

## 하이브리드 인터락을 적용한 점화회로 설계

장부철<sup>\*,1)</sup> · 조길석<sup>1)</sup> · 신진범<sup>1)</sup> · 구봉주<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 국방과학연구소 제1기술연구본부

### The Design of Squib Circuit using Hybrid Interlock

Bu-Cheol Jang<sup>\*,1)</sup> · Kil-Seok Cho<sup>1)</sup> · Jin-Beom Shin<sup>1)</sup> · Bong-Joo Koo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> The 1st Research and Development Institute, Agency for Defense Development, Korea

(Received 1 March 2014 / Revised 8 May 2014 / Accepted 13 June 2014)

#### ABSTRACT

We proposed a design method for squib current supply & interlock circuits in guided-missile fire control systems. In order to design squib current supply circuits, various missile squib loads including line resistance and squib devices have to be considered in advance minimizing probability of redesign of circuits and reducing the development cost by implementing the most proper squib current supply circuit. Also, we presented a hardware interlock logic instead of the commonly used software safety logic to improve the safety of guided-missile fire control systems. The proposed squib interlock circuit enhances safety requirements of guided-missile fire control systems. We confirmed that simulation and measurement results of the proposed design method are the same as theoretical analysis results.

Key Words : Fire Control System(발사통제시스템), Squib Circuit(점화회로), Squib Interlock Circuit(점화안전회로), Voltage Regulator(전압조정기), Missile Interface Unit(유도탄연동기)

#### 1. 서론

유도탄을 발사하기 위해서는 발사통제시스템을 통해 유도탄의 임무수행에 필요한 다양한 발사 준비 단계를 거쳐야 한다. 표적에 대한 정보 장입, 유도탄 내부 장비 상태 정상 여부, 발사 플랫폼 및 함정 센서 정보의 정상 여부와 같은 여러가지 복합적인 정보 상태 판단

을 거친 후에 유도탄을 발사하게 된다. 특히, 발사 준비 단계 중 유도탄 발사의 안전성과 관련된 하드웨어로는 함정과 같은 플랫폼 기동에 따른 유도무기의 진동을 최소화하기 위해 발사관에 유도무기를 고정시키기 위한 탄구속장치, 유도탄을 구성하는 다양한 내부 장치에 필요한 전원을 공급하는 탄 열전지를 점화시키는 장치, 유도무기의 부스터를 점화시켜 추진력을 얻기 위한 부스터 점화장치가 있다. 앞에서 언급한 장치들은 일반적으로 요구되는 전류를 일정 기간 동안 공급하면 내부 기폭이 발생하여 기계적/전기적 인터락

\* Corresponding author, E-mail: bcjang@add.re.kr  
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

(Interlock)을 해제시키고 이를 통해 탄구속장치를 분리시키거나 열전지 및 부스터를 활성화시키는 기능을 수행하도록 설계되어져 있다<sup>[1]</sup>. 이때, 요구되는 전류를 일정 기간 동안 공급하기 위한 회로를 점화회로라고 하며 발사통제시스템에 구현된다.

본 논문에서는 유도무기 발사통제시스템에서 필수적으로 사용하는 회로인 점화회로 중 점화전류 공급회로와 점화 안전회로 설계 방법에 대해 기술한다. 점화전류 공급회로 설계에 있어서 기존 설계 방식은 정전압원 혹은 정전류원 회로를 구성하는 방식이며 정전류원 회로를 설계할 때에는 유도탄에서 요구하는 점화 정전류만을 고려하여 전압조정기 소자를 선정하고 사용할 전압조정기 제조업체에서 제공하는 참고회로에서 사용하는 입력 전압값을 그대로 사용하는 경우가 일반적이다. 이런 방식으로 설계함으로써 실제 유도탄과의 통합시험에서 유도탄 내부 점화기의 다양한 부하 저항과 그 저항값의 변경 범위가 커서 정전류 공급 회로에서 원하는 정전류를 부하에 공급할 수 없는 경우가 발생한다. 이를 해결하기 위해 정전류 공급회로의 최종 출력단에 별도의 더미 저항을 추가하거나, 전압조정기 입력 전압값을 변경하거나, 최악의 경우 부하 저항값 범위별로 각각 별도의 정전류 공급회로를 구성해야 하는 경우도 발생한다.

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 실제 회로 설계 시 필요한 입력전압 및 부하저항 특성을 반영한 설계 방법을 제시한다. 또한 위에서 언급한 점화전류를 실제 유도탄에 공급하기 위한 점화 안전회로 설계방법을 제안한다.

함정에 탑재되는 장비들은 탑재 플랫폼인 함정 및 자체장비의 안전을 위한 장치를 구비하여야 한다. 특히, 유도무기 발사통제시스템의 경우 장비의 특성상 비정상적인 상황이 발생하는 경우 함정과 같은 발사 플랫폼에 치명적인 결과를 초래할 수 있으므로 다양한 경우의 조건을 고려하여 점화 안전회로를 설계하여야 한다<sup>[2]</sup>.

