

K-D Relay 에 對한 小考

李 光 遇

우리나라 送電線路中 154 送電線의 保護는 새로 距離繼電器가 設置됨으로서 過去의 過電流繼電方式으로부터 距離繼電方式으로 一部 改善하게 되어 앞으로의 期待가 자못 크다.

距離繼電器는 KD 및 HZ 型의 二種이나 그中 大部分은 KD 型이다. K-D Relay 는 Compensator Relay 라고도 불리운 程度로 Compensator 의 役割이 重要하다.

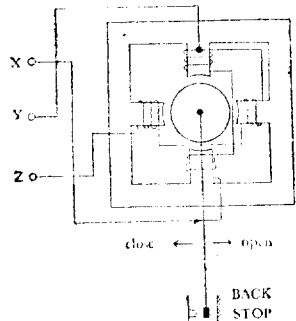


Fig. 1. Four pole cylinder Relay unit

아래에 記述하는 것은 KD-Relay 의 phase to phase 要素에 關한 out line 이다.

1. 接點動作機構

故障의 種類와 位置에 依하여 opening 또는 Closing

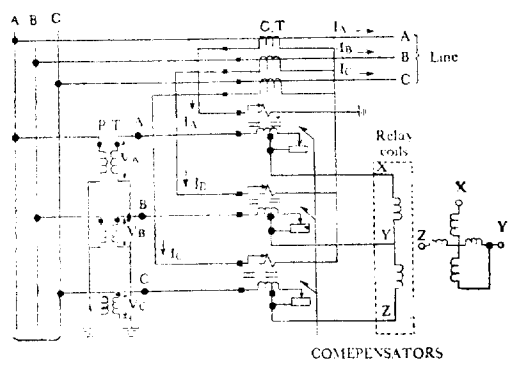


Fig. 2. Basic connections of the φ-φ relay unit

韓國電力株式會社電氣試驗所 試驗課長

Torque 를 發生하는 接點動作機構는 Fig 1 과 같은 四極圓筒型이다. XYZ 端子에 加하여지는 三相電壓의 相回轉方向에 따라 接點의 動作方向이 달라진다. 이것은 三相誘導電動機와 同一한 動作原理를 가진다.

2. 二相短絡故障 檢出回路

KD Relay 는 二相短絡(二相接地包含)과 三相短絡故障에 對하여 動作하고 一線接地故障에 對하여는 動作하지 않는다. 이와 같은 短絡故障을 檢出하기 爲하여 各各 別個의 回路와 接點動作機構로 構成되고 있다.

가. 二相短絡故障檢出回路 (Fig 2)

二相短絡故障을 檢出하는 回路는 Fig 2 와 같다. 여기서, Compensator 는 實質的으로는 air-gap transformer 로서 線路 CT 의 2次 電流는 compensator 의 1次捲線을 勵磁시키고 2次에 電壓을 誘起시킨다. 이 誘起電壓은 系統電壓(P, T 2次電壓)과 vector 의 合成되어 極圓筒型 Relay unit 에 印加되어 Torque 를 發生한다. Compensator 는 그 2次捲線의 一部가 抵抗에 依하여 短絡되며, 誘起電壓의 位相角이 調整된다

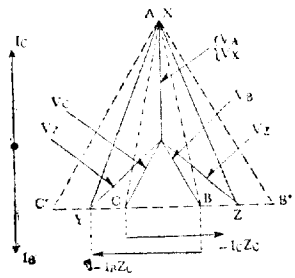


Fig. 3 voltage and current conditions for the φ-φ unit in the case of BC faults within Balance point.

지금 無負荷로 充電된 線路에서 BC 相의 短絡故障에 對하여 生覺해 보기로 한다. 故障發生前 線路가 無負荷라고 假定하면 Fig 2 에 있어서 接點動作機構 即 Relay coil 에 加하여지는 電壓은 CT 電流가 零임으로 Fig 3 의 A'B'C' 가 되며 接點에 opening torque 를 준다. 다음 BC 相에 短絡故障이 생기면 系統機器 및 線路 Impedance 의 Reactance 分만을 고려한 경우 故

障電壓은 Fig 3의 A', B', C'에서 A, B, C로 되어 故障電流는 I_B, I_C와 같이 된다. 故障電流의 發生에 依하여 compensator의 2次에 유겨되는 電壓은 compensator의 Mutual impedance를 Z_c라 하면 B, C相에 있어서 各各 -I_BZ_c, -I_CZ_c가 된다. 따라서 Relay coil에 印加되는 電壓은 Fig. 3에서 XYZ Rotation이 되어 接點에 closing torque가 作用하게 된다. Compensator의 同一한 Mutual impedance Z_c에 對하여도 故障點의 位置가 變化하면 B, C點의 位置와 I_B, I_C의 크기가 變化하기 때문에 結果的으로 YZ의 位置가 C'B'直線上에서 對稱的으로 變化하게 된다. 特殊한 경우로 Y 및 Z點은 一致하는 수도 있을 것이며 또는 對稱的으로 位置가 交替되는 수도 있을 것이다. 前者는 balance point의 故障, 後者는 balance點을 넘어선 故障와 保護區間의 反對方向의 故障가 일어났을 때의 경우이다.

