

## 통신 전자전의 ESM과 ECM

李中根\* 俞炫仲\*\*

(正 會 員)

大田機械廠 責任研究員\*, 研究員\*\*

### 요 약

이 글에서는 통신 전자전의 ESM과 ECM에 대한 일반적인 내용보다는, 그 중 한 특수 분야로서 전술 및 전략적으로 매우 큰 비중을 차지하고 있는 전파 방향 탐지 및 방해기법을 위주로 하여 운용면 보다는 기술적 이론을 보안에 저촉되지 않는 한도내에서 상세히 설명하였다.

전파 방향 탐지 기법에 대해서는 주요 기법들의 분류 및 설명, 장비 구성방법을 비롯하여 이를 운용하여 방위각을 구하고 자동망에 의하여 위치표정을 하기까지의 주요 사항들을 항목별로 정리하였으며, 전파 방해 기법에 대해서는 기법별 특성에 대한 간략한 비교, 장비 구성방법과 필수 핵심부에 대한 분석 등을 수록하므로써 전파 방향 탐지 및 방해 기법의 전반에 걸친 내용을 다루었다.

### I. 서 론

이같은 군, 국가기관, 또는 방산 업체등에서 근무하시는 분들의 전자전 분야 이해에 도움을 주고자 작성된 것이다.

지난, 수십년간 전자전 분야의 기술 및 관련자료들은 상당한 범위까지 국가적인 비밀로 분류되어 왔다고 볼 수 있다. 그러나, 민수산업 분야의 전자기술이 현격히 발달되었고, 국방분야의 전자기술 또한 현격히 발달된 현 시점에서는 과감히 일반에게 공개되어가고 있는 실정이다. 본 글에 소개되는 기술 및 자료는 이미 일반자료로 국내외에 소개된 범위내에서 정리한 것이다.

전자전(electronic warfare)이란 전자기파(electromagnetic wave)를 상대방이 이용하는 것을 탐지, 역이용, 감쇄, 저지하고 우군의 전자기파 사용을 확보

하기 위하여 전자기파 에너지를 사용하는 군사행동이라고 할 수 있다.<sup>1)</sup>

전자전은 이론상으로는 모든 전자기파 스펙트럼에서 존재 및 이용이 가능하겠으나, 통상적으로 군 전술 및 전략상 단파(HF), 초단파(VHF), 극초단파(UHF) 및 마이크로파가 이용되고 있다. 이중 단파, 초단파, 극초단파는 주로 통신 및 정보의 송수신 목적으로 이용되고 있는 반면, 마이크로파는 주로 표적의 감시, 추적등의 레이다에 이용되고 있어 일부 기술분야에서는 전자전을 통신전자전(communication EW)과 비통신전자전(non-communication EW)으로 대별하고도 있다.

물론, 통신 위성을 이용하는 마이크로파 통신체계나 데이터 링크용 마이크로파 체계에 대한 전자전을 비통신 전자전이라고 말하기는 곤란할 것이다.

레이다 및 미사일 등에 적용되는 비통신 전자전은 다음 기회에 다루기로 하고 본 글에서는 주로 통신 전자전 분야에 대해 설명하겠다.

### II. 통신 전자전의 분류

전자전은 크게 나누어 ESM, ECM, ECCM으로 나눌 수 있고, 본 글에서는 지면관계로 앞의 2분야에 대하여만 설명 하겠다.

#### 1. 전자전 지원책(electronic warfare support measure : ESM)

이는 전자기파 에너지를 탐지, 감청, 방사원 위치표정, 기록, 식별, 분석하는 행위를 포함하는 분야이다. 이러한 행위의 결과는 전자 전투 서열(electronic order of battle : EOB)의 선정에 중요한 정보가 될 것이며, 군 지휘관은 이에 의한 적절한 대응책을 세워야 할 것이다.

1) 운용 개념

ESM의 통상적인 운용 순서는 다음과 같다.

전파가 탐지(detection) 되면 컴퓨터에 미리 내장되어 있는 정보(data library)와 비교하여 피아 식별을 하게 되고, 적으로 판단되는 운용 지침에 의거 계속 감청, 기록 등을 하게 된다. 내용이 비문일 경우에는 정보해독 부서로 이첩될 것이며, 그 곳에서는 첩보, 축척된 기술 및 경험에 의하여 해독할 것이다(signal intelligence : SIGINT).

근래에는 고속 컴퓨터를 병렬 사용하여 일어날 수 있는 모든 경우의 수를 시행함으로써 자료를 해독하는 것이 국제적인 추세인 바, 영원히 해독이 불가능한 자료는 없다고 하는 것이 정설이다. 다만 상대방에게 그만큼 큰 경제적, 시간적 손실을 준다는 데에 더욱 의미를 찾는 듯하다.

