

전력기술인이 만들 수 있는 전자보안 시스템 ⑤

글/ 윤갑구 협회 부회장 · 한국전기전자기술사회장



목 차

1. 센서
2. 사이렌
3. 전기 · 전자 장치보호
 - 1) 휴대용 경보기
 - 2) 배회자 감지기
 - 3) 전원사용 감지기
 - 4) 전원 고장 경보
 - 5) 변형 전원 고장 경보
 - 6) 비상 배터리 지원 회로
 - 7) 전류 제한기
 - 8) 전자 차단 회로
 - 9) 이벤트 결함 경보
 - 10) 접지의 안전성 테스트
 - 11) 퓨즈 파손 경보
4. 전자 자물쇠
 - 1) 상태 유지 전자 자물쇠
 - 2) 비(非)상태 유지 전자 자물쇠
5. 침입 감지
6. 경보 시스템
7. 자동차 보안

3.전기 · 전자보호장치

10) 접지의 안전성테스터 (Safe-ground tester)

세 개의 단자를 가진 플러그라 할지라도 최대의 안전성을 위한 성능이 좋고, 완전한 접지를 했다고 확신할 수 있는 방법 중의 하나는 그림 3-17에 보여진 것처럼 접지 검사 회로를 사용하는 것이다. 프로젝트에 적합한 부품들의 목록은 표 3-14에 주어져 있다.

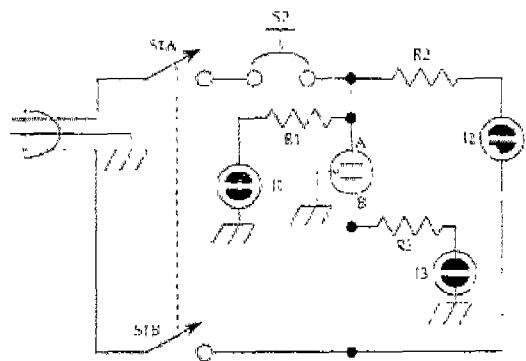


그림 3-17 접지의 안전성 테스터

교류 플러그의 색 부호를 확인해야 하며 이것은 표준적인 전기적 색 부호이다. 검은 선은

표 3-14 프로젝트 21, 그림3-17의 접지의 안전성 테스트에 대한 부품들의 목록

I1,I2,I3	NE-2 네온 램프
S1	DPST 스위치 (본문 참조)
S2	회로 차단기(10A) (본문 참조)
R1,R2,R3	47kΩ ½W 10% 저항
교류 플러그	세 개의 단자
교류 소켓	세 개의 단자

활선(活線)으로 사용되고, 흰 선은 중립선(neutral line)으로 사용된다. 중앙 접지는 보통 녹색이나 갈색이 사용된다.

유사하게 서로 다른 금속이 교류 소켓의 주요한 두 개의 단자에 사용된다. 은(銀)으로 된 부분(회로도에서 A)은 활선(검은선) 연결부이다. 중립선(흰선) 연결부는 소켓의 황동(黃銅)으로 된 부분이 된다(회로도에서 B).

스위치 S1은 DPST 스위치이다. 두 개의 분리된 SPST 스위치를 사용해서 안된다. 양쪽 스위치 부분은 항상 일치하여 동작되어야 한다. 실제로 DPST 스위치는 구하기가 다소 어렵기 때문에 아마도 DPDT 스위치를 사용하는 것이 훨씬 쉽고, 불필요한 연결되지 않은 여분의 접점은 그대로 남겨둔다.

스위치 S2는 전혀 스위치가 아니다. 이것은 회로 차단기이다. 부품들의 목록은 10A로 정격된 회로 차단기를 제안한다. 어떤 적용에 있어서 이 프로젝트에 의해 보호되어질 장치에 적합하게 하기 위해 이 부품들의 값을 변화시키기를 원할 것이다. 만약 전류 비율을 증가시키면 회로에 더 큰 전력량의 저항을 사용해야 한다. 회로 차단기를 대신해서 퓨즈나 홀더(holder)를 사용할 수 있다. 퓨즈로 바꾸는 것은 이 적용에 있어서는 폐단이 될 것이다. 회로 차단기는 작은 버튼을 누름으로써 리셋을 시킬 수 있다. 이것은 쓸데없는 걱정이나 지루함을 줄이고, 오랜 사용에 대해서는 확실히 비용이 싸질 것이다.

이 프로젝트에서는 표시 장치로서 표준 네온 램프가 사용되었다. LED로 교체한다면 그것들은 확실히 단시간 내에 파손될 것이다.

