

전력기술인이 만들 수 있는 전자보안 시스템 ⑬

글/ 윤갑구 협회 부회장 · 한국전기전자기술사회장



목 차

9. 환경센서와 경보기

- 1) 빛 감지 경보기
- 2) 빛에 의해 활성화되는 변형가능 경보기
- 3) 어둠 감지 경보기
- 4) 빛의 범위 감지기
- 5) 자동 야간등
- 6) 자외선 병보기
- 7) 뇌우 경보기
- 8) 범람 경보기
- 9) 유체 감지기
- 10) 마이크로웨이브 감지기

6) 자외선 경보기 (Ultraviolet alarm)

많은 사람들은 썬탠을 즐기며 건강해 보일 것이라고 생각한다. 하지만 태양 광선을 많이 쬐면 건강에 해롭다는 것에 관심이 모아지고 있다. 태양 광선은 자외선 영역 안에서 어느정도 약간 포함되어 있는 파장을 가진 빛을 많이 포함하며 자외선을 과도하게 흡수하면 화상을 가져올 수 있기 때문에 주의를 요해야 한다.

태양 광선이 얼마만큼이 되면 많은 것인가? 말하기는 어렵다. 종종 하늘이 흐리고 부분적으로 구름이 끼었을 때는 가시광선이 방해받기 때문에 많은 태양빛을 받지 않고 있다고 생각할지 모른다. 그러나 자외선은 어떻게 해서든 구름을 뚫고 우림들의 피부에 닿을 수 있다.

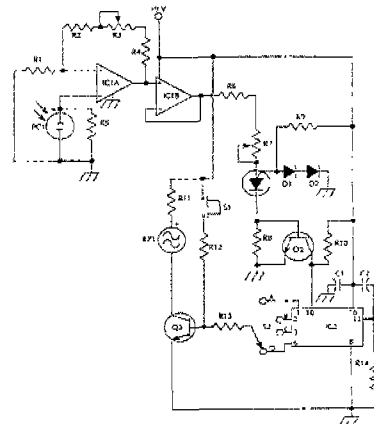


그림 9-6 자외선 경보기 (프로젝트 50)

그림 9-6에 보인 회로는 너무 오랫동안 밖에 있다는 것을 경고하기 위해 설계되었다. 이 프로젝트에 대한 적합한 부품 목록이 표 9-6에 나타나 있다.

표 9-6 자외선경보기에 대한 부품 목록

IC ₁	듀얼(Dual) op 앰프(747, 1458 또는 유사품)
IC ₂	CD4020 14단 2진 카운터
Q ₁	PUT(programmable unijunction transistor) (2N6027 또는 유사품)
Q ₂	NPN 트랜지스터(Radio Shack RS2009, GF20 ECG128 또는 유사품)
Q ₃	NPN 트랜지스터(2N3904)
D ₁ , D ₂	다이오드(1N4148, 1N914 또는 유사품)
PC ₁	실리콘 광(photovoltaic) 전지(0.3A)
BZ ₁	압전 버저
C ₁	0.01 μ F 커패시터
C ₂	0.1 μ F 커패시터
R ₁	100 Ω 1/4W 5%저항
R ₂ , R ₆	4.7k Ω 1/4W 5%저항
R ₃	100k Ω 가변저항
R ₄	1.2k Ω 1/4W 5%저항
R ₅	0.2 Ω 권선저항
R ₆ , R ₁₄	100k Ω 1/4W 5%저항
R ₇	250 Ω 분압기
R ₈	150 Ω 1/4W 5%저항
R ₁₀ , R ₁₂	10k Ω 1/4W 5%저항
R ₁₁ , R ₁₃	1k Ω 1/4W 5%저항
S ₁	상시 개로 SPST 푸시 버튼 스위치
S ₂	4개의 선택 위치를 갖고 하나의 축을 가진 회전 스위치

이 자외선 경보기는 태양의 강도를 감시한다. 그리고 더 중요한 것은 축적된 노출량을 기억하고 있다는 것이다. 미리 설정된 노출 한계에 이르면 태양에서 벗어날 시간이라는 경보를 울린다.

