

CRITERIOS DE AJUSTE DE LAS PROTECCIONES DE DISTANCIA

1. Criterios Generales.

Siempre se deben cumplir con los siguientes criterios generales:

- Se debe proteger la mayor extensión posible de la instalación en el menor tiempo posible.
- Se debe garantizar la detección y despeje de todas las fallas, entre fases y/o residuales, que se produzcan en la instalación protegida.
- Se debe garantizar coordinación de operación de las protecciones al menos para las condiciones de operación más relevantes, dentro de las cuales se debe considerar la operación normal, entendiéndose como tal la condición más probable de operación.
- La protección de distancia puede ser ajustada para proporcionar respaldo local y/o remoto a las protecciones e interruptores instalados en la próxima etapa y siguiente de protección del extremo local y/o remoto de la instalación protegida.

A continuación se aplican los criterios indicados a algunos casos particulares, los cuales no cubren la totalidad de las posibilidades :

2. Protecciones de Distancia para Fallas Entre Fases.

2.1 Ajuste de los alcances de las zonas.

En todos los casos, los criterios generales para ajustar los alcances de las zonas de las protecciones de distancia, deben ser los siguientes:

- La zona 1 debe subalcanzar la próxima etapa de protección.
- La zona 2 debe sobrealcanzar la próxima etapa de protección.
- La zona 2 debe subalcanzar la etapa siguiente de la próxima etapa de protección.
- La zona 3 debe sobrealcanzar la etapa siguiente de la próxima etapa de protección.

2.1.1 Protección de una línea de transmisión expresa sin arranques.

Una línea de transmisión expresa sin arranques es aquella que no posee conexiones de consumo o de inyección en algún punto intermedio entre sus extremos, ya sea de tipo arranque tap off o por medio de transformadores de poder, y en cuyo extremo remoto hay conectadas otras instalaciones que no disponen de protecciones en su punto de conexión a la línea. Normalmente este tipo de línea tiene conectado uno o varios transformadores de poder en su extremo remoto.

En el caso indicado, el alcance de la zona 1 debe ser ajustado sin temporización como mínimo a 110% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida, y como máximo a 70% de la menor reactancia de secuencia positiva de la etapa de transformación.

En caso que la etapa de transformación consista en varios transformadores que pueden ser operados en paralelo, la menor reactancia de la etapa de transformación corresponde a aquella resultante de la operación en paralelo de los transformadores.

En caso que la etapa de transformación consista en varios transformadores que no pueden ser operados en paralelo, la menor reactancia de la etapa de transformación corresponde a la menor reactancia del conjunto de reactancias de los transformadores.

Asimismo, el alcance de la zona 2 debe ser ajustado temporizado como mínimo a 110% de la mayor reactancia de secuencia positiva de la etapa de transformación.

2.1.2 Protección de una línea de transmisión sin arranques.

Una línea de transmisión sin arranques es aquella que no posee conexiones de consumo o de inyección en algún punto intermedio entre sus extremos, ya sea de tipo arranque tap off o por medio de transformadores de poder, y en cuyo extremo remoto se conecta al menos una instalación protegida mediante sus propias protecciones e interruptor.

En el caso indicado, el alcance de la zona 1 debe ser ajustado sin temporización entre el 80% y 90% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida.

Asimismo, el alcance de la zona 2 debe ser ajustado temporizado como mínimo a 110% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida y como máximo a 80% del alcance de la zona 1 (para fallas entre fases) de la protección de distancia de la línea siguiente.

En caso que existan varias líneas conectadas al extremo remoto de la línea protegida, el alcance máximo de la zona 2 debe estimarse con la menor reactancia de los alcances de la zona 1 de las líneas adyacentes.

En caso que además exista uno o más transformadores conectados en el extremo remoto de la línea protegida, se debe verificar que la mínima reactancia de la etapa de transformación sea mayor que el alcance de la zona 2. Si no es el caso se debe considerar cuidadosamente la temporización de la zona 2.

2.1.3 Protección de una línea de transmisión con arranques.

Una línea de transmisión con arranques es aquella que posee conexiones de consumo o de inyección en algún punto intermedio entre sus extremos, ya sea de tipo arranque tap off o por medio de transformadores de poder.

