



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G01R 27/08 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년06월08일 10-0725857 2007년05월31일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2004-0087630 2004년10월30일 2004년10월30일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0038542 2006년05월04일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자	한국전력공사 서울 강남구 삼성1동 167번지
(72) 발명자	강문호 대전 유성구 문지동 한전 전력연구원 박영근 대전 유성구 문지동 한전 전력연구원 박상만 대전 유성구 문지동 한전 전력연구원 장상옥 대전 유성구 문지동 한전 전력연구원 박창호 대전 유성구 문지동 한전 전력연구원 최종기 대전 유성구 문지동 한전 전력연구원
(74) 대리인	김인한 김희곤

(56) 선행기술조사문헌 KR 10-0402062 B1 KR 10-0521635 B1	KR 10-0306569 B1 JP 2000-206162 A
---	--------------------------------------

심사관 : 한충희

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정 장치

(57) 요약

본 발명은 배전계통의 부하 불평형 전류 및 고조파 전류와 같은 접지선 전류를 시험 전류원으로 활용하여 접지전극의 접지 저항값을 측정하기 위한 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정방법 및 측정 장치에 관한 것으로서, 측정대상 접지전극이 연결된 접지선에 흐르는 전류를 측정하기 위한 전류센서; 상기 접지선의 전압을 측정하기 위한 전압센서; 및 상기 전류센서 및 전압센서에서 입력되는 전류파형 및 전압파형을 디지털 신호로 변환시켜 출력하는 접지저항 측정수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

측정대상 접지전극이 연결된 접지선에 흐르는 전류를 측정하기 위한 클램프 타입의 전류 프로브인 전류센서;

상기 접지선의 전압을 측정하기 위한 침형상의 전압 프로브인 전압센서;

상기 전류센서 및 전압센서에서 입력되는 전류파형 및 전압파형을 디지털 신호로 변환시켜 출력하되,

복수개의 채널 중 하나의 채널을 선택하여 전류신호 또는 전압신호를 입력받기 위한 선택부와,

상기 선택부를 통해 선택된 채널을 통해 입력되는 전류신호 또는 전압신호의 이득을 증폭하는 증폭기와,

상기 증폭기를 통해 증폭된 전류신호 또는 전압신호를 소정 비트수로 샘플링하여 디지털신호로 변환하는 12비트 샘플링 A/D 컨버터인 A/D 컨버터와,

상기 A/D 컨버터에서 출력된 신호를 입력받아 임시로 저장하는 FIFO 버퍼인 버퍼와,

상기 A/D 컨버터의 샘플링 주기 및 상기 버퍼의 입출력 시점을 제어하기 위한 타이밍 제어부와,

상기 버퍼에서 출력되는 신호를 미리 설정된 형식으로 변환시켜 주는 인터페이스회로부, 로 구성되는 접지저항 측정수단; 및

상기 접지저항 측정수단에 연결되어, 상기 접지저항 측정수단으로부터 출력되는 디지털 신호인 전류 파형 및 전압 파형을 입력받아 주파수 대역 변환하여 실효치를 산출한 후 상기 실효치를 이용하여 접지저항값을 산출하고, 산출된 접지저항값을 이용하여 분석한 결과를 실시간으로 제공하는 모니터링수단;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정장치.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

제 1항에 있어서, 상기 모니터링 수단은,

상기 접지저항 측정수단으로부터 입력되는 전압 및 전류신호 중 2.4KHz의 주파수 대역의 고조파만 출력되도록 필터링한 후 주파수 대역으로 변환하는 것을 특징으로 하는 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정장치.

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정방법 및 측정 장치에 관한 것이다.

보다 상세하게는, 배전계통의 부하 불평형 전류 및 고조파 전류와 같은 접지선 전류를 시험 전류원으로 활용하여 접지전극의 접지 저항값을 측정하기 위한 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정방법 및 측정 장치에 관한 것이다.

배전선로 접지전극이란 다중 접지 배전계통에서 발생하는 지락사고, 절연불량 및 자연뢰 등으로 인한 이상전류를 대지로 안전하게 방전하여 전력계통의 신뢰성을 확보하고, 상기와 같은 원인으로 발생할 수 있는 사고로부터 사람들을 보호할 수 있도록 하기 위한 것이다.

일반적으로 정상상태 접지저항은 첨부 도면 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이 측정대상 접지전극에 접지전류가 흐를 수 있도록

$$R = \frac{V}{I}$$

로 공급한 후, 접지전극으로 유입되는 전류값과 그로 인해 발생하는 전위 상승값을 측정하여 수학적 용시켜 접지저항값을 산출하여 측정하게 된다.

