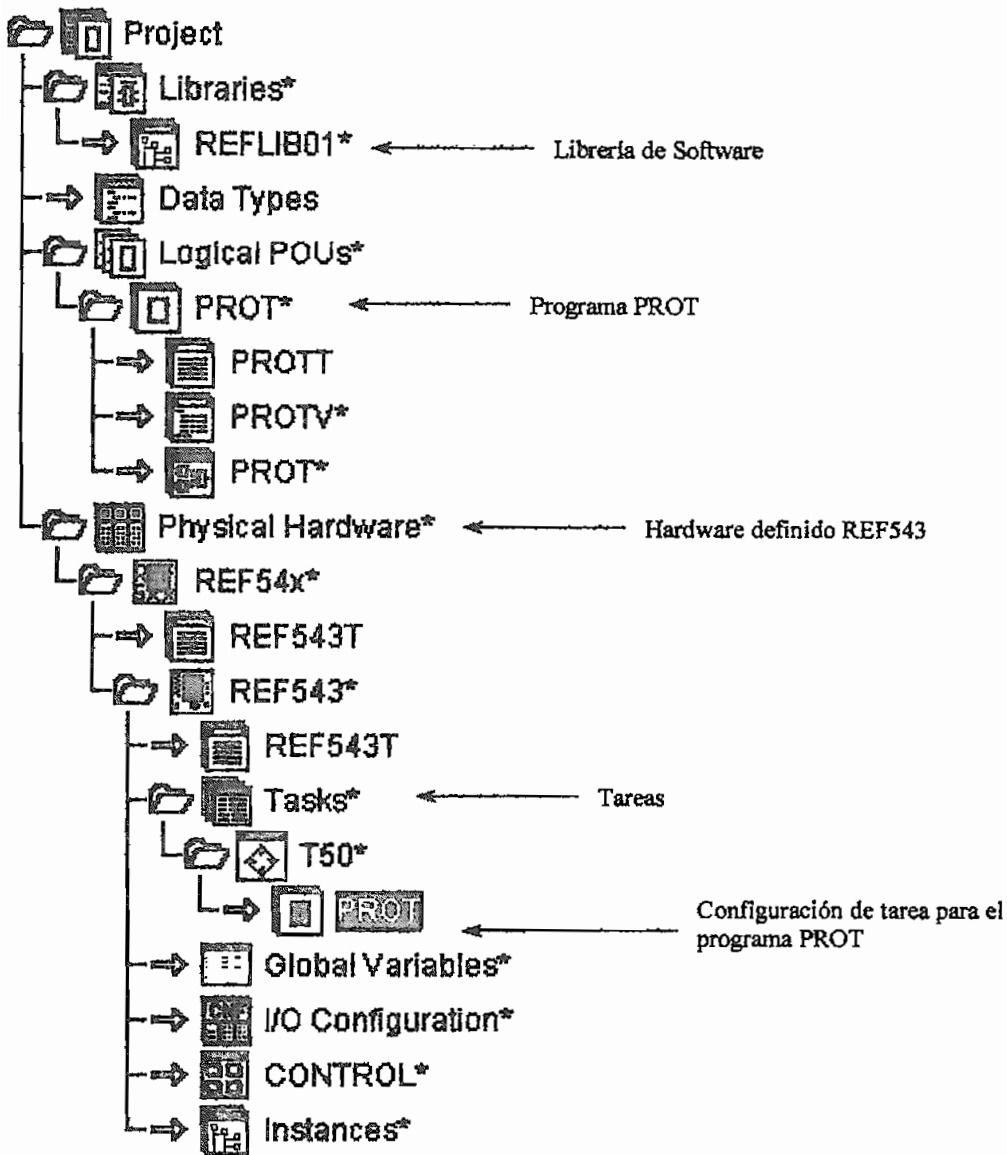


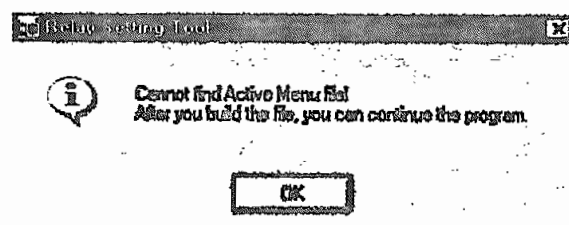
Fig. 5.16 Estructura de proyecto

Cuando un proyecto ya ha sido terminado, el último paso consiste en compilar el proyecto, es decir generar el código para poder enviar la configuración al relé. Un proyecto no puede ser enviado al relé mientras el compilador no haya sido ejecutado y sobretodo la presencia de errores sea nula.

## 5.6 HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS

La herramienta de configuración "Relay Setting Tool" permite tener acceso a los parámetros configurados en las unidades REF54X, con posibilidad de ser descargados desde el relé, modificarlos y enviarlos nuevamente.

En un inicio, cuando se ejecuta por primera vez esta herramienta aparece una ventana de diálogo advirtiéndole que no está construido el archivo de menú, como se muestra en la figura 5.4. Éste archivo de menú depende de las librerías de aplicación que estén presentes en el proyecto actual.



*Fig. 5.17 Ventana de diálogo, que indica que archivo de menú no está construido*

Seguido de aceptar, aparece una nueva ventana en la que se tiene información sobre la localización de los archivos fuente para la creación del archivo de menú, cuando se selecciona la opción "construir", se obtendrán los archivos necesarios, para la creación de éste. Es necesario, comprobar que la información que aparece luego de construir sea la correcta para obtener todas las librerías de aplicación necesarias. (Figura 5.18)

En un principio como se está utilizando una librería sin aplicaciones, no aparecerá ninguna información. Sin embargo la posibilidad de descargar los parámetros de las librerías de una unidad REF54X ya configurada es posible.

La ventana principal de la herramienta de configuración de parámetros está conformada por varias fichas de información, esta información es básicamente, la misma que se obtiene en la unidad REF543 cuando se trabaja en el nivel técnico, que se describió en el capítulo 3.

Es decir se pueden encontrar los parámetros de todos los bloques de función de protección, control, medida, comunicación, supervisión y estándar que han sido

instaladas en la unidad REF543, así como los parámetros generales, información y grupos de parámetros disponibles.

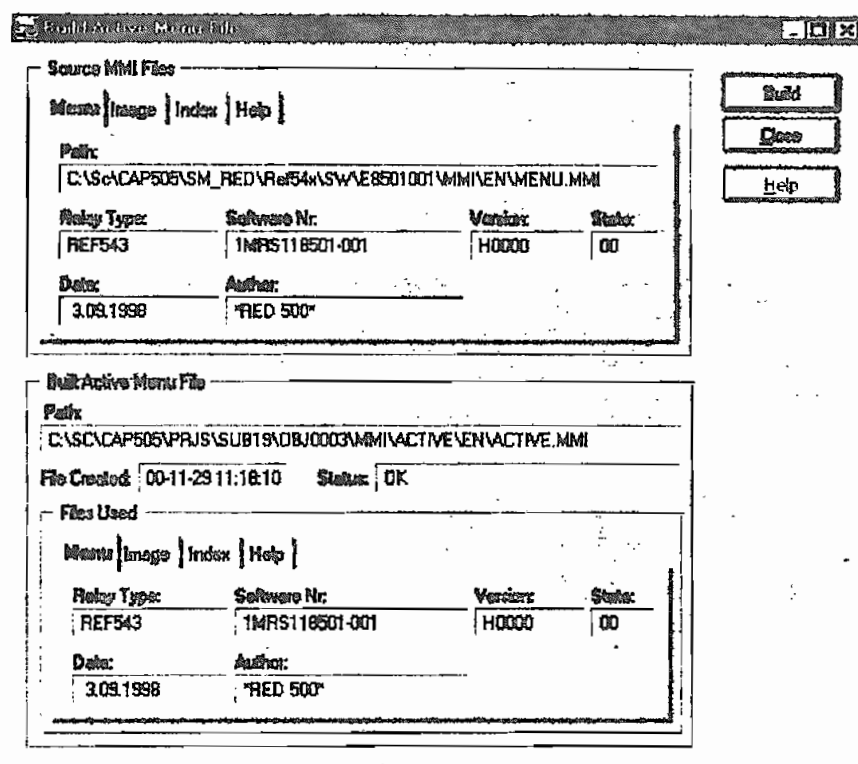


Fig. 5.18 Ventana de construcción del menú de archivos del relé

En la ventana principal se pueden distinguir la barra de menú y la barra de herramientas, con funciones típicas de archivos, impresión y ayuda.

Hay que distinguir que en esta barra de herramientas se encuentra las funciones de envío y descarga de parámetros, se localiza en dos iconos que contienen un computador, hay que mencionar que antes de realizar el envío de los nuevos parámetros así como descargarlos es necesario que ya se haya configurado la herramienta de comunicación, de la cual se mencionó anteriormente.

La posibilidad de comprobar los datos actuales con otros nuevos configurados o en su defecto antiguas configuraciones son posibles, con el comando de comparación.



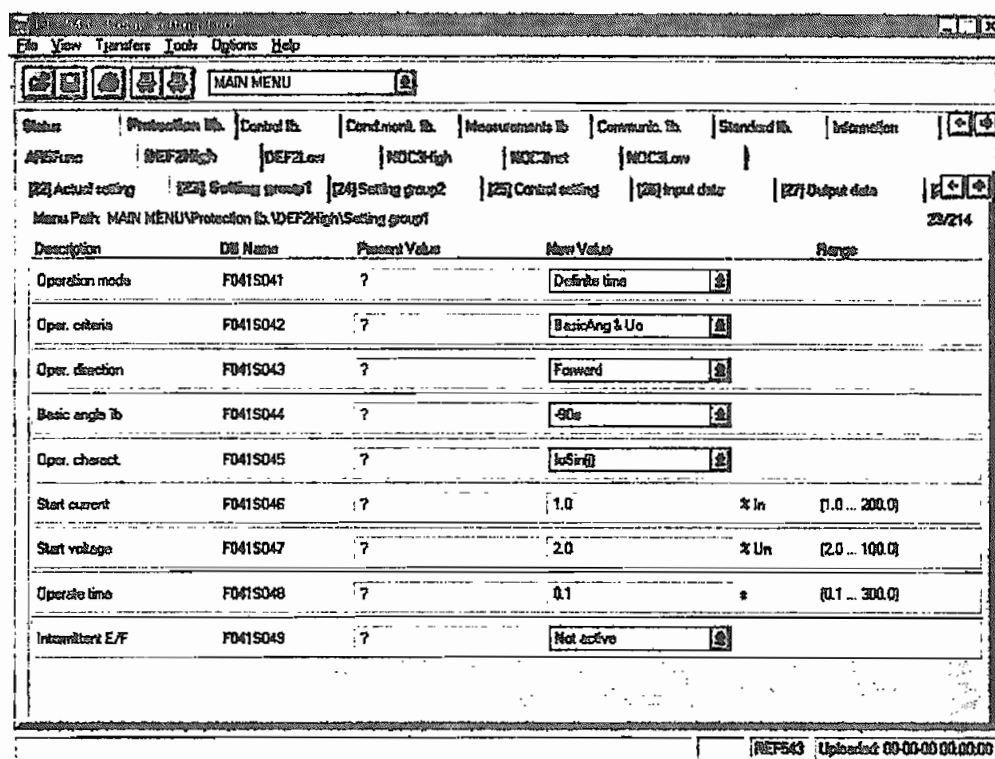


Fig. 5.19 Ventana Principal del la Herramienta de configuración de parámetros.

## 5.7 APLICACIÓN AL PRIMARIO A DE LA SUBESTACIÓN No 19 DE LA EEQ S.A.

Todo el proceso de conocer cada uno de los bloques de función en general que forman parte de un sistema para protección, control y medida; así como el manejo del programa computacional CAP505 hacen necesaria una aplicación real.

El sistema de protección integrada que se desarrollara como aplicación en esta sección está destinado para el alimentador A de la Subestación No 19 de la Empresa Eléctrica Quito SA.

### 5.7.1 INFORMACION ACERCA DE LA SUBESTACION No 19 Y EL ALIMENTADOR PRIMARIO A

La Subestación No 19 pertenece a la Empresa Eléctrica Quito S.A. y presta sus servicios a la parte urbana que abarca el sector de Cotocollao, la Rumifahui, Parque de los Recuerdos, Calacalí, Pomasqui y San Antonio de Pichincha.

