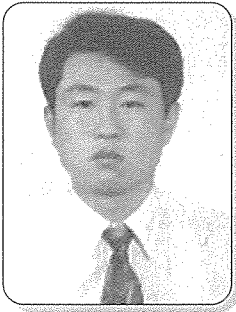


변압기 보호시스템



SK(주) 설비기술팀
대리 양승오
Tel : (052) 279-6706

1. 고장의 종류

변압기 사고로 생각할 수 있는 것을 들면 아래와 같다. 하나는 지속성 과부하로 인하여 내부 절연물과 절연유가 열화하여 절연내력이 저하되어 과열되는 경우, 또 하나는 뇌, 진행파 이상전압 또는 외부단락시의 기계적 충격등으로 인하여 절연물과 철심이 열화하여 절연파괴되는 경우를 들 수 있는데 그 결과로 다음의 고장이 생길수 있다.

- 가. 권선의 단락 및 층간 단락(Layer Short)
- 나. 권선과 철심간의 절연파괴 또는 접지
- 다. 고압/저압 권선간의 혼촉
- 라. 단선
- 마. 붓싱파괴 또는 리드선의 절연파괴

이중 가장 많이 생기는 고장이 권선의 층간단락과 접지사고이다.

이들 사고에 대해 보호장치는 내부사고를 확실하게 고속도로 검출, 제거하고, 외부사고나 변압기에 특유한 여자돌입전류 현상 등에는 불필요한 동작을 하지 않아야 한다.

2. 여자돌입전류

변압기의 여자돌입전류는 변압기를 전력회로에 접속하기 위하여 투입하는 경우 및 회로에 접속된 변압기

의 전압이 급격하게 변화한 경우에 발생하는 것으로서 과도여자전류를 가르키는 것이다. 여자돌입전류는 변압기 철심의 비직선용 자기 특성에 의해 발생하는 것으로 그 값이 크고 감쇄시간이 비교적 길기 때문에 보호계전기가 오동작하는 경우가 많다. 따라서 변압기 보호에서는 이 돌입전류에 의한 오동작 방지가 필요하다.

여자돌입전류의 발생현상은 그림1에 표시된 바와 같이 철심의 B-H곡선과 투입전압(여자전압)에 대한 철심자속의 관계에서 이해하는 것이 좋다.

이 그림에서 알 수 있는 바와 같이 무부하 변압기 V의 전압을 인가한 경우 ϕ_m 에서 나타난 바와 같은 자속이 ϕ_m' 에서 나타난 바와 같이 0레벨부터 변화한다. 이 ϕ_m' 는 투입전압의 위상각 θ 에 따라 변화하며

$$\phi_m' = \phi_m(1 + \cos\theta) \text{의 식으로 나타낼 수 있다.}$$

그러나 변압기의 철심에는 정지전의 운전에 의해 발생한 잔류자속(ϕ_r)이 있기 때문에 전자의 ϕ_m' 는 ϕ_r 과 중첩하여 총합된 자속 ϕ_t 가 되어 여자전류를 발생하게 된다. 그림에서는 잔류자속을 +방향으로 하였으나, - 방향의 경우도 있기 때문에 총합자속 ϕ_t 을 나타내는 식은 아래와 같다.

$$\phi_t = \phi_m(1 + \cos\theta) \pm \phi_r$$

여자돌입전류는 그 파고치가 전압위상 0 또는 180에서 투입되었을때 최대로 되며 이때의 철심자속은 정격자속의 2배로 되고 여기에 잔류자속이 벡터적으로 합해진다. 철심이 포화하면 전원에서 유입되는 전류는 아주 크게 된다.

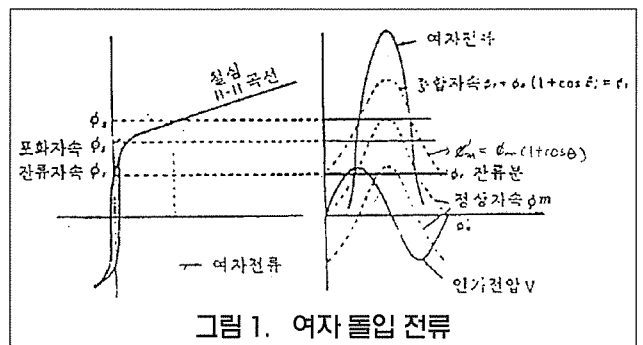


표1에 대표적인 돌입전류의 평균을 나타낸다. 이 돌입전류는 회로의 저항분, 와전류, 히스테리시스등의 손실에 의해 시간이 지남에 따라 점점 감소한다. 표2는 대표적인 돌입전류의 감소시간 평균을 나타낸다.

[표 1 : 돌입전류치(평균)]

변압기 용량 (MVA)	돌입전류 파고치(정격전류파고치의 배수)			
	냉간입연강판		열간입연강판	
	H/V측 여자	L/V측 여자	H/V측 여자	L/V측 여자
0.1	11	15	6	9.5
1.0	8.5	14	5	7
5.0	6	10	4	5.5
10.0	5	10	3	3
50.0	4.5	9	2.5	2.5

[표 2 : 돌입전류 감소시간]

변압기(MVA)	돌입전류가 처음 파고치의 50%로 감소하는 시간(Cycle)
0.5~1	최대 8~10 (설계에 좌우됨)
1.667~10	최대 10~60 (설계에 좌우됨)
10이상	최대 60~3,600 (설계에 좌우됨)

돌입전류의 파형분석을 보면 기본파형을 100%로 할 때 직류분이 50~60%전후, 제2고조파분이 30~50%, 제 3고조파분은 제2고조파의 1/2정도, 4고조파 이상은 적다고 보편된다. 여자돌입전류중에는 제2고조파분이 비교적 많이 포함되어 있고, 내부 고장전류 중에는 제2고조파분이 적은 특징이 있어 계전기가 여자돌입전류와 고장전류를 구별하는데에 이 특징을 이용하고 있다.

3. 과전류 /지락 보호방식

변압기 보호는 그 중요도나 경제성에 따라 여러가지 방식을 적용할 수 있다.

이 방식은 용량이 적은 변압기에 적용되는데, 각 상에 과전류 계전기를 설치하는 방식이다. 이것은 과부하 보호와 외부사고시 후비보호도 겸하게 된다. 아래는 SK(☞)에 설치 사용중인 설비의 실제 Setting Guide로서 일부 적용시 차이점이 있을 수 있다.

