COORDINACIÓN DE RELES DE SOBRECORRIENTE

Juan Camilo Ramirez Osorio, Ronal Bermudez Hincapie
camilo.ramirez1@utp.edu.co r.bermudez@utp.edu.co
Grupo2, Subgrupo 4
Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia, Programa de Ingeniería Eléctrica
Universidad Tecnológica de Pereira

Resumen- Este informe presenta el desarrollo de la práctica 7 del laboratorio de sistemas de potencia, donde se analiza los resultados obtenidos para el comportamiento de los relés de sobrecorriente, ante la presencia de fallas en los sistemas de potencia planteados y la implementación en el software de simulación NEPLAN, con lo que se busca generar un sistema en el software e identificar las opciones necesarias para realizar la coordinación de los relés de sobrecorriente de tiempo inverso(Relés 51) realizados teóricamente.

***Palabras Clave-* coordinación, corriente de arranque, Dial, falla, relé, sistema, tiempo de operación.**

***Abstract-* This report presents the development of practice 7 of the power systems laboratory, where the results obtained for the behavior of the overcurrent relays in the presence of failures in the proposed power systems and the implementation in the NEPLAN simulation software are analyzed, with the purpose of generating a system in the software and identifying the necessary options to carry out the coordination of the inverse time overcurrent relays (Relay 51) theoretically made.**

Keywords- coordination, starting current, Dial, fault, relay, system, operation time.

I. INTRODUCTION

La protección de sobrecorriente es una de las funciones más utilizadas en razón a su bajo costo y su reconocida eficiencia para el caso de protección ante fallas de cortocircuito, especialmente aquellas fallas de baja impedancia Para realizar la coordinación en este tipo de protecciones, es necesario seleccionar la familia de curvas, las cuales se definen por su grado de inversión en curvas muy inversas, curvas casi planas y curvas inversas; cada grupo de curvas está definido por una ecuación paramétrica estándar. El grado de inversión de las curvas se define a partir de ciertas constantes ya establecidas en la ecuación característica.

Se debe calcular el tiempo de operación local y remoto de cada rele ante diversas fallas, ya que hay protecciones que son principales y otras son de respaldo. El relé funciona con tiempo de operación que varía según la familia de curvas utilizada con el selector de tiempo o dial y la corriente de tap (arranque) que se presenta con el valor inverso de la corriente por el relé.

Es así como para el desarrollo de la práctica se implementa la curva normalmente inversa según la norma IEC, se tendrá en cuenta el ajuste del dial y se ejecutará flujo de carga para obtener las corrientes que pasan por cada linea y asi seleccionar el transformador de corriente (CTS) más conveniente y se simularán diferentes zonas en falla para observar el comportamiento de los relés instalados.

II. PROCEDIMIENTO

Primeramente, se procede a montar el siguiente sistema de transmisión (figura 1), con lo que se pretende comprobar las pérdidas del sistema como lo solicita la guía para de esta manera verificar si los parámetros que se suministraron son correctos.

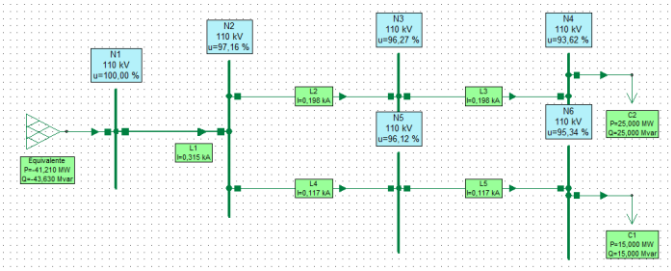

Figura1: Red radial

Los resultados que se deben obtener son los siguientes

- Perdidas de red MW=1.210041
- Perdidas de red MVAr=3.630122

Resultados obtenidos en el software NEPLAN

- Perdidas de red MW=1.210041
- Perdidas de red MVAr=3.630122

Resultados de la guía.
Se puede observar que el software es realizado con los parámetros correctos.

A. Corriente de cortocircuito

A continuación, se hace análisis de cortocircuito en cada una de las barras del sistema (Tabla 1); con el fin de hacer la coordinación de protecciones.