이 접지의 안전성 테스트 프로젝트는 아주 간단히 사용할 수 있다. 감시되도록 장치를 프로젝트의 소켓으로 플러그를 꽂고, 테스트 회로를 양호한 벽의 소켓에 꽂아야 한다. 램프 I1과 I2가 불이 켜지고 이것은 모든 것이 정상임을 나타낸다. 만약 램프 I1대신에 램프 I3가 켜지면 중립선이 활성화되고 전위(電位) 에러가 존재한다. 만약 램프 I1과 I3에 불이 켜지면 교류 전원선에 무언가 심각한 오류가 생겼다. 모든 플러그를 뽑고 즉시 자격이 있는 전기 기술자를 부르도록 한다.(세번째 가능성은 일어날 것 같지는 않지만 가능성이 전혀 없는 것은 아니다)

이 프로젝트는 활성화된 교류 전원을 사용하기 때문에 제작하는데 아주 주의해야한다. 모든 제공되는 전원을 공급하기 전에 전위적인 단락 회로를 눈으로 확인하며 단락 회로의 가능성이 아주 미미하더라도 우선적으로 저항계로 확인하도록 한다.

11) 퓨즈 파손 경보(Blown-fuse alarm)

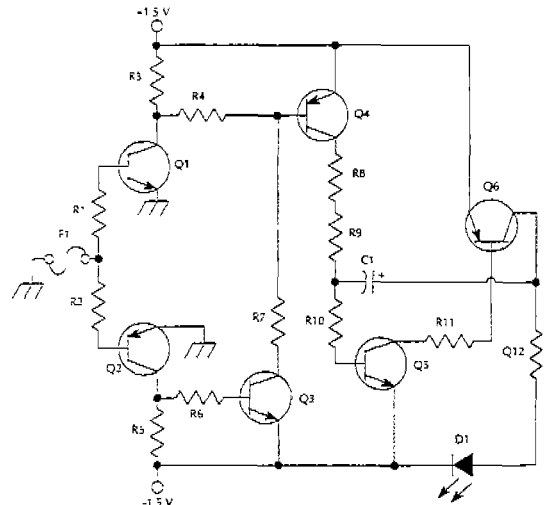


그림 3-18 퓨즈 파손 경보(Blown-fuse alarm)

그림 3-18에 보여진 회로는 퓨즈가 파손되었을 때 경보로써 LED를 켜므로써 즉시 그것을 우리에게 알려 줄 것이다. 깜박거리는 LED는 계속해서 켜져있는 LED보다 훨씬 더 쉽게

우리가 알아볼 수 있게 하고 더 시각적이다. 이 프로젝트에 적합한 부품들의 목록이 표 3-15에 주어졌다.

표 3-15 프로젝트 22.
그림 3-18의 퓨즈 경보기에 대한 부품 목록

F1	감시되어지는 퓨즈(본문 참조)
Q1, Q3, Q4, Q5	NPN 트랜지스터(2N3094, GE20, SK3122, ECG128, 무선 통신 RS2009 또는 유사품)
Q2, Q6	PNP 트랜지스터(2N3906, GE21, SK3025, ECG159, 무선 통신용 RS1604 또는 유사품)
D1	LED
C1	2.2μF 25V 전해 콘덴서
R1, R2	10MΩ 1/4W 5% 저항
R3, R5	100kΩ 1/4W 5% 저항
R4, R6, R7	10kΩ 1/4W 5% 저항
R8	1MΩ 1/4W 5% 저항*
R9	680kΩ 1/4W 5% 저항*
R10, R11	1kΩ 1/4W 5% 저항
R12	39Ω 1/4W 5% 저항
*타이밍 부품 - 본문 참조	

이 회로에는 심각하게 위험한 것은 없다. 저항 R8, R9와 콘덴서 C1은 경보기가 활성화되었을 때 LED의 깜박거리는 비율을 결정한다. 여기에서 우리가 교대로 부품들의 값을 검사하기를 원한다면 깜박거리는 비율을 너무 빠르게 하지 않도록 한다. 또는 계속해서 LED를 켜지게 하지 말아야 한다. 왜냐하면 깜박거리는 표시등에 의해 제공된 시각적 이득을 감소시키기 때문이다.

아주 큰 저항이 요구되기 때문에 두 개의 저항(R8과 R9)은 직렬로 연결되어야 한다. 만약 우리가 원하는 깜박거리는 비율과 부품들의 용이성을 성취하려고 한다면 이 두 개의 저항을 하나의 장치에 연결할 수 있다.

퓨즈 F1은 이 프로젝트에 의해 감시되는 원래 장치의 퓨즈이다. 퓨즈의 정확한 값은 이 경보회로가 관심이 있는 한 정해지지 않은 값이다. 왜냐하면 퓨즈의 값은 그 퓨즈에 의해 보호되어질 장치에 의해 정해지기 때문이다.

4. 전자 자물쇠

휴대품의 보호나 도난으로부터의 장치의 보호 혹은 허가되지 않은 사용으로부터의 보호를 하는 한 방법으로 자물쇠를 이용하는 것이 있다. 자물쇠의 두 가지의 기본적인 형태가 있다. - 열쇠 자물쇠와 숫자 조합 자물쇠.

열쇠로 잠그는 자물쇠는 그것의 튀김쇠를 돌리기 위한 특별히 깎여진 열쇠를 요구하고 그 열쇠로 자물쇠를 연다. 전자 공학적인 측면에서는 키 스위치가 이와 유사한 것이다. 이것은 집 열쇠나 자동차 열쇠와 유사한 열쇠에 의해서만 열리는 기계적인 스위치이다. 전자공학에 취미를 갖고 있는 사람에게 유용한 대부분의 상업적인 키 스위치들은 SPST 형태이다. 그러나 다른 좀 더 복잡한 스위칭 장치들이 가능하다.

