

## 레이더 전자보호 성능시험을 위한 송·수신 간섭신호 제거 기법

### A Method Eliminating the Interference Signal for the Test of the Radar Electronic Protection Performance

정 회 인\*      이 성 호\*  
Hoi-In Jung      Sung-Ho Lee

#### Abstract

Jamming simulator has developed for the purpose of the test and evaluation on the electronic protection capabilities of the tracking radar onboard ship. This simulator has the capabilities to generate and radiate the jamming signals against the radar as well as those to receive, analyze and identify the radar signals at a real sea environment. The limited space of ship superstructure has led to the serious distortion caused by the ring around phenomenon that some sidelobes of the jamming beams were coming back to the receiving antenna. In this paper, we have proposed the methods to eliminate the ring around. First, we have inserted the groove metal screen between transmitting and receiving antennas. Second, we have used the PRI(Pulse Repetition Interval) tracking loop to control the switching timing of the input radar and the output jamming signal. Finally, we have demonstrated the performance and effectiveness of the proposed methods through the sea trial.

Keywords : Jamming Simulator(재밍시뮬레이터), Ring Around(환류현상), DRFM(고주파기억장치), Groove Metal Screen(주름구조 금속스크린), PRI Tracking Loop(펄스추적회로)

#### 1. 서론

해상에서 활동하는 함정의 경우 적 항공기와 플랫폼의 후방원격지원 재밍하에서 대 전자전 전술수행 능력은 아군 플랫폼 생존성을 보장하는 매우 중요한 요소이다. 함정의 추적레이더는 전자전 환경에서 전자보

호기능을 활용하여 적 플랫폼 및 유도무기를 탐지, 식별하고 위협이 사라질 때까지 추적상태를 지속적으로 유지할 수 있어야 한다. 전술효과도를 포함한 레이더의 전자보호 성능시험은 실제 해상환경에서 가상의 적 플랫폼에 재밍장비를 탑재하고 다양한 전술 시나리오를 수립하여 훈련을 실시함으로써 장비의 성능뿐만 아니라 전자파 재밍환경하에 운용자의 숙련도 훈련을 포함한 임무성취도를 평가할 수 있어야 한다. 이러한 전자보호 성능 시험평가를 위한 적 플랫폼의 재밍장비를 모사할 수 있는 재밍시뮬레이터의 구성요건은 기

† 2010년 4월 12일 접수~2010년 7월 23일 게재승인

\* 국방과학연구소(ADD)

책임저자 : 정회인(hijung@add.re.kr)

본적으로 적 항공기와 같이 작은 레이더 반사면적(RCS : Radar Cross Section)을 갖도록 소형의 플랫폼에 탑재되어 시험대상 레이더 신호를 수신, 분석한 후 입력 레이더 신호에 대해 전술 시나리오에 따라 다양한 재밍신호를 발생하여 실시간 방사가 가능해야 한다. 그러나 이 과정에서 플랫폼 상부의 협소한 공간으로 레이더 신호를 수신하는 수신안테나와 재밍신호를 방사하는 송신안테나 사이에 충분한 이격거리를 확보하지 못할 경우 송신안테나에서 방사된 재밍신호가 수신안테나로 다시 유입되는 환류현상(Ring Around)이 발생된다. 이로 인해 수신 레이더 신호뿐만 아니라 유입된 재밍신호에 다시 재밍신호가 생성되어 방사됨에 따라 출력 재밍신호의 심각한 왜곡이 발생하게 된다.

본 논문에서는 재밍시물레이터가 설치된 시험지원함의 상부 구조상 이러한 환류현상을 제거할 정도의 송신안테나와 수신안테나 사이에 충분한 거리이격 확보가 불가능한 경우, 송·수신 안테나사이에 격리판을 설치하여 송신신호의 수신단 유입에 대한 격리도 향상방안과 재밍시물레이터 내부의 기만신호 발생을 담당하는 기만신호발생기에 대해 레이더 펄스신호 추적기를 활용한 고주파기억장치 입·출력 타이밍 제어방법을 제안하고 이를 적용하여 송신안테나에서 방사된 재밍신호가 수신단으로 유입되는 현상을 방지한 기술에 대해 설명한다. 본 논문의 구성은 2장에서 재밍시물레이터의 구성과 재밍신호 왜곡현상에 대해 설명하고 3장에서 송수신 간섭제거 방안을 제안하며, 4장에서 시험결과를 기술하고 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 재밍시물레이터의 구성

재밍시물레이터의 구성은 Fig. 1과 같이 시험대상 레이더 신호를 레이더 신호처리반에서 수신하여 분석하고 재밍신호 발생반에서 기만신호를 발생하여 시험대상 추적레이더로 방사하는 구조이다.

