



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월22일  
(11) 등록번호 10-1157455  
(24) 등록일자 2012년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01R 31/34 (2006.01) G01R 31/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0023142  
(22) 출원일자 2010년03월16일  
심사청구일자 2010년03월16일  
(65) 공개번호 10-2011-0058629  
(43) 공개일자 2011년06월01일  
(30) 우선권주장  
1020090114319 2009년11월25일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020080001828 A  
US20070138796 A1  
JP11069893 A  
JP2008251448 A

(73) 특허권자  
한국기계연구원  
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
(72) 발명자  
남용운  
대전광역시 유성구 관평1로 12, 대덕테크노밸리  
7단지 701동 201호 (관평동)  
이근호  
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 409동 1201호  
(전민동, 엑스포아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 8 항

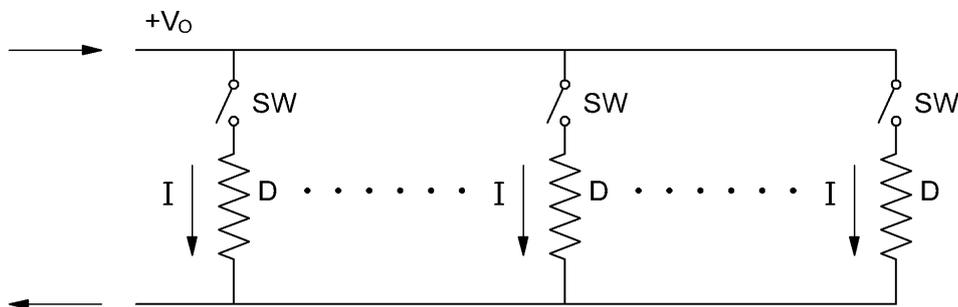
심사관 : 오응기

(54) 발명의 명칭 **덤프 로드 고장 감지 시스템 및 고장 감지 방법**

(57) 요약

본 발명은 하이브리드 발전 시스템의 덤프 로드 고장 감지 시스템 및 고장 감지 방법에 관한 것으로서, 하이브리드 발전 시스템에 구비되는 덤프 로드의 고장을 감지하기 위한 시스템에 있어서, 일단이 전력선에 연결되고 덤프 로드와 전류를 공급 및 차단하는 스위치와 일단이 상기 스위치에 직렬로 연결되고 타단이 그라운드에 연결되며 도중에 연결접점이 형성되는 덤프 로드와 일단이 전력선에 연결되고 상기 스위치와 병렬로 연결되는 제1저항과 일단이 상기 제1저항과 직렬로 연결되고 타단이 상기 스위치와 상기 덤프 로드의 접점에 연결되는 제2저항과 일단이 상기 제2저항과 직렬로 연결되고 타단이 상기 그라운드에 연결되는 제3저항 및 일단이 상기 제3저항과 직렬로 연결되고 타단이 상기 그라운드에 연결되는 제4저항을 포함함으로써, 안전한 방법으로 덤프 로드 자체의 단락이나 단선의 이상 유무를 알아낼 수 있고 이를 관리자가 편리하게 확인할 수 있는 덤프 로드 고장 감지 시스템을 구현할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**박영준**

대전광역시 유성구 관평동 882번지 202호

**문석준**

서울특별시 서대문구 세검정로1길 95, 벽산 아파트 102동 305호 (홍은동)

**정중관**

충청남도 보령시 공촌1길 21 (공촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK149E

부처명 지식경제부

연구사업명 주요사업

연구과제명 풍력-엔진 하이브리드 발전 시스템 설계 기술 개발

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2009년 01월 01일 ~ 2009년 12월 31일

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

하이브리드 발전 시스템에 구비되는 덤프 로드의 고장을 감지하기 위한 시스템에 있어서,  
일단이 전력선에 연결되고 덤프 로드와 전류를 공급 및 차단하는 스위치;  
일단이 상기 스위치에 직렬로 연결되고 타단이 그라운드에 연결되며 도중에 연결접점이 형성되는 덤프 로드;  
일단이 전력선에 연결되고 상기 스위치와 병렬로 연결되는 제1저항;  
상기 제1저항과 상기 스위치의 타단 사이에 직렬로 연결되는 제2저항;  
일단이 상기 덤프 로드의 연결접점에 연결되고 상기 덤프 로드와 병렬로 연결되는 제3저항; 및  
일단이 상기 제3저항과 직렬로 연결되고 타단이 상기 그라운드에 연결되는 제4저항  
을 포함하는 덤프 로드 고장 감지 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 연결접점은 상기 덤프 로드 중간에 탭을 형성한 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 시스템

### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 제1저항과 상기 제3저항에 걸리는 전압이 각각 10V 이내인 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 시스템

### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 제1저항 및 상기 제2저항에서 소모되는 전력의 합이 5W 이내인 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 시스템

### 청구항 5

제1항에 있어서,  
제1저항의 저항값과 제3저항의 저항값이 같고 제2저항의 저항값과 제4저항의 저항값이 같은 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 시스템

### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 덤프 로드의 저항보다 상기 제1저항과 상기 제3저항의 저항값이 큰 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 시스템

**청구항 7**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2저항 및 상기 제4저항에 병렬로 연결되고 상기 제2저항 및 상기 제4저항에 걸리는 전압의 파형을 구형파로 변형시켜주는 파형변형부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 시스템

**청구항 8**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 덤프 로드 고장 감지 시스템을 이용하여 하이브리드 발전 시스템의 덤프 로드의 고장을 감지하기 위한 방법에 있어서,

제2저항 및 제4저항의 전압을 측정하는 단계;

측정한 상기 제2저항의 전압과 상기 제4저항의 전압을 정상인 경우의 전압과 비교하는 단계;

상기 스위치가 열려 있는 경우(OFF) 상기 제2저항의 측정된 전압과 정상인 경우의 제2저항의 전압을 비교하여 덤프 로드의 고장을 감지하는 단계; 및

상기 스위치가 닫혀 있는 경우(ON) 상기 제4저항의 측정된 전압과 정상인 경우의 제4저항의 전압을 비교하여 덤프 로드의 고장을 감지하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 덤프 로드 고장 감지 방법

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 풍력-디젤 하이브리드 발전 시스템과 같은 하이브리드 발전 시스템의 덤프 로드 고장 감지 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 덤프 로드에서 저항을 병렬로 연결하고 저항에 걸리는 전압값의 변화를 감지하여 덤프 로드의 이상 유무를 감지하는 덤프 로드 고장 감지 방법 및 고장 감지 시스템이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 풍력발전은 풍속 조건에 따라 출력이 광범위하고 급격히 변화하는 특성을 가지게 되어 불안정한 요소가 있으므로 디젤 엔진에 의해 구동되는 디젤 발전기와 복합적으로 운영된다.