해독이 불가능한 상태에서 전파 방사원(source)에 대한 위치 표정은 가능 할 수 있다. 주파수 도약 통신기(frequency hopping radio) 같은 경우도 상대방에게 자기 위치가 알려질 가능성이 있다는 가정하에 운용되어야 한다. 숙달된 방탐 운용병이 장비를 운용할 경우 주파수 확인후 전파도래각(line-of-bearing : LOB)을 도출하기 까지는 약 3초 정도 소요되는데 장비 자체의 신호 처리 속도는 1ms의 신호에 대해서도 LOB값을 계산 할 수 있는 것이 국제적 수준이다.<sup>[2]</sup> 이와 같은 고속 신호처리를 위해서는 초고속 주파수 합성기(ultra fast switching synthesizer) 기술이 소요되는데 이러한 synthesizer의 주파수 switching 소요시간은 1μsec 정도인 것이 세계적인 수준이다(예 : Comstron Corp., FS2000).

실제 운용시에는 한번의 LOB 값으로 확정하지 아니하고, 8 회, 64 회, 256 회 정도 평균하여(integration) 최종 LOB 값을 정하는 것이 보통이다.<sup>[3]</sup> 운용자

는 신호상태의 좋고 나쁨에 따라 최적 integration 값을 선정할 것이다. Hopping radio는 HF대에서는 1초에 약 10회, VHF대에서는 약 100회, UHF대에서는 그 이상 주파수 도약하는 것이 현재 실용화된 장비들의 국제적 수준으로 판단된다.

2) 위치 표정

두개의 방탐소의 LOB가 교차하는 점(cut)에 의해 개략적 위치를 도출 할 수 있으나, 위치 표정의 신뢰성 향상을 위해서는 보통 세 방탐소 이상에서의 LOB의 교차에 의한 삼각형으로 위치 표정을 한다(그림 2 참조).

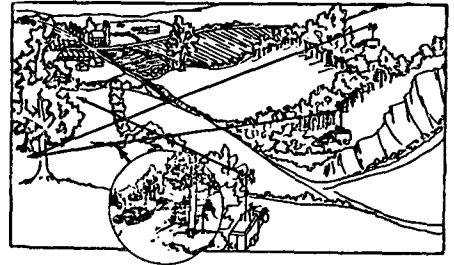


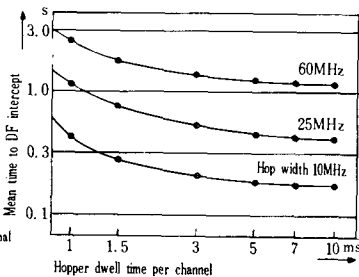
그림 2. 위치 표정

3) Steiner point

이렇게 형성되는 3 각형 내에서의 예상 목표 지점(probable target location) 산출을 위하여 보통 steiner point를 이용하는데, steiner point는 삼각형의 중심을 정의하는 5심에는 포함되지 않으나 계산을 거치지 않고 간단한 기구로 결정 가능하다는 잇점 때문에 수동으로 예상 목표지점을 산출하는 plotting center에서 애용된다.

Steiner point란 한 점에서 삼각형의 각 꼭지점으로 직선을 그었을 때 그 점과 임의의 두 꼭지점을 연결하는 두 선분이 이루는 각이 각각 120°가 되도록 하는 점으로 정의된다.

Steiner point는 내심이나 무게 중심에 비해 각도 오차가 다소 크기는 하지만, 그 차이가 별로 크지 않을 뿐 아니라 간단한 기구만 있으면 계산없이 수동 작업에 의해 쉽고 정확하게 예상 표적 위치 표정에 적용 될 수 있다는 것이 큰 장점이다. 여기서의 기구란 투명한 플라스틱에 큰 원을 그리고 그 원의 중심에 구멍을 뚫은 다음 그 중심에서 정확히 120°가 되도록 세 직선을 그은 template를 말한다. 이러한 template가 준비되면 작도하는 사람은 보고된 LOB에



Area of presently operational frequency hopping radios

그림 1. 최신 방탐 장비의 주파수 도약 통신기에 대한 평균 방탐 시간

의해 형성된 삼각형(또는 오차 삼각형) 위에 이 template를 위치시켜 template의 세 직선이 삼각형의 세 꼭지점과 일치되도록 이동시킨다. 이렇게 하여 template의 구멍 뚫린 중심에 펜으로 표시를 하게 되는데, 이 점이 바로 steiner point가 된다.

물론 다소 복잡하기는 하지만 steiner point를 computerized method로도 plotting할 수 있다. 그러기 위해서는 우선 steiner point의 성질을 분석해야 한다. 다음 그림에서 보듯이 각 변에서 바깥쪽으로 30°씩 두 직선을 그어서 교점을 구하면 이 점이 두 선분을 반지름으로 하는 원의 중심이 된다. 즉, 두 직선이 이루는 각이 120°이므로 steiner point는 이 원 주상에 있게 된다. 마찬가지로 방법으로 세원을 구하면 세원의 교점이 steiner point가 된다.

