

배전선로 변대주 원격자동 접지측정장치 설계

° 윤 기갑*, 윤 석무**, 이 승학**, 김 흥필***, 최 상준****
 *한국전력공사 전력연구원 **대덕대학 ***경일대학교 ****(주)에디테크

Design of a Remote Automatic Earth Tester at Electric Pole in a Distribution Line

° Gi Gab Yoon*, Suk Mu Yoon**, Seung Hak Lee**, Hong Pil Kim***, Sang Joon Choi****
 *Korea Electric Power Research Institute **Tae Dok College ***Kyung Il Univ ****EDI Technology

Abstract - Generally, the earth resistance of distribution lines are measured under the condition of the climbing pole. This paper proposed the design technique of a new concept type remote automatic measuring system without climbing electric distribution poles. The worker on the earth under pole, can measure by using the CT on the located at the top of COS operating Stick. The system is useful for safety of worker, and saving mans. times for measuring.

1. 서 론

시대적 기술의 변화성에 대응하지 못하는 계측기는 전기적 기술의 낙후성을 초래하며, 전기적 위험성에 노출되어 산업 발전에 막대한 지장을 준다. 전기 관리상의 측정에는 여러 가지가 있지만 그중에서 다중접지의 측정용 송배전에 있어서 필수적인 항목이다. 그러므로 접지 저항의 측정관리는 전기안전관리의 기초가 된다. 이러한 이유로 측정원이 전주에 승주하지 않고 변대주 접지저항을 측정할 수 있다면 기존제품의 취약성이 개선됨은 물론 측정시의 전기적 위험성과 위치적 위험성에서 벗어날 수 있다. 이러한 접지전류를 측정할 수 있는 원격자동 접지저항 계측기의 개발이야말로 전기안전관리의 출발점이라고 할 수 있다. 또한 변대주 접지저항 측정시 보다 더 신속하고 정확한 접지저항의 측정은 전기의 누전에 의한 사고를 줄일 수 있고, 전력의 손실을 막을 수 있다. 또한 측정의 신속성은 인원절감과 시간의 효율성에 기여하므로 측정시 소요되는 인적 물적 경비의 절감을 얻을 수 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 원격자동 접지저항계는 COS 조작봉의 끝부분에 장착하여 전주의 아래에서 조작봉을 연장하여 전주의 상단에 위치한 접지선에 기계적 조작을 가하지 않고, 접지저항계를 밀어 넣어 클램프하고 측정을 하며, 접지저항계의 헤드 부분은 별도의 누름장치나 기계적인 조작없이 접지선에 정확히 클램프되도록 CT가 부드럽고 자연스럽게 개폐가 가능하도록 하고 또한 접지저항계와 COS 조작봉과 분리가 가능하도록 설계한다.

2. 변대주 접지측정기 설계

2.1 기존 접지저항 측정방식

배전선 변대주에 대한 접지 전류측정은 전기의 누전이 나, 1선 지락 사고시 보호계전기의 동작을 확실하게 하고 접지 공사의 경년 변화에 의한 접지저항의 상태를 주기적으로 점검하여 접지저항의 증가에 따른 사고를 줄일 수 있으며, 신속한 접지 전류 측정은 누전이 여부를 확인할 수 있으므로 전력의 손실을 막을 수 있다. 배전선로에 대한 접지저항 측정방법으로 2점법과 3점법이 있다. 그러나 이러한 측정방법은 도심지의 전주들이 대부분 아스팔트나 콘크리트로 덮여 있기 때문에 측정하는데

있어 문제점이 많다 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 다중접지계통의 중성선에 연결된 접지저항치를 후크-온 식으로 측정하는 방식이 있다.

2.2 원격자동 접지저항 측정 방식

기존 배전선로의 접지선은 전주의 내부에 위치하고 있어 접지저항 측정시 반드시 측정원이 전주에 승주하여 측정을 하고 있다. 이는 전기안전사고의 위험성이 항상 존재하며 측정시간 이 많이 소요되기 때문에 비효율적인 것이 사실이다. 그리고 22.9kV-Y 배전선로의 접지저항 측정시 사용되는 현 계품들은 크기가 비교적 크고 무겁기 때문에 전주에 승주하여 클램핑하려면 취급상 부주의로 장비의 추락사고 및 전기안전사고로 이어질 수 있다. 또한 전주 자체를 클램핑하여 측정하는 측정기가 시판되고 있으나 크기가 중앙면에서 휴대가 곤란하므로 접지저항 측정시 많은 인원과 시간등이 소요되어 접지저항 측정을 기피하고 있는 실정이다. 이러한 변대주 접지저항 측정시의 문제점을 해소하기 위해서 중성선 다중 접지계통에서 현행 접지저항 측정기를 분리하여 전주에 승주하거나 클램핑하지 않고도 지상에서 COS 조작봉을 이용하여 접지저항을 안전하고 신속하게 측정할 수 있는 원격자동 접지저항계를 개발함으로써 변대주 접지저항 측정시 소요되는 시간과 인력을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 전기적 안전사고를 예방 할 수 있다.

