

# 25.8kV급 GIS에 Matrix System을 적용한 전력설비 최적화 연구

## A Study on Optimization of Electric Power Facilities Applied Matrix System at 25.8kV GIS

이 양 미\* · 남 재 우\*\* · 김 철 환\*  
(Yang-Mi Lee · Jae-Woo Nam · Chul-Hwan Kim)

**Abstract** - Recently, more electric power facilities have been miniaturized and it is noted that the facilities maintenance will be essential through operation optimization. In this paper we applied and examined the operation optimization of electric power facilities by applying Matrix system which can improve reliability to minimize outage and recover failure rapidly when blackouts happen at 25.8kV Gas Insulated Switchgear(GIS). The fundamental problem for facilities maintenance of GIS can happen due to indeterminable internal state in real time. Matrix optimization organizes action states in all containers which contain pressurized SF<sub>6</sub> Gas such as circuit breaker, disconnect switch, bus for utilizing them each area. Then, we connect it with power system to monitor and control internal state remotely in real time, and we can minimize blackout zone or outage. Considering above process, we improved stability of overall facilities.

**Key Words** : Electric power facilities, Matrix system, GIS, CB, Monitor control, Blackout zone

### 1. 서 론

현대사회가 도시화되면서 한정된 국토에서의 전력설비는 소형화를 지향하게 되었으며 특히 안전과 도시 미관에 대한 요구가 커지고 있다. 전력계통 운용 최적화 및 설비 유지관리에 소요되는 간접비용은 증가 추세이며, 유지 및 효율적인 관리의 필요성이 대두되고 있다. 이러한 신뢰성 문제를 해결할 수 있는 방안 중 하나가 바로 전력설비 최적화 운용기술로서 전력설비의 계통 운용 및 설비관리에 적용되고 있다.

전력계통 중 고객과 직접 연결돼 있는 설비가 송배전 선로이기 때문에 송배전 선로에서 정전이 발생할 경우 수용가는 가장 민감하게 반응한다. 전기회사는 고객과 접점에 있는 송배전 선로의 고장 및 정전 예방, 신속한 복구를 위해 첨단 장비를 활용해 고객의 불편을 최소화하고 있다. 하지만 송배전 선로 설비인 25.8kV급 가스절연개폐장치 동작접점의 오류발생으로 정전이 발생했을 경우에는 정전시간을 최소화하고, 신속하게 복구하는 작업은 쉬운 일이 아니므로 이를 사전에 예방하기 위해 첨단장비를 활용한 감시와 복구가 필수적이다.

초고압 송배전용 변전소에 많이 사용되는 25.8kV급 가스절연개폐장치(GIS: Gas Insulated Switchgear)는 철재용기 내에 정격

가스압 0.5kg/cm<sup>2</sup> 정도의 SF<sub>6</sub>로 충전한 후 그 용기 내에 차단기, 단로기, 계기용변압기, 접지장치, 피뢰기 및 모선 구성기기 전체를 넣는 구조로 되어 있다. GIS는 설치면적의 축소, 도체부분의 외부 노출 부분이 없는 밀폐형 구조로 점검 및 보수 주기가 길어져 수명이 연장된다. 또한 공장조립이 가능하여 공기단축과 증설이 용이하다. 그러므로 GIS는 사고발생 확률이 적은 것은 사실이지만 금속 탱크의 밀폐 구조로 가스관리 및 기밀구조가 요구되어 관리가 쉽지 않고, 구조상 변류기의 사용 위치가 제한되어 보호행점 구간이 발생할 수 있다[1].

2009년도 12월 기준으로 전국 715개 변전소중 GIS형 변전소는 86.9%인 621개소이며 총 24,000Bay이다. 이러한 높은 점유율로 인해 GIS 고장은 최근 10년간 연평균 22건으로 지속 발생하고 있다[2].

전력설비분야에서 널리 사용되는 GIS의 고장으로는 투입, 개방, 개폐부 조합등 동작 불량에 주원인으로 나타났으며, 차단기의 열화요인은 차단기나 그 구성품 등이 전기적, 열적, 기계적 스트레스 및 환경적 영향을 복합적으로 받는다. GIS의 사고에는 절연 파괴, 과열, 차단 불능 및 동작불능등이 발생하고 이로 인해 전력시스템이 예상치 않게 정지하거나 오동작이 발생할 수 있다[3,4].