함정 유도무기 발사통제시스템의 경우 발사절차상 치명적인 결과를 초래할 수 있는 경우로서는 유도탄의 발사관 내부에서의 움직임을 막아주기 위한 장치인 탄구속장치가 분리되지 않은 상태에서 부스터 점화 명령이 인가되어 탄구속발사가 발생하는 경우이다. 이를 방지하기 위한 기술은 현재까지 주로 소프트웨어적으로 타임라인 상에서 각 단계의 하드웨어 상태를 확인하여 다음 발사절차 수행 전에 이전 상태의 정상여부

를 확인함으로써 단계별 하드웨어 안전성 상태를 소프트웨어적으로 모두 확인한 후 부스터 점화까지 발사절차를 진행하도록 하는 것이다. 이는 발사통제시스템 소프트웨어 오류 및 장비 간 통신 지연과 같은 비정상적인 상황이 발생하는 경우에는 대처할 수 없는 문제점이 있다.

본 논문에서는 유도무기 시스템에서 기존의 소프트웨어적인 안전 로직과 유도탄 구속발사에 관련된 하드웨어를 고려한 안전 로직을 동시에 사용할 수 있도록 하드웨어적인 인터락 조건을 설계하여 적용함으로써 부스터가 점화 되었으나 유도탄이 발사되지 않는 비정상적인 상황이 발생할 수 있는 확률을 줄여 유도무기 시스템의 안전성을 향상시킬 수 있는 유도탄 점화 안전회로 설계에 대한 내용을 제안하고자 한다.

## 2. 점화전류 공급회로 설계

### 2.1 정전압원 회로

정전압원 회로는 일정 범위 안의 전류를 점화기에 공급해도 문제가 없는 경우에 사용 가능하며 Fig. 1과 같이 입력전압  $V_{IN}$ 과 원하는 출력전류를 만들기 위한 전류제한 저항인  $R_1$  및 라인저항을 포함한 부하저항  $R_2$ 로 구성할 수 있다. 만약,  $R_2$  저항값이 발사통제시스템에서 유도탄까지의 라인(Line) 저항값 변화 또는 유도탄 내부의 다양한 점화기 저항값에 의해 변화하는 경우 발사통제시스템 내부의  $R_1$  저항값을 변경하여 원하는 점화 전류를 공급하도록 설계하는 방식이다.

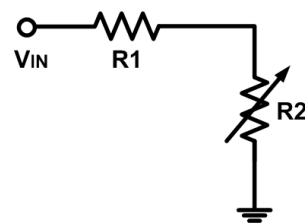


Fig. 1. The constant voltage source circuit configuration

$V_{IN}$  값이 32V이고  $R_2$  값이 4Ω인 경우 5A 이상의 부하전류를 공급하기 위해서는 전류 제한 저항인  $R_1$  값을 2.4Ω 이하로 설정하여야 한다. 만약, 단일 정전압원 회로에서 여러 종류의 점화기에 전류를 공급해야 하는 경우에는 유도탄 내부 점화기 중 전체 계통 저항이

가장 큰 값을 기준으로 이를 만족하도록 전류를 공급할 수 있는  $R_1$  값을 선정하는 방식으로 설계한다.

일반적으로 유도탄 점화기를 점화하기 위한 전류값은 일정범위 안으로 제한되어야 하므로  $R_1$  저항값은 점화기를 포함한 부하 저항값에 따라 필요한 값으로 설정하여야 한다.

### 2.2 정전류원 회로

정전류원 회로는 점화기에 요구되는 전류를 안정적으로 공급하기 위한 경우에 사용하며 Fig. 2와 같은 회로구성을 가진다.

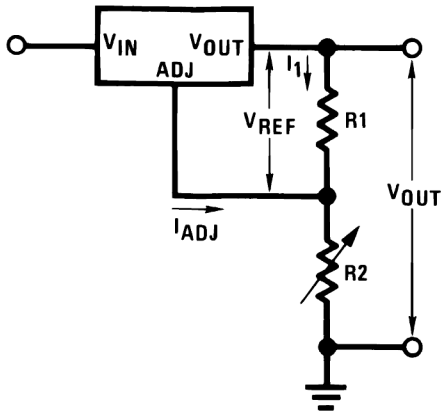


Fig. 2. The constant current source circuit configuration

정전류원 회로 설계에서 5A 가변 전압조정기로 Texas Instruments 사의 LM138 소자<sup>[3]</sup>를 사용한 경우 5A 정전류를 공급하기 위한  $V_{REF}$  기준전압(nominal reference voltage)은 1.25V이며 이를 만족시키기 위해  $R_1$  값을 0.25Ω으로 설계한다. 출력전압은 식 (1)과 같다.

