



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0133285
(43) 공개일자 2011년12월12일

(51) Int. Cl.

G06F 17/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0052929

(22) 출원일자 2010년06월04일

심사청구일자 2010년06월04일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

장길수

서울특별시 중랑구 묵1동 신내5단지 대림아파트
513동 503호

변길성

인천광역시 남동구 만수2동 80-309호 10통 2반

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

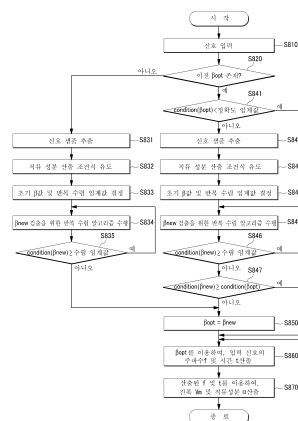
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 신호 교정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 신호 교정 장치 및 방법에서는, 정현파 입력 신호로부터 복수의 신호 샘플을 추출하고, 신호 샘플의 값들에 대한 연립 방정식을 이용하여 유도된 직류 성분 산출 조건식의 실근을 산출하고, 산출된 실근을 이용하여 연립 방정식으로부터 직류 성분의 값을 산출하고, 산출된 직류 성분의 값을 정현파 입력 신호에 적용하여 직류 성분을 제거하되, 연립 방정식의 미지수의 개수에 따라 설정되는 개수의 신호 샘플을 추출한다.

대표도 - 도8



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20090083187 / R0A20080002010702008

부처명 한국과학재단 / 한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 중견연구자지원_도약연구 / 국가지정연구실사업(NRL)

연구과제명 차세대 전력시스템 해석용 다중시간영역 하이브리드 시뮬레이션 알고리즘 / 차세대 전력
시스템 해석용 다중시간영역 하이브리드 시뮬레이션 알고리즘

기여율

주관기관 고려대학교 산학협력단 / 고려대학교 산학협력단

연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2010년 05월 31일 / 2008년 06월 01일 ~ 2009년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

신호 교정 장치에 있어서,

정현파 입력 신호로부터 복수의 신호 샘플을 추출하는 신호 샘플 추출부;

상기 신호 샘플의 값들에 대한 연립 방정식을 이용하여 유도된 직류 성분 산출 조건식의 실근을 산출하고, 상기 산출된 실근을 이용하여 상기 연립 방정식으로부터 직류 성분의 값을 산출하는 직류 성분 산출부; 및

상기 산출된 직류 성분의 값을 상기 정현파 입력 신호에 적용하여 직류 성분을 제거하는 직류 성분 처리부를 포함하되,

상기 신호 샘플 추출부는, 상기 연립 방정식의 미지수의 개수에 따라 설정되는 개수의 상기 신호 샘플을 추출하는 신호 교정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 직류 성분 산출부는,

상기 정현파 입력 신호의 주파수, 상기 정현파 입력 신호의 시간, 상기 정현파 입력 신호의 진폭, 및 상기 직류 성분의 값을 미지수로 하는 상기 연립 방정식에, 상기 산출된 실근 값을 대입하여 상기 직류 성분의 값을 산출하는 신호 교정 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 직류 성분 산출부는,

상기 연립 방정식을 만족하는 임의의 상수를 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입한 결과 값을 이용하여 상기 실근을 산출하는 신호 교정 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 직류 성분 산출부는,

상기 결과 값이 기설정된 임계값보다 작은 값이 될 때까지 상기 임의의 상수의 상계(upper bound) 및 하계(lower bound) 중 적어도 하나를 변경하고, 상기 변경에 따라 재설정된 상기 임의의 상수를 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입하여 상기 실근을 산출하는 신호 교정 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 직류 성분 산출부는,

상기 결과 값이 기설정된 임계값보다 작은 값이 될 때까지 상기 결과 값에 대한 기울기 함수를 이용하여 상기 임의의 상수를 재설정하고, 상기 재설정된 상기 임의의 상수를 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입하여 상기 실근을 산출하는 신호 교정 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 연립 방정식의 미지수의 개수와 상기 추출되는 신호 샘플의 개수는 동일한 것인 신호 교정 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

입력되는 원신호를 저역 통과 필터링(low pass filtering)한 후 상기 신호 샘플 추출부로 출력하는 고주파 성분 처리부를 더 포함하는 신호 교정 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 신호 샘플 추출부는,

기설정된 추출 시간 간격으로 연속하는 복수의 신호 샘플을 추출하는 신호 교정 장치.

청구항 9

신호 교정 방법에 있어서,

정현파 입력 신호로부터 복수의 신호 샘플을 추출하는 단계;

상기 신호 샘플들의 값에 대한 연립 방정식을 이용하여 유도된 직류 성분 산출 조건식의 실근을 산출하여 직류 성분의 값을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 직류 성분의 값을 상기 정현파 입력 신호에 적용하여, 상기 정현파 입력 신호의 직류 성분을 제거하는 단계를 포함하되,

상기 신호 샘플을 추출하는 단계는, 상기 연립 방정식의 미지수의 개수에 따라 설정된 개수의 상기 신호 샘플을 추출하는 신호 교정 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 신호 샘플을 추출하는 단계 이전에,

상기 정현파 입력 신호의 원신호로부터 고주파 성분을 제거하는 단계를 더 수행하는 신호 교정 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 신호 샘플을 추출하는 단계 이전에,

상기 직류 성분 산출 조건식에 대해 기설정된 실근이 존재하는지 판단하는 단계를 더 포함하되,

상기 기설정된 실근이 존재하면 상기 기설정된 실근을 상기 연립 방정식에 대입하여 상기 직류 성분의 값을 산출하는 신호 교정 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 직류 성분의 값을 산출하는 단계는,

상기 정현파 입력 신호의 주파수, 상기 정현파 입력 신호의 시간, 상기 정현파 입력 신호의 진폭, 및 상기 직류 성분의 값을 미지수로 하는 상기 연립 방정식에, 상기 실근을 대입하여 상기 직류 성분의 값을 산출하는 신호 교정 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 직류 성분의 값을 산출하는 단계는,

상기 연립 방정식을 만족하는 임의의 상수 값을 기설정된 규칙에 따라 변경하여 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입하는 단계; 및

상기 임의의 상수 값을 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입한 결과 값이 기설정된 임계값 범위에 포함되는 값이 될 때 상기 대입된 임의의 상수 값을 상기 실근으로 산출하는 단계를 포함하는 신호 교정 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 임의의 상수를 변경하여 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입하는 단계는,

상기 결과 값이 상기 임계값 범위 중 최고 값을 초과하는 경우 상기 임의의 상수의 상계(upper bound)를 기설정된 상계보다 작게 설정하여 상기 임의의 상수를 변경하거나,

상기 결과 값이 상기 임계값 범위 중 최저 값 미만인 경우 상기 임의의 상수의 하계(lower bound)를 기설정된 하계보다 크게 설정하여 상기 임의의 상수를 변경하는 신호 교정 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 상계는 최초 설정 시 0으로 설정되고, 상기 하계는 최초 설정 시 상기 실근보다 작은 값으로 설정되는 신호 교정 방법.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 임의의 상수를 변경하여 상기 직류 성분 산출 조건식에 대입하는 단계는,

상기 결과 값이 상기 임계값 범위 중 최고 값을 초과하는 경우 상기 결과 값에 대한 기울기 함수의 치역이 0이 되도록 하는 정의역을 산출하여 상기 산출된 정의역의 값으로 상기 임의의 상수를 변경하는 신호 교정 방법.

청구항 17

제 9 항에 있어서,

상기 연립 방정식의 미지수의 개수와 상기 추출된 신호 샘플의 개수는 동일한 것인 신호 교정 방법.

청구항 18

제 9 항에 있어서,

상기 신호 샘플을 추출하는 단계는,

기설정된 추출 시간 간격으로 연속하는 복수의 신호 샘플을 추출하는 신호 교정 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 신호 교정 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 입력 신호의 직류 성분 값을 산출하여 제거하는 신호 교정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 전력 계통(electric power system)에 대한 시뮬레이션 해석 수행 시, 실제 환경에서 해석하는 것과 동일한 결과를 얻을 수 있도록 하는 실시간 시뮬레이션 해석에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 이러한, 실시간 시뮬레이션 해석 방식은 실제 구동 장비 및 시험 장비를 실시간 시뮬레이터와 연결하여 전력 계통을 실시간 해석하는 방식으로, 테스트 대상 장비와 실시간 시뮬레이터로 구성되는 실시간 시뮬레이션 시스템

템을 구축하여 수행할 수 있다. 이때, 실시간 시뮬레이션 시스템에서는 시뮬레이터와 테스트 대상 장비의 연결 형태 및 종류에 따른 신호의 정확성 확보가 매우 중요한 요건이라 할 수 있다.

[0004] 이러한, 실시간 시뮬레이션 시스템에서 신호의 흐름은 단방향, 양방향으로 구성할 수 있으며, 분석 목적에 따라 신호의 방향은 테스트 대상 장비와 실시간 시뮬레이터 간 어느 한 방향으로 설정될 수 있다.