가. TR 전단 과전류 계전기

용도	변압기 전단 및 변압기 1차측 단락 및 과부하 보호
Tap정정	변압기 정격의 150 - 160%
Time정정	상단과 협조가 되며 변압기 2차측 단락전류에 1sec 이하
순시요소	변압기 2차측 단락전류를 1차측으로 환산하여 1.5배에 정정하거나 변압기 1차 정격의 10배 중 큰 값을 선택하여 정정함
비고	1. Tap은 Cable 허용전류, C.T비, 변압기 Thermal 특성등을 고려 하여야 한다. 2. 변동부하일 경우 Tap을 약간 높게 정정할 수 있음. 3. TR Inrush current에 오동작 되지 않도록 순시요소 정정 하여야 함. (Inrush current는 0.1S에서 변압기 정격의 6-12배)

나. TR 후단 과전류계전기

용도	과부하 보호 및 단락후비보호
Tap정정	변압기 정격의 120-150%
Time정정	전단과 같게 또는 전단과 0.3sec차이 나게 Setting함
순시요소	일반적으로 Setting 하지 않으나 부하의 종류/중요성에 따라 Setting할수 있음.
비고	TR 후단 전부하전류에서 가장 큰 Motor가 기동시 오동작 되지 않도록 정정하여야 함.

다. TR 전단 과전류 지락 계전기

용도	변압기 1차측 지락사고 보호
Tap정정	최대영상전류의 20%-30%
Time정정	Main Feeder와 협조가 되며 최대영상전류에서 0.2sec 이하
순시요소	일반적으로 Setting 하지 않으나 부하의 종류/중요성에 따라 Setting할수 있음.
비고	필수 부하(Ut'y Feeder , 공정Critical load 등)는 협조 범위내에서 Tap/Time을 높일 수 있음

라. TR 후단(TR NGR) 과전류 지락 계전기

용도	변압기 후단 지락사고 보호
Tap정정	최대 영상전류의 30%
Time정정	최대 지락전류에서 1-3sec 이하

4. 비을차등계전기

변압기는 1차, 2차가 전압이 다르므로, 전류의 크기도 다르기 때문에 같은 규격의 변류기를 쓸 수 없어서 CT의 특성이 일치하지 않다는 점, 변압기에는 탭절환기(Tap Changer)가 있다는 점, Δ-Y결선에서는 1, 2차간에 30° 위상차가 있다는 점 및 돌입전류가 있

다는 점 등으로 발전기에서와 같이 감도가 좋은 차동 보호가 어렵다. 그러나 차동보호방식은 변압기 내부 고장에 대한 가장 일반적이고 확실한 보호방식이다.

전기기술기준령에 10 MVA 이상 변압기에는 차동 계전기를 적용토록 규정되어 있으며 당사 Standard Spec에서는 7.5MVA 이상 변압기에는 차동계전기를 설치토록 규정되어 있다.

가. 87 의 동작개요

변압기 보호용 87 은 다음과 같이 설치하며 보호구간에서 일어나는 고장에 한해서 해당 차단기를 Off 하여 고장을 선택 차단하는 임무를 가진다.

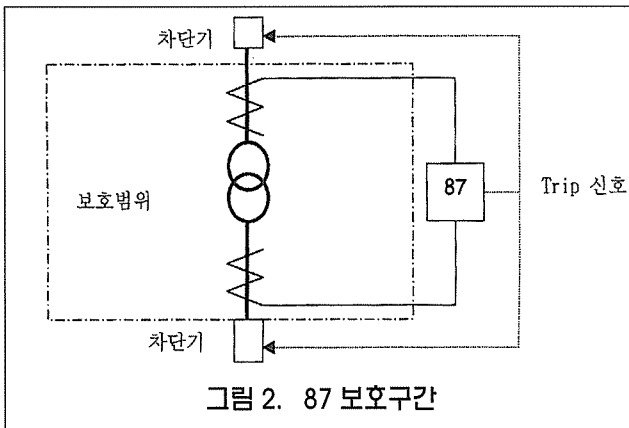


그림 2. 87 보호구간

나. 87 의 동작원리

1) 차동계전방식

87 은 CT 를 그림3과 같이 결선하여 전류의 흐름을 정상상태 및 외부 고장 시에는 동작코일 쪽으로 흐르게 못하게 하고 내부 고장에만 동작코일에 흐르게 함으로서 고장을 제거하는 방식을 취하는 것이다.

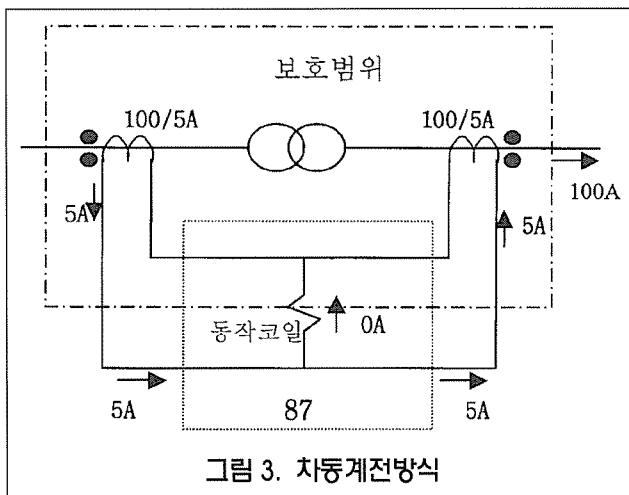


그림 3. 차동계전방식

87 에는 차동 계전기 및 비율 차동 계전기의 두 가지 종류가 있는데 이해를 쉽게 하기 위해 먼저 변압기의 1 차 및 2 차 전류를 같게 하여 차동 계전기를 가지고 설명 하도록 한다.

위 그림에서 알 수 있는 바와 같이 정상 상태 또는 외부 고장의 경우에는 동작코일에 전류가 흐르지 않으므로 Relay 는 동작하지 않는다.

이론적으로는 이러한 동작이 이상적이지만 변압기의 1 차와 2 차에 사용된 CT 의 특성에 따라 Ratio 오차에 따른 차전류가 동작코일로 유입하여 예기치 못한 오 동작이 발생할 가능성이 있다.