키 스위치들은 종종 산업적인 장치로 사용한다. 전자 공학에 취미를 가진 사람들에게 키 스위치에 대한 좋은 재료는 전자 부품의 과잉 공급자들에게 의해 놀랄 정도로 싼 값에 팔려지는 버려지거나 구식이 되어버린 장치들이다. 이 키 스위치들은 자동차의 점화 장치와 같은 것이다. 또한 전자적 장치에 있어서 보호할 장치에 대한 사용이나 어떤 동작을 실행하는데 대한 허가 받지 않은 사용을 방지하는데 사용한다. 그와 같은 키 스위치들은 종종 금전 등록기(cash register)로 사용된다.

“판매원” 키는 금전 등록기의 기본적인 기능을 용이하게 하여 판매원이 금전 등록기의 키를 눌러 어떤 금액이 나오게 할 수 있다. 반환이나 취소된 판매 그리고 금전 등록기의 메모리를 소거하는 일등의 특별한 기능은 부가된 위치로 키 스위치를 돌릴 수 있는 “마스터(master)” 키의 사용을 요구한다.

기계적인 자물쇠의 다른 기본적인 형태는 숫자 조합 자물쇠이다. 자물쇠를 열기 위해서 회전 다이얼(dial)을 통해서 정확한 수열이 제공되어야 한다.

이 장에서 우리는 기계적인 숫자 조합 자물쇠와 동등한 몇 가지의 전자적인 숫자 조합 자물쇠를 보게 될 것이다. 사용할 수 있는 두 가지 방식의 전자적인 숫자의 조합 자물쇠가 있다. 그와 같은 회로는 보호할 전자 장치의 동작(또는 그와 같은 전자 장치의 어떤 기능)을 키 스위치의 사용과 아주 유사하게 제한할 수 있다.

전자 자물쇠 회로는 또한 몇 종류의 물리적인 상태 유지(latching) 장치를 물리적으로 이동시키는 솔레노이드(solenoid)를 제어할 수 있다. 보호할 것(전자적 회로일 필요는 없는 것)은 자물쇠의 동작이 없이는 제거될 수 없다. 일반적인 기계적 숫자 조합 자물쇠를 가지고 있는 장치들의 경우와 같다.

숫자 조합 자물쇠의 주요한 잇점은 열쇠를 잃어버릴 일이 없다는 것이다. 그러나 조합 숫자를 어딘가에는 기록해놓아야 한다. 그래야 그 숫자를 잊어버리는 재앙으로부터 피할 수 있다.

숫자의 조합은 정확한 수열로 푸시 버튼을 연속적으로 누름으로써 입력을 할 수 있다. 부정확한 버튼을 누르거나 제대로된 버튼을 잘못된 순서로 누르는 것은 종종 잠재적인 침입자가 운이 좋아 수열을 맞출 때까지 무작위로 숫자 조합을 하도록 하여 일정 시간 간격 동안 자물쇠를 불능으로 만든다.

사용에 할 때에는 전자 회로망은 안전하게 폐복되어야 한다. 전자공학에 지식이 있는 침입자라도 케이스를 열지 못하도록 해야하고 또한 그 회로를 해제시키지 못하도록 해야한다. 단지 정확한 숫자의 조합이 입력되지 않으면 열 수 없는 자물쇠가 열리지 않으면 회로의 내부가 활성화되어서는 안된다.

1) 상태 유지 전자 자물쇠 (Latching electronic combination lock)

전자 자물쇠는 우수한 보안성을 위해 아주

복잡하고 세련된 회로일 필요는 없다. 분명히 숫자의 조합이 길어지면 길어질 수록(수열에서 요구하는 숫자가 많아지면 많아질 수록), 침입자가 정확한 숫자의 조합을 유추해 내기가 점점 더 어려워질 것이고 또한 허가 받지 않은 침입이 점점 더 힘들어질 것이다. 많은 수의 부호화(code) 스위치들 그리고 상당히 긴 숫자 조합은 아마도 수백만 개의 가능한 숫자 조합을 가지고 있을 것이다. 여기에서 단지 하나의 숫자 조합만이 성공적으로 자물쇠를 열 수 있을 것이다. 그러나 아주 우수한 보안은 또한 시스템의 정당한 사용자에게 커다란 폐해를 줄 수 있다. 우리는 진실로 25 개의 스위치 키패드(keypad)를 가지고 혼란스러워 하기를 원하는가? 그리고 진실로 7, 8자리의 숫자 조합을 기억하는 것을 원하는가? 긴 숫자의 조합은 보호할 시스템에 빈번하게 접근해야 한다면 상당히 싫증나는 것일 것이다. 진실로 그와 같은 보안이 필요한가?

