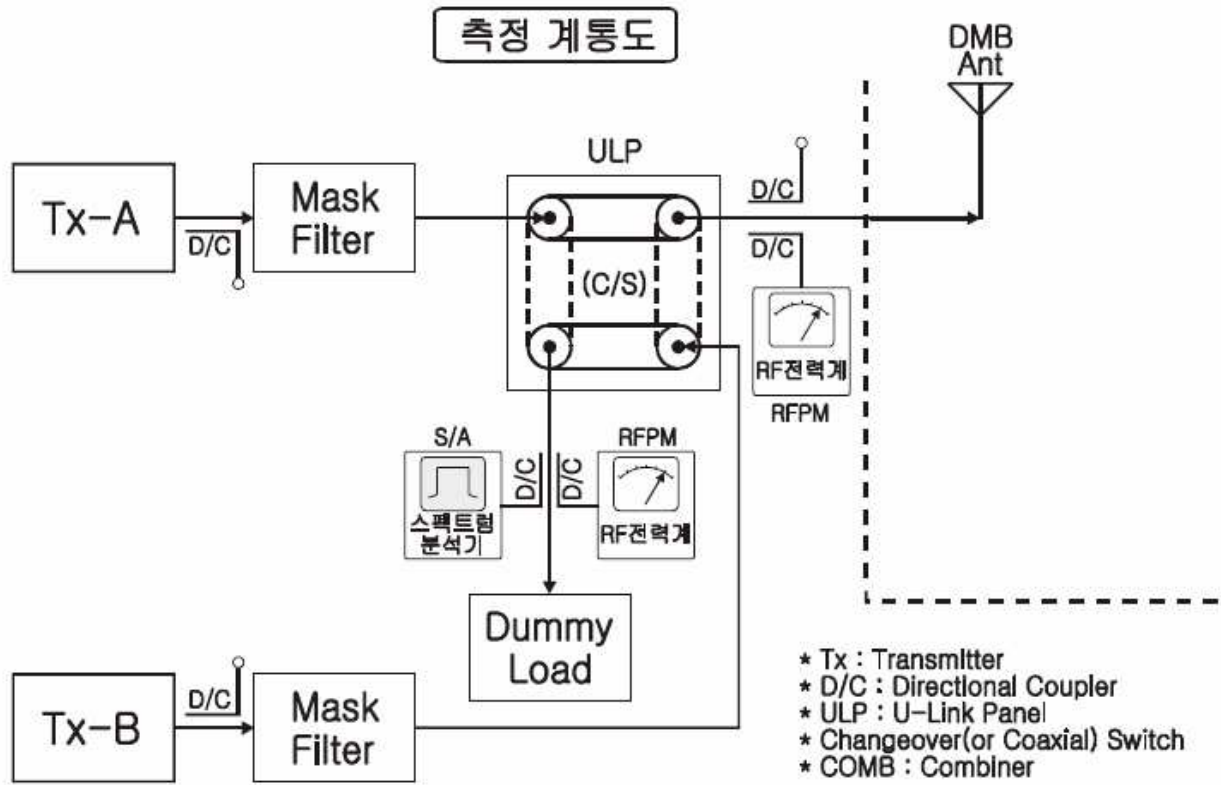


지상파DMB 무선국검사규정

1. 무선국 검사규정

항 목	검사 방법	비 고
1. 주파수 허용편차	송신기 출력단에서 주파수측정기로 측정하여 - 중심주파수로부터 ± 10 (단, MFN ± 100)Hz 이내	단일 반송파(+500kHz)로 송출하여 측정
2. 주파수 대역폭	송신기 출력단에서 스펙트럼분석기로 측정하여 - 1.536MHz 이내	스펙트럼분석기로 OBW) 측정
3. 스푸리어스 방사강도의 허용치	송신기 출력단에서 스펙트럼분석기로 측정하여 - $46+10*\log(PY)$ 또는 70dBc 중 덜 엄격한 값 (단, 평균전력 1mW를 초과하지 않을 것)	송신출력 2.5 W 초과는 70dBc를 적용
4. 공중선 전력의 허용편차	송신기 출력단에서 진행파 및 반사파 전력을 측정하여 그 차에 의해 산출된 값이 - 상한 +12%, 하한 -11% 이내	
5. 주파수 응답특성	스펙트럼분석기 또는 디지털 신호분석기로 측정하여 - ± 1 dB 이내	
6. 대역외 방사강도	송신기 출력단에서 스펙트럼분석기로 측정하여 - 중심주파수(스펙트럼분석기의 RBW 4kHz) ± 0.77 MHz : -26dB, ± 0.97 MHz : -71dB, ± 1.75 MHz : -106dB 이하 별첨 “대역외 방사강도” 참조	
7. 유효전송속도	디지털 신호분석기로 측정하여 - 0.8Mbps 이상 1.7Mbps 이내	
8. 비디오 서비스의 신호형식	신호분석기로 측정하여 (1) 전송주기 - PAT 500ms, PMT 500ms, PCR 100ms, OCR 700ms, CTS 700ms 이하 (2) 비디오 - Picture Parameter Sets의 syntax에서 “num_slice_groups_minus1”의 값은 “0“, “redundant_pic_cnt_present_flag”의 값은 “0“ - Sequence Parameter Sets의 syntax에서 “pic_order_cnt_type”의 값은 “2“ “num_ref_frames”의 값은 “3“ (3) 오디오 - AudioSpecificConfig()에서 epConfig: 0 - GASpecificConfig()에서 frameLengthFlag: 0, DependOnCoreCoder: 0 - bsac_header()에서 sba_mode: 0 - general_header()에서 ltp_data_present: 0	
9. 데이터 서비스의 신호형식	데이터 신호분석기로 측정하여	

2. 측정계통도



*** 측정방법 ***

<측정하기전에 참고 할 사항>

0. 접지

측정기 및 피측정기 등을 가급적 굵고 부드러운 연선을 이용하여 최단거리로 연결하여 외부로부터의 유기되는 전압에 의한 오차를 감소시킨다.