특히, 보호범위 외부에서 발생한 단락과 같은 대전류가 흐르는 고장이 발생할 경우 약간의 CT 특성차에 의해서도 큰 오차전류가 동작코일에 흘러 Relay 를 동작시킬 수 있다.

이러한 사유로 인해 차동 계전기는 실제로 사용되지 않으며 비율 차동 계전기가 사용된다.

2) 비율차동계전방식

비율 차동 계전기는 위에서 언급한 차동 계전기의 단점을 보완한 것으로서 그림4과 같이 동작코일 및 억제코일로 구성된다.

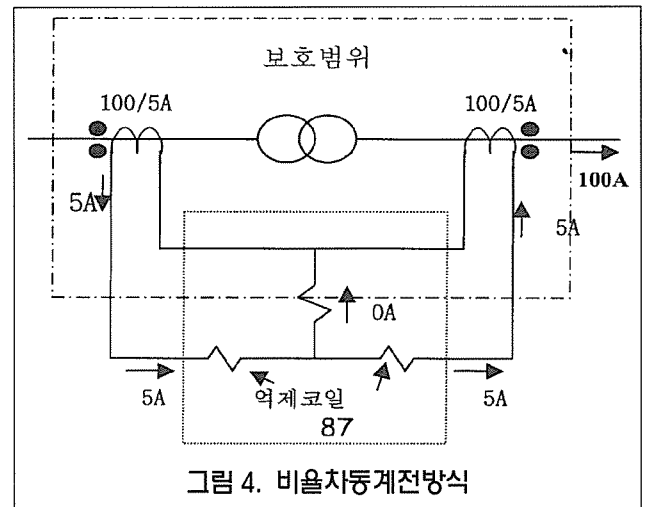


그림 4. 비율차동계전방식

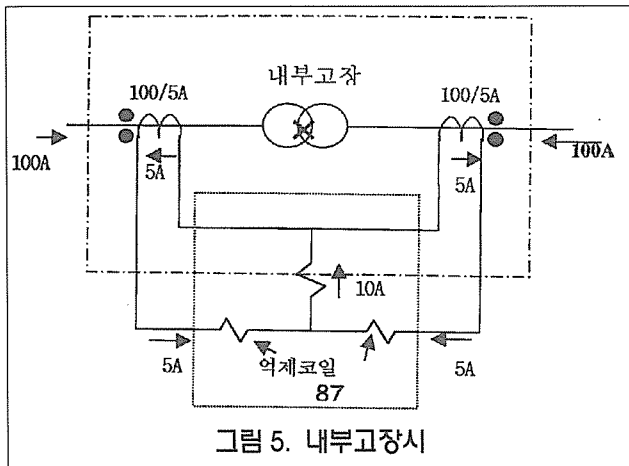
위 그림에서 알 수 있듯이 CT 의 특성차이에 따른 오차전류가 동작코일에 흘러도 억제코일이 있으므로 억제코일에 흐르는 전류가 훨씬 클 것이므로 87 이 오동작을 일으킬 정도의 동작코일에 의한 토크 발생은 없다고 보는 것이다.

CT 2 차로의 대전류의 유입이 우려되는 보호범위 밖에서 발생한 외부고장에 대해서도 오동작의 우려가 또한 없는 것이 비율 차동 계전기의 특징이자 장점인

것이다.

장거리 송전선의 구간 보호용으로 사용되는 Pilot Wire Relay 의 동작 또한 이 차동 계전기의 원리와 동일한 것으로 이해하면 될 것이며 장거리를 보호하기 위해서 CT 2 차 전류를 길게 인출할 수 없기 때문에 Pilot Wire 라고 하는 장거리 전류신호 전송에 적합한 별도의 설비를 사용하는 것에 불과하다.

이제는 보호범위 내부 고장이 발생했을 경우 어떤 동작이 일어나는지 알아보자. 이해를 쉽게 하기 위해서 고장전류는 100A 로 둔다.



이때는 억제코일에 흐르는 전류가 서로 반대가 되어 억제토크는 서로 상쇄되고 양쪽에서 유입된 고장전류가 모두 동작코일로 흐르므로 즉시 동작하게 되어 고장부분을 계통에서 신속히 분리하게 되는 것이다.

다. 변압기 결선에 대한 이해

변압기는 전력계통을 구성하는 설비 중에서 차지하는 중요성이 매우 높기 때문에 계전기의 오동작에 의한 정전은 그 파급이 상상을 초월한다고 볼 수 있으며 변압기를 고장 시 신속하게 보호하기 위한 87의 결선 잘못등에 의한 오동작은 반드시 방지되어야 한다.

따라서 우리는 변압기 보호용 87의 결선원리를 확실히 이해하고 이를 토대로 점검작업을 수행하여야만 되는 것이다.

전력계통은 3 상을 사용하므로 변압기의 3 상 결선에 대한 내용을 먼저 이해하고 있어야 87의 결선방법을 쉽게 이해할 수 있으므로 이에 대한 내용을 설명한다.

3 상 변압기를 결선하는 방법은 Star (Y), Delta (Δ), V, Zig-Zag, Scott (T) 결선 등 사용목적에 따라 다양하지만 여기서는 우리가 가장 많이 접하며 87의 설명에 부합되는 Y - Δ 결선 및 Δ - Y 결선의 경우에 대하여 알아본다.

1) 변압기의 각변위

CT의 올바른 결선을 하기 위해서는 변압기 각변위에 대하여 올바른 이해가 필요하다.

각변위란, 변압기의 1차 선전류와 2차 선전류 사이의 위상각차를 각 변위라 하며 표시하는 방법은 문자로 표시하는 방법과 벡터로 표시하는 방법이 있다.

가) 문자로 표시하는 방법

예) Dyn11

D : 1차 권선이 Delta 결선

Y : 2차 권선이 Star결선

N : y결선의 중성점 접지방식

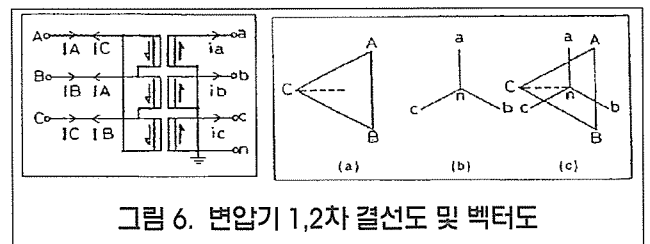
11 : 2차가 1차보다 30° 빠르다(2차가 1차보다 330° 늦다)

아라비아 숫자는 위상각차를 표시 (1시간 : 30°)

나) 벡터로 표시하는 방법

그림6의 좌측은 Dyn11 변압기의 결선 및 전류벡터 방향표시이고 우측(a)는 1차결선의 벡터, (b)는 2차결선의 벡터, (c)는 1, 2차 벡터를 겹쳐서(수평 이동하여 중성점을 일치시킴) 비교한 그림이다.