이 회로는 하늘이 맑은지 흐린지에 상관없이 실제적인 자외선 노출량을 납득할 만큼 정확하게 측정한다. 물론 오차가 적은 고급의 부품들이 이 회로에 사용한다면 가장 좋은 정확도를 가져올 것이다. 일반적인 응용으로 사실상 초정밀도를 필요로 하지 않는다. 변하지 않는 제한을 갖는 것도 좋을 것이다. 몇 분 이내에 양지와 화상을 피해서 안으로 들어가는 것이 좋다.

노출 회로 타이머 회로는 부품 목록에 제시된

값들을 사용하면 약 10분에서 한시간 반 정도 이상까지 설정될 수 있다.

이 프로젝트의 센서는 광기전성(photovoltaic) 전지이다. 이 장치는 흔히 태양전지로 불린다. 하지만 이 이름은 하나 이상일 경우 기술적으로 부적절한 이름이다. 밝고 맑은 날 최대의 태양 빛으로 광전지는 약 0.3A(300mA)를 만들어 낸다. 주어진 양의 조명에 대한 광전지의 전류는 표면 영역에 의해 우선적으로 결정된다. 조그마한 광전지는 이런 것에 적용해도 별 효과를 얻지 못한다. 적당히 큰 광전지가 필요하다. 만일 충분히 큰 광전지를 찾는데 문제가 있다면 2개의 0.15A(150mA) 광전지를 병렬로(직렬로 전압을 증가시켜서는 안된다.) 사용할 수 있다.

광전지의 출력 전압은 감지된 조명의 준위의 변화에 대해 다소 일정함을 보인다. 주목되고 있는 빛의 준위에 전류만이 변할 뿐이다.

저항 R5는 광전지에 병렬로 연결되어 오옴의 법칙에 의해 이 전류를 적당한 전압으로 변환시킨다. 전압이 안정한 상태에서 광전지의 전류가 변하기 때문에 전기적으로는 고정된 전압원에 직렬인 가변 저항처럼 보인다. 이 프로젝트의 센서 일부가 등가 회로로 그림 9-7에 보여지고 있다.

R5의 저항은 원하는 전압을 얻기에 너무 작을 것이다. 0.2 Ω 권선 저항은 이 프로젝트의 원형에 사용되었다. 그러한 작은 권선 저항들은 다소 비싸기는 하지만 그다지 구하기 힘든 편은 아니다. 단지 저항값이 알려진, 특정한 길이의 전선을 사용하면 된다. 특정한 선저항은 이런 목적에 유용하다. 선저항은 단지 보통 전선보다 높은, 피트당 저항을 가진 전선일 뿐이다. 일반 동선을 사용할 수도 있으나 주어진 저항에는 그 길이가 너무 길 것이다.

만일 전선이 피트당 얼마의 저항인가를 알면 특정한 저항에- 이 경우 0.2 Ω -대해 필요한 길이를 계산할 수 있다.

편의상 선저항은 일반적으로 코일처럼 어떤 종류의 도체 막대 주위에 감기게 되어있다. 연필을 일반적인 막대로 사용할 수 있다. 연필에 모양을 갖춰 전선을 감고 그 연필은 뻐다. 그러

면 중앙이 텅비게 된다. 사용된 재료는 이것이 매우 좋은 절연체일 경우 중요하지 않다.

감지된 빛의 준위에 비례하는 전압은 IC1A에 의해 증폭되고 IC1B에 의해 완충된다. 분압기 R3는 센서의 감도 조절기의 역할을 한다.

가장 정확도를 기하기 위해 다음 부품들을 가능한 한 가장 가깝게 설치한다.

- IC1A
- PC1(광 전지)
- R5
- R1

이 부품 목록에는 듀얼 op 앰프가 포함된다. 만일 원한다면 분리된 단일 op 앰프 칩이나 4단자 op 앰프의 절반을 두 개 사용할 수 있다. 만일 분리된 op 앰프 장치가 사용된다면 반드시 각각의 개별적인 칩에 필요한 전원을 공급해 주어야 한다.

분압기 R7와 4개의 위치를 가진 스위치 S2는 경보기가 울리기 전에 노출 시간을 설정하는 데 사용된다. 스위치의 위치마다 다음과 같이 표시되어야 한다.

- A 10-25
- B 20-50
- C 40-100
- D 조정

세 개의 사용 가능한 범위(A, B, C)는 겹치게 되다

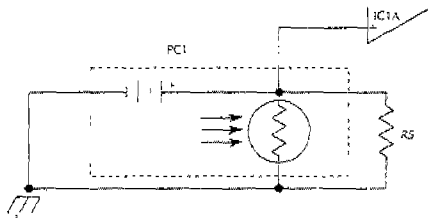


그림 9-7 이것은 그림 9-6의 센서의 일부에 대한 등가 회로이다.

