자동화시스템을 활용한 저압 배전계통 실시간 감시/제어

정해영, 최우식, 한규호*, 임한균

한전KDN

hyj_young9@kdn.com, k_cus9721@kdn.com, *gh_han312@kdn.com, hglim_2004@kdn.com

Low-voltage distribution system for real-time monitoring and control of Pad mounted Transformer

Jeong Hae Young, Choi U Sig, Han Gyu Ho*, Lim Han Gyun

Kepco KDN

요 약

배전자동화시스템을 통해 고압 및 저압 배전계통을 효율적으로 운영·관리하여 全배전계통의 운영 신뢰도를 향상시키고 고장시간을 단축할 수 있는 방안이 필요할 것으로 사료된다. 저압계통의 변압기 실시간 감시를 하고 부하개폐형 지상변압기를 제어하여 고장구간을 최소화 하며, 배전계통의 고압부터 저압까지의 자동화시스템을 구축하여 운영하는 방안을 제시하고자한다.

Ⅰ. 서 론

지상변압기는 22.9kV의 특고압을 380V로 변환시켜 수용가에 직접 전력을 공급하는 최말단 배전설비로 변압기의 이상에 의한 전력공급의 중단은 수용가의 전력품질과 전력회사의 신뢰성 면에서 심각한 문제를 초래한다. 매년 전력 사용량이 증가함에 따라 변압기 과부하로 인한 변압기의 고장 발생률이 매년 증가하고 있기 때문에 변압기 관리의 중요성은 더욱더 커지고 있다. 현재는 약 5만 대의 지상변압기가 전국적으로 운영 중이다. 운영 중인 변압기는 정기점검과 고장접수 위주의 수시점검 등으로 관리하고 있으나 이러한 방법은 관리비용 및 인력운영 차원에서 비효율적일 뿐만 아니라 변압기 사고를 즉시 인지하고 대응하기가 곤란하며, 상시 변압기 관리 역시 불가능한 것이 현실이다. 지상 변압기를 관리를 위해 실시간으로 전압과 전류를 계측하고 고압, 저압의 고장을 감시하는 시스템이 필요할 것으로 보인다.[1][2]

본 논문에서는 저압 배전계통 실시간 감시 및 제어 시스템을 위한 솔루션을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 본론

배전자동화시스템은 배전선로를 종합적으로 감시하여 전력공급신뢰도를 향상시키기 위해 도입된 시스템이다.

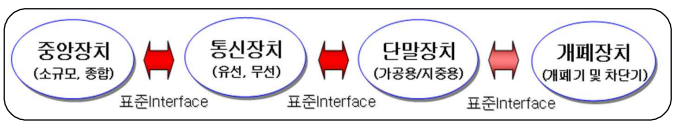

그림1. 자동화시스템 개념도

이를 구현하기 위해 배전선로에 설치되어 있는 다양한 개폐장치 및 배전설비의 현장정보를 단말장치를 이용하여 감시, 계측하여 통신장치를 통해 실시간으로 중앙장치에 제공함으로써 현장 배전선로를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 특히 현장에 고장이 발생하였을 때 고장구간을 신속히 파악함과 동시에 원거리에 산재해 있는 자동화용 개폐장치를 원격 제어하여 정전구간 축소 및 고장 정전시간을 단축시킬 수 있는 종합 시스템이다.[3]