그러나, steiner point의 가장 큰 단점은 삼각형의 어느 한 내각이 120° 이상이 되면 예상 목표 지점이 삼각형의 외부에 존재하게 되는 것이다.

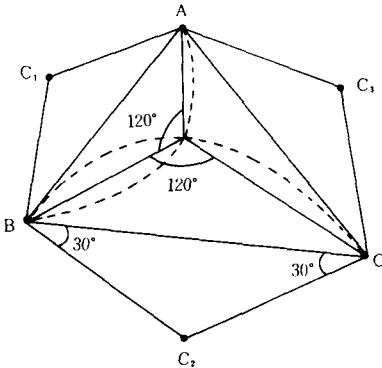


그림 3. Steiner point

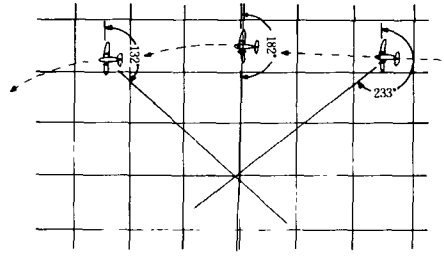


그림 4. 항공기 탐재 방탐 장비에 의한 위치 표정

대에서 통상 40km 정도인 반면, 항공기 탐재 방탐 장비에 의한 방탐 가능 거리는 통상 80km 정도이다.

5) 방탐 자동망

앞에서 설명이 있었지만 신호원의 위치는 통상적으로 세 지점 이상에서의 LOB들에 의해 도출된다. 과거의 운용 개념에는 세 지점의 방탐소와 이들을 지휘 통제하는 별도의 통제소가 존재하는 반면, 현재는 세 방탐소 중 어느 한 곳이 지휘 통제소(master station)의 기능을 하게 되면 나머지는 명령을 수행하는 종속 방탐소(slave station)의 지휘 통제 연락망이 운용병에 의한 VHF/UHF 통신기를 이용한 음성 통신망에서, 점차적으로 컴퓨터화하는 자동망 체계로 옮겨가고 있다. Master station에서의 DF명령 신호 송신에 의하여 Z-slave station의 방탐 수신기의 주파수, 밴드폭, 변조형태 등이 원격 조정되며, 방탐후 LOB 값들이 순차적으로 master station으로 보고 된다.

Master station의 컴퓨터는 각 방탐소의 위치 정보 및 보고된 LOB 정보들을 그래픽 표시기에 도시함과 동시에 신호원의 좌표(보통 UTM 좌표 사용)를 산출한다.

이러한 중요한 기능 때문에 많은 사람들이 방탐의 기능에 대하여 흔히 사실 이상의 기대를 갖게 된다. 즉, 방탐을 하면 신호원의 정확한 위치가 파악될 것이라고 기대하는데, 그 보다는, 표면 전도도가 불균일하고 반사파가 존재할 수 있는 일반적인 지형에서는 단순한 방탐에 의하여는 표적 신호원의 개략적인 위치만 파악되는 것이며, 수신 신호 및 해당 지형 특성등을 고려하여 종합 분석하여 위치를 산출하려는 포의 사격 지원에 이용될 수 있다고 생각하는 것이 좀더 현실에 가까울 것이다. 함정에서 사용할 경우에는 포의 사격지원에 직접 이용될 수 있다.

4) 항공기 탐재형 방탐

항공기를 이용하는 방탐의 큰 장점 중 하나는, 항공기가 빠른 속도로 이동하며 각 지점에서의 LOB를 도출하므로 한 대의 방탐장비로 여러 지점에서 방탐하여 LOB를 도출하는 효과를 볼 수 있다. 물론 이 경우 항공기의 각 방탐 위치에서의 좌표는 자동으로 컴퓨터에 입력된다.

미국의 헬기 탐재형 AN/ALQ-151(Quick Fix)와 항공기 탐재형 AN/USD-9(Guardrail), AN/ALQ-133(Quick Look) 등은 대표적인 예라고 할 수 있다. 또한, 지상 방탐 장비에 의한 방탐 가능 거리는 VHF

6) 방탐 정확도

방탐 정확도는 장비 소개서(catalog 등)에 통상  $+/-x^\circ$ , 최대  $x^\circ$ , 또는  $x^\circ$  RMS로 표시되고 있다. 이들은 또한 시스템 정확도, 계기(instrument) 정확도, 또는 야전운용 정확도 등으로 분류하여 표시된다. 이 수치들은 측정된 장소 및 장비조건 등을 알지 못하고는 장비간의 우열을 가리는 데 이용되기는 곤란하다. 특히, 주파수, 밴드폭, 신호대 잡음비 등은 방탐 정확도에 큰 영향을 미친다.