	ICC [A]
BARRA 1	2362
BARRA 2	1956
BARRA 3	1800
BARRA 4	1452
BARRA 5	1667
BARRA 6	1500

Tabla 1: Corriente de cortocircuito en los nodos

En la tabla 1 se tienen los datos de cortocircuito tras simular una falla trifasica

B. Coordinacion de reles

Para realizar la coordinación de protecciones se tuvo en consideración los siguientes parámetros.

- Parámetros de los relés

DIAL: Ajuste discreto desde 0.1 hasta 1.0, en pasos de 0.05
XInom: Ajuste discreto desde 0.4 hasta 4.0, en pasos de 0.05.

Para los cálculos correspondientes de la coordinación empleamos la herramienta Excel, allí utilizamos las siguientes ecuaciones para cada variable.

$$Ia_{Ri} = k\ Inom_{R_i} \quad (1)$$

$$DIAL_{R_i} = \frac{t(M^n - 1)}{a} \quad (2)$$

$$t = \frac{a\ DIAL_{R_i}}{(M^n - 1)} \quad (3)$$

$$X_{I_{nom_{R_i}}} = \frac{Ia_{Ri}}{I_{primaria\ CT_{R_i}}} \quad (4)$$

$$M = \frac{Icc_{N_i}}{Ia_{Ri}} \quad (5)$$

			TC				Parametros finales de los reles		
Relé	Inom	CT	Ir1	Ir2	Iarranque (1)	x_Inom (4)	Dial	X_inom nuevo	Ia nueva (4)
R1	116,8	CT1	200	5	175,2	0,88	0,1	0,9	180
R2	116,8	CT2	200	5	175,2	0,88	0,15	0,9	180
R3	198,2	CT3	200	5	297,3	1,49	0,1	1	200
R4	198,2	CT4	200	5	297,3	1,49	0,15	1	200
R5	315	CT5	400	5	472,5	1,18	0,250	1,2	480

Tabla 2: Datos de para coordinacion del rele de sobrecorriente

En la tabla anterior (Tabla 2) se muestran los resultados partiendo de cada relé, se le asigna su corriente nominal mencionada anteriormente en Neplan, después se le asigna un CT con un valor de corriente correspondiente a los valores disponibles en la norma (Tabla 3). Posteriormente se ingresa el valor de corriente de corto circuito también calculado en NEPLAN, luego de eso se calculan los valores de Xinom y Dial, estos son aproximados en pasos de 0.05 según la norma.

CTs
100/5
200/5
250/5
400/5
500/5

Tabla 3: Valores nominales de CTs disponibles

Una vez calculado los valores bases se procede a calcular los valores asociados a cada relé. Iniciamos por los relés ubicados en las cargas y se finaliza el relé situado en la subestación. Para el caso de este laboratorio será el relé próximo al generador.

Iniciamos por el relé R1 el cual inicia con un dial mínimo de 0.1 y de ahí se hacen los respectivos cálculos de su Mol (M) y su tiempo (Tri), después se hacen los cálculos para el relé siguiente en la línea, el relé R2. Este procedimiento se repite para el R4 y R3.

Una vez llegamos al nodo 2, se realizan los cálculos para el R1, en el cual se debe tener en cuenta el mayor valor de Dial que llega al nodo 2, proveniente de las cargas 1 y 2. Para esta práctica ambos valores dieron igual y posterior a ello se le da una mayor holgura al tiempo correspondiente pues este R5 es el último en su posición, por lo cual su valor debe ser mayor al de los anteriores.

R1			R2			R3			R4			R5		
Dial R1	M1 (5)	Tr1 [s] (3)	Tr1+CTI [s]	M2 (5)	Dial R2 (2)	Dial R3	M3 (5)	Tr3 [s] (3)	Tr3+CT3[s]	M4 (5)	Dial R4 (2)	Tr1+CT5 [s	M5 (5)	Dial R5 (2)
0,1	9,261	0,308												
			0,458	9,261	0,15									
						0,1	9,000	0,312						
									0,462	9,000	0,15			
												0,299	4,075	0,06

Tabla 4: Coordinacion de reles

En la tabla 4. podemos observar los resultados para los 5 relés con sus diales, moles y tiempos, de igual forma se anexa el documento de Excel donde se realiza todo el procedimiento.