상기 접지저항값은 첨부 도면 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이 접지전극으로부터 거리가 멀어질수록 전위상승 정도가 떨어짐을 알 수 있다. 이에 따라 접지전극과 근접한 위치에서 전위를 측정하는 것이 가장 효과적이다.

상기와 같이 접지저항값을 측정하는 종래의 기술은 첨부 도면 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 후크-온 측정기를 이용하여 측정하는 방법과 전위강하법에 의한 측정기를 이용하여 측정하는 방법으로 구분할 수 있다.

상기 후크-온 측정기를 이용하여 측정하는 방법은 첨부 도면 도 2에 도시된 바와 같이 중성선에 연결된 다수의 접지저항 중 임의의 접지저항에 연결시켜 전류 및 전압을 측정하여 접지저항값을 산출, 측정하여 제공한다.

상기 후크-온 타입 측정기는 측정오차가 $\pm 5\%$ 이며, 그 크기 또한 휴대가 가능하도록 소형이다.

그러나, 상기 후크-온 타입 측정기의 경우 측정선 전류가 1A를 초과할 경우 측정용 변류기의 철심이 포화되는 현상이 발생하여 측정값을 신뢰하기 어렵다는 문제점이 있다. 즉 배전선로의 접지선 전류를 측정한 자료를 살펴보면 전체 300개소의 약 4%정도인 12개소의 누설 전류치가 1A 이상을 나타내었다.

상기 전위강하법을 이용하여 측정하는 방법은 첨부 도면 도 3에 도시된 바와 같이 접지전극을 중성선으로 분리하여 단독으로 측정한다. 상기 접지저항값을 측정하는데 61.8%가 상기 전위강하법을 이용하여 있는 등 접지저항 측정에 폭넓게 사용되고 있는 방법이다.

그러나 전위강하법을 이용하여 배전선로 접지전극의 접지 저항값을 측정하는 방법은 측정하고자 하는 접지전극을 배전선로의 중성선과 분리하여 단독으로 측정해야하기 때문에 접지선의 분리 및 연결 등과 같은 제반작업을 필요로 할 뿐만 아니라, 원거리 전류 인가점의 선정 및 접지전극 설치방향으로 일정간격별 대지전위를 측정해야 하기 때문에 주로 도심지 인가 밀집지역에 설치되어 있는 배전선로에 적용하기에는 어려운 방법이라는 문제점이 있다.

또한, 상기 후크-온 측정기 및 전위강하법을 이용하여 배전계통 접지전극의 접지저항을 측정하는 방법은 시험전류 주입을 위해 별도의 전원회로가 필요할 뿐만 아니라 그 전원장치의 충전상태를 현재 사용되고 있는 측정장치에서는 확인할 수 없기 때문에 불충분한 충전으로 측정이 불가능한 경우가 발생한다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 운영 중에 있는 배전계통의 접지선을 분리할 필요 없이 연결된 상태로 접지선으로 흐르는 접지선 전류(누설전류)를 접지저항 측정을 위한 시험 전류원으로 활용하여 접지극 인가 전류를 측정하고, 측정대상 접지전극의 대지 전위값을 측정하여 정상상태 접지저항을 측정하기 위한 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정방법 및 측정 장치를 제공하는데 있다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 고주파 잡음 및 왜란신호가 많이 포함되어 있는 배전용 접지전극으로 인가되는 전류파형과 전압파형을 주파수 대역(Fast Fourier Transform)으로 변환하여 주파수별 전류값 및 전압값을 산출하고, 그 각각의 전압 및 전류의 실효값(RMS)을 계산하여, 그 결과값(실효값)을 옴의 법칙에 적용시켜 접지저항값을 측정, 제공하기 위한 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정방법 및 측정 장치를 제공하는데 있다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예는, 측정대상 접지전극이 연결된 접지선에 흐르는 전류를 측정하기 위한 전류센서; 상기 접지선의 전압을 측정하기 위한 전압센서; 및 상기 전류센서 및 전압센서에서 입력되는 전류파형 및 전압파형을 디지털 신호로 변환시켜 출력하는 접지저항 측정수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명의 접지저항 측정장치는 상기 접지저항 측정수단에 연결되어, 상기 접지저항 측정수단으로부터 출력되는 디지털 신호인 전류 파형 및 전압 파형을 입력받아 주파수 대역 변환하여 실효치를 산출한 후 상기 실효치를 이용하여 접지저항값을 산출하고, 산출된 접지저항값을 이용하여 분석한 결과를 실시간으로 제공하는 모니터링수단을 더 포함하는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 접지저항 측정수단은, 복수개의 채널 중 하나의 채널을 선택하여 전류신호 또는 전압신호를 입력받기 위한 선택부와, 상기 선택부에 의해 선택된 채널을 통해 입력되는 전류신호 또는 전압신호의 이득을 증폭하는 증폭기와, 상기 증폭기를 통해 증폭된 전류신호 또는 전압신호를 소정 비트수로 샘플링하여 디지털신호로 변환하는 A/D 컨버터와, 상기