방탐 정확도를 정확히 측정하기 위해서는 안정된 실험실내에서 시험 하는 것이 바람직하다. 모든 시험은 언제 누가 실시하더라도 결과치가 동일한 반복성(repeatability)이 중요하기 때문이다.

야지에서 부대 운용 시험을 실시할 경우, 송신기의 위치를 이동시키며 방탐을 하게되면 그에 따른 지형 및 환경 변화에 의한 전파 경로의 정확한 시험 결과를 얻을 수 없다. 송신기의 위치를 고정시키고 방탐 안테나를 제자리에서 회전시킨다면 전 방위각에 대하여 같은 조건하에서 시험할 수 있을 것이다.

통상적으로 simulator 또는 계기에 의한 실험실내에서의 방탐 정확도 측정시는  $1^\circ$  RMS, 비교적 광활한 야지(class a site) [4] 에서 운용시는 VHF 대에서는  $2-5^\circ$  ( $3^\circ$ ) RMS 정도이고, HF대에서는  $5-8^\circ$  RMS 정도인 것이 국제적 기술 수준으로 판단된다.

7) RMS (root mean square): 정확도의 의미

방탐 장비 정확도 표기에 흔히 사용되는 단위로써 수학적 정의는 다음과 같다.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i)^2}$$

N : 데이터 수

$x_i$  : 각 방위에서의 오차

수신 주파수 20.1 MHz에서 방탐기를  $30^\circ$  간격으로 회전시키며 방위각을 측정했을 때, 그 값이 다음 표의 LOB 값과 같다면 RMS로 표기되는 방탐오차는  $1.64^\circ$  이다. 여기에서 주의할 점은 어떤 오차 값들은  $1.64^\circ$  보다 클 수가 있다는 것이다. 방위각 측정을 반복하여 데이터를 충분히 확보한다면 통계학적 개념을 적용시킬 수 있겠으며, 그 결과는 흔히 gaussian/normal 분포곡선을 그린다.

그림 5의 분포 곡선 및 표에서 알 수 있듯이  $2^\circ$  RMS의 방탐 정확도를 갖는 장비라면 측정값의 오차가  $+/-2^\circ$  이내에 들 확률이 68.2%,  $+/-4^\circ$  이내일 확률은 95.4%, 그리고  $+/-6^\circ$  이내일 확률은 99.7% 라고 말할 수 있겠다. 만일, 방탐 정확도가

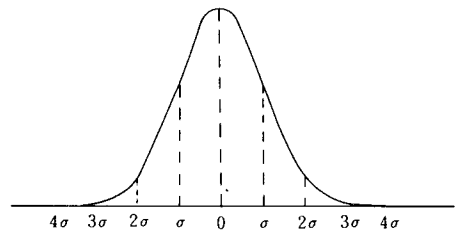
표 1. RMS 정확도 계산

주파수	Antenna Position	LOB	Error(LOB-35.8)
20.1MHz	0.0	34.8	-1.0
	30.0	31.5	-4.3
	60.0	35.3	-0.5
	90.0	35.9	+0.1
	120.0	36.4	+0.6
	150.0	35.3	-0.5
	180.0	39.0	+3.2
	210.0	36.0	+0.2
	240.0	34.9	-0.9
	270.0	35.0	-0.8
	300.0	35.5	-0.3
	330.0	35.4	-0.4

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} \quad (N : \text{데이터 수}, x_i : \text{각 방위에서의 오차})$$

$$= \sqrt{\frac{1}{12} (1.0^2 + 4.3^2 + 0.5^2 + 0.1^2 + 0.6^2 + 0.5^2 + 3.2^2 + 0.2^2 + 0.9^2 + 0.8^2 + 0.3^2 + 0.4^2)}$$

$$= 1.64$$



Graph of Deviation From the Center According to the Normal Frequency Curve

Deviation Lying Between ( $\sigma$ - Std. Deviation)	Corresponding Chance
+0.5σ and -0.5σ	0.383
+0.6745σ and -0.6745σ	0.500
+1.0σ and -1.0σ	0.682
+1.5σ and -1.5σ	0.866
+2.0σ and -2.0σ	0.951
+2.5σ and -2.5σ	0.988
+3.0σ and -3.0σ	0.997

그림 5. 정상 분포

$+/-2^\circ$  로 표기 되었다면 측정값의 오차가  $+/-2^\circ$  이내일 확률이 100% 라는 말이 되며, 앞의 표기법과의 차이를 그림 6에서 볼 수 있다.