GIS는 운전 신뢰성이 높은 만큼 사고 발생 시 파급효과도 크므로 GIS 내부 고장 발생 시 정확한 고장구간 판별이 중요하다. 변전소에서 GIS 내부고장을 상정하여 실험한 자료에 의하면 내부 고장시 고장구간을 정확히 인지하고 분리하기 위해 여러 번의 시험 가압이 불가피하여 고장상황 파악 시간이 길어지고 Human Error 발생 시 정전시간을 확대 시킬 수 있다. 실제 168명을 대상으로 GIS 내부 고장을 상정하고 복구시간을 측정한 결과 평균 16분이 소요되었으며 고장 구간에 대한 판정시간의 주요 지연요인은 시스템 부재로 나타났다[2].

† Corresponding Author : Dept. College of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Korea.  
E-mail : hmwkim@hanmail.net

\* Dept. College of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Korea.

\*\* Seoul Power Transmission Center of Korea Electric Power Corporation(KEPCO).

Received : October 10, 2016; Accepted : February 7, 2017

본 연구에서는 25.8kV급 가스절연개폐장치(GIS)의 현 계통구성 및 일체형 Gas 차단기의 동작 특성에 따른 문제점을 살펴보고 있다. GIS의 내부고장을 실시간 전력계통에 연계되어 있는 장치와 필터를 이용하여 검출하는 방안과 고장 검출 후 고장 구간의 정확한 신호 전송을 위해 전력설비 Matrix 매개변수 추정 및 Matrix를 이용한 GIS 시스템 구성을 제안하여 GIS 설비운용 시스템을 최적화시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 시스템 구성도

25.8kV급 GIS는 철재용기 내에 모선, 단로기, 차단기 등 변전 설비를 넣는 밀집된 일체형 구조로 구조상 기설 압력계 저압경보 접점은 몇 개의 회로가 공통으로 연결되어 있다. 그러므로 GIS 설비의 효율적인 설비 감시 및 고장점 판별을 위해서는 전력공급의 안전성과 신뢰성을 확보하면서 GIS 구역내의 붓싱 헤드가 서로 간섭받지 않으면서 구획별로 Gas 위치를 정확하게 제어해야 한다. 이와 같이 Gas 동작구간에 위치 제어는 가스절연 개폐장치실 내부에 Gas 유출압력을 조절하기 위해서도 반드시 필요하다.

그림 1은 Gas 구획별로 Gas압력을 측정하고 측정된 데이터로 Gas압력 변화량을 검출할 수 있다. 설비감시를 위해서는 실시간으로 Gas압력을 측정하고 측정된 데이터를 파일로 저장해야 된다. 이들 설비의 Gas 압력데이터는 자체신호의 이상 및 설비사고를 유발할 수 있는 외부요인을 감지할 수 있을 뿐만 아니라, Gas 압력 및 허용전류를 산정할 수 있는 자원이 된다.

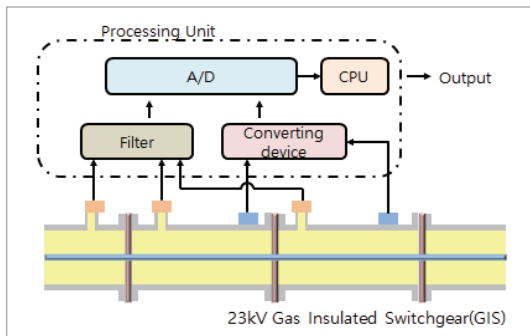


그림 1 23kV GIS 설비 감시시스템의 개념  
Fig. 1 Concept of 23kV GIS facility monitoring system

GIS에 연결되어 있는 송배전 선로에 지락사고가 발생하면 해당 개폐기의 절연용 SF<sub>6</sub> Gas 밀도가 순간적으로 상승하여 압력 감지용 스위치에 의하여 원방감시 센터에서 그 고장 위치를 추정할 수 있다[5].

### 2.2 일체형 Gas차단기 동작

그림 2는 25.8kV급 GIS의 전기적인 등가모형과 기계적인 등가모형을 결합한 Gas 구역동작 접점 릴레이시스템을 나타내고 있다.

가스절연개폐장치의 신뢰성을 확보하기 위해 현장 제어반에는 차단기 제어, 인터록 기능 등 설비운용의 최적화 기술이 적용되어 있고 SCADA 감시시스템은 현장 제어반의 상태를 확인할 수 있도록 구성되어 있다. 장치설비 제어부는 20여개의 유접점 보조계전기 구성에 있으며 외부 환경 요인인 온도, 습도, 열화 등에 의해 동작 특성이 저하돼 접촉 불량 및 오동작 발생이 많았다.