이 프로젝트를 조정하기 위해 가장 밝고 별이 좋은 날을 택하도록 한다. 가능하면 태양이 지구에 가장 가까울 때인(북반구에서) 하지에 조정을 하도록 한다. 이것은 해가 이날 가장 길다는 것을 의미한다. IC1B의 출력단과 접지단에 직류 전압계를 연결한다. 분압기 R3를 조정해

서 5.5V 정도로 읽히도록 한다. 즉 열 배의 전압을 택한다. 가변 저항은 이 눈금 조정에 사용된다. 완전히 전면 패널 조정만을 하지는 말아야 한다. 일단 이 눈금 조정 분압기가 조절되면 이 축의 위치를 풀이나 페인트를 사용해서 고정한다.

이것은 태양빛이 가장 밝을 때, 이 장치를 사용하는 이 눈금 조정 과정에 있어 상당히 중요하다. 5.5V는 이 점에 있어서 최대의 전압이다.

어떤 경우 권선 저항 R5의 값을, 가능한 한 가장 정확한 조정을 위해 조금 늘이거나 줄여야 할 수 있다. 위에서 논의된 자작 권선 저항은 이것에 도움이 된다.

분압기 R7은 대부분의 응용에 있어서 전면 패널 조정에 사용된다. 이 조정은 스위치 S2에 의해 설정된 노출 시간 제한을 미세 조정한다. 스위치 S2를 D에 놓고 이 조정을 할 수 있다. 이상적으로 IC1B의 출력과 5.5V 직류 신호 단자 사이의 연결을 끊는다. 그렇지 않으면 앞의 조정 과정에서와 같이 타이머 제한 조정을 밝은, 별이 좋은 날 하도록 한다. 각각의 다이얼 눈금의 기준점에서 전원이 회로에 공급된 후 경보 버저가 울리기까지 얼마나(초 단위로) 걸리는가를 측정한다. 다이얼 눈금에 적어도 3개의 색인을 권한다.

	조정시간	눈금표시
a	20	10/20/40
b	30	15/30/60
c	50	25/50/100

a점은 분압기의 최소 설정 근처에 있어야 하고 c점은 최대 설정 근처에 있어야 한다. b점은 다소 중앙에 있어야 한다. 만일 회로가 타이밍에서 벗어나면 저항 R6에 다른 값으로 바꾸려 할 것이다.

제시된 눈금은 각각 세 값을 갖는다. 각각의 경우에 스위치(S2) 범위의 각각의 가능한 위치가 있다. 이런 표시들은 분당 시간을 참고한다.

예를들어 만일 스위치 S2가 B의 위치에 있고 R7이 c에 설정되어 있으면 노출 시간 제한은 약 50분이다. 분압기를 재조정하지 않고 스위치 S2의 설정을 C의 위치에 놓으면 노출 제한 시

간을 약 100분으로 확장할 것이다.

이것은 절대적인 시간이 아니다. 자명종이나 부엌의 타이머를 그 대신 사용할 수 있다. 동작할 때 이 회로는 감지된 빛의 강도를 타이밍 식에 고려한다.

예를들어 만일 자외선 경보를 25분의 노출 시간 제한에 설정하면 실질적으로는 경보음이 울리기까지 태양빛에 48분 동안 노출된 것이 될 것이다. 그러나 이 시간동안 흡수한 자외선은 태양빛이 최대일 때 25분간 받은 그것과 같을 것이다.

일단 피부를 태우기로 했다면 상대적으로 짧은 노출 시간동안-10에서 20분-이 좋고 서서히 효과가 나타날 것이다. 이것은 우리의 피부가 태양광선에 익숙해지고 화상의 위험을 최소화하는 이점을 가지고 있다.

이 프로젝트에서는 원한다면 압전 버저를 다른 경보음 장치로 바꿀 수 있다. 그러나 이 특정 응용에서 버저가 너무 시끄럽거나 귀찮게 들리지 않는다 하더라도 이것은 중요하지 않다. 저 전력의 그리고 너무 시끄럽지 않은 경보음 장치가 이런 경우에 적합하다.