2.1.3.1 Arranque tipo tap off.

En caso que exista un arranque tipo tap off protegido por desconectores fusibles o protecciones e interruptor, se debe ajustar el alcance de la zona 1 sin temporización entre 80% y 90% de la reactancia de secuencia positiva del tramo comprendido entre el extremo local de la línea protegida y el punto de arranque del tap off.

Asimismo, el alcance de la zona 2 debe ser ajustado temporizado de acuerdo a los criterios indicados en los puntos 2.1.1 y 1.1.2, dependiendo del caso y considerando el posible efecto infeed.

2.1.3.2 Arranque mediante transformador de poder.

En caso que exista uno o más arranques consistentes en uno o más transformadores de poder protegidos por desconectores fusibles o por protecciones e interruptor, se debe ajustar el alcance de la zona 1 sin temporización como máximo a 70% de la menor reactancia de secuencia positiva de la etapa conjunta de transformación o alternativamente se debe ajustar entre el 80% y 90% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida, siendo el ajuste adecuado el de menor valor entre los criterios enunciados.

El alcance de la zona 2 debe ser ajustada temporizada de acuerdo a los criterios indicados en los puntos 2.1.1 y 2.1.2, dependiendo del caso.

2.1.4 Casos especiales

Existen una gama de casos especiales que escapan a la posibilidad de ofrecer una receta para ajustar las protecciones de distancia. A continuación se enumeran algunos de ellos.

2.1.4.1 Protección de un transformador mediante una protección distancia.

En este caso la zona 1 debe ser ajustada sin temporización entre el 70% y 80% de la menor reactancia del transformador, la cual depende fuertemente de la posición del cambiador de tomas.

La zona 2 debe ser ajustada temporizada como mínimo a 120% de la máxima reactancia del transformador, la cual, como se indicó, depende fuertemente de la posición del cambiador de tomas.

2.1.4.2 Protección de un arranque tap off de inyección.

En este caso es conveniente que la protección sea ajustada de tal forma que proteja al mismo tiempo el arranque tap off y la línea a la cual se conecta el tap off.

Lo anterior se logra ajustando la direccionalidad de las zonas de tal forma que dos zonas se orienten hacia el arranque tap off y dos zonas se orienten hacia la línea donde se conecta el tap off.

Los criterios para ajustar las zonas 1 y 2 son los mismos que se han indicado en los párrafos anteriores.

2.1.5 Zonas de respaldo

Una protección de distancia puede proporcionar protección de respaldo remoto a las protecciones e interruptores que se encuentran en las etapas próximas y siguientes de protección después del extremo remoto de la línea protegida.

Los alcances de las zonas de respaldo remoto se deben ajustar al menos a 110% de la mínima reactancia total de secuencia positiva de las instalaciones protegidas por las protecciones que se desea respaldar en forma remota.

La operación de una zona de respaldo debe ser suficientemente temporizada como para permitir la operación de las protecciones principales remotas y el accionamiento de sus interruptores. Solo en el caso de verificarse la falla del sistema de protección remoto debe operar la zona de respaldo de la protección de distancia.

2.2 Ajuste de las temporizaciones de las zonas.

2.2.1 Temporización de la Zona 1.

Normalmente la zona 1 no tiene temporización, es decir su actuación es instantánea, entendiéndose por “instantánea” un tiempo de operación entre 15 y 35 ms (lo que ofrece la tecnología actual).

A menos que se justifique fundadamente, en base a argumentos técnicos irrefutables, no se recomienda temporizar la actuación de la zona 1.

2.2.2 Temporización de la Zona 2.

Si la mínima reactancia de secuencia positiva de la etapa de transformación del extremo remoto de la línea protegida es mayor que el 120% del alcance de la zona 2, entonces la temporización de la zona 2 debe coordinar exclusivamente con la zona 1 de la línea siguiente, en caso que no se hayan habilitado protecciones de sobrecorriente.

En el caso indicado y si se dispone de interruptores modernos y protecciones digitales, es posible en algunos casos ajustar tiempos de operación de la zona 2 del orden de 250 ms. Si no es el caso, se debe ajustar la temporización de la zona 2 como mínimo en 350 - 400 ms. En todo caso, siempre es recomendable estimar los tiempos de operación apropiados cuando lo que se desea es minimizar esta temporización y examinar la posibilidad de que otras protecciones temporizadas se encuentren habilitadas.