[0005] 이때, 실시간 시뮬레이션 시스템에서 테스트 대상 장비와 실시간 시뮬레이터 간 전달 되는 신호는 입/출력장비, 신호증폭기, 혹은 센서 등과 같은 중간 매체들을 거치게 된다. 이처럼, 신호가 전달되는 동안, 신호증폭기의 입/출력 단자에서 발생하는 신호 오류, 케이블 및 전력선(와이어)의 노이즈, 및 외부 환경의 영향(자기장 등) 등에 의해 원신호가 왜곡될 가능성이 커지게 된다.

[0006] 이와 같은, 실시간 시뮬레이션 시스템에서 전달 신호에 대한 정확한 신호 교정이 수행되지 않을 경우, 전체적인 시뮬레이션 정확성에 큰 영향을 미치게 된다. 특히, 양방향 신호 흐름의 경우, 원신호가 왜곡된 전달 신호가 두 요소 간에 피드백될 수 있으며, 이는 빠르게 발산하는 에러 형태를 양산할 수도 있다. 특히, 전달되는 신호의 성분 중 직류 오프셋 성분은 시뮬레이션 해석 시간의 경과에 따라 계속 누적되어 시뮬레이션을 부정확하게 만든다.

[0007] 따라서, 실시간 시뮬레이터와 연결되는 입/출력 장비의 부정확성 및 외부 환경 등에 의해 왜곡되는 전달 신호를 교정하여, 정확한 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있도록 하는 신호 교정 장치 및 방법이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 실시예는 입력 신호의 고주파 성분 및 직류 성분을 제거할 수 있는 신호 교정 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0009] 그리고, 본 발명의 실시예는 짧은 시간 내에 입력 신호의 직류 성분 값을 산출할 수 있는 신호 교정 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0010] 또한, 본 발명의 실시예는 입력 신호의 변화에 따라 직류 성분을 산출할 수 있는 신호 교정 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 신호 교정 장치는, 정현파 입력 신호로부터 복수의 신호 샘플을 추출하는 신호 샘플 추출부; 상기 신호 샘플의 값들에 대한 연립 방정식을 이용하여 유도된 직류 성분 산출 조건식의 실근을 산출하고, 상기 산출된 실근을 이용하여 상기 연립 방정식으로부터 직류 성분의 값을 산출하는 직류 성분 산출부; 및 상기 산출된 직류 성분의 값을 상기 정현파 입력 신호에 적용하여 직류 성분을 제거하는 직류 성분 처리부를 포함하되, 상기 신호 샘플 추출부는 상기 연립 방정식의 미지수의 개수에 따라 설정되는 개수의 상기 신호 샘플을 추출한다.

[0012] 이때, 직류 성분 산출부는, A, B, C 및 D는 각각 상기 신호 샘플들의 값이고 β 는 상기 임의의 상수일 때, 수학식
$$\text{condition} = (\sin^{-1}((C-B)\beta) - \sin^{-1}((B-A)\beta)) - (\sin^{-1}((D-C)\beta) - \sin^{-1}((C-B)\beta))$$
에 의한 상기 직류 성분 산출 조건식(condition)을 통해 상기 실근을 산출할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따른 신호 교정 방법에서는, 정현파 입력 신호로부터 복수의 신호 샘플을 추출하는 단계; 상기 신호 샘플들의 값에 대한 연립 방정식을 이용하여 유도된 직류 성분 산출 조건식의 실근을 산출하여 직류 성분의 값을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 직류 성분의 값을 상기 정현파 입력 신호에 적용하여 상기 정현파 입력 신호의 직류 성분을 제거하는 단계를 포함하되, 상기 신호 샘플을 추출하는 단계는 상기 연립 방정식의 미지수의 개수에 따라 설정된 개수의 상기 신호 샘플을 추출한다.

[0014] 이때, 직류 성분의 값을 산출하는 단계는, A, B, C 및 D는 각각 상기 신호 샘플들의 값이고 β 는 상기 임의의 상수일 때, 수학식
$$\text{condition} = (\sin^{-1}((C-B)\beta) - \sin^{-1}((B-A)\beta)) - (\sin^{-1}((D-C)\beta) - \sin^{-1}((C-B)\beta))$$
에 의한 직류 성분 산출 조건식(condition)을 통해 상기 실근을 산출할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 입력되는 신호의 고주파 성분 및 직류 성분을 짧은 시간 내에 효율적으로 제거하여 왜곡된 신호를 교정할 수 있다.
- [0016] 이때, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 입력되는 신호로부터 추출된 신호 샘플들을 이용하여 유도된 수학적식을 통해 직류 성분 값을 산출할 수 있어 효율적이다.
- [0017] 그리고, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 입력되는 신호로부터 일정 시간 간격으로 연속하는 복수의 신호 샘플을 추출하여 직류 성분 값을 산출함으로써, 짧은 시간 내에 입력 신호의 직류 성분의 값을 산출할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 입력 신호의 변화 시에 새로운 직류 성분 값을 산출함으로써, 매 신호 입력 시마다 직류 성분 값의 연산을 수행하지 않을 수 있어 효율을 높일 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 입력 신호의 직류 성분 값 산출 시 반복 수렴 알고리즘을 이용하여 상기 수학적식의 실근을 산출함으로써, 짧은 시간 안에 정확한 직류 성분 값을 산출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식의 궤적을 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 임의의 상수 값의 변화에 따른 직류 성분 산출 조건식의 값의 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식의 실근을 검출하는 반복 수렴 알고리즘의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식의 실근을 검출하는 반복 수렴 알고리즘의 다른 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식을 이용하여 직류 성분 값을 산출하는 알고리즘을 나타내는 순서도이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0024] 도 1에서 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 장치(100)는, 제 1 장치(10)로부터 신호를 입력 받아, 입력된 신호(이하, '입력 신호'라고 함)를 교정 처리한 신호(이하, '출력 신호'라고 함)를 제 2 장치(20)로 출력한다.
- [0025] 참고로, 제 1 장치(10)로부터 신호 교정 장치(100)에 입력되는 신호(즉, 입력 신호)는 제 1 장치(10)로부터 출력되는 원신호(source signal)가 노이즈(noise)의 영향을 받아 왜곡된 신호인 것을 나타내었으며, 이러한 원신호는 외부 환경 및 장치 간 신호 오류 발생 등 다양한 이유에 의해 왜곡될 수 있다. 이때, 신호 교정 장치(100)는 입력 신호의 왜곡된 성분(즉, 고주파 성분 및 직류 성분)을 제거 처리한다.
- [0026] 구체적으로, 신호 교정 장치(100)는 고주파 성분 처리부(110), 신호 샘플 추출부(120), 직류 성분 산출부(130) 및 직류 성분 처리부(140)를 포함한다.

- [0027] 고주파 성분 처리부(110)는 저역 통과 필터(Low Pass filter)로서, 입력 신호(즉, 아날로그 신호)의 고주파 성분을 제거한다. 이때, 고주파 성분이 제거된 입력 신호는 신호 샘플 추출부(120) 및 직류 성분 처리부(140)로 입력된다. 참고로, 입력 신호는 정현파 신호일 수 있다.
- [0028] 신호 샘플 추출부(120)는 입력된 입력 신호로부터 기설정된 개수의 신호 샘플을 추출한다. 이때, 기설정된 추출 시간 간격마다 신호 샘플이 추출된다. 그리고, 신호 샘플 추출부(120)는 추출한 복수의 신호 샘플을 직류 성분 산출부(130)로 전송한다. 참고로, 상기 추출되는 신호 샘플의 값은 시간 영역에서 입력 신호(예를 들어, 정현파 신호)를 샘플링한 진폭 값이다.
- [0029] 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 신호 샘플 추출부(120)는 직류 성분 산출부(130)의 요청에 따라 4 개의 신호 샘플을 추출하고, 추출된 신호 샘플의 값을 직류 성분 산출부(130)에 전송한다. 이때, 본 발명의 실시예에 따른 입력 신호는 정현파로서, 추출된 신호 샘플의 값은 신호 샘플의 진폭 값이다.
- [0030] 직류 성분 산출부(130)는 상기 신호 샘플의 값을 삼각 함수식으로 정의한 연립 방정식과 상기 연립 방정식을 통해 유도된 직류 성분 산출 조건식을 통해 입력 신호의 직류 성분의 값을 산출한다. 그리고, 직류 성분 산출부(130)는 산출된 직류 성분의 값을 직류 성분 처리부(140)로 전송한다.
- [0031] 이처럼, 직류 성분 산출부(130)가 상기 신호 샘플의 값에 대한 연립 방정식 및 직류 성분 산출 조건식을 통해 직류 성분의 값을 산출하는 방법에 대해서는, 이하 도 2 내지 도 8을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0032] 직류 성분 처리부(140)는 직류 성분 산출부(130)를 통해 산출된 직류 성분 값을 입력 신호에 적용하여 직류 성분을 제거하여 출력한다. 따라서, 직류 성분 처리부(140)로부터 출력되는 신호(즉, 출력 신호)는 고주파 성분 및 직류 성분이 제거된 신호이다.
- [0033] 이하, 도 2 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)에서 직류 성분 산출 조건식을 유도하는 방식 및 직류 성분 산출 조건식의 실근을 산출하여 직류 성분 값을 산출하는 방법에 대해서 상세히 설명하도록 한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식의 궤적을 나타내는 그래프이다.
- [0035] 그리고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 임의의 상수 값의 변화에 따른 직류 성분 산출 조건식의 값의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0036] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)에서 처리되는 상기 신호 샘플의 값에 대한 연립 방정식 및 상기 직류 성분 산출 조건식이 유도되는 방식에 대해서 설명하도록 한다. 또한, 이하에서는 신호 샘플 추출부(120)가 신호 샘플을 추출하는 한 회당 4개의 신호 샘플을 추출하는 것에 기초하여 설명하며, 추출된 신호 샘플의 값을 각각 A, B, C, D 라 지칭하도록 한다. 참고로, 신호 샘플 추출부(120)가 추출하는 샘플의 개수는 상기 직류 성분 산출 조건식을 유도하기 위한 연립 방정식의 파라미터 중 미지수의 개수에 기초하여 설정될 수 있다.
- [0037] 직류 성분 산출부(130)에 입력되는 신호 샘플의 값들은 하기 수학식 1 내지 수학식 4와 같이 각각 코사인(cos) 함수로 정의된다.
- [0038] [수학식 1]
- [0039]
$$A = V_M \cos(2\pi f t) + \alpha$$
- [0040] [수학식 2]
- [0041]
$$B = V_M \cos(2\pi f (t + \Delta t)) + \alpha$$
- [0042] [수학식 3]
- [0043]
$$C = V_M \cos(2\pi f (t + 2\Delta t)) + \alpha$$
- [0044] [수학식 4]
- [0045]
$$D = V_M \cos(2\pi f (t + 3\Delta t)) + \alpha$$