7) 뇌우(雷雨; 전기 폭풍) 경보기 (Electrical storm alarm)

전기 폭풍은 특히, 대비가 안된 상태에서 휩싸이면 큰 피해를 받을 수 있다. 야외에서 일하거나 캠핑을 하는 사람은 미리 이런 폭풍에 대비할 수 있기를 바란다. 또한 전기 장비를 가진 사람들에게 이것은 중요한 것이다.

천둥이나 번개는 대기 중의 큰 전기적 방전의 결과이다. 만일 그런 방전이 교류 전선 근처에서 발생하면 전선으로 커다란 전원이 유도된다. 이것은 변압기와 비슷한 유도 법칙에 의한 것이다. 대기의 전기적인 방전은 강한 자기장을 만들고 이것은 전선을 따라 흐른다. 강한 자기장을 따라 움직이는 어떤 도체에는 그에 비례하는 전원이 유도될 것이다. 이런 경우 교류선을 따라 큰 전류가 갑자기 흐르는 결과를 가져온다.

보통 그러한 큰 파동은 번개가 전선을 때릴 때 일어난다. 하지만 반드시 그렇지는 않다. 만일 실제로 번개가 전선을 직접 때리면 아마 전선이 끊어져 전력 흐름이 함께 중단될 것이다. 파동은 번개가 전압 스파이크를 전선에 유도시키기에 충분할 정도로 근처를 때릴 때 발생한다.

부수적으로, 대부분의 폭풍에 관련된 전력의 과도 현상도 또한 직접적인 번개의 타격에 의한 결과가 아니다. 전선의 시스템은 많은 분배된 증폭기들과 스위칭 트랜지스터를 포함한다. 비록 이런 목록들이 방수가 잘 된다 하더라도 새기 마련이고 폭우일 경우 충분히 많은 물이 침입해 회로를 단락시킬 것이다. 또한 증폭기나 변압기 주위의 번개의 충격은 이것들을 손상시키기에 충분한 전력의 파동을 유도해서 전력의 흐름을 차단한다.

강한 전기 폭풍에 의한 전력 파동은 교류를 공급받는 장비의 전원 공급에 과부하가 걸리게 할 수 있다. 전력의 파동이 매우 크기 때문에 퓨즈나 회로 차단기가 반응할 기회도 없이 회로에 매우 큰 손상을 줄 수 있다. 그러므로 전기 폭풍이 존재하는 동안에는 플러그가 꽂힌 어떠한 장비라도 위험하다. 그 때에는 장비에 전원이 연결될 필요가 없다.

몇 년 전에 이런 식으로 손상된 TV 수리를 부탁받은 적이 있다. 그들은 퓨즈가 흘러내리는 것을 보고 매우 놀랐으며 TV의 플러그가 뽑혀 있을 때도 이것은 계속되었다. "그러나 폭풍이 일어났을 때는 켜져 있지 않았다."고 그들은 계속 이야기하며 놀라워했다.

TV나 어떤 다른 전기에 의한 장비가 꺼져 있을 때에 회로의 고장은 스위치 접점의 물리적인 크기에 따라 커진다. 약간 젖은 채로 양탄자 위를 걸어본 적이 있습니까? 이때 스파크(spike)가 손가락 끝에서 문고리나 다른 금속 물체로 튀는 것을 경험한 적이 있습니까? 스파크는 어떤 상황에서는 몇 인치까지 튀어 오른다. 번개에 의해 유도된 전력 파동의 크기를 고려한다면 스위치 접점들 사이에 1/4인치나 1/2인치의 간격이 있어야 스파크가 일어나지 않는다는 것은

놀랄만한 일도 아니다.

만일 전기적인 폭풍이 온다면 민감한 장비는 플러그를 뽑는 것이 이런 재난을 막는 확실한 방법이다. 파동을 막는 장치는 어떤 장비가 그 폭풍이 존재하는 동안 작동되어야 한다면 도움이 되겠지만, 어떠한 보호 장치도 완벽하거나 결함이 없을 수는 없다. 만일 가능하다면 심한 폭풍이 몰아치는 동안에는 파동 보호 장치에 의존하기보다는 전기 장비의 플러그를 뽑도록 해야한다. 파동 보호 장치가 쓸모가 없다는 것은 절대 아니다. 이런 식으로 해서 장비의 수리와 교체에 드는 수백만 달러를 절약해 왔다. 그러나 번개의 스파크는 그런 장비들에 있어서 가장 심각한 것이다(교류 전력 파동에는 많은 잠재적인 원인들이 있고 매일 수십 가지가 발생한다).

