

하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 운용 알고리즘에 관한 연구

송두리*, 이중선*, 박동명*, 이강유*, 노대석*
*한국기술교육대학교 전기공학과
e-mail:xjpoiou@koreatech.ac.kr

A Study on the Operation Algorithm of Emergency Power Device in Elevator using Hybrid Battery

Doo-Ri Song*, Joong-Seon Lee*, Dong-Myoung Park*,
Gang-You Lee*, Dae-Seok Rho*

*Dept. of Electrical Engineering, Korea University of Technology and Education

요 약

최근, 지구온난화에 따른 이상 기후로 인하여 승강기의 고장이 증가하고 있어, 정전 시 비상통화장치, 비상조명장치, ARD(automatic rescue device) 등을 운용할 수 있는 승강기용 비상전원시스템의 설치 필요성이 요구되고 있다. 하지만, 승강기용 비상전원시스템에서 일반적으로 사용되는 연축전지는 결로에 의한 백화현상과 고온으로 인한 수명 저하에 의해 부동작할 가능성이 있다. 따라서, 본 논문에서는 승강기용 비상전원시스템의 부동작을 방지하기 위하여, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기 비상전원시스템의 운용 알고리즘을 제시한다. 여기서, 운용 알고리즘은 정상 시 하이브리드 배터리의 SOC(state of charge) 및 SOH(state of health)를 산정하여 충전 및 교체 여부를 판단하고, 정전 시 주위온도와 하이브리드 배터리의 전압을 고려하여 비상장치에 전원을 공급한다. 이를 바탕으로, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 운용 특성을 평가한 결과, 본 연구에서 제시한 비상전원 시스템은 정전 시 하이브리드 배터리를 통해 비상장치에 전원을 안정적으로 공급할 수 있음을 알 수 있다.

1. 서 론

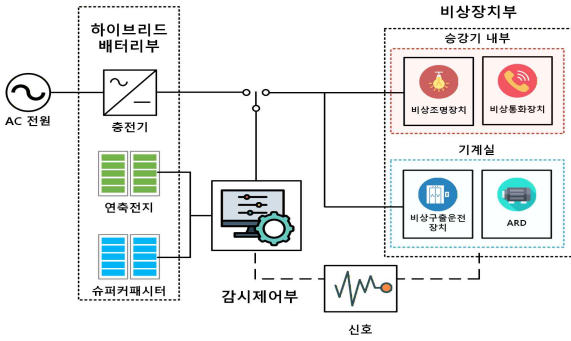
최근 지구온난화에 따른 이상기후로 인하여 승강기의 고장이 증가하고 있는 실정이다. 이에 따라, 승강기 안전관리법에서는 승강기에 비상통화장치, 비상조명장치, 비상구출운전장치 및 ARD 등의 비상장치를 설치하도록 권장하고 있다. 하지만, 승강기용 비상전원시스템에서 일반적으로 사용되는 연축전지는 결로에 의한 백화현상과 여름철의 온도로 인한 수명 저하에 의해 부동작할 가능성이 있다. 따라서, 본 논문에서는 승강기용 비상전원시스템의 부동작을 방지하기 위하여, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기 비상전원시스템의 운용 알고리즘을 제시한다. 여기서, 운용 알고리즘은 정상 시 하이브리드 배터리의 SOC 및 SOH를 산정하여 충전 및 교체 여부를 판단하고, 정전 시 주위온도와 연축전지의 전압을 고려하여 비상장치에 전원을 공급하도록 구성한다.

또한, 하이브리드 배터리부, 비상장치부, 감시제어부 등으로 구성된 하이브리드 배터리 기반의 승강기용 비상전원시스템을 구현한다. 이를 바탕으로, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 운용 특성을 평가한 결과, 정전 시 연축전지와 슈퍼커패시터를 이용하여 비상장치에 전원을 공급함을 알 수 있

다. 또한, 주위온도가 적정 운용 범위를 벗어나는 경우, 슈퍼커패시터를 통해 비상장치에 전원을 공급하여, 승강기용 비상전원시스템의 안정적으로 운용할 수 있음을 알 수 있다.