La alimentación de la subestación se hace a través de las líneas de 138 kV doble circuito provenientes de la Subestación Selva Alegre y también a través de una línea de 46 kV, bidireccional que se encuentra conectada a la Subestación No 17. La subestación posee un transformador trifásico principal de 100 MVA, con una entrada a través del bushing en 138 kV y una salida en 46 kV (Y-Y) y un bobinado terciario de 23 kV, posee también un transformador secundario con relación de transformación de 46/23 kV ( $\Delta$ -Y) de 33 MVA, la barra en el lado de 23 kV posee 4 salidas correspondientes a los alimentadores primarios A, B, C y D con voltaje de 22.8 kV. Existe también un tercer transformador de 46/13.2 kV de 10 MVA el cual alimenta el primario E de 13.2 kV.

El resumen del sistema de protección de la Subestación No 19 y diagrama Unifilar se muestran en el Anexo D.

En cuanto al equipo de medición posee amperímetros analógicos para medición de corriente y amperímetros para demanda de corriente en todos los primarios y la medición de voltaje a nivel de cada una de las barras. Posee además medidores de Potencia Activa y Reactiva.

El primario A específicamente abastece los sectores de Loma Hermosa, Mena del Hierro y las Urbanizaciones El Condado, La Esperanza, los Cipreses y Balcón del Norte.

El sistema de protección que actualmente posee el alimentador A de la Subestación No19, consta de relés electromecánicos los cuales se resumen en la tabla 5.4. En cuanto a la medición posee un amperímetro analógico para medición de las corrientes y amperímetro analógico para demanda.

*Tabla 5.4 Relés de protección para el alimentador A de la Subestación No 19*

Tipo de Relé de Protección	Número de Relés	Tipo de Relé	Marca	TAP	Level	Observaciones
Sobrecorriente	3	Electromecánico	GEC	4, 4.8, 6, 8, 9.6, 12, 16	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDG63FF2605BAG
Sobrecorriente Falla a Tierra	1	Electromecánico	GEC	0.5, 0.6, 0.75, 1, 1.2, 1.5, 2	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDF23AF2487256 Instantáneo: k1 = 1-2 k2 = 1 Inst.. = k1*k2*4
Relé Reconexión	1	Electromecánico	GEC			VAR71RF2001N
Relé Auxiliar	1	Electromecánico	Koyo Electric.			XK-5A
Relé Auxiliar	1	Electromecánico	GEC			VAX

### 5.7.2 CREACION DEL PROGRAMA DE APLICACION

Esta aplicación incluirá todo lo necesario para configurar la unidad de protección REF543, es decir funciones de protección, control y medida; el mímico, los símbolos de los objetos de control, anuncio de alarmas e indicación de LEDs. En conformidad con la persona encargada de la operación de éste alimentador.

El sistema de protección integrada que se desarrollará reemplazará los relés de protección existentes por los bloques de función que cumplen con la misma función y se integraran otras funciones adicionales. De igual manera el sistema de medición, contará con las mediciones convencionales del alimentador y adicionalmente se incluirán otras, las cuales son descritas más adelante en la descripción y resultados del programa.

Para la creación del programa para el sistema de protección integrada es necesario definir los siguientes aspectos:

- Funciones que integraran el sistema de Protección
- Apariencia del mímico
- Textos de Alarmas e indicación de LEDs.
- Entradas y Salidas Binarias del REF543 que serán utilizadas.

### 5.7.2.1 Funciones que Integrarán el sistema de Protección .....

El sistema de protección integrada contará con las siguientes funciones:

#### Funciones de Protección

⚡ Sobrecorriente no direccional	NOC3Inst NOC3Low, NOC3High	50 50 / 51B 50 / 51
⚡ Falla a tierra no direccional	NEF1Inst NEF1Low NEF1High	50N 51N 50N / 51N
⚡ Función de Auto-recierre	AR5Func	79
⚡ Baja frecuencia	Freq1St	81

#### Funciones de Control

☞ Control de Disyuntor	COCB1	252 - 2
☞ Indicaciones	COIND1	289

#### Funciones de Medida

⊕ Medida de Corriente Trifásica	MECU3A
⊕ Medida de Voltaje Trifásico	MEVO3A
⊕ Medida de Potencia y Energía	MEPE7
⊕ Medida de Frecuencia del Sistema	MEFR1

#### Funciones de Monitoreo

<input checked="" type="checkbox"/> Supervisión de Energización (Voltaje)	CMVO3
<input checked="" type="checkbox"/> Supervisión de Energización (Corriente)	CMCU3
<input checked="" type="checkbox"/> Supervisión del Circuito de Disparo	CMCTS
<input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Perturbaciones transitorias	MEDREC16

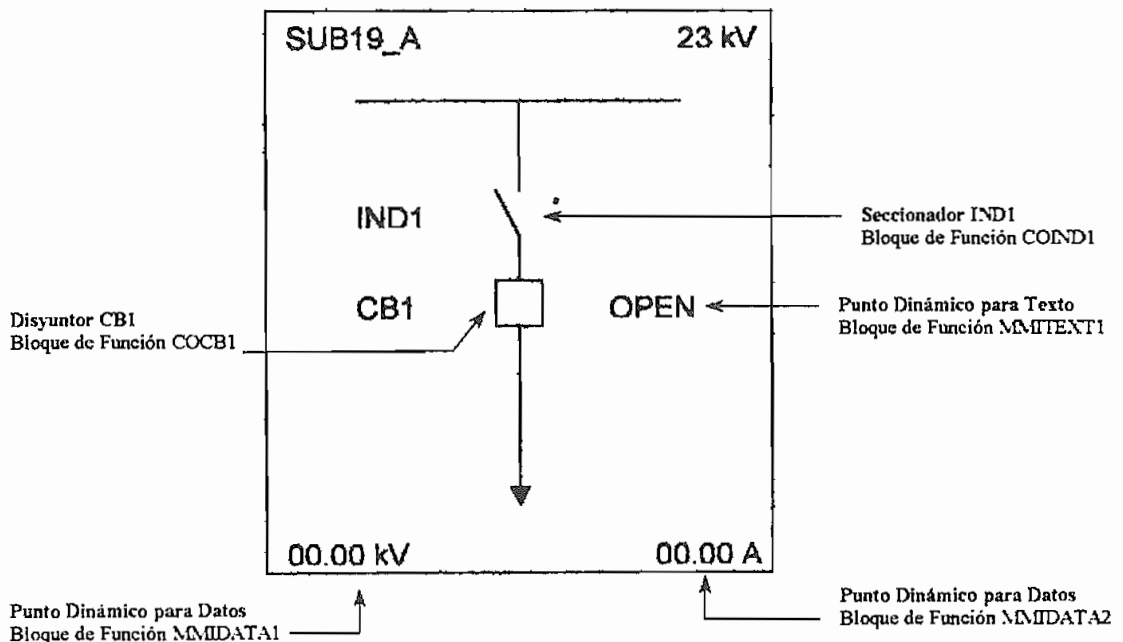
### 5.7.2.2 Configuración de la apariencia del mímico

Para la configuración de la apariencia del mímico es necesario definir la simbología que se utilizará, la cual se crea como se indicó anteriormente, mediante el editor de íconos.

La simbología que se utilizará para la identificación de los objetos en el mímico del MMI será como se muestra a continuación.

OBJETO	ESTADO ABIERTO	ESTADO CERRADO	ESTADO INDEFINIDO 00	ESTADO INDEFINIDO 11
Disyuntor CB1				
Seccionador 1 IND1				

Considerando la simbología mostrada anteriormente y los bloques de función asociados, la apariencia del mímico quedará definida como se muestra en la figura 5.20.



*Fig. 5.20 Apariencia y bloques de función asociados para creación del mímico en el editor.*

### 5.7.2.3 Texto de Alarmas e Indicación de LEDs

Los textos de alarmas e indicación de LEDs, para la configuración en el editor del mímico serán de la siguiente manera

Estado OFF			Estado ON			1	2	3
B	CMCU y CMVO	OK	R	Pérdida de Energización		X		
B	CMTCS	OK	R	Error en Circuito de Disparo		X		

Los colores de los LEDs serán definidos como:

B	Apagado
R	Rojo
V	Verde
A	Amarillo

Los modos del LED

1	Luz permanente sin enclavamiento
2	Luz permanente con enclavamiento
3	Luz Parpadeante con enclavamiento

### 5.7.2.4 Entradas Binarias y Salidas

Es necesario definir los canales analógicos, entradas binarias y salidas que serán destinadas a los bloques de función para el control e indicaciones, tomando en cuenta que estos son requeridos al momento de creación del programa y se los inserta como variables globales.

Entradas para Indicación de Objetos			
Objeto	Estado	Terminal	Variable Global
Disyuntor CB1	OPEN	X5.1/1,2	BIO1 5 B11
	CLOSE	X5.1/2,3	BIO1 5 B12
Seccionador IND1	OPEN	X5.1/4,5	BIO1 5 B13
	CLOSE	X5.1/5,6	BIO1 5 B14

Salidas de Control			
Objeto	Estado	Terminal	Variable Global
Disyuntor CB1	OPEN	X4.1/17,18	PS1_4_HSPO2
	CLOSE	X4.1/12,13	PS1_4_HSPO1

Con toda esta información mostrada anteriormente es posible entonces crear el programa de aplicación.

### 5.7.3 DESCRIPCION Y RESULTADOS DEL PROGRAMA

Básicamente el programa cumple con las funciones de protección que se describieron anteriormente, cada una de forma independiente.

Las funciones de sobrecorriente y fallas a tierra están asociadas a la función de auto-recierre (señal TRIP), es decir en caso de ocurrir una situación de sobrecorriente o falla a tierra la función de auto-recierre actuará con dos re-cierres (uno instantáneo y otro con retardo de tiempo); antes de realizar un disparo final. La función de Baja frecuencia actuará abriendo el disyuntor (con retardo de tiempo de 12 ciclos), cuando se alcance el valor de frecuencia de 59 Hz. Considerando que el alimentador A está programado para el tercer paso en la programación del esquema de alivio de carga.

En el programa se puede apreciar algunas salidas binarias para señal, estas están destinadas según lo siguiente:

- La señal BIO1\_5\_SO3, está designada para operar una señal visual que informará que se ha ejecutado un inicio de protección (señal START) por parte de alguno de los bloques de funciones de protección en forma general. Claro está que si se desea saber el bloque específico que generó esta señal se puede obtener esta información en la pantalla del MMI.
- La señal BIO1\_5\_SO4, está designada para operar una alarma visual que indica, que la Función de protección contra falla de disyuntor (señal CBFP), ha sido ejecutada por algún bloque de función.

En lo que se refiere al control, la operación del disyuntor está en conformidad con lo descrito anteriormente, sin embargo en el programa se incluyeron algunas particularidades:

- Por medio de la entrada OPENDIR del bloque que controla el disyuntor y el bloque de función COCBDIR, se permite realizar la apertura directa de disyuntor por medio del MMI del REF543, con los botones de comandos que éste dispone.
- Se ha integrado un sistema de protección condicional, que consiste en no permitir el cierre del disyuntor mientras la indicación del seccionador no esté en posición cerrado, esto se ha hecho considerando que los seccionadores no pueden ser conmutados bajo carga.
- También se ha activado la supervisión de validación del estado del disyuntor aprovechando que esta función está disponible en el bloque de función que controla al disyuntor (COCB1).
- La supervisión del circuito de disparo de disyuntor también está integrada a través del bloque de función CMTCS. Y de igual manera la supervisión de pérdida de energización con los bloques de función CMCU y CMVO. En caso de que alguna falla haya sido detectada por las tareas de supervisión las alarmas correspondientes serán mostradas en el MMI de acuerdo a lo descrito anteriormente en las configuración de textos de alarmas e indicación de LEDs

Con las funciones de medida que se han integrado y que se enumeraron anteriormente, el usuario tiene el acceso a las siguientes cantidades.