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} R_2 \quad (1)$$

위 수식에서  $I_{ADJ}$ 는 50μA 정도로 충분히 작은 값을 가지도록 일반적으로 설계되어 있으며 이를 통해 라인저항 성분과 같은 부하저항( $R_2$ )의 변화에도 일정한 출력을 낼 수 있도록 한다. 정전류 공급회로에서  $V_{REF}$  기준전압 1.25V를 만족시키기 위한 상태조건은 LM138 소자의 전기적 특성표를 참조하면 아래 식 (2)와 같다.

$$3V \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 35V \quad (2)$$

Fig. 3은 LM138 소자의 전류제한 특성곡선으로 입력전압  $V_{IN}$ 과 출력전압  $V_{OUT}$ 간의 전압 차이가 출력전류에 어떤 영향을 주는지를 출력전류 지속시간별로 보여주는 곡선이다. 출력전류 5A를 50msec 이상 유지하기 위해서는  $V_{IN} - V_{OUT}$  값이 16V 이하의 값을 가지는 경우에만 가능함을 나타낸다.

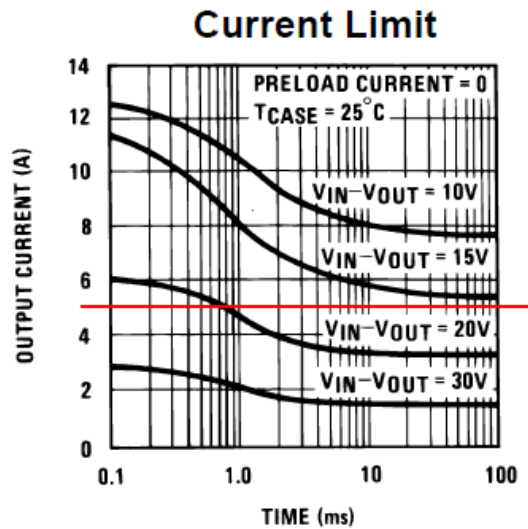


Fig. 3. LM138 current limit characteristic curve

따라서 아래 식 (3), (4)와 같은 제한 조건이 성립한다.

$$(V_{IN} - V_{OUT}) \leq 16V \quad (3)$$

$$V_{OUT} = V_{R_2} + V_{REF} \quad (4)$$

식 (2), (3), (4)에 따라 출력전류 5A를 유지하기 위해서는 입력전압  $V_{IN}$ 과 라인저항을 포함한 부하저항  $R_2$  값이 아래 식 (5), (6)을 만족하는 범위에서 유지되어야 한다.

$$V_{IN} - 16V - V_{REF} \leq V_{R_2} \leq V_{IN} - 3V - V_{REF} \quad (5)$$

$$\frac{1}{I_1} (V_{IN} - 16V - V_{REF}) \leq R_2 \leq \frac{1}{I_1} (V_{IN} - 3V - V_{REF}) \quad (6)$$

식 (6)에서  $R_1$ ,  $R_2$  저항 자체 정밀도까지 고려하여 수식을 다시 정리하면 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{(R_1 + \Delta R_1)}{V_{REF}}(V_{IN} - 16V - V_{REF}) - \Delta R_2 \leq R_2 \quad (7)$$

$$\leq \frac{(R_1 + \Delta R_1)}{V_{REF}}(V_{IN} - 3V - V_{REF}) - \Delta R_2$$

$V_{IN}$ 이 32V이고  $\Delta R_1$  및  $\Delta R_2$ 를 무시한 경우 부하 저항  $R_2$ 가  $2.95\Omega \leq R_2 \leq 5.55\Omega$  범위를 만족하는 경우에만 5A 정전류 출력을 보장할 수 있음을 알 수 있다. 실제 유도탄의 경우 여러 종류의 점화기가 장착되어 있으며 이를 위한 탄내 배선의 길이 또한 다양한 경우가 많다. 이때, 발사통제시스템에서 탄내 혹은 발사관 점화기까지의 라인저항 값의 변화 범위는 부하 저항인 점화기 저항값이  $2.95\Omega$ 인 경우 LM138 소자를 사용하고  $V_{IN}$ 이 32V 일 경우  $2.6\Omega$  이내여야만 한다는 결론에 도달한다. 시뮬레이션을 통한 검증을 위해 Fig. 4와 같이 회로를 구성하였다.

