

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 2월 21일 (21.02.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/024924 A1

- (51) 국제특허분류:
G01R 31/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/006080
- (22) 국제출원일: 2011년 8월 18일 (18.08.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0081265 2011년 8월 16일 (16.08.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **한국 전력공사 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION)** [KR/KR]; 135-791 서울특별시 강남구 영동대로 512, Seoul (KR).
- (72) 발명자: **권성철 (KWON, Seong-Chul)** [KR/KR]; 305-760 대전광역시 유성구 문지동 한전전력연구원 송배전연구소, Daejeon (KR). **윤상윤 (YUN, Sang-Yun)** [KR/KR]; 305-760 대전광역시 유성구 문지동 한전전력연구원 송배전연구소, Daejeon (KR). **추철민 (CHU, Cheol-Min)** [KR/KR]; 305-760 대전광역시 유성구 문지동 한전전력연구원 송배전연구소, Daejeon (KR). **손주환 (SON, Ju-Hwan)** [KR/KR]; 630-815 경상남도 마산시 합성 1동 694-1 번지 무학 아

파트 가동 317 호, Gyeongsangnam-do (KR). **김병구 (KIM, Byeong-Goo)** [KR/KR]; 641-811 경상남도 창원시 도계동 414-1 번지 청구그린 빌라 302 호, Gyeong-sangnam-do (KR).

(74) 대리인: **한양특허법인 (HANYANG PATENT FIRM)**; 135-854 서울특별시 강남구 도곡동 412-1 한양빌딩, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

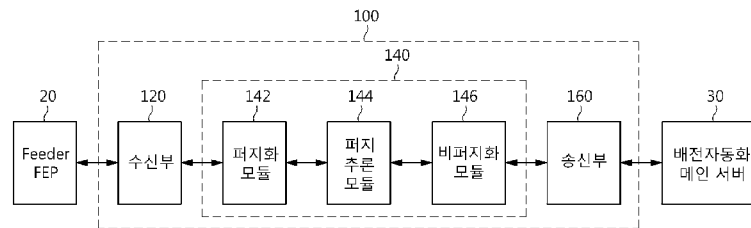
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING A FAULT SECTION OF A POWER DISTRIBUTION SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법

[Fig. 5]



20 ... Feeder FEP
30 ... Distribution automation main server
120 ... Reception unit
142 ... Fuzzification module
144 ... Fuzzy inference module
146 ... Defuzzification module
160 ... Transmitting unit

(57) Abstract: Disclosed are an apparatus and method for detecting a fault section of a power distribution system which detect the fault section by executing a fuzzy logic on the basis of image current data on a plurality of automated switches installed in the power distribution system. The apparatus for detecting a fault section of a power distribution system comprises: a reception unit for receiving one or more fault indication signals generated in a plurality of terminal devices for distribution automation by means of a data communication processor or a feeder FEP; a detection unit for detecting the fault section of the power distribution system on the basis of fault indication signals which indicate a fault caused by the image current, filtered from at least one of the fault indication signals received from the reception unit; and a transmission unit for transmitting data on the fault section of the power distribution system detected from the detection unit to the terminal devices or to a distribution automation main server.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2013/024924 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

배전계통에 설치된 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출하도록 한 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법이 제시된다. 제시된 배전계통 고장구간 검출 장치는 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP를 통해 복수의 배전자동화 단말장치에서 발생한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호를 수신하는 수신부; 수신부를 통해 수신한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호 중에서 영상전류에 의해 발생한 고장 표시 신호를 필터링한 고장 표시 신호를 근거로 배전계통의 고장구간을 검출하는 검출부; 및 검출부에서 검출한 배전계통의 고장구간을 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 송신부를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법(APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING A FAULT SECTION IN DISTRIBUTION SYSTEM)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 배전계통의 선로에서 고장발생시 선로 복구를 위해 고장구간을 검출하는 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법에 대한 것이다.
- [2] 본 발명은 2011년 8월 16일 출원된 한국특허출원 제10-2011-0081265호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 명세서에 포함된다.

배경기술

- [3] 일반적으로, 배전계통 고장구간 검출 시스템은 배전계통에서 고장이 발생하면 배전선로에 설치된 복수의 배전자동화 단말장치(이하, FRTU(feeder remote terminal unit))에서 감지하는 고장전류를 근거로 배전선로의 고장구간을 검출한다. 즉, 도 1에 도시된 바와 같이, 배전계통 현장의 상태 데이터를 취득하는 FRTU(10)는 배전계통의 고장 발생시 발생하는 고장전류를 감지한다. 고장전류를 감지한 FRTU(10)는 배전자동화 메인 서버(30; DAS Server)와 FRTU(10) 간의 통신제어를 담당하는 피더 FEP(20; feeder front end processor)로 고장 표시 신호(이하, FI(fault indication) 신호)를 전송한다. 피더 FEP(20)는 FRTU(10)들로부터 수신한 FI 신호를 배전자동화 메인 서버(30)에 전송한다. 배전자동화 메인 서버(30)는 미들웨어 기능에 의해 피더 FEP(20)로부터 수신한 FI 신호를 실시간 데이터베이스(32)에 전송 및 저장한다. 동시에, 배전자동화 메인 서버(30)는 운전원의 단말장치(40)로 FI 신호를 전송하고, 단말장치(40)는 수신한 FI 신호를 FI 알람으로 화면표시한다. 운전원은 화면에 표시되는 FI 알람을 확인하여 배전계통의 고장구간을 파악하며 건전구간 복구를 위한 절차를 수행한다.
- [4] 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템은 FRTU(10)의 FI 신호의 발생에 전적으로 의존하여 배전계통의 고장구간을 검출한다. 이때, 망사상으로 운영되는 배전계통의 특성상 고장이 발생하면 전원과 고장점 사이의 구간들에 고장전류가 흐르게 된다. 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템에서는 고장 발생시 전원과 고장점 사이에 설치되어 있는 FRTU(10) 들만 고장전류를 감지하여 FI 신호를 발생한다. 따라서, 고장구간 이후에 설치되어 있는 FRTU(10)들에서는 고장전류가 감지되지 않기 때문에 FI 신호를 피더 FEP(20)로 전송하지 않는다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 배전계통에는 배전선로(70)를 따라 차단기(50; 이하, CB), 복수의 개폐기(60; 이하, SW)가 설치된다. 이때, SW2(60b)와 SW3(60c) 사이에서 고장이 발생하여 CB(50)와 SW2(60b)사이의 배전선로(70)에 고장전류(80)가 흐르게 되면 CB(50), SW1(60a) 및 SW2(60b)에

설치된 FRTU(10)에서는 고장전류(80)를 감지하여 FI 신호를 발생한다. 이때, 고장전류(80)가 감지되지 않는 SW3(60c) 및 SW4(60d)에 설치되어 있는 FRTU(10)에서는 FI 신호가 발생하지 않는다. CB(50), SW1(60a) 및 SW2(60b)에 설치된 FRTU(10)들은 피더 FEP(20)를 통해 배전자동화 메인 서버(30)로 FI 정보를 전송하고, 배전자동화 메인 서버(30)는 수신한 FI 정보를 운전원의 단말장치(40)에게로 전달된다. 운전원은 마지막으로 FI 신호가 발생한 SW2(60b)와 고장표시 신호가 발생하지 않은 SW3(60c) 사이를 고장구간으로 판단한다. 따라서 운전원은 이 구간을 제외한 나머지 건전 구간에 대한 정전 복구 절차를 수행한다. 이처럼, 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템은 FI 신호가 발생한 부분과 발생하지 않은 부분으로 구분하여 고장구간을 판정하는 'YES-NO 판정기법'을 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출한다.

- [5] 그런데, 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템은 배전계통에 1선 지락 고장이 발생하는 경우 고장점에서 전원까지의 구간뿐만 아니라 고장구간 이후의 구간에 대해서도 3상 불평형 전류가 흐르게 되고 이로 인해 고장구간 이후에 있는 중성선(N상) 고장 표시기가 오동작하게 되어 고장구간을 정확하게 검출할 수 없는 문제점이 있다. 이를 설명하기 위해 도 2에 도시된 배전계통에 대해 일반적인 국내 배전계통(22.9kV 전압계통)의 데이터를 사용하여 고장전류(80) 발생을 모의한 결과 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같은 파형을 얻었다. 도 3은 1선 지락 고장 발생 시 고장구간 전원측 개폐기(60)인 SW2(60b)와 부하측 개폐기(60)인 SW3(60c)의 상전류 및 영상전류를 나타내고 있다. 도 3에 도시된 바와 같이 A상 지락 고장 발생시 고장구간 이전의 배전선로(70)에는 A상으로 큰 고장전류(80)가 흐르게 되고, 큰 고장 전류로 인해 선로는 불평형 상태가 된다. 따라서, 불평형 상태인 1선 지락 고장 발생시 전류의 합은 0이 아니라 고장점에서 대지로 빠져나가는 전류값이 되고 이는 중성선(N상)에 흐르는 전류가 된다. 고장구간 이후에 연결되어 있는 선로에는 A상의 전류가 거의 흐르지 않기 때문에 부하측 또한 3상 불평형 상태가 되고, N상에 3상 불평형 전류가 흐르게 된다. 이러한 불평형 전류로 인해 고장구간 이후에 설치되어 있는 N상 고장표시기가 오동작하는 문제가 발생한다.

