

ROCOF relay 와 Vector Shift relay 의 비교

T3500, C6200, SIGMA S6000

Vector Shift와 ROCOF는 기본적으로 같은 것으로서, Mains(예, 한전)와 발전기가 병렬운전중일 때 Grid측 전원이 갑자기 사라지면 Grid를 발전기로부터 분리하는 용도로 사용됩니다.

Grid가 사라지는 상황은 Grid측 정전, Mains측 상실, Mains측 이상등입니다. 이 기능이 중요한 이유는 Grid가 회복되었을 때 발전기가 Grid와 동기를 이루지 못할 수 있기 때문입니다. 그럴 경우 short circuit을 유발합니다.

이러한 보호기능형태를 ROCOF (= Rate Of Change Of Frequency, df/dt) 또는 Vector Shift / Vector Surge라고 부릅니다.

단지 차이점은 설정치를 나타내는 방식에 있습니다.

ROCOF형태는 영국에서 사용되며, 다른 유럽지역에서는 Vector Shift를 사용합니다.

ROCOF Relay

이 Relay는 설정시간내에 주파수변화가 설정치를 초과하면 발전기를 트립합니다. 그래서 설정은 초당 몇초 [Hz/s] 로 합니다. Grid가 상실되면 발전기측의 부하상태가 변하기 때문에 주파수변화가 즉각 발생합니다. 즉, 이 부하변화가 엔진속도변화를 유발하므로 주파수가 변하는 것입니다.

ROCOF relay의 동작원리

원리적으로 ROCOF relay는 발전기전압의 zero crossing을 감지합니다. Zero Crossing때마다 이 전 Zero Crossing과 새로운 Zero crossing사이의 시간을 계측하여 새로운 주파수를 계산합니다. 이 계측된 주파수차이가 심하면 relay가 동작합니다.

Vector Shift Relay

발전기전압에 위상편이가 발생하면 이 relay가 동작합니다. 예를 들어, zero crossing이 이전의 zero crossing보다 더 빨리 오거나 더 늦게 오는 상황입니다. 따라서 설정조정은 각도(degree)로 표시합니다.

Vector Shift도 역시 발전기 주파수의 변화에 달려있습니다. Grid가 상실되면 급격한 발전기주파수를 유발합니다. 주파수변화에 따라 발전기부하가 떨어지면 발전기전압의 zero crossing이 더 빨리오고, 발전기 부하가 늘어나면 zero crossing이 더 늦게 옵니다. 이러한 vector shift가 설정치보다 크면 relay가 동작합니다.

Vector shift and ROCOF are basically the same. It is a function that will disconnect the generator from the grid in case the grid disappears (black out of the grid/ loss of mains/ mains failure).

This function is necessary because in case the grid returns, it is likely that the generator will not be running synchronously with it anymore. Thus this would cause a short circuit.

This type of protection is called either " Rate of change of Frequency (ROCOF or df/dt) " or " vector shift/ vector surge " .

The only difference is the way the set point is expressed.

ROCOF type is used in UK while the rest of Europe usually uses vector shift.

ROCOF Relay

This relay will trip the generator in case the frequency changes more than a certain set point within a certain amount of time. Thus the adjustment is done in Hz per second [Hz/s] (if the frequency changes more than XHz per second the relay will trip). The frequency change appears because the load situation on the generator will change suddenly in case the grid is lost. This load change causes a change in the engine speed which is equal to a frequency change.

Function principle of the ROCOF Relay:

Practically the ROCOF relay will detect zero crossings of the generator voltage. It measures the time between the zero crossings and calculates a new frequency after each zero crossing. In case the frequency changes too much since the last zero crossing, the relay will trip.

Vector Shift Relay

This relay will trip the breaker in case it detects a phase shift in the generator voltage. For example if a zero crossing occurs some degrees earlier or later than expected. Thus the adjustment is done in degrees.

The vector shift is again depending on the change of the generator frequency. In case the grid is lost, this will result in a sudden change of the generator frequency. A change in frequency will move the zero crossing of the generator voltage earlier (in case the generator load has dropped) or later (in case the generator load has increased). This shift is expressed in degrees. If this vector shift is larger than a certain set point the relay will trip.

ROCOF relay 와 Vector Shift relay 의 비교

T3500, C6200, SIGMA S6000

Vector Shift Relay의 동작원리

위에서 설명한 바와 같이, Vector Shift relay도 역시 발전기전압의 zero crossing을 감지합니다. 이전의 zero crossing과 그 다음의 zero crossing을 계산하여 설정치보다 크면 relay를 동작시킵니다.

결론 1.

위의 원리들로부터 근본적으로 같다는 것을 알 수 있습니다. 2개의 relay는 모두 발전기전압의 zero crossing을 감지하며 차이점은 표현 방법일 뿐입니다.

전력공급회사는 (선급요구기준과 마찬가지로) 일정한 트립레벨을 필요로 합니다. 영국에서는 초당 주파수를 요구기준으로 하고 있고 다른 유럽에서는 몇도 인지를 요구기준으로 하고 있습니다.

따라서 어떤 고객들은 같은 원리의 relay이지만 위와 같은 표기만 다른 요구기준에 의해 어쩔 수 없이 T3500 ROCOF relay가 이미 설치되어 있음에도 불구하고 Vector Shift relay를 구매하기도 합니다.

결론 2.

위에서의 원리처럼, grid나 Mains측의 이상/상실을 감지하기 위해서는 발전기의 급격한 부하변화가 있어야만 이들 relay에는 의미가 있습니다. 발전기와 Grid가 병렬운전을 하지만 발전기에 거의 대부분의 부하가 걸려있는 상황에서라면, Grid가 상실되어도 발전기측에서는 부하변화가 발생하지 않을 것입니다. 주파수는 변하지 않을 것이고 이 때문에 ROCOF 나 Vector Shift relay모두 이를 감지하지 못할 것입니다.

그러므로 “ 발전기와 Grid가 병렬중이어야 하는 상황이라면, grid로부터 받는 전기를 최소로 해야한다 또는 grid로 보내는 전기를 최소로 해야 한다 ” 라는 요구기준을 가진 전력회사들이 있습니다.

Function principle of the Vector Shift Relay:

As you can see from above the Vector Shift relay will also detect zero crossings of the generator voltage. It compares the calculated zero crossing from the previous periods with the latest zero crossing. If the difference is larger than the set point, the relay trips.

Conclusion 1

As you can see from the function principles of both relays, they are actually the same. Both relays rely on detections of zero crossings of the generator voltage. The only difference is the way how the trip level is expressed.

The utility companies require certain trip levels (just as marine classification societies). In the UK they request this in Hz per second, in the rest of Europe in degrees.

This goes so far that one of our customers in Switzerland who used a T3500 ROCOF relay was forced to buy an additional Vector Shift Relay in order to meet the utility companies' requirements (so they could adjust it in degrees, not in Hz/s).

Conclusion 2

You can see from above that both relays require a sudden load change of the generator in order to detect the loss of the grid (mains failure). In case the generator would be running parallel with the grid but only supplying as much power as is used by the local consumers, a loss of grid would not result in a load change on the generator. The frequency would not change and thus neither the ROCOF nor the Vector Shift Relay could detect this.

Therefore the utility companies require a minimum import or a minimum export in case a generator is to run in parallel with the grid.