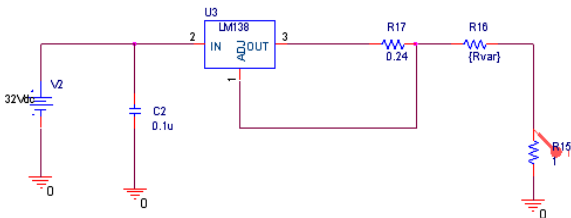


Fig. 4. The simulation configuration for changes in line resistance

R17은 Fig. 2에서 R1에 해당하는 저항이며, 전체 부하 저항인 R2 저항은 부하 저항과 라인 저항으로 나누었으며 부하 저항 R15는  $1\Omega$ 으로 설정한 상태에서 라인 저항 R16의 변화에 따른 출력 전류의 변화를 확인하였다.

시험 결과는 Fig. 5와 같이 라인 저항과 부하 저항을 합친 전체 부하 저항값이  $3.2\Omega \sim 5.4\Omega$  범위에서 5A의 출력전류를 유지함을 확인할 수 있었다. 이를 통해 PSpice를 사용한 시뮬레이션 결과도 계산 결과와 유사함을 확인하였다. 앞에서 언급한 정전류 공급회로 설계 방법에는 다음과 같은 두 가지 방법이 있다.

첫 번째 방법은 입력전압을 조정하는 방법으로 라인저항을 포함한 전체 부하 저항값의 크기에 따라

$V_{IN}$  값을 조절하여 원하는 정전류가 출력되도록 회로를 구성하는 방식이다.

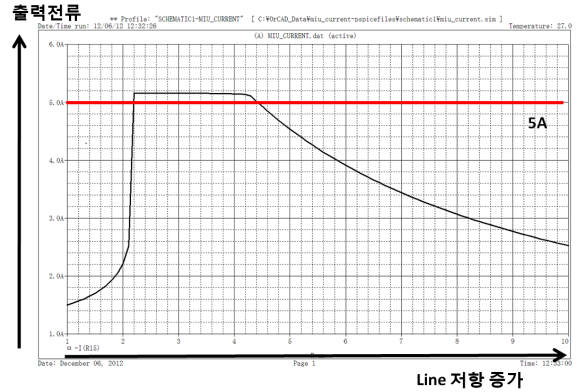


Fig. 5. The output current changes in accordance with line resistance

두 번째 방법은 부하저항을 조정하는 방법으로 정전류 회로의 출력단인 R2에 해당하는 부분에 가변저항을 추가하여 입력전압  $V_{IN}$ 에 맞는 부하 저항값의 범위를 조절하여 정전류 출력이 되도록 회로를 구성하는 방법이다. 즉, 입력 전압값이 가변 가능하도록 전압 조절이 가능한 입력 전원공급기를 사용하여 전체 부하저항값의 변화에 대응할 수 있는 방법과 입력 전압 및 점화기 부하저항이 정해지면 정전류 회로 출력 부분에 가변저항을 추가하고 이를 이용하여 정전류 공급조건을 만족시키는 방법이 있다.

추가적으로 점화기별 부하 저항값의 변화 범위가 지나치게 큰 경우에는 각 점화기별로 별도의 점화전류 공급계통을 설계<sup>[4,5]</sup>하여 사용함으로써 탄내 배선 및 점화기에 의한 다양한 저항 변화에 대처하는 방안도 제시한다.

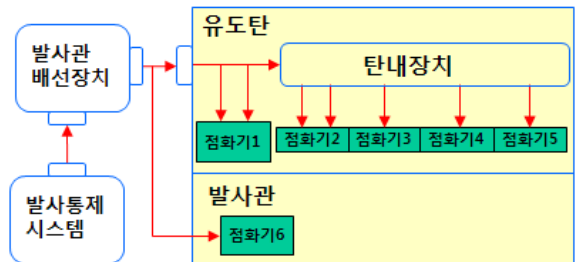


Fig. 6. The guidance missile ignition current flow diagram

Fig. 6은 점화기별 배선 계통의 차이를 보여주는 것으로 점화기1부터 점화기5까지는 탄내 배선으로 연결되며 점화기6은 발사관 배선장치에서 발사관으로 연결된다. 따라서, 각 점화기별로 배선 계통에 의한 라인 저항값이 상이하게 된다.

### 3. 점화 안전회로 설계

점화 안전회로는 정전압원 혹은 정전류원에서 출력된 점화전류를 유도탄에 공급하기 위한 중간 회로로 기존에 소프트웨어적으로 직접 제어하는 방식의 여러 단점을 보완하고자 하드웨어적인 신호를 같이 사용하는 방식을 제안한다.

점화 안전회로를 적용한 유도탄 발사통제시스템의 구성은 Fig. 7과 같다. 점화 안전회로는 점화출력 제어회로에서 소프트웨어적인 제어신호를 입력받고 유도탄 또는 발사관으로부터 하드웨어적인 신호를 입력받아 점화전원 출력을 제어하게 된다.