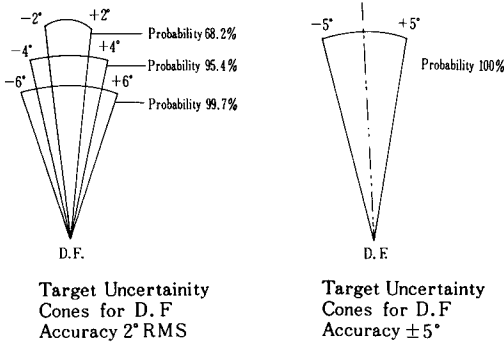


그림 6. 방탐정확도 표기법의 차이

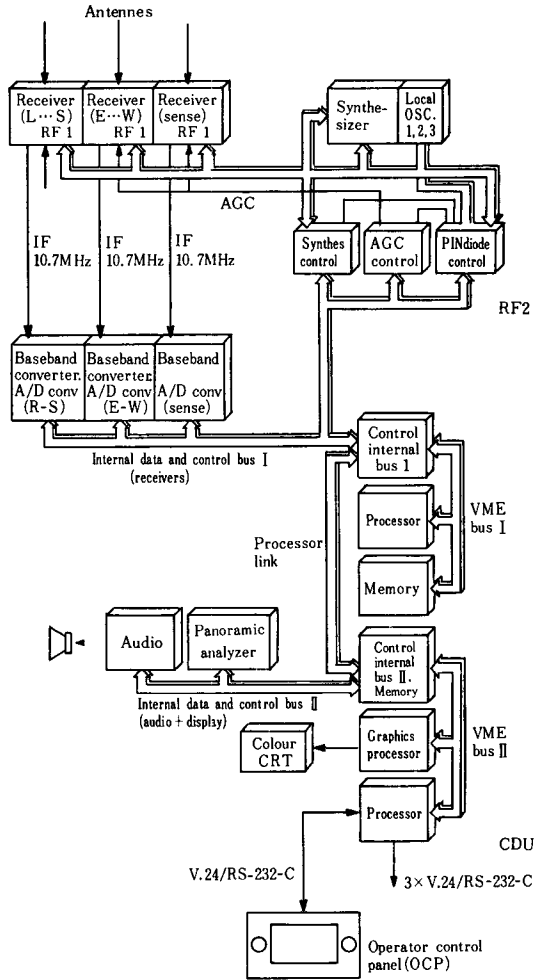


그림 8. R & S의 방탐장비 구성도

8) 방탐 장비 구성도

방탐장비의 기본 구성도는 그림 7과 같으며, 구체적인 구성 예는 그림 8과 같다.

(1) 방탐 안테나

통상적으로 HF/VHF/UHF 밴드별로 전용안테나 어레이를 구성하여 사용하고 있으나, 어느 경우나 사용 특성상 동작 주파수가 넓은 것이 특징이다.

안테나 어레이 시스템은 narrow aperture (소구경) system과 wide aperture (대구경) system으로 나눌 수 있는데, 일반적으로 소구경 시스템은 안테나 소자 간격이 측정 주파수의 파장보다 좁은 경우를 대구경 시스템은 더 넓은 경우를 말한다. 소구경 안테나는 기구적 크기가 소형이어서 사용에 편리한 점이 있고 실험실적 조건에서는 우수한 정확도를 나타낼 수도 있으나 실제 야지 운용에서는 지형조건, 환경조건 등으로 인한 전파의 반사, 굴절 등과 같은 전파 경로의 불안정 등에 의한 영향을 많이 받기 때문에 정확도가 떨어진다. 물론 오랜시간 동안 측정하여 평균을 취한다면 정확도의 향상은 있겠지만 근본적인 해결책은 아니며 이로 인한 시간 지연은 운용자에게 큰 불이익이 될 것이다.

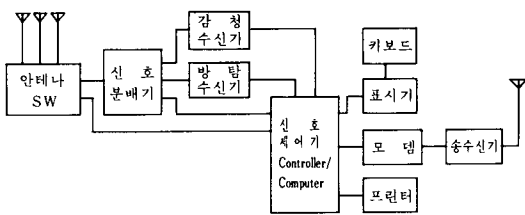


그림 7. 방탐 장비의 기본 구성도

이러한 단점은 대구경 안테나 어레이를 사용하면 상당히 해결될 수 있다. 그림 9는 왜곡된 도래 전파에 대한 소구경 어레이와 대구경 어레이의 성능을 보여준다. 대구경 어레이가 소구경 어레이에 비해 높은 정확도와 신뢰성을 보이나 근본적인 결함으로서 ambiguity를 들 수 있다. 이 ambiguity는 안테나에 유기되는 신호의 위상차를 측정하는 전자회로가 그림 10의  $\phi$  또는  $\psi$ 에 해당되는 위상차를 측정할 수 있을 뿐이기 때문에 발생한다. 대구경의 경우 하나의 주기가 끝나는 지점의 위상차는 0이기 때문에 이 경우  $\psi, 2\pi+\psi, 4\pi+4$  등인 경우의 분별이 불가능하다.