이 그림에서 실선은 1, 2차 상전류 벡터를 나타내며 그림 (a)의 Delta결선 C상 꼭지점에서 가상 중성점까지의 점선은 Delta결선 대표 선전류 벡터를 나타내고 있다.



2) Δ 결선에 대한 이해

Y 결선의 경우 각 상의 단부를 (꼬리부분) 접속하여 대부분 중성점으로 사용하므로 매우 간단하지만 Δ 결선의 경우는 접속방법이 그리 간단하지 않다.

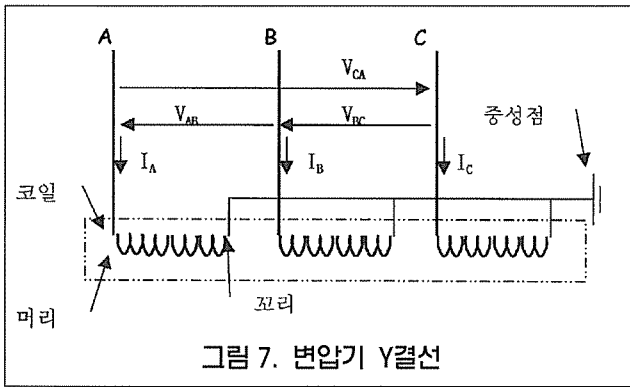


그림 7. 변압기 Y결선

Y 결선은 위 그림과 같고 설명의 편의를 위하여 전 원 또는 부하측과 접속되는 코일부를 머리, 그리고 중 성점과 접속되는 코일부를 꼬리라고 표기하도록 하자. 이것을 벡터도로 나타내면 다음과 같이 간단하게 이해할 수 있다.

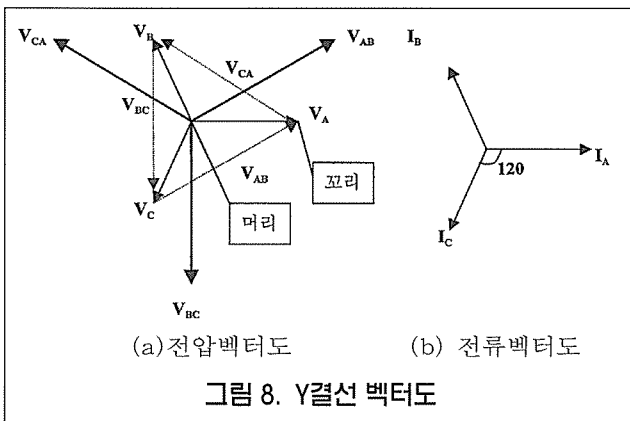


그림 8. Y결선 벡터도

이번에는 Δ 결선에 대하여 알아 보도록 하며 다음과 같이 두 가지 방법이 있다.

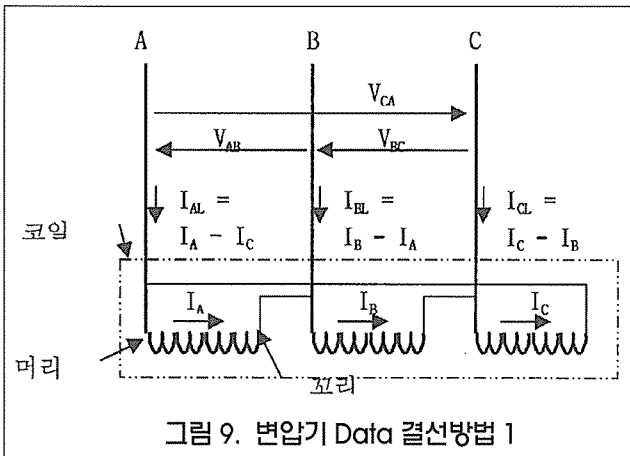


그림 9. 변압기 Delta 결선방법 1

그림 9와 같이 결선한 것을 A의 꼬리가 B의 머리에 B의 꼬리가 C의 머리에 C의 꼬리가 A의 머리에 붙었다 라고 표현하기로 한다.

이에 대한 전류 벡터도를 그림 10에 나타내었다.

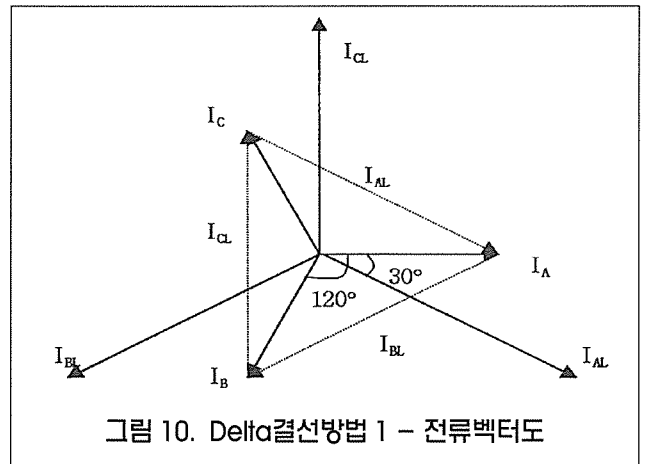


그림 10. Delta결선방법 1 - 전류벡터도

두 번째는 다음과 같이 하는 방법이 있다.