[0003] 이러한 풍력-디젤 하이브리드 발전 시스템의 한 예가 도1에 개시되어 있다.

[0004] 도면을 참조하면 종래기술에 의한 풍력-디젤 하이브리드 발전 시스템(1)은 풍력 발전 시스템(10)과 디젤 발전 시스템(20)과 플라이 휠부(30) 및 덤프 로드부(40)로 구성되어 있다.

[0005] 상기 풍력 발전기(11)는 바람이 부는 경우에 바람으로 풍차를 돌려 전력을 생산한다. 이 때 바람의 세기에 따라 생성되는 전력이 증감하므로 이를 컨버터(15)와 인버터(17)를 통하여 독립계통(50)에 전력을 공급한다.

[0006] 또한 상기 디젤 발전기(21)는 증속이 낮아 풍력 발전기(11)에 의한 전력만으로는 전력 공급량이 부족할 때 가동하고 균일한 전력의 생산이 가능하므로 컨버터와 인버터를 통하지 않고 독립계통(50)에 전력을 공급한다.

[0007] 상기 플라이휠(31)은 전기 에너지를 저장하고 필요할 때에 저장된 에너지를 신속하게 빼내어 쓸 수 있는 에너지 저장요소로서, 전기 에너지를 운동 에너지로 바꾸어 저장하였다가 운동 에너지를 다시 전기 에너지로 변환하여 공급한다.

[0008] 이 때 플라이휠(31)의 운동속도에 따라 생성되는 전력이 증감하고 이를 컨버터(35)와 인버터(37)를 통하여 독립계통(50)에서 전력을 받거나 독립계통(50)으로 전력을 공급한다.

[0009] 덤프 로드(41)는 상기한 플라이휠(31)에서 전기 에너지를 저장하고 남은 유휴전력을 소비하는 요소이다. 상기한 덤프 로드(41)는 도2와 같이 다수의 저항체로 이루어져 있으며 컨버터(45)를 통해 직류로 변환된 전력을 열에너지의 형태로 방출한다.

- [0010] 상기한 바와 같은 하이브리드 발전 시스템에서 고장을 감지하는 것은 중요한 사항이다. 상기한 풍력-디젤 하이브리드 발전 시스템을 구성하는 풍력 발전기, 디젤 발전기 등의 요소들은 제어기에서 그 이상 여부를 감지하여 이상이 감지된 경우 독립계통으로부터 차단하여 수리하는 것이 가능하다.
- [0011] 하지만 현재 덤프 로드에는 이상을 감지하기 위한 별도의 시스템이 없다. 하지만 덤프 로드에 단선이나 단락과 같은 이상이 발생한 경우 플라이휠에 저장되고 남은 전기 에너지로 인하여 독립계통의 정기 주파수 또는 전압이 상승하는 등 전력 품질이 나빠지고 이에 따라 다른 요소의 고장을 유발시킬 수 있다.
- [0012] 그리고 덤프 로드 특성상 유희전력이 있는 경우 전류가 흐르고 유희전력이 없는 경우에는 전류가 흐르지 않으므로 단순히 덤프 로드 통전여부를 측정함에 의해서는 덤프 로드 자체의 이상 유무를 알아낼 수 없다.
- [0013] 또한 덤프 로드에는 고전압의 전류가 흐르고 있으므로 덤프 로드의 이상여부를 수리하는 사람이 직접 측정하여 진단하는 것은 위험하며, 자동제어 운전에서 시스템 구성품의 고장을 제어기가 감지해야 한다.
- [0014] 따라서, 안전한 방법으로 덤프 로드 자체의 단락이나 단선의 이상 유무를 알아낼 수 있고 이를 관리자가 편리하게 확인할 수 있는 덤프 로드 고장 감지 방법 및 고장 감지 시스템이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0015] 본 발명은 상기한 종래기술의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로서, 안전한 방법으로 덤프 로드 자체의 단락이나 단선의 이상 유무를 알아낼 수 있고 이를 관리자가 편리하게 확인할 수 있는 덤프 로드 고장 감지 시스템 및 고장 감지 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0016] 본 발명의 일 특징에 따른 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 하이브리드 발전 시스템에 구비되는 덤프 로드의 고장을 감지하기 위한 시스템에 있어서, 일단이 전력선에 연결되고 덤프 로드 통전여부를 공급 및 차단하는 스위치와 일단이 상기 스위치에 직렬로 연결되고 타단이 그라운드에 연결되며 도중에 연결접점이 형성되는 덤프 로드와 일단이 전력선에 연결되고 상기 스위치와 병렬로 연결되는 제1저항과 일단이 상기 제1저항과 직렬로 연결되고 타단이 상기 스위치와 상기 덤프 로드의 접점에 연결되는 제2저항과 일단이 상기 덤프 로드의 연결접점에 연결되고 상기 덤프 로드와 병렬로 연결되는 제3저항 및 일단이 상기 제3저항과 직렬로 연결되고 타단이 상기 그라운드에 연결되는 제4저항을 포함한다.
- [0017] 상기 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 상기 연결접점이 상기 덤프 로드 중간에 탭을 형성하는 것으로 이루어질 수 있다.
- [0018] 상기 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 상기 제1저항과 상기 제3저항에 걸리는 전압이 각각 10V 이내인 것일 수 있다.
- [0019] 상기 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 상기 제1저항 및 상기 제2저항에서 소모되는 전력의 합이 5W 이내인 것일 수 있다.
- [0020] 상기 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 제1저항의 저항값과 제3저항의 저항값이 같고 제2저항의 저항값과 제4저항의 저항값이 같은 것일 수 있다.
- [0021] 상기 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 상기 덤프 로드의 저항보다 상기 제1저항과 상기 제3저항의 저항값이 매우 큰 것일 수 있다.
- [0022] 상기 덤프 로드 고장 감지 시스템은, 상기 제2저항 및 상기 제4저항에 병렬로 연결되고 상기 제2저항 및 상기 제4저항에 걸리는 전압의 파형을 구형파로 변형시켜주는 파형변형부를 더 구비할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 특징에 따른 덤프 로드 고장감지 방법은, 상기의 고장 감지 시스템을 이용하여 하이브리드 발전 시스템의 덤프 로드의 고장을 감지하기 위한 방법에 있어서, 제2저항 및 제4저항의 전압을 측정하는 단계와 측정된 상기 제2저항의 전압과 상기 제4저항의 전압을 정상인 경우의 전압과 비교하는 단계와 상기 스위치가 열려 있는 경우 제2저항의 전압 변동으로 고장을 감지하는 단계 및 상기 스위치가 닫혀 있는 경우 제4저항의 전압 변동으로 고장을 감지하는 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