- Medida de las tres corrientes de línea.
- Medida de los tres voltajes de fase.
- Frecuencia del Sistema
- Potencia Activa
- Potencia Reactiva
- Factor de Potencia
- Demanda
- Corriente de Neutro (Calculada internamente)

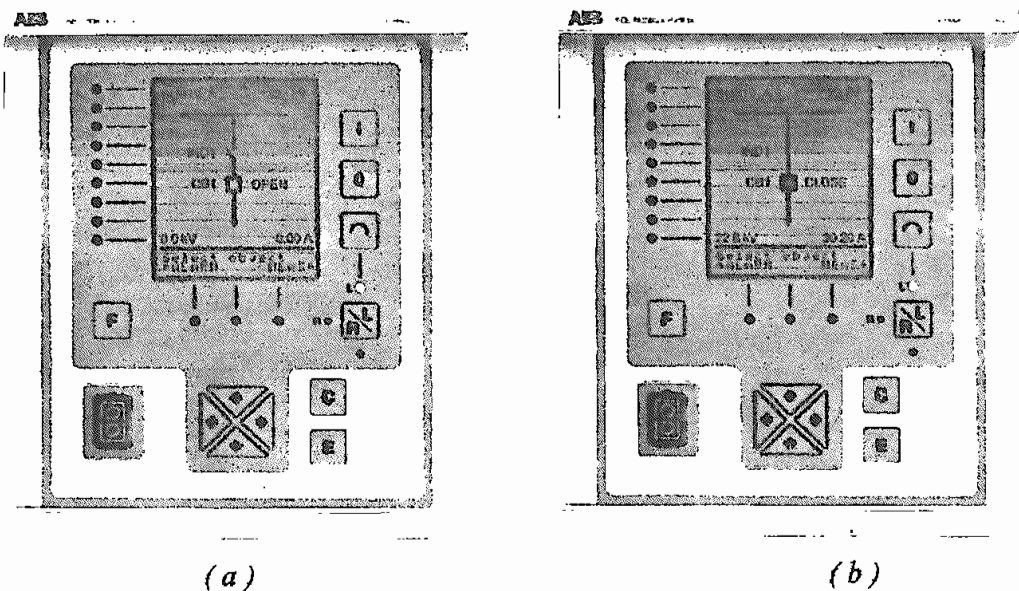


Hay que mencionar que en la pantalla principal del MMI, solo se mostrarán el valor de corriente y voltaje de una sola fase, y para observar las demás mediciones se requiere acceder a las otras pantallas en el nivel técnico del MMI.

Y finalmente también se ha integrado el bloque de función MEDREC16 que cumple la función de almacenar las perturbaciones transitorias automáticamente cuando se ha detectado alguna anomalía. Además se ha integrado para esta función la posibilidad dar la orden de almacenamiento manual, cada vez que se presiona el botón de libre función (botón F), que está disponible el MMI.

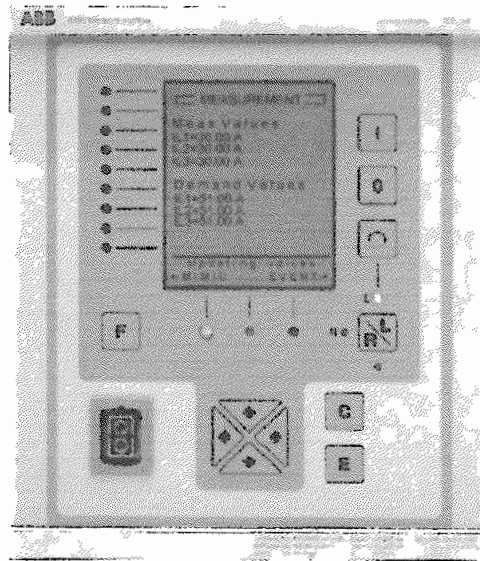
Las diferentes pantallas que aparecerán con la configuración definida anteriormente con el programa para el sistema de protección integrado. Son mostradas a continuación.

- La pantalla principal del MMI se muestra; en las siguientes figuras, cuando el disyuntor está abierto y cuando está cerrado, la simbología corresponde a la diseñada en el editor del mímico como se mostró anteriormente.



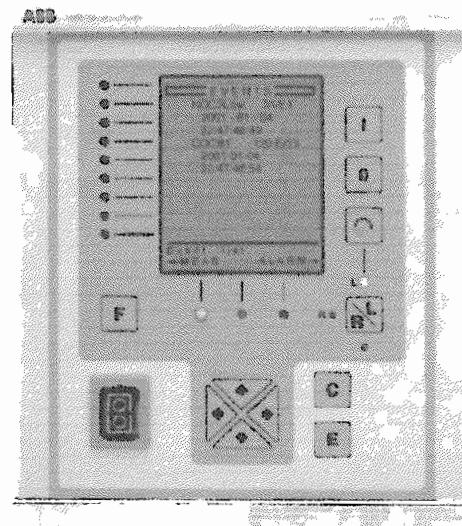
*Fig.5.21 Ejemplo de cómo será la apariencia del mímico cuando el estado del es: a) OPEN y b) CLOSE*

- En las siguientes figuras se muestran la apariencia de las pantallas de Medida, Eventos y Alarmas que se obtendrán, en el MMI de acuerdo a la configuración definida en el editor de mímico y configuración desarrollada por el programa.



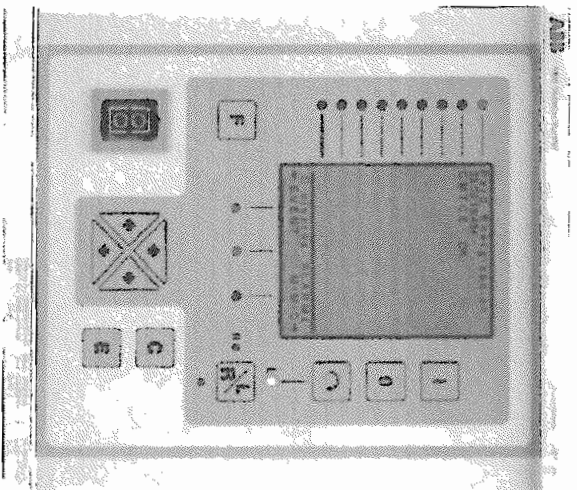
*Fig. 5.22 Pantalla de Medida que se obtiene con la configuración descrita en esta sección.*

En la ventana de eventos se muestra la información sobre todas las funciones de medida implementadas y las mediciones correspondientes, de acuerdo a lo descrito anteriormente.



*Fig. 5.23 Pantalla de Eventos que se obtiene con la configuración descrita en esta sección*

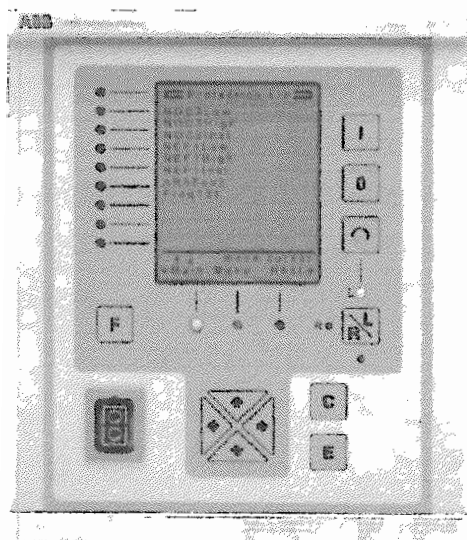
En la figura anterior, la pantalla de eventos muestra un ejemplo de anuncio de falla de sobrecorriente no direccional, a esta información está acompañada la fecha y la hora exacta de ocurrido el evento. De igual manera el evento de apertura del disyuntor por efecto de esa falla aparece también con fecha y hora exacta.



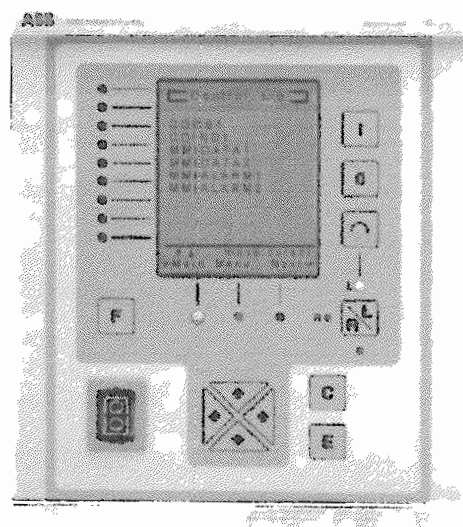
*Fig. 5.23 Pantalla de Alarmas de MMI e Indicación de LEDs que se obtienen con la configuración de alarmas en el editor del mimico.*

En la pantalla de alarmas del MMI de la figura anterior, se muestra un ejemplo de la apariencia que tendría esta pantalla, si sucediera una falla por pérdida en la energización del circuito, esta alarma está acompañada de la respectiva indicación de LED y la hora en la que sucedió la falla.

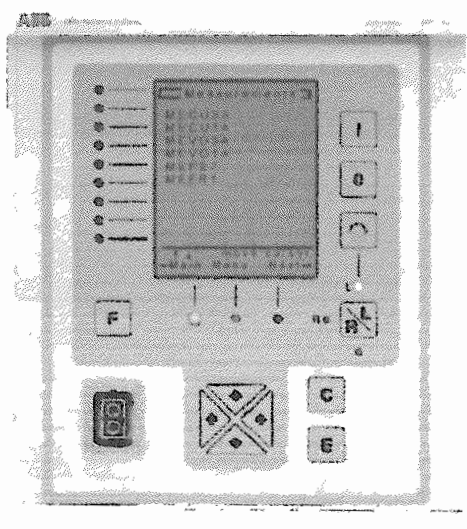
Las pantallas con la información acerca de las funciones con las cuales el sistema de protección integrada está configurada se tienen acceso solo en el nivel técnico y son las siguientes.



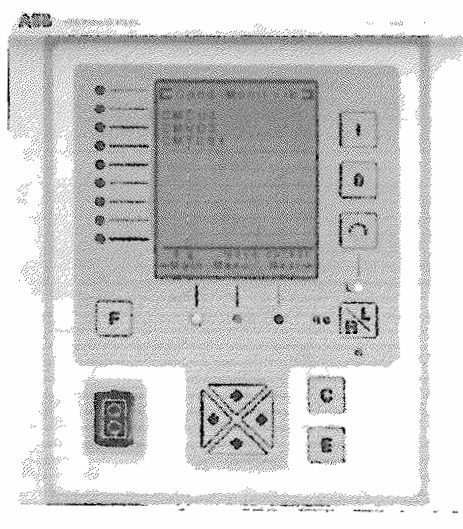
(a)



(b)



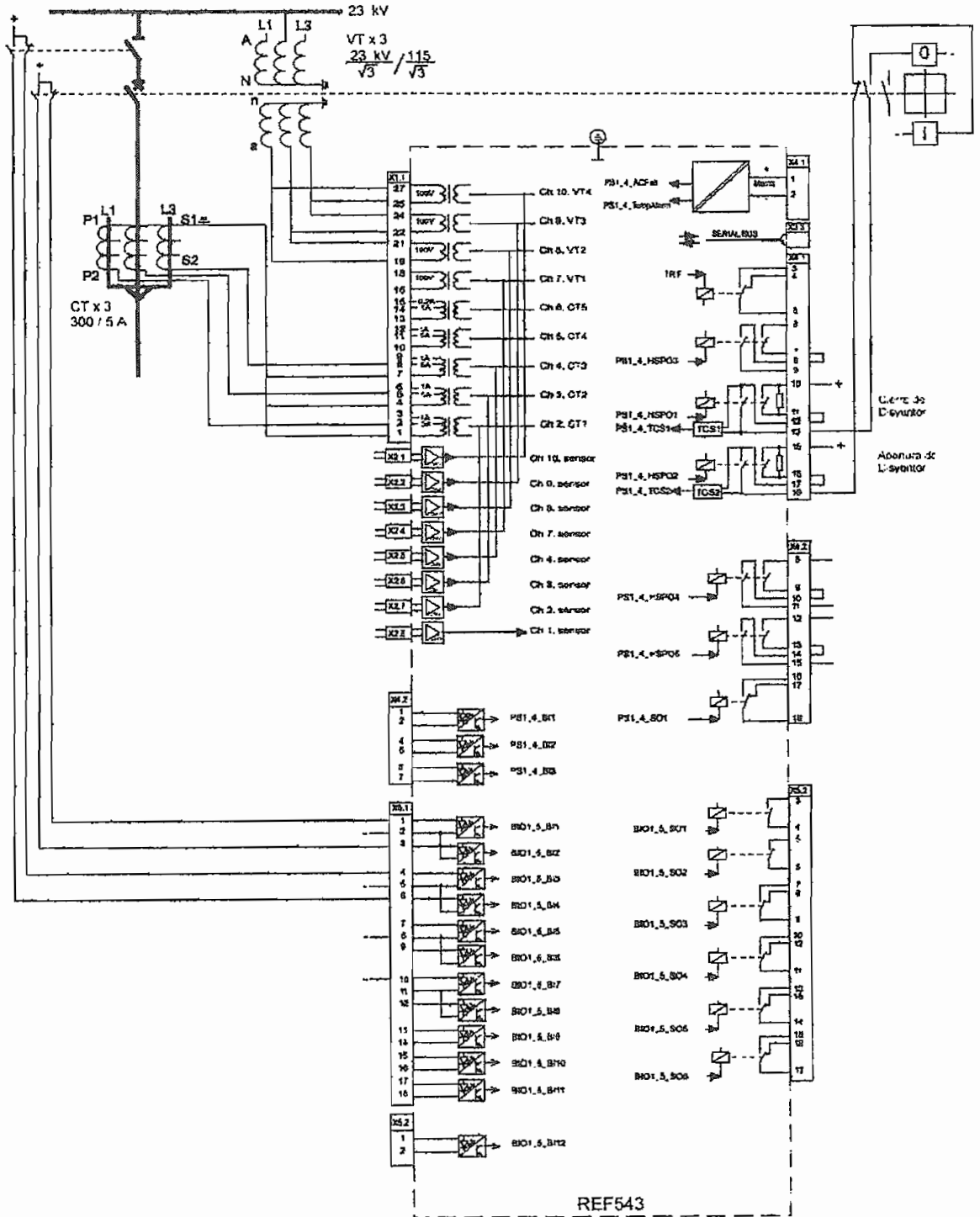
(c)