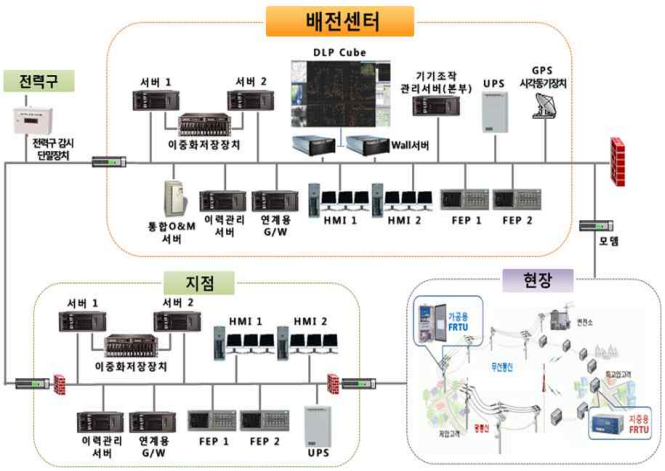

그림 2 자동화시스템 구성장치

1. 저압 배전계통 실시간 감시의 필요성

지상변압기는 부싱(Bushing, 원통 모양의 얇은 절연체)을 거쳐 CL Fuse(Current Limit power Fuse), Bay-O-net Fuse를 통해 변압기 권선에 전원이 공급되며 변압기 내부에는 전압을 조정하는 탭절환 장치, 절연유의 유면을 확인하는 유면계, 내부압력 해제를 위한 방압밸브 등이 구성돼 있다. 부싱엘보는 변압기 고장의 가장 큰 원인으로 꼽히는데 이는 과전압에 의한 절연고장으로 추정되며 이뿐만 아니라 다양한 원인으로 고장이 발생하는 지상변압기 때문에 사용자들은 불편을 호소한다. 이러한 문제의 해결 방안으로 변압기 상태를 실시간으로 감시하고 고장이 발생하면 변압기와 전력계통의 고장을 자동으로 판단 할 수 있는 시스템이 필요하였다.[4]

2. 부하개폐형 지상변압기 구축 배경

부하개폐형 지상변압기는 변압기에 개폐장치를 부착하여 현장에서 수동조작을 통해 고압과 부하측 개폐가 가능한 변압기로 고장이 발생했을 때 현장에서 수동조작을 통해 정전구간을 축소하는 장치이다. 기존의 수동조작방식에서 자동화를 위하여 모터를 구동하는 조작부, 조작부의 상태를 감시하고 제어할 수 있는 제어모듈, 변압기를 감시하고 제어모듈과 통신을 통해 실시간 감시를 상위시스템에 전송하는 단말장치로 구성하였고 부하개폐형 지상변압기를 현장에서 수동으로 조작하지 않고 배전자동화시스템 운영자가 배전센터에서 원격제어 할 수 있도록 하였다.

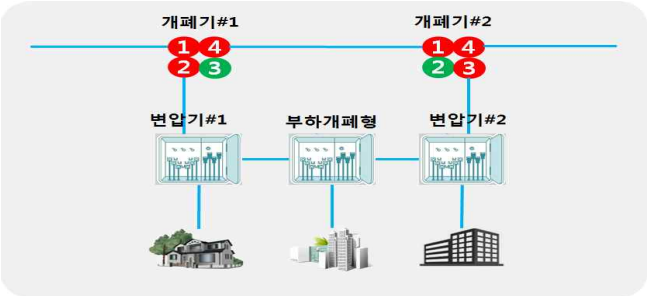

그림3. 부하개폐형 지상변압기 계통 운영

3. 부하개폐형 지상변압기 자동화장치 구성요소

단말장치는 변압기 내부에 설치되는 것으로, 고압 측 전류계측용 CT(Current Transformer), 저압 측 전류계측용 CT, 누설전류 계측용 CT와 전압계측용 PT(Potential Transformer) 등의 부속자재를 이용하여 변압기의 저압측에 흐르는 전압, 고압 측과 저압 측에 흐르는 전류값을 실시간으로 계측, 감시하고, 고장의 유무까지 판단한다. 이때 전류를 계측하기 위한 CT는 로고스키코일CT를 사용하는데 고압측과 저압측에 흐르는 전류의 크기에 맞추어 정격전류를 각각 600A와 300A로 설계하여 실시간으로 전류를 계측할 수 있도록 하였다. 변압기의 전류 누설상태를 예측하기 위해 변압기 편조선에 체결된 CT를 통해 편조선에 흐르는 누설전류의 값을 계측하여 누설 여부를 판단할 수 있다. 또한 계측된 전압과 전류값을 활용하여 변압기 이용률, 각상의 과부하율, 전류불평형률, 고장검출(고압측고장, 저압측고장, 변압기 내부고장)등을 판단하고 저압DAS(Low Voltage-Distribution Automation System)에 전송한다.[1]

조작부는 부하개폐형 지상변압기의 변압기 1차측에서 고압인입(HA), 고압인출(HB), 부하측 개폐를 사람이 직접 현장에서 수동 조작하는 방식을 모터를 설치해 원격에서 자동으로 절체 할 수 있게 한다.