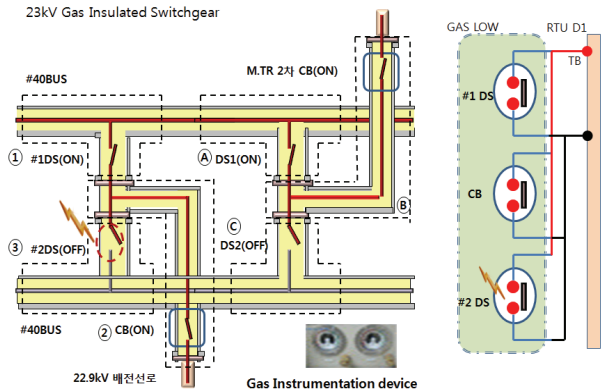


그림 2 23kV GIS 설비 감시시스템 현황 상태 구성도  
Fig. 2 Current status configuration of 23kV GIS facility monitoring system

특히 설비 운영 시 Gas 구역동작 접점 릴레이 시스템의 동작 특성을 진단할 수 없어 고장 구간에 대한 구분 없이 미 동작 상태도 동작 상태로 인식하게 되어 설비운영에 대한 문제점이라 할 수 있다. 이때, 가스절연개폐장치 고장으로 인한 교체 시 수련된 기술이 요구되지만 신속한 대응을 하지 못해, 작업이 장시간 소요되며 빈번한 보수 및 교체로 많은 비용이 소요돼 경제적 손실이 매우 컸다. 본 연구에서는 그림 2에 표시된 Gas 구역동작 접점 릴레이의 단점을 보완하기 위해 가스절연 개폐장치설비를 Matrix시스템으로 구성하여 전력설비 제어를 최적화하는데 있다.

### 2.3 전력설비 Matrix 매개변수 추정

SCADA 시스템(Supervisory Control And Data Acquisition System)은 변전소에 있는 각종 전력설비에 대한 정보를 감시·계측하여 전력계통 제어센터에 제공하며, 운전원의 조작명령을 받아 전력설비를 제어하는 자동화 통신시스템으로서[6], SCADA 시스템은 담당지역 변전소 내 전력설비의 운전데이터 및 동작상태 등 취득되는 포인트 값을 이용하는 단순 감시, 조작 기능만을 수행하고 있고, 부하 전류 정보를 전력설비 상태 감시시스템으로 전송하며 경보 내용, 전력량, Gas 압력 데이터를 주기적으로 수신 받는다.

전력설비 Matrix 매개변수는 그림 3과 같이 SCADA로부터 수집한 가스절연 개폐장치의 전력량, Gas압력 및 실시간 허용전류로 산정한다. 기존 데이터와 실시간 수신 데이터를 비교 분석한 계산된 데이터는 이력관리를 위하여 데이터베이스에 저장되며 전력량, Gas압력 이력정보, 경보 이력정보를 운영 관리자에게 실시간으로 제공한다.

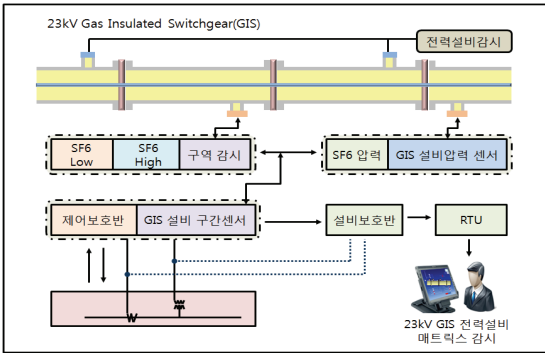
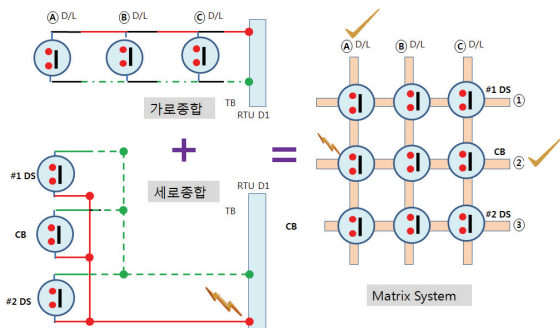
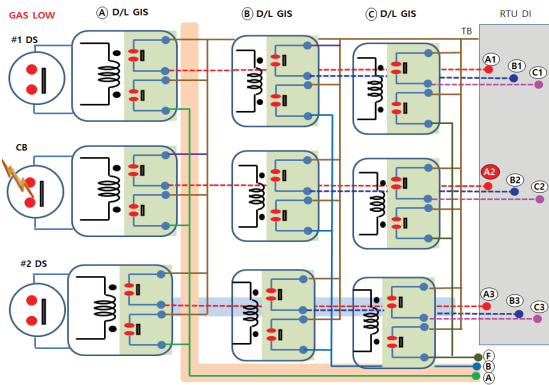