- [6] 또한, 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템에서는 FRTU(10)에서 발생한 FI 신호를 그대로 운전원에게 전달하여 고장구간을 검출하기 때문에 영상전류 등에 의해 운전원에게 잘못된 FI 신호가 전달되는 경우가 발생하여 운전원에 의한 실제 고장구간의 판정이 어려운 문제점이 있다. 즉, 완전 지락고장(bolted ground fault)이 발생하는 경우 영상전류의 크기차이(고장구간의 전원측 FRTU(10)와 부하측 FRTU(10)가 경험하는 영상전류의 차이)가 육안으로 구분될 수 있을 정도로 확실하게 나타난다. 하지만, 고장 발생시 운전원은 고장전류(80)의 크기를 보고 고장구간을 판단하는 것이 아니라 FI 신호에 의해 판단하기 때문에 전류의 크기 차이는 의미가 없을 수 있다. 이것은 단일 고장이 발생하는 경우 및 다중 지점의 고장이 발생하는 경우 더욱 그렇다. 또한, 계통의

대부분의 지락고장은 고장점 임피던스(fault impedance)가 존재하는 상태에서 발생하기 때문에 상대적으로 전원측의 영상전류와 부하측의 영상전류 차이가 작게 발생하기 때문에, 운전원은 FI 신호 오류를 찾기가 더욱 어려울 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 방사상으로 운영되는 배전계통에서 고장 발생시 배전계통에 설치된 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출하도록 한 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [8] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치는, 복수의 배전자동화 단말장치가 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP와 연결되고, 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신한 데이터를 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출하여 운전원의 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 배전계통 고장구간 검출 장치에 있어서, 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP를 통해 복수의 배전자동화 단말장치에서 발생한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호를 수신하는 수신부; 수신부를 통해 수신한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호 중에서 영상전류에 의해 발생한 고장 표시 신호를 필터링한 고장 표시 신호를 근거로 배전계통의 고장구간을 검출하는 검출부; 및 검출부에서 검출한 배전계통의 고장구간을 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 송신부를 포함한다.
- [9] 수신부는, 배전계통의 각 구간별 전원측 및 부하측 스위치에 설치된 배전자동화 단말장치에서 측정된 개폐기의 영상전류를 포함하는 고장 표시 신호를 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신한다.
- [10] 검출부는, 수신부를 통해 수신되는 고장 표시 신호에 포함된 개폐기의 영상전류의 물리적 크기를 퍼지화하여 퍼지 데이터를 생성하는 퍼지화 모듈; 퍼지화 모듈에서 퍼지화된 퍼지 데이터를 근거로 Min-Max Composition을 이용한 퍼지 추론을 수행하는 퍼지 추론 모듈; 및 퍼지 추론 모듈에서의 퍼지 추론 결과를 비퍼지화하여 배전계통의 고장구간을 검출하는 비퍼지화 모듈을 포함한다.
- [11] 퍼지화 모듈은, 각 구간의 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류의 크기에 대한 퍼지 데이터를 생성한다.
- [12] 퍼지화 모듈은, 조건부 멤버십 함수를 이용하여 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류를 크다(Big), 작다(Small), 보통(Medium) 중에 적어도 하나의 성분으로 구분한 퍼지 데이터를 생성하되, 퍼지 데이터에 포함된 성분들의 성분값들은 0 이상 1 이하로 설정된다.

- [13] 퍼지화 모듈은, 영상전류의 크기가 500A 미만이면 작다(Small) 성분으로 구분하고, 영상전류의 크기가 40A 이상 1000A 이하이면 보통(Medium) 성분으로 구분하고, 영상전류의 크기가 500A를 초과하면 크다(Big) 성분으로 구분하는 조건부 멤버쉽 함수를 이용하여 퍼지 데이터를 생성하되, 하나의 영상전류에 대한 각 성분들에 대한 성분값의 합이 1이 되도록 설정된다.
- [14] 퍼지화 모듈은, 영상전류의 크기가 0A 이상 40A 이하이면 작다(Small) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A이면 작다(Small) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 작다(Small) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [15] 퍼지화 모듈은, 영상전류의 크기가 40A 또는 1000A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [16] 퍼지화 모듈은, 영상전류의 크기가 500A이면 크다(Big) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 1000A 이상이면 크다(Big) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 크다(Big) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [17] 퍼지 추론 모듈은, 퍼지화 모듈에서 생성된 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류에 대한 퍼지 데이터를 퍼지 룰과 비교하여 낮다(Low), 보통(Medium), 높다(High) 중에 적어도 하나의 성분을 0 이상 1 이하의 성분값으로 설정하여 하나의 영상전류에 포함된 성분들의 성분값의 합이 1이 되는 퍼지 추론 데이터를 생성하되, 퍼지 추론 데이터를 이용하여 배전계통의 각 구간에 대해 설정된 성분값에 해당하는 결론부 멤버쉽 함수의 면적을 산출한다.
- [18] 퍼지 추론 모듈은, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이면 보통(Medium) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분 및 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 모두 보통(Medium) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고,
- [19] 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이면 높다(High) 성분으로 분류하는 퍼지

를 이용하여 퍼지 추론 데이터를 생성한다.

- [20] 비퍼지화 모듈은, 퍼지 추론 모듈에서 산출한 각 구간의 면적에 대한 무게중심을 산출하고, 산출한 각 구간의 무게중심 중에서 가장 큰 무게중심을 갖는 구간을 고장구간으로 검출한다.

- [21] 비퍼지화 모듈은, 각 구간의 무게중심을 하기의 수학식에 의해 산출한다.

$$\text{무게중심} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i) \times x_i}{\sum_{i=1}^n f(x_i)}$$

- [23] (여기서, x_i 는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 x 축 값이고, $f(x_i)$ 는 x_i 에 해당하는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 y 축 값이다.)

[24]

- [25] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 방법은, 복수의 배전자동화 단말장치가 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP와 연결되고, 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신한 데이터를 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출하여 운전원의 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 배전계통 고장구간 검출 장치를 이용한 배전계통 고장구간 검출 방법에 있어서, 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP를 통해 복수의 배전자동화 단말장치에서 발생한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호를 수신하는 단계; 수신한 고장 표시 신호에 포함된 개폐기의 영상전류의 물리적 크기를 퍼지화하여 퍼지 데이터를 생성하는 단계; 생성된 퍼지 데이터를 근거로 Min-Max Composition을 이용한 퍼지 추론을 수행하는 단계; 퍼지 추론 결과를 비퍼지화하여 배전계통의 고장구간을 검출하는 단계; 및 검출한 배전계통의 고장구간을 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 단계를 포함한다.

- [26] 수신하는 단계에서는, 배전계통의 각 구간별 전원측 및 부하측 스위치에 설치된 배전자동화 단말장치에서 측정된 개폐기의 영상전류를 포함하는 고장 표시 신호를 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신한다.

- [27] 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는, 각 구간의 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류의 크기에 대한 퍼지 데이터를 생성한다.

- [28] 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는, 조건부 멤버쉽 함수를 이용하여 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류를 크다(Big), 작다(Small), 보통(Medium) 중에 적어도 하나의 성분으로 구성되는 퍼지 데이터를 생성하되, 퍼지 데이터에 포함된 성분값들은 0 이상 1 이하로 설정된다.

- [29] 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는, 영상전류의 크기가 500A 미만이면 작다(Small) 성분으로 구분하고, 영상전류의 크기가 40A 이상 1000A 이하이면 보통(Medium) 성분으로 구분하고, 영상전류의 크기가 500A를 초과하면

크다(Big) 성분으로 구분하는 조건부 멤버쉽 함수를 이용하여 퍼지 데이터를 생성하되, 하나의 영상전류에 대한 각 성분들에 대한 성분값의 합이 1이 되도록 설정된다.

- [30] 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는, 영상전류의 크기가 0A 이상 40A 이하이면 작다(Small) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A이면 작다(Small) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 40A 초과 500A 미만이면 작다(Small) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [31] 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는, 영상전류의 크기가 40A 또는 1000A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 40A을 초과하고 500A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [32] 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는, 영상전류의 크기가 500A이면 크다(Big) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 1000A 이상이면 크다(Big) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 크다(Big) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [33] 퍼지 추론을 수행하는 단계는, 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서 생성된 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류에 대한 퍼지 데이터를 퍼지 룰과 비교하여 낮다(Low), 보통(Medium), 높다(High) 중에 적어도 하나의 성분을 0 이상 1 이하의 성분값으로 설정하여 하나의 영상전류에 포함된 성분들의 성분값의 합이 1이 되는 퍼지 추론 데이터를 생성하는 단계; 및 생성된 퍼지 추론 데이터를 이용하여 배전계통의 각 구간에 대해 설정된 성분값에 해당하는 결론부 멤버쉽 함수의 면적을 산출하는 단계를 포함한다.
- [34] 퍼지 추론 데이터를 생성하는 단계에서는, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이면 보통(Medium) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분 및 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 모두 보통(Medium) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이면

높다(High) 성분으로 분류하는 퍼지 룰을 이용하여 퍼지 추론 데이터를 생성한다.

- [35] 배전계통의 고장구간을 검출하는 단계는, 퍼지 추론 데이터를 생성하는 단계에서 산출한 각 구간의 면적에 대한 무게중심을 산출하는 단계; 및 산출한 각 구간의 무게중심 중에서 가장 큰 무게중심을 갖는 구간을 고장구간으로 검출하는 단계를 포함한다.

- [36] 무게중심을 산출하는 단계에서는, 각 구간의 무게중심을 하기의 수학식에 의해 산출한다.

[37]

$$\text{무게중심} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i) \times x_i}{\sum_{i=1}^n f(x_i)}$$

- [38] (여기서, x_i 는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 x 축 값이고, $f(x_i)$ 는 x_i 에 해당하는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 y 축 값이다.)

발명의 효과

- [39] 본 발명에 의하면, 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 영상전류에 의한 고장표시 오류 및 이를 통한 운전원의 고장구간 검출이 어려운 종래기술에 비해 정확하고 신속하게 고장구간을 검출할 수 있는 효과가 있다.
- [40] 또한, 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 운전원이 직접 고장구간 판정을 하는 종래기술에 비해 운전원이 더욱 효과적으로 고장구간 검출하여 복구할 수 있는 효과가 있다.
- [41] 또한, 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 종래기술에 비해 운전원의 고장구간 탐색 시간이 줄어들어 고장 복구 시간을 단축할 수 있는 효과가 있다.
- [42] 또한, 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 통계적으로 발생사고의 약 80%를 차지하는 1선 지락사고시 고장점 복구시간의 단축을 통해 정전시간을 단축하여 정정으로 인한 경제적 손실을 최소화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [43] 도 1 내지 도 4는 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템을 설명하기 위한 도면.