특히 신호대잡음비, 스퓨리어스전력, 대역외 발사강도 등의 세력이 낮은 신호를 측정할 때는 유의 필요가 있다.

0. 임피던스 정합

피측정기와 측정기 또는 이들 상호간이나 이에 접속되는 선로는 각각의 장비 및 선로의 특성임피던스가 상호 완전한 정합이 이루어져야만 측정오차가 적어지므로 매우 중요하다.

0. 측정기의 교정

사용할 측정기는 교정이 잘 되어 있는지 사전에 확인 할 필요가 있다.

교정이 안된 측정기로 측정하면 측정오차가 커지므로 유의하여야 한다.

0. “측정에 대한 사전 지식을 충분히 숙지”하여

- 특히 과도한 입력에 의한 손실을 방지하기 위하여 피시험기의 사용전력과 결합기의 결합량, 사용측정기의 최대입력 전력 등을 조사한다.

- 측정오차를 줄이기 위해 측정기의 주파수범위, Gain, 감쇠(ATT)량, RBW, Time 등의 설정이 적절하여야 한다.

<측정>

1. 주파수 허용편차

“주파수측정기로 측정하여 중심주파수로부터 ± 10 (단, MFN ± 100)Hz 이내”로 규정 되어 있으며 발사전파는 지정주파수와 일치하여야 하나 실제로는 약간의 편차가 있으므로 이를 측정하여 규정치 이내인가를 검사한다.

- 일반적으로 주파수측정기(주파수카운터 및 스펙트럼분석기)의 주파수 측정확도를 신뢰할 수 있는 고정밀도 측정기는 고가이고, 또 정기적인 교정을 실시하여야 하는 관계로 요즘은 GPS수신기가 널리 보급되어 여기서 얻어지는 고정도의 10 MHz의 Clock신호를 측정기후면의 “외부입력” 콘넥타에 가하여 기준 발진기에 이용(또는 동기)하면 일반용 측정기의 주파수확도가 매우 높아지므로 이를 많이 이용한다.

- DMB 방송전파는 1kHz 간격으로 1536(중심주파수 ± 768)개의 반송파가 생성되어 일반적인 주파수 카운터 또는 스펙트럼분석기로 측정할 수가 없으므로 송신기의 Exciter에서 단일반송파를 발생시켜 측정하고 있다. R&S NA7000 Series 송신기의 Exciter(SDB600)를 사용하므로

- Exciter 전면의 Display 하단에서

F2(Exciter) --> “Test”를 선택하고(“TAB” key를 누르거나 Rollkey의 손잡이를 돌려서) “ENTER” key를 누른다.

- Display화면의 상단에 Operation Mode를 “Master”로 설정

- **Generate Test signal**을 "yes"로 하고
- **Signal Carrier**은 "1에서 768"까지 설정 할 수 있다.
이는 각 Block의 중심주파수(f_0) +1~+768kHz 에서 생성되는 단일반송파를 선택하는 기능으로 주파수측정을 용이하게 하기위하여 1, 10, 100, 200, 500의 간단한 숫자로 지정하는 것이 편리하다.
(“B” Block에서는 "500"으로 설정하는 것이 바람직함)
- 위의 설정이 끝났으면 피측정 **TX**를 **Dummy Load**(이하 DL로 표기)에 접속시키고 DL 전원을 "ON" 시킨다. (이때 송신기는 f_0 +500kHz의 단일반송파로 동작한다.)
- 동작중인 송신기로부터 방향성결합기(D/C)를 통한 적당한 RF세력을 주파수카운터 또는 스펙트럼분석기의 RF 입력측에 가하여 "**Peak Marker**" 주파수를 측정하여 허가된 지정주파수와의 편차를 도출한다.
- 예를 들어 수도권 할당주파수는 "8CH"의 "B Block"일 때 183.008 MHz인데, 위에서 Signal Carrier를 "500"으로 설정하였다면 $183.008\text{MHz} + 500\text{kHz} = 183.508\text{MHz}$ 로 동작하므로 측정한 주파수가 $183508000 \pm 10 \text{ Hz}$ 이내이어야 한다.
- MFN 에서는 $183508000 \pm 100 \text{ Hz}$ 이내이어야 한다.

2. 주파수대역폭

"점유주파수대폭"이라 함은 변조의 결과로 생기는 주파수대폭의 하한주파수 미만의 부분과 상한주파수를 초과하는 부분에서 각각 발생되는 평균전력이 따로 정하는 경우를 제외하고 각각 0.5퍼센트와 같은 주파수대폭을 말한다. 라고 정의하고 있으며, DMB 즉 여기서는 **발사전력의 99%를 함유하는 주파수대역을 말하며**, 지정당주파수를 중심으로 상 또는 하한의 주파수 대역을 표시하는데, 송신기와 결합한 적당한 RF세력을 스펙트럼분석기에 가하여 **점유대역폭(OBW : Occupied Bandwidth)**을 측정한다.
"1.536MHz(중심주파수로부터 $\pm 768 \text{ kHz}$) 이내"이어야 한다.