결국, 단지 수천 개의 가능한 숫자의 조합이 있다면 홀수들만으로도 침입자가 정확한 수열을 추측할 수 없을 정도로 아주 우수한 것일 것이다. 그리고 이것은 여전히 많은 시간이 걸리고 정확한 수열을 찾기 위해 모든 가능한 한 숫자의 조합을 참을성 있게 시도하여야 할 것이다. 전자 자물쇠를 열 수 있을 만한 침입자가 있을 것 같은가? 아마도 없을 것이다.

대부분의 일반적인 적용에서 그림 5-1에 보여진 전자 자물쇠 회로는 아마도 아주 작은 비용으로 상당히 우수한 보안을 제공할 것이다. 이 프로젝트에 적합한 부품들의 목록은 표 5-1에 주어져 있다.

이 전자 자물쇠 프로젝트에 대한 부호화된 키패드는 단지 7개의 스위치들로 구성된다. 원한다면 스위치 S4와 스위치 S7사이에 병렬로 더 많은 이름뿐인 스위치들을 쉽게 부가할 수 있다. 자물쇠를 열기 위해서는 3 개의 정수 조합이 요구된다. 키패드에 대한 활성 스위치들과 이름뿐인 스위치들의 물리적인 위치는 실제적인 조합 "숫자들"을 결정하게 될 것이다. 우리는 쉽게 기억할 수 있지만 침입자에게는 불확실한 우리에게 의미 있는 숫자를 선택해야 한다.

그림 5-1 상태 유지 전자 자물쇠 (프로젝트 23)

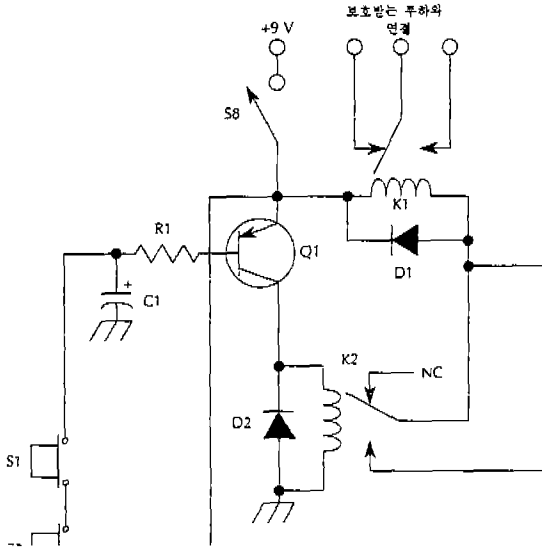


표 5-1 그림 5-1의 상태 유지 전자 자물쇠에 대한 부품 목록

Q1, Q3	PNP 트랜지스터(SK3004, ECG102, GE-2 또는 유사품)
Q2	SCR(부하에 적합하게 선택 - 본문 참조)
D1-D3	다이오드(1N4001 또는 유사품)
K1	부하에 적합한 접점을 가진 9V 계전기
K2, K3	9V 소형 직류 계전기(5000Ω 코일)
C1	33μF 25V 전해 커패시터
C2	100μF 25V 전해 커패시터
R1, R2	1kΩ 1/4W 5% 저항
R3	100 kΩ 1/4W 5% 저항
S1-S7	SPST 상시 개로 푸시 버튼 스위치
S8	SPST 키 스위치

스위치들 S1, S2 그리고 S3은 이 회로에서 활성의 조합 스위치들이다. S4에서부터 S7까지의 스위치들은 키패드를 더욱 복잡하게 만들기 위한 이름뿐인 스위치들이다. 이것은 더 많은 잘못된 입력을 허용할 것이다.

이름뿐인 스위치들 중의 어떤 것을 누르는 것은 현재의 조합을 무효화시킬 것이다. 그리고 약 30초동안 그 회로망을 불능화시킬 것이다.

이 시간 간격이 끝날 때까지 회로는 또 다른

숫자 조합의 입력을 무시할 것이다. 심지어 이 시간 동안에 정확한 숫자의 조합이 입력되었다고 할지라도 그것은 회로에 의해 무시될 것이다. 이것은 이 조합을 유추해 보려고 노력하는 잠재적 침입자에게 실망감과 절망감만을 안겨다 주게 될 것이다.

수열의 선택에 있어서 누구나 알 수 있는 너무나 분명한 것은 선택 하여서는 안된다. 예를 들어 전화 번호의 첫번째 세 자리를 선택 해서는 안된다. 대신에 전화 번호의 두번째, 네번째 그리고 여섯번째 숫자를 선택해야 한다. 자신의 생일을 선택 해서도 안된다. 그것은 아마도 정보를 가진 침입자의 첫번째 시도하는 숫자의 조합이 될 것이다. 왜냐하면 이것은 많은 사람들이 생일을 숫자 조합으로 많이 사용하기 때문이다. 우리가 만약 생일을 사용하고 싶다면 적어도 생일에 들어있는 수들을 섞어야 한다. 예를 들어 자신의 생일이 4월 17일이라면 숫자의 조합으로써 417이나 174는 사용해서는 안된다. 숫자의 순서를 역방향으로 하는 것이 좋을 것이다. 714 또는 471. 더욱 멋지게 날짜사이에 달을 넣는 것은 더욱 좋을 것이다. 147. 숫자 조합으로써 우리에게 가장 먼저 기억나는 것은 아마도 너무 분명한 것일 것이기 때문에 숫자의 조합을 창조해야 한다. 다소 일상적인 것에서 벗어난 것을 생각해야 한다. 그러나 우리가 쉽게 기억할 수 있는 것이어야 한다.