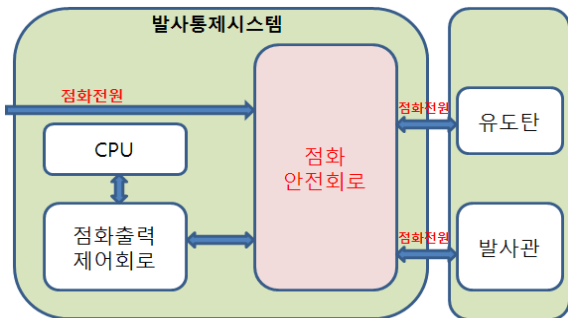


Fig. 7. The system configuration including ignition safety circuit

점화 안전회로의 외부 입력은 다음과 같은 4가지 신호로 구성된다.

- ① 정전압원 혹은 정전류원 점화회로에서 공급되는 점화 전원
- ② 발사통제시스템의 발사가능신호
- ③ 발사준비완료 신호
- ④ A장치의 해제 상태신호

이와 같은 입력 신호의 조합에 의해 점화 안전회로 내부의 릴레이를 구동하게 되고 점화전류 공급회로의

점화전류가 유도탄 및 발사관 점화기로 공급되게 된다.

Fig. 8과 같이 A장치 해제 상태신호는 B, C 장치 점화회로가 동작하기 위한 점화 계통의 인터락을 제공함으로써 A장치가 해제되지 않은 상태에서 유도탄의 B 및 C 장치의 점화기가 점화되는 것을 하드웨어적으로 방지하는 기능을 제공한다. A장치 점화회로의 동작 원리는 Fig. 9와 같다. 점화 전원공급기의 점화전원이 A장치 점화회로에 입력된 상태에서 발사통제시스템의 “발사가능신호”와 “발사준비완료신호”가 입력되고 발사통제시스템의 발사 철차상에서 “A장치 점화 출력명령”이 발생하면 A장치 점화회로는 점화 전원공급기로부터 받은 5A 점화전원을 발사관으로 출력한다.

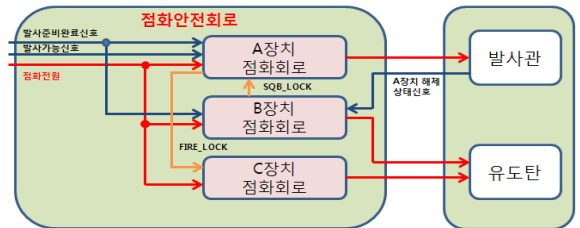


Fig. 8. The ignition safety circuit

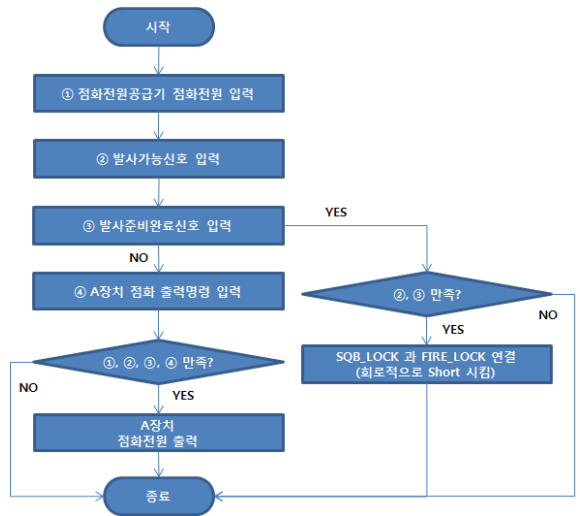


Fig. 9. The output control for “A” unit ignition circuit

이때, Fig. 10의 A장치 점화회로에서는 ②번 “발사가능신호”, ③번 “발사준비완료신호”가 입력되면 내부에서 B장치 점화회로의 출력 신호 중 하나인 “SQB\_LOCK” 신호를 “FIRE\_LOCK” 출력신호와 회로적으로 단락시킨다. 그러나 이 시점에는 아직 “SQB\_LOCK”은

실제 활성화(Active)된 신호(Ground)가 입력되지 않은 상태이고 단지 FIRE\_LOCK과의 연결된 상태를 구성한다.

실제 “SQB\_LOCK”에 활성화된 신호가 입력되는 시점은 “A장치의 해제 상태신호”가 입력되는 시점으로 “FIRE\_LOCK”에도 활성화된 신호가 전달되게 되어 B 장치 및 C 장치의 인터락을 해제시키게 된다.