3. 스퓨리어스 발사강도의 허용치

"스퓨리어스 발사"라 함은 필요주파수대폭 바깥쪽에 위치한 하나 이상의 주파수에서 발생하는 발사(대역외발사를 제외한다)로서 정보전송에 영향을 미치지 아니하고 그 강도를 저감시킬 수 있는 것으로 **고조파발사, 기생발사, 상호변조 및 주파수 변환 등에 의한 발사**를 포함한 발사를 말한다.

측정은 송신기의 출력단에서 D/C와 결합하여 진행파의 기본파와 스퓨리어스파를 스펙트럼분석기로 비교측정하거나, 또는 송신공중선으로 복사한 전파를 가까운 지점에서 기준주파수와 스퓨리어스 전파의 전계강도를 비교 측정하는 방법이 있는데, 요즘은 전자의 쪽을 주로 사용하고 있다.

무선국 설비규정은 " $46 + 10 \cdot \log(PY)$ (dBc) 또는 70dBc 중 덜 엄격한 값으로 평균전력이 1mW를 초과하지 않을 것"으로 규정되어 있음.

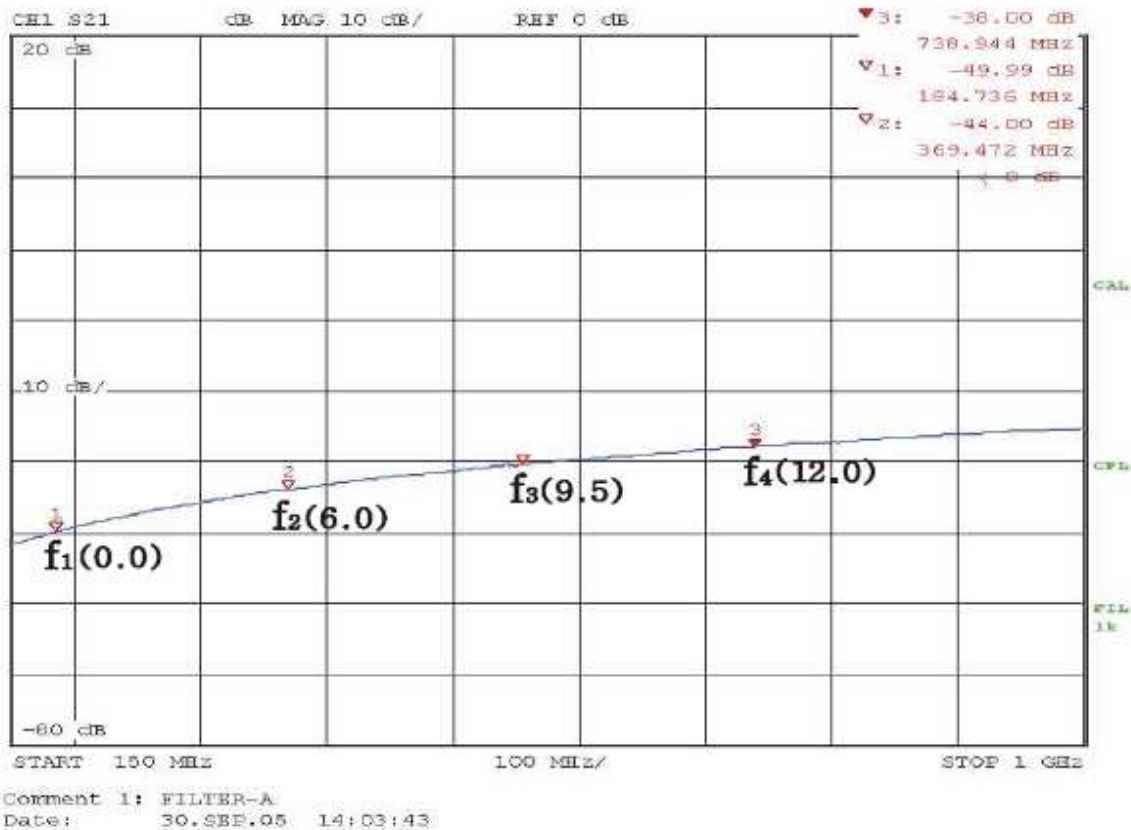
(여기서 "PY"는 반송파의 평균전력으로 단위는 "W")

위의 첫 번째 항의 계산법으로 환산하면

출력 **2kW**는 $46 + \log(2000) = 79 \text{ dB}$, 출력 **1kW**는 **76 dB** 로 계산되나,

후자의 **70dB**을 적용하여 **70dB** 이상이면 합격이다.

- * 참고로 마지막항의 “1mW를 초과하지 않아야 한다”라는 내용을 생각 해 보면 70dB의 전력비율은 1E7(10000000)이므로 2000/10000000=0.2(mW)로 되어 이 조건을 만족한다.
- * 스퓨리어스전력의 측정은 일반적으로 간단하게 스펙트럼분석기(이하 S/A로 표기)의 Display상의 좌측에 기본파를 우측에 제2고조파, 또는 제3고조파를 동시에 비교하는 경향이 많이 있는데, 이때는 RF결합기의 주파수특성을 감안하여야 한다. 일반적으로 널리 사용하는 **방향성결합기(Directional Coupler** 이하 “**D/C**”라 표기)에 결합되는 출력전압이 주파수에 비례하므로 기본파에 대한
 - 제2고조파는 $20 \cdot \log(2) = 6.021$ (dB),
 - 제3고조파는 $20 \cdot \log(3) = 9.542$ (dB),
 - 제4고조파는 $20 \cdot \log(4) = 12.042$ (dB)와 같이 해당되는 주파수에 대한 “보정값을 가산” 해 주어야 한다.
- * 스퓨리어스전력 측정시 특히 주의 할 사항은 S/A의 입력 ATT와 AMP의 Gain을 적절히 선정하여 가장 큰 신호의 Peak 값이 포화되지 않도록 한다.