(d)

**Fig. 5.24 Pantallas con la información acerca de las funciones instaladas en la unidad de protección REF543 a) Protección b) Control c) Medida y d) Condición de Monitoreo**

### 5.7.3.1 Conexiones con el REF543



# Recap



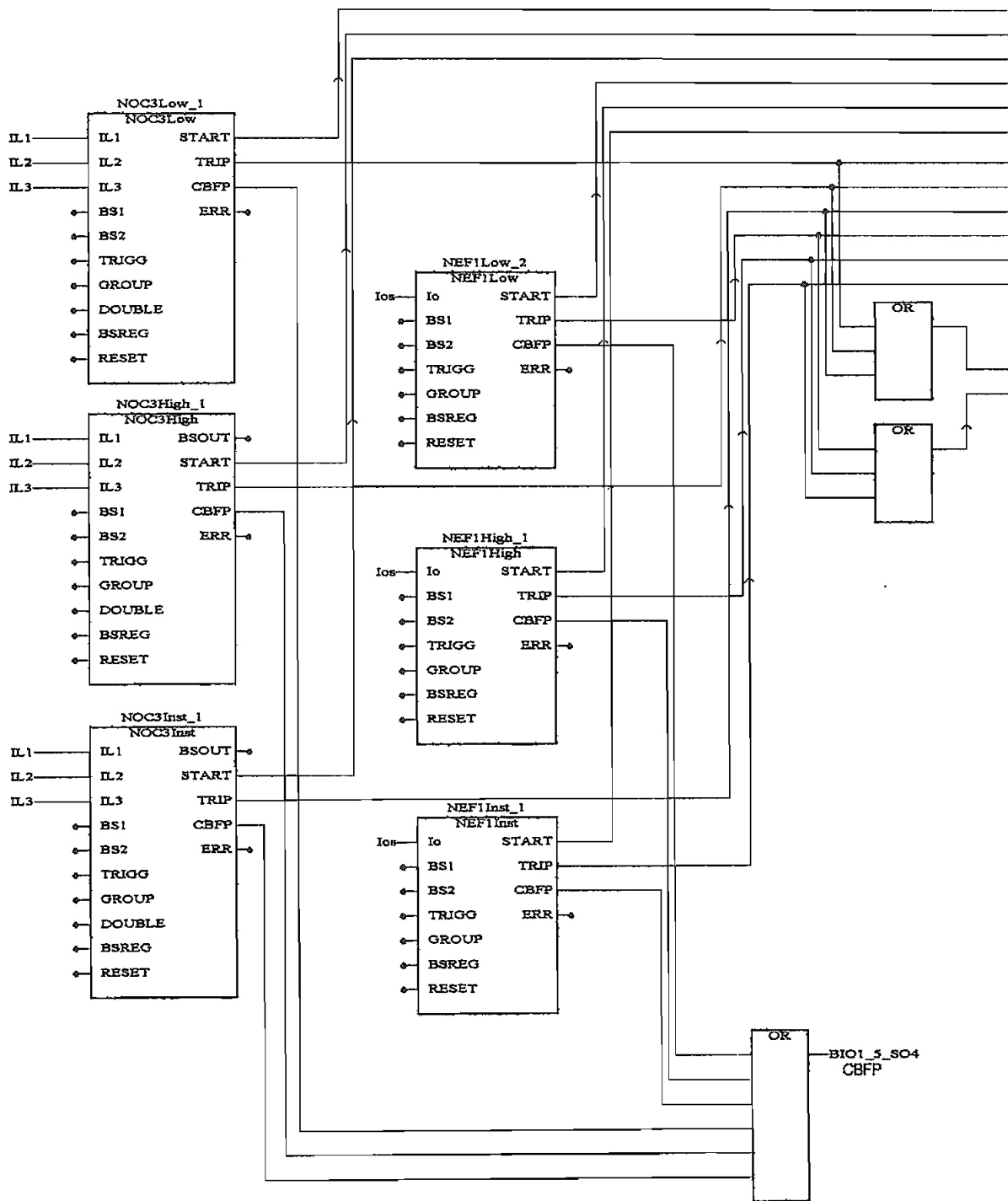
Project: PROJECT POE/PROTECN/PROTECN.GB

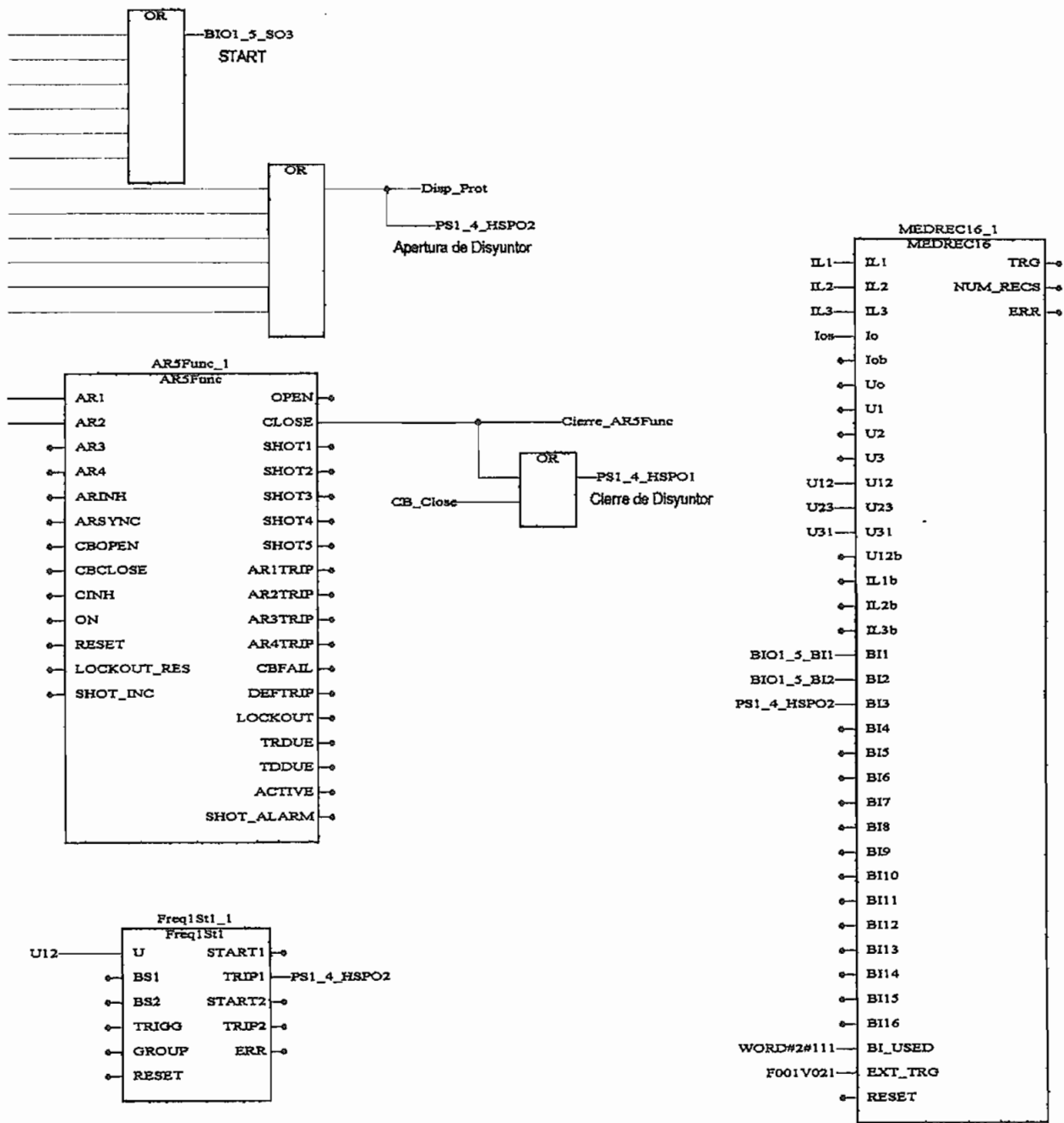
Author: Raul Cubillo Betancourt

Date: 02/05/2001

Title: Configuracion REF543 para SUB19 A

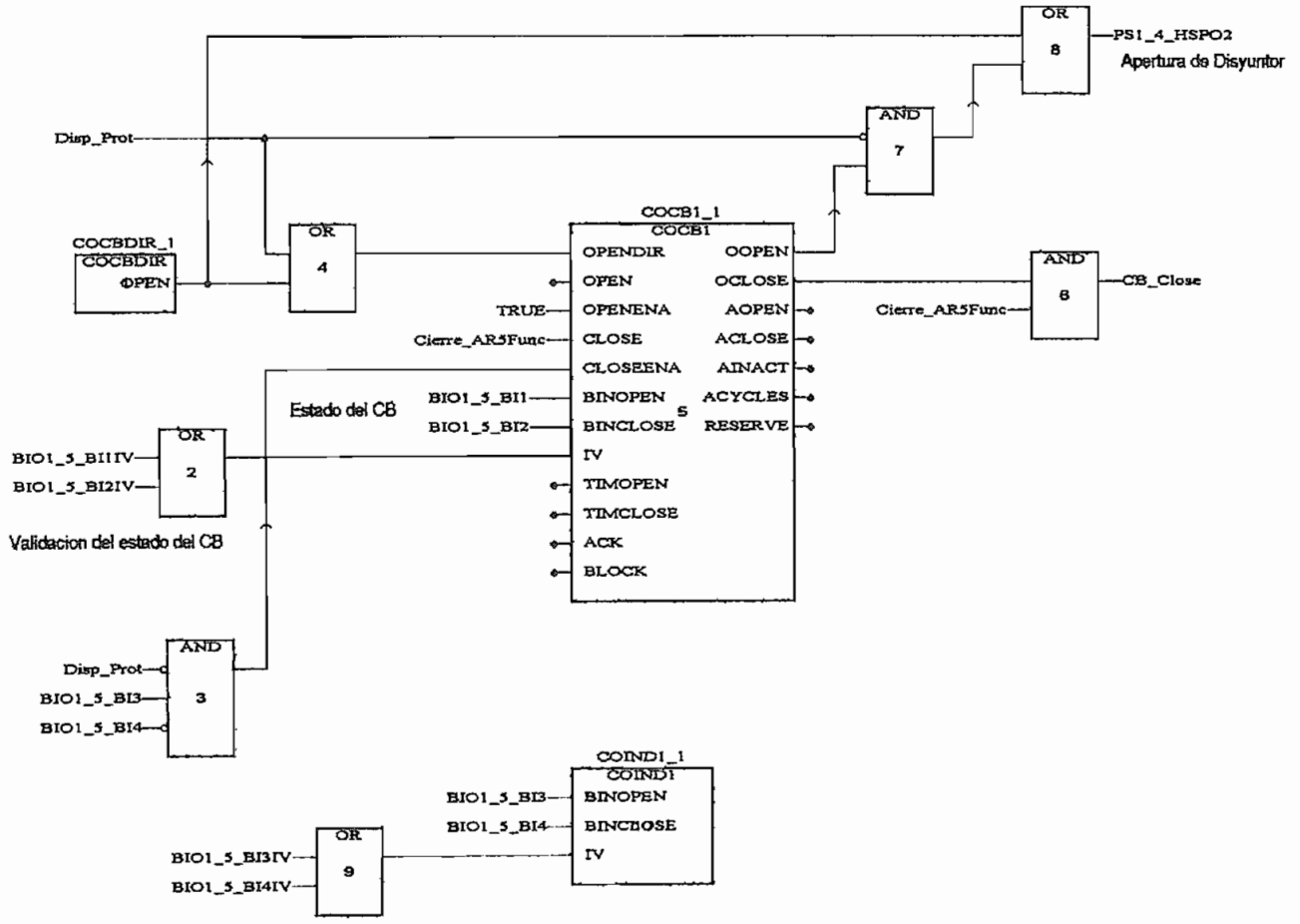
Last change: 01/02/2001 09:02:24 AM



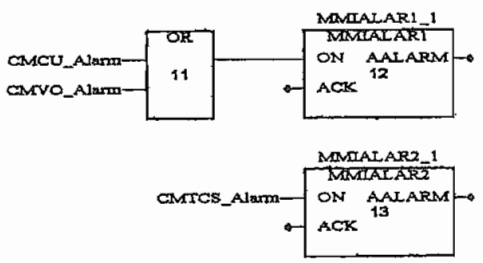


Project	PROJECT	POE/CONTROL/CONTROL.GB
Author	Raul Cubillo Betancourt	
Date	02/05/2001	