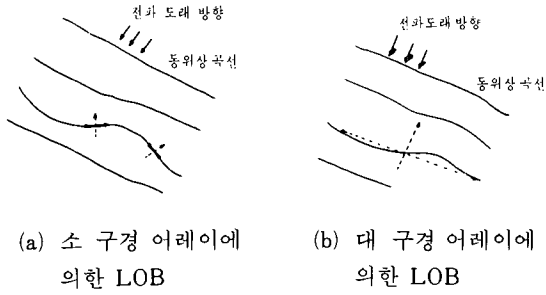


그림 9. 소 구경 어레이와 대 구경 어레이의 왜곡 전파에 대한 비교

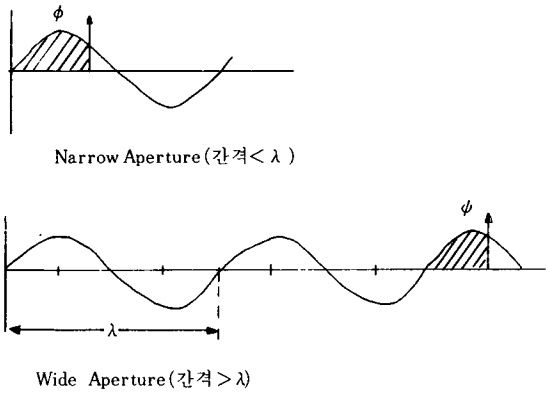


그림 10. Cyclic phase change across NA & WA array

이 문제의 효과적인 해결책은 소 구경 구조를 갖는 제 2의 어레이를 사용하는 방법인데, 독립형 또는 대 구경 어레이의 일부를 스위칭하여 방위각을 측정 한 후 이 값에 의해 대 구경 어레이로 측정된 값들 중 ambiguities를 제거한 한 값을 선택함으로써 정확한 방위각 측정이 가능해진다. 대 구경 안테나 어레이 시스템은 통상 10-20m의 안테나 잔격을 갖기 때문에 전술용보다는 전략용으로 주로 사용된다. 대 구경 안테나 어레이를 사용하는 전술용 방탐 장비로는 영국의 육군에서 사용중인 VAMPIRE가 있다.

(2) 수신기

방탐 장비에는 필수적으로 고급 수신기(WJ, R&S, Thomson-CSF, AEG, RACAL, CMR, ...)가 소요된다. 1대의 수신기로써 감청 및 방탐을 할 수도 있으나 방탐을 할 때에는 동시에 scan/search 등이 불가능하게 되므로 통상 동일 또는 유사 성능의 수

신기를 함께 사용하여 능력을 향상시키고 있다. 고속 방탐을 위해서는 3대의 수신기를 함께 사용하기도 하며, 이 경우 각 수신기의 증폭도, 위상 변형 등의 특성이 가급적 동일 하도록 자체 교정(calibration) 등의 기능을 갖추고 있다. 소용되는 기술로는 고 감도인 동시에 큰 dynamic range를 갖는 수신기 초 단 설계, GaAs FET를 사용한 초단 스위칭 기법, 협대역 IF필터, 고속 주파수 scan 기법 등을 들 수 있다.

(3) 방탐 처리기

방탐 처리기의 hardware 측면은 컴퓨터 분야의 발전에 힘입어 최근 급진적으로 소형, 경량화, 고속화, 대용량 등의 발전을 해왔다. 모든 자료는 analog 신호처리에서 digital 신호처리로 바뀌었고, 요즘은 16 bit, 32bit  $\mu$ -processor 및 co-processor의 사용, 고속 floating point array processor 등을 병합 사용하여 신호처리 시간을 줄이고 있는 추세이다.

다음 그림은 신호 처리기의 한 예이다.<sup>[5]</sup>

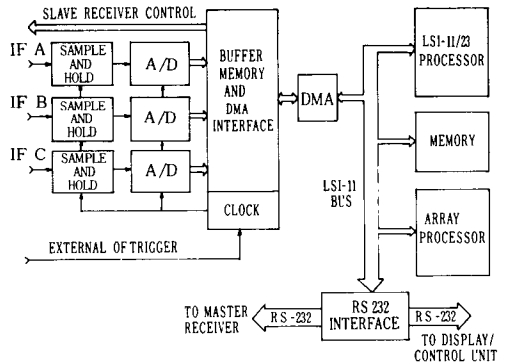


그림 11. 방탐 처리기

9) 방탐 기법

전파의 방향을 측정하기 위해서는 한 지점 또는 몇 개의 다른 지점에서 동시에 또는 순차적으로 신호의 크기(amplitude), 또는 위상(phase), 또는 시간지연(time delay)를 측정하면 될 것이다.

대표적인 기법을 소개하면

(1) Sequential amplitude 측정 기법

지향성 이득 특성을 갖는 안테나 패턴을 움직이며 신호크기의 변화를 감지한 후 방위각을 산출하는 방식이라 말할 수 있고, 오래전부터 이용되어 온 기법

으로서 간단한 single loop 안테나, crossed loop안테나 등을 사용하는 것에서 부터 Dipole, Rotating Cardioid, Adcock System 등 다양한 종류가 있다.