A/D 컨버터에서 출력된 신호를 입력받아 임시로 저장하는 버퍼와, 상기 A/D 컨버터의 샘플링 주기 및 상기 버퍼의 입출력 시점을 제어하기 위한 타이밍 제어부와, 상기 버퍼에서 출력되는 신호를 미리 설정된 형식으로 변환시켜 주는 인터페이스 회로부로 구성되는 것이 더 바람직하다.

본 발명의 다른 실시예는, (1) 측정대상 접지선의 전류 및 전압 신호를 측정하는 단계; (2) 상기 측정된 전류 및 전압 신호를 샘플링하여 디지털 신호로 변환하는 단계; (3) 상기 디지털 신호로 변환된 전류 및 전압신호 중 소정 주파수 대역의 고조파만 필터링하는 단계; (4) 상기 필터링된 고조파 신호를 주파수 대역으로 변환하는 단계; (5) 상기 주파수 대역으로 변환된 측정 데이터의 실효치 전류값 및 전압값을 산출하는 단계; 및 (6) 상기 실효치 전류값 및 전압값을 이용하여 접지전극의 접지 저항값을 산출하고, 산출된 접지 저항값을 이용하여 생성된 분석결과를 제공하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 한다.

이하, 첨부한 도면을 참조하여 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정장치를 설명하기로 한다.

먼저 첨부 도면 도 4에 도시된 바와 같이 측정대상 접지전극(10)이 연결된 접지선(20)에 흐르는 전류를 측정하기 위한 전류센서(100)와, 상기 접지선(20)의 전압을 측정하기 위한 전압센서(200)와, 상기 전류센서(100) 및 전압센서(200)에서 입력되는 전류파형 및 전압파형을 디지털 신호로 변환시켜 출력하는 접지저항 측정수단(300)과, 상기 접지저항 측정수단(300)에 연결되어, 상기 접지저항 측정수단(300)으로부터 출력되는 디지털 신호인 전류 파형 및 전압 파형을 입력받아 주파수 대역 변환하여 실효치를 산출한 후 상기 실효치를 이용하여 접지저항값을 산출하고, 산출된 접지저항값을 이용하여 분석한 결과를 실시간으로 제공하는 모니터링수단(400)으로 구성된다.

상기 전류센서(100)는 전류 프로브(CT)로서, 1A 이상의 접지선 전류도 정확히 측정할 수 있으며, 상기 전류 프로브(CT)는 클램프 타입으로서 운영 중인 배전선로에서 측정이 용이하다.

또한 상기 전압센서(200)는 침형상의 전압 프로브로서, 접지선에 설치하여 접지전극의 전위 상승치를 측정한다.

그리고, 상기 접지저항 측정수단(300)은 첨부 도면 도 5에 도시된 바와 같이 2개의 채널 중 하나의 채널을 선택하여 측정대상 접지전극(10)이 연결된 접지선(20)의 전류신호 또는 전압신호를 입력받기 위한 선택부(310)와, 상기 선택부(310)에 선택된 채널을 통해 입력되는 전류신호 또는 전압신호의 이득을 증폭하는 증폭기(320)와, 상기 증폭기(320)를 통해 증폭된 전류신호 또는 전압신호를 소정 비트수로 샘플링하여 디지털신호로 변환하는 A/D 컨버터(330)와, 상기 A/D 컨버터(330)에서 출력된 신호를 입력받아 임시로 저장하는 버퍼(340)와, 상기 A/D 컨버터(330)의 샘플링 주기 및 상기 버퍼의 입출력 시점을 제어하기 위한 타이밍 제어부(350)와, 상기 버퍼(340)에서 출력되는 신호를 미리 설정된 형식으로 변환시켜 주는 인터페이스회로부(360)로 구성된다.