Title: Configuración REF543 para SUB19\_A Last change: 12/13/2000 03:29:12 PM



**ALARMAS EN EL MMI**





# Recap



Project PROJECT POEMEDICIONMEDICION.GB

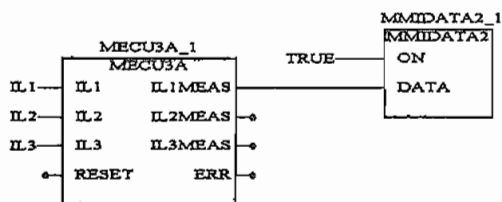
Author: Raul Cubillo Betancourt

Date: 02/05/2001

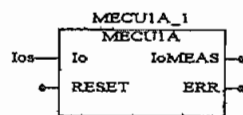
Title: Configuracion REF543 para SUB19 A

Last change: 12/10/2000 07:49:58 PM

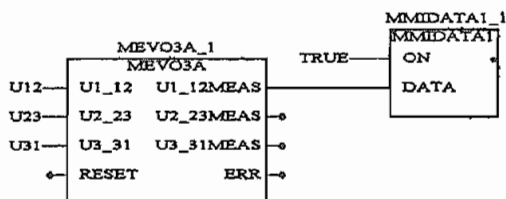
## MEDIDA DE CORRIENTES



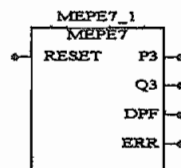
## CORRIENTE DE NEUTRO (Canal 11)



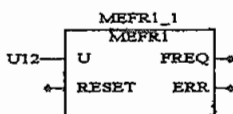
## MEDIDA DE VOLTAJES DE FASE



## MEDIDA DE POTENCIA Y ENERGIA



## FRECUENCIA DEL SISTEMA



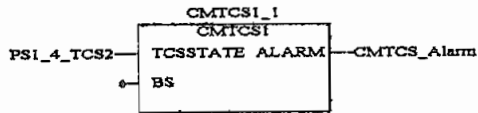
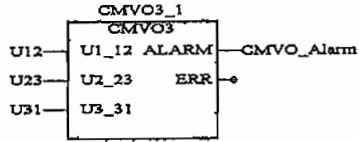
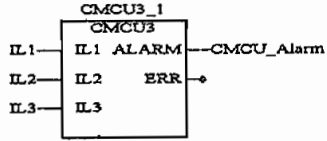
Project: PROJECT POEICONDMON/CONDMONI.GB

Author: Raul Cubillo Betancourt

Date: 02/05/2001

Title: Configuracion REF543 para SUB19 A

Last change: 12/13/2000 03:31:10 PM



### 5.7.4 PRESUPUESTO

Como análisis final es necesario, presentar un presupuesto aproximado para la implementación de una unidad REF543 como parte del sistema de protección del alimentador.

Item	Descripción	Precio (USD)
1	Unidad de Protección REF543 <i>Feeder Terminal</i>	10.000
2	Computador portátil 486 o superior 64 de RAM disco duro mínimo 1GB con sistema operativo Windows NT 4.0	2.800
3	Conector óptico RS232 para comunicación entre el computador y el relé	50
4	Alambrado Adicional	30
5	Trabajo de Ingeniería	2.000
6	Capacitación	500
<b>Total</b>		<b>15.380</b>

Comparando con un sistema no integrado, que posea las mismas funciones de protección, la reducción de costos es notable por ejemplo:

Item	Descripción	Precio (USD)
1	Relé de sobrecorriente digital	4.000
2	Unidades de sobrecorriente y control	3.400
3	Relé de sobre y baja frecuencia digital	5.000
4	Anunciador de alarmas	4.500
5	Relé de reconexión digital	5.000
6	Equipos de medición digital	8.000
7	Trabajo de Ingeniería	2.000
8	Capacitación	500
<b>Total</b>		<b>32.400</b>

Este análisis permite concluir que los sistemas integrados de protección permiten una reducción de costos, frente a un sistema no integrado, a más de considerar que la demanda de espacio físico se ve enormemente reducida.

## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

1. La nueva filosofía, basado en sistemas integrados permite orientar y optimizar la Ingeniería desde un punto de vista diferente, considerando las varias aplicaciones que cada función posee, con el fin de extender las funciones y utilidades para los sistemas eléctricos de potencia, en donde se encuentran las protecciones eléctricas.
2. Los sistemas de protección digital, permiten integrar diferentes funciones afines a un sistema de protección, tales funciones como el control y vigilancia de los estados de los objetos conmutables. La medida y monitoreo para la autovigilancia permanente de variables como corriente, voltaje, frecuencia, potencia, energía, etc. Y las funciones de supervisión y diagnóstico interno del equipo, para garantizar el correcto funcionamiento de estas unidades de protección. Todo estos procesos llevados en tiempo real permiten alcanzar una fiabilidad que anteriormente resultaba muy difícil de conseguir.
3. En comparación con los sistemas de protección tradicionales, estos sistemas de protección digital integrada ofrecen una mayor funcionalidad, interfaces hombre – máquina de fácil uso y mayor flexibilidad en la configuración y ampliación del sistema de protección. Adicionalmente estos permiten crear sistemas redundantes de protección internos y extensión de las funciones, sin necesidad de incrementar los costos del sistema de protección adquiriendo un nuevo hardware.
4. La nueva protección descentralizada que se hace a través de los terminales de protección digital como el *REF543 Feeder Terminal*, permiten no solamente regir el sistema de protección a nivel del alimentador, sino

integrar la protección al sistema de protección de barras, a través del concepto de Automatización de Subestaciones.

5. El disponer de un paquete computacional que facilita la creación de un sistema de protección integrada, constituyen un soporte al Hardware, especialmente por que los sistemas de tipo gráfico dan mayor apreciación, entendimiento y de igual manera facilitan a la capacitación, tomando en cuenta que todas las tecnologías están encaminadas a la computación y lenguajes de programación.

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. La tecnología digital que actualmente cada vez va ganando terreno, en los Sistemas eléctricos de potencia, hacen necesario que el Ingeniero Eléctrico de hoy en día, esté actualizado con estas tecnologías que ya forman parte del campo de protecciones eléctricas, tanto los relés digitales como los terminales de protección integrada. Es entonces necesario incluir esta información como parte de la capacitación del nuevo Ingeniero Eléctrico y Empresas Eléctricas.
2. La filosofía actual de los sistemas de protección hacen mucha referencia a la automatización de subestaciones y de igual manera los sistemas SCADA, El desarrollo de este proyecto de Tesis es solo un paso a la Automatización de Subestaciones, la iniciativa a seguir con el desarrollo de estos sistemas esta en manos de la Carrera de Ingeniería Eléctrica y de quienes se interesen en este campo que actualmente es nuevo para nuestro País.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1. Installation Manual REF543 Feeder Terminal  
1MRS750526-MUM  
ABB Substation Automation Products and Systems**
- 2. Technical Reference Manual  
1MRS750527-MUM  
ABB Substation Automation Products and Systems**
- 3. Operator's Manual  
1MRS750500-MUM  
ABB Substation Automation Products and Systems**
- 4. Technical Descriptions of Functions  
1MRS750889-MCD Versión de CD  
ABB Substation Automation Products and Systems**
- 5. Switchgear Manual  
Asea Brown Broveri 1998**
- 6. CAP505 User's Guide  
1MRS750538-RUM  
Transmit Oy  
Relays and Network Control**
- 7. Estudio Integral del Sistema Eléctrico,  
Subestaciones y Sistema Primario de Distribución**

Subestación No 19  
Empresa Eléctrica Quito S.A.

8. Applied Protective Relaying  
Westinghouse Electric Corporation  
Relay Instrument Division, 1976
9. Protective Relaying Theory and Applications  
Walter A. Elmore  
ABB Power T&D Company Inc.  
Relay Division, 1994
10. Sitio WEB ABB Company  
[www.abb.com.fi](http://www.abb.com.fi)

## GLOSARIO

BI	Entrada Binaria ( <i>Binary Input</i> )
BO	Salida Binaria ( <i>Binary Output</i> )
CB	Disyuntor ( <i>Circuit Breaker</i> )
CBFP	Protección de falla de Disyuntor ( <i>Circuit Breaker Fault Protection</i> )
TC	Transformador de Corriente
TP	Transformador de Potencial
HSPO	Salida de potencia de alta velocidad ( <i>High Speed Power Output</i> )
I/O	E/S Entrada / salida
IRF	Falla interna del relé ( <i>Internal Relay Fault</i> )
LCD	Pantalla de cristal líquido ( <i>Liquid Cristal display</i> )
LED	Diodo de emisión de luz ( <i>Light-emitting diode</i> )
LON	Red para operación Local ( <i>Local Operating Network</i> )
L/R	Control Local / Remoto
MIMIC	Imagen para configuración gráfica sobre la pantalla LCD
MMI	Interfase Hombre – Máquina ( <i>Man Machine Interface</i> )
NO	Contactador Normalmente Abierto ( <i>Normally Open</i> )
NC	Contactador Normalmente Cerrado ( <i>Normally Closed</i> )
PLC	Controlador lógico programable ( <i>Programmable logic controller</i> )
PO	Salida de Potencia ( <i>Power Output</i> )
SPA	Protocolo de comunicación desarrollado por ABB
SPACOM	Familia de productos ABB
TCS	Supervisión de circuito de disparo
BOOL	Variable de tipo booleana
INT	Número entero
SINT	Número entero de simple precisión
DINT	Número entero de doble precisión



## ANEXO A

Tabla 1: Bloques de Funciones de Aplicación

Función	Descripción
MMIWAKE	Activación de luz posterior del MMI
INDRESET	Operación para Indicación de establecimiento de Registros
SWGRP1...SWGRP20	Grupos de Intercambio

Tabla 2: Bloques de Funciones de Monitoreo

CMCU3	Supervisión de energización, Corriente
CMVO3	Supervisión de energización, Voltaje
CMGAS	Monitoreo de densidad de Gas
CMSCHED	Supervisión de Mantenimiento
CMTCS1	Supervisión de Circuito de disparo 1
CMTCS2	Supervisión de Circuito de disparo 2
CMTRAV1	Supervisión de tiempo apertura-cierre

Tabla 3: Bloques de Funciones de Control

COCB1	Control de Disyuntor 1
COCB2	Control de Disyuntor 2
CODC1...COCD5	Control de Seccionadores
COIND1...COIND8	Indicación de objetos conmutables
COSW1...COSW4	Control de Interruptores
CO3DC1	Control de Interruptores de tres estados 1
CO3DC2	Control de Interruptores de tres estados 2
COCBDIR	Apertura directa de Disyuntor por medio del MMI
COLOCAT	Selector de posición Lógico de control
MMIDATA1...5	Puntos dinámicos de Datos en el Mímico
MMIALARM1..8	Indicación de Alarmas

Tabla 4: Bloques de funciones de Medida

MECU1A y MECU1B	Medida de la corriente de neutro en A ó pu.
MECU3A	Medida de la corriente Trifásica
MEDREC16	Almacenamiento de perturbaciones Transitorias
MEFR1	Medida de la frecuencia del sistema
MEPE7	Medida de potencia Trifásica y Energía
MEVO3A	Medida del Voltaje Trifásico
MEVO1A	Medida del voltaje residual

Tabla 5: Bloques de Funciones Estándar

ABS	Valor absoluto
ADD	Suma
AND	Operación lógica Y
BITGET	Asigna valor un bit
BOOL TO INT	Cambia de BOOL a Entero
BOOL TO REAL	Cambia de BOOL a Real

## ANEXO A

## Descripción y Datos Técnicos

COMH	Comparador de Histéresis
CTD	Contador hacia abajo
CTU	Contador hacia arriba
CTUD	Contador hacia arriba o abajo
EQ	Igualdad
F TRIG	Detector de cambio de estado
GE	Mayor o igual que
GT	Mayor que
INT2BOOL	Entrada INT a número BOOL
LE	Menor igual que
LIMIT	Límite
LT	Menor que
MAX	Valor máximo
MIN	Valor mínimo
NE	Desigualdad
NOT	Negación
OR	Función lógica OR
R TRIG	Detección de cambio de estado
TOF	Time delay Off
TON	Time delay On
TP	Pulso
TRUNC REAL TO DINT	Redondeo
WORD TO BYTE	Palabra a byte
XOR	Función lógica XOR