세 자리 수의 조합은 너무 간단해서 금방 깨뜨려질 것 같아 보일 것이다. 그러나 이것은 야심에 찬 침입자에게조차 상당한 시간과 인내심을 요구한다. 침입자에게 더 복잡하게 하기 위해 숫자 조합의 수열은 대부분의 다른 전자 자물쇠 회로가 가진 것처럼 S1이 아니면 S2, 아니면 S3 이다. 스위치 S1과 S2는 동시에 닫혀져야 한다. 단지 하나나 다른 것을 닫는 것은 도움이 되지 않는다. S1을 누르면 S2 역시 아무 것도 실행하지 못한다. 이 두 상시 개로 스위치들이 직렬로 연결되어 있음을 주목해야 한다.

이것은 회로를 완전하게 하기 위해 이 두 스위치 모두가 함께 닫혀져야 한다는 것을 의미한다. 자물쇠를 열기 위해 스위치 S1과 S2를 동

시에 놀려야 한다. 그리고 S3을 누른다. 이름뿐인 스위치들(S4부터 S7까지)중의 어떤 것을 누르면 거의 30초 동안 이 회로를 불능화시킬 것이다. 그래서 침입자는 기다려야 할 것이다. 그리고 그런 다음 모든 것을 다시 시작해야 할 것이다.

아무도 가능한 모든 숫자의 조합을 해보지는 않을 것 같다. 심지어 이 단순한 숫자 조합 자물쇠 회로에 대해서도.

이 회로에 사용된 트랜지스터의 정확한 형태는 그렇게 중요하지 않다. 거의 어떤 저 전력 PNP 트랜지스터라도 동작할 것이다. 두 트랜지스터 모두 같은 형태의 번호를 가져야 한다. 특정한 형태의 트랜지스터가 동작할 지가 의심이 간다면 납땜을 하기전에 브레드보드에서 테스트를 해 보도록 한다. 그것은 다른 어떤 전자적 프로젝트에서도 항상 좋은 생각이다.

스위치 S8은 이 프로젝트에서는 임의의 선택으로 여겨질 수 있다. 그러나 이것은 매우 좋은 생각이다. 이 스위치는 회로에서 간단한 전원 스위치이다. 이것은 우리가 필요로 할 때 자물쇠 회로를 불능화시킬 수 있다. 기대하지 않는 것이 항상 오류를 발생시킨다. 그래서 전자 자물쇠를 수동적으로 해제할 수 있는 몇 가지 방법이 있다.

분명히 침입자가 이 스위치를 사용하는 것은 불가능해야 한다. 또는 전체적인 프로젝트가 실제적인 목적으로는 사용되지 않아야 한다.

잠금 키 스위치를 사용하든지, 혹은 스위치를 주의깊게 숨겨야 한다. 우리가 방이나 자동차 차고와 같은 저장 창고를 보호하기 위해 이 전자 자물쇠 프로젝트를 사용하기를 원한다면 보호되는 영역에 수동적인 위임(override) 스위치(S8)를 설치할 수 있다. 그래서 잠재적인 침입자가 거기에 들어올 수 없도록 할 수 있다. 이것이 가능한지 적합한지는 우리의 특별한 적용의 특성에 의존할 것이다.

프로젝트를 사용하거나 테스트하기 위해 스위치 S8은 닫혀져야 한다. 그래야 회로망은 동작하는데 필요로 하는 전원을 공급받을 수 있다. 일단 만들어진 프로젝트를 테스트하기 위해서는

우선 임시적으로 계전기 K1과 그것의 보호 다이오드(D1)를 회로로부터 제거하고 이 프로젝트에 사용된 9V의 공급 전압을 다룰 수 있는 작은 램프로 그것들을 교체하기를 원할 것이다.

동시에 푸시 버튼 S1과 S2를 누르고 그것이 닫혀졌는지를 확인할 수 있도록 계전기 K1을 주목해야 한다. 우리는 딸깍거리는 작은 소리를 들을 수 있어야 한다. 그리고 계전기의 내부 스위치의 접점이 움직이는 것을 실제적으로 볼 수 있을 것이다(몇몇 계전기는 물리적 구조 때문에 볼 수 없을것이다). 만약 의심스럽다면 K2 계전기 접점들의 연속성을 저항계나 연속 테스터로 감시할 수 있다.

다른 스위치처럼 정상적으로 개방되어 있는 계전기 접점들이 개방되어(비활성화되어) 있을 때 우리는 무한대(혹은 거의 무한대)의 저항을 읽을 수 있다. 이 스위치 접점들을 닫는 것(계전기를 활성화시키는 것)은 임의저는 저항을 0이나 거의 0에 가까운 값이 되게 한다.