< Directional Coupler 주파수 특성표 >

4. 공중선전력의 허용편차

송신기 출력단에서 “진행파 및 반사파 전력을 측정하여 그 차에 의해 산출된 값”이 “지정전력 상한 +12%, 하한 -11% 이내”이어야 한다.

* 여기에 상하한 비율이 다른 것은 대수계산에 의한 것으로 원래의 지정전력 $\pm 5\text{dB}$ 를 $10 \cdot \log(P2/P1) = 5\text{dB}$ 에서 역산하면 $10^{0.05} = 1.122$ 즉 $1.122 - 1 = 0.122$ (약 12%)
 $10 \cdot \log(P2/P1) = -5\text{dB}$ 을 역산하여 $10^{-0.05} = 0.891$ 에서 $0.891 - 1 = -0.109$ (약 -11%) 계산된다.

- 측정은 송신기 출력측과 D/C에 결합된 RF세력의 RF전력(평균전력)을 “진행파전력”과 “반사파전력”을 측정한다.

* RF전력의 측정은 일반적으로 RF Power Meter(이하 RFPM)와 RF Sensor를 D/C와 접속하여 측정하는데, D/C의 주파수특성과 결합도를 미리알고 계산하여 산출한다.

- “공중선전력=진행파전력-반사파전력”으로 계산하여 규정값과 비교한다.

5. 주파수응답특성(대역의 평탄도 또는 "In-Band Ripple"이라고도 한다)

“스펙트럼분석기 또는 디지털 신호분석기로 측정하여 $\pm 1\text{dB}$ 이내”로 규정되어 있는데,

- DMB방송의 변조는 COFDM 으로 중심주파수를 중심으로 하여 1 kHz 간격으로

1536(1536 / 2 = ± 768)개의 주파수를 생성하여 직교변조하고 있으므로

중심주파수 $\pm 768\text{kHz}$ 의 피변조주파수 대역이 생성되나,

- **RBW(분해대역폭)**에 따라 대역의 상,하한에서는 누적세력이 작아져 측정오차가 발생되므로 이를 감소시키려면

- 대역폭의 상, 하한(중심주파수 $\pm 768\text{ kHz}$)에서 **RBW치만큼 축소하여 측정**하여야 한다.

RBW를 10 kHz로 하여 측정하였다면 중심주파수 $\pm 768(\pm 10\text{ kHz})$ 인 $\pm 758\text{ kHz}$

RBW를 30 kHz로 하여 측정하였다면 중심주파수 $\pm 768(\pm 30\text{ kHz})$ 인 $\pm 738\text{ kHz}$

에서 측정한다.

6. 대역외 발사강도

“대역외 발사”라 함은 변조과정에서 발생하는 필요주파수대폭의 바로 바깥쪽에 위치한 하나 이상의 주파수에서 발생하는 발사(스푸리어스발사를 제외한다)를 말하는데,

* 대역외 발사강도 도표에 대한 참고사항

가. 대역외 발사강도의 스펙트럼에서 RBW 관련

$\pm 0.77\text{ MHz}$ 대역에서 -26dB 로 표기된 것의 계산은

$10 \times \log(4\text{ kHz} / 1536\text{ kHz}) = -25.84\text{ (dB)}$ 을 반올림한 것이고

나. 이를 RBW 3 kHz로 하여 계산하면

$10 \times \log(3\text{ kHz} / 1536\text{ kHz}) = -27.09\text{ (dB)}$ 로 되어 -27 (dB) 로 될 것임.