Tabla 6: Bloques de Funciones de Protección

AR5Func	Función de auto-recierre
CUB3Low	Discontinuidad de Fase
DEF2Low	Falla a tierra direccional, etapa de ajuste bajo
DEF2High	Falla a tierra direccional, etapa de ajuste alto
DEF2Inst	Falla a tierra direccional, etapa de ajuste Instantáneo
DOC6Low	Sobrecorriente direccional, etapa de ajuste Bajo
DOC6High	Sobrecorriente direccional, etapa de ajuste Alto
DOC6Inst	Sobrecorriente direccional, etapa de ajuste Instantáneo
Freq1St	Sobre y baja frecuencia
NEF1Low	Falla a tierra no direccional, etapa de ajuste Bajo
NEF1High	Falla a tierra no direccional, etapa de ajuste Alto
NEF1Inst	Falla a tierra no direccional, etapa de ajuste Instantáneo
NOC3Low	Sobrecorriente no direccional, etapa de ajuste Bajo
NOC3High	Sobrecorriente no direccional, etapa de ajuste Alto
NOC3Inst	Sobrecorriente no direccional, etapa de ajuste Instantáneo
OV3Low	Sobre voltaje trifásico, etapa de ajuste bajo
OV3High	Sobre voltaje trifásico, etapa de ajuste alto
ROV1Low	Sobre voltaje residual, etapa de ajuste Bajo
ROV1High	Sobre voltaje residual, etapa de ajuste Alto
ROV1Inst	Sobre voltaje residual, etapa de ajuste Instantáneo
UV3Low	Bajo Voltaje trifásico, etapa de ajuste Bajo

UV3High	Bajo Voltaje trifásico, etapa de ajuste Alto
---------	--

Tabla 7: Energización de Entradas

Frecuencia	50.0/60.0 Hz			
<b>Entradas de Corriente</b>				
Valores de Corriente		0.2 A	1 A	5 A
Resistencia térmica	Continuamente	1.5 A	4 A	20 A
	Por 1 segundo	20 A	100 A	500 A
Resistencia corriente dinámica, media onda		50 A	250 A	1250 A
Impedancia de Entrada		<750m $\Omega$	<100m $\Omega$	<20m $\Omega$
<b>Entradas de Voltaje</b>				
Valores de Voltaje	100 V	110 V	115 V	120 V
Resistencia de Voltaje continuo	2 x U <sub>n</sub> (240 V)			
Burden	<0.5 VA			
<b>Entradas para sensores</b>				
Rango de voltaje RMS	$\pm 9.4$ V			
Rango de voltaje Pico	$\pm 12$ V			
Impedancia de Entrada	> 4.7 M $\Omega$			
Capacitancia de Entrada	< 1 nF			

Tabla 8: Suministro Auxiliar de Potencia

Tipo	PS1 / 240 V	PS1 / 48 V
Entrada de voltaje AC	110/120/220/240 V	
Entrada de voltaje DC	110/125/220/ V	24 / 46 / 60 V
Rango de operación	ac 85..100% dc 80..120% del rango del valor	dc 80..120% del rango del valor
Burden: sin operar /operando	~20 / ~40 W	
Rizado en voltaje auxiliar	Max. 12 % del valor DC	
Tiempo de interrupción en voltaje auxiliar sin restablecer	<50 ms 110 V <100 ms 200 V	
Indicación de sobre temperatura interna	+ 78 °C (+75...+83 °C)	

Tabla 9: Entradas Binarias

Rango de operación	18...265 V dc 24/48/60/110/220 V dc
Consumo de corriente	~2...25 mA
Consumo de Potencia	<0.8 W
Contador de pulsos (rango de frecuencia)	0.....100 Hz

Tabla 10: Señales de Salidas

Sistema de Voltaje máximo	250 V ac/dc
Continuous carry	5 A
Make and carry for 0.5 s	10 A
Make and carry for 3 s	8 A

Tabla 11: Salidas de Potencia

Máximo sistema de voltaje	250 V ac/dc	
Continuous carry	5 A	
Make and carry for 0.5 s	30 A	
Make and carry for 3 s	15 A	
Carga del contacto mínimo	100 mA, 24 V ac/dc (2.4) VA	
HSPO	5 ms más rápido que las salidas PO	
TCS (Trip Circuit Supervision)	Rango de voltaje de control	20....265 V ac/dc
	Consumo de corriente del circuito de supervisión	1.5 mA (0.99...1.72 mA)
	Mínimo voltaje sobre el contacto	20 V ac/dc (15...20 V)

Tabla 12: Datos de comunicación

Interfase Posterior, conector X3.3	Conector RS485	
	Protocolos LON y SPA	
	Para la interfase para fibra óptica modulo RER103 para aislamiento galvánico	
	Transferencia de datos	SPA: 4.8/9.6/19.2 kbps LON 78 kbps/1.2Mbps
Panel Frontal	Conector óptico RS232	
	Codigo de datos: ASCII	
	Transferencia de datos	4.8, 9.6, 19.2 kbps
	Cable comunicación serial	1MKC9500011
Parámetros de Comunicación serial	Numero de data bits	7
	Numero de datos de parada	1
	paridad	even
	Transmisión Baudios	9.6 kbps
Protocolos de comunicación	SPA Bus-protocol	
	LON Bus	

**Tabla 13: Funciones de Protección, equivalencias con los la nomenclatura de la IEEE Device number**

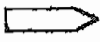
Tipo de Falla	IEEE Device No	Símbolo IEC	Función de Protección	Código del Bloque de Función
Corto Circuitos	51	3I>	Sobrecorriente no direccional etapa de ajuste Bajo	NOC3Low
	50 / 51	3I>>	Sobrecorriente no direccional etapa de ajuste Alto	NOC3High
	50 / 51B	3I>>> ⊥→	Sobrecorriente no direccional Etapa de ajuste Instantáneo	NOC3Inst
	67	3I>→	Sobrecorriente direccional etapa de ajuste bajo	DOC6Low
	67	3I>>→	Sobrecorriente direccional etapa de ajuste Alto	DOC6High
	67	3I>>>→	Sobrecorriente direccional etapa de ajuste Instantáneo	DOC6Inst
Fallas a Tierra	51N	I <sub>o</sub> > SEF	Falla a tierra no direccional etapa de ajuste Bajo	NEF1Low
	50N/51N	I <sub>o</sub> >>	Falla a tierra no direccional etapa de ajuste Alto	NEF1High
	50N	I <sub>o</sub> >>> I <sub>o</sub> -o>	Falla a tierra no direccional etapa de ajuste Instantáneo	NEF1Inst
	67N/51N	I <sub>o</sub> >→ SEF	Falla a tierra direccional etapa de ajuste Bajo	DEF2Low
	67N	I <sub>o</sub> >>→	Falla a tierra direccional etapa de ajuste Alto	DEF2High
	67N	I <sub>o</sub> >>>→	Falla a tierra direccional etapa de ajuste Instantáneo	DEF2Inst
	59N	U <sub>o</sub> >	Sobre voltaje residual etapa de ajuste Bajo	ROV1Low
	59N	U <sub>o</sub> >>	Sobre voltaje residual etapa de ajuste Alto	ROV1High
	59N	U <sub>o</sub> >>>	Sobre voltaje residual etapa de ajuste Instantáneo	ROV1Inst
Sobrecarga	49F	3	Sobrecarga térmica trifásica de Cables	TOL3Cab
Sobre Voltaje	59	3U>	Sobre voltaje trifásico etapa de ajuste Bajo	OV3Low
	59	3U>>	Sobre voltaje trifásico etapa de ajuste Alto	OV3High
Bajo Voltaje	27	3U<	Bajo voltaje trifásico etapa de ajuste Bajo	UV3Low

## ANEXO A

## Descripción y Datos Técnicos

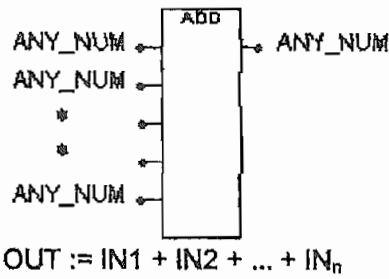
	27	$3U \ll$	Bajo voltaje trifásico etapa de ajuste Alto	UV3High
Sobre y Baja frecuencia Alivio de carga	81	$f <, f >$	Sobre frecuencia Baja frecuencia	Freq1St1
	81	$f <, f >$	Sobre frecuencia Baja frecuencia	Freq1St2
	81	$f <, f >$	Sobre frecuencia Baja frecuencia	Freq1St3
	81	$f <, f >$	Sobre frecuencia Baja frecuencia	Freq1St4
	81	$f <, f >$	Sobre frecuencia Baja frecuencia	Freq1St5
Reconexión	79	$0 \rightarrow 1$	Auto-recierre	AR5Func
Discontinuidad de fase	46	$\Delta I >$	Discontinuidad de Fase	CUB3Low

Tabla 14: Funciones de Medida

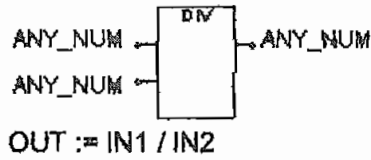
Corrientes	$3I$	Corriente Trifásica	MECU3A
	$I_o$	Corriente de Neutro	MECU1A
	$I_o$	Corriente de Neutro	MECU1B
Voltaje	$3U$	Voltaje Trifásico	MEVO3A
	$U_o$	Voltaje Residual	MEVO1A
Potencia Energía	$E / P / Q / fp$	Potencia Trifásica y Energía Factor de potencia	MEPE7
Frecuencia	$f$	Frecuencia del sistema	MEFR1
Recording		Almacenamiento de Perturbaciones Transitorias	MEDREC16

## 1. Aritméticas

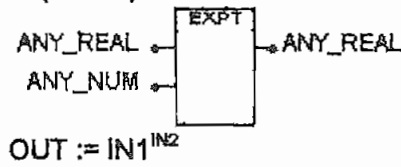
### Suma (ADD)



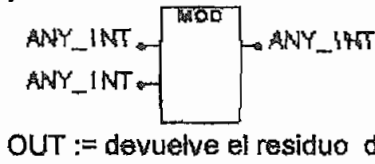
### División (DIV)



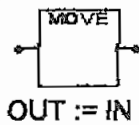
### Exponentiation (EXPT)



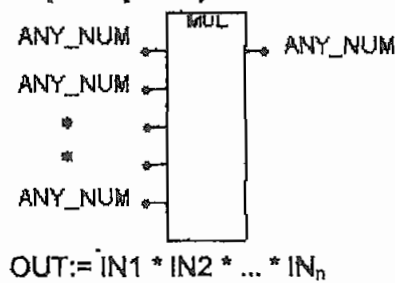
### Modulo (MOD)

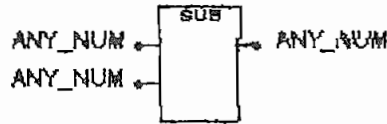


### Move (MOVE)

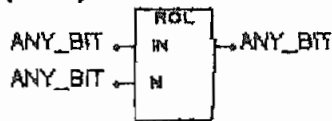


### Extensible multiplier (MUL)

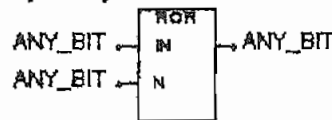


**Subtract (SUB)**

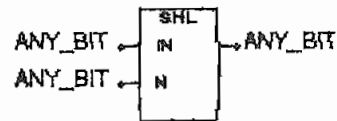
OUT := IN1 - IN2 Bit-Shift

**2. Intercambio de Bits****Rotate to left (ROL)**

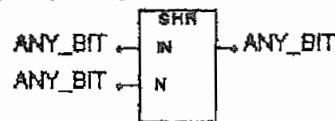
OUT := IN Rotación por la izquierda de N bits, circular.

**Rotate to right (ROR)**

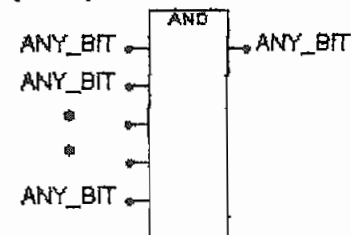
OUT := IN Rotación por la derecha de N bits, circular.

**Bit-shift to left (SHL)**

OUT := IN left-shifted by N bits, zero filled on right.