[0024] 본 발명의 덤프 로드 고장 감지 방법 및 고장 감지 시스템에 따르면, 안전한 방법으로 덤프 로드 자체의 단락이나 단선의 이상 유무를 알아낼 수 있고 이를 관리자가 편리하게 확인할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0025] 도1은 풍력-디젤 하이브리드 발전 시스템의 구성을 나타내는 도면  
 도2는 하이브리드 발전 시스템에 사용되는 덤프 로드를 나타내는 도면  
 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 덤프 로드 고장감지 시스템을 나타내는 도면  
 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 덤프 로드 고장감지 시스템의 스위치가 OFF일 경우 정상상태 및 고장시의 전류흐름을 나타내는 도면  
 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 덤프 로드 고장감지 시스템의 스위치가 ON일 경우 정상상태 및 고장시의 전류흐름을 나타내는 도면

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0026] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.

[0027] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0028] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 덤프 로드 고장 감지 시스템을 나타내는 도면이다.

[0029] 도면을 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 덤프 로드 고장 감지 시스템(100)은 스위치와 중간에 탭(T)이 형성된 덤프 로드(D)와 4개의 저항(R)으로 이루어진다.

[0030] 이를 상세히 설명하면 컨버터로부터 직류로 변환된 전류가 흐르는 전력선(v)에 스위치(SW)가 병렬로 연결된다. 상기 스위치(SW)는 플라이휠(31)에서 전기 에너지를 저장하고 남은 에너지가 있는 경우에는 덤프 로드(D)에 전류를 공급하고 남은 에너지가 없는 경우에는 덤프 로드(D)에 전류 공급을 차단하는 역할을 한다.

[0031] 상기 스위치(SW)에는 덤프 로드(D)가 직렬로 연결된다. 더 상세히 설명하면 상기 덤프 로드(D)의 일측은 스위치(SW)에 연결되어 있고 타측은 그라운드(g)에 연결된다. 또한 상기 덤프 로드(D)의 대략 중간에는 탭(T)이 형성된다. 상기 탭(T)은 단일한 저항(R)체인 덤프 로드(D)를 2개의 저항(R)체로 나누는 역할을 한다. 저항(R)체에 의해 나뉘어진 덤프 로드(D)를 상측으로부터 상부 덤프 로드(D1) 및 하부 덤프 로드(D2)라고 정의한다.

[0032] 여기에서 상기 덤프 로드(D)는 단일한 저항체라고 하였으나 2개의 저항체로 나뉘고 도중에 연결점점이 형성된 것이면 본 발명의 범주에 속한다고 할 것이다.

[0033] 상기 스위치(SW)와 병렬로 제1저항(R1)이 연결된다. 상기 제1저항(R1)은 일단이 전력선(v)과 연결되고 타단은 제2저항(R2)에 직렬로 연결된다. 또한 제2저항(R2)은 일단이 상기 제1저항(R1)과 직렬로 연결되고 타단이 상기 스위치(SW)와 상기 덤프 로드(D)의 탭(T)에 연결된다.

[0034] 제3저항(R3)은 일단이 상기 덤프 로드(D)의 탭(T)에 연결되고 상기 하부 덤프 로드(D2)와 병렬로 연결된다. 또한 제4저항(R4)은 일단이 상기 제3저항(R3)과 직렬로 연결되고 타단이 상기 그라운드(g)에 연결된다.

[0035] 상기와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 덤프 로드 고장 감지 시스템(100)의 기본 구성이 이루어진다.

[0036] 여기에 상기 제2저항(R2) 및 상기 제4저항(R4)에 병렬로 연결되고 상기 제2저항(R2) 및 상기 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 파형을 구형파로 변형시켜주는 파형변형부(110)를 더 구비하면 더욱 안정적인 전압신호의 검출이 가능하다.

[0037] 또한 파형변형부(110)에서 출력되는 전압신호를 이상검출부(120)에 입력시켜 정상상태의 전압과 비교함으로써 덤프 로드(D)에 발생하는 각종 이상을 감지하고 이상검출부(120)에서 감지한 각종 이상 여부를 이상표시부(130)를 통해 표시하도록 하면 고장의 내용과 위치를 손쉽게 파악할 수 있다.

[0038] 이 상태에서 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 변동에 의해 덤프 로드(D)의 고장을 감지할 수 있다.

[0039] 전압의 변동에 의해 덤프 로드(D)의 고장을 감지하는 방법에 대해서는 후술하며 이하에서는 그 전제로서 상기 제1저항(R1), 제2저항(R2), 제3저항(R3) 및 제4저항(R4)의 저항값을 선정하는 방법에 대하여 설명한다.

[0040] 설계조건은, 첫째 상기 제2저항(R2)과 상기 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 합이 10V 이내일 것(설계조건1), 둘째 상기 제1저항(R1) 및 상기 제2저항(R2)에서 소모되는 소모의 합이 5W 이내일 것(설계조건2), 셋째 제1저항(R1)의 저항값과 제3저항(R3)의 저항값이 같고 제2저항(R2)의 저항값과 제4저항(R4)의 저항값이 같을 것(설계조건3), 넷째로 덤프 로드(D)의 저항값보다 상기 제1저항(R1) 및 상기 제3저항(R3)의 저항값이 매우 클 것(설계조건4)의 4가지이다.