어떤 계전기들은 접극자(接極子) 스프링이 연결된 금속 탭(tab)을 부드럽게 구부리기 위해 한 쌍의 바늘코를 가진 집계를 사용해야 될 지도 모른다. 그래서 계전기 접점들은 정확한 동작에 대해 적합하게 위치할 것이다. 만약 이렇게 한다면 매우 매우 조심스럽게 해야한다.

탭을 부러뜨리지 않도록 해야 하기 때문이다. 그렇지 않으면 전체 계전기를 교체해야 한다.

보통 곧추선 상태의 계전기는 최선으로 동작한다. 다른 위치에서는 결국 믿을 수 없는 문제들을 발생할 것이다. 어떤 계전기들은 그와 같은 문제들이 곧 바로 나타난다. 또 다른 것들은 얼마 동안은 잘 동작하는 것처럼 보일 것이다. 그러다가 접점이 정확한 위치에서 벗어날 때 동작을 멈출 것이다.

만약 계전기 K2가 반응하지 않는다면 검사하여야 할 첫번째의 것은 실제적으로 정확한 버튼을 눌렀는가 하는 것이다. 배선을 주의깊게 검사해야 한다. 여기에서 오류가 발생하기가 가장 쉬운 곳이기 때문이다.

회로의 이 부분에 여전히 문제가 있다면 회로로부터 전원을 제거하고 모든 배선을 한번 더

상세히 재검사해야 한다. 어떤 전자 프로젝트에서 너무 많은 시간이 걸려서 재검사를 할 수 없다. 납땀한 모든 연결 부분이 깨끗하고 광택이 나는가? 하나나 그 이상의 납땀 부분이 흐릿하거나 매끄럽지 않다면 잘못된 납땀 부분을 가지고 있는 것이다. 의심이 가는 모든 연결을 다시 납땀 해야 한다.

회로를 구성하는 데 아무런 문제도 없고, S1과 S2를 함께 정확하게 눌렀다고 가정하자. 그런데도 만약 계전기가 여전히 활성화되지 않는다면 가장 문제가 발생할 만한 부분은 불량 트랜지스터(Q1)이거나 불량 계전기 K2이다.

일단 스위치들 S1과 S2에 의해 활성화되었다면 계전기는 단지 약 수 초동안은 활성화된 채로 유지된다. 이 시간 간격을 확장하기 위해 저항 R1과 커패시터 C1(특히 커패시터)에 대한 더 큰 값으로 실험을 할 수 있다.

일단 회로의 이 부분이 정확하게 동작한다고 증명되면 검사 과정의 다음 단계는 완전한 조합을 시도하는 것이다. S1과 S2를 동시에 누르고 난 다음 S3을 누른다. 램프에 불이 켜져야 한다. 만약 램프가 켜지지 않고 회로 배선이나 입력된 수열에는 문제가 없다면 가장 의심이 가는 곳은 SCR(Q2)이다. 계전기 K2가 활성화되려면 확실히 충분한 게이트 전압이 공급되어야 한다. (상시 개로 점점의 계전기가 아니라 상시 개로 계전기를 사용했다는 것을 확인하도록 한다.) SCR이 도체화되어 있는지를 확인하기 위해 전압계를 사용한다. SCR이 도체화되어 있지 않다면 그 SCR의 제작자 설계 명세서를 확인한다. 9V는 충분한 게이트 전압인가? 거의 어떤 저 전력 SCR에 대해서는 확실히 그렇다. 그러나 피짜의 예외를 만날지도 모른다.

불량하거나 부적합한 SCR이 아니라면 정확한 숫자 조합(S1과 S2 그리고 S3)이 입력되었을 때 아무런 문제없이 테스트 램프에 불이 켜져야 한다.

이 프로젝트의 검사 과정에서 다음 단계는 이름뿐인 스위치들이 숫자 조합 자물쇠를 정확하게 불능화시키는가 하는 것이다. S1과 S2를 누르고 이름뿐인 스위치들(S4 - S7)중의 어떤

것을 누른다. 그러면 계전기 K3이 활성화되어야 한다. 회로의 Q1/K2 부분에 대하여 이런 방식으로 묘사되어질 수 있는 잠재적 문제를 검사해야 한다. 이 계전기가 활성화되어 있는 동안 스위치 S3을 누르는 것은 아무것도 할 수 없어야 한다. 램프(계전기 K1의 위치에서)는 켜져서는 안된다. 회로는 이 스위치들을 무시해야 하고 계전기 K2는 비활성화되어야 한다.

이 계전기(K3)는 약 30초의 시간 간격 동안 활성화된 상태로 유지하다가 자동적으로 비활성화되어야 한다. 다른 타이밍 간격을 가지고 실험하기 위하여 저항 R2와 R3 그리고 커패시터 C2의 부품값을 변화시키기를 원할 것이다.