레이더 신호가 수신안테나로부터 레이더 신호처리반에 입력되면 고주파 신호분배기에서 대역별로 주파수 필터링 및 증폭이 이루어지고, 신호동조기에서 중간주파수(IF : Intermediate Frequency) 대역으로 하향변환 된다. 하향변환된 레이더신호는 신호분석과 재밍신호 발생을 위하여 분기되어 하나는 신호처리기 모듈로, 또 다른 하나는 재밍신호 발생반의 기만신호발생기로 입력된다. 신호처리기에 입력된 레이더 신호는

주파수, 펄스반복률, 펄스폭 및 스캔 등 레이더 신호 특성에 대한 디지털 정보(PDW : Pulse Description Words)들이 추출되어 시스템제어부로 전송된다. 시스템제어부는 전송된 디지털 정보를 이용하여 운용자에게 레이더 신호에 대한 분석결과를 제공한다. 재밍신호 발생과정은 신호동조기로부터 하향변환된 레이더 신호가 기만신호발생기에 입력되면 디지털 고주파기억장치(DRFM : Digital Radio Frequency Memory) 모듈에서 A/D(Analog to Digital) 변환을 수행하여 신호의 주파수 및 펄스 정보가 내부 메모리에 저장되고 시스템제어부의 기만기법 명령에 따라 레이더 신호의 지연, 펄스폭 확장, 허위표적 및 주파수 변조 등이 이루어지고 주파수 상향변환기로 출력된다. 주파수 상향변환기에서는 입력된 기만신호에 대해 신호동조기에 주파수 하향변환시 사용했던 동일한 국부발진(LO : Local Oscillator) 신호를 이용하여 주파수 상향변환이 이루어진다. 또한 시스템제어부의 기법명령에 따라 잡음재밍신호가 발생되어 기만신호와 신호결합이 이루어지고 고출력증폭기와 송신안테나를 통해 재밍신호가 방사된다.

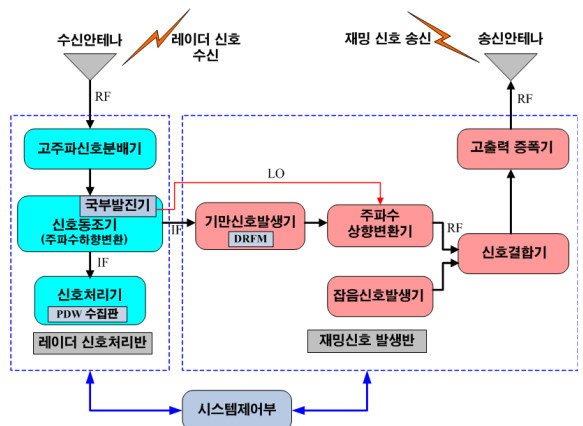


Fig. 1. 재밍시물레이터 구성도

### 가. 기만신호발생기

기만신호발생을 위한 시스템 구성은 입력되는 고주파 신호를 샘플링하여 반송주파수의 위상을 기억매체에 저장하는 방식인 디지털 고주파기억장치(DRFM)를 활용하는 방법이 일반적이다<sup>1)</sup>. DRFM은 레이더 펄스 신호의 반송주파수에 대한 위상을 기억하고 있으므로 코히어런트 특성을 가진 레이더 재밍에 유리하다. 기만신호발생기는 Fig. 2와 같이 500MHz 대역폭을 갖는 2

조의 DRFM(LNX-SP030302)을 병렬로 구성하여 최대 1GHz 순시 대역폭 처리가 가능하도록 구성하였다.

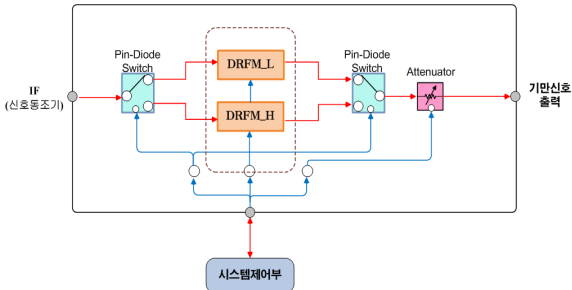


Fig. 2. 기만신호발생기 구성도

신호동조기에서 기만신호발생기로 입력된 최대 1GHz 대역폭의 IF 신호에 대해 신호처리기에서 분석한 현재 입력펄스의 주파수정보에 따라 대역별로 DRFM\_L (저대역)과 DRFM\_H(고대역)로 IF 처리 경로가 나누어지고 시스템제어부의 기만 시나리오에 따라 기만신호 발생이 이루어진다.

