

## **CAPÍTULO III**

### **PROTECCIONES**

#### **3.1 Protecciones**

Las protecciones de los sistemas de potencia son una parte integral para evitar la destrucción de un conjunto de equipos o dispositivos interconectados en una tarea común, por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada. El sistema de protecciones debe aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red troncal alta de tensión.<sup>13</sup>

#### **3.2 Relevador**

También conocido como relé, es un dispositivo que controla el estado de un interruptor mediante una entrada eléctrica.<sup>14</sup>

#### **3.3 Principales tipos de relevadores que se utilizan en la subestación de seis de abril**

##### **3.3.1 Protecciones para líneas de transmisión**

- Protección de sobrecorriente instantáneo (50): Este relevador opera en forma casi instantánea para un valor de corriente excesivo, indicando una falla en el aparato o circuito protegido. Su tiempo de operación es del orden de 0.05 segundos (3 ciclos).<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Wikipedia, Protecciones, [http://es.wikipedia.org/wiki/protecciones\\_de\\_sistemas\\_de\\_potencia](http://es.wikipedia.org/wiki/protecciones_de_sistemas_de_potencia), fecha de consulta febrero de 2010.

<sup>14</sup> Veris Industries, Ampere, <http://www.ampere.com.mx/veris/relevador.php>, fecha de consulta febrero de 2010.CO

<sup>15</sup> Enríquez, Harper Gilberto (2003). Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, p.287.

- Protección de sobrecorriente con retraso de tiempo (51): Este es un relevador con una característica de tiempo definida e inversa, que opera cuando la corriente en el circuito excede un valor determinado, por lo general, a mayor corriente menor tiempo de la característica inversa<sup>16</sup>.
- Protección de recierre para corriente alterna (79): Relevador que funciona cuando el ángulo de fase entre dos tensiones o corrientes o entre una tensión y una corriente alcanza un valor determinado. En la tensión de 230Kv es un recierre monopolar, los tipos de recierres en líneas de 115Kv son trifásicos, es decir abren los tres polos del interruptor de cada extremo de la línea fallada. La protección 79 es de una sola operación, con unidad de tiempo ajustable, operando en conjunto con un relevador (25/27) que incluya las características de bus vivo/línea muerta, bus muerto/línea viva y la verificación de sincronismo cuando hay voltaje en ambos lados del interruptor.<sup>17</sup>
- Protección de distancia (21): Los relevadores de distancia son dispositivos empleados para la protección de líneas de transmisión de mediano y alto voltaje. Los relevadores de distancia tipo admitancia o similar de tres zonas, son para fallas entre fases (21L) y los relevadores de distancia tipo reactancia de tres zonas son para protección de fallas de una fase a tierra (21G). Con facilidades para compensar el efecto de inductancia mutua.<sup>18</sup> Se utiliza este tipo de protección, debido a que éstos funcionan en base a la característica de impedancia o reactancia de la línea y los demás parámetros de las líneas de transmisión que varían constantemente, como el voltaje, corriente, potencia, carga, etcétera, y además porque:
  1. Son de alta velocidad.
  2. No cambian su característica de funcionamiento con los cambios de generación.
  3. Por su característica direccional.

---

<sup>16</sup>Enríquez Harper Gilberto (2003). Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, p.287.

<sup>17</sup>Enríquez, Harper Gilberto (2005). Elementos de diseño de subestaciones eléctricas, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, p.312.

<sup>18</sup>Ibid, p.312.

- Protección de sobrecorriente direccional (67N): Cuando la coordinación de las protecciones de sobrecorrientes se hace complicada y en ocasiones imposible en líneas de transmisión con fuente de alimentación en ambos extremos, se pueden emplear relevadores de sobrecorriente supervisadas por una unidad direccional. La direccionalidad simplifica el problema de selectividad y seguridad. Este relevador se aplica a líneas como respaldo para proteger equipos de la subestación, es otra forma de protección de respaldo de la propia línea. El relevador direccional de sobrecorriente de tierra (67n) es alimentado de los secundarios de los Transformadores de potencial instalados en el bus.<sup>19</sup>
- Protección piloto: Es el mejor tipo para la protección de líneas. Además, emplea un canal de comunicaciones en conjunción con las protecciones para averiguar en el menor tiempo posible si una falla se encuentra en la línea protegida o fuera de ella.<sup>20</sup>
- Protección diferencial de línea (87L): Se utiliza para protección, control y supervisión de líneas y cables aéreos en todo tipo de redes, la 87L se puede utilizar hasta los niveles de tensión más altos. Es adecuado para protección de líneas con carga elevada y líneas con varias terminales en las que los requisitos de disparo sean de uno, dos y/o tres polos, la 87L también es adecuado para protección de alimentación por cable de bloques generador-transformador.<sup>21</sup>