[0041] 상기의 설계조건은 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 변동에 의해 덤프 로드(D)의 고장을 감지하기 위한 적절한 조건의 하나로서 다른 조건으로 설계자에 따라 변경이 가능하다.

[0042] 이를 위하여 먼저 전류가 전력선(v)으로부터 제1저항(R1), 제2저항(R2) 및 덤프 로드(D)를 거쳐 그라운드(g)로 흐르는 경우를 상정하여 조건에 따라 제1저항(R1)과 제2저항(R2)의 값을 결정하면 설계조건2와 설계조건4에 의해 다음의 수식이 성립한다. 여기서  $V_0$ 는 전력선(v)에 걸리는 전압값이다.

[0043] 
$$\frac{V_0^2}{R_1+R_2+D_1+D_2} < 5 \quad (1)$$

[0044] 
$$0.2V_0^2 < R_1+R_2+D_1+D_2 \quad (2)$$

[0045] 제1저항(R1)이 제2저항(R2), 상부 덤프 로드(D1), 하부 덤프 로드(D2)에 비해 매우 큰 값이므로 우변을 근사값으로 나타내면,

[0046] 
$$0.2V_0^2 < R_1 \quad (3)$$

[0047] 여기에서 전압값( $V_0$ )이 1614V인 경우

[0048] 
$$R_1 > 521000 \quad (4)$$

[0049] 이므로 제1저항(R1)은 521k $\Omega$  이상이어야 한다.

[0050] 한편 설계조건1과 설계조건4에 의해

[0051] 
$$(V_0 - 10) : 10 = R_1 : R_2 \quad (5)$$

[0052] 
$$R_2 = \frac{10R_1}{V_0 - 10} \quad (6)$$

[0053] 여기에서 전압값( $V_0$ )이 1614V인 경우에는 제2저항(R2)은 제1저항(R1)의 약 1/160의 값을 갖는다.

[0054] 참고적으로 전력(P)은

[0055] 
$$P = \frac{V_0^2}{R} \quad (7)$$

[0056] 으로 구할 수 있다.

- [0057] 상기한 식에 따라 제1저항(R1)과 제2저항(R2)의 값 및 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 소모되는 전력(P)의 값을 정할 수 있다.
- [0058] 521k $\Omega$ 이상인 800k $\Omega$ 을 제1저항(R1)의 값으로 임의로 선정하면 제2저항(R2)의 값은 대략 5k $\Omega$ 이 되고 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 소모되는 전력(P)의 합은 3.2W가 되므로 설계조건을 만족한다. 또한 설계조건3에 의하면 제3저항(R3)의 값은 800k $\Omega$ 이 되고 제4저항(R4)의 값은 5k $\Omega$ 이 된다.
- [0059] 상기와 같은 방법으로 상기 제1저항(R1), 제2저항(R2), 제3저항(R3) 및 제4저항(R4)의 저항값을 선정할 수 있다.
- [0060] 다음으로 본 발명의 실시예에 따른 덤프 로드(D) 고장 감지 시스템(100)을 이용하여 덤프 로드(D)의 고장을 감지하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0061] 덤프 로드(D)는 상술한 바와 같이 소비해야 할 유희전력이 없는 경우와 소비해야 할 유희전력이 있는 경우의 2가지의 상태가 있으며 소비해야 할 유희전력이 없는 경우는 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF가 되어 덤프 로드(D)로의 전력공급을 차단하고 소비해야 할 유희전력이 있는 경우는 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON이 되어 덤프 로드(D)로 전력을 공급한다.
- [0062] 또한 덤프 로드(D)의 고장은 단선이나 단락의 형태로 나타나게 되며 단선은 상부 덤프 로드(D1)가 단선되는 경우와 하부 덤프 로드(D2)가 단선되는 경우로 나뉘어진다.
- [0063] 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF일 때와 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON일 때 상기와 같은 고장이 각각 발생할 수 있으므로 덤프 로드(D)의 고장을 감지하는 방법을 후술하는 표1과 같이 경우의 수를 나누어 설명한다.
- [0064] 이 때 상술한 설계조건1에 따라 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 합이 10V가 되는 것으로 한다. 상기와 같이 설정할 경우 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 대략 0V, 5V, 10V 중의 하나의 값을 가지게 되고 이에 대해서는 후술한다.
- [0065] 상기한 제2저항(R2)에 걸리는 전압이 10V라는 것은, 전체 회로에 있어서 제1저항(R1)과 제2저항(R2) 부분에서 대부분의 전압강하가 발생하고 이 때 식 (6)에 의해 제1저항(R1)과 제2저항(R2)의 저항값을 조정하여 제2저항(R2)에 10V가 걸리도록 한다는 것을 의미한다.
- [0066] 또한 상기한 제4저항(R4)에 걸리는 전압이 10V라는 것은, 전체 회로에 있어서 제3저항(R3)과 제4저항(R4) 부분에서 대부분의 전압강하가 발생하고 이 때 식 (6)에 의해 제3저항(R3)과 제4저항(R4)의 저항값을 조정하여 제2저항(R2)에 10V가 걸리도록 한다는 것을 의미한다.
- [0067] 또한 상기한 제2저항(R2)에 걸리는 전압이 5V라는 것은, 전체 회로에 있어서 제1저항(R1)과 제2저항(R2) 부분에서 대략 전체전압의 1/2의 전압강하가 발생하고 상기한 바와 같이 저항값을 조정하면 제2저항(R2)에 5V가 걸리게 됨을 의미한다. 제4저항(R4)에 걸리는 전압이 5V인 경우도 동일하게 설명이 가능하다.
- [0068] 덤프 로드(D)의 고장을 감지하기 위해서는 제2저항(R2) 및 제4저항(R4)에 걸리는 전압값을 정상인 상태와 고장인 상태로 나누어 비교함으로써 감지한다. 따라서 먼저 제2저항(R2) 및 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 크기를 각 경우에 대하여 설명한다.
- [0069] 먼저 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF일 때 제2저항(R2) 및 제4저항(R4)에 걸리는 전압값에 대하여 설명한다.
- [0070] 도4는 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF일 때 정상, 단락, 상부 덤프 로드(D1) 단선(단선1), 하부 덤프 로드(D2) 단선(단선2)의 경우에 따른 전류의 흐름을 나타내는 도면이다.
- [0071] 도4(a)는 정상인 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 이 경우 전류는 대략 전력선(v)으로부터 제1저항(R1) 제2저항(R2) 상부 덤프 로드(D1) 하부 덤프 로드(D2)를 거쳐 그라운드(g)로 흐른다.
- [0072] 이 때 제1저항(R1)이 매우 큰 값이므로 제1저항(R1)과 제2저항(R2)의 저항값의 합이 상부 덤프 로드(D1)와 하부 덤프 로드(D2)의 저항값의 합보다 매우 크게 되어 결과적으로 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 대부분의 전압강하가 발생한다.
- [0073] 상술한 설명에서 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 대부분의 전압강하가 발생할 경우 제2저항(R2)에서 걸리는