기만신호발생기내에 기만신호 생성을 담당하는 DRFM은 위상샘플 방식으로 Fig. 3과 같은 구조로 되어있다.

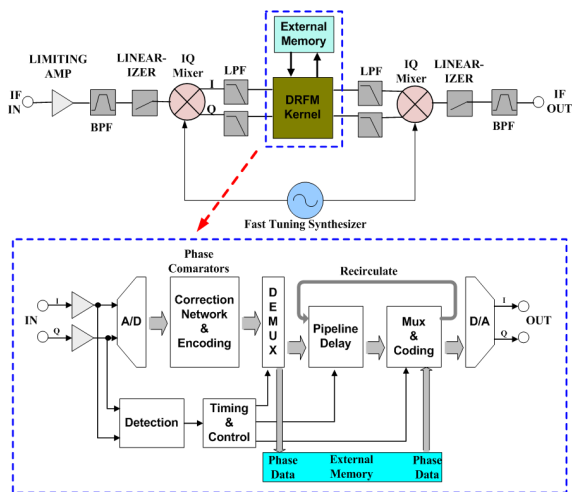


Fig. 3. DRFM 내부 구성도

DRFM에 입력된 IF 신호는 먼저 리미트 증폭기를 통과한 후 I/Q 믹서에 입력되어 기저대역으로 동위상 신호성분(I)과 직각위상 신호성분(Q)이 추출된다. 리미트 증폭기를 이용하여 펄스 신호크기를 조정하는 이

유는 과도하게 높은 신호레벨은 A/D변환기 출력 오차를 유발하기 때문이다. I/Q 믹서로부터 추출된 신호성분에서 믹서출력으로 나타나는 왜곡신호는 저 대역통과 필터로 제거한 후 A/D 변환기로 입력되어 디지털 데이터로 변환된다. 변환된 디지털 데이터의 I/Q 성분의 상대적인 신호크기 정보를 이용하여 신호의 초기 위상값과 위상변이값을 측정한다. 측정된 데이터 인코딩을 수행하여 메모리(DPRAM : Dual Port RAM)에 저장된다. 메모리에 저장된 데이터의 복원은 지정된 시간만큼 지연하여 재생하는 시간지연 모드와 사용자 임의 지정 모드의 두가지 모드가 가능하며 재생시에는 메모리에 저장된 초기 위상값과 위상변이값을 이용하여 시간함수로 위상값 추적을 수행하여 최종 보정된 위상을 가지는 데이터를 D/A변환기로 입력한다. 출력된 신호는 레이더의 표적 반사신호가 다중의 허위표적을 탐지하거나 잘못된 위치를 가르키도록 유도한다<sup>[2,3]</sup>.

나. 환류현상

재밍시뮬레이터를 이용한 레이더 전자보호 성능 시험시 고려해야할 사항은 DRFM 특성상 입력 레이더 신호를 재밍신호원으로 활용하여 기만신호를 생성하므로 재밍 출력신호와 레이더 입력신호 간에 완전한 격리가 이루어지지 않으면 재밍 출력신호가 다시 레이더 입력신호로 작용한다는 것이다. 재밍시뮬레이터는 기본적으로 작은 레이더 반사면적을 가지는 소형의 시험지원선에 설치되어야 하며, 이는 협소한 안테나 설치 공간으로 인하여 송·수신 안테나의 물리적 이격이 만족할 정도로 확보되지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 물리적 이격이 확보되지 않은 상태에서 Fig. 4에서처럼 송신안테나에서 방사된 재밍 출력신호의 부엽신호가 다시 수신안테나로 재 유입되는 환류현상이 발생하며, 이로 인해 레이더 입력신호 뿐만 아니라 유입된 재밍신호에 다시 재밍이 겹쳐져 최종 출력되는 재밍신호의 왜곡이 발생하게 된다.

Fig. 5는 거리기만 재밍의 경우에 대해 환류현상에 따른 왜곡된 재밍신호의 발생을 보여준다.

송·수신단의 물리적 격리가 보장된다면 레이더 신호 입력에 대해 재밍신호는 거리기만 기법에 따라 정상적으로 재밍신호를 발생하여 시험대상 레이더로 송신한다. 그러나 송·수신단의 격리가 완전하지 않으면 재밍신호가 수신단에 유입되기 마련이고 이에 따라 수신단에는 그림과 같이 레이더 신호와 기만신호가 합쳐진 신호가 입력된다. 재밍시뮬레이터의 기만신호

발생기는 입력된 레이더 및 기만신호에 대해 다시 재밍신호를 생성하여 방사하며 이 신호는 다시 수신단에 유입된다. 왜곡된 재밍신호의 수신단 재 유입은 재밍신호의 심각한 왜곡을 유발한다.