- [44] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치를 설명하기 위한 도면.
- [45] 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치를 포함하는 배전계통 고장구간 검출 시스템을 설명하기 위한 도면.
- [46] 도 8은 도 5의 퍼지 추론 모듈을 설명하기 위한 도면.
- [47] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도.
- [48] 도 10 내지 도 19는 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치 및 방법을 적용한 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [49] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [50]
- [51] 먼저, 본 발명의 실시예를 설명하기에 앞서 종래기술과 본 발명과의 차이점을 설명하면 아래와 같다.
- [52] 배경기술에서 언급한 종래의 배전계통 고장구간 검출 시스템 및 방법(즉, YES-NO 판정 방법)에서는 배전자동화 단말장치(이하, FRTU라 함)에 의해 계측된 고장 표시 신호(이하, FI 신호)에 오류가 없다는 가정하에 운전원이 FI 신호를 근거로 고장구간을 판단한다. 반면, 본 발명에서는 측정된 FI 신호에 오류가 발생할 수 있다는 가정하에 배전계통 고장구간 검출 장치에서 오류가 발생한 FI 신호를 필터링하여 오류가 없는 FI 신호만을 근거로 퍼지 로직을 통해 배전계통의 고장구간을 검출하여 운전원에게 제공하는 것에서 차이가 있다.
- [53]
- [54] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치를 설명하기 위한 도면이고, 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치를 포함하는 배전계통 고장구간 검출 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 8은 도 5의 퍼지 추론 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [55]
- [56] 도 5에 도시된 바와 같이, 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 수신부(120),

퍼지화 모듈(142)과 퍼지 추론 모듈(144) 및 비퍼지화 모듈(146)을 포함하는 검출부(140), 송신부(160)로 구성된다. 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 복수의 배전자동화 단말장치(10; 이하, FRTU)와 연결된 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP(20)로부터 수신한 데이터를 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출하고, 운전원의 단말장치(40) 또는 배전자동화 메인 서버(30)로 검출한 고장구간을 전송한다. 이때, 도 6에 도시된 바와 같이, 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 별도의 장치로 구성되어 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP(20)으로부터 고장 표시 신호(이하, FI 신호)를 수신하고, 검출한 고장구간을 운전원의 단말장치(40) 또는 배전자동화 메인 서버로 전송한다. 물론, 도 7에 도시된 바와 같이, 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 모듈로 구성되어 배전자동화 메인 서버(30) 내에 설치될 수도 있다.

[57]

[58] 수신부(120)는 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP(20)를 통해 복수의 배전자동화 단말장치에서 발생한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호를 수신한다. 이때, 수신부(120)는 배전계통의 각 구간별 전원측 및 부하측 스위치에 설치된 배전자동화 단말장치에서 측정된 개폐기의 영상전류를 포함하는 고장 표시 신호를 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP(20)로부터 수신한다. 즉, 수신부(120)는 각 구간별로 전원측 스위치의 FRTU(10)에서 감지된 영상전류와 부하측 스위치의 FRTU(10)에서 감지된 영상전류를 수신한다.

[59]

[60] 검출부(140)는 수신부(120)를 통해 수신한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호 중에서 영상전류에 의해 발생한 고장 표시 신호를 필터링한 고장 표시 신호를 근거로 배전계통의 고장구간을 검출한다. 이를 위해, 검출부(140)는 퍼지화 모듈(142)과 퍼지 추론 모듈(144) 및 비퍼지화 모듈(146)을 포함하여 구성된다.

[61]

퍼지화 모듈(142)은 수신부(120)를 통해 수신되는 고장 표시 신호에 포함된 개폐기의 영상전류의 물리적 크기를 퍼지화하여 퍼지 데이터를 생성한다. 즉, 퍼지화 모듈(142)은 각 구간의 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류의 크기에 대한 퍼지 데이터를 생성한다. 즉, 퍼지화 모듈(142)은 각 구간의 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류의 실제 물리적 값을 조건부 멤버쉽 함수(membership function)를 이용하여 퍼지 로직에서의 값으로 퍼지화한다.

[62]

퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 이용하여 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류를 크다(Big), 작다(Small), 보통(Medium) 중에 적어도 하나의 성분으로 구분한 퍼지 데이터를 생성한다. 퍼지화 모듈(142)은 퍼지 데이터에 포함된 성분들의 성분값들을 0 이상 1 이하로 설정하며, 하나의 영상전류에 대한 각 성분들에 대한 성분값의 합이 1이 되도록 설정한다. 이는 조건부 멤버쉽 함수에 의해 설정되는 것으로 조건부 멤버쉽 함수의 조건에 따라 다르게 설정될 수도 있다.

- [63] 퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 근거로 영상전류의 크기가 500A 미만이면 작다(Small) 성분으로 구분한다. 이때, 퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 근거로 영상전류의 크기가 0A 이상 40A 이하이면 작다(Small) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A이면 작다(Small) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 작다(Small) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [64] 퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 근거로 영상전류의 크기가 40A 이상 1000A 이하이면 보통(Medium) 성분으로 구분한다. 이때, 퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 근거로 영상전류의 크기가 40A 또는 1000A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [65] 퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 근거로 퍼지화 모듈(142)은 영상전류의 크기가 500A를 초과하면 크다(Big) 성분으로 구분한다. 이때, 퍼지화 모듈(142)은 조건부 멤버쉽 함수를 근거로 영상전류의 크기가 500A이면 크다(Big) 성분의 성분값을 0으로 설정하고, 영상전류의 크기가 1000A 이상이면 크다(Big) 성분의 성분값을 1로 설정하고, 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 크다(Big) 성분의 성분값을 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정한다.
- [66]
- [67] 퍼지 추론 모듈(144)은 퍼지화 모듈(142)에서 퍼지화된 퍼지 데이터를 근거로 퍼지 추론을 수행한다. 즉, 퍼지 추론 모듈(144)은 결론부 멤버쉽 함수와 퍼지 룰을 이용하여 MIN-MAX Composition 방식의 퍼지 추론을 수행한다. 퍼지 추론 모듈(144)은 퍼지화 모듈(142)에서 생성된 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류에 대한 퍼지 데이터를 퍼지 룰과 비교하여 낮다(Low), 보통(Medium), 높다(High)로 구분한다. 즉, 도 8에 도시된 바와 같이, 퍼지 추론 모듈(144)은 전원측 개폐기의 퍼지 데이터와 부하측 개폐기의 퍼지 데이터에 따른 퍼지 추론 결과를 포함하는 퍼지 룰을 이용하여 퍼지 추론을 수행한다. 여기서, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지

데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이면 보통(Medium) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분 및 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 모두 보통(Medium) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이면 높다(High) 성분으로 분류하는 퍼지 룰을 이용하여 퍼지 추론 데이터를 생성한다.

[68] 퍼지 추론 모듈(144)은 퍼지 추론 결과로 생성되는 퍼지 추론 데이터에 포함된 적어도 하나의 성분을 0 이상 1 이하의 성분값으로 설정하여 하나의 영상전류에 포함된 성분들의 성분값의 합이 1이 되는 퍼지 추론 데이터를 생성한다.

[69] 퍼지 추론 모듈(144)은 퍼지 추론 데이터를 이용하여 배전계통의 각 구간에 대해 설정된 성분값에 해당하는 결론부 멤버쉽 함수의 면적을 산출한다.

[70]

[71] 비퍼지화 모듈(146)은 퍼지 추론 모듈(144)에서의 퍼지 추론 결과를 비퍼지화하여 배전계통의 고장구간을 검출한다. 이를 위해, 비퍼지화 모듈(146)은 퍼지 추론 모듈(144)에서 산출한 각 구간의 면적에 대한 무게중심을 산출한다. 비퍼지화 모듈(146)은 산출한 각 구간의 무게중심 중에서 가장 큰 무게중심을 갖는 구간을 고장구간으로 검출한다. 이와 같이, 비퍼지화 모듈(146)은 비퍼지화에 무게중심법을 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출한다. 이때, 비퍼지화 모듈(146)은 하기의 수학식 1을 이용하여 각 구간의 무게중심을 산출한다.

[72] 수학식 1

$$\text{무게중심} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i) \times x_i}{\sum_{i=1}^n f(x_i)}$$

[73] 여기서, x_i 는 Δx 만큼의 편차를 갖는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 x 축 값이고, $f(x_i)$ 는 x_i 에 해당하는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 y 축 값이다.

[74]

[75] 송신부(160)는 검출부(140)에서 검출한 배전계통의 고장구간을 단말장치(40) 또는 배전자동화 메인 서버(30)로 전송한다.