그림 3 23kV GIS 설비 감시시스템 구성도  
 Fig. 3 23kV GIS facility monitoring system configuration diagram



(a) 개선 이전의 전력설비 포인트 Matrix 조합한 개념도  
 (a) Concept of power plant point Matrix combined before improvement



(b) 개선 이후의 전력설비 포인트 Matrix 조합 개념도  
 (b) Concept of power plant point Matrix combination after improvement

그림 4 Gas경보를 Matrix통합으로 SCADA Point 수용  
 Fig. 4 SCADA Point Acceptance with Gas Matrix Integration

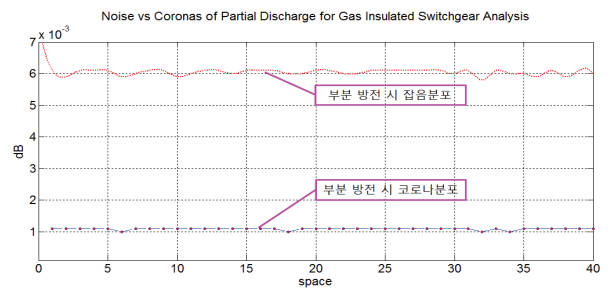
2.4 Matrix를 이용한 GIS 시스템 구현

현재 25.8kV급 GIS를 간략하게 그림으로 표시하면 9개 설비를 그림 4(a)처럼 Matrix 구조로 나타낼 수 있다.

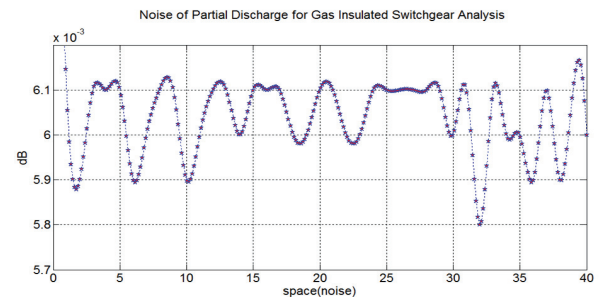
위 그림 4(a)의 가로 중합은 A D/L, B D/L, C D/L의 3개의 DS를 가로로 중합하여 1개의 가스구획 신호로 처리하는 것이고 세로 중합은 D/L별로 #1DS, CB, #2 DS를 세로로 중합하여 1개의 가스 구획 신호로 처리하는 구조이다. 이 구조는 표시·운영 포인트를 3개씩 묶어 3개의 구역으로 표시하므로, A D/L과 ② CB의 교차지점에 문제가 발생 되면 정확한 고장점 위치를 판단하기 어렵다.

그림 4(b)처럼 보조점검 계전기를 취부하여 가로 x 세로 조합 포인트로 Matrix 구성 회로로 변경하면 각 포인트별 개별신호로 감시센터에 전송할 수 있으며, 고장위치를 신속하게 판단 추정할 수 있다.

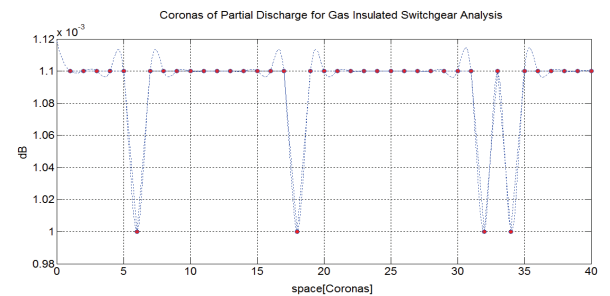
SCADA의 설비감시는 GIS 상태를 1m 간격으로 센싱해서 가



(a) GIS Gas압력 변화량 분포  
 (a) GIS Gas pressure variation distribution



(b) GIS Gas분석을 위한 부분 방전 시 잡음 분포  
 (b) Noise distribution during partial discharge for GIS gas analysis



(c) 부분 방전시 코로나 분포  
 (c) Corona distribution during partial discharge.