이것은 전자 자물쇠 프로젝트에 대한 검사 과정을 완전하게 한다. 원래의 회로도에 보여진 것처럼 테스트 램프를 제거하고 계전기 K1과 다이오드 D1로 교체한다. 프로젝트를 적합하게 피복하고 우리의 재산을 보호하도록 동작할 회로를 설치할 준비를 한다.

2) 비(非)상태 유지 전자 자물쇠 (Nonlatching electronic combination lock)

다음 프로젝트는 다소 세련된 전자 자물쇠 회로이다. 앞의 프로젝트와 달리 이 회로의 출력은 자신의 상태를 유지하지 않는다. 그래서 수동적인 리셋 과정이 필요 없다. 회로는 짧은 타이밍 간격 후에는 자동적으로 리셋(자물쇠 열기)을 할 것이다.

편리와 더 확실한 명백함을 위해 이 프로젝트의 회로도는 그림 5-2와 그림 5-3의 두 부분으로 나누어진다. 이 두 회로들 사이에는 4개의 연결이 있다. 전원 공급 연결(V+와 접지), 그리고 회로도에서 A와 B로 표시된 두 부분들. 두 개의 A점들을 함께 연결하고, 두 개의 B점들을 함께 연결한다. 이 프로젝트에 적합한 부품들의 목록은 표 5-2에 주어져 있다.

이 회로는 몇 개의 TTL 집적 회로들을 사용한다는 것에 주목해야 한다.

이들 장치들은 정확히 +5V(양방향으로 0.5V 이내)로 엄격하게 정류된 전원 공급기를 요구한

표 5-2 그림 5-2와 그림 5-3의 비(非)상태 유지 전자 자물쇠에 대한 부품 목록

IC1, IC2	듀얼JK 플립플롭 (74107)
IC3	4개의 NAND 게이트(7400)
IC4	4개의 NOR 게이트(7402)
IC5	단안정 멀티바이브레이터(74121)
Q1	NPN 트랜지스터 (Radio Shack RS2009, SK3124, ECG123A, GE-10 또는 유사품)
D1	다이오드(1N4001 또는 유사품)
K1	부하에 적합한 계전기
C1-C5	0.01 μ F 커패시터
C6	47 μ F 15V 전해 커패시터
R1-R4	1k Ω 1/4W 5% 저항
R5	120k Ω 1/4W 5% 저항
R6	220 Ω 1/4W 5% 저항
S1-S10	상시 개로 SPST 푸시 버튼 스위치

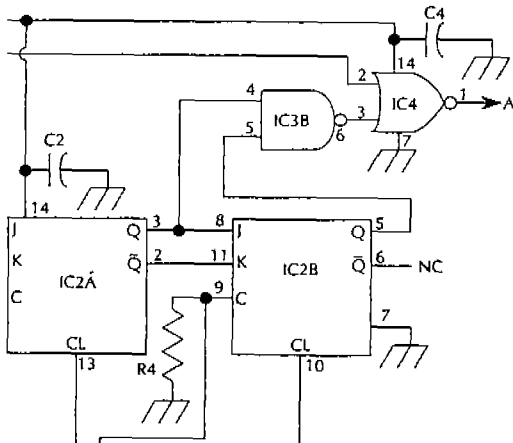


그림 5-2 비(非)상태 유지 전자 자물쇠-부분 A (프로젝트 24)

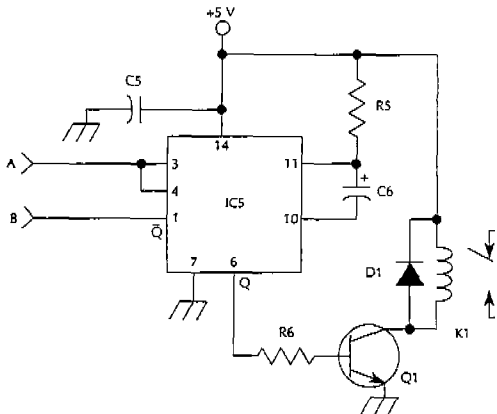


그림 5-3 비(非)상태 유지 전자 자물쇠-부분 B (프로젝트 24)

다. 부정확하게 공급된 전압은 이상한 동작을 발생시킬 것이고, 회로의 하나나 그 이상의 IC들에게 영구한 손상을 줄 수도 있다.

숫자의 조합은 4개의 상시 개로 푸시 버튼 스위치들(S1-S4)을 통해서 입력된다. 이것은 4개의 JK 형태의 플립플롭들(IC1과 IC2)에 클럭(clock) 펄스(pulse)를 제공한다. 각각의 74107 IC에 대해서 두 개의 플립플롭이 있다. 그림 5-2에 보여진 것처럼 더 많은 플립플롭 단(段)을 부가함으로써 더 긴 숫자 조합에 대한 프로젝트로 쉽게 확장할 수 있다.

거기에는 역시 이름뿐인 6개의 스위치들(S4-S10)이 있다. 이들 이름뿐인 스위치들 중의 어떤 것이든지 누르는 것은 모든 플립플롭 단을 리셋시키는 것이고, 이전의 정확한 입력들을 무효화시킨다. 이 CLEAR 신호는 그림 5-2 부터 그림 5-3까지 선 B로서 나타나 있다.