다. 일반적인 대역외 발사강도의 스펙트럼특성의 실측에서는 RBW가 3 kHz 또는 4 kHz에 관계없이

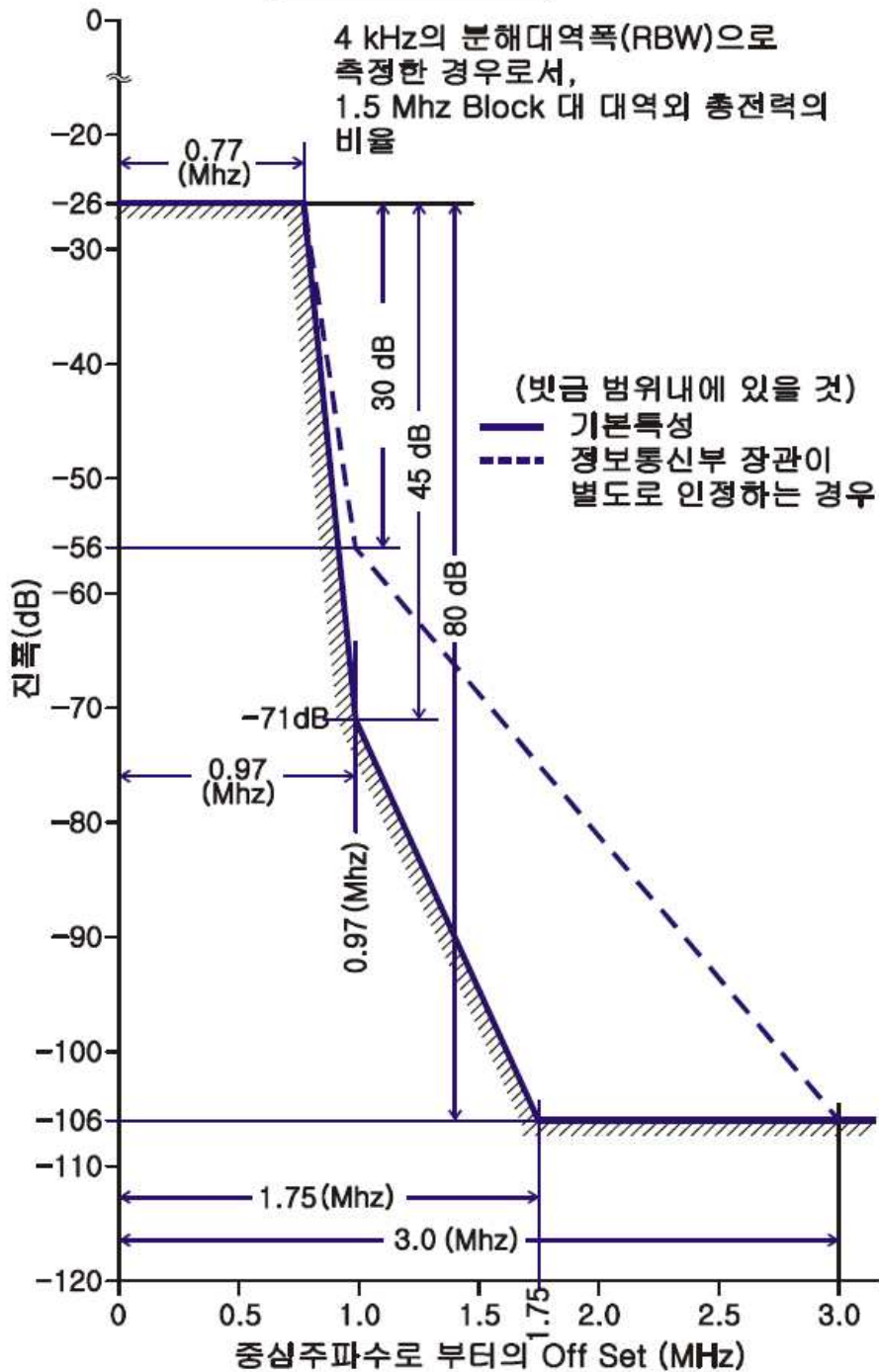
$\pm 0.7\text{ MHz}$ 대역을 기준(0 dB)으로 해서

$\pm 0.97\text{ MHz}$ 에서는 $-26 - (-71) = 45\text{ (dB)}$,

$\pm 1.25\text{ MHz}$ 에서는 $-26 - (-106) = 80\text{ (dB)}$ 의 차 “이상인가?”를 확인하면 됨.

대역외 발사강도

4 kHz의 분해대역폭(RBW)으로
측정한 경우로서,
1.5 Mhz Block 대 대역외 총전력의
비율



7. 공중선지향특성 및 전계강도

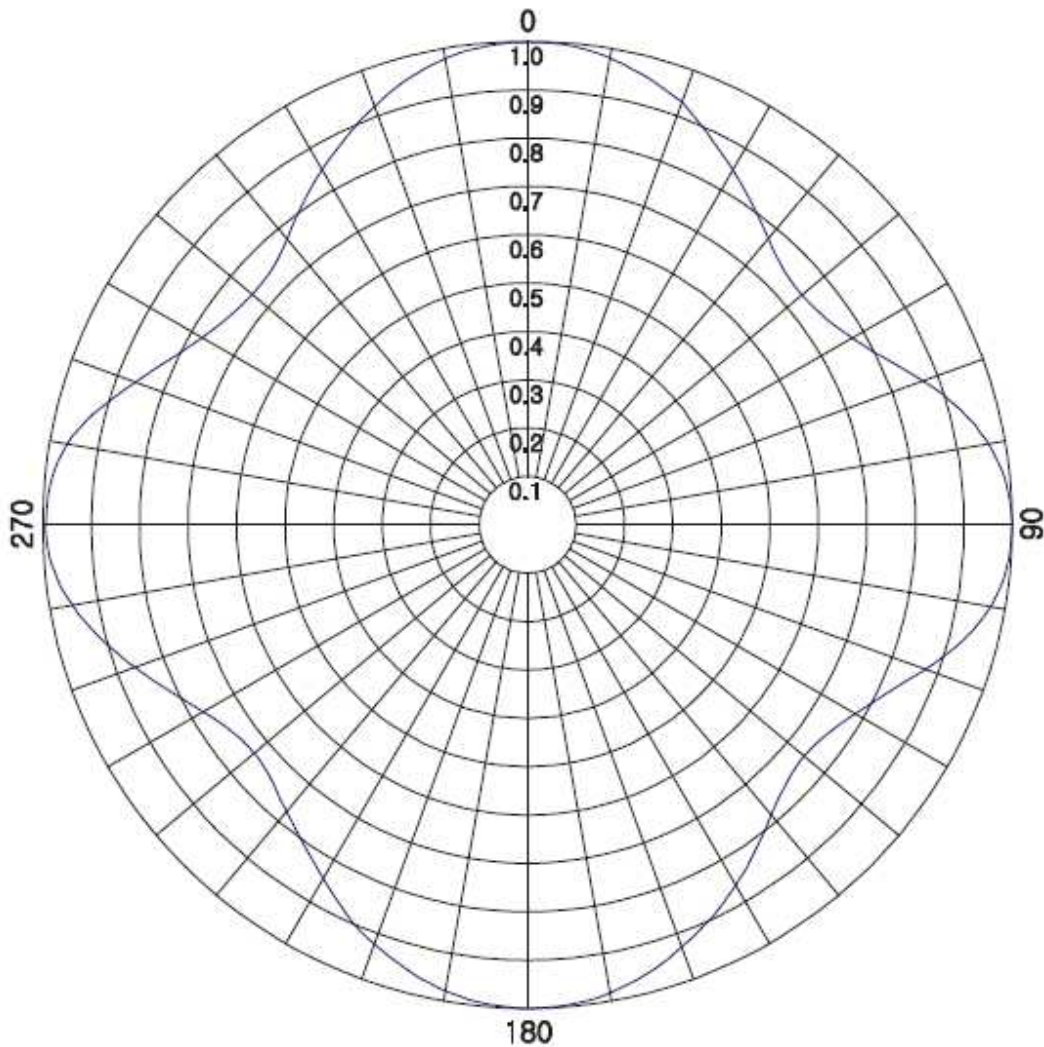
“송신공중선으로부터 100m이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 30도 마다 12지점, 지향성 공중선의 경우 15도 마다 24 지점에서 전계강도를 측정한 후 허가 받은 지향특성 일 것”이라 규정되고 있으므로