2.3 원격자동 접지 측정기의 설계

2.3.1 검출부 설계

검출부 설계는 전선에 밀어 넣어서 클램프가 자연스럽게

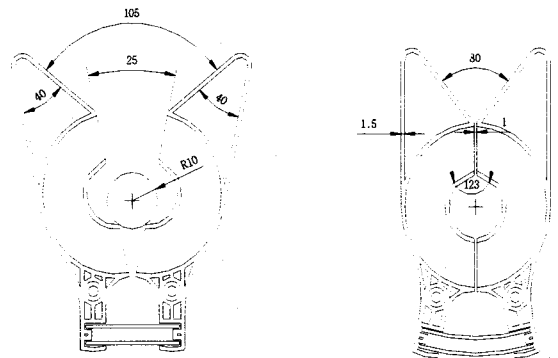


그림 1. 클램프형 CT 구조

게 열리고, 또한 측정 후에 전선을 클램프 안에서 자연스럽게 뺄 수 있는 클램프형 CT 구조로 그림1과 같다.

또한 그림2는 SCT와 DCT가 함께 CLAMP되므로 두께를 최소화 하는 설계방식을 도시한 것이다.

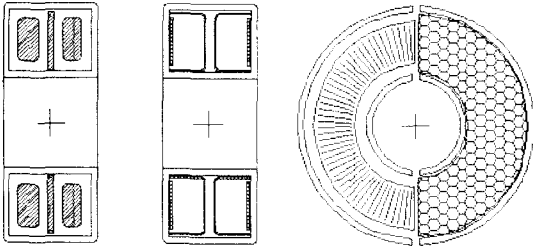


그림 2. CT 최적화 두께 설계 구조

$$V_d = k \frac{1}{\sqrt{R_e}} \text{이다.}$$

Is는 SCT에 인가해준 전류이므로 접지선에 흐르는 전류Ic를 계산해낼 수 있고, 측정된 Vd로써 Vc를 산출할 수 있어 접지저항 Rc를 측정할 수 있다. 그러나, 실제 측정값은 이와는 다르며, 코아와 코일의 특성에 따라 손실은 전류가 클수록 손실도 올라간다. 따라서 측정값을 재조정해줌으로써 좀더 정확한 값을 얻을 수 있도록 사전에 코아의 특성 곡선을 산출하여 데이터를 작성하였다. 그림4,5,6은 저항 변화에 따른 전압 특성 곡선을 보여준다.

2.3.2 Micro Controller Unit 설계

MCU는 하나의 칩 자체로서도 완전한 컴퓨터구조를 할 수 있는 전자제품의 두뇌라고 볼 수 있다. MCU는 하나의 칩에 CPU, Memory(ROM, RAM), I/O, A/D Converter, 각종Timer 등 메모리와 비메모리를 결합시켜 완전한 시스템으로서 동작되도록 되어 있다. 현재 접지저항 측정기에 사용되는 MCU는 8bit-용 CMOS PROCESS로 설계하였으며, 아래와 같은 기능을 가져야 한다.

- EPROM(16-Kbyte), RAM(544-Byte),
- 6개의 I/O PORT, 2개의 16BIT와 2개의 8BIT TIMER/COUNTER,
- A/D CONVERTER(10DIGIT의 해상도), SERIAL I/O INTERFACE,
- CLOCK속도를 선택할 수 있는 OSCILLATION SOURCES,
- 2 LEVEL 8 VECTOR의 8개 외부 INTERRUPTS, LCD DRIVE

가. 설계된 MCU 측정시 문제점 도출과 해결 방안
 접지저항계를 사용하여 높은 곳(약 5M)에 있는 접지선을 클램프에 사이에 끼워 놓고 측정을 하면, 사용자는 언제 측정이 끝났는지, 언제 잘못 됐는지 알 수가 없다. 따라서 측정완료 시에는 측정이 완료되었다는 신호를 사용자가 알 수 있도록 약 3초간 LED가 깜빡이며 표시를 하면 사용자가 측정완료의 신호로 알 수 있도록 설계하였으며 클램프에 영향을 주어 에러 데이터를 발생시키면 사용자에게 에러가 났으니 다시 측정하라는 신호를 보내도록 설계하였다.