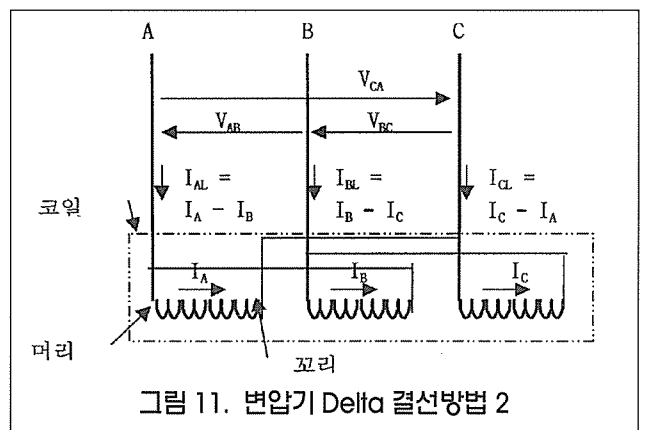


그림 11. 변압기 Delta 결선방법 2

그림11과 같이 결선한 것을 A의 꼬리가 C의 머리에 B의 꼬리가 A의 머리에 C의 꼬리가 B의 머리에 붙었다 라고 표현하기로 한다.

이 결선에 대한 벡터도를 그림 12에 나타내었다.

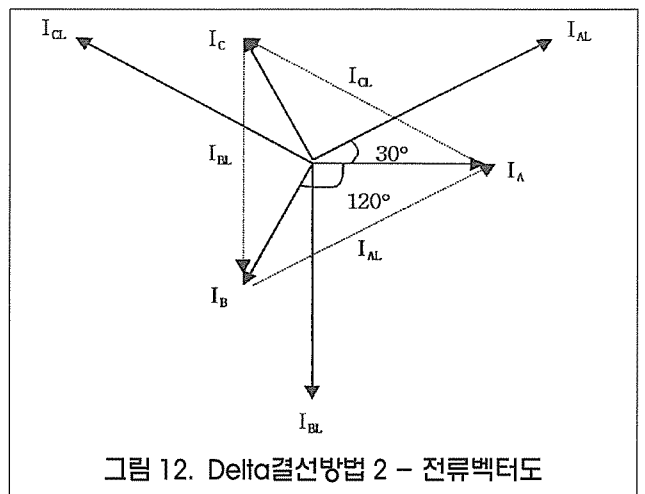


그림 12. Delta결선방법 2 - 전류벡터도

첫번째 접속에서 전류의 벡터도를 보면 선전류가 상전류보다 30° 뒤지고 있음을 보여주며 두 번째는 선 전류가 상전류보다 30° 앞서고 있음을 보여주고 있다.

이것은 87 의 결선에서 매우 중요한 정보이며 뒤에 서 설명될 것이다.

아무튼 변압기를 Δ 결선 하는 방법에는 두 가지가 있으며 선전류와 상전류 간에는 30° 의 위상차가 발생함을 알 수 있다.

따라서 변압기를 $\Delta \leftrightarrow Y$ 로 결선하는 방법에도 두 가지가 있음을 알 수 있을 것이다.

3) CT 결선

그림 13에 CT 결선 방법 및 각 결선에 대한 벡터도를 나타내었다.

Y결선의 경우에는 상전류와 선전류가 동일하나 Δ 결선의 경우 결선방법에 따라 선전류가 상전류보다 30° 앞서거나 뒤질 수 있다.

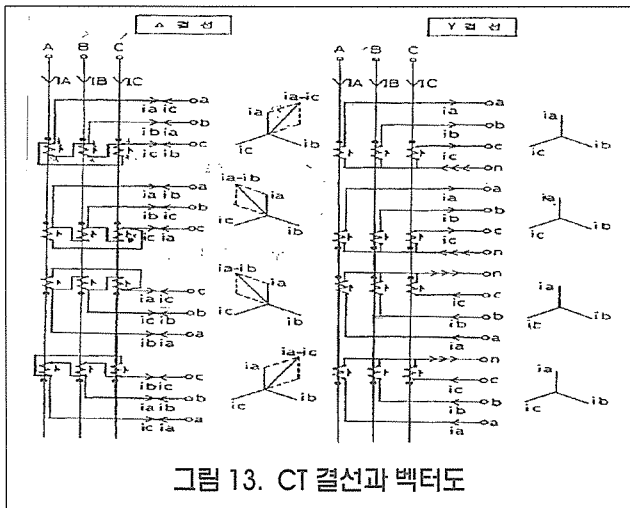


그림 13. CT 결선과 벡터도

라. 변압기 보호용 87의 결선 규칙

변압기 보호용 87의 결선시 다음과 같은 세 가지의 중요한 규칙이 있다.

1) 규칙 1

변압기의 Δ 결선 측에 설치되는 CT 의 결선은 Y 로, 변압기의 Y 결선 측에 설치되는 CT 의 결선은 Δ 로 한다.

이렇게 하는 이유는 보호범위 외부의 접지고장 시 영상전류에 의한 87 의 오동작을 방지하기 위한 것으로 자세한 설명은 생략하며 이유만 기억하기 바란다.

2) 규칙 2

CT 를 Δ 결선할 경우 30° 의 위상차와 원래 CT 2 차 전류보다 Root 3 배 (1.732) 커짐을 Setting 시 고려하여야 한다.

이것은 그림 13의 벡터도에서 알 수 있듯이 CT 2 차 선전류는 상전류의 Root 3 배 만큼 커진다..

3) 규칙 3

변압기의 Y 결선 측에 설치된 CT 를 Δ 결선할 경우 변압기의 Δ 측 모양과 동일하게 하여야 한다.

이것은 뒤에서 직접 결선해 나가는 그림을 통해서 설명할 것이다.

이 세 가지의 규칙은 실용적으로 매우 중요하며 반드시 기억해 놓아야 한다.

특히 규칙 3 은 어느 문헌에도 설명되어 있지 않으며 결선에 따른 전류의 위상차 개념을 가지고 검토해야만 알 수 있는 것이다.

이러한 개념을 체득하기 위해서는 다양한 87 의 결선 법을 꼼꼼히 살펴보는 것이 중요하다.