[76]

[77]

[78] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[79]

- [80] 먼저, 배전계통에 설치된 복수의 차단기 및 개폐기에는 FRTU(10)가 설치된다. FRTU(10)는 배전선로에서 발생하는 고장전류를 감지하면 FI 신호를 피더 FEP(20; 또는 데이터 통신 프로세서(DCP; Data Communication Processor))로 전송한다. 피더 FEP(20)는 복수의 FRTU(10)로부터 수신한 FI 신호를 수집하여 배전계통 고장구간 검출 장치(100)로 전송한다. 이때, 피더 FEP(20)는 배전계통의 각 구간별 전원측 및 부하측 스위치에 설치된 배전자동화 단말장치에서 측정된 개폐기의 영상전류를 포함하는 고장 표시 신호를 전송한다.
- [81] 피더 FEP(20)로부터 FI 신호가 수신되면(S100; YES), 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 각 개폐기로부터 입력된 FI 신호에 포함된 영상전류를 퍼지화 처리한다(S00). 즉, 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 영상전류 퍼지화 처리하여 퍼지 데이터를 생성한다. 여기서, 퍼지화 처리는 입력된 개폐기(각 구간의 전원측 및 부하측 개폐기 쌍(pair))의 물리적 영상전류 크기(A 또는 kA 등)를 0~1 사이의 값으로 변환하는 과정이다. 영상전류의 크기가 '크다', '보통', '작다'라는 값을 결정하기 위한 기준값이 애매모호하다. 따라서, 조건부 멤버십 함수를 이용하여 입력된 영상전류의 값이 크다(Big) 성분, 작다(Small) 성분, 보통(Medium) 성분으로 분류한다. 여기서, 퍼지 멤버십 함수는 조건부와 결론부 멤버십 함수로 구분된다. 조건부 멤버십 함수는 입력된 전원측 및 부하측 개폐기 각각의 영상전류에 대한 퍼지 멤버십 성분(즉, 퍼지 데이터의 성분)의 성분값을 계산하기 위한 함수이다. 결론부 멤버십 함수는 퍼지 추론을 위한 멤버십 함수로 전원측 및 부하측 멤버십 값을 이용한 최종적인 합성 멤버십 성분(즉, 퍼지 추론 데이터의 성분)의 성분값을 계산하기 위한 함수이다.
- [82]
- [83] 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 퍼지화 처리된 데이터를 퍼지 룰과 비교하여 퍼지 추론을 수행한다(S300). 즉, 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 퍼지화된 데이터와 퍼지 룰을 비교하고, MIN-MAX Composition을 이용하여 퍼지추론을 수행한다. 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 구간의 전원측 개폐기 영상전류 크기와 부하측 개폐기 영상전류 크기에 대한 퍼지 데이터('작다', '보통', '크다'에 소속되는 정도)를 비교한다. 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 퍼지 데이터 중에서 가장 작은 값을 퍼지룰에 적용하여 입력 값이 결론부 멤버십 함수('낮다', '보통', '높다')중에서 어느 값에 소속되는지를 결정한다. 그리고, 결론부 멤버십 함수의 요소별값 중에서 최대값을 사용하여 면적을 산출한다. 여기서, 결론부 멤버십 함수의 요소는 'Low, Medium, Big'이며 이것은 해당 구간이 고장구간일 확률이 '작다, 보통, 높다'의 의미이다. 이때, 퍼지 룰에서는 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나, 전원측

개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이면 보통(Medium) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분 및 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 모두 보통(Medium) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이면 높다(High) 성분으로 분류한다.

[84]

[85] 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 퍼지 추론을 통해 구성된 면적을 이용하여 고장구간을 검출한다(S400). 이때, 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 무게중심법을 이용하여 퍼지 추론을 통해 구성된 면적의 무게중심을 산출한다. 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 산출한 각 구간의 무게중심 중에서 가장 큰 값을 무게중심을 갖는 구간을 고장구간으로 판단한다.

[86]

[87] 배전계통 고장구간 검출 장치(100)는 검출한 고장구간을 배전자동화 메인 서버(30) 또는 운전원의 단말 장치로 전송한다(S500).

[88]

[89] 상술한 바와 같이, 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 영상전류에 의한 고장표시 오류 및 이를 통한 운전원의 고장구간 검출이 어려운 종래기술에 비해 정확하고 신속하게 고장구간을 검출할 수 있는 효과가 있다.

[90]

또한, 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 운전원이 직접 고장구간 판정을 하는 종래기술에 비해 운전원이 더욱 효과적으로 고장구간 검출하여 복구할 수 있는 효과가 있다.

[91]

또한, 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 종래기술에 비해 운전원의 고장구간 탐색 시간이 줄어들므로써 고장 복구 시간을 단축할 수 있는 효과가 있다.

[92]

또한, 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법은 배전계통의 고장발생시 복수의 자동화 개폐기들의 영상전류 데이터를 근거로 퍼지 로직을 수행하여 고장구간을 검출함으로써, 통계적으로 발생사고의 약 80%를 차지하는 1선 지락사고시 고장점 복구시간의 단축을 통해 정전시간을 단축하여 정정으로 인한 경제적 손실을 최소화할 수 있는 효과가 있다.

[93]

[94]

[95] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법을 적용한 시뮬레이션 결과를 첨부된 도면을 참조하여

상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 10 내지 도 19는 본 발명의 실시예에 따른 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법을 적용한 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[96]

[97] 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 유용성을 검증하기 위해 PSCAD/EMTDC를 사용하여 제1개폐기(SW1) 내지 제5개폐기(SW5)를 포함하여 4개의 구간으로 구성되는 배전계통을 구성한다. 이때, 구간 2에서 1선 지락 고장이 발생한 것으로 가정한다. 일반적으로, 국내배전계통에 있어서는 고장표시 설정치가 영상전류의 경우 40~80[A] 정도이다. 따라서, 고장 모의시 영상전류 분석 결과 고장구간 이후에 설치되어 있는 SW3 및 SW4의 N상 고장표시기가 오동작할 수 있다. 이 경우 본 발명이 제안하는 배전계통 고장구간 검출 장치(100) 및 방법을 통해 정확한 고장구간을 판단하는지 살펴보았다.

[98] 도 11에 도시된 바와 같이, SW1 내지 SW5에 영상전류가 입력된다. 이때, 도 12에 도시된 바와 같이, 조건부 멤버십 함수에서 성분을 분류하는 기준은 영상전류가 500[A] 미만일 때 '작다(Small)', 40[A] 이상 1000[A] 이하일 때 '보통(Medium)', 500[A] 초과할 때 '크다(Big)'이다. 13에 도시된 바와 같이, 결론부 멤버십 함수에서 성분을 분류하는 기준은 고장구간 평가값이 0.5 이하일 때 '낮다(Low)'이고, 0.1 이상 1.0 이하일 때 '보통(Medium)', 그리고 0.5 이상일 때 '높다(High)'이다.

[99] 구간 2의 전원측 개폐기는 SW2이고, 부하측 개폐기는 SW3이며 영상전류의 크기는 각각 3414.24[A], 91.61[A]이다. SW2 및 SW3의 영상전류를 이용하여 퍼지화를 수행하면, SW2의 퍼지 데이터는 'Big(1.0)'이고(도 14 참조), SW3의 퍼지 데이터는 'Small(0.8), Medium(0.2)'이다(도 15 참조).

[100] 생성된 퍼지 데이터를 이용하여 퍼지 추론을 수행하면 전원측 퍼지 데이터 'Big(1.0)'는 부하측 퍼지 데이터 'Small(0.8)'보다 크기 때문에, Min-Max Composition에 의해 부하측 퍼지 데이터 'Small(0.8)'에 의한 결론부 멤버십 함수는 'High(0.8)'로 결정된다.

[101] 그리고 전원측 퍼지 데이터 'Big(1.0)'은 부하측 퍼지 데이터 'Medium(0.2)'보다 크기 때문에, 결론부 멤버십 함수는 'Medium(0.2)'이 된다. 따라서, 'High(0.8), Medium(0.2)'로 구성된 결론부 멤버십 함수의 면적을 계산한다.

[102] 상기한 과정을 각 구간별로 반복하여 각 구간의 면적을 산출하고, 하는 면적의 무게중심을 산출한다. 도 17은 상기한 단계를 거쳐 산출된 각 구간의 무게중심이다. 이때, 구간 2의 무게중심이 0.69로 가장 기 때문에 구간 2를 고장구간으로 판단한다.

[103] 나머지 구간인 구간 1, 3, 4에서 1선 지락고장이 발생한 경우 개폐기별 영상전류와 무게중심 계산 결과는 도 18 및 도면 19에 도시된 바와 같다. 이처럼, 시뮬레이션을 통해 본 발명에서 제안하는 방식이 고장구간을 정확하게 판정하고 있음을 알 수 있다.

[104]

[105] 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 대해 설명하였으나, 다양한 형태로 변형이 가능하며, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 특허청구범위를 벗어남이 없이 다양한 변형예 및 수정예를 실시할 수 있을 것으로 이해된다.

청구범위

[청구항 1]

복수의 배전자동화 단말장치가 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP와 연결되고, 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신한 데이터를 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출하여 운전원의 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 배전계통 고장구간 검출 장치에 있어서,
상기 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP를 통해 복수의 배전자동화 단말장치에서 발생한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호를 수신하는 수신부;
상기 수신부를 통해 수신한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호 중에서 영상전류에 의해 발생한 고장 표시 신호를 필터링한 고장 표시 신호를 근거로 배전계통의 고장구간을 검출하는 검출부; 및
상기 검출부에서 검출한 배전계통의 고장구간을 상기 단말장치 또는 상기 배전자동화 메인 서버로 전송하는 송신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 2]

청구항 1에 있어서,
상기 수신부는,
배전계통의 각 구간별 전원측 및 부하측 스위치에 설치된 배전자동화 단말장치에서 측정된 개폐기의 영상전류를 포함하는 고장 표시 신호를 상기 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 3]

청구항 1에 있어서,
상기 검출부는
상기 수신부를 통해 수신되는 고장 표시 신호에 포함된 개폐기의 영상전류의 물리적 크기를 퍼지화하여 퍼지 데이터를 생성하는 퍼지화 모듈;
상기 퍼지화 모듈에서 퍼지화된 퍼지 데이터를 근거로 Min-Max Composition을 이용한 퍼지 추론을 수행하는 퍼지 추론 모듈; 및
상기 퍼지 추론 모듈에서의 퍼지 추론 결과를 비퍼지화하여 배전계통의 고장구간을 검출하는 비퍼지화 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 4]

청구항 3에 있어서,
상기 퍼지화 모듈은,
각 구간의 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류의 크기에 대한 퍼지 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 5]

청구항 3에 있어서,
 상기 폐지화 모듈은,
 조건부 멤버십 함수를 이용하여 전원측 개폐기 영상전류 및
 부하측 개폐기 영상전류를 크다(Big), 작다(Small), 보통(Medium)
 중에 적어도 하나의 성분으로 구분한 폐지 데이터를 생성하되,
 상기 폐지 데이터에 포함된 성분들의 성분값들은 0 이상 1 이하로
 설정되는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 6]

청구항 5에 있어서,
 상기 폐지화 모듈은,
 영상전류의 크기가 500A 미만이면 작다(Small) 성분으로
 구분하고, 영상전류의 크기가 40A 이상 1000A 이하이면
 보통(Medium) 성분으로 구분하고, 영상전류의 크기가 500A를
 초과하면 크다(Big) 성분으로 구분하는 조건부 멤버십 함수를
 이용하여 폐지 데이터를 생성하되,
 하나의 영상전류에 대한 각 성분들에 대한 성분값의 합이 1이
 되도록 설정되는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출
 장치.