상기 A/D 컨버터(330)는 12비트 샘플링 A/D 컨버터이고, 상기 버퍼(340)는 FIFO(선입선출) 방식의 버퍼이다.

그리고, 상기 모니터링 수단(400)은 상기 접지저항 측정수단(300)으로부터 입력되는 전압 및 전류신호 중 소정 주파수 대역의 고조파만 출력되도록 필터링한 후 주파수 대역으로 변환하고, 이때 상기 고조파는 2.5KHz의 저역 필터를 이용하여 필터링함으로써 2.4KHz 주파수 대역을 갖는다.

상기와 같이 구성된 접지선 전류를 이용한 접지저항 측정장치의 측정방법을 설명하면 다음과 같다.

첨부 도면 도 6에 도시된 바와 같이, 먼저 접지저항 측정수단(300)은 선택부(310)는 작업자의 조작에 따라 제1 채널(CH#1) 또는 제2 채널(CH#2) 중 하나의 채널을 선택하고, 선택된 채널로부터 입력되는 전류신호 또는 전압신호를 입력받아 증폭기(320)로 출력한다.

그러면 상기 증폭기(320)는 상기 전류신호 또는 전압신호의 이득을 후단의 A/D 컨버터(330)에서 인식할 수 있을 정도의 레벨로 증폭시킨다.

그리고, 상기 A/D 컨버터(330)는 상기 증폭된 전류신호 또는 전압신호를 12비트 해상도를 갖도록 샘플링한다. 이때 상기 A/D 컨버터(330)는 타이밍 제어부(350)의 제어에 의해 입력되는 전류신호 또는 전압신호를 최대 500KHz로 샘플링 하여 디지털신호로 변환한다(S100).

그리고 버퍼(340)는 상기 타이밍 제어부(350)의 제어에 따라 상기 A/D 컨버터(330)로부터 먼저 입력된 상기 디지털 전류신호 또는 디지털 전압신호를 먼저 인터페이스부(360)로 출력시킨다.

상기 인터페이스부(360)는 입력된 디지털 전류 신호 또는 전압신호를 모니터링 수단(400)으로 출력한다. 이때 모니터링 수단(400)은 노트북 컴퓨터이다.

상기 모니터링 수단(400)은 탑재된 분석 프로그램을 이용하여 상기 디지털 전류 신호 및 전압신호를 저장수단에 저장한다.

그리고, 상기 모니터링 수단(400)은 상기 저장된 전류신호 및 전압신호를 2.5MHz의 저역필터로 통과시켜 일반적으로 전력계통 고조파 해석에 사용되는 40차 고조파인 2.4KHz의 고조파신호만 필터링한다.

상기와 같이 필터링하는 이유는 도 7의 (a)에 도시된 실 계통 접지선 전류 및 전압파형에서 알 수 있는 것과 같이 배전계통은 전력전자회로로 구성된 비선형 부하에 의해 고조파신호가 상당히 많이 존재한다. 따라서 측정된 전압파형과 전류파형을 옴의 법칙에 따라 나누어 접지 저항값을 산출하는 것은 불가능하기 때문이다.

상기 모니터링 수단(400)은 필터링된 고조파 신호를 주파수 대역으로 변환(FFT; Fast Fourier Transform)하고, 변환된 각각의 전류 데이터 및 전압 데이터의 실효치를 산출한다. 즉, 상기 전류 데이터 및 전압 데이터를 제공된 연산식에 적용시킨 후 적분시켜 상기 전류 데이터 및 전압 데이터의 실효치를 산출한다.

$$R = \frac{V}{I}$$

모니터링 수단(400)은 산출된 실효치 전류값 및 실효치 전압값을 $R = \frac{V}{I}$ 에 적용시켜 접지전극의 접지 저항값을 산출하여 윈도우 화면상에 분석결과와 함께 작업자에게 실시간으로 제공하여 작업자의 편의를 도모한다.

본 발명은 상기와 같이 접지선 누설전류를 이용하기 때문에 기존 측정 장치의 시험전류 주입용 전원장치는 별도로 구비할 필요가 없다.

발명의 효과

따라서, 전술한 바와 같이 본 발명은 운영중인 배전선로 접지전극의 접지저항을 측정하는 효과적인 측정방법인 접지선 누설전류에 의한 접지저항 측정기법을 제공함으로써 기존 후크-온 접지저항 측정기와 같이 접지저항값을 측정하는 편리함을 제공할 뿐만 아니라 변류기 철심의 포화현상이 발생하지 않는 일반형 변류기를 채택함으로써 정확한 접지저항 측정에 활용이 가능하도록 하는 효과를 달성한다.