[0046] 상기 수학식 1 내지 수학식 4에서 A, B, C, D는 각각 입력 신호로부터 측정된 신호 샘플의 값들이며, Δt 는 신호 샘플을 추출한 시간 간격(즉, 추출 시간 간격)의 값이다. 또한, V_M 은 입력 신호의 진폭 값이고, f 는 입력 신호의 주파수이며, t 는 입력 신호의 시간 값이고, α 는 입력 신호의 직류 성분의 값으로서, V_M , f , t 및 α 는 미지수이다. 참고로, 상기 신호 샘플의 각 직류 성분(α_A , α_B , α_C , α_D) 간의 차이가 매우 작다($\alpha_A \cong \alpha_B \cong \alpha_C \cong \alpha_D$)고 가정했을 때, 각 신호 샘플들의 직류 성분을 α 로 나타낼 수 있다.

[0047] 그런 다음, 미지수인 α 를 제거하기 위해, 상기 수학식 1 내지 수학식 4를 연립 방정식으로 연산한다. 즉, 수학식 2로부터 수학식 1을 빼고, 수학식 3으로부터 수학식 2를 빼고, 수학식 4로부터 수학식 3을 뺀 후, 각각의 값을 V_M 으로 양변을 나누어 하기 수학식 5 내지 수학식 7을 정의한다.

[0048] [수학식 5]

[0049]
$$\frac{B-A}{V_M} = \cos(2\pi f(t+\Delta t)) - \cos(2\pi f t)$$

[0050] [수학식 6]

[0051]
$$\frac{C-B}{V_M} = \cos(2\pi f(t+2\Delta t)) - \cos(2\pi f(t+\Delta t))$$

[0052] [수학식 7]

[0053]
$$\frac{D-C}{V_M} = \cos(2\pi f(t+3\Delta t)) - \cos(2\pi f(t+2\Delta t))$$

[0054] 다음으로, 상기 수학식 5 내지 수학식 7을 삼각 함수 공식을 이용하여 각각 하기 수학식 8 내지 수학식 10로 재정의한다.

[0055] [수학식 8]

[0056]
$$\frac{B-A}{V_M} = -2 \sin\left(\frac{2\pi f(2t+\Delta t)}{2}\right) \sin\left(\frac{2\pi f \Delta t}{2}\right) = -2 \sin(\pi f(2t+\Delta t)) \sin(\pi f \Delta t)$$

[0057] [수학식 9]

[0058]
$$\frac{C-B}{V_M} = -2 \sin(\pi f(2t+3\Delta t)) \sin(\pi f \Delta t)$$

[0059] [수학식 10]

[0060]
$$\frac{D-C}{V_M} = -2 \sin(\pi f(2t+5\Delta t)) \sin(\pi f \Delta t)$$

[0061] 그런 후, 미지수 V_M 을 제거하기 위해 수학식 9를 수학식 8로 나누고 수학식 10을 수학식 9로 나누어, 하기 수학식 11 및 수학식 12를 유도한다.

[0062] [수학식 11]

[0063]
$$\frac{C-B}{B-A} = \frac{\sin(\pi f(2t+3\Delta t))}{\sin(\pi f(2t+\Delta t))}$$

[0064] [수학식 12]

$$\frac{D-C}{C-B} = \frac{\sin\{\pi f(2t+5\Delta t)\}}{\sin\{\pi f(2t+3\Delta t)\}}$$

[0065] 그런 다음, 상기 수학식 11 및 수학식 12를 임의의 상수 β 를 이용하여 하기 수학식 13 내지 수학식 15로 유도한다. 이때, 임의의 상수 β 는 하기 수학식 13 내지 수학식 15를 만족하도록 가정된 임의의 상수이다.

[0066] [수학식 13]

$$(B-A)\beta = \sin\{\pi f(2t+\Delta t)\}$$

[0067] [수학식 14]

$$(C-B)\beta = \sin\{\pi f(2t+3\Delta t)\}$$

[0068] [수학식 15]

$$(D-C)\beta = \sin\{\pi f(2t+5\Delta t)\}$$

[0069] 그런 다음, $\sin^{-1}$ 를 이용하여 상기 수학식 13 내지 수학식 15를 하기 수학식 16 내지 수학식 18로 재정의한다.

[0070] [수학식 16]

$$\pi f(2t+\Delta t) = \sin^{-1}((B-A)\beta)$$

[0071] [수학식 17]

$$\pi f(2t+3\Delta t) = \sin^{-1}((C-B)\beta)$$

[0072] [수학식 18]

$$\pi f(2t+5\Delta t) = \sin^{-1}((D-C)\beta)$$

[0073] 그런 후, 수학식 17에서 수학식 16을 빼고, 수학식 18에서 수학식 17을 빼서, 하기 수학식 19 및 수학식 20을 유도한다.

[0074] [수학식 19]

$$\sin^{-1}((C-B)\beta) - \sin^{-1}((B-A)\beta) = 2\pi f\Delta t$$

[0075] [수학식 20]

$$\sin^{-1}((D-C)\beta) - \sin^{-1}((C-B)\beta) = 2\pi f\Delta t$$

[0076] 이때, 상기 수학식 19에서 상기 수학식 20을 뺀 값은, 올바른 β 가 선정되면 항상 0이 됨을 알 수 있다. 즉, 수학식 19와 수학식 20의 차에 의하여 직류 성분 산출 조건식(condition)을 정의할 수 있다.

[0077] 이와 같은, 직류 성분 산출 조건식은 아래 수학식 21과 같다.

[0078] [수학식 21]

$$condition = (\sin^{-1}((C-B)\beta) - \sin^{-1}((B-A)\beta)) - (\sin^{-1}((D-C)\beta) - \sin^{-1}((C-B)\beta))$$

[0079] 한편, 상기 수학식 13 내지 수학식 15에서 가정한 임의의 상수 β 는 입력 신호의 진폭 V_M 및 주파수 f 에 영향을 받으며, 시간 t 및 직류성분 α 에는 영향을 받지 않는다. 따라서, 상기 수학식 1 내지 수학식 20에서 진폭

V_M , 주파수 f 가 일정하다는 조건이 성립하면, 모든 시간 영역에서 상기 수학식 13 내지 수학식 15를 만족하는 β 는 동일하다. 이때, 상기 수학식 21에서 나타낸 직류 성분 산출 조건식의 값을 0으로 만족시키는 β 값(즉, 실근)을 산출할 수 있다.

[0090] 이처럼, β 값(즉, 실근)이 결정되면, 결정된 β 값을 상기 수학식 19 및 수학식 20에 대입하여 주파수 f 를 산출하고, 산출된 주파수 f 를 상기 수학식 13 내지 수학식 15에 대입하여 시간 t 를 산출한다. 그런 다음, 상기 산출된 주파수 f 와 시간 t 를 상기 수학식 5 내지 수학식 7에 대입하여 진폭 V_M 을 산출하고, 상기 산출된 주파수 f , 시간 t , 진폭 V_M 를 상기 수학식 1 내지 수학식 4에 대입하여 상기 입력 신호의 직류 성분 α 를 산출한다.