[청구항 7]

청구항 6에 있어서,
 상기 폐지화 모듈은,
 영상전류의 크기가 0A 이상 40A 이하이면 작다(Small) 성분의
 성분값을 1로 설정하고,
 영상전류의 크기가 500A이면 작다(Small) 성분의 성분값을 0으로
 설정하고,
 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 작다(Small)
 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는
 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하는 것을
 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 8]

청구항 6에 있어서,
 상기 폐지화 모듈은,
 영상전류의 크기가 40A 또는 1000A이면 보통(Medium) 성분의
 성분값을 0으로 설정하고,
 영상전류의 크기가 500A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 1로
 설정하고,
 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 보통(Medium)
 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는
 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하고,
 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 보통(Medium)
 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는

값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 9]

청구항 6에 있어서,
상기 퍼지화 모듈은,
영상전류의 크기가 500A이면 크다(Big) 성분의 성분값을 0으로 설정하고,
영상전류의 크기가 1000A 이상이면 크다(Big) 성분의 성분값을 1로 설정하고,
영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 크다(Big) 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 10]

청구항 3에 있어서,
상기 퍼지 추론 모듈은,
상기 퍼지화 모듈에서 생성된 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류에 대한 퍼지 데이터를 퍼지 룰과 비교하여 낮다(Low), 보통(Medium), 높다(High) 중에 적어도 하나의 성분을 0 이상 1 이하의 성분값으로 설정하여 하나의 영상전류에 포함된 성분들의 성분값의 합이 1이 되는 퍼지 추론 데이터를 생성하되,
상기 퍼지 추론 데이터를 이용하여 배전계통의 각 구간에 대해 상기 설정된 성분값에 해당하는 결론부 멤버십 함수의 면적을 산출하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 11]

청구항 3에 있어서,
상기 퍼지 추론 모듈은,
전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고,
전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나, 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이면 보통(Medium) 성분으로 분류하고,
전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분 및 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 모두 보통(Medium) 성분이면 낮다(Low) 성분으로 분류하고,
전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이면 높다(High) 성분으로 분류하는 퍼지 룰을 이용하여 퍼지 추론

데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 12]

청구항 3에 있어서,

상기 비퍼지화 모듈은,

상기 퍼지 추론 모듈에서 산출한 각 구간의 면적에 대한 무게중심을 산출하고, 상기 산출한 각 구간의 무게중심 중에서 가장 큰 무게중심을 갖는 구간을 고장구간으로 검출하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 13]

청구항 12에 있어서,

상기 비퍼지화 모듈은,

상기 각 구간의 무게중심을 하기의 수학적식

$$\text{무게중심} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i) \times x_i}{\sum_{i=1}^n f(x_i)}$$

(여기서, x_i 는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 x 축 값이고, $f(x_i)$ 는 x_i 에 해당하는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 y 축 값이다.)

에 의해 산출하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 장치.

[청구항 14]

복수의 배전자동화 단말장치가 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP와 연결되고, 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터 수신한 데이터를 이용하여 배전계통의 고장구간을 검출하여 운전원의 단말장치 또는 배전자동화 메인 서버로 전송하는 배전계통 고장구간 검출 장치를 이용한 배전계통 고장구간 검출 방법에 있어서,

상기 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP를 통해 복수의

배전자동화 단말장치에서 발생한 적어도 하나 이상의 고장 표시 신호를 수신하는 단계;

상기 수신한 고장 표시 신호에 포함된 개폐기의 영상전류의

물리적 크기를 퍼지화하여 퍼지 데이터를 생성하는 단계;

상기 생성된 퍼지 데이터를 근거로 Min-Max Composition을 이용한 퍼지 추론을 수행하는 단계;

상기 퍼지 추론 결과를 비퍼지화하여 배전계통의 고장구간을 검출하는 단계; 및

상기 검출한 배전계통의 고장구간을 상기 단말장치 또는 상기

배전자동화 메인 서버로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로

- 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.
- [청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 수신하는 단계에서는,
배전계통의 각 구간별 전원측 및 부하측 스위치에 설치된
배전자동화 단말장치에서 측정된 개폐기의 영상전류를 포함하는
고장 표시 신호를 데이터 통신 프로세서 또는 피더 FEP로부터
수신하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.
- [청구항 16] 청구항 14에 있어서,
상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는,
각 구간의 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류의
크기에 대한 퍼지 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는
배전계통 고장구간 검출 방법.
- [청구항 17] 청구항 14에 있어서,
상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는,
조건부 멤버십 함수를 이용하여 전원측 개폐기 영상전류 및
부하측 개폐기 영상전류를 크다(Big), 작다(Small), 보통(Medium)
중에 적어도 하나의 성분으로 구성되는 퍼지 데이터를 생성하되,
상기 퍼지 데이터에 포함된 성분값들은 0 이상 1 이하로 설정되는
것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.
- [청구항 18] 청구항 17에 있어서,
상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는,
영상전류의 크기가 500A 미만이면 작다(Small) 성분으로
구분하고, 영상전류의 크기가 40A 이상 1000A 이하이면
보통(Medium) 성분으로 구분하고, 영상전류의 크기가 500A를
초과하면 크다(Big) 성분으로 구분하는 조건부 멤버십 함수를
이용하여 퍼지 데이터를 생성하되,
하나의 영상전류에 대한 각 성분들에 대한 성분값의 합이 1이
되도록 설정되는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출
방법.
- [청구항 19] 청구항 18에 있어서,
상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는,
영상전류의 크기가 0A 이상 40A 이하이면 작다(Small) 성분의
성분값을 1로 설정하고,
영상전류의 크기가 500A이면 작다(Small) 성분의 성분값을 0으로
설정하고,
영상전류의 크기가 40A 초과 500A 미만이면 작다(Small) 성분의
성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로
설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하는 것을 특징으로

[청구항 20]

하는 배전계통 고장구간 검출 방법.
 청구항 18에 있어서,
 상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는,
 영상전류의 크기가 40A 또는 1000A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 0으로 설정하고,
 영상전류의 크기가 500A이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 1로 설정하고,
 영상전류의 크기가 40A를 초과하고 500A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하고,
 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 보통(Medium) 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 감소하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.

[청구항 21]

청구항 18에 있어서,
 상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서는,
 영상전류의 크기가 500A이면 크다(Big) 성분의 성분값을 0으로 설정하고,
 영상전류의 크기가 1000A 이상이면 크다(Big) 성분의 성분값을 1로 설정하고,
 영상전류의 크기가 500A 초과 1000A 미만이면 크다(Big) 성분의 성분값을 상기 영상전류의 크기에 비례하여 증가하는 값으로 설정하되 0 초과 1 미만의 성분값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.

[청구항 22]

청구항 15에 있어서,
 상기 퍼지 추론을 수행하는 단계는,
 상기 퍼지 데이터를 생성하는 단계에서 생성된 전원측 개폐기 영상전류 및 부하측 개폐기 영상전류에 대한 퍼지 데이터를 퍼지 룰과 비교하여 낮다(Low), 보통(Medium), 높다(High) 중에 적어도 하나의 성분을 0 이상 1 이하의 성분값으로 설정하여 하나의 영상전류에 포함된 성분들의 성분값의 합이 1이 되는 퍼지 추론 데이터를 생성하는 단계; 및
 상기 생성된 퍼지 추론 데이터를 이용하여 배전계통의 각 구간에 대해 상기 설정된 성분값에 해당하는 결론부 멤버쉽 함수의 면적을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.

[청구항 23]

청구항 22에 있어서,
 상기 퍼지 추론 데이터를 생성하는 단계에서는,

전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나
 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이면
 낮다(Low) 성분으로 분류하고,
 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이고
 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이거나,
 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고
 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 보통(Medium) 성분이면
 보통(Medium) 성분으로 분류하고,
 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분 및 부하측 개폐기의 퍼지
 데이터의 성분이 모두 보통(Medium) 성분이면 낮다(Low)
 성분으로 분류하고,
 전원측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 크다(Big) 성분이고
 부하측 개폐기의 퍼지 데이터의 성분이 작다(Small) 성분이면
 높다(High) 성분으로 분류하는 퍼지 룰을 이용하여 퍼지 추론
 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출
 방법.

[청구항 24]

청구항 15에 있어서,
 상기 배전계통의 고장구간을 검출하는 단계는,
 상기 퍼지 추론 데이터를 생성하는 단계에서 산출한 각 구간의
 면적에 대한 무게중심을 산출하는 단계; 및
 상기 산출한 각 구간의 무게중심 중에서 가장 큰 무게중심을 갖는
 구간을 고장구간으로 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로
 하는 배전계통 고장구간 검출 방법.

[청구항 25]

청구항 24에 있어서,
 상기 무게중심을 산출하는 단계에서는,
 상기 각 구간의 무게중심을 하기의 수학적식

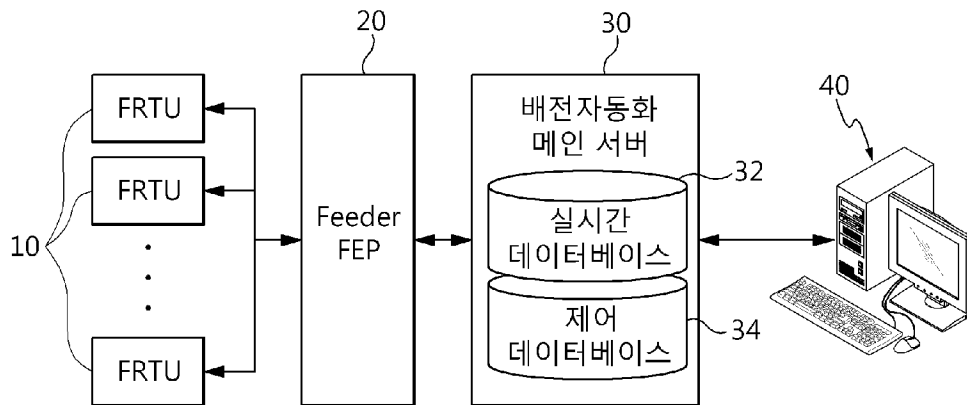
$$\text{무게중심} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i) \times x_i}{\sum_{i=1}^n f(x_i)}$$

(여기서, x_i 는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 x 축 값이고, $f(x_i)$ 는 x_i 에
 해당하는 결론부 퍼지 멤버쉽 함수의 y 축 값이다.)