### 3.3.2 Protección a interruptores<sup>22</sup>

- Arreglo mecánico para detectar discrepancia o discordancia de polos: Este tipo de arreglo actúa en el momento que algún polo del interruptor queda en

---

<sup>19</sup> Enríquez, Harper Gilberto (2005). Elementos de diseño de subestaciones eléctricas, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, p.312.

<sup>20</sup> Comisión Federal de Electricidad (1992). Manual de operación, Tomo 1, Conceptos fundamentales y operacionales de sistemas de energía eléctrica, Editado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas, México.

<sup>21</sup> ABB México (2009), [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot313.nsf/VerityDisplay/2FB4BA53D3B7D871C1257298000767A1D/\\$File/1MRK505164-BES\\_E\\_es\\_Guia\\_de\\_compra\\_IED\\_RED\\_\\_670\\_de\\_proteccion\\_diferencial\\_de\\_linea\\_preconfigurado.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot313.nsf/VerityDisplay/2FB4BA53D3B7D871C1257298000767A1D/$File/1MRK505164-BES_E_es_Guia_de_compra_IED_RED__670_de_proteccion_diferencial_de_linea_preconfigurado.pdf), fecha de consulta febrero de 2010.

<sup>22</sup> Comisión Federal de Electricidad, Manual de operación (1992). Tomo 1, Conceptos fundamentales y operacionales de sistemas de energía eléctrica, Editado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas, México.

posición distinta a los otros. En el caso de interruptores con disparo y recierre monopolar deberá adicionarse ese tiempo de discordancia en el temporizador.

- Protección contra falla del interruptor (50fi o 50 bf): La finalidad de esta protección es detectar la falta de apertura del interruptor al recibir la orden de disparo enviada por alguna protección. Para su operación se requiere que se tenga presente la operación de otra protección que envíe orden de disparo. Si al transcurrir cierto tiempo no ha abierto y hay suficiente corriente que opere detectores de falla de esta protección, el esquema será activado.
- Protección de desbalance de corriente (61): Se emplea para detectar la apertura de polos en un interruptor sin existencia de falla eléctrica en el sistema, su principio de operación se basa en la comparación de la corriente de las tres fases del interruptor. Además es un respaldo indirecto para detectar corrientes de secuencia negativa en interruptores usados en generadores y reactores.

### **3.3.3 Protección de transformadores**

- Protección de respaldo de tierra (51NT): Se conectan viendo hacia el transformador con un alcance ligeramente superior a su impedancia para respaldar a la protección diferencial. Su tiempo de operación puede hacerse muy bajo sin ocasionar problemas de coordinación con protecciones diferenciales de alta velocidad del transformador, es utilizada para librar fallas a tierra en el sistema de alta tensión en caso de que no haya disparado a un tiempo un interruptor más próximo a la falla.<sup>23</sup>
- Protección diferencial (87T): Este tipo de relevadores de protección, opera con la diferencia entre las corrientes entrantes y salientes del elemento protegido y emplea el más positivo principio selectivo. Su principio de operación es similar al de un relevador de sobrecorriente electromecánico, tipo inducción. Su zona de operación está restringida por la posición de los transformadores de corriente en ambos extremos del elemento protegido y, por lo tanto, es una

---

<sup>23</sup> Comisión Federal de Electricidad (1992). Manual de operación, Tomo 1, Conceptos fundamentales y operacionales de sistemas de energía eléctrica, Editado por el Instituto de investigaciones eléctricas, México.

protección selectiva. Esta protección está dirigida hacia las fallas internas en los transformadores.<sup>24</sup>