그림 5 GIS의 차단기 동작시 Gas 압력 변화량 분포도  
 Fig. 5 Distribution of breaker working gas pressure change in GIS

스압력을 측정하고 측정된 자료를 수집하여 파일로 저장한다. 1m간격의 데이터를 센싱하기 위하여 GIS설비와 원격소 장치(RTU : Remote Terminal Unit) 단자 사이에 4코어의 케이블이 설치되어 있다. 그중 현재는 3개의 포인트가 1개로 종합된 신호로 전송되므로 1코어만 사용하고 있지만 Matrix 시스템을 구축 운영하게 되면 기존에 설치되어 있는 4코어의 케이블을 활용하여 개별 데이터를 전송할 수 있다.

Matrix 설비감시 시스템의 특징을 살펴보면 첫째 무접점 릴레이와 유접점 릴레이의 장점을 활용한 Matrix 시스템으로 개폐장치, 노이즈, 온·습도에 강한 특성을 가지고 있다. 둘째 기존의 가스절연 개폐장치의 현장 제어반 기능을 Logic화해서 25.8kV급 가스절연 개폐장치의 모든 Bay에 적용하도록 통합형 키트를 개별 분리하여 커넥터 Lock 방식의 구조를 접목시켜 접촉 불량에 대한 고장을 해소시킬 수 있다. 셋째 상시감시 기능을 구현해 고장으로 인한 사고를 방지할 수 있으며, 사용자가 편리하게 내부 Logic수정 및 업로드가 가능해 회로 변경이 쉬워 설비운용을 최적화할 수 있다.

그림 5는 압력센서 순간감지여부 시험으로 가스절연 개폐장치 시뮬레이션을 통해서 나타낼 수 있다. 계전기 동작 0.02sec와 차단기 트립 0.03sec의 0.05sec 동안의 개폐 동작으로 고장발생부터 고장제거까지를 나타내고 있다. 순간적인 압력 변화를 측정하는 압력센서는 모선 단로기 Gas 주입구에 설치되어 있다. 측정된 데이터는 SCADA Gas 상태를 나타내는 그래픽 페이지에 0.03sec 단위로 가스의 압력 상태를 나타내고 있다.

차단기 동작시의 Gas 압력 변화량을 살펴보면 부분 방전 시 잡음 분포는  $5.8\sim 6.2 \times 10^{-3} (kgf/cm^2)$ , 코로나 분포는  $1\sim 1.12 \times 10^{-3} (kgf/cm^2)$ 로 나타난다. 고장 유형에 따른 압력센서에 감지되는 잡음 및 코로나 분포 등을 분석하고 활용한다면 고장 판별의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 보인다.

그림 6은 기존 전력설비 네트워크에 Matrix 시스템을 조합한 전력설비 포인트 구조로서 송배전 선로에 연결되어 있는 개폐장

치 구성 중 Bus/CHD, CB, DS 설비의 SF6 Gas 압력값이 상승되면 전력설비 감시시스템에 그 상태를 1차, 2차, Trip 단계로 표시할 수 있다.

송배전용 변전소 네트워크 설비감시에서는 Gas 압력값의 변화량을 1차, 2차로 구분하여 경보로 송출하고 있다. Matrix 시스템에서는 경보가 발생하면 구획별 Gas 압력과 설비별 순간적인 압력 상승값을 알 수 있을 뿐만 아니라 가스절연 개폐장치의 SCADA 포인트 구간을 정확하게 추정할 수 있다.

고장개소 조기 진단 장치에 적용되고 있는 가스절연 개폐장치의 전력설비 포인트에 Matrix의 개선된 시스템을 적용할 경우 내부 고장 발생 시 고장개소 확인 곤란으로 인한 복구 지연 문제를 해결할 수 있다. Matrix 설비 최적화는 GIS 내부 고장개소를 정확히 인지함으로써 고장 상황 파악시간이 감소되고 Human