Fig. 4. 재밍신호의 재유입(환류현상)

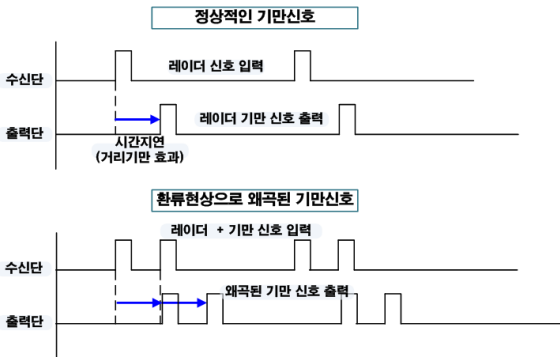


Fig. 5. 환류현상에 의한 재밍출력신호의 왜곡

### 3. 송수신 간섭 제거방법

#### 가. 주름구조의 격리판 설계

재밍신호의 수신단 유입을 최대한 차단하기 위하여 Fig. 6과 같이 송신안테나와 수신안테나 사이에 격리판을 삽입하는 구조에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

송·수신 안테나사이에서 금속스크린 형태의 격리판을 사용하게 되면 안테나의 부엽신호에 의해 금속스

크린의 표면에 전류가 유도되어 스크린 표면을 따라 흐르게 된다. 송신 안테나와 수신 안테나에 의해 각각 유겨된 표면전류는 격리도 개선에 부정적인 요인으로 작용하게 된다. 이러한 표면전류를 억제하는 방법으로  $\lambda/4$  주름구조를 적용하여 격리판을 설계하였다<sup>[4]</sup>. 금속 스크린 이면에 발생하는 전자파는 금속 스크린의 경계를 넘어가는 전류로부터 기인하는데, 이 전류의 흐름을 억제하기 위해 주름 구조를 도입하여 무한대 저항의 등가환경을 만들어 준다. 그러면 주름의 방향은 전류의 흐름을 방해하는 방향으로 표면에서의 임피던스를 높여서 부엽신호에 의해 유겨된 전류 흐름을 막을 수 있다. 격리판 구조에 대한 효과도 예측은 CST사의 MWS(Micro Wave Studio) 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 여기서 주름 구조의 형태를 Fig. 7과 같이 삼각형 구조, 원형구조, 사각형구조의 세가지 패턴에 대해 시뮬레이션을 수행하였으며 시뮬레이션 결과, 표면에 유도된 전류세기는 전송길이에 반비례하므로 전송길이가 가장 긴 사각형 구조에서 가장 좋은 격리특성을 보였다. 아울러 송·수신 안테나와 격리판과의 이격거리에 대해서도 시뮬레이션을 수행하여 최적의 이격거리를 선정하였다.

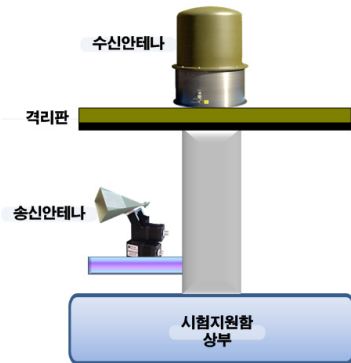


Fig. 6. 송·수신안테나 사이의 격리판 설치

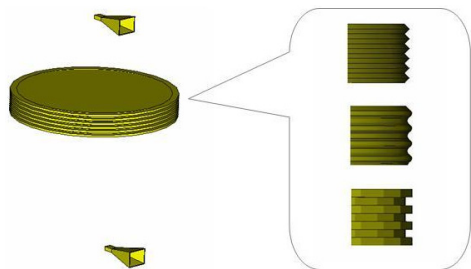


Fig. 7. 금속스크린에 적용된 주름구조 형상

송·수신 안테나 사이의 격리판 설치효과는 X-밴드의 주파수대역에서 격리판이 없는 경우에 비해 평균 25dB 이상의 개선효과를 보였다. 또한 주름구조를 적용한 격리판이 주름구조가 없는 격리판에 비해 5dB 정도 격리도 개선이 있음을 확인하였다. Fig. 8은 동일한 조건에서 격리판이 없는 경우, 격리판을 추가한 경우, 그리고 격리판에 주름구조를 적용한 경우에 따른 격리도 시뮬레이션 결과를 보여준다.