[0091] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)는 반복 수렴에 의한 알고리즘을 사용하여 특정 β (즉, 실근)를 산출할 수 있다.

[0092] 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식(condition) 값은, β 값의 변화에 따라 복소수 값을 가지기도 하고 실수 값을 가지기도 한다.

[0093] 예를 들어, 도 2에서는 입력 신호의 진폭 $V_M=100$, 추출 시간 간격 $\Delta t=50e-6\text{sec}$, 주파수 $f=60\text{Hz}$, 시간 $t=2.5e-3\text{sec}(50\Delta t)$ 일 때 β 값의 변화에 의한 직류 성분 산출 조건식 값의 궤적을 나타내었다. 이때, 도 2에서는, β 값이 $-\infty$ 로부터 0까지 변화할 때의 직류 성분 산출 조건식 값의 궤적과, β 값이 0부터 ∞ 까지 변화할 때의 직류 성분 산출 조건식 값의 궤적을 상이한 굵기의 실선으로 나타내었다. 즉, β 값이 0 미만일 때의 직류 성분 산출 조건식의 궤적 굵기를 β 값이 0 초과일 때의 직류 성분 산출 조건식의 궤적 굵기보다 굵게 표현하였다. 이때, 직류 성분 산출 조건식 값을 0으로 수렴시키는 β 값(즉, 실근)은 β 값이 $-\infty$ 로부터 0까지 변화할 때의 궤적 상에 존재하게 된다.

[0094] 구체적으로, 도 2의 K 부분을 확대한 그래프에서, 수직축은 β 이며 수평축은 직류 성분 산출 조건식(condition) 값의 실수 구간을 나타내었다. 이때, 도 2에서는 직류 성분 산출 조건식(condition) 값을 0으로 만족시키는 β 값(즉, 실근)(P1, P2)이 $\beta=0$ 일 때와 $0<\beta<-1.88$ 인 구간에 존재하는 것을 나타내었다. 이때, $\beta=0$ 일 때는 상기 수학식 13 내지 수학식 15를 만족하지 않는 허근이며, $0<\beta<-1.88$ 인 구간에 존재하는 β 값이 실근이 된다. 참고로, 상기 수학식 13 내지 수학식 15에 의해 β 는 항상 음의 값을 갖는다.

[0095] 한편, 도 3에서 나타낸 바와 같이, β 값이 0일 때(P1) 직류 성분 산출 조건식(condition) 값은 0이 되고, β 값이 작아질수록 직류 성분 산출 조건식(condition) 값은 작아지다가 다시 상승하여 특정 β 값(P2)에서 다시 0이 된다. 그런 다음, β 값이 상기 특정 β 값 보다 더 작아지면 직류 성분 산출 조건식(condition) 값은 더욱 상승하여 복소수 값을 가지게 된다.

[0096] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)는, 초기 β 값을 설정한 후 직류 성분 산출 조건식(condition) 값에 따라 변경된 β 값을 대입하여 직류 성분 산출 조건식(condition) 값이 0에 수렴되도록 하는 반복 수렴 알고리즘을 통해 상기 특정 β 값(즉, 실근)을 검출할 수 있다.

[0097] 이하, 도 4 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식(condition)의 실근을 검출하는 반복 수렴 알고리즘의 예에 대해서 상세히 설명하도록 한다.

[0098] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식의 실근을 검출하는 반복 수렴 알고리즘의 일

예를 설명하기 위한 도면이다.

- [0099] 이때, 도 4 및 도 5에서는 본 발명의 실시예에 따른 상기 특정 β 값 검출하기 위해, β 값에 대한 상계(Upper Bound) 및 하계(Lower Bound)에 대한 재정의의 반복하는 반복 수렴 알고리즘에 대해서 나타내었다.
- [0100] 예를 들어, 도 4에서는 임의의 상수 β 값의 변화에 따른 직류 성분 산출 조건식(condition)(이하, ‘조건식’ 이라고 함) 값의 변화 그래프를 나타내었다. 이때, 본 발명의 실시예에 따른 β 값에 대한 상계 및 하계를 재정의하는 반복 수렴 알고리즘에서는, 선택된 β 값을 대입한 조건식의 결과 값과 기설정된 수렴 임계값의 관계에 따라 상계 또는 하계의 재정의의 수행한다.
- [0101] 즉, 도 4에서 나타낸 바와 같이, 이전에 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(즉, 조건식 값)이 수렴 임계값의 범위 중 최저 값(즉, 0) 미만의 값일 때, 상기 이전에 선택된 β 값보다 기설정된 값만큼 작은 β 값을 선택할 수 있도록 상계 값을 이전보다 작은 값으로 재정의한다. 반면, 이전에 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값이 수렴 임계값의 범위 중 최상 값(즉, 수렴 임계 값)을 초과하는 값일 때, 상기 이전에 선택된 β 값보다 기설정된 값만큼 큰 β 값을 선택할 수 있도록 하계 값을 이전보다 큰 값으로 재정의한다.
- [0102] 구체적으로, 도 5에서는 β 값에 대한 상계 및 하계의 재정의의 반복 수렴 알고리즘의 순서도를 나타내었다.
- [0103] 먼저, 최초로 직류 성분 산출 조건식(condition)에 대입할 초기 β 값(Initial β)을 결정한다(S511).
- [0104] 참고로, 초기 β 값은 상기 수학식 13 내지 수학식 15에서 우변의 최대 값(본 발명의 실시예에서는, 정현파의 최대 값인 1로 설정함)으로 가정하므로, 초기 β 값은 실근보다 항상 작은 값으로 설정된다.
- [0105] 그런 다음, 상계(Upper bound) 값은 0으로 설정하고, 하계(Lower bound) 값은 초기 β 값(Initial β)으로 설정하여, 상계 및 하계 범위(즉, 선택 가능한 β 값의 범위)를 설정한다(S512).
- [0106] 다음으로, 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 기설정된 수렴 임계값(convergence limit)을 초과하는 값인지 판단한다(S513).
- [0107] 이때, 선택된 β 값은 이전 선택된 β 값을 대입한 조건식 값에 따라 기설정된 값만큼 커지거나 작아진 β 값으로서, 초기 β 값부터 다음으로 선택된 β 값들이 순차적으로 상기 조건식에 대입된다. 조건식에 초기 β 값을 대입할 경우 β 값에 대한 상계 및 하계 범위는 단계 (S512)에서 설정된 바와 같이 0으로부터 초기 β 값까지로 설정된 상태이다.
- [0108] 또한, 수렴 임계값은 도 4에서 나타낸 수렴 임계값과 동일한 개념으로서, 본 발명의 실시예에 따른 반복 수렴 알고리즘에서는 조건식 값이 0을 기준으로 일정 범위(즉, 수렴 임계값) 내에 수렴하도록 하는 β 값을 실근으로서 선택할 수 있다. 참고로, 도 4에서는 수렴 임계값이 양의 값을 갖는 것을 나타내었다.
- [0109] 그런 다음, 단계 (S513)의 판단 결과, 선택된 β 값을 조건식에 대입한 값이 수렴 임계값을 초과하면, 하계 값을 상기 선택된 β 값으로 설정한 후, 상계 값 및 하계 값의 합을 2로 나눈 값을 다음으로 대입할 β 값으로 선택한 후(S514), 단계 (S513)으로 회귀한다.
- [0110] 반면, 단계 (S513)의 판단 결과, 상기 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 수렴 임계값 이하의 값이면, 상기 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 0 미만의 값을 갖는지 판단한다

(S515).

[0111] 이때, 단계(S515)의 판단 결과, 상기 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 0 미만의 값(즉, 음의 값)일 경우 상계 값을 상기 선택된 β 값으로 설정한 후, 상계 값 및 하계 값의 합을 2로 나눈 값을 다음으로 대입할 β 값으로 선택한 후(S516), 단계 (S513)으로 회귀한다.

[0112] 또한, 단계 (S515)의 판단 결과, 상기 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 0 이상의 값이면, 상기 선택된 β 값을 실근으로 결정한다(S517).

[0113] 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식의 실근을 검출하는 반복 수렴 알고리즘의 다른 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0114] 이때, 도 6 및 도 7에서는 본 발명의 실시예에 따른 상기 특정 β 값 검출하기 위해, 대입된 β 값에 따른 조건식의 기울기에 의한 반복 수렴 알고리즘에 대해서 나타내었다.

[0115] 예를 들어, 도 6에서는 임의의 상수 β 값의 변화에 따른 직류 성분 산출 조건식(condition)(이하, ‘조건식’ 이라고 함) 값의 변화 그래프를 나타내었다. 이때, β 값에 따른 조건식의 기울기에 의한 반복 수렴 알고리즘에서는, 이전 선택된 β 값을 대입한 조건식에서의 기울기 함수 y 값을 0으로 만족시키는 x축의 값을 다음으로 대입할 β 값으로 선택한다.