전압이 10V가 되도록 저항값을 조절한다고 하였으므로 이 때 제2저항(R2)에 걸리는 전압은 10V가 된다.

- [0074] 또한 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 대부분의 전압강하가 발생하므로 a4 노드와 b6 노드의 전위차는 거의 없게 되고 따라서 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 대략 0V가 된다.
- [0075] 도4(b)는 단락이 발생한 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 여기에서 단락이란 예를 들면 도4(b)와 같이 a3 노드가 그라운드(g)에 연결되는 상태를 말한다. 이 경우 전류는 대략 전력선(v)으로부터 제1저항(R1) 제2저항(R2)을 거쳐 그라운드(g)로 흐른다.
- [0076] 이 때 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 모든 전압강하가 발생한다. 상술한 설명에서 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 대부분의 전압강하가 발생할 경우 제2저항(R2)에서 걸리는 전압이 10V가 되도록 저항값을 조절한다고 하였으므로 이 때 제2저항(R2)에 걸리는 전압은 10V가 된다.
- [0077] 또한 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에서 모든 전압강하가 발생하므로 a3 노드와 b6 노드의 전위차는 없고 따라서 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 0V가 된다.
- [0078] 도4(c)는 상부 덤프 로드(D1)가 단선된 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 이 경우 전력선(v)과 그라운드(g)의 연결이 안되므로 전류가 흐르지 않게 되어 제2저항(R2)에 걸리는 전압과 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 0V가 된다.
- [0079] 도4(d)는 하부 덤프 로드(D2)가 단선된 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 이 경우 전류는 대략 전력선(v)으로부터 제1저항(R1), 제2저항(R2), 상부 덤프 로드(D1), 제3저항(R3), 제4저항(R4)을 거쳐 그라운드(g)로 흐른다.
- [0080] 이 때 제1저항(R1) 및 제3저항(R3)이 매우 큰 값이라고 하였으므로 제1저항(R1)과 제2저항(R2)의 저항값의 합은 제3저항(R3)과 제4저항(R4)의 저항값의 합은 상부 덤프 로드(D1)의 저항값의 합보다 매우 크게 되어 결과적으로 제1저항(R1)과 제2저항(R2) 및 제3저항(R3)과 제4저항(R4)에서 대부분의 전압강하가 발생한다.
- [0081] 또한 제1저항(R1)과 제2저항(R2)의 저항값의 합은 제3저항(R3)과 제4저항(R4)의 저항값의 합과 같으므로 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에 걸리는 전압은 제3저항(R3)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압과 같으며 따라서 각각  $V_0/2V$ 의 전압강하가 발생한다. 따라서 상술한 바와 같이 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에는 각각 5V의 전압이 걸리게 된다.
- [0082] 다음으로 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON일 때의 고장을 감지하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0083] 도5는 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON일 때 정상, 단락, 상부 덤프 로드(D1) 단선(단선1), 하부 덤프 로드(D2) 단선(단선2)의 경우에 따른 전류의 흐름을 나타내는 도면이다.
- [0084] 도5(a)는 정상인 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 이 경우 전류는 대략 전력선(v)으로부터 상부 덤프 로드(D1)와 하부 덤프 로드(D2)를 거쳐 그라운드(g)로 흐른다. 이는 제3저항(R3)의 값이 매우 큰 값이므로 제3저항(R3)과 제4저항(R4) 쪽으로도 전류가 흐르지만 그 크기가 작다는 것을 의미한다.
- [0085] 여기에서 a3노드와 b1노드는 전위차가 같으므로 제1저항(R1)과 제2저항(R2)으로는 전류가 흐르지 않아 제2저항(R2)에 걸리는 전압은 0V가 된다.
- [0086] 이 때 상부 덤프 로드(D1)와 하부 덤프 로드(D2)는 같은 값이므로 상부 덤프 로드(D1)와 하부 덤프 로드(D2)에 걸리는 전압은 같으며 따라서 각각  $V_0/2V$ 의 전압강하가 발생한다.
- [0087] 또한 제3저항(R3)과 제4저항(R4)은 하부 덤프 로드(D2)와 병렬로 연결되어 있으므로 이에 걸리는 전압은  $V_0/2V$ 가 된다. 따라서 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 상술한 바와 같이 5V가 된다.
- [0088] 도5(b)는 단락이 발생한 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 여기에서 단락이란 예를 들면 도5(b)와 같이 a3노드가 그라운드(g)에 연결되는 상태를 말한다. 이 경우 전류는 전력선(v)으로부터 그라운드(g)로 흐르게 된다.
- [0089] 따라서 제1저항(R1)과 제2저항(R2) 및 제3저항(R3)과 제4저항(R4)에는 전류가 흐르지 않아 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 0V가 된다.
- [0090] 도5(c)는 상부 덤프 로드(D1)가 단선된 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 이 경우 전력선(v)과 그라운드(g)의 연결이 안되므로 전류가 흐르지 않게 되어 제2저항(R2)에 걸리는 전압과 제4저항(R4)에 걸리는 전압

은 0V가 된다.

[0091] 도5(d)는 하부 덤프 로드(D2)가 단선된 경우 전류의 흐름을 나타내는 도면이다. 이 경우 전류는 대략 전력선(v)으로부터 스위치(SW), 상부 덤프 로드(D1), 제3저항(R3), 제4저항(R4)을 거쳐 그라운드(g)로 흐른다.