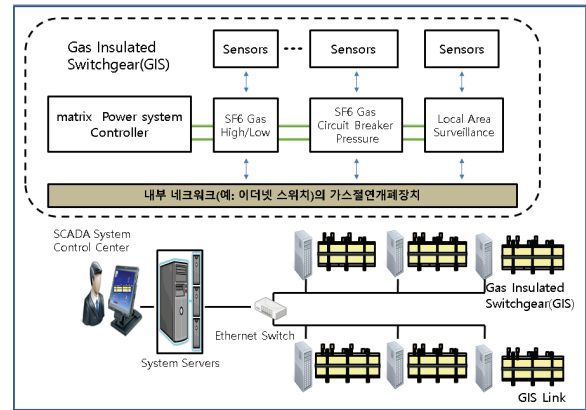


그림 6 기존 전력설비 네트워크에 Matrix 시스템을 조합한 전력설비 포인트

Fig. 6 Combining matrix system with existing power plant network points

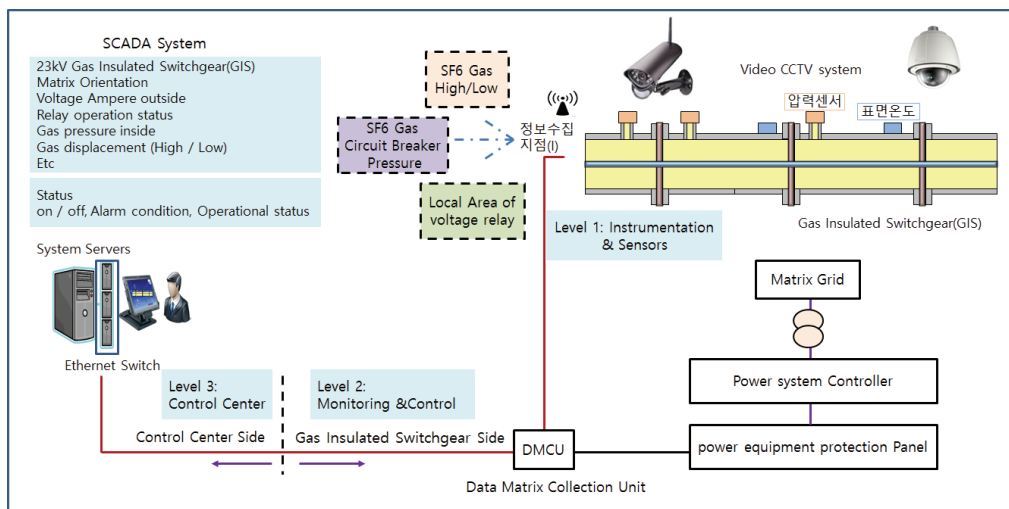


그림 7 Matrix 네트워크 모델을 추가한 GIS 운영 시스템 개략도

Fig. 7 Schematic of GIS operating system with Matrix network model added.

Error를 줄일 수 있으므로 정전시간을 단축하면서 설비 운용의 안정화를 추구할 수 있다.

그림 7은 Matrix 네트워크 모델을 추가한 GIS 운영 시스템의 개략도이다. 감시센터에서 송배전 선로 고장 발생지점을 편리하게 인지할 수 있도록 Gas구획도를 시각화하여 그래픽 페이지에 추가한 정보연계 시스템이다.

설비최적화 계통운영 방법은 가스절연 개폐장치의 설비 Matrix 시스템을 SCADA시스템에 연계하는 방안으로, 설비 Matrix 판별에 필요한 포인트 데이터를 SCADA로부터 취득하여 자동판별 시스템의 RDBMS(Real-time Data Base Management System)와 데이터 연동이 가능하게 하였다[7]. SCADA 설비 운용중인 포인트 데이터와 동일한 포인트 데이터로 설비 Matrix 시스템을 변전소에 구축하여 전력계통 제어센터와 연동하면서 독립적 데이터베이스 시스템을 구축하여 RDBMS 최적화 시스템을 구축하여 사용할 수 있다. 설비 Matrix 시스템이 구축되어 있는 가스절연 개폐장치인 단로기, 차단기의 Gas압력치를 연동정보 및 Rule Base에 따라 계통정보와 연계하여 루프를 초기화, 사령원의 제어조작 지령이 내려지면 그 정보가 시스템으로 전송되고, 실제 조작여부는 사령원이 계통정보와 루프를 피드백 받아서 판단할 수 있다. 송배전용 변전소의 송전선로 차단기, 단로기 DB가 편집 저장되거나 차단기 상태의 압력이 변경되면, 그 정보가 시스템에 전송되고, 계통인식 프로세서가 가스절연 개폐장치 압력값을 연

결정보 DB화하여 선택 포인트 제어시 계통의 설비 이상 유무를 실시간으로 제공한다[7].

그림 8은 가스절연 개폐장치의 전류, 전압, 압력 변화량을 5개월간 실측한 데이터로 8(a)는 가스절연 개폐장치 전류 압력 변화량, 그림 8(b)는 PT 전압 압력 변화량을 분석한 것이다. Matrix 최적화는 차단기, 단로기, 모선, PT 등 압력이 있는 모든 용기내부의 동작 상태를 구역별로 활용할 수 있도록 실시간 취득한 데이터를 운영관리자에게 제공하여 현장에 대한 실시간 모니터링이 가능하며 이상여부는 기준 데이터와 비교하여 판단할 수 있으므로 SF<sub>6</sub>의 압력변화가 급격하게 변동하거나 기준 값 이하로 변동되면 기존의 가스절연 개폐장치 고장 이력정보 DATA를 활용하여 운영자가 가스절연 개폐장치의 상태를 판단하고 가스절연 개폐장치의 부분방전 현장 점검을 실시할 수 있고, 추후 데이터를 축적하여 설비 경보이력정보를 관리하는 용도로 활용할 수 있다.