플러그를 꽂지 않은 것들에 대해서는 어리석게 집착할 필요가 없다. 램프와 같이 플러그를 뽑은 것들은 일을 성가시게 한다. 램프의 경우 일어날 수 있는 최악의 경우는 전구가 나가는 것이며 종종 일어날 수 있다. 전구가 타 버리는 일은 자주 일어나지 않으나 전자 장비에 있어서 특히 값이 비싼 것일 수록 비교적 작은 전력의 파동에도 8민감한(그리고 일반적으로 비싼) 반도체 부품의 손상을 가져온다.

분명히 언제 전기 폭풍이 진행될 것인가를 아는 것은 중요하며 주의를 필요로 한다. 그림 9-8은 이에 도움이 될 것이다. 이 프로젝트에 적합한 부품 목록이 표 9-7에 나타나 있다.

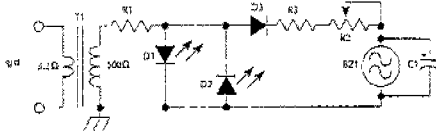


그림 9-8 빛 범위 감지기 (프로젝트 48)

이 프로젝트를 사용하기 위해 작은 표준 AM(진폭 변조) 라디오와 이어폰 잭이 필요하다. 방송국들 사이에서 방송 밴드 위쪽 끝(1600 kHz)에 라디오 주파수를 맞춘다. 그리고 전기적인 폭풍 경보기 회로의 입력을 라디오 이어폰 잭에 연결한다. 라디오는 계속 켜 놓는

다. 그 지역 대기의 전기적인 방전이 있으면 LED는 밝아지고 경보(압전 버저)가 울릴 것이다. 원한다면 어떤 다른 경보음 장치를 이 버저와 바꿔 놓을 수도 있을 것이다.

표 9-7 전기적폭풍 경보기에 대한 부품 목록

D ₁ , D ₂	LED
D ₃	다이오드(1N4002 또는 유사품)
T ₁	오디오 트랜스포머(transformer) 3.2에서 500Ω (본문 참조)
BZ ₁	압전 버저
C ₁	47μF 50V 전해 커패시터
R ₁	390Ω 1/2W 10% 저항
R ₂	50kΩ 가변 저항
R ₃	1kΩ 1/2W 10% 저항

만일 시각적으로 표시되길 바란다면 회로에서 다음과 같은 부품을 제거하면 된다.

- R2
- R3
- C1
- BZ1
- D3

어떤 이유에서 폭풍이 다가온다는 것을 청각적으로만 표시되길 원하고 시각적인 표시를 원하지 않는다면 LED를 회로에서 제거할 수 있다. 그러나 사실 이것은 중요하지 않다. LED를 그냥 두는 것이 나을 것이다. 그것들은 분명 전혀 해로운 것이 없고 아마 프로젝트의 비용을 별로 증가시키지 않을 것이다.

분압기 R2는 청각적 경보기의 단순한 볼륨조정기 역할을 한다. 몇몇 응용에서 이 조정기를 회로에서 제거하길 원할 수 있다. 이런 경우 저항 R3의 값을 약간 증가시킨다.

트랜스포머 T1의 입력 임피던스는 신호원으로 사용되는 라디오의 출력과 어느 정도 맞아떨어져야 한다. 부품 목록에 제시된 트랜스포머는 특색있는 것이다.

경보기는 계속적으로 울리지는 않지만 회로가 대기의 전기적 방전을 감지할 때마다 짧은 “핑” 하는 형태의 소리를 낸다. 날이 맑을 때 한번이나 두번의 불연속적인 핑하는 소리를 우연히 듣더라도 너무 걱정하지 말도록 한다. 다른 현상

들도 AM 라디오에 방해 파열음을 야기할 수 있다. 그러나 빈번한 경보음(그리고 LED의 불빛들)은 그 지역에 전기적 폭풍이 있다는 것을 잘 말해주며 필요한 주의를 기울이는 것이 좋다.

8) 범람 경보기 (Flooding alarm)

물은 필수적인 것이지만, 만일 물(혹은 다른 액체)이 너무 많으면 많은 피해를 가져오게 한다. 즉 물은 전기 장비를 단락 시킬수 있으며 녹이나 곰팡이, 부식을 초래할 수 있다. 지하층이 범람하면 소유물들을 파괴할 수도 있다.