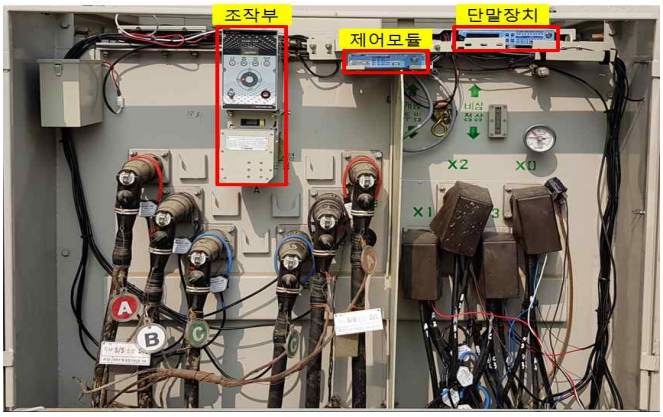

그림4. 부하개폐형 지상변압기 시스템

제어모듈은 조작부 전원 OFF, 조작부배터리이상, 조작부이상동작, 현장/원격, HB OFF, HA OFF, TR OFF, 정상상태 등의 조작부 상태를 감시하고 단말장치에서 제어명령을 수신하면 내부 알고리즘을 통해 부하 측 정전을 최소화하는 동작을 판단해 제어명령을 조작부에 전달한다.

4. 저압 자동화 시스템(LV-DAS)

저압 자동화 시스템은 계통도 및 현장의 변압기들의 상태를 사령원이 확인 할 수 있는 시스템이다. 현장에서 변압기용 단말장치 및 부하개폐형 단말장치에서 통신장치를 통해 데이터를 전송한다. 이러한 데이터를 가지고 변압기의 상태, 계측정보, 제어 등을 표현을 하며 사령원은 시스템의 알람 및 이력을 통해 해당 위치의 정보를 확인 할 수 있다. 또한 이러한 알람을 통해 고장구간을 판단하여 제어명령을 통해 고장구간을 차단 할 수 있다.

그림5. 자동화장치 상위시스템

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 배전자동화시스템의 변압기의 감시뿐만 아니라 제어 기능을 추가하여 저압 자동화시스템의 활용성을 높이고 계통운영의 신뢰성을 확보하는데 기여하였다. 현재 배전자동화시스템을 통해 변압기 3,200대를 감시 중이며, 부하개폐형 변압기 감시/제어는 50대를 감시중이다. 저압 변압기를 감시하여 현장에 고장이 발생하였을 때 고장을 판단하고, 부하개폐형 지상변압기 원격제어를 통해 앞으로는 정전시간, 고장 구간이 축소될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 전준우, “저압배전계통 실시간 감시를 위한 변압기용 단말장치 개발”, 전남대학교 학위논문, 2019년 2월

[2] 조용선, 박주철, 윤병주, 오상협, “전력용 변압기의 열화진단 및 부하감시를 위한 진단장비 개발”, 대한전기학회 추계학술대회 논문집, pp. 64-65, 2015년 10월

[3] 하복남, 박신열, 신창훈, 박소영, “배전지능화 시스템개발”, 대한전기학회 하계학술대회논문집, pp. 429-430, 2006년, 7월

[4] 조국희, 김광화, 양태권, 홍원식, 조양섭, 김양태, “표준형 지상변압기 개발에 관한 연구”, 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, pp 74-77, 1997년 11월