[0092] 이 때 a3와 b1은 전위차가 같으므로 제1저항(R1)과 제2저항(R2)에는 전류가 흐르지 않고 따라서 제2저항(R2)에 걸리는 전압은 0V이다.

[0093] 이 때 제3저항(R3)이 매우 큰 값이므로 제3저항(R3)과 제4저항(R4)의 저항값의 합이 상부 덤프 로드(D1)의 저항값의 합보다 매우 크게 되어 결과적으로 제3저항(R3)과 제4저항(R4)에서 대부분의 전압강하가 발생한다.

[0094] 상술한 설명에서 제3저항(R3)과 제4저항(R4)에서 대부분의 전압강하가 발생할 경우 제4저항(R4)에서 걸리는 전압이 10V가 되도록 저항값을 조절한다고 하였으므로 이 때 제4저항(R4)에 걸리는 전압은 10V가 된다.

[0095] 상기한 정상 또는 고장시 제2저항(R2) 및 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 크기를 표1에 정리하였다.

[0096] <표1> 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압값

	덤프 부하 바이너리 스위치(SW) OFF				덤프 부하 바이너리 스위치(SW) ON			
	정상 (V)	단락 (V)	단선1 (V)	단선2 (V)	정상 (V)	단락 (V)	단선1 (V)	단선2 (V)
제2저항(R2)	10	10	0	5	0	0	0	0
제4저항(R4)	0	0	0	5	5	0	0	10

[0097]

다음으로 상기의 표1에 따라 덤프 로드(D)의 고장을 감지하는 방법에 대해서 설명한다.

[0098]

[0099] 상기의 표에 의하면 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF이고 단락인 경우에는 제2저항(R2)과 제4저항(R4) 모두 정상상태에 대해 전압의 변동이 없으므로 단락을 감지할 수 없다.

[0100]

[0100] 한편 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF이고 상부 덤프 로드 단선(단선1)의 경우에는 제2저항(R2)은 정상상태인 10V에 대해 0V가 되어 전압의 변동이 있고 제4저항(R4)은 0V로 전압의 변동이 없으므로 제1저항(R1)의 전압 변동에 의해 상부 덤프 로드(D1)의 단선을 감지할 수 있다.

[0101]

[0101] 또한 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 OFF이고 하부 덤프 로드 단선(단선1)의 경우에는 제2저항(R2)은 정상상태인 10V에 대해 5V가 되어 전압의 변동이 있고 제4저항(R4)의 경우에도 정상상태인 0V에 대해 5V가 되어 전압의 변동이 있으므로 제2저항(R2) 또는 제4저항(R4)의 전압을 감지함으로써 하부 덤프 로드(D2)의 단선을 감지할 수 있다.

[0102]

[0102] 따라서 결과적으로 스위치(SW)가 OFF인 통상의 상태에서는 단락에 의한 고장을 감지할 수는 없지만 제2저항(R2)에 걸리는 전압을 감지함으로써 모든 단선에 의한 고장을 감지할 수 있다. 또한 제4저항(R4)에 걸리는 전압의 변동을 보조적으로 이용하면 하부 덤프 로드(D2)가 단선된 경우에는 더욱 정확한 진단이 가능하다.

[0103]

[0103] 또한 상기의 표에 의하면 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON이고 단락인 경우에는 제2저항(R2)에 걸리는 전압의 변동은 없지만 제4저항(R4)에 걸리는 전압이 정상상태인 5V에서 0V로 변동하므로 제4저항(R4)의 전압을 감지함으로써 단락을 감지할 수 있다.

[0104]

[0104] 한편 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON이고 상부 덤프 로드 단선(단선1)인 경우에는 제2저항(R2)에 걸리는 전압의 변동은 없지만 제4저항(R4)에 걸리는 전압이 정상상태인 5V에서 0V로 변동하므로 제4저항(R4)의 전압을 감지함으로써 상부 덤프 로드(D1)의 단선을 감지할 수 있다.

[0105]

[0105] 또한 덤프 부하 바이너리 스위치(SW)가 ON이고 하부 덤프 로드 단선(단선1)인 경우에는 제2저항(R2)에 걸리는 전압의 변동은 없지만 제4저항(R4) 저항(R)에 걸리는 전압이 정상상태인 5V에서 10V로 변동하므로 제4저항(R4)의 전압을 감지함으로써 하부 덤프 로드(D2)의 단선을 감지할 수 있다.

[0106]

[0106] 따라서 결과적으로 스위치(SW)가 ON인 여유전력이 남는 상태에서는 제4저항(R4)에 걸리는 전압을 감지함으로써 단락과 단선에 의한 고장을 모두 감지할 수 있다.