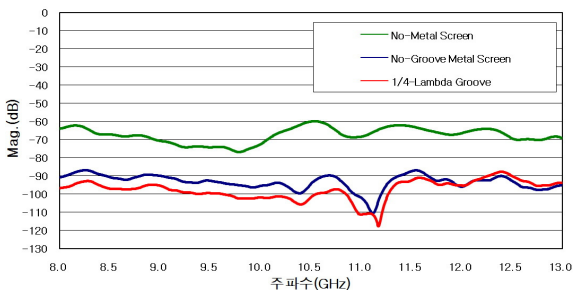


Fig. 8. 주름구조 적용여부에 따른 격리도

나. 펄스추적회로

환류현상을 해결하기위한 두 번째 방법으로 펄스추적회로를 구현하여 기만신호발생기 설계에 적용하였다. 먼저 기만신호발생기의 구조를 Fig. 2의 구조에서 Fig. 9의 구조로 변경하여 내부에 기만신호 발생제어판과 펄스추적회로를 구성하였다. 펄스추적회로의 기본개념은 레이더 펄스신호의 펄스구간과 비펄스 구간 (Non Pulse Interval)에 대해 DRFM의 전, 후단의 고주파스위치를 이용하여 펄스구간에는 DRFM의 메모리에 레이더 신호를 저장하는 동시에 재밍출력은 차단하고 비펄스 구간에는 DRFM에 레이더 신호의 저장을 차단하는 동시에 재밍신호를 출력한다는 개념이다.

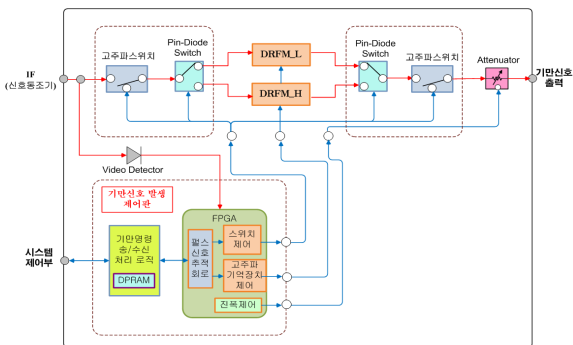


Fig. 9. 기만신호발생기내부 펄스추적회로

기만신호 발생제어판에서는 시스템제어부로부터 거리기만, 커버펄스, 허위표적 및 속도기만과 같은 기만기법과 변수를 입력받아 기만명령 송·수신 처리로직에서 각 기법별 기만발생 알고리즘에 따른 기만신호 발생 타이밍 데이터를 생성하여 DPRAM에 저장한다. 또한, Video detector를 이용하여 입력 레이더 신호의 펄스 비디오 정보를 기만신호 발생제어판 내부의 펄스신호 추적회로에 입력하면 펄스추적회로는 비디오 정보를 이용하여 일정 개수 만큼 펄스폭과 펄스가 없는 펄스반복구간을 계수하여 펄스추적회로 내부 메모리에 저장한다. DRFM의 메모리에 입력 레이더 신호의 디지털 위상정보에 대한 저장 타이밍과 기만기법에 따른 재밍신호의 발생 타이밍은 펄스추적회로에 저장된 펄스폭 및 펄스반복구간의 시간에 따라 결정된다. 펄스폭과 펄스반복구간의 시간정보는 기만신호 발생기의 입력단과 출력단에 위치한 고주파스위치와 DRFM 메모리 저장 트리거 신호를 제어하는데 사용된다. Fig. 10은 펄스추적회로의 기능적 구성도를 나타낸다.

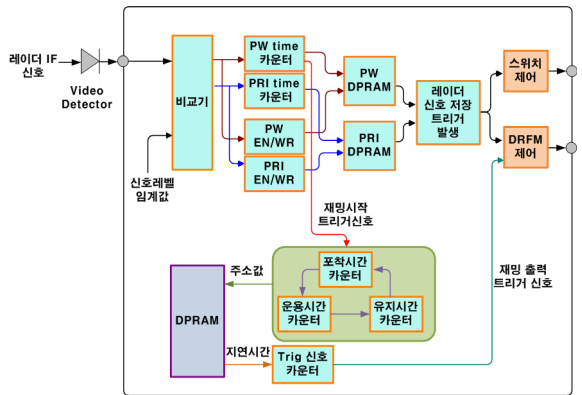


Fig. 10. 펄스추적회로

Video detector로부터 추출된 레이더 펄스 비디오 신호의 신호레벨이 임계값 이상일 경우 그 구간을 레이더 펄스가 존재하는 구간으로 간주하여 50ns 해상도로 PW(Pulse Width) time 카운터를 이용, 펄스폭 구간의 시간을 계수한다. 그리고 비디오 신호의 신호레벨이 임계값 이하일 경우 펄스 신호가 없는 펄스반복구간으로 간주하고 PRI(Pulse Repetition Interval) time 카운터를 이용, 50ns 해상도로 시간을 계수한다. 계수된 펄스폭 및 펄스반복구간의 시간정보는 PW DPRAM과 PRI DPRAM에 각각 저장된다. 저장용량은 사용자가