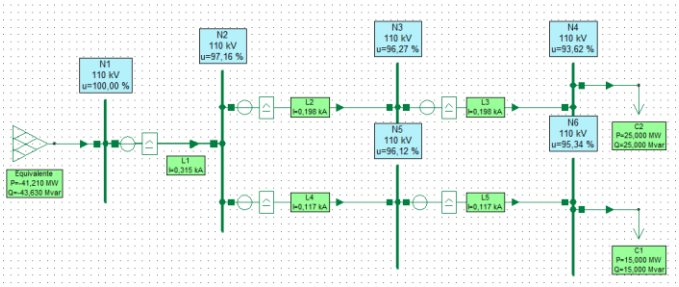

Figura 2: Red con elementos de proteccion de sobrecorriente

Se puede observar en la figura 2 que están bien asociados cada relé (Rn) con los transformadores de corriente (CTn) en su respectiva línea de transmisión.

Luego se ingresa a la opción de características (figura 5) de cada relé para poder modificar los parámetros y lograr una buena coordinación como se muestra en el relé 1 (figura 3).

Figura 3: Rele de sobrecorriente con CT asociado

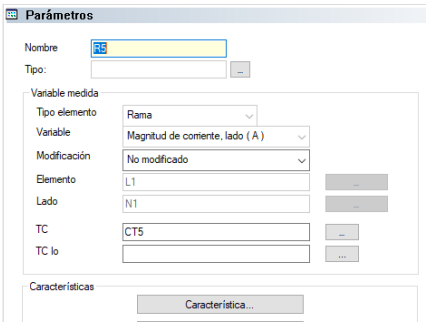

Figura 4: Parametros rele de sobrecorriente

En la figura 4 (parámetros) se dice que el relé está asociado con CT5 lo cual es correcto.

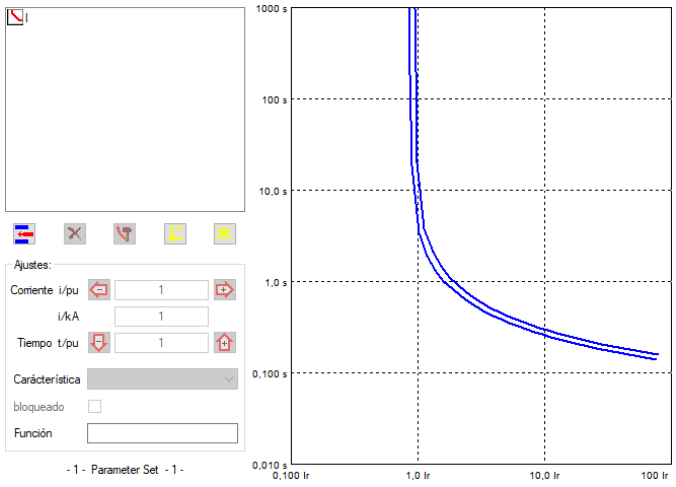

Figura 5:Curva inversa del rele de sobrecorriente R5

en la figura 5 se observa la curva característica del relé 5.