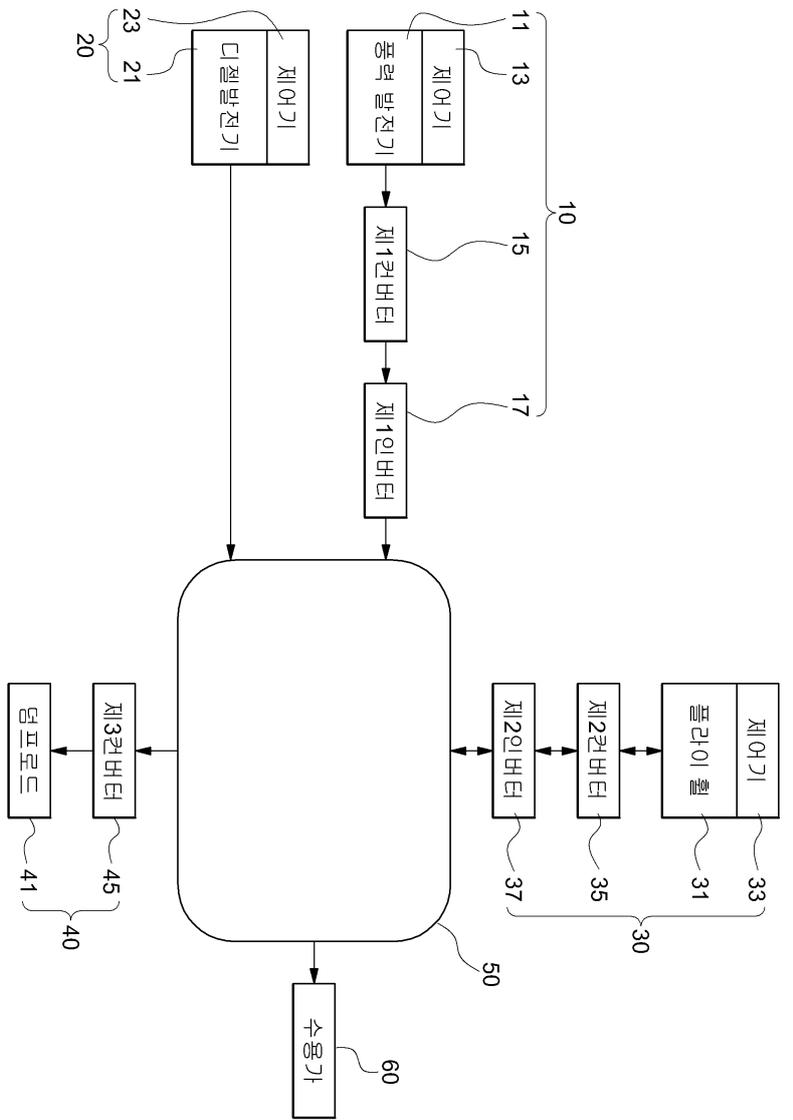
- [0107] 다만 단락의 경우와 상부 덤프 로드(D1)가 단선된 경우의 전압변동이 동일하므로 구분이 되지 않을 수 있으나 이는 현장에서 파악하면 족할 것이다.
- [0108] 이를 정리하면 다음과 같다.
- [0109] 먼저 제2저항(R2)과 제4저항(R4)에 걸리는 전압을 측정 한 후 측정 한 상기 제2저항(R2)의 전압과 상기 제4저항(R4)의 전압을 이상검출부(120)에서 정상상태인 경우의 전압과 비교한다.
- [0110] 상기 스위치(SW)가 열려 있는 경우는 제2저항(R2)의 전압 변동으로 고장을 감지하고 이 때 감지 가능한 고장은 상부 덤프 로드 단선 및 하부 덤프 로드 단선의 경우이다. 이를 이상표시부(130)를 통해 표시한다.
- [0111] 상기 스위치(SW)가 닫혀 있는 경우는 제4저항(R4)의 전압 변동으로 고장을 감지하고 이 때 감지 가능한 고장은 단락, 상부 덤프 로드 단선 및 하부 덤프 로드 단선의 경우이다. 이를 이상표시부(130)를 통해 표시한다.
- [0112] 이 때 단락의 경우와 상부 덤프 로드 단선의 경우는 현장에서 어느 경우의 고장인지 여부를 판단한다.
- [0113] 이에 따라 안전한 방법으로 덤프 로드 자체의 단락이나 단선의 이상 유무를 알아낼 수 있고 이를 관리자가 편리하게 확인할 수 있는 덤프 로드 고장 감지 시스템 및 고장 감지 방법을 구현할 수 있다.
- [0114] 앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**부호의 설명**

- [0115] 10 : 풍력 발전 시스템                      20 : 디젤 발전 시스템
- 30 : 플라이 휠부                                      40 : 덤프 로드부
- 41 : 덤프 로드                                      50 : 독립계통
- D : 덤프 로드                                      D1 : 상부 덤프 로드
- D2 : 하부 덤프 로드                              v : 전력선
- g : 그라운드                                      R1 : 제1저항
- R2 : 제2저항                                      R3 : 제3저항
- R4 : 제4저항