라. 변압기 보호용 87 의 결선 방법

그림 14는 변압기 각변위에 따른 차동계전기 CT결선을 나타내었다

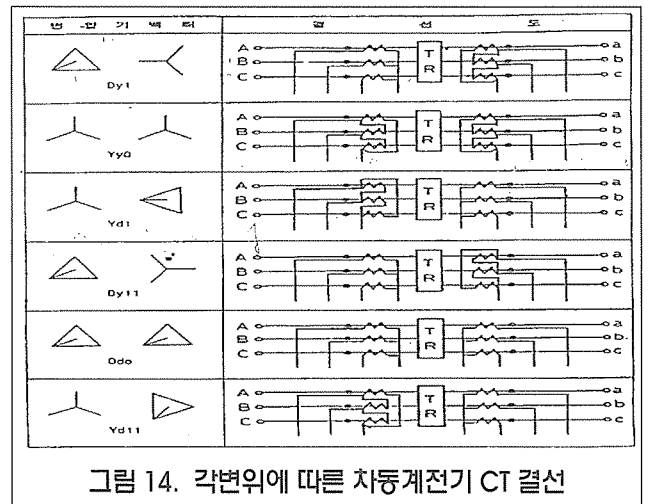


그림 14. 각변위에 따른 차동계전기 CT 결선

상기 결선방법중 가장 많이 사용하는 $\Delta \leftrightarrow Y$ 결선 변압기의 87 결선을 설명한다.

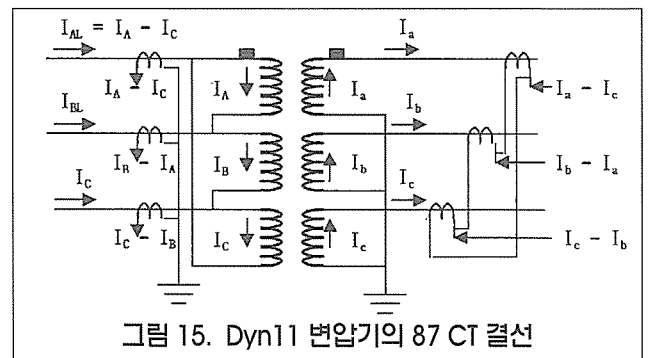


그림 15. Dyn11 변압기의 87 CT 결선

그림 15은 우리가 가장 많이 사용하는 전형적인 결선 방식인 Dyn11 을 보여주며 앞서 설명한 규칙대로 결선 되었다.

변압기 델타 결선측의 머리와 꼬리의 접속 형태와 Y 결선측에 설치된 CT 의 머리와 꼬리의 접속형태가 동일함을 알 수 있다.

여기서 매우 주의 깊게 살펴야 하는 것은 변압기 2 차측 (Y 결선측) 에 설치된 CT 의 머리와 꼬리는 변압기 1 차측에 설치된 CT 의 머리와 꼬리와는 반대로 되어있음을 기억하여야 한다.

즉, 2차측에 설치된 CT 는 부하측을 머리인 K 로 변압기측을 꼬리인 L 로 하고 있음을 주의 깊게 살피고 이것은 1 차측에서는 전류가 87 로 유입하고 2 차측에서는 87 에서 빠져 나온 전류가 CT 로 유입하여야 하기 때문이다. 이것을 그림16 나타내었으며 혼동을 방지하기 위해 변압기 양측에 설치된 CT 의 극성 및 단자표시가 서로 반대임을 주의하라.

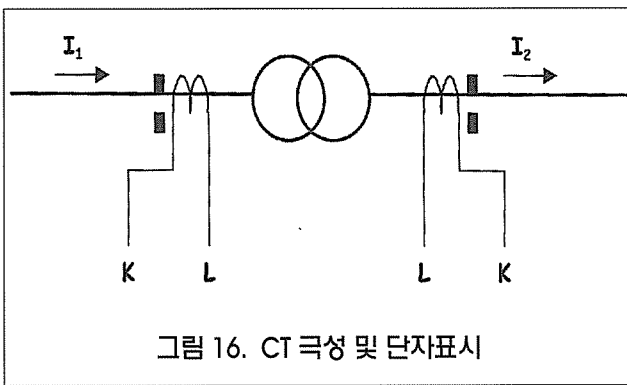


그림 16. CT 극성 및 단자표시

이 관계를 벡터도로 나타내면 다음과 같다.

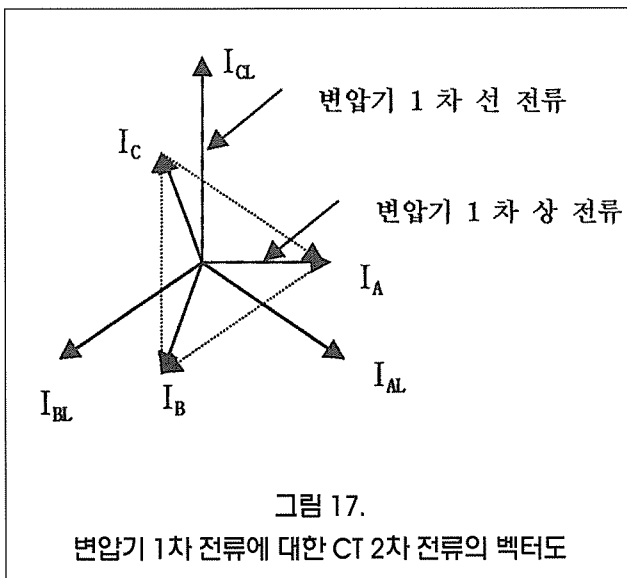


그림 17.

변압기 1차 전류에 대한 CT 2차 전류의 벡터도

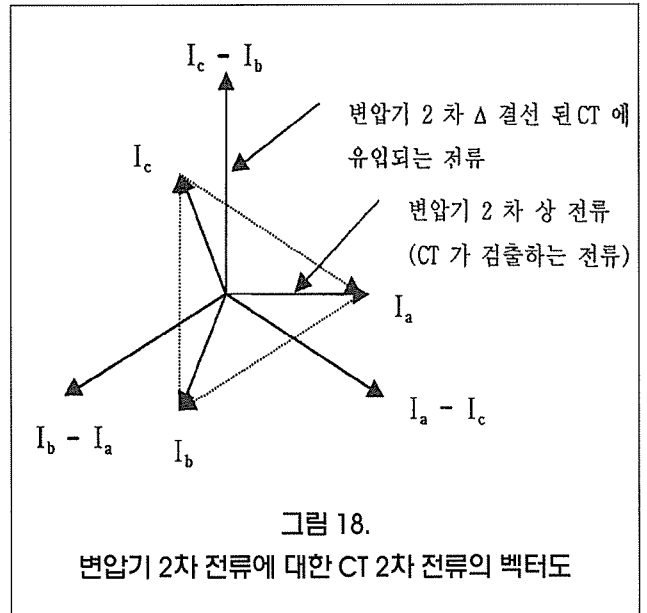


그림 18.