1. 위 규정에 의하여 송신안테나를 중심으로 100m이상 떨어진 동일거리 15 및 30도 방위지점에서 전계강도를 측정하여 수평면내 지향특성을 도시한다.
2. 또한 서비스구역에 대한 전계강도(또는 분포도)를 조사하기 위하여 송신안테나를 중심으로 수신위치(거리 및 방향)를 변경측정 하여 전계강도 분포도를 그린다.

Horizontal Radiation Pattern

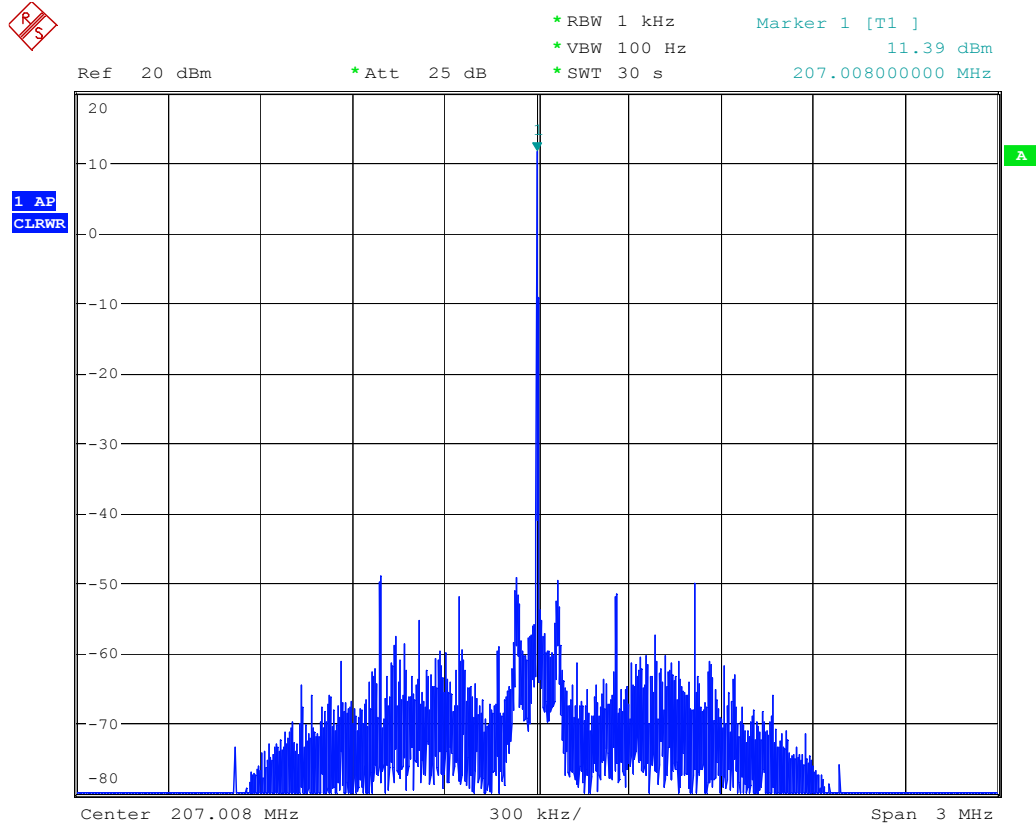
Station : KWANAK
Type : 618T-8
Maker : RFS
Date : 2004. 05.

Polarisation : Horizontal
Frequency(MHz) : 183.008
Directivity : 1.14dB
Elevation Angle : 1Degrees