**Bit-shift to right (SHR)**

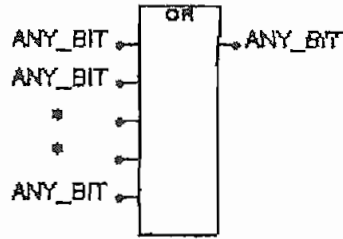
OUT := IN right-shifted by N bits, zero-filled on left.

**3. Funciones Lógicas****Boolean AND (AND)**

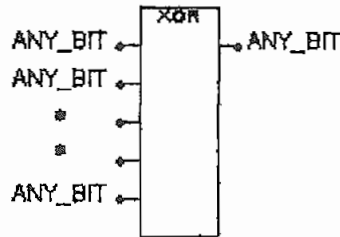
OUT := IN1 & IN2 & ... & IN<sub>n</sub>





**Boolean OR (OR)**

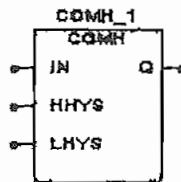
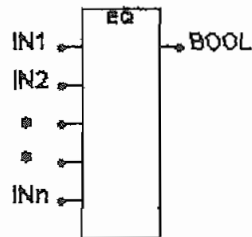
OUT := IN1 OR IN2 OR ... IN<sub>n</sub>

**Boolean XOR (XOR)**

OUT := IN1 XOR IN2 XOR ... XOR IN<sub>n</sub>

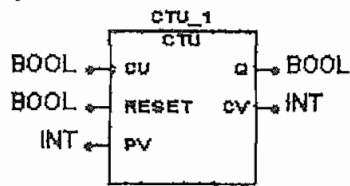
**4. Comparación****Comparador de Hysteresis (COMH)**

COMH permite comparar un valor con límites.

**Extensible equality (EQ)**

OUT := (IN1 = IN2) & (IN2 = IN3) & ... & (IN<sub>n-1</sub> = IN<sub>n</sub>)

## Up-counter (CTU)



## Descripción de las Entradas

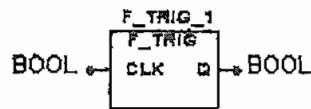
CU RESET PV	BOOL BOOL INT	Count-up input Reset counter Preset value input
-------------------	---------------------	---

## Descripción de las salidas

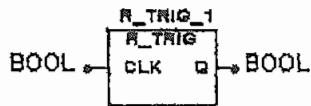
Q CV	BOOL INT	Supervision output Counter value
---------	-------------	-------------------------------------

## 6. Detección de cambio de estado

## Falling edge detector (F\_TRIG)

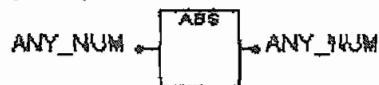


## Rising edge detector (R\_TRIG)

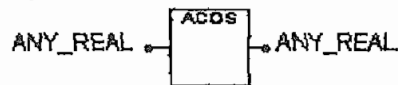


## 7. Numéricas

## Valor Absoluto (ABS)

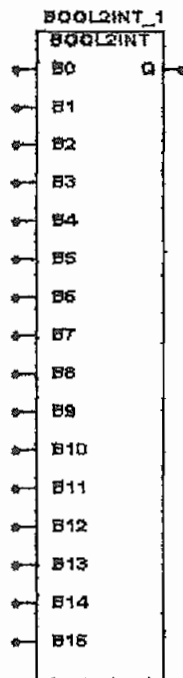


## Arcoseno (ACOS)



## 10. Conversion numérica

### BOOL inputs to INT output (BOOL2INT)



BOOL2INT devuelve en la salida Q, el valor entero equivalente a los 16 bits.

#### BOOL to \*\* (BOOL\_TO\_\*\*)

BYTE  
DINT  
DWORD  
INT  
REAL  
SINT  
UDINT  
UINT  
USINT  
WORD

#### BYTE to \*\* (BYTE\_TO\_\*\*)

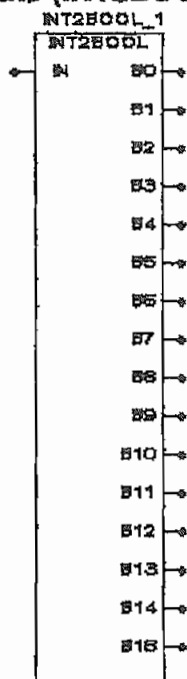
DWORD  
WORD

#### DINT to \*\* (DINT\_TO\_\*\*)

INT  
REAL  
SINT

**DWORD to \*\* (DWORD\_TO\_\*\*)**

BYTE  
 WORD  
 DWORD\_TO\_BYTE(0xFFFFFFFF) = 0xFF  
 DWORD\_TO\_WORD(0xFFFFFFFF) = 0xFFFF

**INT input to BOOL outputs (INT2BOOL)****INT to \*\* (INT\_TO\_\*\*)**

DINT  
 REAL

**REAL to \*\* (REAL\_TO\_\*\*)**

DINT  
 INT  
 SINT  
 UDINT  
 UINT  
 USINT

**SINT to \*\* (SINT\_TO\_\*\*)**

DINT  
 INT  
 REAL

**TIME to \*\* (TIME\_TO\_\*\*)**

REAL  
 TOD  
 UDINT

TOD to \*\* (TOD\_TO\_\*\*)

REAL  
TIME  
UDINT

UDINT to \*\* (UDINT\_TO\_\*\*)

REAL  
UINT  
USINT

UINT to \*\* (UINT\_TO\_\*\*)

BOOL  
REAL  
UDINT  
USINT

USINT to \*\* (USINT\_TO\_\*\*)

REAL  
UDINT  
UINT

WORD to \*\* (WORD\_TO\_\*\*)

BYTE  
DWORD  
WORD\_TO\_BYTE(0xFFFF) = 0xFF

## 11. Redondeo

TRUNC\_REAL\_TO\_\*\*

DINT  
INT  
SINT  
UDINT  
UINT  
USINT

## BLOQUES DE FUNCIONES DE PROTECCIÓN

## 1.1 PARÁMETROS DE PROTECCIÓN

## NOC3Low

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Operate mode	0 ... 7	-	1	Selecciona el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso 0 = No en uso 1 = Tiempo Definido (DT) 2 = Extremadamente Inverso 3 = Muy Inverso 4 = Normal Inverso 5 = Tiempo largo inverso 6 = Característica curva RI 7 = Característica curva RD
Start Current	0.10...5.00	x In	0.10	Start current
Operate Time	0.05...300.00	s	0.05	Tiempo de operación en el modo de Tiempo Definido (DT)
Time multiplier	0.05...1.00	-	0.05	Factor para el tiempo en modo IDMT

## NOC3High y NOC3Inst

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Operate mode	0 ... 2	-	1	Selecciona el modo de operación y el tipo de característica de tiempo inverso 0 = No en uso 1 = Tiempo Definido 2 = Instantáneo
Start current	0.10...40.00	x In	0.10	Start current
Operate time	0.05...300.00	S	0.05	Tiempo de operación en modo de Tiempo Definido (DT)

## 1.2 PARÁMETROS DE CONTROL

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Measuring mode	0 ó 1	-	0	Selecciona el modo de medida 0 = Pico-Pico 1 = Fundamental de Frecuencia
Drop off time	0.....1000	ms	0	Restablece el tiempo del contador para el modo DT.
Group selection	0....2	-	0	Selección del grupo activo de Configuración de parámetros. 0 = Grupo de configuración 1 1 = Grupo de configuración 2 2 = Entrada GROUP
Active Group	0 ó 1	-	0	Parámetro de solo lectura que indica el grupo activo. 0 = Grupo 1 1 = Grupo 2
Start pulse	0....1000	ms	0	Mínimo ancho de pulso de la señal START
Trip signal	0 ó 1	-	0	Permite seleccionar si la señal de disparo permanecerá con o sin enclavamiento. 0 = señal sin enclavamiento 1 = señal con enclavamiento
Trip pulse	40... 1000	ms	40	Mínimo ancho de pulso de disparo y CBFP
Minimun time	0.03..10.0	s	0.03	Mínimo tiempo de operación en modo DT
CBFP time	100...1000	ms	100	Tiempo de operación de retardo para CBFP
Reset registers	1=Reset	-	0	Restablecer los valores de alarmas y registros
Test START	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la salida START 0 = no activo 1 = activo
Test TRIP	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la salida TRIP 0 = no activo 1 = activo
Test CBFP	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la función CBFP 0 = no activo 1 = activo
Event mask 1	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 2	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 3	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 4	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)

Todos los parámetros mostrados anteriormente están presentes en los bloques de función NOC3Low, NOC3High y NOC3Inst a excepción del parámetro "minimun time" disponible únicamente en el bloque NOC3Low.



## 1.3 EVENTOS

## NOC3Low

Código	Coefficiente	Valor Default	Evento	Estado del evento
E0	1	1	Señal de START del bloque 3I>	Reset
E1	2	1	Señal de START del bloque 3I>	Activado
E2	4	1	Señal de TRIP del bloque 3I>	Reset
E3	8	1	Señal de TRIP del bloque 3I>	Activado
E4	16	1	Señal de CBFP del bloque 3I>	Reset
E5	32	1	Señal de CBFP del bloque 3I>	Activado
E6	64	0	Señal de BS1 del bloque 3I>	Reset
E7	128	0	Señal de BS1 del bloque 3I>	Activado
E8	256	0	Señal de BS2 del bloque 3I>	Reset
E9	512	0	Señal de BS2 del bloque 3I>	Activado
E10	1024	0	Modo de Prueba del bloque 3I>	Reset
E11	2048	0	Modo de Prueba del bloque 3I>	Activado

## NOC3High y NOC3Inst

Código	Coefficiente	Valor Default	Evento	Estado del evento
E0	1	1	Señal START del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E1	2	1	Señal START del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado
E2	4	1	Señal de TRIP del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E3	8	1	Señal de TRIP del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado
E4	16	1	Señal de CBFP del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E5	32	1	Señal de CBFP del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado
E6	64	0	Señal BSOUT del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E7	128	0	Señal BSOUT del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado
E8	256	0	Señal de BS1 del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E9	512	0	Señal de BS1 del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado
E10	1024	0	Señal de BS2 del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E11	2048	0	Señal de BS2 del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado
E12	4096	0	Modo de Prueba del bloque 3I>> o 3I>>>	Reset
E13	8192	0	Modo de Prueba del bloque 3I>> o 3I>>>	Activado

## 2.1 PARAMETROS DE PROTECCION

## DOC6Low

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Operate mode	0 ... 7	-	1	Selecciona el modo de Operación y el tipo de característica de tiempo inverso 0 = No en uso 1 = Tiempo Definido (DT) 2 = Extremadamente Inverso 3 = Muy Inverso 4 = Normal Inverso 5 = Tiempo largo inverso 6 = Característica curva RI 7 = Característica curva RD
Start Current	0.05...40	x In	0.05	Start current
Operate Time	0.05...300.00	s	0.05	Tiempo de Operación en el modo de Tiempo Definido (DT)
Time multiplier	0.05...1.00	-	0.05	Factor para el tiempo en modo IDMT
Basic angle $\phi_b$	0.....90	°	60	Angulo básico para la operación de la protección
Oper. Direction	0 ó 1		0	Selección de la dirección de corriente 0 = forward 1 = reverse
Earth fault Pr.	0 ó 1		0	Protección contra falla a tierra 0 = activada 1 = desactivada

## DOC6High y DOCInst.

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Operate mode	0 ... 7	-	1	Selecciona el modo de Operación y el tipo de característica de tiempo inverso 0 = No en uso 1 = Tiempo Definido (DT) 2 = Instantánea
Start Current	0.05...40	x In	0.05	Start current
Operate Time	0.05...300.00	s	0.05	Tiempo de Operación en el modo de Tiempo Definido (DT)
Basic angle $\phi_b$	0.....90	°	60	Angulo básico para la operación de la protección
Oper. Direction	0 ó 1		0	Selección de la dirección de corriente 0 = forward 1 = reverse
Earth fault Pr.	0 ó 1		0	Protección contra falla a tierra 0 = activada 1 = desactivada
Nodir. Operat	0 ó 1		0	Operación no direccional, cuando la dirección no podido ser determinada

## 2.2 PARAMETROS DE CONTROL

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Measuring mode	0...3	-	0	Selecciona el modo de medida 0 = Modo 1 1 = Modo 2 2 = Modo 3 3 = Modo 4
Drop off time	0.....1000	ms	0	Restablece el tiempo del contador para el modo DT.
Group selection	0....2	-	0	Selección del grupo activo de Configuración de parámetros. 0 = Grupo de configuración 1 1 = Grupo de configuración 2 2 = Entrada GROUP
Active Group	0 ó 1	-	0	Parámetro de solo lectura que indica el grupo activo. 0 = Grupo 1 1 = Grupo 2
Start pulse	0....1000	ms	0	Mínimo ancho de pulso de la señal START
Trip signal	0 ó 1	-	0	Permite seleccionar si la señal de disparo permanecerá con o sin enclavamiento. 0 = señal sin enclavamiento 1 = señal con enclavamiento
Trip pulse	40... 1000	ms	40	Mínimo ancho de pulso de disparo y CBFP
Minimum time	0.03..10.0	s	0.03	Mínimo tiempo de operación en modo DT
CBFP time	100...1000	ms	100	Tiempo de operación de retardo para CBFP
Reset registers	1=Reset	-	0	Restablecer los valores de alarmas y registros
Test START	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la salida START 0 = no activo 1 = activo
Test TRIP	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la salida TRIP 0 = no activo 1 = activo
Test CBFP	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la función CBFP 0 = no activo 1 = activo
Event mask 1	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 2	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 3	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 4	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)

Todos los parámetros mostrados anteriormente están presentes en los bloques de función DOC6Low, DOC6High y DOC6Inst a excepción del parámetro "Minimum time" que es parte del bloque DOC6Low únicamente.