(2) Sequential phase 측정 기법

안테나가 도래 신호의 전자장 내에서 일정한 속도로 움직이면 위상변화에 비례하는 도플러 주파수 편이가 발생되고, 이를 측정하여 방위각을 도출하게 된다. 통신 주파수 대역에 적합한 안테나의 기계적 회전은 실질적으로 어렵기 때문에 마이크로웨이브 대역을 제외하고는 안테나에 유기되는 신호를 순차적으로 스위칭하므로써 전자적으로 회전시키는 방식을 이용한다.<sup>6)</sup>

최근에는 신호처리 부분을 디지털화하여 성능을 향상시킨 장비들도 소개 되고 있다.<sup>7)</sup> 또한 phase shifter를 사용하여 robe를 shifting 또는 회전시키는 인터페로미터 방식, 안테나에 유기되는 신호의 correlation을 이용하는 인터페로미터 방식(이는 time-difference scanning 기법으로도 분류됨) 등도 이에 포함 된다고 할 수 있다.

(3) Instantaneous 진폭비교 방식

방향성 패턴을 갖는 둘 이상의 안테나 소자를 이용하여 수신되는 신호를 순간적으로 처리하는 기법으로서, E-W, N-S 2-set의 애드록 안테나를 이용하는 Watson-Watt 기법은 그 대표적인 예이다.<sup>8)</sup> 그리하여, 목적에 맞는 최적 방탐 장비의 선정시에는 허용가능한 안테나의 크기, 동작 주파수, 지형조건, 주파수 범위, 도래 신호의 편파특성, 신호 지속 시간, 요구되는 방탐 정확도, 그리고, 신호처리에 가능한 장비 등을 종합적으로 검토하여야 할 것이다.

2. 전자 방해책 (electronic countermeasures : ECM)

ECM이란 전자전 분야의 중요한 분야로서 적의 효과적인 전자기와 사용을 방지 및 감쇄시키는 행위라 할 수 있으며 전파방해(jamming), 교란(disrupting), 기만(deceiving) 등이 포함된다.

1) 전파방해(jamming)

상대방의 통신망(network)을 방해하여 통신 불가 또는 곤란등을 일으키는 행위이다. 주로 잡음(white noise 등) 또는 신호와 유사한 잡음을 송신하게 되는데, 적용 대상 장비에 따라 송신 대역폭, 송신출력, 변조방식, 사용안테나 특성, 사용주파수 대역에서의 전파의 전파 특성등을 고려하여 최적 조건을 선택하게 된다.

재머의 종류로는 barrage 재머, spot 재머, swept 재머 등을 생각 할 수 있고, barrage 재머는 비교적 간단한 구조를 갖으면서 넓은 주파수 대역을 방해할 수 있어 주파수-diversity를 갖는 시스템에 효율적으로 적용할 수 있겠다. 반면 상대방의 큰 출력을 효율적으로 방해하기가 어렵고, 통상 큰 출력의 송신기를 요구하게 된다.

Spot 재머는 주로 상대방의 특정 주파수에 적용되며, 잡음(random noise) 또는 주기적 함수 특성을 갖는 신호를 AM 또는 FM 변조하여 좁은 대역폭으로 송신하게 된다. 좁은 대역폭에 큰 RF 에너지를 집중시키기 때문에 통상 barrage 재머보다 소형, 경량화가 가능하나, 그 대신 상대방의 CW 통신망을 방해하기 위하여는 재머의 송신 주파수를 수 Hz 이내의 오차로 동조시켜야 하는 기술적 어려움이 있다.

Swept 재머는, barrage 재머의 넓은 주파수 대역을 다루는 장점과 spot 재머의 에너지를 집중시키는 장점을 수용하였다고 볼 수 있으며, 따라서 앞의 두 재머 방식보다 장비가 복잡하다.

2) ECM 장비 구성도

재머의 기본 구성도는 그림12와 같으며,

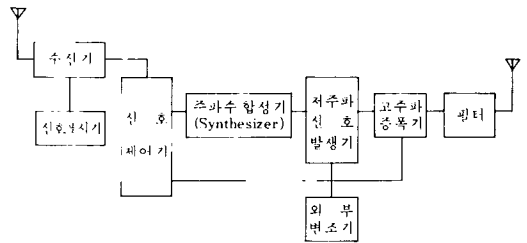


그림12. 재머의 기본 구성도

구체적인 장비 예는 다음 그림 13과 같다.