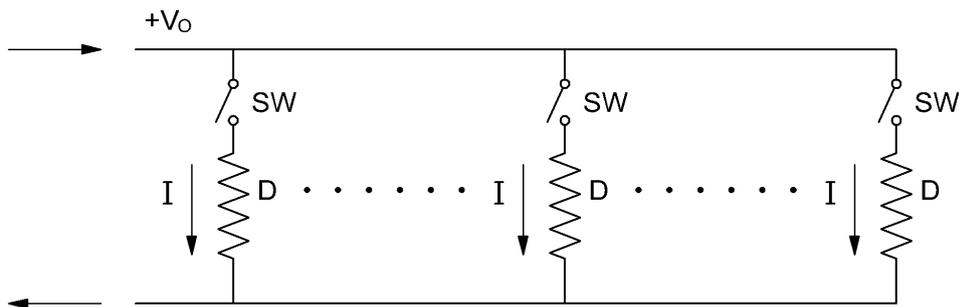
도면

도면1

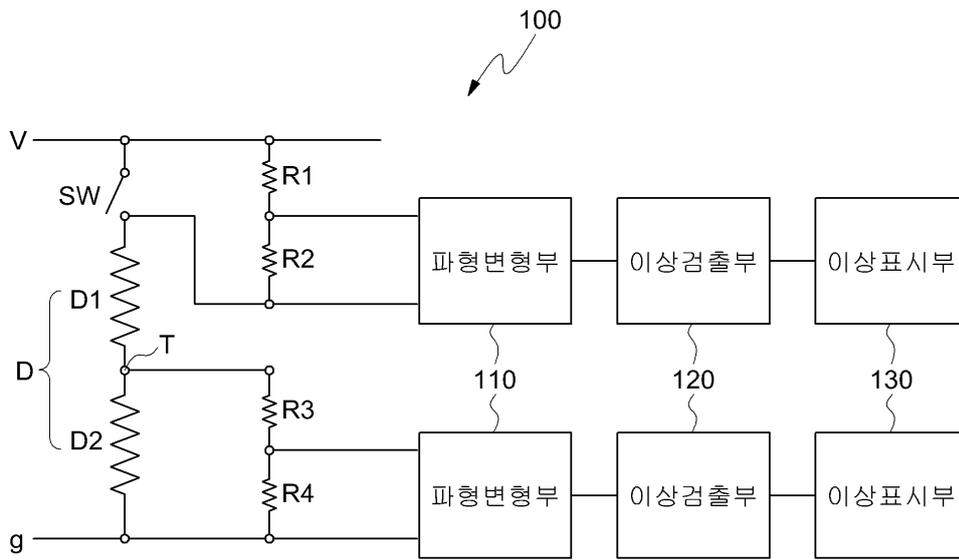


1

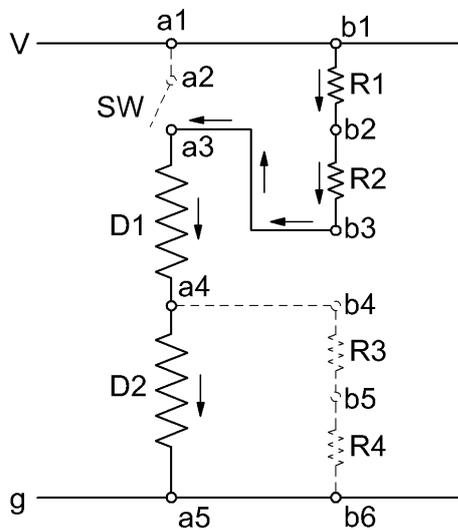
도면2



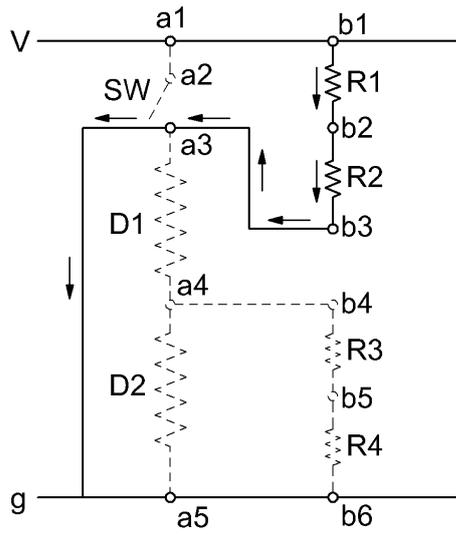
도면3



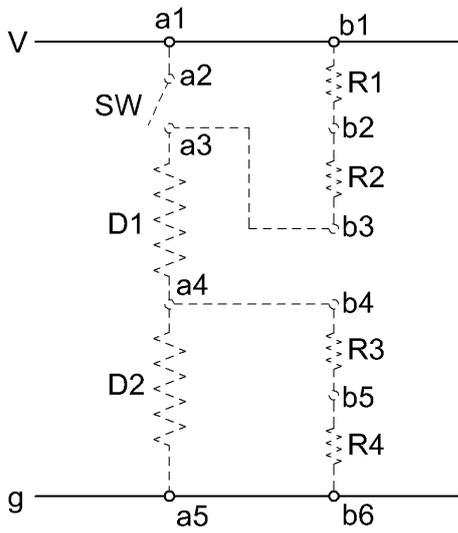
도면4a



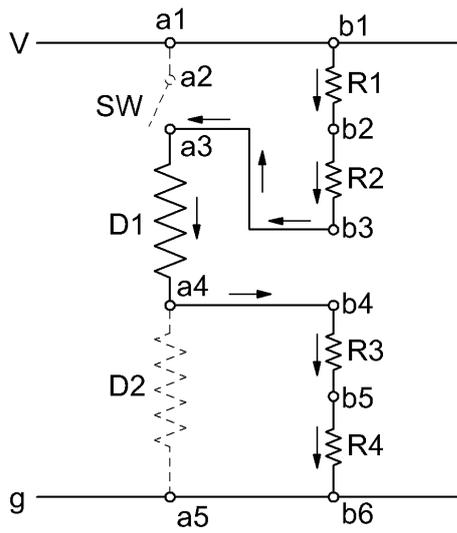
도면4b



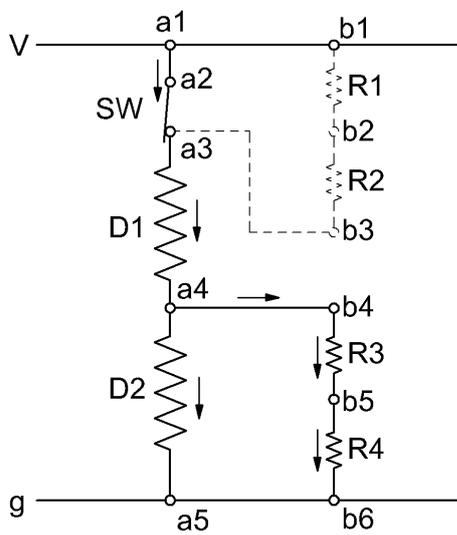
도면4c



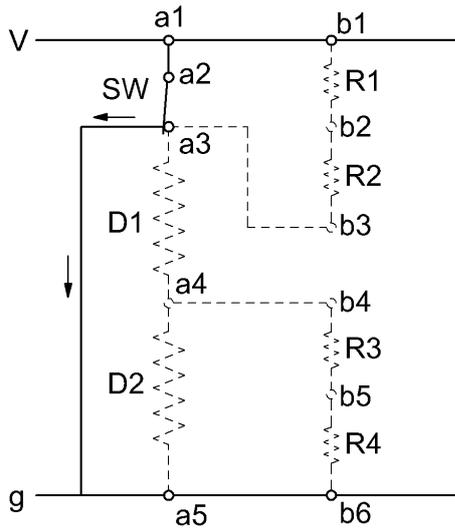
도면4d



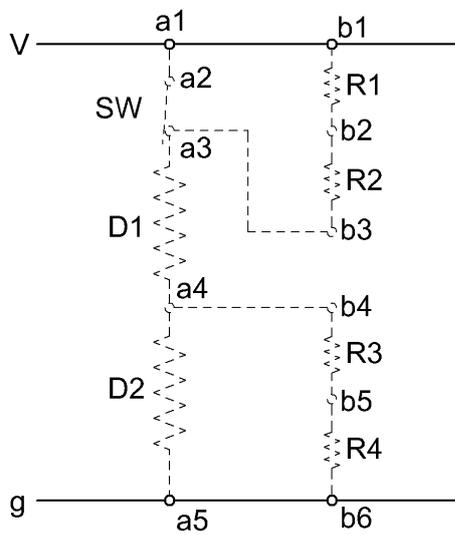
도면5a



도면5b



도면5c



도면5d