지정한 펄스 개수 만큼 메모리에 연속 저장된다. 저장된 펄스폭 및 펄스반복구간 계수 정보는 재밍신호 발생 시작시간에 레이더 신호저장 트리거발생 레지스터에 입력되어 DRFM 전단과 후단의 고주파스위치의 제어에 사용되고 DRFM에 입력된 레이더 신호를 메모리에 저장하도록 제어명령을 전달한다. 한편 펄스폭 및 펄스반복구간의 시간정보의 저장이 완료되면 재밍 시작 트리거신호를 발생시켜 기만신호에 대한 포착(Dwell), 운용(Walk), 유지(Hold) 시간 카운터를 동작시켜 펄스추적회로의 DPRAM에 저장되어 있던 기만신호 발생 타이밍 데이터를 읽어와 DRFM 제어를 위한 재밍출력 트리거 신호를 발생한다. Fig. 11은 펄스추적회로를 이용하여 DRFM에 입력되는 레이더 신호의 저장과 재밍신호의 출력을 제어함으로써 환류현상에 의한 재밍신호 왜곡발생 제거 흐름도를 나타낸다.

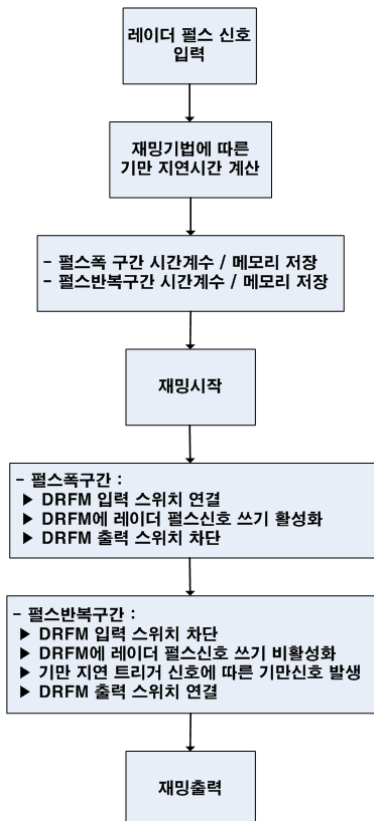


Fig. 11. 환류현상제거 흐름도

레이더 신호의 펄스폭 및 펄스반복구간의 시간계수가 완료된 후 재밍신호 발생이 시작되며 이 과정은 입

력 레이더 신호의 펄스폭 구간동안에 DRFM 전단의 고주파스위치를 DRFM에 연결하고 DRFM 메모리에 레이더 신호의 위상정보를 저장하도록 레이더 신호저장 트리거신호를 활성화하며 동시에 DRFM 후단의 고주파스위치를 차단한다. 레이더 펄스폭구간이 끝나고 펄스반복구간에서는 반대로 DRFM 전단의 고주파 입력 스위치를 차단하고 DRFM 메모리의 레이더 신호저장 트리거신호를 비활성화한 후 재밍출력 트리거신호를 발생시켜 기만신호를 생성하고 동시에 DRFM 후단의 고주파스위치를 연결하여 재밍신호를 송신한다. 즉 펄스반복구간에 발생하는 재밍신호는 수신단을 거쳐 기만신호발생기로 유입되더라도 DRFM으로는 입력되지 않으며 결국 펄스반복구간 동안에는 환류현상이 발생되지 않는다. 펄스폭 구간의 재밍신호 출력은 펄스폭 및 펄스반복구간의 메모리 저장 후에 저장된 시간정보를 이용하여 초기 지정된 몇 개의 입력 레이더 펄스에 대해 위상정보를 DRFM 메모리에 저장하고 재밍 시작시에는 펄스폭 구간에서는 저장된 레이더 신호의 위상정보를 이용하여 재밍신호를 생성, 출력하는 방법을 적용하였다. Fig. 12는 펄스저장시간과 레이더 신호의 DRFM 저장시간 및 펄스폭과 펄스반복구간에서의 재밍신호의 출력에 대해 시간별 각 제어신호의 타이밍도를 나타낸다.