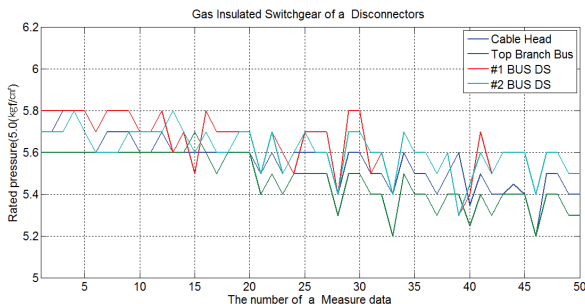
### 3. 결 론

가스절연 개폐장치의 원천적인 문제점은 내부 상태를 실시간으로 확인하지 못함으로써 내부 고장시 고장 복구에 많은 시간이 소요된다는 점이다. 그러므로 Matrix 시스템을 GIS에 적용함으로써 GIS 고장 포인트를 정확히 추정할 수 있으며, 복구 및 Human Error를 줄일 수 있는 전력설비의 최적화 방안이다. 현재 SCADA 시스템에서는 실시간 부하 전류 정보, 경보 내용, 전력량 및 Gas압력 데이터를 주기적으로 전력설비 상태 감시시스템으로 전송한다. 이 감시시스템에서는 취득한 데이터로 실시간 허용전류를 산정하고 계산된 데이터는 이력관리를 위하여 전력량, Gas 압력치, 경보 이력정보 등을 데이터베이스에 저장하면서 운영관리자에게 실시간으로 정보를 제공하게 된다. 전력설비 Matrix 최적화는 차단기, 단로기, 모선, PT 등 압력이 있는 모든 용기내부의 동작 상태를 구역별로 활용할 수 있도록 설비경보 이력정보를 관리하는데 있다. 이를 연계 활용할 경우 현장에서 취득한 송배전 설비의 설비상태 신호를 그래픽 개체정보로 실시간으로 주장치에 제공하게 된다.

송배전시스템에 대한 실시간 모니터링이 가능하다는 것은 계통고장이 발생하면 계통상태 변화 즉 고장 발생여부, 고장구간, 정전지역 등을 정확히 미리 파악할 수 있다. 설비의 고장구간을 신속하게 파악하고 원거리에 산재해 있는 자동화 개폐기를 감시센터에서 원격으로 감시 제어해 정전구간을 축소하거나 시간을 단축할 수 있는 운용 최적화가 가능해져 전체적인 설비안정화를 추구할 수 있다.

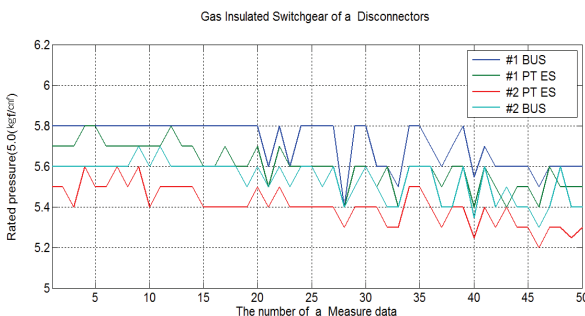
GIS에 적용되고 있는 SF<sub>6</sub> Gas는 현재 지구 온난화 물질로서 이를 대체할 친환경 절연매질인 건조공기(Dry Air), N<sub>2</sub> 가스의 적용 연구 및 시험적용이 이루어지고 있으며 고체절연개폐장치(SIS, Solid Insulated Switchgear)는 계통에 적용되고 있다. 친환경 절연매질이 적용되면 매질의 특성에 맞는 고장검출 방안을 마련하여 Matrix 시스템에 적용할 수 있다.

본 논문에서 제안한 Matrix 시스템은 현장관리자의 Human Error를 방지할 수 있는 현장 중심의 시스템으로 계통 파악과 제어를 편리하게 할 수 있을 뿐만 아니라, 고장을 확인한 후 전기



(a) GIS 전류 압력 변화량(1칸 15일주기)

(a) GIS current pressure variation (1 space 15 days cycle)



(b) GIS PT전압 압력 변화량(1칸 15일주기)

(b) GIS PT Voltage pressure variation (1 space 15 days cycle)

그림 8 가스절연 개폐장치의 전류, 전압, 압력 변화량

Fig. 8 Current, voltage and pressure variation of Gas Insulated Switchgear.