나.. 측정값이 에러 데이터 처리방법

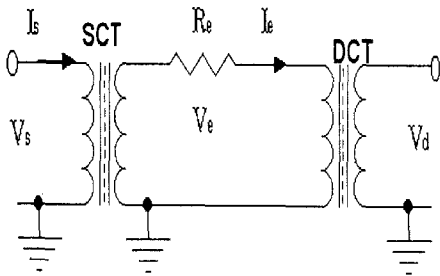


그림 3. 이상적인 등가회로

그림3은 이상적인 등가회로를 나타내며

Td : DCT부의 턴수

접지선의 턴수 : 1

Re : 접지 저항값

$$W_s = V_s \times I_s$$

$$k = \frac{R_d \times \sqrt{W_s}}{T_d} \text{로 정의하면,}$$

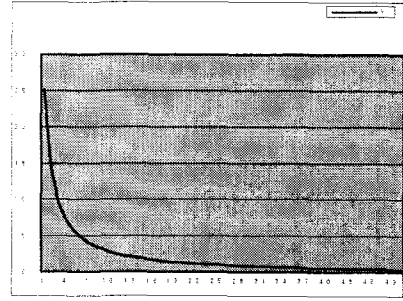


그림 4. 저항에 따른 유도된 전압 특성 곡선 (0~49Ω)

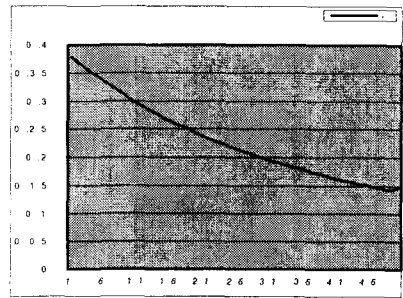


그림 5. 저항에 따른 유도된 전압 특성 곡선 (50~99Ω)

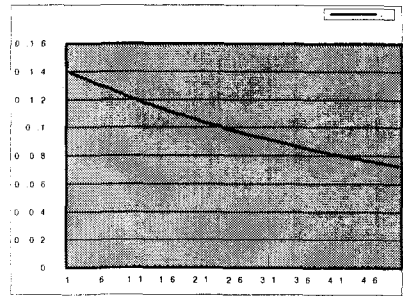


그림 6. 저항에 따른 유도된 전압 특성 곡선 (100~149Ω)

2.3.3 접지저항 측정 회로

전원은 3.6V의 직류전압으로 사용하며, BATTERY의 저전압상태일 경우에는 사용자에게 표시가 될 수 있도록 하였으며, CORE 발진회로는 최적의 주파수에 맞추어 신호를 입력 하였으며, 초기에는 4060을 사용하여 주파수를 발생하려고 했으나, Custom CPU구조로 변경 (주파수는 60의 배수가 아닌 최적의 주파수) 주파수

발전부는 Custom CPU에서 일정 주파수를 보내면, 중간에 가변저항을 사용하여 제어 전압을 조정하고, SCT와 전원사이에는 트랜지스터로 전류를 제어하여 SCT에 일정 주파수의 전원이 흐르도록 하였다. SCT와 DCT사이의 RLC 값을 조정하여 가장 안정적인 파형을 구하고, 증폭율은 입력 데이터의 값에 따라서 CPU에서 조정할 수 있어 정밀한 해상도와 Auto Range기능이 가능하다. BPF는 고주파 대역의 신호만 걸러 낼 수 있도록 캐패시터를 op-amp 전후에 위치하게 하였고, A/D Converter는 Custom CPU에 내장하여 입력값을 선택할 수 있는 구조로 설계하였다. Display 장치는 중간 Driver를 Custom CPU에 내장하여 직접제어 할 수 있도록 설계 하였으며, Custom CPU는 주파수 발진기, A/D CONVERTER, LCD DRIVER 등을 ONE CHIP화하여 회로를 축소하였다.

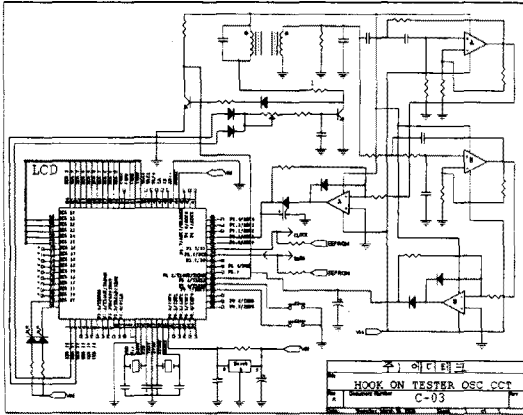


그림 7. 접지저항 측정회로

3. 결 론

전주에 직접 승주하지 않고 배전선로 변대주 접지저항을 측정할 수 있는 측정기를 설계함으로써 작업자의 안전 및 작업시간을 단축할 수 있는 계기가 될 것으로 사료되며 실제로 현장에서 작업자가 사용하기에 편리할 뿐만 아니라 조작성이 간편한 기구가 되기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다. 본 논문에서는 제품화 전 단계인 시작품 단계에서의 접지 측정장치의 설계에 대하여 논하였지만 추후에 완제품에 대한 연구가 진행되면 현장에 즉시 투입 가능한 측정장치가 개발되어 안전사고 예방 및 측정시간이 현저히 줄어들 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- (1) Power Distribution Engineering, James J. Burke.
- (2) 배전설비 시공실무, 한국전력공사, 1998..
- (3) 배전 업무기준(계획, 설계, 시공) 제 개정에 관한 연구, 최종보고서, 한국전력공사, 1996..
- (4) 배전선로 변대주 접지 측정기 개발, 중간보고서, 한전 전력연구원, 2000.