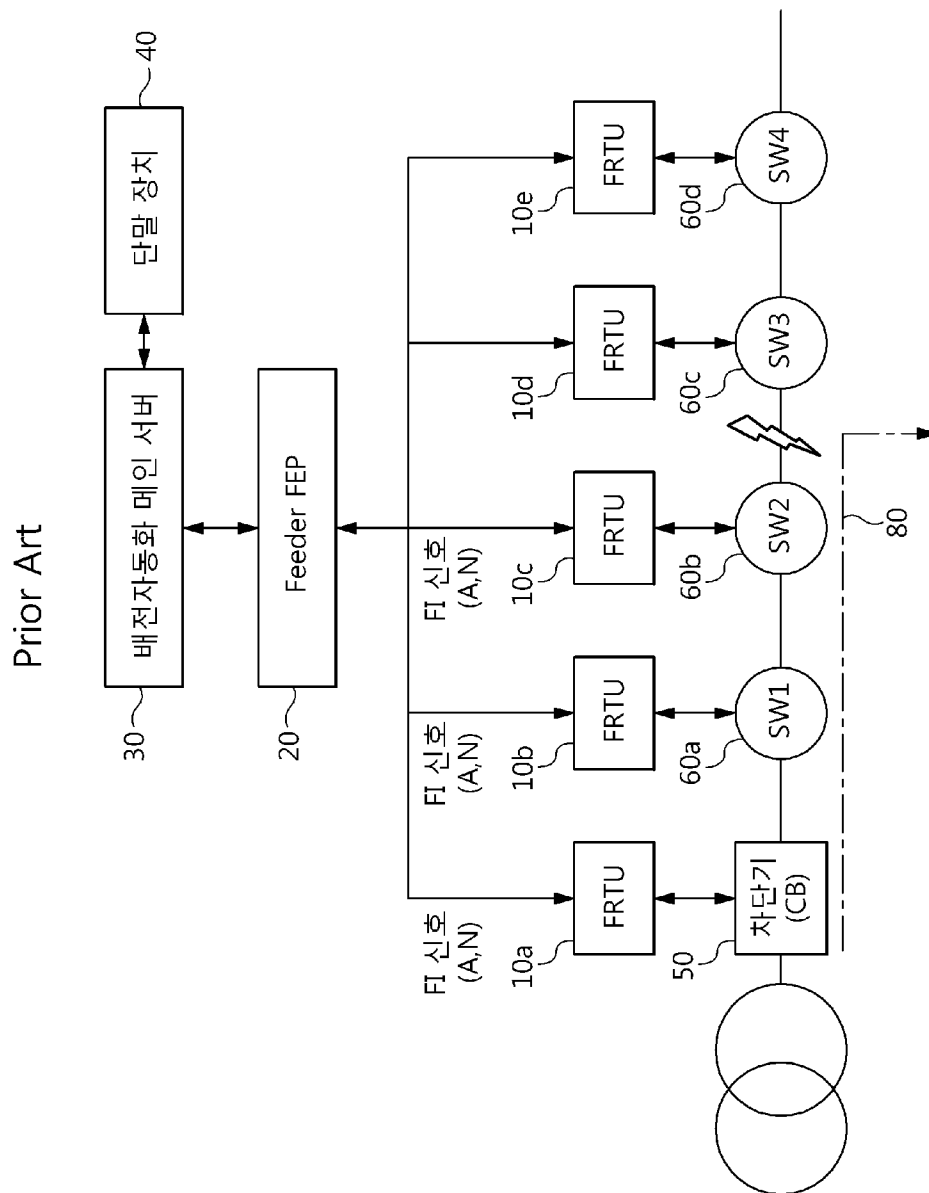
에 의해 산출하는 것을 특징으로 하는 배전계통 고장구간 검출
 방법.

[Fig. 1]

Prior Art

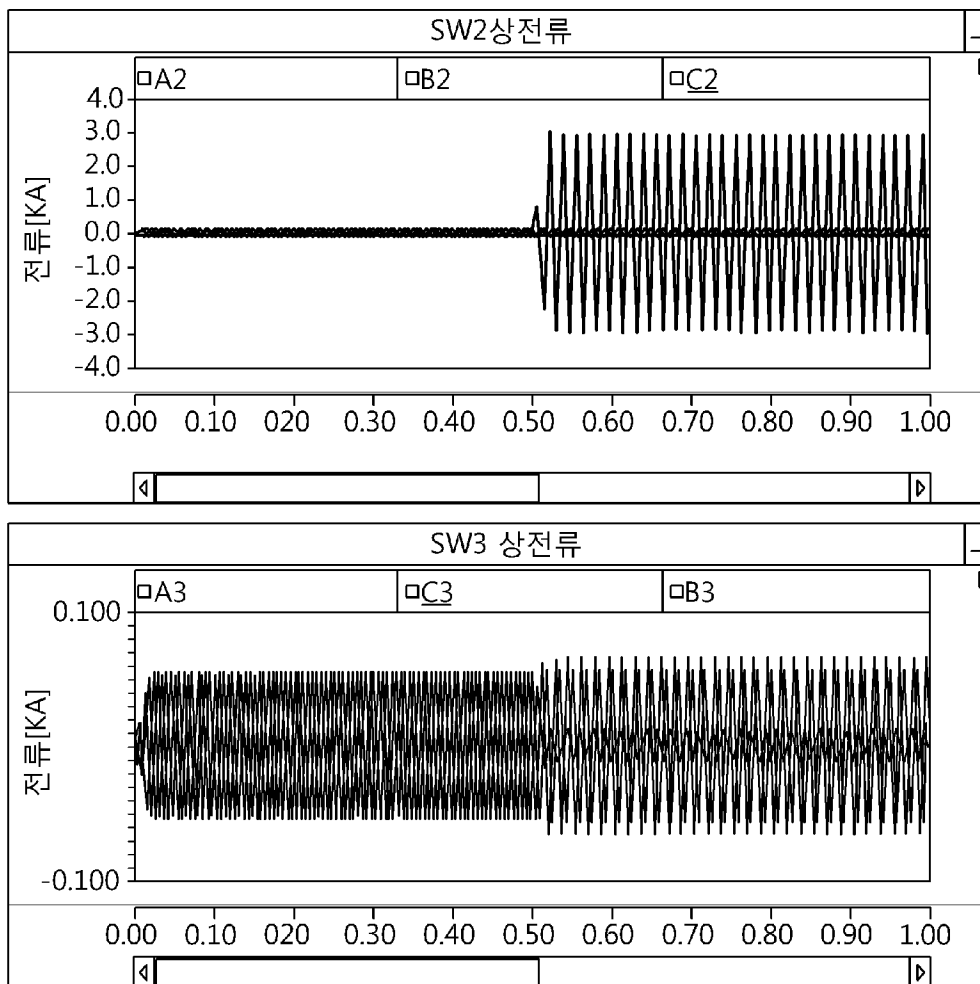


[Fig. 2]



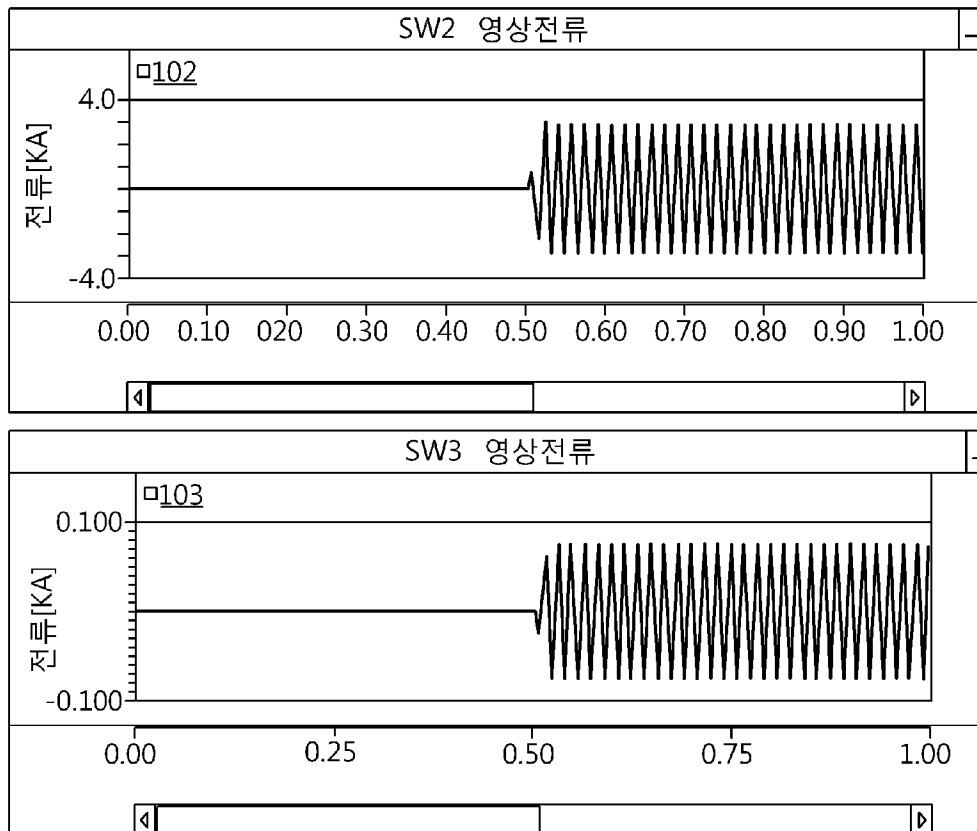
[Fig. 3]