공급까지 기존보다 정전복구 시간을 줄일 수 있을 것으로 기대되며 송배전계통 안정화에 크게 기여할 것으로 사료된다.

### References

[1] Korean institute of electrical engineers, "Distribution Engineering", bookshill, 2011. pp. 34-36.

[2] Kim Dowon, Lee Bonghui, Lee Juhun, Jeon Sangdong, "Invention of Fault Detection Sensor in Gas Insulated Switchgear", Proceeding of the 41th the KIEE Summer Conference 2010, July, 2010, pp. 364-365.

[3] Duo Li, Serizawa, Y., Mai kiuchi, "Concept design for a Web-based supervisory control and data-acquisition (SCADA) system", IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002, Vol. 1, Oct. 2002, pp. 32-36.

[4] B. Qiu, L. Chen, Virgilio Venteno X. Dong, Y. Liu, "Internet Based Frequency Monitoring Network(FNET)", IEEE/PES Winter meeting 2001.

[5] T.E Dy-Liacco, "Modern Control Centers and Computer Networking", IEEE Computer Application in Power," Vol 7(4), 1994, pp. 17-22.

[6] Lee Juhun, Lee Bonghui, Jeon Sangdong, Kim Dowon, "A Study of GIS Fault Area Detection Algorithm by SCADA System", Proceeding of the 41th the KIEE Summer Conference 2010, July, 2010, pp. 1687-1688.

[7] D.H. Jeon, N.H. Kyak, T.W. Kim, J.W. Shim, K.J. Kim, "Development of the Algorithm for Automatic Decision of radial T/L System in SCADA", Proceeding of the 38th the KIEE Summer Conference 2007, July, 2010, pp. 667-668.

[8] Qiu B., Gooi H.B., "Web-based SCADA display system (WSDS) for access via Internet", IEEE trans. on Power system, Vol 15(2), May 2000, pp.681-68.

[9] Lee, R.P.K. Lai, L.L. Tse, N. "A Web-based multi- channel power quality monitoring system for a large network" Power System Management and Control, 2002. Fifth International Conference on (Conf. Publ. No. 488), 17-19 April 2002 pp. 112-117.

[10] Kang-Soo Lee, Young-Cheol Choi, Bon-Woo Koo, "Development of Differentiated Substation Facilities Management System Based on the Integrity Evaluation", Proceeding of the 42th the KIEE Summer Conference 2011, July, 2011, pp. 545-546.

[11] Qiu, B., Gooi, H. B., Liu, Y., and Chan, E. K. "Internet-based SCADA display system". IEEE Computer Applications in Power 15 1, 14-19 2002.

[12] KEPCO Research Institute, "An Analysis of the Reliability Benefit for Loop Operation in 154kV Power Distribution System(Final report)", 1996.

[13] KEPCO, "Improved automatic power system control algorithm for stabilized operation of power grid(Final report)", 2007.

[14] GAS DENSITY SWITCH 2010.07 Provisonal Standard Technical Specifications of KEPCO.

[15] K.S. Lee, Li Zhang, S.I. Lim, S.J Lee "Development of SCADA System based on Web Technology", Proceeding of the 35th the KIEE Summer Conference 2004, July, 2004, pp. 85-87.

## 저 자 소 개



### 이 양 미 (Yang-Mi Lee)

1993년 수원대학교 전기공학과 학사 졸업.  
 2015년 성균관대학교 IT대학 에너지시스템 공학 석사 과정.  
 2013년 발송배전 기술사  
 <주관심 분야 : 센서네트워크, 전력계통, 보호협조>  
 E-mail : lym987@hanmail.net



### 남 재 우 (Jae-Woo Nam)

1992년 수원대학교 전기공학과 학사 졸업.  
 2009년 연세대학교 전기공학과 석사 졸업.  
 2014년 서울시립대학교 전자전기 컴퓨터공학부 박사 졸업.  
 1992년~현재 한국전력공사 근무  
 <주관심 분야 : 센서네트워크, 제어, 에너지 변환>  
 E-mail : jae1053349@naver.com



### 김 철 환 (Chul-Hwan Kim)

1982년 성균관대 전기공학과 학사 졸업.  
 1990년 동대학원 전기공학과 졸업(박사).  
 현재 성균관대 정보통신대학 교수. 전력IT인력양성센터 센터장.  
 <주관심 분야 : 전력시스템 보호, 과도현상 해석, 분산전원>  
 E-mail : hmwkim@hanmail.net