

이동통신망의 SMS방식을 이용한 변전기기 무선진단 시스템 개발

김진철*, 김지호, 윤만식, 송호준, 이향범
 송실대학교 전기공학과

Development of Wireless Diagnostic System for Substation Equipments Using SMS Mode of Mobile Communication Network

Jin-cheol Kim*, Ji-ho Kim, Man-sik Yun, Ho-jun Song and Hyang-beom Lee
 Department of Electrical Engineering, Soongsil University

Abstract - This paper suggests wireless diagnosis and monitoring system using SMS mode of mobile communication network for distribution transformer which could prevent electrical accident in the near future. Data are acquired by measuring the temperature of insulator oil in the distribution transformer and load current. Data acquisition of sensor using mobile communication network carried out filtering of sensor's output to optimize the size of send data. Merit of this inspection method is that management, control and monitoring some transformers can be carried out using only one server. This inspection method will be the way of inspection to be worth spotlight in the near future because it is able to solve easily with the minimum facility inspection about state of transformer which is operating, to wide coverage about machine's wrong operation in other field.

1. 서 론

급속한 산업 발달은 각종 설비와 구조물의 증가를 가져왔으며 이들의 안전성 및 신뢰성에 대한 요구는 점점 더 증대되어가고 있다. 이러한 설비중의 하나인 변전기기는 고압 대용량화로 진행되어가고 있으며, 1대의 기기 고장이 전력계통에 미치는 영향은 매우 크므로 안전성 및 신뢰성의 확보가 매우 중요하다고 하였다. 현재 연구 개발중인 진단기술은 많이 있지만 실질적으로 상용화 된 기술은 미비한 상태이다. 이에 우리나라를 비롯한 선진 각국에 있어서 향후의 중요과제는 정보화 시대에 부응하는 효과적인 진단 기술 방법의 개발이라 하였다.

본 논문에서는 이동통신망의 SMS(Short Message Service)방식을 이용하여 운전중인 주상 변압기의 상태를 진단함으로써 발생가능한 변압기의 사고를 사전에 감지하여 방지할 수 있는 시스템을 개발한다. 주상변압기의 절연유 온도와 부하전류의 가변실험을 통하여 데이터를 취득한다. 센서의 자료 취득부에서는 SMS 문자서비스를 이용하여 자료 전달의 최적화가 되도록 센서 출력 결과의 필터링을 수행한다. SMS방식을 사용하는 이유는 변압기의 상시 모니터링에 목적을 둔 것이 아니다. 변압기가 이상동작시 SMS 문자 서비스로 이를 알려줌으로써 사고를 방지할 수 있는데 목적을 두고 있다. 물론 변압기가 기후, 기상 및 노화등의 이유로 인하여 이상동작을 일으킬 수도 있는 악조건에 있다고 판단되면 정해진 일정대로 지속적으로 데이터를 받아볼 수 있게 하여 상시 모니터링을 할 수 있도록 설정 할 수가 있다. 이러한 진단기법의 장점은 기존의 R/F 통신방식과는 달리 서버 1대에서 많은 수의 변압기를 관리, 제어, 모니터링이 가능하다는 것이다. 즉 설치시 넓은 지역의 변압기에서 측정된 데이터를 무선으로 한곳에서 취득함으로써 운전중인 주상변압기의 상태에 관한 진단을 최소한의

설비로 손쉽게 해결 할 수 있게 된다. 또한 암호화되어 있는 메시지로 사용자가 자신의 핸드폰으로 언제 어디서든 원하는 변압기의 상태를 문자메시지를 통하여 확인할 수 있으므로 정보화 시대에 부응하는 최적의 진단방법이라 할 수 있다.