매우 간단하지만 효과적인 범람 경보 회로가 그림 9-9에 나타나 있다. 보다시피 이 프로젝트는 많은 부품을 필요로 하지 않는다.

표 9-8 범람 경보기의 부품 목록

Q ₁	SCR(Radio Shack RS1067 또는 유사품)
BZ ₁	압전버저
R ₁	1MΩ 1/2W 10% 저항
B ₁ , B ₂ , B ₃	트랜지스터 라디오 배터리(총27V)
S ₁	상시 페로 SPST 푸시 버튼 스위치

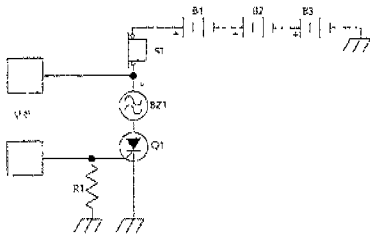


그림 9-9 범람 (경보기 프로젝트 52)

이 회로는 어떤 종류의 방수막으로 둘러싸여져야 한다. 아마도 플라스틱 상자나 플라스틱 자루가 좋을 것이다. 두개의 탐침만이 방수막 밖으로 나와 있어야 한다. 이 탐침으로 향하는 전선의 나가는 점을 봉하기 위해 견고한 고리나 판 테이프를 사용하도록 한다.

탐침 그 자체는 특별한 것이 없다. 그들은 단지 전기적인 도체에 노출되어 있다. 부식되지 않고 구리가 입혀진 판의 작은 조각(약 1.5인치의 면적)이 적당할 것이다.

보통 SCR(Q1)은 꺼져 있다. 어떤 전류도 버

저(BZ1)를 통해 흐르지 않는다. 그러므로 버저는 울리지 않는다. SCR의 게이트는 저항 R1을 통해 0 전위에 가깝게 유지된다.

범람하게 되면 그리고 물(혹은 다른 어떤 액체)이 두개의 탐침을 건드리면 V+에서 SCR 게이트로 전기 회로가 형성된다. SCR은 켜지게 되고 압전 버저로 전류가 이끌어 지게 되고 이것은 경보를 울리게 된다. 이 경보는 액체가 말라버린다해도 계속 울릴 것이다. 경보를 끄기 위해서는 수동 리셋 스위치 S1을 사용해야 한다. 간단히 이 스위치를 열어서 SCR의 양극에서 음극으로의 전류 통로를 끊는다. 그래서 SCR이 꺼지고, 버저는 회로가 다시 구동될 때까지 울리지 않을 것이다.

거의 어떤 저전력 SCR이라도 아마 이 회로에서는 마찬가지로일 것이다. 이 부품 목록에서 제시된 장치는 단지 이 프로젝트의 원형에 사용된 것이다. 다른 SCR로 대체하는 것에 너무 부담을 갖지 말며 먼저 회로를 브레드보드에 구성해보고 교체된 SCR이 잘 작동되는 것을 확인하는 것도 좋은 생각이다.

이 범람 경보 회로는, 3개의 표준 9V 트랜지스터 라디오 배터리가 27V를 내기 위해 직렬로 연결되어 전원을 공급받는다. 범람이 일어나지 않는 한 사실상 배터리로부터 전류가 흘러나오지 않고 그들은 거의 보존 기간을 채울 것이다. 질 좋은 배터리는 거의 2년 동안 지속된다. 물론 경보가 울릴 때마다 전류를 배터리에서 끌어오므로 수명을 단축한다. 만일 경보가 연장된 기간동안 울릴 수 있게 되면 곧 배터리를 교체해야 할 것이다. 배터리를 이런 형태의 회로에서 몇 달마다 주기적으로 시험해보는것은 좋은 생각이므로 반드시 그렇게 하도록 한다.

배터리를 직류-교류 전원으로 교체하는 것은 좋지 않다. 항상 어떤 유한한 전기적인 단락의 기회가 있으며 만일 범람하게 되면 이것은 매우 심각한 화재나 상당한 충격의 위험이 있다. 보통의 배터리는 이 응용에 있어서 상당히 오래 지속되어야 하며 교류 전력을 사용할 어떠한 이 유도 없다.

다음호에 계속됩니다