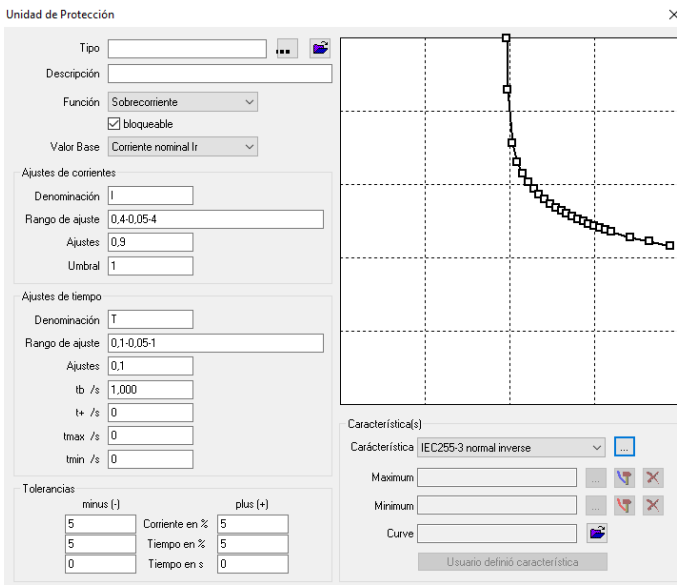

Figura 6: Parametros ingresados en Neplan en cada rele

la figura 6 son los parámetros del relé 1 que se ingresaron de acuerdo al análisis de coordinación que se hizo con las tablas 1,2,3 y 4 con la que se ingresaron los recuadros ajustes de corriente y tiempo, la curva que se muestra es discreta ya que en software así lo muestra puesto que los parámetros que se ingresaron fueron de forma discreta (en pasos de 0,05 en el ajuste de corriente y tiempo) como se observa en los recuadros rango de ajuste de corriente el cual va de 0,4 a 4 y rango de ajuste de tiempo va de 0,1 a 1.

Elemento en falla	Distancia [%]	TR5 [s]	TR4 [s]	TR3 [s]	TR2 [s]	TR1 [s]
L1	50	1,16	-	-	-	-
L2	50	1,27	0,46	-	-	-
L3	50	1,44	0,49	0,33	-	-
L4	50	1,31	-	-	0,45	-
L5	50	1,46	-	-	0,47	0,32
N2	-	1,23	-	-	-	-
N3	-	1,31	0,47	-	-	-
N4	-	1,57	0,52	0,35	-	-
N5	-	1,39	-	-	0,46	-
N6	-	1,52	-	-	0,49	0,32

Tabla 5: Tiempo de actuacion de los reles ante fallas

En la tabla 5 se pueden apreciar los tiempos de actuacion de los reles ante diferentes ubicaciones de falla con una falla trifasica.

C. Fallas en los nodos 4 y 6

Falla en el nodo 4.
Luego se analiza la coordinación de protecciones ante una falla en el nodo 4 (figura 7).

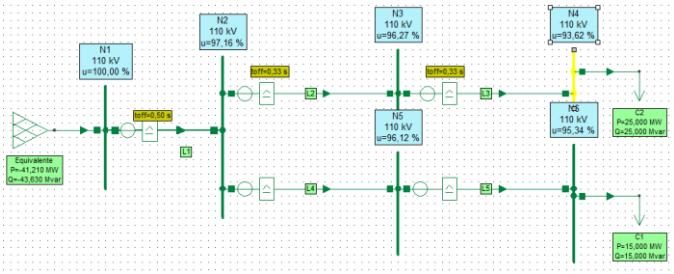

Figura 7: Red radial bajo falla en el nodo 4

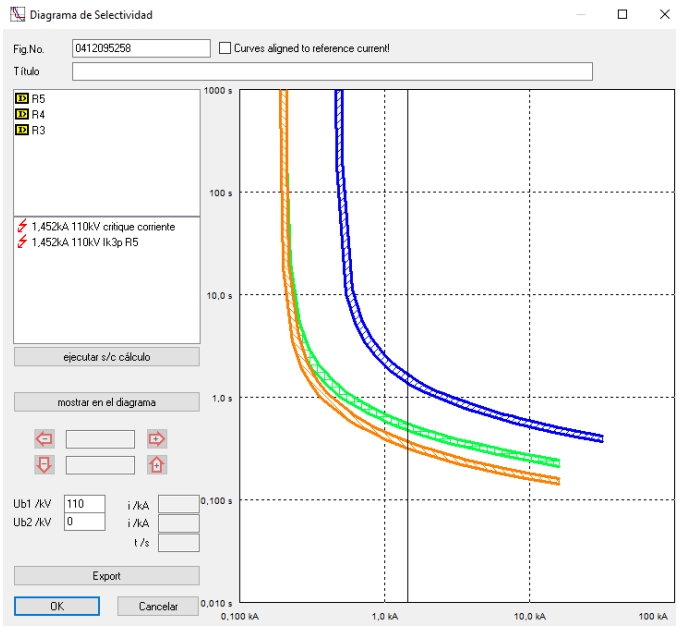

Figura 8: Curvas de coordinacion ante una falla en el nodo 4

En la figura 8 se puede observar la coordinacion de los reles de proteccion donde se aprecia que no presentan traslape.

Falla en el nodo 6.

Luego se analiza la coordinación de protecciones ante una falla en el nodo 5 (figura 9).