2. 승강기 비상전원시스템의 구성

본 논문에서 제안한 하이브리드 배터리 기반의 승강기용 비상전원시스템은 그림 1과 같이 하이브리드 배터리부, 감시제어부, 비상장치부 등으로 나타낼 수 있다. 먼저, 하이브리드 배터리부는 연축전지와 슈퍼커패시터, 충전기로 구성되는데, 연축전지는 비상장치부에 우선적으로 전원을 공급하고, 슈퍼커패시터는 연축전지의 이상 현상 발생 시, 비상장치부에 전원을 공급하며, 충전기는 연축전지와 슈퍼커패시터를 충전한다. 또한, 감시제어부는 정상 시 LabView S/W를 통해 SOC와 SOH 산정, 연축전지 및 슈퍼커패시터의 충·방전 제어 등의 역할을 수행하고, 정전 시 주위온도와 연축전지의 전압에 따라 연축전지 및 슈퍼커패시터를 운용한다. 한편, 비상장치부는 비상조명장치와 비상통화장치, 비상구출 운전장치, ARD 등으로 구성된다.



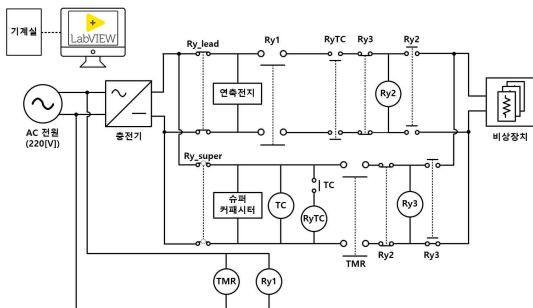
[그림 1] 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 구성

3. 하이브리드 배터리를 이용한 승강기 비상전원시스템의 운용 알고리즘

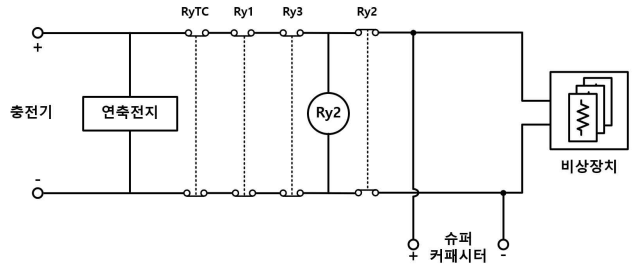
3.1 승강기 비상전원시스템의 운용모드

기존의 승강기용 비상전원시스템은 주로 연속전지로 운용되고 있어, 하계나 동계에 주위온도로 인해 비상장치의 오·부동작이 발생할 가능성이 있다. 따라서, 이를 보완하기 위한 하이브리드 배터리를 이용한 승강기 비상전원시스템의 운용 모드를 나타내면 그림 2와 같다. 여기서, 그림 2(a)는 대기모드로, 정상 시 AC 전원을 통하여 하이브리드 배터리를 충전하고, SOH가 한계치 이하가 되는 경우, 기계실에 교체 신호를 전달한다.

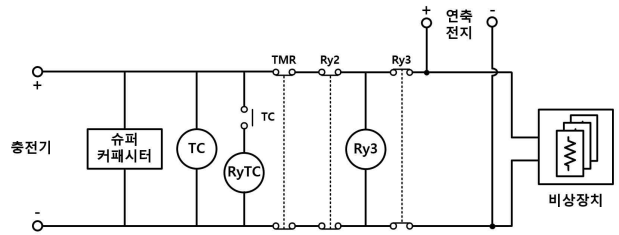
또한, 그림 2(b)는 정전 시 연속전지 운용모드를 나타내는데, 주위온도가 적정 범위 이내 이거나 연속전지의 전압이 적정 범위 이내인 경우, 연속전지를 통해 비상장치에 전원을 공급한다. 여기서, 릴레이 Ry1이 소자 되고 Ry2가 여자되면, 연속전지를 통해 비상장치에 전원을 공급한다. 한편, 그림 2(c)는 슈퍼커패시터 운용모드를 나타내는데, 정전 시 주위온도가 적정 범위를 초과하거나 연속전지의 전압이 적정 범위를 벗어나는 경우, 슈퍼커패시터를 통해 비상장치에 전원을 공급한다. 즉, 릴레이 TMR과 Ry2가 소자되고 Ry3가 여자되면, 연속전지 대신에 슈퍼커패시터를 통하여 비상장치에 전원을 공급한다.