[0116] 즉, 도 6에서 나타낸 바와 같이, 조건식의 값이 수렴 임계값보다 작아질 때까지, 기선택된 β 값을 대입한 조건식에서의 기울기 함수 y 값을 0으로 만족시키는 x축의 값을 조건식에 다시 대입하는 반복을 수행한다.

[0117] 구체적으로, 도 7에서는 β 값에 따른 조건식의 기울기에 의한 반복 수렴 알고리즘의 순서도를 나타내었다.

[0118] 먼저, 최초로 조건식에 대입할 초기 β 값(Initial β)을 결정한다(S711).

[0119] 참고로, 초기 β 값은 상기 수학식 13 내지 수학식 15에서 우변의 최대 값(본 발명의 실시예에서는, 정현파의 최대 값인 1로 설정함)으로 가정하므로, 초기 β 값은 실근보다 항상 작은 값으로 설정된다.

[0120] 다음으로, 선택된 β 값을 대입한 조건식(condition)의 기울기 함수($\frac{dcondition}{d\beta}$)를 유도한다(S712).

[0121] 그런 다음, 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 수렴 임계값을 초과하는 값인지 판단한다(S713).

[0122] 이때, 단계 (S713)의 판단 결과, 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 수렴 임계값을 초과

$$y - condition(\beta) = \frac{dcondition}{d\beta}(x - \beta)$$

하는 값일 경우, 조건식의 기울기 함수($\frac{dcondition}{d\beta}$)에서 치역 y 값을 0으로 만족시키는 정의역 x 값을 산출한다(S714).

[0123] 그런 다음, β 값을 상기 산출된 x값으로 설정하여 조건식에 다음으로 대입할 β 값으로 선택한 후(S715), 단계 (S713)으로 회귀한다.

[0124] 반면, 단계 (S713)의 판단 결과, 선택된 β 값을 조건식에 대입한 결과 값(condition(β))이 수렴 임계값 이하의

값일 경우, 상기 선택된 β 값을 실근으로 결정한다(S716).

[0125] 이처럼, 상기 도 4 내지 도 7을 통해 설명한 직류 성분 산출 조건식(condition)의 반복 수렴 알고리즘을 통해 조건식 값을 0으로 수렴시키는 실근 값을 검출할 수 있다. 이때, 실근(즉, β 값)이 정확할수록 상기 수학적 19 및 수학적 20을 통해 산출되는 주파수 f 가 정확하게 산출된다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 상기 반복 수렴 알고리즘들을 사용하여 상기 실근을 검출할 시에 수렴 임계값을 작게 설정할수록 좀 더 정확한 실근을 검출할 수 있다.

[0126] 이하, 도 8을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)가 직류 성분 값을 산출하는 과정에 대해서 상세히 설명하도록 한다.

[0127] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출 조건식을 이용하여 직류 성분 값을 산출하는 알고리즘을 나타내는 순서도이다.

[0128] 먼저, 신호(즉, 입력 신호)가 입력되면(S810), β_{opt} 의 존재 여부를 판단한다(S820).

[0129] 이때, 입력 신호는 아날로그 정현파 신호일 수 있으며, β_{opt} 는 이전에 기설정된 직류 성분 산출 조건식의 실근을 의미한다.

[0130] 다음으로, 단계 (S820)의 판단 결과, 기설정된 β_{opt} 가 존재하지 않는 경우, 입력된 신호로부터 기설정된 개수의 신호 샘플을 추출한다(S831).

[0131] 그리고, 추출된 신호 샘플들에 대한 연립 방정식을 통해 직류 성분 산출 조건식을 유도한다(S832).

[0132] 이와 같은, 상기 연립 방정식 및 직류 성분 산출 조건식은 상기 수학적 1 내지 수학적 21을 이용하여 정의될 수 있다. 이때, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)는 실험적 데이터로써 상기 연립 방정식 및 직류 성분 산출 조건식을 사전에 유도하여 저장해둘 수 있으며, 상기 신호 샘플들의 값 및 신호 샘플들에 대한 추출 시간 간격 값에 매칭되는 기저장된 수식을 검출하여 단계 (S832)를 수행할 수도 있다.

[0133] 다음으로, 단계 (S832)로부터 획득한 직류 성분 산출 조건식을 만족하는 실근(즉, β 값)을 산출하기 위하여, 초기 β 값 및 반복 수렴 임계값을 결정한다(S833).

[0134] 참고로, 반복 수렴 임계값은 상기 도 4 내지 도 7에서 설명한 수렴 임계값과 동일하게 설정될 수 있다.

[0135] 다음으로, 직류 성분 산출 조건식에 대입할 β 값(β_{new})을 검출하기 위해, 상기 설정된 초기 β 값 및 반복 수렴 임계값을 이용하여 반복 수렴 알고리즘을 수행한다(S834).

[0136] 참고로, 단계 (S834)에서 수행되는 반복 수렴 알고리즘은 상기 도 4 내지 도 7을 통해 설명한 반복 수렴 알고리즘을 이용할 수 있다.

[0137] 그런 다음, 단계 (S834)의 반복 수렴 알고리즘을 통해 검출된 β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 이상의 값을 갖는지 판단한다(S835).

[0138] 이때, 단계 (S835)의 판단 결과, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 이상의 값을 갖는 경우, 단계 (S834)를 재수행하여 β_{new} 를 재검출한다.

[0139] 참고로, 단계 (S835)에서는 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 이상의 값을 갖는지 판단하는 것을 나타내었으나, 상기 도 5 및 도 7에서 나타낸 바와 같이, 직류 성분 산출 조건식의 결과 값이 수렴 임계값을 초과하는 값을 갖는지 판단하는 것도 가능하다.

[0140] 반면, 단계 (S835)의 판단 결과, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 미만의 값을 갖는 경우, 해당 β_{new} 를 실근(β_{opt})으로서 갱신한다(S850).

- [0141] 즉, 입력 신호에 대한 기설정된 직류 성분 산출 조건식의 실근이 존재하지 않는 경우 단계 (S831) 내지 단계 (S835)를 수행하여 직류 성분 산출 조건식의 실근을 생성한다.
- [0142] 한편, 단계 (S820)의 판단 결과 이전에 기설정된 β_{opt} 가 존재하는 것으로 판단되면, 해당 β_{opt} 를 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{opt}))이 기설정된 정확도 임계값 미만의 값을 갖는지 판단한다(S841).
- [0143] 이때, 정확도 임계값은 상기 반복 수렴 임계값 및 수렴 임계값과 동일하게 설정될 수 있으며, 정확한 실근을 검출하기 위해 상기 반복 수렴 임계값 및 수렴 임계값보다 작게 설정될 수 있다.
- [0144] 단계 (S841)의 판단 결과, 기설정된 β_{opt} 를 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{opt}))이 기설정된 정확도 임계값 미만의 값을 가질 경우, β_{opt} 의 갱신 없이 기저장된 β_{opt} 를 이용하여 입력 신호에 대한 주파수 f 및 시간 t를 산출한다(S860).
- [0145] 반면, 단계(S841)의 판단 결과, 기설정된 β_{opt} 를 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{opt}))이 정확도 임계값 이상의 값을 갖는 경우, 입력된 신호로부터 기설정된 개수의 신호 샘플을 추출한다(S842).
- [0146] 그리고, 추출된 신호 샘플들에 대한 연립 방정식을 통해 직류 성분 산출 조건식을 유도한다(S843).
- [0147] 이와 같은, 상기 연립 방정식 및 직류 성분 산출 조건식은 상기 수학식 1 내지 수학식 21을 이용하여 정의될 수 있다. 이때, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 산출부(130)는 실험적 데이터로써 상기 연립 방정식 및 직류 성분 산출 조건식을 사전에 유도하여 저장해둘 수 있으며, 상기 신호 샘플들의 값 및 신호 샘플들에 대한 추출 시간 간격 값에 매칭되는 기저장된 수식을 검출하여 단계 (S843)을 수행할 수도 있다.
- [0148] 다음으로, 단계 (S843)로부터 획득한 직류 성분 산출 조건식을 만족하는 실근(즉, β 값)을 산출하기 위하여, 초기 β 값 및 반복 수렴 임계값을 결정한다(S844).
- [0149] 참고로, 반복 수렴 임계값은 상기 도 4 내지 도 7에서 설명한 수렴 임계값과 동일하게 설정될 수 있다.
- [0150] 다음으로, 직류 성분 산출 조건식에 대입할 β 값(β_{new})을 검출하기 위해, 상기 설정된 초기 β 값 및 반복 수렴 임계값을 이용하여 반복 수렴 알고리즘을 수행한다(S845).
- [0151] 참고로, 단계 (S845)에서 수행되는 반복 수렴 알고리즘은 상기 도 4 내지 도 7을 통해 설명한 반복 수렴 알고리즘을 이용할 수 있다.
- [0152] 그런 다음, 단계 (S845)의 반복 수렴 알고리즘을 통해 검출된 β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 이상의 값을 갖는지 판단한다(S846).
- [0153] 이때, 단계 (S846)의 판단 결과, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 이상의 값을 갖는 경우, 단계 (S845)를 재수행하여 β_{new} 를 재검출한다.
- [0154] 참고로, 단계 (S846)에서는 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 이상의 값을 갖는지 판단하는 것을 나타내었으나, 상기 도 5 및 도 7에서 나타낸 바와 같이, 직류 성분 산출 조건식의 결과 값이 수렴 임계값을 초과하는 값을 갖는지 판단하는 것도 가능하다.
- [0155] 반면, 단계 (S846)의 판단 결과, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 수렴 임계값 미만의 값을 갖는 경우, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 기설정된 β_{opt} 를 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{opt})) 이상의 값을 갖는지 판단한다(S847).
- [0156] 그런 다음, 단계 (S847)의 판단 결과, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 기설정된 β_{opt} 를 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{opt})) 미만의 값을 갖는 경우, 해당 β_{new}

를 실근(β_{opt})으로서 갱신한다(S850).