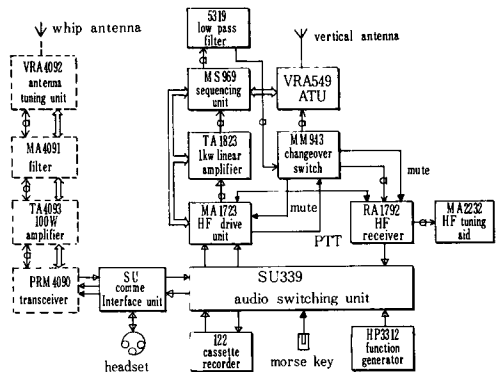


그림13. 영국 RACAL사의 재머 구성도

## (1) 안테나

재머는 에너지를 안테나를 통하여 외부로 내보내기 때문에 안테나의 효율은 전체장비 설계에 중요한 요소가 된다. 또한, 안테나에서의 전파복사패턴, 설치 및 기동 용이성등을 종합 검토하여 최적 안테나를 선정하겠으나 통상 HF 대역에서는 무지향성의 whip 안테나, 또는 long wire 안테나를 사용하고 VHF 대역에서는 whip 또는 LPA (log periodic antenna)를 사용하고 있다.

특히, LPA는 사용 주파수의 영향을 덜 받아 넓은 주파수 대역에서 사용 가능하고, 안테나 이득도 높아 작은 송신 출력으로 큰 유효 복사 출력(ERP: effective radiated power) 얻을 수 있으므로 전술 통신 재머 장비에 흔히 쓰이고 있다.

## 3) 재머의 성능상 중요 분야

## (1) 고속탐색 수신

신호 존재 유무를 넓은 주파수 대역에서 확인하기 위해서는 고속 탐색 기능이 중요하고, 현재 세계 선진 기술 수준은 1.5-500MHz 내에서 100Hz 간격으로 탐색시 약 5ms 정도 소요된다.

## (2) 고주파 증폭기

넓은 동작 주파수 대역에서 방해 신호를 송신하기 위해서는 광대역 증폭 특성을 가져야 하며, 출력은 현대 운용 개념에 맞추어 가변 특성을 갖는 것이 국제적 추세이다. 강력한 송신 출력은 상대방의 방탐 장비에 쉽게 노출 될 것이고, 상대 운용병 역시 방해를 받는다는 것을 쉽게 알 수 있어 이미 약속된 제 2의 통신 수단을 강구할 것이다. 그러므로, 작은 출력으로부터 시작한 후 점차적으로 증가시켜 상대방으로 하여금 전파 방해에 의한 통신 곤란인지 자체 기계적 결함에 의한 것인지 혼란을 야기시키는 정도의 출력이 적합할 것이다.

변용하여 운용되는 주파수 합성기 또는 exciter 의

주파수 안정도는 매우 중요하며, 상대방의 CW 통신 망 방해에는 특히 고 정밀성이 요구된다. 변조기에 입력되는 신호는 방해 대상 장비에 따라 적정 신호를 선택하여 사용되고 있다. FM 통신망에 유효한 변조 신호와 AM 통신망에 유효한 변조신호가 다를 수 있고, 또한 언어에 유효한 방해신호가 한국어에도 유효한 지는 많은 실험을 요구할 것이다.

## (3) Look-thru 기능

전파가 탐지되고, 확인 결과 방해 전파의 송신이 필요하여 전파 발사중, 중간 중간 송신을 멈춘 후, 상대방 신호의 계속 존재 유무 및 더 높은 우선 순위의 상대방 전파 방해 필요 주파수가 있는지를 확인하는 기능이다. 상대방 신호의 확인 이유로, 송신 중단 시간이 길어질 경우, 방해 효과가 저하되므로 각국은 이의 시간 단축에 노력하고 있다.

통상 long 및 short look-thru의 두 가지 운용모드를 가지며 전자의 경우 450ms 방해, 50ms look-thru, 후자는 45ms 방해, 5ms look-thru 정도의 특성을 갖는다.

## 参 考 文 献

- [1] The Radio Direction Find Threat (U). 1977, TRADOC, U.S.A.
- [2] Rohde & Schwarz, PA2000, W-Germany
- [3] Racal, RTA 1470, U.K.
- [4] DSIR Radio Research Special Report no. 22, 1952.
- [5] Steve A. Hedges, Triple Channel Interferometer RDF, W.J., U.S.A.
- [6] AN/PRD-11, W.J., U.S.A.
- [7] AN/PRD-10, W.J., U.S.A.
- [8] AEG-Telefunken, Telegon DF System, W-Germany
- [9] Don Lee, Comstron, CJS-1150, U.S.A. \*

## ♣ 用 語 解 說 ♣

## Military Communication Network

전용망의 일종이며 군용 시설간의 통화를 전용으로 취급한다. 군용 통신망에서는 어떠한 비상시에 있어서도 통신을 확보하는 것이 필요하며 신뢰성이 특히 중요시 된다. 예를 들면 미국의 AUTOVON (automatic voice network)은 전세계의 미국 군용시설간의 통화를 가능하게 한 군용 통신망이다. 긴급 통신의 자동 우선, 활선(hot line) 서비스 등 각종 전용 서비스가 내포되어 있다.

망 구성으로서는 폴리그리드형(形)의 복합 회선망이 사용되고 있다.