4개의 플립플롭들의 출력 Q는 IC3와 IC4의 게이트들을 통해서 연결되어 있다. 이 게이트 회로망에 대한 진리표는 표 5-3에 주어져 있다. 이 회로망이 근본적으로 4 입력 NAND 게이트 이라는 것을 주목해야 한다. 그와 같은 NAND 게이트들은 고집적의 IC 형태에서는 유용하지만 그것들은 구하기가 어렵고 또한 가격이 비싸다. 그래서 표준 2 입력 게이트들을 사용한다. 원한다면 IC3와 IC4를 하나의 4 입력 NAND 게이트로 바꿀 수 있다. 커패시터 C4를 제거하는 것외에 이 변화를 이 회로망에 수용되게하기 위한 다른 변화는 없을 것이다. 프로젝트는 똑 같은 방식으로 정확하게 동작할 것이다.

이 게이트 회로망의 출력은 그림 5-2부터 그림 5-3까지 선 A를 통해서 나타나 있다. 신호 A는 단안정 멀티바이브레이터(IC5)를 트리거 한다. 이 칩의 출력(핀 6)은 저항 R5와 커패시터 C6의 값에 의해 결정되는 시간 간격 동안 HIGH가 된다.

이 시간 간격 동안 트랜지스터 Q1은 켜지게 되고, 계전기 K1은 활성화되고, 자물쇠는 "열림"이 된다. 단안정 바이브레이터의 시간이 끝나면 트랜지스터는 꺼지고, 계전기는 비활성화된다. 자물쇠는 자동적으로 다시 자신을 잠그게 된다.

단안정 멀티바이브레이터의 출력(IC5, 핀 1) Q(not Q)는 모든 플립플롭을 클리어하기 위해 선 B에 다시 공급된다. 이 숫자 조합 자물쇠를 동작시키기 위해 먼저 모든 플립플롭 단이 클리어 되었는지를 확인할 수 있는 이름뿐인 스위치들(S5-S10)중에서 하나를 눌러보자. 이때 모든 플립플롭 단의 출력 Q는 LOW가 될 것이다. 각각의 Q 출력은 다음 단의 J 입력과 연결되어 있다. 이 신호가 지금 LOW이기 때문에 플립플롭 IC1B, IC2A 그리고 IC2B는 키가 눌러지는 것을 무시할 것이다.

표 5-3 JK 플립플롭의 프리셋(preset), 프리클리어(preclear), 그리고 클럭된 입력에 대한 진리표.

입 력(Inputs)			출 력(Outputs)	
프리셋 (preset)	프리클리어 (preclear)		Q	\bar{Q}
0	0		허가되지 않은 상태 (Disallowed State)	
0	1		1	0
1	0		0	1
1	1		클럭된 입력에 의해 결정 (Determined by clocked inputs)	
입 력(Inputs)			출 력(Outputs)	
J	K	클럭	Q	\bar{Q}
0	0	N	변화없음	
0	0	T	변화없음	
0	1	N	변화없음	
0	1	T	0	1
1	0	N	변화없음	
1	0	T	1	0
1	1	T	변화없음	
1	1	N	출력 상태 역전(Output states reverse)	
	1	T	(0이 1이 되고 1이 0이 된다)	

표 5-3에 주어져 있는 JK 플립플롭의 진리표를 언급하자. 조합은 다음 단계는 단순히 스위치 S1을 누르고 놓아두는 것이다. 그리고 이것은 IC1A에 클럭 펄스(pulse)를 제공한다. 그것은 그서의 출력을 전환시키는 원인을 제공한다. Q 출력은 HIGH가 되고(그리고 Q(not Q) 출력은 LOW가 된다.) 스위치 S2가 눌러졌을 때 다음 단(IC1B)이 클럭 펄스에 반응하도록 허락한다. 지금 이 플립플롭의 Q출력은 HIGH가 된다. S3과 S4가 수열로써 눌러지면 플립플롭 IC2A와 IC2B는 활성화된다.

순서대로 S1-S4의 스위치들을 누르는 것은 4개의 모든 Q출력을 HIGH가 되게 한다. 게이트 회로망은 단안정 멀티바이브레이터를 트리거하게 하고 자물쇠를 연다.

수열에 상관없이 이 스위치들을 누르는 것은 플립플롭들을 단순히 혼란시키게 되고 자물쇠는 열리지 않는다. 조합된 수열의 내부에서 어떤 시간에도 이름뿐인 스위치들(S5-S10)이 눌러지면 플립플롭들은 모두 리셋되어 처음 상태(Q 출력 LOW)로 되돌아간다. 자물쇠를 동작시키기 위해 숫자의 조합이 다시 시작되어야 한다.

원하기만 한다면 부가적인 이름뿐인 스위치들은 여기에 보여진 것처럼 병렬로 쉽게 더 많이 부가 할 수 있다.

다음호에 계속됩니다