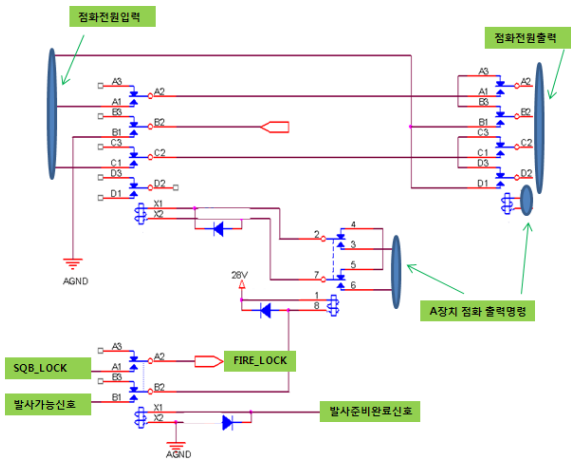


Fig. 10. The “A” unit ignition circuit

B장치 점화회로는 Fig. 11, Fig. 12와 같이 점화 전원 공급기의 5A 점화전원이 공급된 상태에서 “발사가능신호” 및 “A장치 해제 상태신호”와 “B장치 점화 출력 명령”에 의해 B장치의 점화전원을 공급한다.

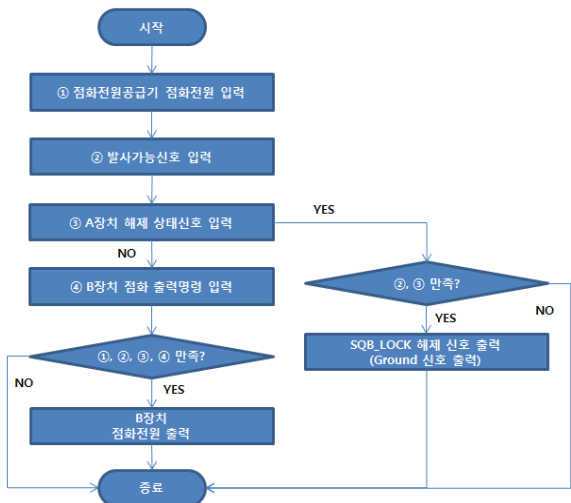


Fig. 11. The output control for “B” unit ignition circuit

이때, “발사가능신호”(②), “A장치 해제 상태신호”(③)가 입력되면 “SQB\_LOCK” 신호가 활성화되고 이 신호는 A장치 점화회로에서 “발사준비완료” 신호에 의해 “FIRE\_LOCK” 신호로 C장치 점화회로에 입력된다.

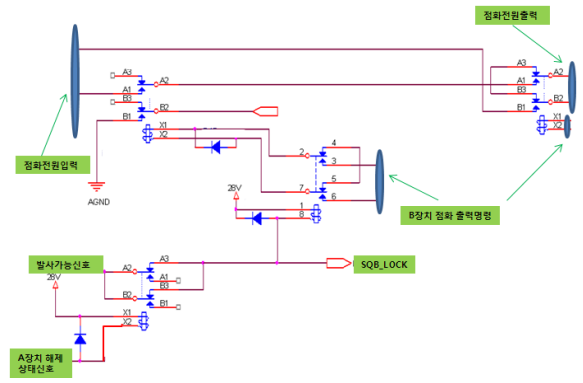


Fig. 12. The “B” unit ignition circuit

C장치 점화회로는 Fig. 13, Fig. 14와 같이 점화 전원 공급기의 점화전원이 공급되는 상태에서 “FIRE\_LOCK” 및 “C장치 출력 명령”에 의해 C장치 점화전원이 각각 출력된다.



Fig. 13. The output control for “C” unit ignition circuit

이때, “FIRE\_LOCK” 신호가 활성화되는 조건인 “발사가능신호”, “A장치 해제 상태신호”와 같은 B장치 점화회로가 동작하는 조건과 A장치 점화회로 내부에서 “SQB\_LOCK”과 “FIRE\_LOCK” 신호를 단락시키는

기능을 수행하는 “발사준비완료신호”는 활성화된 상태를 그대로 유지하고 있어야만 한다.

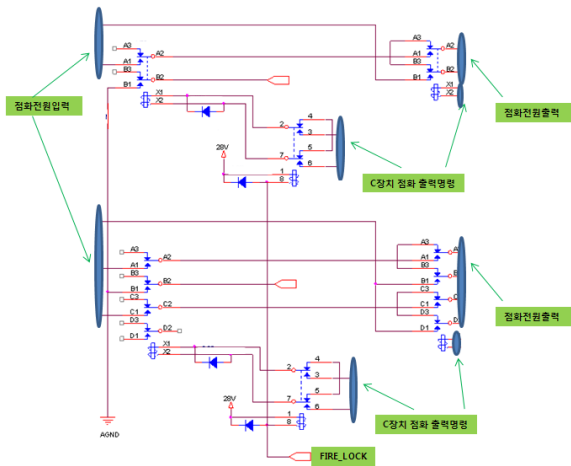


Fig. 14. The “C” unit ignition circuit

#### 4. 시뮬레이션 및 고찰

Fig. 15는 점화전류 생성을 위해 정전압원 점화회로와 점화 안전회로 중 Fig. 10의 A장치 점화회로를 사용하여 A장치 점화전류를 100msec 펄스폭, 50msec 간격으로 연속 2회 출력한 후 그 파형을 측정하였다. Ch1는 A2, B2간 출력, Ch2는 C2, D2간 출력 파형이다.