[0157] 그리고, 단계 (S850)의 수행을 통해 갱신된 β_{opt} 를 이용하여 입력 신호에 대한 주파수 f 및 시간 t 를 산출한다(S860).

[0158] 반면, 단계 (S847)의 판단 결과, β_{new} 을 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{new}))이 기설정된 β_{opt} 를 대입한 직류 성분 산출 조건식의 결과 값(condition(β_{opt})) 이상의 값을 갖는 경우, β_{opt} 의 갱신 없이 기저장된 β_{opt} 를 이용하여 입력 신호에 대한 주파수 f 및 시간 t 를 산출한다(S860).

[0159] 즉, 단계 (S860)에서는 앞서 수행된 단계 중 어느 한 단계로부터 β 값(즉, 실근)이 결정되면, 결정된 β 값을 상기 수학식 19 및 수학식 20에 대입하여 주파수 f 를 산출한다. 그리고, 산출된 주파수 f 를 상기 수학식 13 내지 수학식 15에 대입하여 시간 t 를 산출한다.

[0160] 그런 다음, 상기 산출된 주파수 f 와 시간 t 를 이용하여 입력 신호에 대한 진폭 V_M 을 산출하고, 직류 성분 α 를 산출한다(S870).

[0161] 이때, 주파수 f 와 시간 t 를 상기 수학식 5 내지 수학식 7에 대입하여 진폭 V_M 을 산출하고, 상기 산출된 주파수 f , 시간 t 및 진폭 V_M 를 상기 수학식 1 내지 수학식 4에 대입하여 상기 입력 신호의 직류 성분 α 를 산출할 수 있다.

[0162] 이처럼, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 값을 산출하는 알고리즘에서는, 정확도 임계값보다 작은 조건식(condition) 값을 만족하는 β_{opt} 가 있다면 동일한 형태의 입력 신호가 지속적으로 입력될 때 매번 직류 성분 α 를 반복 수렴으로 계산할 필요가 없어 연산 효율을 높일 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 직류 성분 값을 산출하는 알고리즘에서는, 입력 신호의 형태가 변화하거나 조건식(condition) 값이 정확도 임계값보다 클 경우 적합한 β_{opt} 를 반복 수렴으로 계산하여 β_{opt} 를 갱신함으로써, 입력 신호의 변화에 대한 빠른 대처가 가능하다.

[0163] 이하, 도 9를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 방법에 대해서 상세히 설명하도록 한다.

[0164] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0165] 먼저, 신호가 입력되면(S910), 입력 신호에 대한 고주파 성분을 제거한다(S920).

[0166] 이때, 입력되는 아날로그 신호(예를 들어, 정현파 신호)일 수 있으며, 저역 통과 필터링 과정을 통해 입력 신호의 고주파 성분을 제거한다.

[0167] 이처럼, 고주파 성분이 제거된 입력 신호에 대해 기설정된 개수의 신호 샘플을 추출한다(S930).

[0168] 그리고, 추출된 신호 샘플들의 값을 이용하여 입력 신호에 대한 직류 성분 값을 산출한다(S940).

[0169] 이때, 단계 (S940)에서는 상기 도 8에서 설명한 직류 성분 산출 알고리즘을 이용하여 직류 성분 값을 산출할 수 있다.

[0170] 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 방법에서는 상기 신호 샘플을 추출하는 단계를 수행하기에 앞서, 입력 신호가 사전에 입력된 신호와 동일한 신호인지 여부를 더 판단할 수 있다. 즉, 기설정된 직류 성분 산출 조건식을 만족하는 기설정된 실근이 존재하는지 판단할 수 있다. 이처럼, 기설정된 실근이 존재하는 경우 상기 기설정된 실근을 이용하거나, 상기 기설정된 실근보다 더 정확한 실근을 재산출하여 직류 성분 값을 산출할 수 있다.

[0171] 그런 다음, 산출된 직류 성분 값을 상기 고주파 성분이 제거된 입력 신호에 적용하여, 직류 성분을 제거한다(S950).

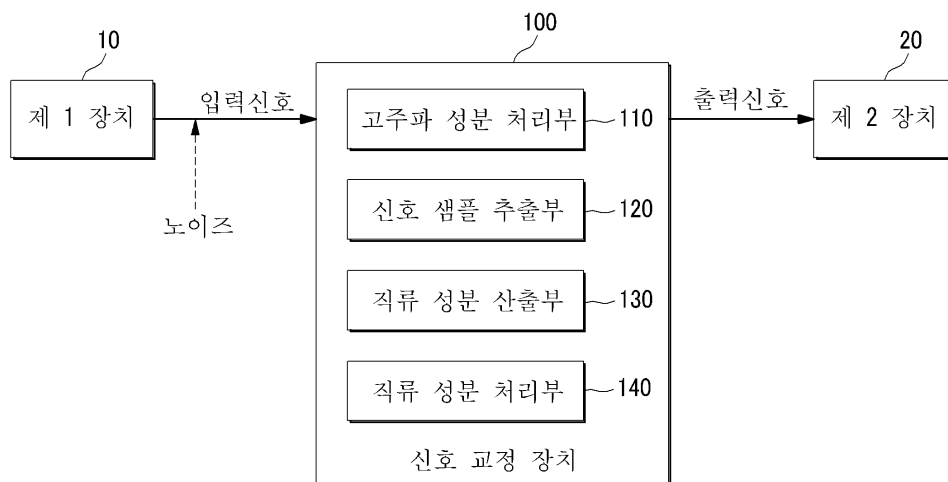
- [0172] 이처럼, 본 발명의 실시예에 따른 신호 교정 방법에서는 입력 신호에 대한 기설정된 개수의 신호 샘플을 추출하여 상기 직류 성분 산출 알고리즘을 수행함으로써, 입력 신호의 한 주기가 수행되기 이전에 직류 성분을 산출할 수 있는 조건(즉, 신호 샘플)을 획득할 수 있어 빠르고 정확하게 직류 성분을 산출 및 제거할 수 있다.
- [0173] 본 발명의 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0174] 본 발명의 장치 및 방법은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0175] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0176] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

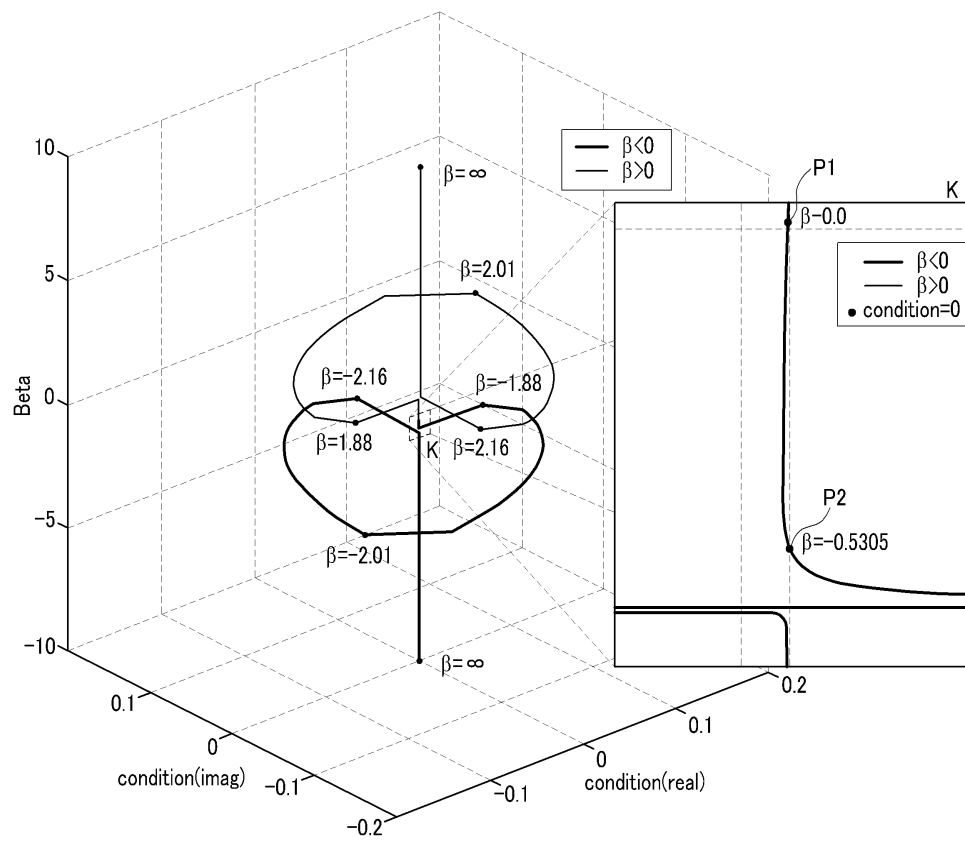
- [0177] 100: 신호 교정 장치 110: 고주파 성분 처리부
120: 신호 샘플 추출부 130: 직류 성분 산출부
140: 직류 성분 처리부