- Protección de fluido y presencia de gases (63 buchholtz): Se emplean en la protección de transformadores de potencia que tienen tanque conservador. Esta protección opera contra fallas internas con gran rapidez, en el caso de ser severas, pero su característica más relevante es su sensibilidad para fallas incipientes, es decir, fallas menores que tienen inicialmente un desprendimiento de gases. Estos relevadores actúan como trampas de gases entre el tanque principal y el tanque conservador, y como detector de flujo inverso del líquido dieléctrico.<sup>25</sup>
- Protección neutra del transformador (51N): Es la protección suministrada por los relevadores capaces de detectar una falla en dicho equipo y que enviara disparo solamente después de que la protección primaria ha fallado en su operación.
- Protección por sobrecarga térmica (46/TRO): Es la protección contra sobrecarga de motores eléctricos, y se utiliza en los llamados relevadores térmicos de sobrecarga. El ajuste de estos relevadores es conveniente que el motor pueda soportar algunas sobrecargas de una magnitud y con una duración que no lo dañen, por lo que se acostumbra seleccionar una corriente de disparo entre el 115% y el 125% del valor de la corriente de plena carga.<sup>26</sup>
- Protección por indicador de temperatura de aceite (49T): Son en realidad termómetros acondicionados con micro interruptores que se calibran a valores específicos de temperaturas, que se usan, ya sea para mandar señales de alarmas, de disparo para desconexión de carga o para arrancar ventiladores en los transformadores que usan enfriamiento por aire forzado. Se emplean para

---

<sup>24</sup> Enríquez, Harper Gilberto (2005). Elementos de diseño de subestaciones eléctricas, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, p.259.

<sup>25</sup> Comisión Federal de Electricidad, Manual de operación (1992). Tomo 1, Conceptos fundamentales y operacionales de sistemas de energía eléctrica, Editado por el Instituto de investigaciones eléctricas, México.

<sup>26</sup> Enríquez, Harper Gilberto (2005). Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales, Segunda Edición, Editorial Limusa, p.426.

detectar la temperatura en los devanados o en el aceite de los transformadores.<sup>27</sup>

- Protección por indicador de bajo nivel de aceite (63/BNA): Un nivel bajo de aceite en los transformadores resulta peligroso debido a que partes vivas como son conductores conectados de las bobinas que se deben encontrar sumergidas en aceite, se encuentran expuestos a fallas por ruptura dieléctrica cuando el nivel baja. Por esta razón se debe de instalar en los transformadores indicadores de nivel de aceite en contactos que accionen una alarma cuando se presente esta situación en transformadores de gran potencia.<sup>28</sup>
- Protección de sobresión mecánica (63/SPM): Protege al transformador en caso de incremento de alguna presión excesiva. Una vez que un grado presión predeterminado es alcanzado, el aparato se abre, reduciendo de esta manera la misma.<sup>29</sup>

### **3.3.4 Protección de barras colectoras<sup>30</sup>**

- Barras o buses, barra o bus (87 B): Las fallas internas en barras colectoras ocurren muy esporádicamente y generalmente son de una de las fases a tierra, estas fallas, tienden a ser muy severas en lo que respecta a daño producido en el punto de falla. Las características del esquema de protección para barras colectoras quedan sujetas al análisis de la importancia que tenga la instalación dentro del sistema eléctrico de potencia, independientemente del nivel de tensión y de los circuitos que este tenga.

La protección diferencial es el método de protección de buses más confiable. El problema que se presenta en esta aplicación es el número de circuitos

---

<sup>27</sup> Enríquez, Harper Gilberto (2003). Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, p.298.

<sup>28</sup> Enríquez, Harper Gilberto (2002), Fundamentos de protección de sistemas eléctricos por relevadores, Segunda edición, Editorial Limusa, México D.F. p.465.

<sup>29</sup> Grupo Reinhausen (2008), [http://reinhausen.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-291/141\\_read-114/](http://reinhausen.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-291/141_read-114/), fecha de consulta febrerode2010.

<sup>30</sup> Comisión Federal de Electricidad, Manual de operación (1992).Tomo 1, Conceptos fundamentales y operacionales de sistemas de energía eléctrica, Editado por el Instituto de investigaciones eléctricas, México.

involucrados, y por lo tanto, los diferentes niveles de energización en los transformadores de corriente asociados bajo condiciones de falla.

El relevador diferencial se conecta a los circuitos secundarios de los transformadores de corriente situados a ambos lados del elemento a proteger y se basa en el principio de comparación de la magnitud y ángulo de fase de las corrientes que entran y salen de una determinada zona de operación.