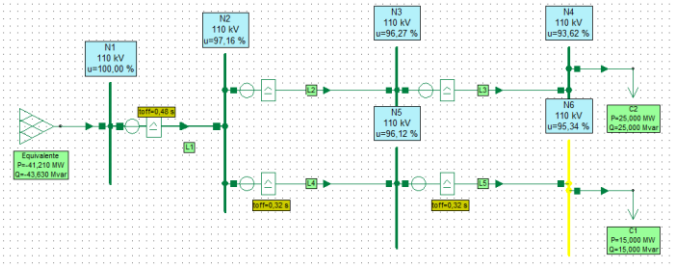

Figura 9: Red radial fajo falla en el nodo 6

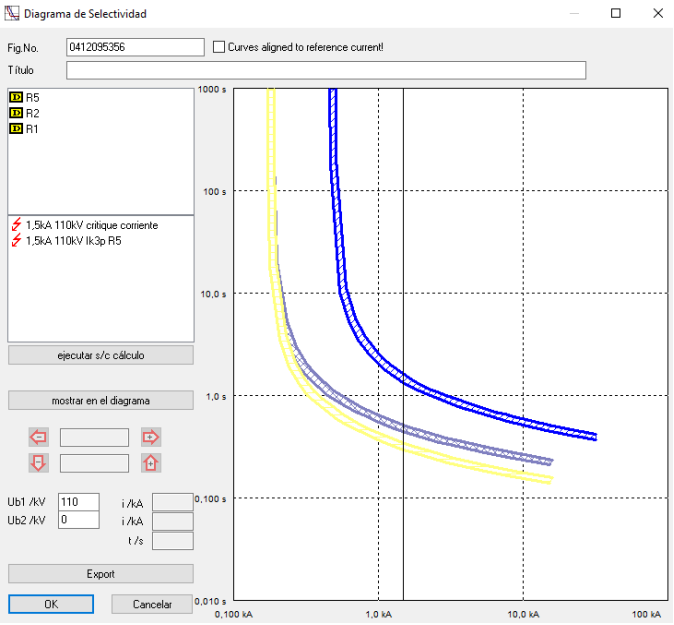

Figura 10: Curvas de coordinacion ante una falla en el nodo 6

En la figura 10 se puede observar la coordinacion de los reles de proteccion donde se aprecia que no presentan traslape.

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La coordinación de los relés se realizo de tal forma que no presentaran traslapes en sus curvas, evitando disparos innecesarios o que una protección de respaldo actúe antes que una principal, también se puede apreciar que los relés principales ante determinada falla tiene un tiempo de actuación alrededor de 0.3 segundos y los directamente de respaldo esta alrededor de 0.45 segundos dando como resultado una diferencia aproximada de 0.15 segundos entre la protección de respaldo y principal, esto se puede evidencia en la tabla 5

Las fallas en los nodos 4 y 6 tienen un correcto funcionamiento ante una falla de 1450 y 1500 A respectivamente el cual activa su relé principal en el menor tiempo posible.

V. PROBLEMAS E INCONVENINETES

Para la práctica no encontramos inconvenientes apreciables.

IV. CONCLUSIONES

- Para una correcta coordinación de los relés se debe actuar de acuerdo con su topología, donde se debe empezar por el más cercano a la falla, esto buscando mejorar la confiabilidad y selectividad del sistema de protecciones.

- Los relés de sobrecorriente asociados a las redes radiales con carga solo al final de la red naturalmente presentan una zona de traslape al principio de su curva y esto es debido a que los relés van a ver la corriente de cortocircuito (figura 10 y figura 8).

- Al tener una red radial con relés que estén configurados a la misma corriente de cortocircuito se debe tener especial cuidado con los tiempos de actuación variando adecuadamente el dial.

- Todas las corrientes de arranque son menores que las de falla trifásica.

- La coordinación de relés de sobrecorriente de tiempo inverso en sistemas radiales es un problema de optimización matemática que puede ser planteado como un problema de programación lineal. La función objetivo es la suma de tiempos de operación de los relés para fallas en su zona. Las restricciones son los tiempos de margen entre relés, el valor mínimo de dial y a las ecuaciones características de los relés.