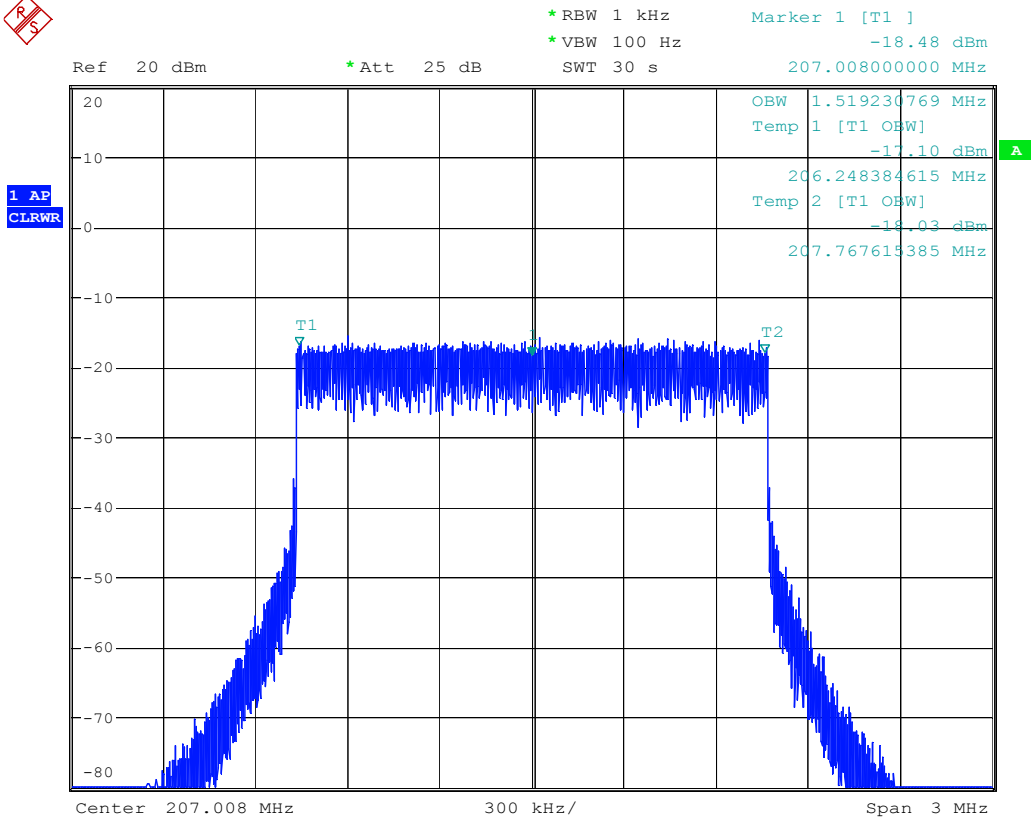
(참고자료)