(a) 대기 모드



(b) 정전 시 연속전지 운용모드



(c) 정전 시 슈퍼커패시터의 운용모드

[그림 2] 승강기 비상전원시스템용 하이브리드 배터리의 운용 모드

3.2 승강기 비상전원시스템의 운용 알고리즘

상기에서 제시한 내용을 바탕으로, 승강기 비상전원시스템용 하이브리드 배터리의 운용 알고리즘을 구체적으로 나타내면 다음과 같다.

[Step 1] 초기조건으로 연속전지의 SOC 한계치, SOH의 한계치, 주위온도 적정 범위(T_{max} , T_{min}) 등을 상정한다.

[Step 2] 운용 시간대 t_1 에 대하여 초기 값으로 설정한다.

[Step 3] 정전이 발생하는 경우, [Step 7]로 이동하고, 아닌 경우, [Step 4]로 이동한다.

[Step 4] t_1 시간대에 대하여 하이브리드 배터리의 SOC(SOC_{lower})를 벗어나는 경우, 배터리를 충전하고, 아니면 [Step 5]로 이동한다.

[Step 5] t_1 시간대에 대하여 하이브리드 배터리의 SOH(SOH_{lower})를 벗어나는 경우, 배터리를 교체하고, 아니면 [Step 6]로 이동한다.

[Step 6] 전체 정상 운영시간(t_1)이 t_{max1} 이면 알고리즘을 종료하고, 아니면 [Step 1]로 이동하여 해당 과정을 반복한다.

[Step 7] 전체 정전 운용 시간대(t_2)에 대하여 초기값으로 설정하고, 주위온도가 온도 하한치보다 크고, 상한치보다 작

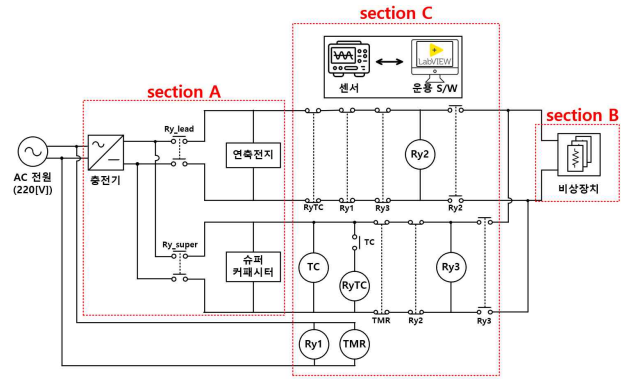
은 경우, [Step 8]로 이동하고, 아니면 [Step 9]로 이동한다.

[Step 8] 연축전지의 전압이 적정 범위 이내인 경우, 연축전지를 통해 비상 장치를 운용하고, 아닌 경우, [Step 9]로 이동한다.

[Step 9] 슈퍼커패시터를 이용하여 비상전원장치를 운용한다.

[Step 10] t_2 가 t_{max2} 이면 알고리즘을 종료하고, 아니면 [Step 7]로 이동하여 해당 과정을 반복한다.

따라서, 상기의 알고리즘을 플로우 차트로 나타내면 그림 3과 같다.