또한, 본 발명은 기존의 측정 장치와 달리 시험전류 주입용 전원장치가 없이 접지저항 측정이 수행되기 때문에 편리하게 해당 접지전극의 접지 저항값을 측정할 수 있어 효과적인 접지저항 측정을 통한 배전계통 운영이 가능하도록 하는 효과를 달성한다.

도면의 간단한 설명

도 1의 (a)는 정상상태 접지저항 측정 개념도,

(b)는 전극과의 거리와 전위의 관계를 설명하기 위한 그래프,

도 2는 종래 기술인 후크온 측정기를 도시한 도면,

도 3은 종래 기술인 전위강하법을 이용하여 접지저항을 측정하는 장치를 도시한 도면,

도 4는 본 발명에 따른 접지선 전류를 이용한 배전선로 접지저항 측정 장치의 개념을 설명하기 위한 도면,

도 5는 도 4에 적용된 배전선로 접지저항 측정장치의 구성을 설명하기 위한 도면,

도 6의 (a)는 실계통 측정파형을 도시한 파형도이고,

(b)는 주파수 대역(FFT) 변환과정을 거친 후의 출력파형을 도시한 파형도,

도 7은 종래기술인 전위강하법에 의한 측정결과와 본 발명인 접지선 전류를 이용한 접지저항을 측정장치에 의한 측정결과를 비교한 표를 도시한 도면이다.