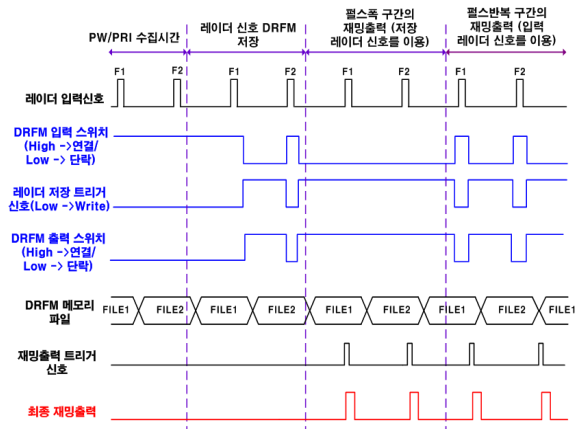


Fig. 12. 재밍출력 타이밍도

Fig. 12에서와 같이 최종 재밍출력은 재밍시물레이터의 수신단에 유입되더라도 DRFM 입력 스위치 및 DRFM 메모리 쓰기 비활성화로 왜곡신호 발생이 원칙적으로 차단할 수 있음을 알 수 있다.

다만, 이와 같은 방법의 한 가지 문제는 펄스폭 동



안의 재밍 발생이 저장된 레이더 펄스의 위상정보와 펄스반복구간 정보를 이용하므로 기만신호발생에 제한사항이 발생할 수 있는데 레이더 펄스간격이 거의 랜덤하게 변하는 지터(Jitter) 및 주파수가 가변되는 어자일(Agile) 신호의 경우, 펄스폭 구간에서의 현재 입력 펄스와 저장된 펄스의 불일치로 기만신호의 끊김 현상이 발생한다. 이는 재밍시뮬레이터가 모든 레이더 신호에 대해 기만신호의 완벽한 발생이 가능함을 의미하지 않는다. 다만, 전자전 무기체계와는 달리 재밍 시뮬레이터는 시험평가 장비로 레이더 신호에 대해 충분한 신호분석시간을 활용 할 수 있는 장점이 있다. 레이더의 지터신호의 경우, 일정한 패턴을 가지고 있으므로, 정밀분석 알고리즘을 적용하여 시스템에 적용하는 방안과 어자일 신호의 경우 현재 DRFM 메모리 및 외부 메모리 활용방안에 대해 검토 중이다.

#### 4. 시험결과

재밍시뮬레이터의 성능을 입증하기 위해 앞서 제시한 두 가지 기법을 적용하여 Fig. 13과 같이 해군 함정을 대상으로 해상시험을 수행하였다. 재밍시뮬레이터를 소형의 시험지원함에 설치하고 송·수신안테나를 시험지원함 상부에 설치한 후 시험대상 추적레이더에 대해 전자보호 성능시험을 실시하였다.

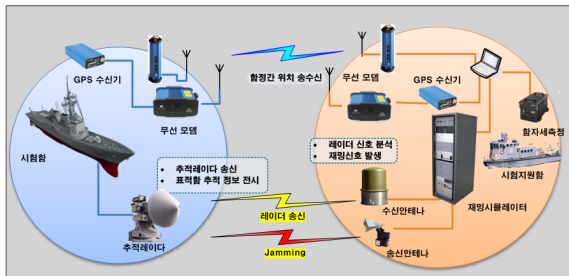


Fig. 13. 추적레이더 전자보호 성능시험 개념도

먼저, 송신안테나와 수신안테나 사이에 격리판을 Fig. 6과 같이 설치했을 때 재밍신호 출력이 레이더 신호 입력에 미치는 간섭현상을 측정하였다. Fig. 14는 레이더 입력신호와 재밍 출력신호를 오실로스코프에서 계측한 화면으로 간섭현상이 여전히 나타나고 있음을 보여준다.

Fig. 14에서 재밍 송신펄스가 레이더 입력펄스에 영

향을 주어 최종 재밍출력신호에 왜곡이 발생하고 이에 따라 다시 레이더 입력펄스에 간섭을 미치고 있음을 확인할 수 있다. 이는 격리판이 송·수신 안테나의 부엽신호로부터 유기된 표면전류를 감쇠시키는 효과는 있지만, 외부로 방사된 재밍신호의 부엽신호와 함정구조물에 의해 발생된 반사파가 수신단에 수신감도 이상으로 유입되어 기만신호 발생원으로 작용하기 때문이다. 다음으로 기만신호발생기에 펄스추적회로를 설계·제작하여 재밍신호 간섭효과에 대한 시험을 수행하였으며 Fig. 15는 송·수신 신호사이의 간섭현상이 제거된 결과를 보여준다. 기만신호로는 허위표적 기법신호를 사용하였으며 재밍신호의 왜곡현상은 나타나지 않았다.