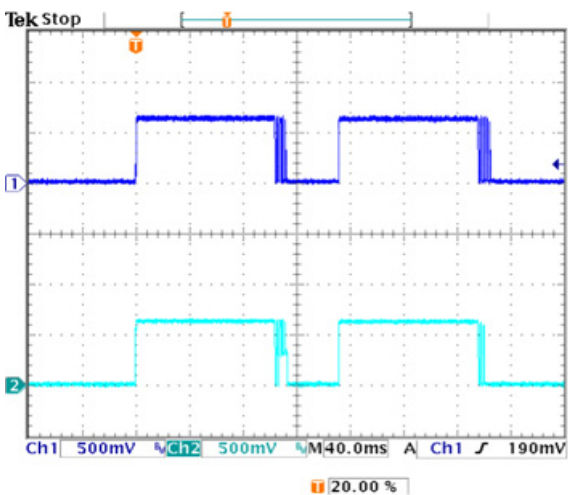


Fig. 15. The constant voltage source ignition current for “A” unit

A장치 점화전류의 경우 7A 정도의 전류를 점화기에 공급한다. Fig. 16은 C장치 점화회로를 사용한 출력으로 C장치 점화를 위해 11A 정도의 점화전류를 공급한다. 이와 같이 시스템에 있는 여러 개의 점화기에서 요구하는 전류값이 일정하지 않거나 그럴 필요성이 없는 경우에는 정전압원 회로를 사용하여 점화 출력회로를 구성할 수 있다.

Fig. 17은 정전류원 점화회로와 안전회로를 이용한 A장치(PB#1,#2) 점화전류 출력파형이고 Fig. 18은 C장치(MOT\_Fire#1, #2) 점화전류 출력파형이며 측정 단위(scale)는 5V 단위이다.

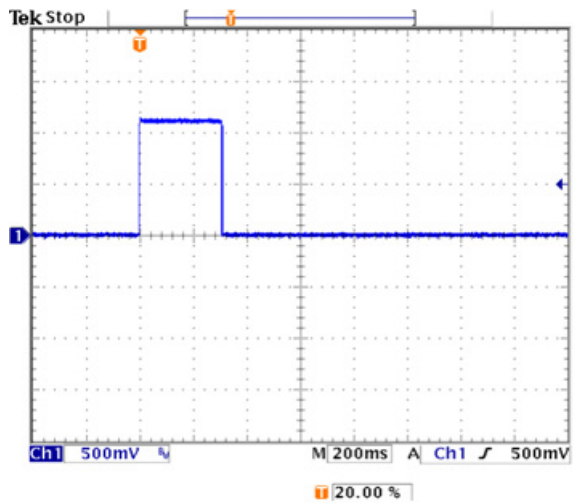


Fig. 16. The constant voltage source ignition current for “C” unit

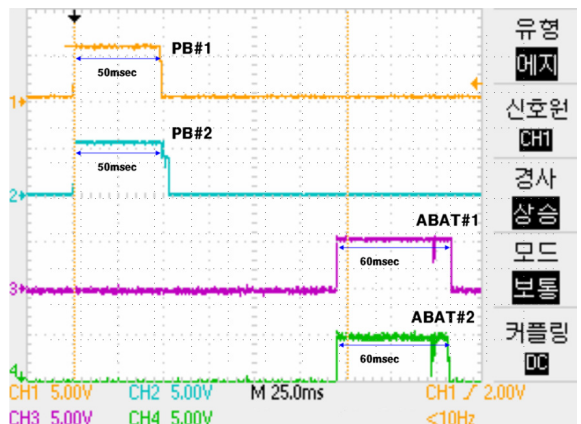


Fig. 17. The constant current source ignition current for “A” unit

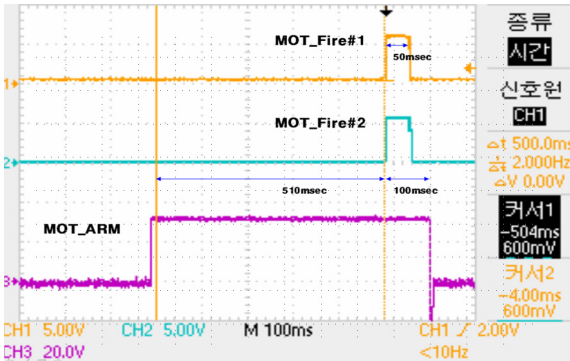


Fig. 18. The constant current source ignition current for “C” unit

위에서와 같이 두 가지 점화전류의 경우 모두 5A 정도의 정전류를 출력하고 있다. 여러 개의 점화기에서 일정한 전류를 요구하는 경우에는 이와 같이 정전류원 점화회로를 사용하여 시스템을 구성하는 것이 유리하다.