Prior Art

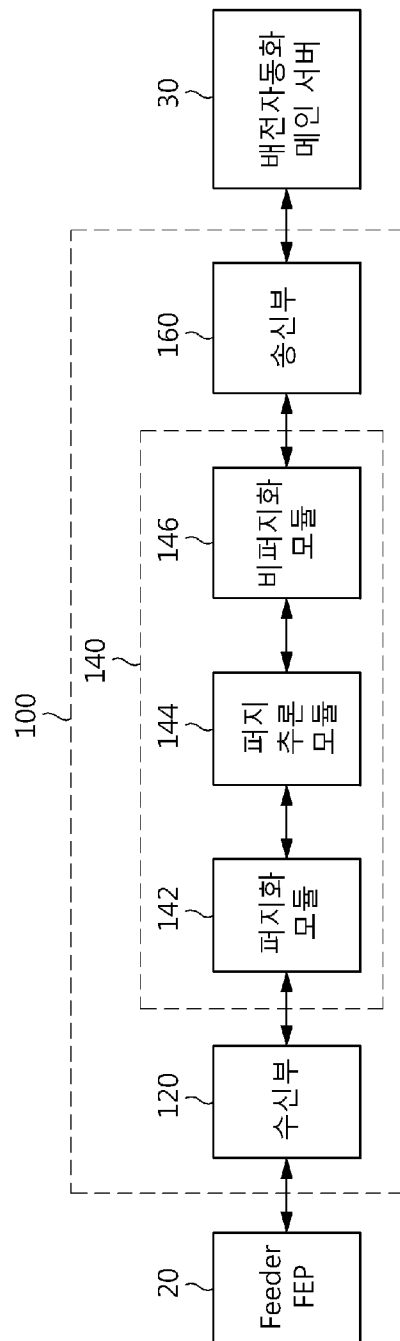


[Fig. 4]

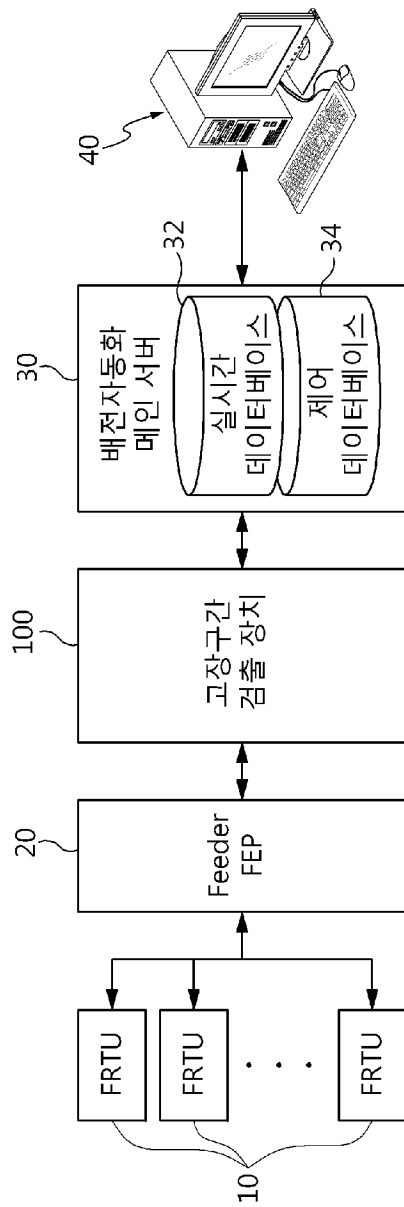
Prior Art



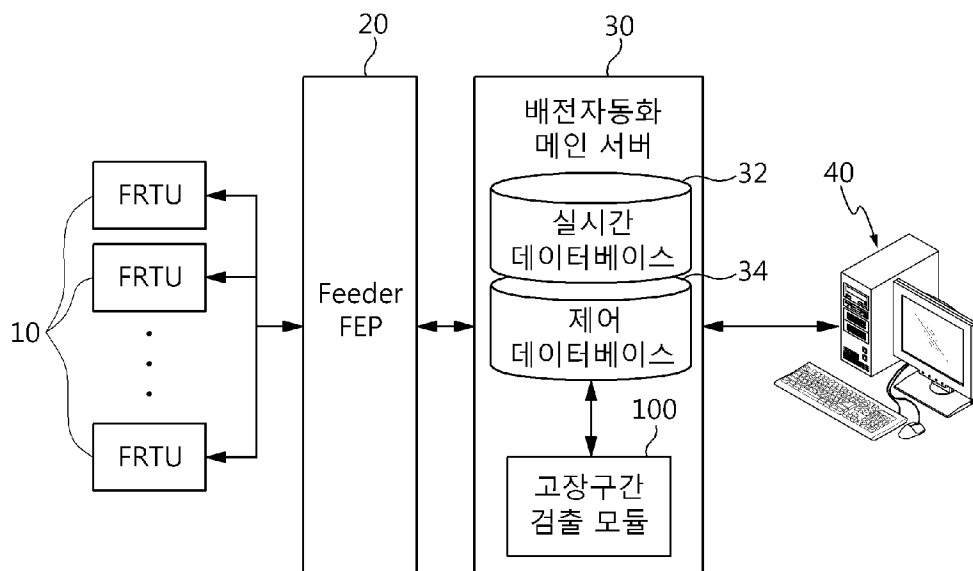
[Fig. 5]



[Fig. 6]



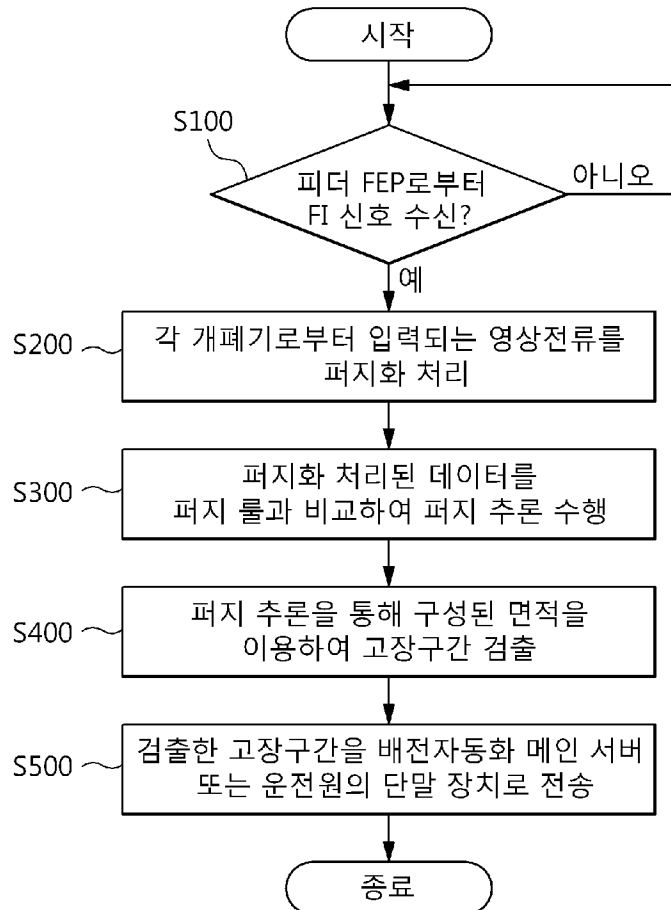
[Fig. 7]



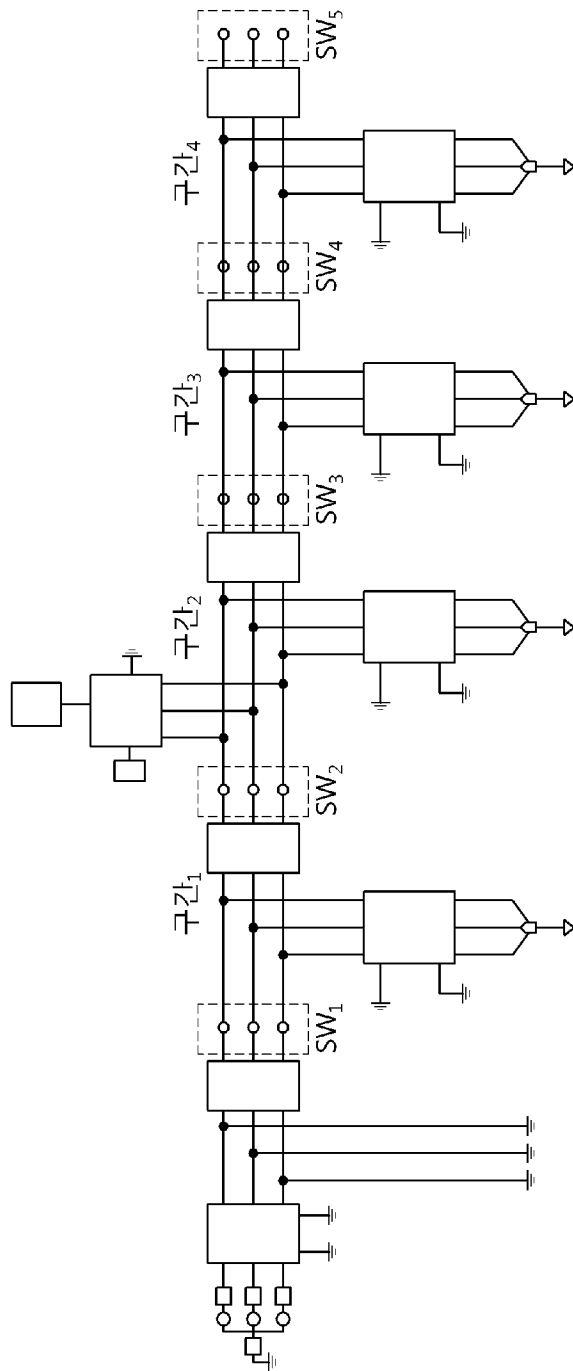
[Fig. 8]