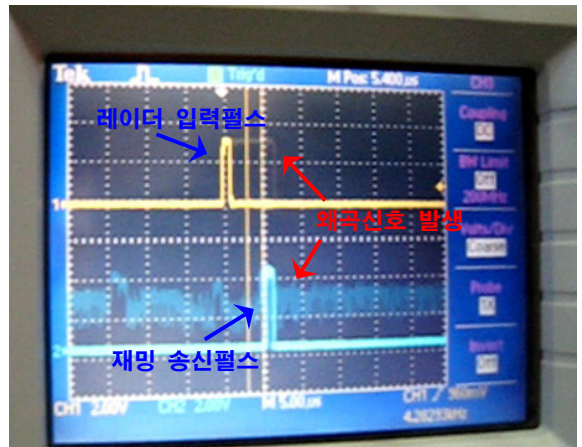


Fig. 14. 격리판 설치 이후에도 나타나는 송·수신 간섭현상

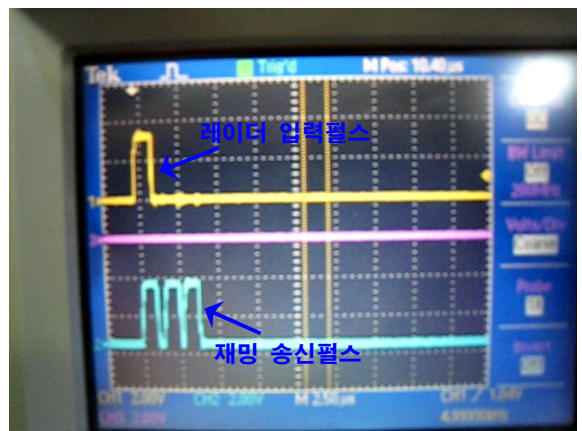


Fig. 15. 펄스추적회로 사용시 송·수신 간섭현상

재밍신호의 송·수신 간섭제거 기법에 있어 주름 구조를 갖는 격리판 설치는 시뮬레이션 결과, 일정수준의 격리도 향상을 보였으나 함정의 구조상 송·수신 안테나간의 충분한 이격거리를 확보하지 못하여 해상시험 결과 수신단의 수신감도 이하 수준까지 유지할 수 없었다. 하지만 펄스추적회로를 활용한 경우, 송·수신 신호간에 간섭현상을 제거할 수 있는 결과를 보여주었다.

## 5. 결론

재밍시뮬레이터를 활용한 함정 추적레이더의 전자보호 성능시험에 있어서, 재밍 송신신호의 수신단 유입은 재밍신호의 발생에 심각한 왜곡을 유발한다. 본 논문에서는 이러한 재밍 송신신호의 수신단 유입문제로 기인한 환류현상을 제거하기 위해 두 가지 방법을 제안하였다. 첫 번째는 송신안테나와 수신안테나 사이에 주름구조를 갖는 금속스크린을 사용하여 격리판을 설치하는 방법이며, 두 번째는 기만신호발생기내에 펄스추적회로를 설계·제작하여 송신신호의 기만신호발생기 유입을 원천적으로 차단하는 방법이다. 해상시험 결과, 격리판을 이용한 방법은 송신신호의 수신단으로 유입되는 신호레벨을 수신감도 이하로 낮추지 못하여 재밍신호의 왜곡이 발생하였으나, 펄스추적회로를 이

용한 송·수신 간섭제거 방법은 송신신호의 수신단 유입은 되나 기만신호발생기로 입력이 차단되어 정상적인 재밍신호의 발생이 이루어짐을 확인할 수 있었다.

제안된 방법을 적용하여 설계·제작된 재밍시뮬레이터는 실제 해상환경에서 함정 추적레이더를 대상으로 재밍시험을 실시하여 재밍 시뮬레이터의 성능과 유용성을 입증하였다. 개발된 재밍 시뮬레이터는 레이더의 전자보호 성능평가와 더불어 레이더 운용자 훈련, 더 나아가 전자전 환경에서 레이더 및 운용자의 임무성취도를 확인할 수 있는 전자전효과도 시험평가에도 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## Reference

- [1] D. Curtis Schleher, *Electronic Warfare in the Information Age*, Artech House, pp. 188~189, 1999.
- [2] Michael J. Groden, James R. Mann, "Mixed-Signal ASIC Design for Digital RF Memory Application", LNX Inc. U.S.A., 2004.
- [3] Phillip E. Pace, *Advanced Techniques for Digital Receivers*, Artech House, pp. 270~278, 2000.
- [4] 박영호, "1900MHz 대역 중계기 안테나의 격리도 개선", 한국정보통신설비학회 하계학술대회 논문집, pp. 289~292, 2003년 8월.