[그림 4] 전체 시스템

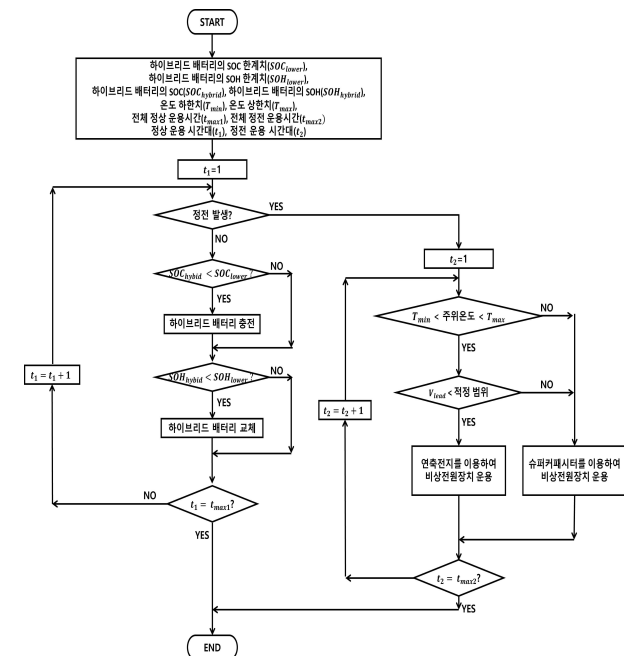
5. 시험 결과 및 분석

5.1 시험 조건

본 논문에서 구현한 시험장치를 바탕으로, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기 비상전원시스템의 운용특성을 평가하기 위한 시험조건은 표 1과 같다. 여기서, 충전기의 정격전압은 12[V], 정격용량은 14.4[W]이며, 연축전지의 정격전압은 12[V], 정격용량은 14.4[W], 이고, 슈퍼커패시터의 정격용량은 36.5[Wh], 정격전압은 32.4[V]로 상정한다. 또한, 비상조명장치의 정격전류는 0.24[A], 비상통화장치의 정격전류는 0.2[A], ARD의 정격전류는 4[A]로 상정한다. 한편, 온도 센서의 상한치(T_{max}) 및 하한치(T_{min})는 각각 40[°C], 0[°C]로 상정하여, 주위온도에 따른 하이브리드 배터리의 운용특성을 평가한다.

[표 1] 시험 조건

항 목		내 역	
하이브리드 배터리부	충전기	정격전압[V]	12
		정격용량[W]	14.4
	연축전지	정격전압[V]	12
슈퍼커패시터	정격용량[Wh]	14.4	
	정격전압[V]	36.5	
비상 장치부	비상조명장치	정격전류[A]	0.24
	비상통화장치	정격전류[A]	0.2
	ARD	정격전류[A]	4
감시제어부	온도센서	상한치[°C]	40
		하한치[°C]	0



[그림 3] 승강기 비상전원시스템용 하이브리드 배터리의 운용 알고리즘

4. 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 구현

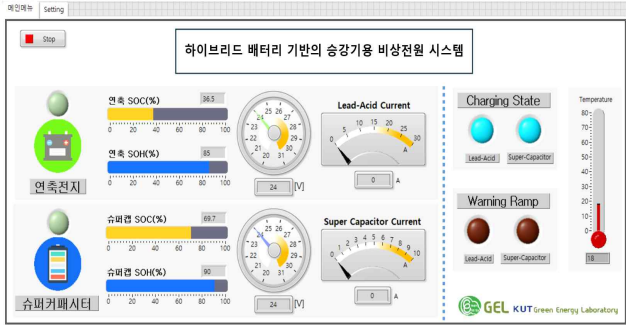
상기의 내용을 바탕으로, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템은 그림 3과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, section A는 충전기와 연축전지, 슈퍼커패시터로 구성된 하이브리드 배터리부, section B는 비상 통화장치와 비상 조명장치로 구성된 비상장치부, section C는 시퀀스와 운용 S/W로 구성된 감시제어부를 나타낸다.

5.2 승강기용 비상전원시스템의 운용 특성

5.2.1 정상 시 하이브리드 배터리의 운용특성

상기에서 제시한 시험조건을 바탕으로, 정상 시 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 메인 메뉴를 나타내

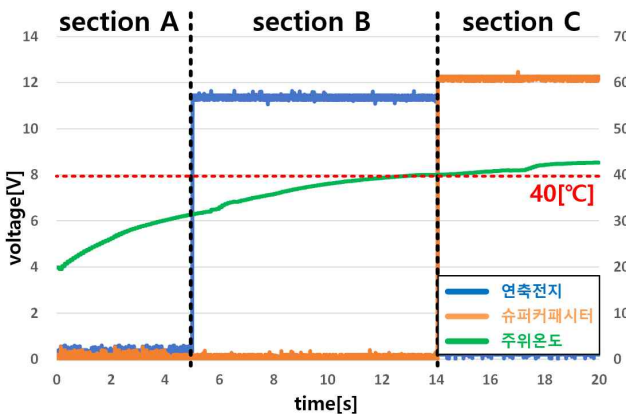
면 그림 5와 같다. 여기서, 하이브리드 배터리는 대기 모드 상태로, AC 전원을 통해 연축전지, 슈퍼커패시터를 충전하고 있는 상태이다. 또한, 메인 메뉴는 연축전지 및 슈퍼커패시터의 SOC, SOH와 주위온도를 실시간으로 확인할 수 있음을 알 수 있다.