Si no se cumple lo indicado en el primer párrafo, significa que la zona 2 es capaz de detectar fallas en la barra de MT de la etapa de transformación, en tal caso, la temporización de la zona 2 debe ser estimada considerando el mayor tiempo de operación de las protecciones de la subestación para despejar esa falla en la peor condición.

2.2.3 Temporización de la Zona 3.

Normalmente la zona 3 se ajusta como una zona de respaldo remoto, lo que significa que esta zona debe actuar solo en caso que las protecciones y/o interruptores respaldados no lo hagan. Por tal razón, la temporización de la zona 3 depende del tiempo de operación de las protecciones respaldadas, las cuales siempre deben ser evaluadas en la peor condición de operación.

3. Protecciones de Distancia para Fallas Residuales.

3.1 Ajuste de los alcances de las zonas.

En forma independiente del valor del factor de compensación residual elegido, en todos los casos los criterios generales para ajustar los alcances de las zonas residuales de las protecciones de distancia deben ser los siguientes:

- La zona 1 debe subalcanzar la próxima etapa de protección.
- La zona 2 debe sobrealcanzar la próxima etapa de protección.
- La zona 2 debe subalcanzar la etapa siguiente de la próxima etapa de protección.
- La zona 3 debe sobrealcanzar la etapa siguiente de la próxima etapa de protección.

3.1.1 Protección de una línea de transmisión expresa sin arranques.

En el caso indicado, se debe ajustar el factor de compensación residual de acuerdo a los parámetros de la línea y ajustar el alcance de la zona 1 sin temporización como mínimo a 110% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida y como máximo a 50% de la menor reactancia de la etapa de transformación.

Asimismo, el alcance de la zona 2 puede ser ajustado temporizado como mínimo a 110% de la mayor reactancia de la etapa de transformación debiéndose considerar el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección.

3.1.2 Protección de una línea de transmisión sin arranques.

En el caso indicado, se debe ajustar el factor de compensación residual de acuerdo a los parámetros de la línea y el alcance de la zona 1 sin temporización entre el 80% y 85% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida.

Asimismo, el alcance de la zona 2 debe ser ajustado temporizado como mínimo a 110% de la reactancia de secuencia positiva de la línea protegida y como máximo a 70% del alcance de la zona 1 (para fallas residuales) de la protección de distancia de la línea siguiente, debiéndose tomar en consideración el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección.

En caso que existan varias líneas conectadas al extremo remoto de la línea protegida, el alcance máximo de la zona 2 debe estimarse con la menor reactancia de los alcances de la zona 1 de las líneas adyacentes.

En caso que además exista uno o más transformadores conectados en el extremo remoto de la línea protegida, se debe verificar que la mínima reactancia de la etapa de transformación sea mayor que el alcance de la zona 2, considerando siempre el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección. Si no es el caso, se debe considerar cuidadosamente la temporización de la zona 2.

3.1.3 Protección de una línea de transmisión con arranques.

3.1.3.1 Arranque tipo tap off.

En caso que exista un arranque tipo tap off protegido por desconectadores fusibles o por protecciones e interruptor, se debe ajustar el factor de compensación residual de acuerdo a los parámetros de la línea y el alcance de la zona 1 sin temporización entre el 80% y 85% de la reactancia de secuencia positiva del tramo comprendido entre el extremo local de la línea protegida y el punto de arranque del tap off.

Asimismo, el alcance de la zona 2 debe ser ajustado temporizado de acuerdo a los criterios indicados en los puntos 2.1.1 y 1.1.2, dependiendo del caso y considerando el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección. Además, en caso de ser necesario, se debe considerar el posible efecto infeed en el punto de arranque del tap off.

3.1.3.2 Arranque mediante transformador de poder.

En caso que exista un arranque mediante uno o más transformadores de poder protegidos por desconectadores fusibles o por protecciones e interruptor, se debe ajustar el alcance de la zona 1 de acuerdo a los criterios enunciados en los puntos 2.1.1 y 2.1.2, dependiendo de si existe en la línea algún arranque tipo tap off.