변압기 2차 전류에 대한 CT 2차 전류의 벡터도

앞에서 설명한 규칙에 의해서 결선 하면 오 결선에 의한 문제점을 방지하고 위상차를 보상하여 안정적인 동작을 할 수 있게 된다.

물론 변압기의 변압 비에 따른 변압기 1 차 및 2 차 전류 크기의 차이를 보상하기 위해서는 변압기의 비율에 가장 가까운 CT 비율을 잘 선정하고 정밀한 조정에는 별도의 보상용 CT 를 쓰는데 이를 CCT (Compensating CT) 라 부른다. 우리가 요즘 많이 적용하는 전자식 87 의 경우에는 이 보상용 CT 를 Interposing CT 라고 부른다.

이제는 변압기의 Δ 결선을 바꾸어 놓고 결선하는 방법을 알아보자.

다음 그림은 변압기를 Dyn 1 을 표시하는 결선이다.

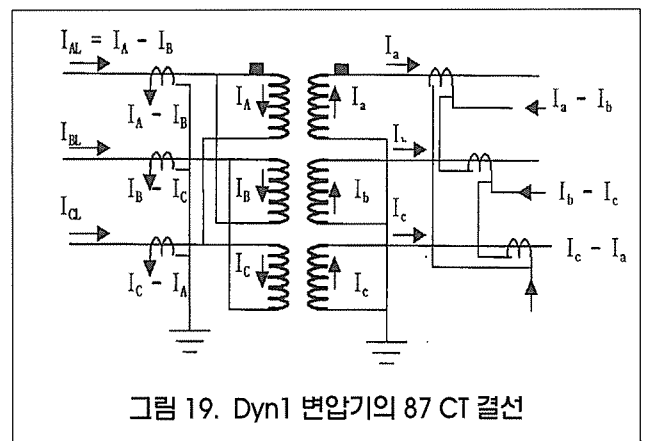


그림 19. Dyn1 변압기의 87 CT 결선

이에 대한 벡터도를 그림20, 21에 나타내었다.

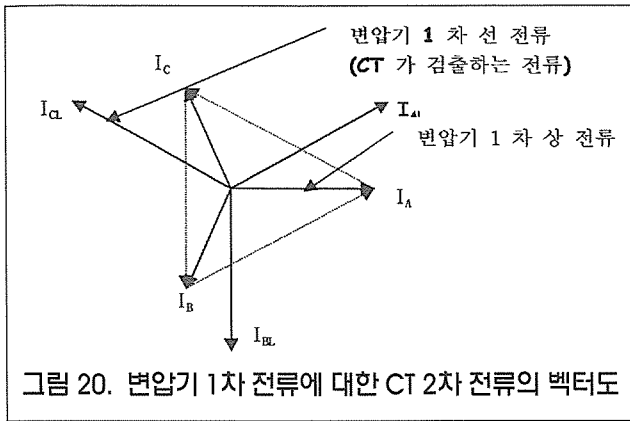


그림 20. 변압기 1차 전류에 대한 CT 2차 전류의 벡터도

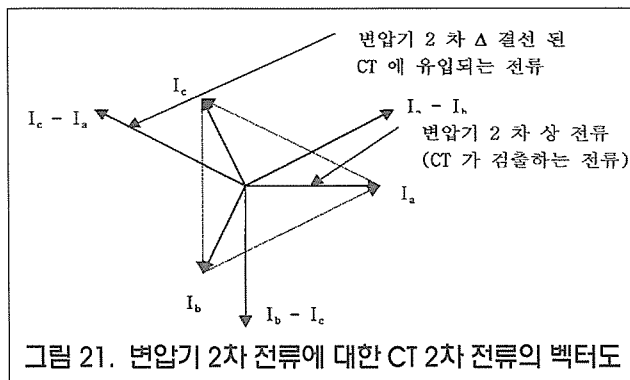


그림 21. 변압기 2차 전류에 대한 CT 2차 전류의 벡터도

이상으로 변압기 결선에 따른 87의 결선방법을 설명하였다.

다시 한번 강조하건대 87의 오결선에 의한 주 변압기의 정전은 매우 커다란 파급을 초래하여 막대한 피해를 줄 수 있으므로 결선에 대한 정확한 이해와 이를 기본으로 한 동작 시험 및 점검이 매우 중요하다는 것이다.

다. 변압기 보호용 87의 Setting Guide

용도	변압기 내부단락/지락사고보호(87T)
Tap정정	불평형 전류 및 외부고장전류에 오동작하지 않는 범위 내에서 최소값으로 정정 예) : $\pm 20\% = \text{변압기 Tap Change}(\pm 10\%) + \text{CT Error}(\pm 5\%) + \text{Margin}(\pm 5\%)$
Time정정	순시
비고	<ol style="list-style-type: none"> 87용 CT는 계전기의 정확한 동작을 위해 단독으로 설치하며, 동일한 특성을 갖는 CT를 사용한다. CT는 고감도를 고려해서 될 수 있는 한 Ratio가 적은 것을 사용하는 것이 좋으며, 외부 Symmetrical Fault 전류에 오차가 10% 이하이어야 한다. Load Tap Changer가 있는 TR일 경우 오차가 $\pm 10\%$ 정도의 Mismatch도 고려하여야 한다. 1, 2차간 전류 오차를 줄이기 위해 보조 CT의 Tap 정정시 CT 결선에 따라 Setting값이 상이하므로 결선 확인 필요함.

5. 기계적 보호장치

전기회로의 절연불량, 철심의 성층절연불량 또는 조임볼트의 절연불량 등이 원인이 되어 국부과열이 생겨서 절연유가 분해하여 Gas화 하는 경우가 있다. 분해를 시작하는 온도는 통상의 절연유에서는 350° 정도이다. 이러한 Gas를 이용한 절연 검출장치로 기계식의 붓흐흡쓰계전기등이 있다.

가. Pressure Relief Device

변압기 내부압력이 작거나 큰 경우를 제어하는 장치로써 내부압력이 $[10 \text{ lbs/in}^2] \pm 1 \text{ lbs/in}^2$ Gauge를 넘어설 때 Device Snap이 열려 과다한 Gas나 액체를 방출하게 된다. 동작과 함께 핀, Alarm, Contact(option), Semaphore Signal(option) 등이 PRD동작을 알린다.