### 3.1 PARÁMETROS DE PROTECCION

#### NEF1Low

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Operate mode	0 ... 7	-	1	Selecciona el modo de Operación y el tipo de característica de tiempo inverso 0 = No en uso 1 = Tiempo Definido (DT) 2 = Extremadamente Inverso 3 = Muy Inverso 4 = Normal Inverso 5 = Tiempo largo inverso 6 = Característica curva RI 7 = Característica curva RD
Start Current	1.0....100	x In	1	Start current
Operate Time	0.05...300	s	0.05	Tiempo de Operación en el modo de Tiempo Definido (DT)
Time multiplier	0.05...1.00	-	0.05	Factor para el tiempo en modo IDMT

#### NEF1High y NEF1Inst

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Operate mode	0 ... 2	-	1	Selecciona el modo de Operación y el tipo de característica de tiempo inverso 0 = No en uso 1 = Tiempo Definido (DT) 2 = Instantáneo
Start Current	0.10...12	x In	0.10	Start current
Operate Time	0.05...300.00	s	0.05	Tiempo de Operación en el modo de Tiempo Definido (DT)

## 3.2 PARÁMETROS DE CONTROL

Parámetro	Valores	Unidades	Default	Descripción
Measuring mode	0...1	-	0	Selecciona el modo de medida 0 = Pico a pico 1 = Por componente fundamental de frecuencia.
Drop off time	0.....1000	ms	0	Restablece el tiempo del contador para el modo DT.
Group selection	0....2	-	0	Selección del grupo activo de Configuración de parámetros. 0 = Grupo de configuración 1 1 = Grupo de configuración 2 2 = Entrada GROUP
Active Group	0 ó 1	-	0	Parámetro de solo lectura que indica el grupo activo. 0 = Grupo 1 1 = Grupo 2
Start pulse	0....1000	ms	0	Mínimo ancho de pulso de la señal START
Trip signal	0 ó 1	-	0	Permite seleccionar si la señal de disparo permanecerá con o sin enclavamiento. 0 = señal sin enclavamiento 1 = señal con enclavamiento
Trip pulse	40... 1000	ms	40	Mínimo ancho de pulso de disparo y CBFP
Minimun time	0.03..10.0	s	0.03	Mínimo tiempo de operación en modo DT
CBFP time	100...1000	ms	100	Tiempo de operación de retardo para CBFP
Reset registers	1=Reset	-	0	Restablecer los valores de alarmas y registros
Test START	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la salida START 0 = no activo 1 = activo
Test TRIP	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la salida TRIP 0 = no activo 1 = activo
Test CBFP	0 ó 1	-	-	Modo de prueba de la función CBFP 0 = no activo 1 = activo
Event mask 1	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 2	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 3	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)
Event mask 4	0....4095	-	63	Event mask para transmisión de eventos (E0.....E11)

Todos los parámetros mostrados anteriormente están presentes en los bloques de función NEF1Low, NEF1High y NEF1Inst a excepción del parámetro "Minimun time" que es parte del bloque NEF1Low únicamente.

## 6.1 PARAMETROS DE CONTROL

### COLOCAT

Parameter	Values	Unit	Default	Explanation
Logic setting	0 or 1	-	0	Reset logic position setting
Binary position	0...2	-	0	Recent binary input position (to be validated by the system software)
Event mask 1	0...3	-	2	Event mask 1 for event transmission (E0 ... E1)
Event mask 2	0...3	-	2	Event mask 2 for event transmission (E0 ... E1)
Event mask 3	0...3	-	2	Event mask 3 for event transmission (E0 ... E1)
Event mask 4	0...3	-	2	Event mask 4 for event transmission (E0 ... E1)

## 6.2 EVENTOS

### COLOCAT

Code	Weighting coefficient	Default	Event reason	Event state
E0	1	0	Logic position setting	Inactive
E1	2	1	Logic position setting	Active

## 7.1 PARAMETROS DE CONFIGURACIÓN

### COIND1...COIND8

Parameter	Code	Values	Unit	Default	Data direction	Explanation
Event delay	S3	0.0...60.00 0	s	10.000	R/W	Event delay for undefined state

## 7.2 PARAMETROS DE CONTROL

### COIND1...COIND8

Parameter	Values	Unit	Default	Explanation
Object state	0...3	-	0	2-bit state of the object 0=Undefined (00) 1=Close (01) 2=Open (10) 3=Undefined (11)
Cycle count	0...1000 0	-	0	Cycle count process value
IV state	0 or 1	-	0	Object state validity from IV-signal 0 = valid 1 = invalid
Summarized stat	B0...B3	-	0	Summarized status of the object B0(1) = BINCLOSE B1(2) = BINOPEN B3(8) = IV
Event mask 1	0...783	-	527	Event mask 1 for event transmission (E0 ... E9)
Event mask 2	0...783	-	527	Event mask 2 for event transmission (E0 ... E9)
Event mask 3	0...783	-	527	Event mask 3 for event transmission (E0 ... E9)
Event mask 4	0...783	-	527	Event mask 4 for event transmission (E0 ... E9)

## **ANEXO D**





## ANEXO D

## RESUMEN PROTECCIONES SUBESTACIÓN No. 19

#	Parte del Sistema	Tipo de relé de Protección	Número de Relés	Tipo de Relé	Marca	TAP	Lever	Observaciones
1.-	Línea Selva Alegre 138 kV (TC 600/5)	Relé Distancia	1	Electromecánico	GEC			QUADRAMHO SHPM 101
		Relé Direccional	3	Electromecánico	GEC	4, 4.8, 6, 8, 9.6, 12, 16	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDD26PFF0007MAG
		Relé Direccional	1	Electromecánico	GEC	2.5, 3.75, 5, 6.25, 7.5, 8.75, 10		
		Relé Auxiliar	1	Electromecánico	GEC			VAJY12SF2267BA
		Relé Auxiliar	2	Electromecánico	GEC			VAJY11BF2365BA
		Bajo Voltaje	1	Electromecánico	Meidensha	60, 65, 70, 75, 80	0, 1, 2, ... 10	KIU-KGP
		De corriente circulante de gran estabilidad	1	Electromecánico	GEC	1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4		CAG34AF0061A
		Tiempo-LAG	1	Electromecánico	Koyo Electric.			Tiempo: 0 - 0.99 s GRT-DT-1A
	Relé Auxiliar	3	Electromecánico	GEC			VAJ12YF0752CA	
2.-	Transformador 100 MVA (138/46kV) TC (1600/5)	Sobrecorriente	3	Electromecánico	GEC	4, 4.8, 6, 8, 9.6, 12, 16	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDG36EG0001A6
		Sobrecorriente Falla a Tierra	1	Electromecánico	GEC	2.5, 3.75, 5, 6.25, 7.5, 8.75, 10	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDG16AF0002AG
		Relé Direccional	3	Electromecánico	GEC	4, 4.8, 6, 8, 9.6, 12, 16	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDD26PFF00001AA6
		Sobrecorriente Falla a Tierra	1	Electromecánico	GEC	2.5, 3.75, 5, 6.25, 7.5, 8.75, 10	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDG16AF0002AG
		Relé Auxiliar	3	Electromecánico	GEC			VAJY11BF5365BA

**ANEXO D**

Dos posiciones para regleta Marca CEG (MMLG)	Sobrecorriente	1	Electromecánico	GEC	2.5, 3.75, 5, 6.25, 7.5, 8.75, 10	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDG16AF00002AG
	Relé Diferencial	3	Electromecánico	GEC			M BCH03DIBD0751C Izq: 0.2 - 0.1 - 0.1 - 0.1 Der: 0.1 - 0 - 0 - 0 I <sub>N</sub> =5A, V <sub>X</sub> =110/125 V I <sub>s</sub> = Σ*I <sub>N</sub>
	Relé de Voltaje	1	Electromecánico	Nissin Electric.	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60		Tiempo: 0.5 - 5 s EER-1T2
	Tiempo- LAG	2	Electromecánico	Koyo Electric.			Tiempo: 0 - 0.99 s GRT-DT-1A
	Relé Auxiliar	2	Electromecánico	GEC			VAX
3.- Línea 46 kV Quito No. 17 TC (600/5)	Relé Distancia	1	Electromecánico	GEC			QUADRAMHO SHPM 101
	Relé Direccional	3	Electromecánico	GEC	4, 4.8, 6, 8, 9.6, 12, 16	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDD26PFF00001AAG
	Relé Direccional	1	Electromecánico	GEC	2.5, 3.75, 5, 6.25, 7.5, 8.75, 10	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	CDD26PFF00007MAG
	Relé Auxiliar	1	Electromecánico	GEC			VAJY12SF2267BA
	Relé Auxiliar	1	Electromecánico	GEC			VAJI1BF5365BA
	Relé 3φ de Corriente Circulante de gran Estabilidad	1	Electromecánico	GEC	1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4		CAG34AF0061A
	Relé de Tiempo	1	Electromecánico	Koyo Electric.			Tiempo: 0 - 0.99 s GRT-DT-1A
	Relé Auxiliar	2	Electromecánico	GEC			VAX



**ANEXO D**

	Relé de Voltaje	2	Electromecánico	Nissin Electric.	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60		Tiempo: 0.5 - ... 5 s EER-1T2
	Sobrevoltaje	1	Electromecánico	Meidensha	80, 120, 130, 150, 165	0, 0.1, 0.2, ..., 1.0	KIE-KGP
	Relé Auxiliar	1	Electromecánico	Koyo Electric.			DTF-1 Tiempo: 0 - 999.9 s
	Relé Auxiliar	1	Electromecánico	GEC			VAX

## ANEXO D

## UBICACIÓN Y AJUSTES DE RELES DE BAJA FRECUENCIA

Departamento de Sistemas y Potencia

Fecha: 19 Octubre 2000

PASO	SUBESTACION	PRIMARIO ALIMENTACIÓN O DISYUNTOR	% RECHAZO DE CARGA	CARGA MÁXIMA (MW)	FECUENCIA DE DISPARO (HZ)	RETARDO DE TIEMPO (CICLOS)	OPERACION
1	No. 3	A, B, C, E	3	5.30	59.20	12	OPERADOR
	No. 2	A, B, C, D		4.07	59.20	12	OPERADOR
<b>SUBTOTAL</b>				<b>9.37</b>			
2	No. 17	G	3	1.20	59.00	12	OPERADOR
	No. 19- 23 kV	A, C, F		7.70	59.00	12	OPERADOR
<b>SUBTOTAL</b>				<b>8.90</b>			
3	No. 4	A, B, C, D, E	6	6.72	58.80	12	OPERADOR
	No. 12	A, B		4.20	58.80	12	SCADA
	No. 10N	A, B, C,		4.30	58.80	12	SCADA
	No.17	A, B, C, E		3.09	58.80	12	OPERADOR
<b>SUBTOTAL</b>				<b>18.31</b>			
4	Eugenio Espejo	B, C	3	8.25	58.60	12	OPERADOR
<b>SUBTOTAL</b>				<b>8.25</b>			
5	No. 18	A, B, C, D, F	4	10.80	58.40	12	OPERADOR
<b>SUBTOTAL</b>				<b>10.80</b>			
6	No. 16	A, B, C, E, E, F	7	19.80	58.20	12	SCADA
<b>SUBTOTAL</b>				<b>19.80</b>			

El retardo de tiempo corresponde al tiempo de retardo del relé mas el tiempo de desconexión del disyuntor en ciclos