1. DMB송신기의 주파수 허용편차 측정



Date: 7.JUN.2006 08:10:50

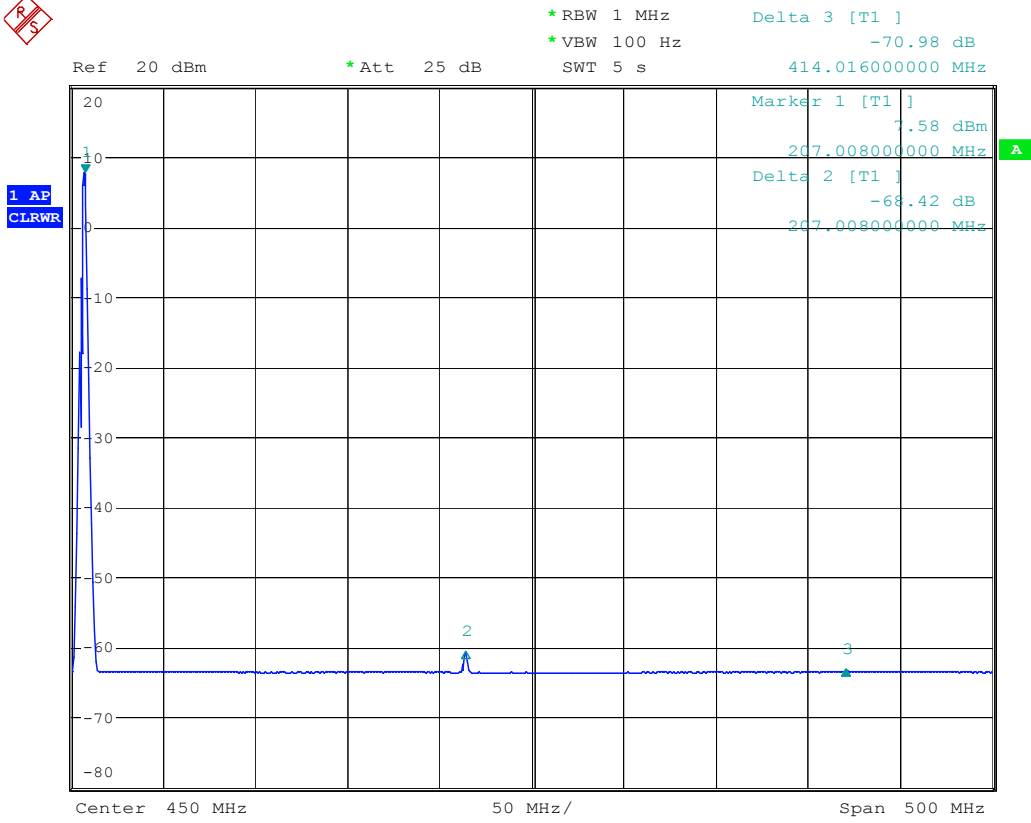
2. DMB송신기의 주파수대역폭 측정



Date: 7.JUN.2006 05:06:23

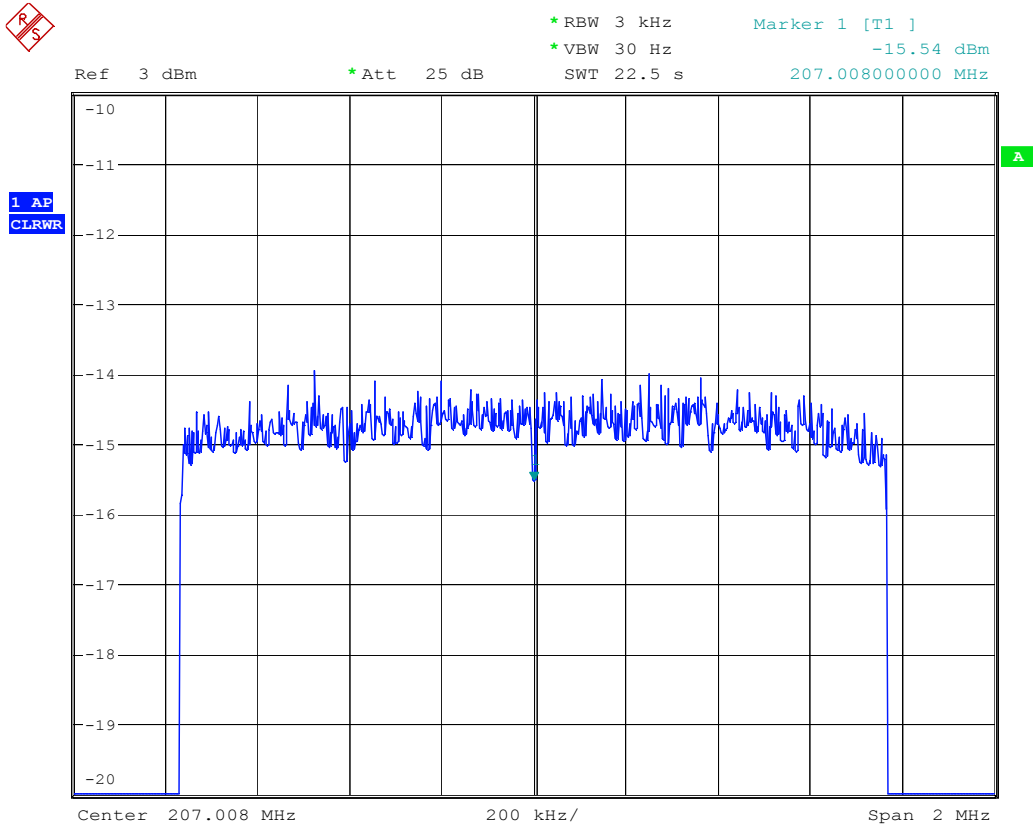
3. DMB송신기의 스퓨리어스 측정

(기본파 207.008MHz에 대한 제2고조파 및 제3고조파)



Date: 7.JUN.2006 05:02:47

4. DMB송신기의 주파수응답 측정



Date: 7.JUN.2006 08:00:32

6. 참고자료
(CM형 방향성결합기의 구성 및 측정원리)

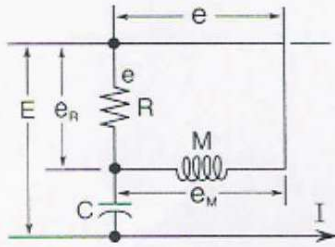


Figure 1

The basic sensing circuit of a THRULINE® plug-in element consists of the mutual inductance M between the loop and the center conductor and the voltage divider C and R. In Fig. 1, E is the voltage between outer and center conductor and I is the current. Elements can be rotated 180°, resulting in either a positive or a negative M (Fig. 2 and 3). The output voltage in this lumped-constant directional coupler is the sum of two samples:

$$e_R \text{ from the division of } E \text{ by } R \text{ and } C, e_R = \frac{RE}{X_C} = RE j\omega C$$

$$\text{(if } R \ll X_C \text{), and } e_M \text{ by induction } e_M = I j\omega (\pm M).$$

$$\text{The sum } e_R + e_M = j\omega(CRE \pm MI) = e$$

Besides selecting R very much smaller than X_C , the components of the circuit are chosen so that

$$CR = M/Z_0.$$

The output voltage is now

$$e = j\omega(EM/Z_0 \pm MI) = j\omega M(E/Z_0 \pm I)$$

At any one point on a transmission line, the voltage E is the sum of the forward and reflected voltages $E_f + E_r$, and the current I is $E_f/Z_0 - E_r/Z_0$. (Since the reflected wave travels in the opposite direction, $I_r = -E_r/Z_0$).

When the element is pointing toward the load, the output voltage is

$$e \rightarrow = j\omega M(E/Z_0 + I) = j\omega M \left\{ \frac{E_f + E_r}{Z_0} + \frac{E_f - E_r}{Z_0} \right\} =$$

$$= \frac{j\omega M}{Z_0} (2E_f)$$

and turning the element toward the source, it becomes ...

$$e \leftarrow = j\omega M(E/Z_0 - I) = j\omega M \left\{ \frac{E_f + E_r}{Z_0} + \frac{E_f - E_r}{Z_0} \right\} =$$

$$= \frac{j\omega M}{Z_0} (2E_r)$$

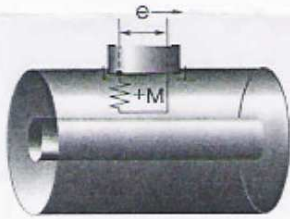


Figure 2

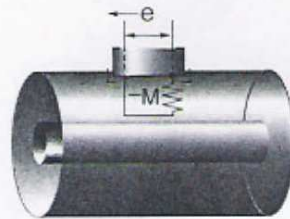


Figure 3

We have now proved what we set out to show, namely that the RF output voltage from the sensing element is directional and proportional to the voltage in the line due to either the forward or the reflected wave. It is also directly proportional to ω , that is to frequency ($\omega = 2\pi f$). In order to make it frequency independent, we terminate e in a capacitive reactance which is inversely proportional to ω . The voltage across this capacitor is rectified, filtered and displayed on a meter calibrated in RF watts.

For additional details on THRULINE® principles, write for "WATT'S NEW FROM BIRD" vol. 2 no. 2.

- * 위의 이론식에서 $\omega=2*\pi*f$ 이므로
 결합기의 출력(e)는 사용주파수(f)에 비례하는 것을 알 수 있다.
 (D/C 주파수특성표 참조)