[그림 5] 하이브리드 배터리 기반의 승강기용 비상전원시스템의 메인 메뉴

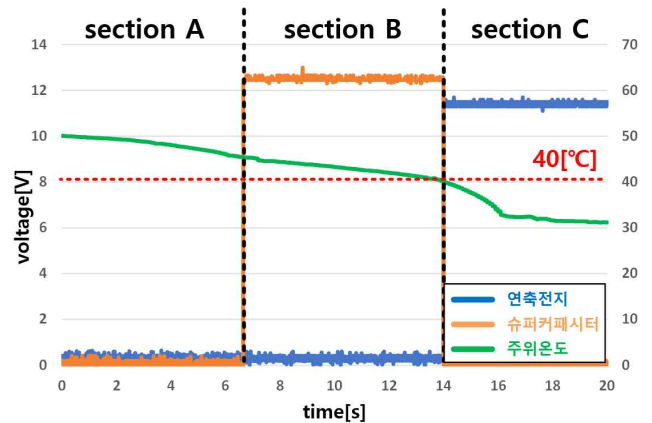
5.2.2 정전 시 하이브리드 배터리의 운용특성

상기에서 제시한 시험조건을 바탕으로, 정전 시 주위온도가 상한치 이하인 경우, 하이브리드 배터리의 운용특성을 나타내면 그림 6와 같다. 여기서, section A는 대기모드인 상태로, AC 전원을 통해 하이브리드 배터리를 충전하고 있는 상태이며, section B는 주위온도가 상한치 이하인 상태에서 정전이 발생하여, 연축전지를 통해 비상장치에 전원을 공급함을 알 수 있다. 또한, section C는 주위온도가 상한치 이상으로 변하여, 연축전지에서 슈퍼커패시터로 전환하여 비상장치에 전원을 공급함을 알 수 있다. 따라서, 하이브리드 배터리를 통해 비상장치에 전원을 안정적으로 공급하여 승강기용 비상전원시스템의 안정성을 확보할 수 있음을 알 수 있다.



[그림 6] 주위의 온도가 T_{max} 이하일 때 정전이 발생한 경우

한편, 정전 시 주위온도가 상한치 이상인 경우, 하이브리드 배터리의 운용특성을 나타내면 그림 7과 같다. 여기서, 그림 7의 section A는 대기모드인 상태로, AC 전원을 통해 하이브리드 배터리를 충전하고 있는 상태이며, section B는 주위온도가 상한치 이상인 상태에서 정전이 발생하여, 슈퍼커패시터를 통해 비상장치에 전원을 공급함을 알 수 있다. 또한, section C는 주위온도가 상한치 이하로 감소하여, 슈퍼커패시터에서 연축전지로 전환하여 비상장치에 전원을 공급함을 알 수 있다. 즉, 주위온도에 따라, 하이브리드 배터리를 통해 비상장치에 전원을 안정적으로 공급하여, 승강기용 비상전원시스템의 안정성을 확보할 수 있음을 알 수 있다.



[그림 7] 주위의 온도가 T_{max} 이상일 때 정전이 발생한 경우

6. 결 론

따라서, 본 논문에서는 승강기용 비상전원시스템의 부동작을 방지하기 위하여, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기 비상전원시스템의 운용 알고리즘을 제시한다. 이를 바탕으로, 하이브리드 배터리를 이용한 승강기용 비상전원시스템의 운용 특성을 평가한 결과, 정전 시 하이브리드 배터리를 통해 비상장치에 전원을 공급하여, 승강기용 비상전원시스템의 안정적으로 운용할 수 있음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] 박노식, 이동희, “승강기의 비상 통화장치용 비상 전원장치의 충전 제어회로” 조명·전기설비학회논문지, vol. 29, no. 8, pp.40-48.
- [2] 이예빈, 이민행, 김지명, 한병길, 노대석, “연축전지와 슈퍼커패시터를 이용한 하이브리드형 전동 휠체어의 구현”, 한국산학기술학회 논문지, vol. 24, No. 3, pp.40-48