Fig. 19는 점화 안전회로를 거쳐서 네 종류의 점화 전류가 순차적으로 출력되는 것을 보여주는 파형이다. A장치 점화전류(PB#1)가 출력된 이후 B장치 점화전류(SBAT)가 A장치 해제 상태 신호의 확인에 의해 인터락이 해제된 이후 발생한다. 그리고, C장치 점화 전류(MOT\_ARM, MOT\_Fire#1)가 출력된다. 이때 주의할 점은 B장치 점화회로의 출력을 제어하기 전에 하드웨어적인 인터락 신호인 A장치 해제 상태신호가 발생하기에 충분한 시간적 여유를 둔 후 B장치 점화회로를 제어하여야 한다.

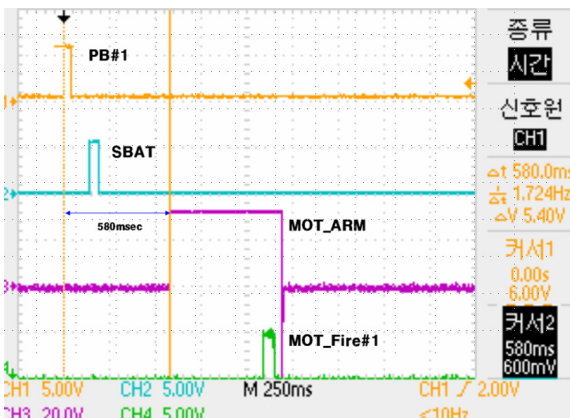


Fig. 19. The sequential output waveforms for ignition current

## 5. 결론

본 논문은 기존의 유도탄 점화전류 공급회로 및 점화 안전회로 설계 시 문제점을 제시하고 문제점을 해결하기 위해 설계 단계에서 고려해야 할 점과 설계 방법에 대해 기술하였다. 정전류원 회로의 경우 설계 단계에서 사용할 전압조정기의 출력전류 특성 및 부하단의 저항값 변경 범위와 부하에 공급해야하는 정전류값을 고려하여 전압조정기의 입력 전압값을 결정해야 한다. 실제 발사통제시스템에 적용할 정전압원과 정전류원 선택 기준은 부하 저항값 변동에도 안정된 출력전압을 유지함으로써 특정값 이상의 전류만 제공하면 문제가 없는 경우 정전압원을 사용하고, 부하 저항 변동에도 규정된 전류가 출력되어야 하는 경우 정전류원을 사용한다. 또한, 정전압원은 회로구성이 간단하여 설계가 쉽고 저항만으로 구성 가능한 단순한 구조가 장점인 반면 정전류원은 회로구성이 복잡하여 설계가 정전압원 회로보다는 어렵고 전압조정기와 같은 소자가 필요하여 회로구성에 소요되는 비용이 많다는 단점이 있다. 유도탄 점화 안전회로는 유도탄 구속발사를 방지하기 위해 A장치 해제 상태신호를 하드웨어적으로 유도탄 점화출력 제어에 사용함으로써 유도탄 구속발사 가능성을 획기적으로 감소시키고 신뢰성을 높일 수 있다. 또한 A장치 점화회로와 그 외 유도탄 점화회로를 분리하여 설계함으로써 A장치 해제 상태신호 이외의 신호를 유도탄 점화를 위한 인터락 신호로 사용해야 하는 경우에도 적용할 수 있도록 하여 이와 유사한 다른 시스템에 쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 본 논문은 유도무기 운용상의 안전성을 향상시킬 수 방법을 제시하였으며, 제안된 설계 방법으로 구현된 점화회로는 실제 무기체계에 적용하여 그 성능을 확인하였다.

## References

- [1] S. G. Jang, H. N. Lee, J. Y. Oh, S. J. Oh, “Design and Output Characteristic Analysis of Electro-Mechanical Ignition Safety Device,” The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences, Vol. 39, pp. 1166~1173, 2011.
- [2] MIL-STD-1658(OS) 15 May 1974.
- [3] LM138/LM338 5-Amp Adjustable Regulators(Texas



- Instruments), SNVS771A-MAY 2004-REVISED NOVEMBER 2004.
- [4] S. J. Lee, "The Implementation of the Firing Control System Considering a Flight Sequence Control Technique," The Korean Society of Propulsion Engineers, Vol. 12, pp. 41~48, 2008.
- [5] S. J. Lee, J. Y. Lee, H. B. Kim, "An Implementation of Firing Control System for Static Test Based on PLC," The 13th Ground Weapon System Development Seminars, Vol. 2005, pp. 1~6, 2005.