도면

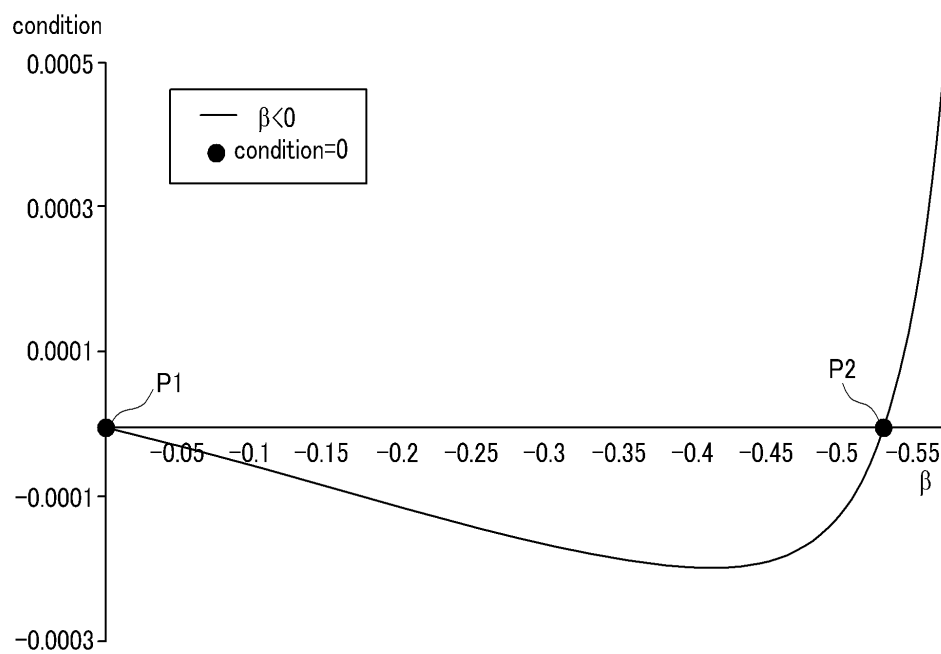
도면1



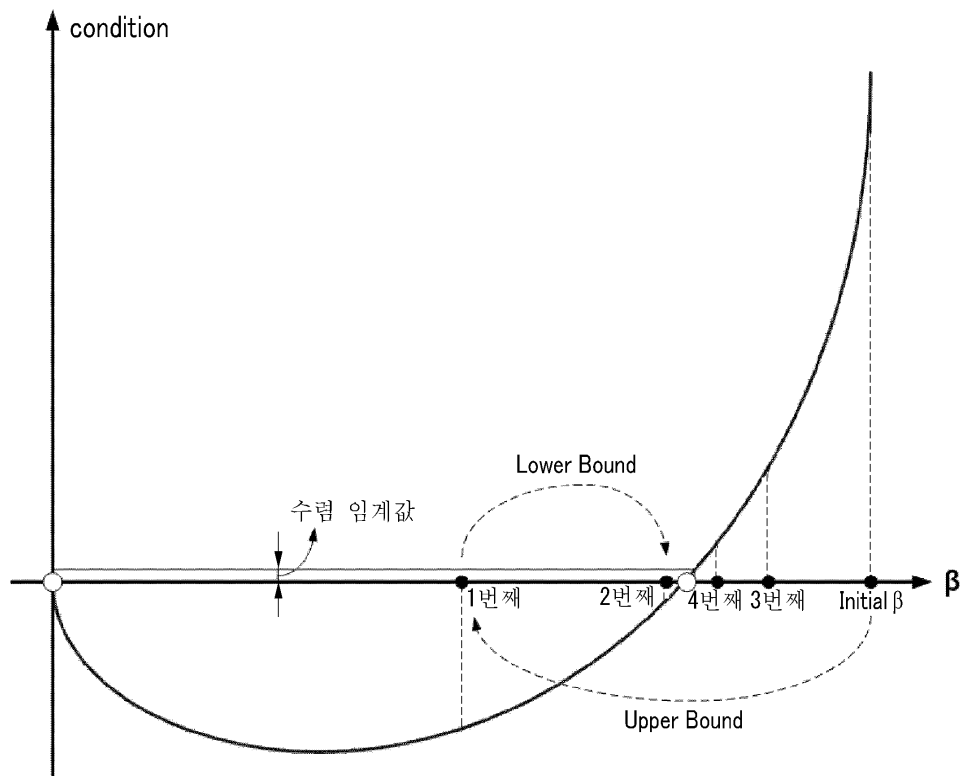
도면2



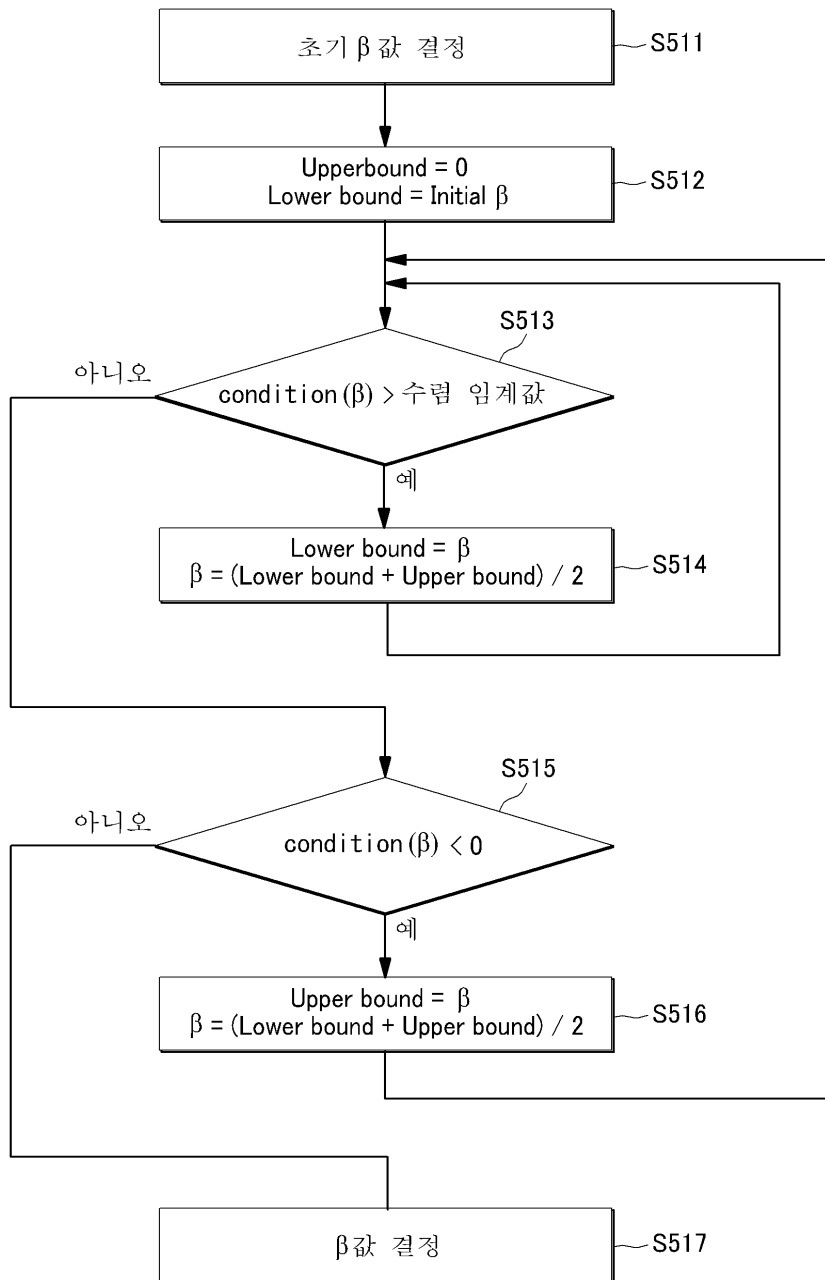
도면3