이 Device는 일반적으로 자동으로 재setting되며 Self-sealing되어 유지보수나 조정 등이 거의 필요 없으나 내부에 수분의 침투로 오동작의 우려가 있으므로 점검이 필요하다. 그림 22은 Auto-Reset Type PRD의 외관을 나타내었다.

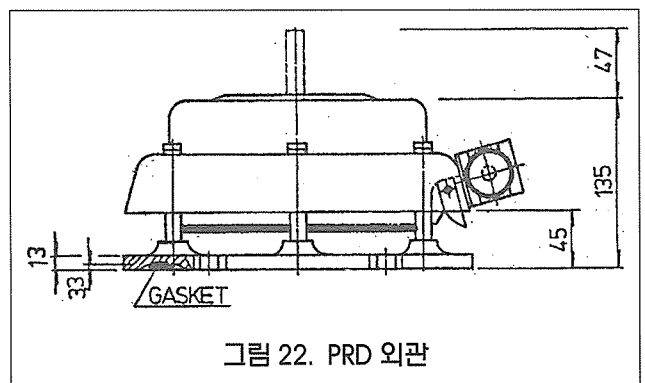


그림 22. PRD 외관

나. Pressure Relief Device

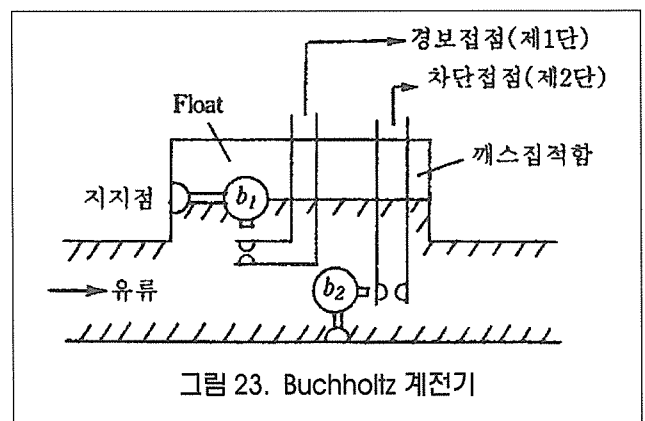


그림 23. Buchholz 계전기

변압기 사고는 탱크내 절연유의 과열 및 산화(분해)에 기인한다. 절연유의 분해는 Hydrogen, Carbon monoxide, Light Hydrocarbon등의 Gas를 생성시키며 Minor fault가 빠르게 진행되면 Severe Arching Fault를 유발시킨다.

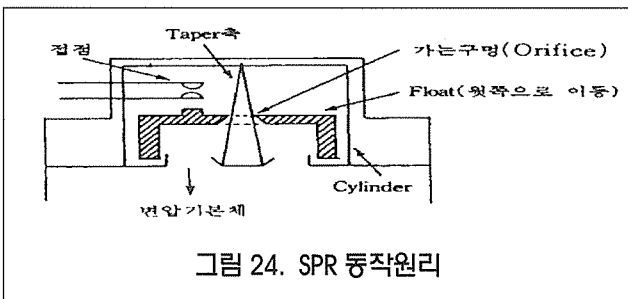
위의 그림에서처럼 Relay는 Conservator로 연결되는 Pipe 내부에 들어있으며 Gas가 모이게 되면 Oil level이 떨어져 Float가 내려오고 수은 Switch를 동작시켜 Alarm을 발생시킨다.

Gas를 Sampling하여 화학적 분석을 실시해보면 사고의 유형을 판별해낼 수 있다. Winding Fault의 경우 Arc가 발생되어 Gas가 급속도로 방출되어 (High release rate) Vane을 움직여서 접점을 Close시킨다.

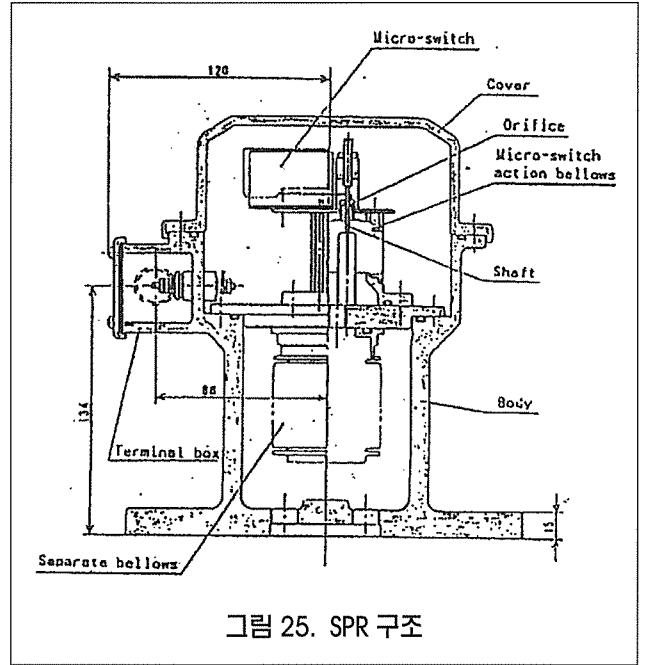
우리 회사에서는 Buchholtz계전기가 오동작을 자주하여 차단기 Trip없이 Alarm으로 접점이 연결되어 있다.

다. Sudden Pressure Relay

변압기 내부사고 보호용 계전기에는 전기적인 방법에 의한 비율차동 계전기가 있는 반면 기계적인 방법에 의한 충격압력 계전기가 있으며 신속하고 확실한 동작특성 때문에 변압기 주 보호용으로 가장 많이 사용되고 있다.



SPR은 그림23와 같은 구성인데, 급격한 Gas 압력 상승이 있으면 Float를 밀어 올려서 접점을 폐로시키나, 완만한 압력상승이 생길 때에는, Float에 있는 좁은 구멍(Orifice)을 통해 Float의 양쪽 면에 걸리는 압력이 균형화되어 부동상태를 유지한다. 그림22는 현대중공업 변압기에 설치되어 있는 SPR 구조를 나타내었다.



Sudden Pressure Relay는 변압기 상부의 Gas실에 설치되는데 기름이나 먼지 등이 유입하지 않도록 유의하여야 한다.

당사에서는 오동작 사례가 많아 SPR과 PRD가 동시에 동작할 경우에만 차단기가 Trip으로 결선되어 있다.