2. 변압기 무선진단 시스템

무선진단부를 SMS방식으로 선정함에 있어서 많은 사항을 고려하였다. 첫 번째로 기존에 많은 연구대상이었던 R/F방식은 다른 통신 중계국이 필요없고 일정 지역 다수의 통신을 할 수 있는 통신방식이다. 하지만 아날로그 방식으로 노이즈를 발생시킬 뿐 아니라 최대 송신 출력이 10[mW]로 제한되어 있어 실재에서는 30[m]이내, 실외에서는 120[m]의 거리내에서만 데이터 전송이 가능하다. 즉, 장거리 전송이 불가능하다는 단점을 가지고 있다. 그러므로 변압기가 이상동작시 감시자가 통신가능거리 내에 있지 않다고 하면 사고를 사전에 방지하기는 힘들기 때문에 R/F방식은 상시 감시가 어렵고 많은 인력과 시간을 필요로 하는 등의 많은 한계점을 가지고 있다. 장점은 설치가 간편하고 비용도 저렴하다는 것이다. 두 번째로 인터넷망을 이용한 방식을 보면 통신선이 많이 설치되어 있다고 하지만 아직 한계가 있고, 회선망이 해킹등의 문제로 인하여 데이터 보안에 큰 타격을 입을 가능성이 많이 산재해 있다. 세 번째로 PLC(전력선 통신)방식을 보면 기존에 전국의 어느곳이든 대부분 전력선이 설치되어 있기 때문에 원하는 지역 어디든 변압기를 관리하기 용이하겠지만 아직 실험단계이며 기후나 기상이변으로 인한 뇌서지나 노이즈등에 민감하므로 아직은 부적합한 방법이라 할 수가 있다.

이에 반하여 본 논문에서 선정한 SMS방식은 그림 1

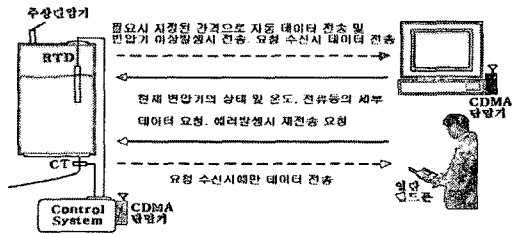


그림 1. 변압기 무선진단 시스템 전체 구성도

에서 보듯이 이동통신망의 CDMA 단말기를 이용함으로써 데이터 송수신시 기지국을 통하므로 광범위한 지역에 변압기들의 데이터를 한 곳에서 이동없이 자유롭게 받아들이 수 있고 데이터 보안의 문제나 노이즈 문제등의 영향을 거의 받지 않는다는 장점을 가지고 있다. 또한 R/F방식처럼 설치도 용이하다. 단점은 패킷당 전송료가 비싸므로 많은 데이터를 받기에는 물의가 있다는 것이

다. 이에 상시 감시보다는 이상 동작시나 요청시에 데이터를 받을 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 상시 감시 체계가 아니라고 하여도 변압기의 사고를 사전 차단 할 수가 있기 때문에 상시 감시만큼의 효과를 충분히 낼 수가 있다. 그리고 감시자가 지방 출타 중이거나 모니터 앞에 있지 않아도 자신이 맡은 감시 구역의 변압기 상태를 알아보기 위해 언제 어디서든 자신의 핸드폰으로 데이터를 요청하여 받아 볼 수 있다. 그림 1은 이동통신망의 SMS방식을 이용한 변압기 무선 진단 시스템의 전체 구성도를 개략적으로 보여주고 있다. 이 시스템은 크게 제어 시스템부와 프로토콜 설계부, 모니터링 시스템부로 나눌 수 있으며, 세부적으로 설계된 프로토콜로 상호 교환적으로 작동하고 있다.

2.1 진단 제어 시스템

실제 수용가의 변압기에 설치할 온도센서(RTD) 및 CT를 30(kVA) 실험용 변압기에 설치하였다. 그림 2는 진단 제어 시스템부의 전체 구성도를 개략적으로 보여주고 있다.

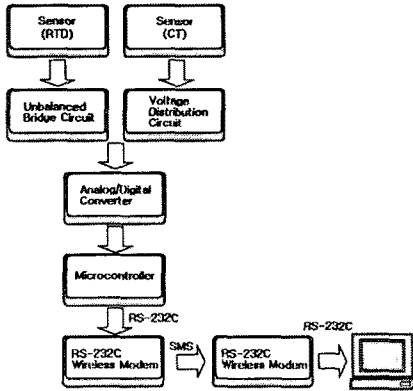


그림 2. 진단 제어 시스템 구성도

RTD를 변압기 내 절연유 온도 측정용으로 장치하였고 2차측에 전류비 50/5의 CT를 장치하여 전류를 측정하였다. 온도센서 RTD는 PT100(Ω)을 사용하였으며, 브리지 회로를 제작하여 저항의 변화에 따른(즉, 온도에 따른 저항변화) 출력전압을 A/D Converter를 통하여 80196 마이크로 컨트롤러로 입력되도록 하였다. 또한 전류비에 따라 출력되는 CT의 출력값을 전압분배회로를 제작하여 역시 디지털값으로 변환하여 컨트롤러로 입력되도록 하였다. 컨트롤러는 RS-232C 직렬통신 방식으로 무선모뎀과 연결되어 실험실과 떨어져 있는 연구실에서 다른 무선모뎀을 통하여 데이터를 수신받아 컴퓨터로 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구축하였다.