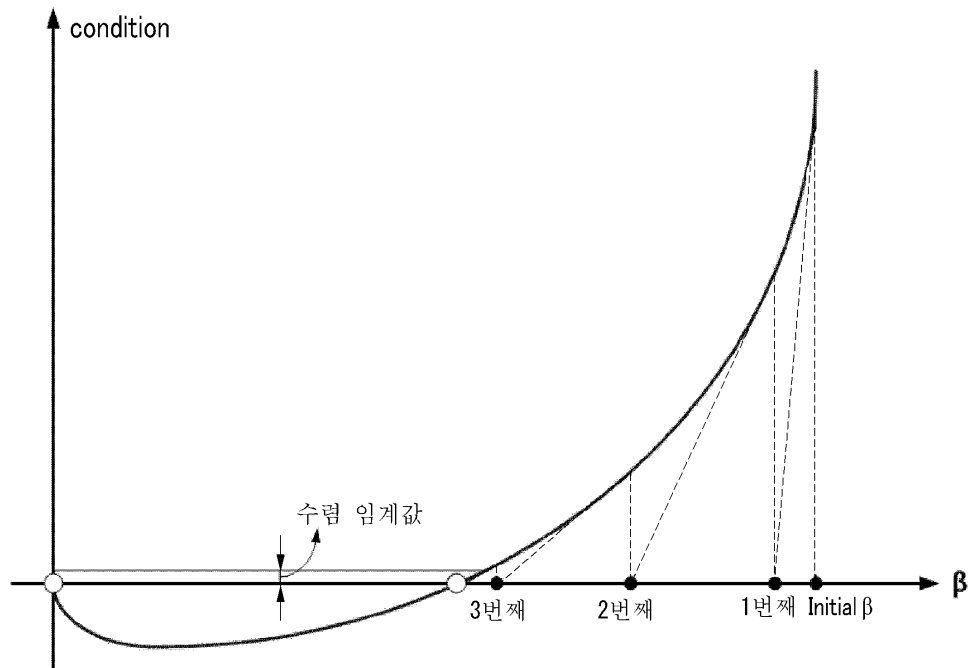
도면4



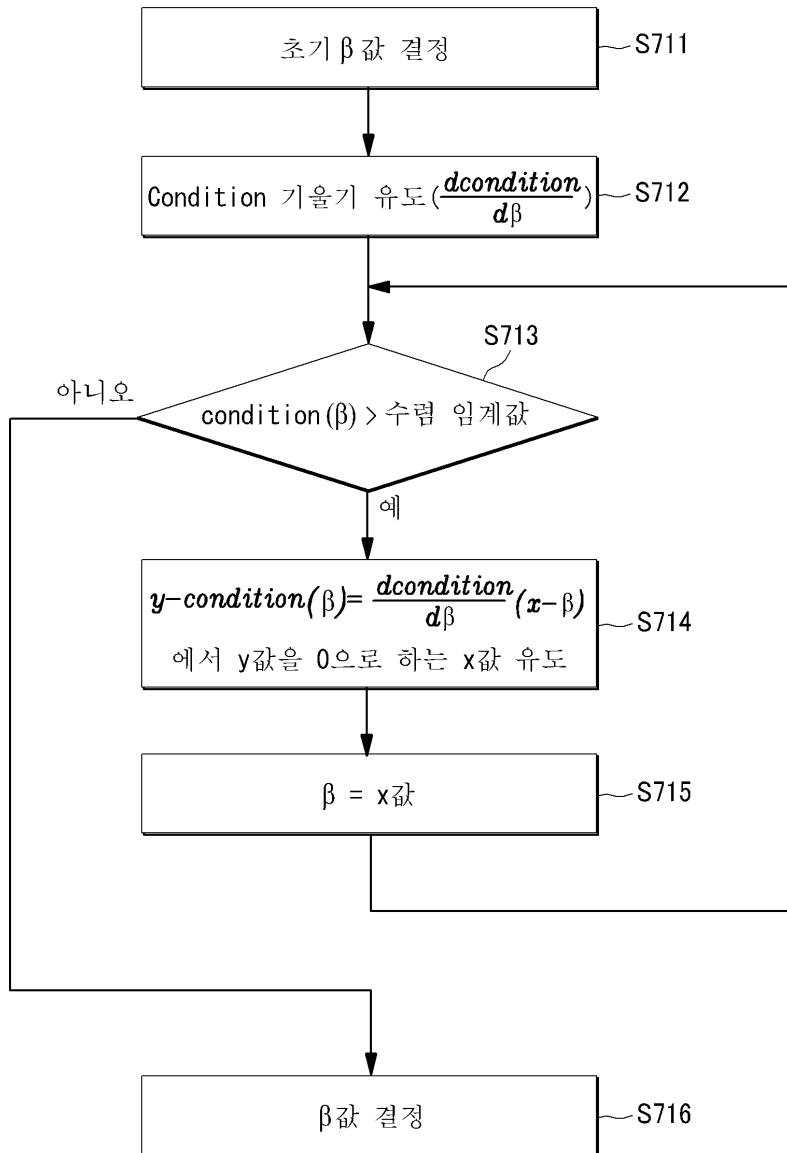
도면5



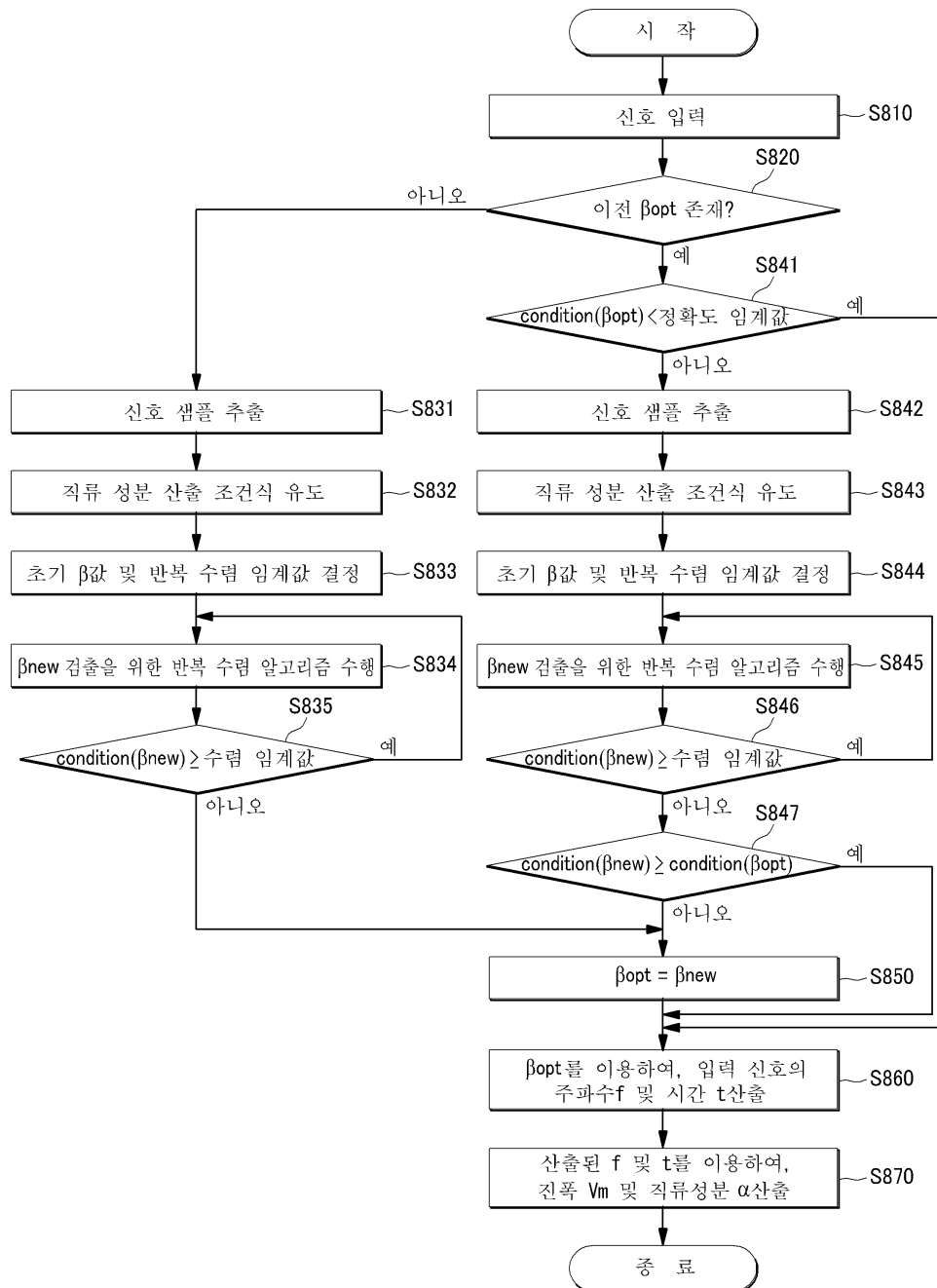
도면6



도면7



도면8



도면9

