FM방송 · 부가서비스를 위한 측정 방법 연구

연구책임자 기준연구과 김 경 미
연 구 원 기준연구과 허 영 태

요 약 문

본 논문은 FM방송 품질의 결정요소 중의 하나가 주파수대역폭임을 감안하여 초단파방송에서 모노방송 및 스테레오방송뿐만 아니라 새로운 부가서비스방송을 대비하여 필요주파수대역폭 산정방법과 점유주파수대역폭 실측방법을 제시하였으며 필요주파수대역폭 산정을 카슨공식으로 정의하였다. 이러한 카슨공식에 근거한 이론적인 필요주파수대역폭 산정치와 실측에 의한 점유주파수대역폭을 비교 분석함으로써 FM방송용 주파수 대역을 효율적으로 이용할 수 있도록 하고자한다.

SUMMARY

In this study, we propose the measuring method of necessary bandwidth and occupied bandwidth for the various services. In order to measurement a quality of the VHF FM broadcasting. we have verified the NBW(necessary frequency bandwidth) and the OBW (occupied frequency bandwidth) for monophonic sound, stereophonic sound and the other services in the VHF broadcasting frequency band and in the future, we will perform the technical regulations of the digital audio broadcasting and the various services.

목 차

제 1 장 서 론

통신기술의 발달과 전파자원의 제한으로 기존 전송시스템을 활용하는 부가정보 방송의 중요성이 부각되면서 여러 가지 서비스가 선보이고 있다. 이러한 부가 방송 서비스는 주파수 대역의 효율적 사용과 함께 다양한 프로그램의 개발, 부가가치의 증대 등을 도모할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 미디어 시장을 형성할 수 있는 새로운 매체의 개발이라고 볼 수 있다.

이러한 부가 방송은 기존의 FM방송 채널에 디지털 형태의 정보를 부가하여 교통정보를 비롯해 뉴스, 일기 예보, 주식 정보, 프로그램 정보 등을 전송할 수 있는 서비스 방식이며 휴대용, 자동차용, 가정용 및 PC용 수신기 등 다양한 형태의 수신기를 이용하여 라디오 방송을 청취하면서 동시에 문자나 그래픽 형태로 정보를 받아 보게 되는 첨단 방식의 FM방송 서비스[3]이다.

최근 이용자의 다양한 정보획득의 요구에 따라 방송 부가서비스의 중요성이 부각되고 있고 이와 관련 FM방송대역 내에서 업체 및 방송사에서 부가서비스(RDS : Radio Data System, SCA : Subsidiary Communication Authorization)를 실시하였거나 서비스(DARC : Data Radio Channel) 할 예정으로 관련 기술을 개발 중에 있다. 방송 부가서비스를 활성화하기 위해 관련 기술기준 및 표준안의 정비작업이 추진되고 있다. 따라서, 다양한 부가서비스에 따른 FM방송 품질측정방법 연구를 통하여 필요주파수대역폭 산정 및 점유주파수대역폭 측정 · 분석[9][10]을 함으로써 제도개선 및 업무에 이해를 돕고자 한다.

제 2 장 FM방송 전파

제 1 절 베셀 함수

□ 주파수변조

주파수 변조신호는 다음 식으로 표현된다.

$$f = fc + \beta fm\cos wmt \quad (\triangle f = \beta fm) \qquad (1)$$

※ fm : 변조주파수, β : 변조지수(modulation index),
$\triangle f$: 최대주파수편이, f : 순시주파수, fc : 중심주파수

□ FM신호 스펙트럼

진폭이 1인 주파수 변조된 반송파 출력 신호는

$$\begin{aligned} v(t) &= \cos(wc + \beta\sin wm)t \qquad (2)\\ &= \cos wct\cos(\beta\sin wmt) - \sin wct\sin(\beta\sin wmt)\\ &= J0(\beta)\cos wct\\ &\quad - J1(\beta)[\cos(wc - wm)t - \cos(wc + wm)t]\\ &\quad + J2(\beta)[\cos(wc - 2wm)t + \cos(wc + 2wm)t]\\ &\quad - J3(\beta)[\cos(wc - 3wm)t - \cos(wc + 3wm)t]\\ &\quad + \cdots \end{aligned}$$

베셀함수 $Jn(\beta)$를 이용하면 스펙트럼에서 진폭 $J0(\beta)$를 갖는 반송파와 wm, $2wm$, $3wm$, ... 등으로 분리된 주파수로 반송파의 양쪽에 대칭적으로 존재하는 측파대의 집합으로 이루어진다.

o 정현 변조된 FM신호의 대역폭

이론적으로 FM신호가 변조될 때 측파대 수는 무한대이고 이러한 신호를 포함하는 대역폭의 크기는 무한대이다. 실제로 임의의 β에 대해서도 총전력에서 많은 부분이 유한한 대역폭을 갖는 몇 개의 측파대에 집중되어 있으므로