표 1. 실험용 변압기 사양

실험 변압기 1 30kVA 실험용 변압기				실험 변압기 2 단상변압기			
단상 출력	주파수 [kHz]	60	속도	용량	주파수	60	속도
30	1차속	115/230 [V]	2차속	30	1차속	115/260 [V]	2차속
	22900 Grd V/12800 [V]	230 [V]	730/260 [A]		12800 [V]	260 [V]	730.47/260 B [A]
온도상승	절연유	50° [C]		온도상승	절연유	50° [C]	

그림 3은 진단 제어시스템의 전체적인 알고리즘을 개략적으로 보여주고 있다. 실험용 변압기를 통해 받은 데이터를 요청시와 긴급상황 발생시 단문메시지로 수신부

에 전송할 수 있도록 하였다. 요청시 데이터 전송하는 부분은 수신부측의 컴퓨터와 그리고 다른곳의 감시자가 직접적으로 요청할 수 있는 상황까지 고려하였다. 그리고 노후된 변압기등에 있어서는 상시 감시가 필요할 수도 있기 때문에 스케줄지정시 일정간격을 가지고 자동으로 데이터를 전송할 수 있도록 하였다. 여기서 긴급상황이란 표 1의 실험용 변압기 사양에 기준하여 2차측 전류와 절연유온도가 그 이상시 출력을 내었을때 상황을 말한다.

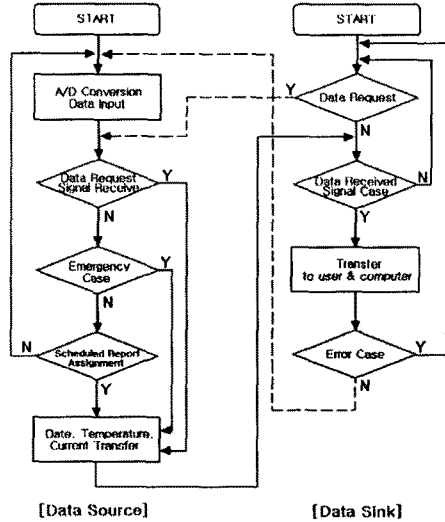


그림 3. 진단 제어 시스템 알고리즘

2.2 진단 통신 프로토콜 설계

CDMA 모뎀을 이용하여 진단시스템을 운영하기 위해 세부적으로 프로토콜을 설계하였다. 한 곳에서 감시자가 여러대의 변압기 데이터를 수신할 때에 발생할 수 있는 통신상의 에러 문제나, 지정되지 않은 번호로부터 문자가 수신될 시, SMS가 최대로 수용할 수 있는 80Byte가 넘는 문자가 수신될 시 등의 여러 가지 상황을 고려해야 하기 때문에 전체적으로 명확한 규약을 지어놓지 않으면 진단시스템을 제대로 구성할 수 없게 된다. 따라서 프로토콜의 전체적 설계는 매우 중요하다고 할 수 있다.

표 2. 진단 시스템 프로토콜 설계

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
START	변압기명	용량 Type	변압기의 변압번호																	END	CHECK SUM										
START	변압기명	용량 ID	용량 Type	전류 값	온도 값	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
년, 월, 시, 분, 초	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
용량 Type	변압기 변압번호		변압기 변압번호																	END	CHECK SUM										
01	온도데이터	00	온도데이터 요청시																												
02	전류데이터	01	전류데이터 요청시																												
03	변압기명	02	변압기명 요청시																												
04	용량	03	용량 데이터 요청시																												
05	전류	04	전류 데이터 요청시																												
06	온도	05	온도 데이터 요청시																												
07	변압기 변압 번호 이상	06	변압기 변압 번호 이상																												
08		07	Final 메시지																												

표 2는 전체적인 진단 시스템의 프로토콜 설계서를 개략적으로 보여주고 있다. 세부적으로 규약지어진 사양은 양이 너무 많아 기술하지 않았다. 이 표에서 송신측과 수신측의 데이터 프레임 구성을 볼 수 있는데 윗 부분이 감시자가 있는 수신측 데이터 명령 프레임이다. 시