以上은 BC相에 對한 것이나 CA 및 AB相의 2相 短絡故障에 對하여도 全히 同一하게 考察할 수 있다.

그러나 phase to phase Relay unit는 三相短絡故障이나 三相 balance 負荷 때는 Fig 2에서 알 수 있는 바와 같이 3個의 Compensator의 電壓降下는 三相系統電壓(P, T)의 2次 電壓에서 Subtract 되어도 그 結果는 balance 되는 고로 相回轉도 XYZ임으로 억제 torque 즉 opening torque가 發生하여 動作 않하게 된다.

나. phase to phase Relay unit의 動作特性

距離繼電器의 特性標示는 一般的으로 R-X diagram에 依한다.

Relay가 balance 하기 위하여는, 即 Torque를 내지 않으려면, V_x와 V_y가 vector의 으로 同一하여 Y, Z點이 一致하는가 또는 X, Y, Z 3點이 同一直線상에 있어야 한다. 이렇게 되기 爲하여는 V_{x1}과 V_{x2}는 그 크기에 있어서 同一하여야 한다. 이것을 數式으로 表示하면 다음과 같다.

$$\frac{v_{x1}}{v_{x2}} = 1 < \theta \dots\dots\dots(1)$$

여기서 θ 는 v_{x1}이 v_{x2}보다 lead 하는 角度이다.

Fig 2에서

$$V_{x1} = V_{a1} - I_{a1} Z_c \dots\dots\dots(2)$$

$$V_{x2} = V_{a2} - I_{a2} Z_c \dots\dots\dots(3)$$

$$V_{a1} = V_{a'} - I_{a1} Z_{1s} \dots\dots\dots(4)$$

$$V_{a2} = 0 - I_{a2} Z_{2s} \dots\dots\dots(5)$$

BC相間短絡故障의 경우

$$I_{a1} = -I_{a2}$$

$$I_{a1} = \frac{V_{a'}}{Z_{1s} + Z_{1L} + Z_{2s} + Z_{2L}} = \frac{V_{a'}}{2(Z_{1s} + Z_{1L})} \dots\dots\dots(7)$$

(4)~(7) 式부터 (2)와 (3)式은

$$V_{x1} = V_{a'} - \frac{V_{a'}}{2(Z_{1s} + Z_{1L})} (Z_{1s} + Z_c) = V_{a'} \left[\frac{Z_{1s} + 2Z_{1L} - Z_c}{2(Z_{1s} + Z_{1L})} \right] \dots\dots\dots(8)$$

$$V_{x2} = \frac{V_{a'}}{2(Z_{1s} + Z_{1L})} (Z_{1s} + Z_c) \dots\dots\dots(9)$$

(8), (9)式부터

$$\frac{V_{x1}}{V_{x2}} = \frac{(Z_{1s} + 2Z_{1L} - Z_c) \cdot 2(Z_{1s} + Z_{1L})}{2(Z_{1s} + Z_{1L}) (Z_{1s} + Z_c)} = 1 < \theta \dots\dots\dots(10)$$

지금 Z_{1s}=Z_s, Z_{1L}=Z_L로 하면

$$Z_s + 2Z_L - Z_c = (Z_s + Z_c) < \theta$$

$$Z_L = \frac{1}{2}(-Z_s + Z_c) + \frac{1}{2}(Z_s + Z_c) < \theta \dots\dots\dots(11)$$

(11)式은 Relay의 動作特性을 表示한다. Z_L는 Relay가 balance 할 故障點까지의 線路 Impedance이다. (11)式을 圖示하면 다음과 같다. 左邊 1項은 持性圓의 中心의 原點부터의 off set程度를 表示하고 第2項은 圓의 半徑이다. Relay의 動作은 R-X diagram에 있어서 第1象限부터 第4象限의 全體에 亘하여 動作할 것이나 實際로는 負抵抗이라는 것이 없으므로 第1 및 第2象限에 限定될 것이다.

비 고

V_{a'}: 無限大 bus에서의 a相의 電壓

V_a, V_b, V_c: Relay位置에서의 大地에 對한 各相 電壓

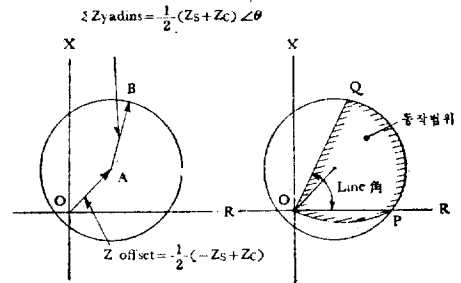


Fig. 4 ϕ - ϕ compensator Relay의 特性

V_x, V_y, V_z: cylinder unit에서의 大地에 對한 各相電壓

V_{x1}, V_{x2}: V_x, V_y, V_z의 正相, 逆相電壓

Z_s: Relay까지의 電源 impedance

Z_L: Relay와 故障點까지의 line impedance

Z_c: Compensator의 相互 impedance

(Compensator distance Relaying, I, II, III (AIEE Transactions)에서 (西紀1962年 7月23日 接受)