전원측 개폐기 / 부하측 개폐기	Small(S)	Medium(M)	Big(B)
Small(S)	Low(L)	Low(L)	Low(L)
Medium(M)	Medium(M)	Low(L)	Low(L)
Big(B)	High(H)	Medium(M)	Low(L)

[Fig. 9]



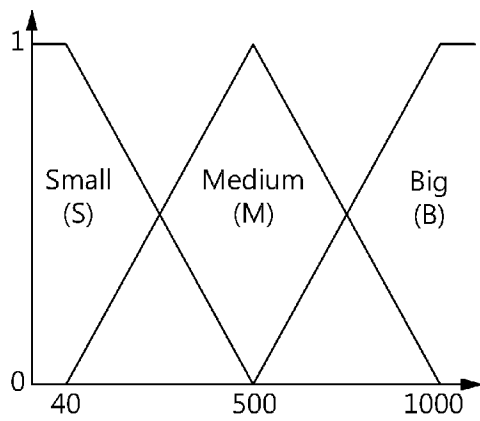
[Fig. 10]



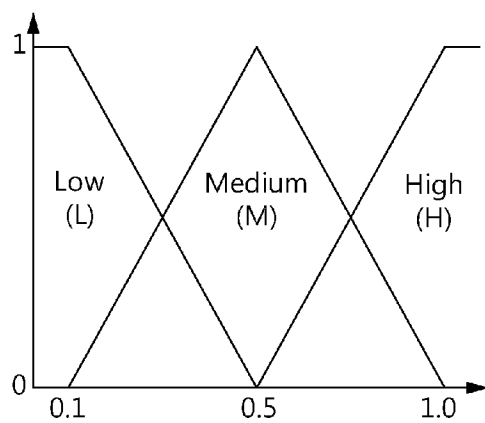
[Fig. 11]

개폐기	영상전류 크기
SW1	3389.75
SW2	3414.24
SW3	91.61
SW4	49.46
SW5	0.00

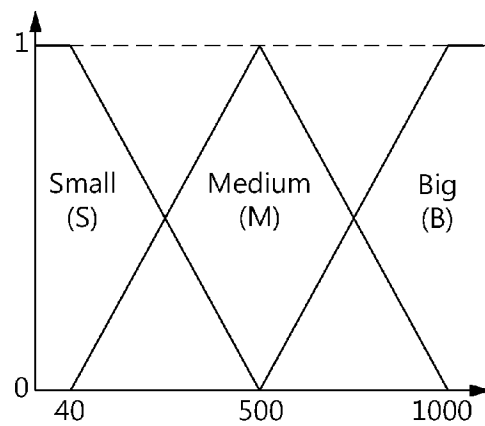
[Fig. 12]



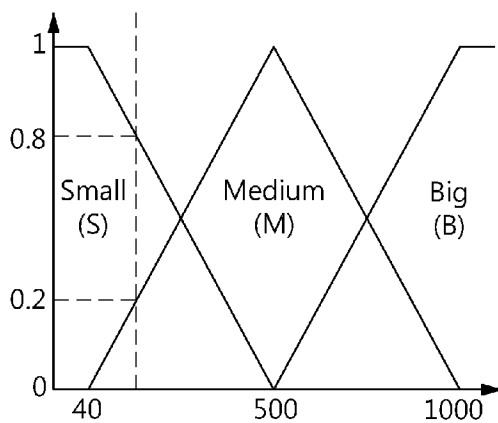
[Fig. 13]



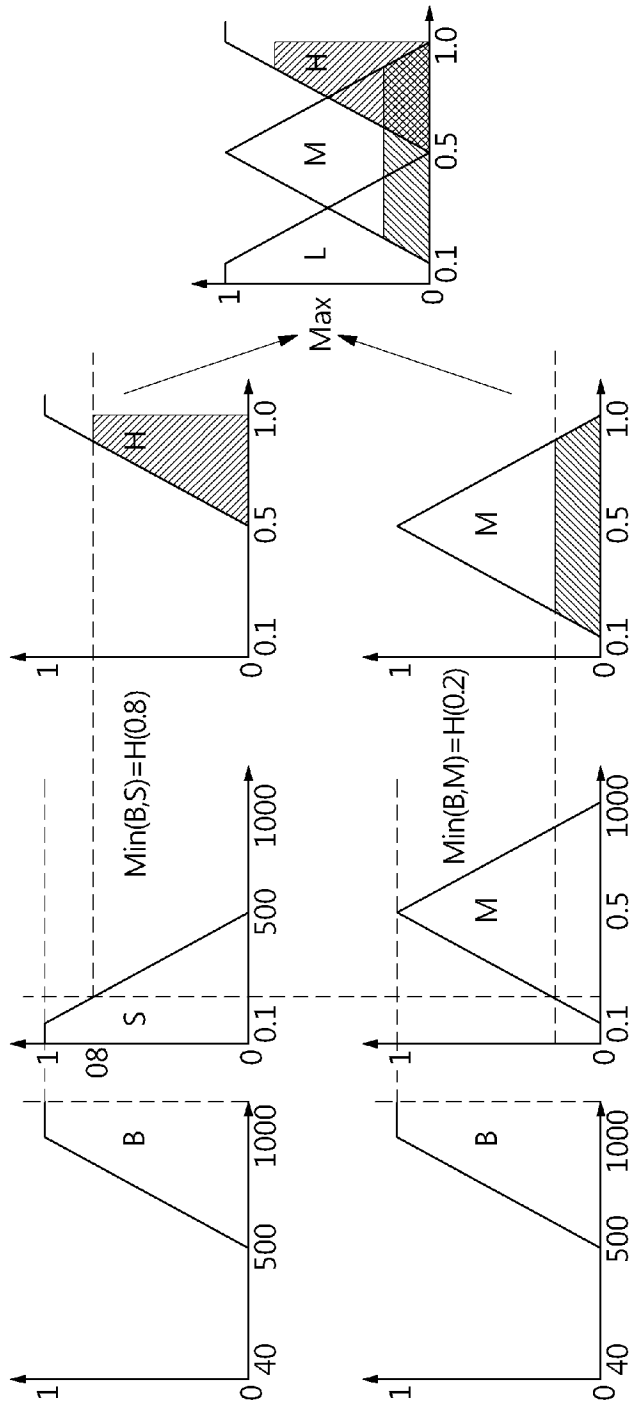
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]

구간	무게중심
구간1	0.17
구간2	0.69
구간3	0.31
구간4	0.26

[Fig. 18]

구간1		구간3		구간4	
개폐기	영상전류	개폐기	영상전류	개폐기	영상전류
SW1	3433.28	SW1	321.35	SW1	2987.16
SW2	105.19	SW2	3243.38	SW2	3025.84
SW3	49.76	SW3	3187393	SW3	2924.73
SW4	22.18	SW4	39.46	SW4	2856.58
SW5	0.0	SW5	0.0	SW5	0.0

[Fig. 19]

구간1		구간3		구간4	
구간	무게중심	구간	무게중심	구간	무게중심
구간1	0.71	구간1	0.11	구간1	0.12
구간2	0.42	구간2	0.13	구간2	0.16
구간3	0.29	구간3	0.84	구간3	0.21
구간4	0.18	구간4	0.23	구간4	0.96

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2011/006080**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01R 31/08(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 31/08; H02J 13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: , , "feeder remote, terminal device, data communication, processor, feeder FEP, fault section, main server, transmission, receiving portion, detection unit, transmitting portion, load, switch, switch, image current, fuzzifying module, fuzzy inference module, Min-Max Composition, defuzzification module, conditional membership function"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KIM, BYEONG GU et al., "Fuzzy Logic based Faulted Section Identification Method", Journal of 2011 KIEE Conference, 20 July 2011	1,3-6,10-14,16-18,22-25
A	See pages 156-157	2,7-9,15,19-21
A	KR 10-0709980 B1 (MYONGJI UNIVERSITY INDUSTRY AND ACADEMIA COOPERATION FOUNDATION) 20 April 2007 See abstract, the detailed description pages 2-6, claims 1-7, figures 1-5	1-25
A	KR 10-2002-0076413 A (SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 11 October 2002 See abstract, the detailed description pages 3-6, claims 1-20, figures 1-13	1-25



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 AUGUST 2012 (30.08.2012)

Date of mailing of the international search report

03 SEPTEMBER 2012 (03.09.2012)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2011/006080

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0709980 B1	20.04.2007	CN 101013149 A JP 2007-116893 A	08.08.2007 10.05.2007
KR 10-2002-0076413 A	11.10.2002	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/08; H02J 13/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: , , “배전자동화, 단말장치, 데이터 통신, 프로세서, 피더 FEP, 고장구간, 메인서버, 전송, 수신부, 검출부, 송신부, 부하, 스위치, 개폐기, 영상전류, 퍼지화 모듈, 퍼지추론 모듈, Min-Max Composition, 비퍼지화 모듈 주거부 맥버쉬 함수”

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	김병구의 2명, ‘퍼지 로직을 이용한 고장구간 판단 기법’, 2011년도 대한전기학회 학계학술대회 논문집, 2011년07월20일, 페이지 156-157 참조	1,3-6,10-14,16-18,22-25 2,7-9,15,19-21
A		
A	KR 10-0709980 B1 (명지대학교 산학협력단) 2007.04.20 요약, 상세설명 2-6쪽, 청구범위 제1-7항, 도면 1-5 참조	1-25
A	KR 10-2002-0076413 A (학교법인 성균관대학) 2002.10.11 요약, 상세설명 3-6쪽, 청구범위 제1-20항, 도면 1-13 참조	1-25

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2012년 08월 30일 (30.08.2012)

국제조사보고서 발송일

2012년 09월 03일 (03.09.2012)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

김성훈

전화번호 82-42-481-8505



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-0709980 B1

2007.04.20

CN 101013149 A

2007.08.08

JP 2007-116893 A

2007.05.10

KR 10-2002-0076413 A

2002.10.11

없음