Si la línea protegida es de tipo expresa y hay más de un arranque con transformador de poder, el alcance máximo de la zona 1 debe corresponder al 70% de la menor reactancia del conjunto de reactancias de los transformadores de poder conectados a la línea, considerando el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección.

El alcance de la zona 2 debe ser ajustada temporizada de acuerdo a los criterios indicados en los puntos 3.1.1 y 3.1.2, dependiendo del caso.

3.1.4 Algunos Casos especiales

3.1.4.1 Protección de un transformador mediante una protección distancia.

En este caso se debe estimar el factor de compensación residual de tal forma que la reactancia total de una falla residual en los terminales lado carga del transformador sea medida en forma idéntica a como la protección mide la reactancia total de una falla entre fases.

Una vez determinado el factor de compensación residual, la zona 1 debe ser ajustada sin temporización entre el 70% y 75% de la menor reactancia del transformador, la cual depende fuertemente de la posición del cambiador de tomas.

La zona 2 debe ser ajustada temporizada como mínimo a 120% de la máxima reactancia del transformador, la cual, como se indicó, depende fuertemente de la posición del cambiador de tomas.

3.1.4.2 Protección de un arranque tap off de inyección.

En este caso es conveniente que la protección sea ajustada de tal forma que proteja al mismo tiempo el arranque tap off y la línea a la cual se conecta el tap off.

Lo anterior se logra ajustando la direccionalidad de las zonas de tal forma que dos zonas se orienten hacia el arranque tap off y dos zonas se orienten hacia la línea donde se conecta el tap off.

Los criterios para ajustar las zonas 1 y 2 son los mismos que se han indicado en los párrafos anteriores.

3.1.5 Zonas de respaldo

Una protección de distancia puede proporcionar protección de respaldo remoto a las protecciones e interruptores que se encuentran en las etapas próximas y siguientes de protección de la línea protegida.

Los alcances de las zonas de respaldo remoto se deben ajustar al menos a 110% de la mínima reactancia total de secuencia positiva de las instalaciones protegidas por las protecciones que se desea respaldar en forma remota, debiéndose considerar el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección.

3.2 Ajuste de las temporizaciones de las zonas.

3.2.1 Temporización de la Zona 1.

Normalmente la zona 1 no tiene temporización, es decir su actuación es instantánea, entendiéndose por “instantánea” un tiempo de operación entre 15 y 35 ms (lo que ofrece la tecnología actual).

A menos que se justifique fundadamente, en base a argumentos técnicos irrefutables, no se recomienda temporizar la actuación de la zona 1.

3.2.2 Temporización de la Zona 2.

Si la mínima reactancia de secuencia positiva de la etapa de transformación del extremo remoto de la línea protegida es mayor que el 120% del alcance de la zona 2, entonces la temporización de la zona 2 debe coordinar exclusivamente con la zona 1 de la línea siguiente, en caso que no se hayan habilitado protecciones de sobrecorriente.

Puesto que normalmente los enrollados de los transformadores de poder no permiten el aporte de corriente de secuencia cero desde la línea cuando se producen fallas residuales en las barras de MT de los transformadores de poder, la condición indicada en el primer párrafo normalmente se verifica.

En el caso indicado y si se dispone de interruptores modernos y protecciones digitales, es posible en algunos casos ajustar tiempos de operación de la zona 2 del orden de 250 ms. Si no es el caso, se debe ajustar la temporización de la zona 2 como mínimo en 350 - 400 ms. En todo caso, siempre es recomendable estimar los tiempos de operación apropiados cuando lo que se desea es minimizar esta temporización.

3.2.2.1 Temporización de la Zona 3.

Normalmente la zona 3 se ajusta como una zona de respaldo remoto, lo que significa que esta zona debe actuar solo en caso que las protecciones y/o interruptores respaldados no lo hagan. Por tal razón, la temporización de la zona 3 depende del tiempo de operación de las protecciones respaldadas, las cuales siempre deben ser evaluadas en la peor condición de operación y considerando el efecto de la compensación residual en la medida realizada por la protección distancia.