*** 도면의 주요부분에 대한 부호설명 ***

100 : 전류센서 200 : 전압센서

300 : 접지저항 측정수단 310 : 선택부

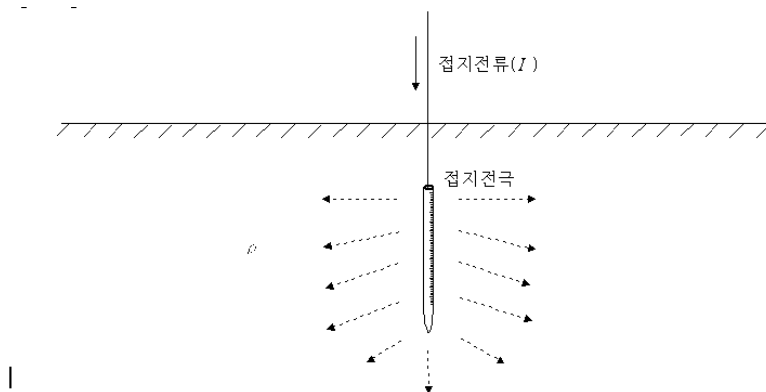
320 : 증폭기 330 : A/D 컨버터

340 : 버퍼 350 : 타이밍 제어부

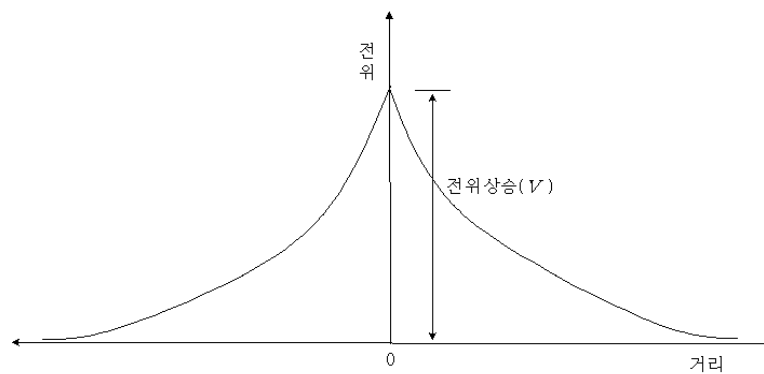
360 : 인터페이스부 400 : 모니터링수단

도면

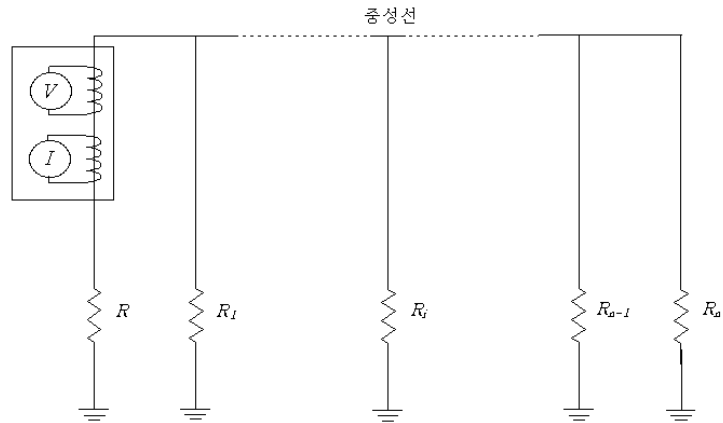
도면1a



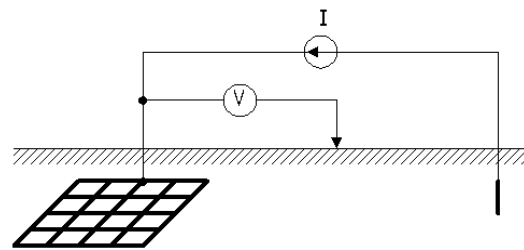
도면1b



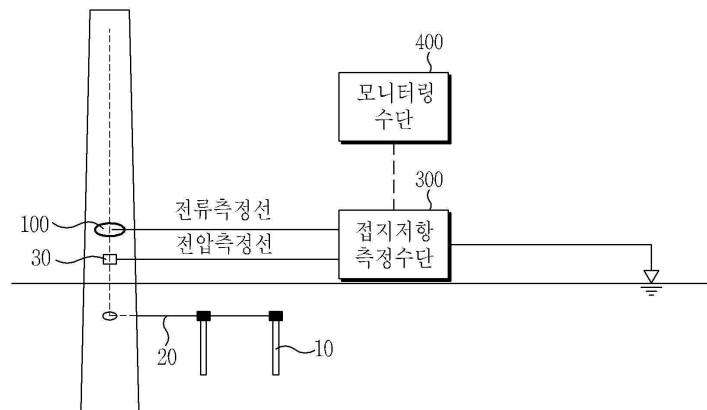
도면2



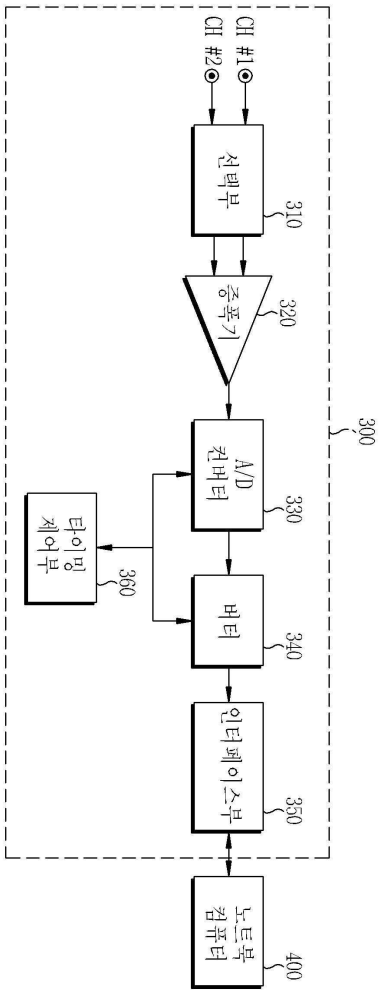
도면3



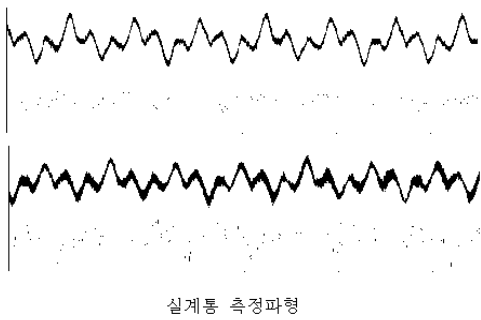
도면4



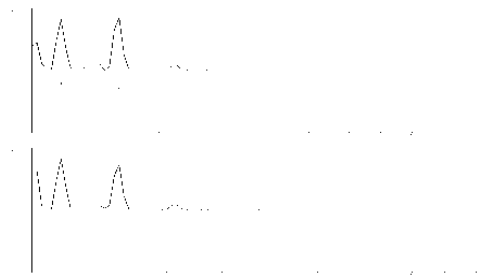
도면5



도면6a



도면6b



주파수 대역 변환 파형

도면7

CASE	FFT-RMS 기법	전위강하법
1	54 Ω	55 Ω
2	165 Ω	143 Ω