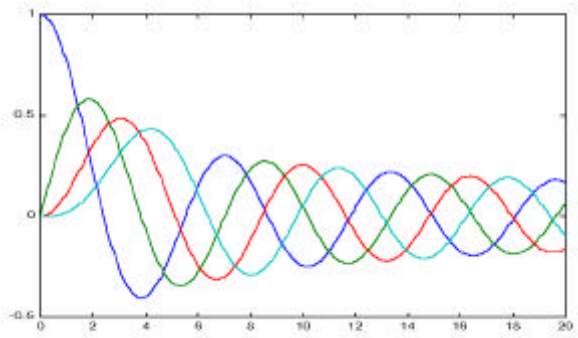


그림1 J0(β), J1(β), J3(β), J4(β)의 그래프

이 대역폭 밖에 존재하는 측파대가 손실된다 하더라도 이로 인한 신호의 왜곡은 심각한 정도가 아니다. FM신호전력 99%을 변조지수가 1이라고 가정하고 계산하면

$$P = \frac{1}{2} J_0^2(1) + J_1^2(1) + J_2^2(1) \qquad (3)$$

$$= 0.289+0.193+0.013=0.495$$

이다. 합 0.495는 1/2인 FM신호전력의 99%이다. 98% 이상의 전력전송을 위한 n은 $\beta+1$ 다음에 존재한다는 것을 알 수 있다. 따라서 정현 변조에 대해서 FM신호를 전송하거나 수신하는데 요구되는 대역폭은

$$B = 2fm(\beta+1) \qquad (4)$$

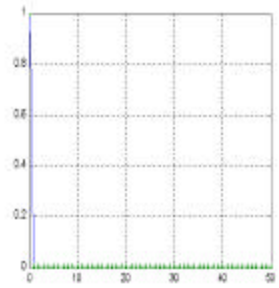
이다. 예를 들면 $\beta=5$일 때 고려할 만한 진폭을 갖는 측파대 성분들 중 반송파로부터 가장 멀리 떨어진 것은 주파수 $fc\pm6fm$에 존재한다. $\triangle f=\beta fm$을 위 식에 대입하면

$$B = 2(\triangle f+fm) \qquad (5)$$

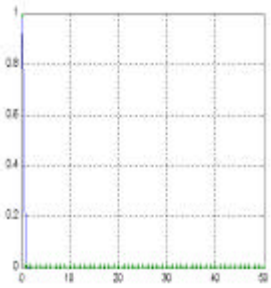
이다. 즉 대역폭은 최대주파수편이와 변조주파수의 합을 2배로 한 것이다. 대역폭에 대한 이러한 법칙을 카슨 법칙(Carson's rule)이라 한다.

표1 베셀 함수표

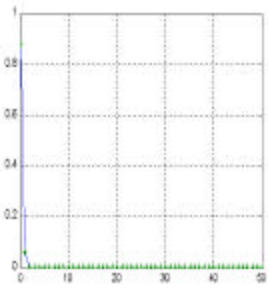
변조 지수	반송파	측파대									
	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
0.00	1.00										
0.25	0.98	0.12									
0.50	0.94	0.24	0.03								
1.00	0.77	0.44	0.11	0.02							
1.50	0.51	0.56	0.23	0.06	0.01						
2.00	0.22	0.58	0.35	0.13	0.03						
2.50	-0.05	0.50	0.45	0.22	0.07	0.02					
3.00	-0.26	0.34	0.49	0.31	0.13	0.04	0.01				
4.00	-0.40	-0.07	0.36	0.43	0.28	0.13	0.05	0.02			
5.00	-0.18	-0.33	0.05	0.36	0.39	0.26	0.13	0.06	0.00		
6.00	0.15	-0.28	-0.24	0.11	0.36	0.36	0.25	0.13	0.06	0.02	
7.00	0.30	0.00	-0.30	-0.17	0.16	0.35	0.34	0.23	0.13	0.06	0.02
8.00	0.17	0.23	-0.11	-0.29	0.10	0.19	0.34	0.32	0.22	0.13	0.06



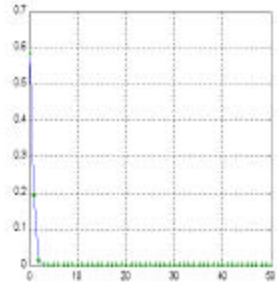
(a) 변조지수=0



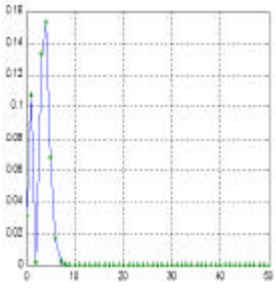
(b) 변조지수=0.1



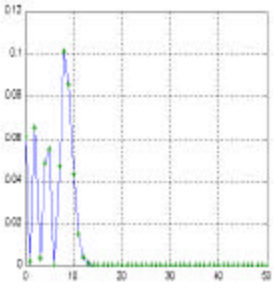
(c) 변조지수=0.5



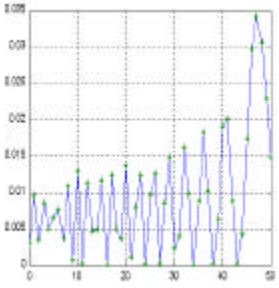
(d) 변조지수=1



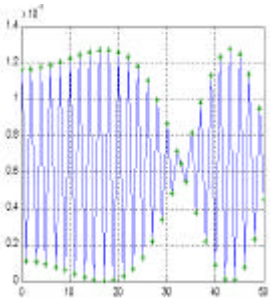
(e) 변조지수=5



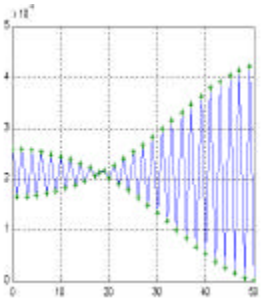
(f) 변조지수=10



(g) 변조지수=50



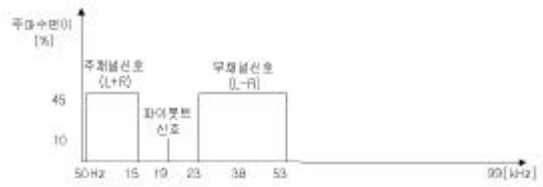
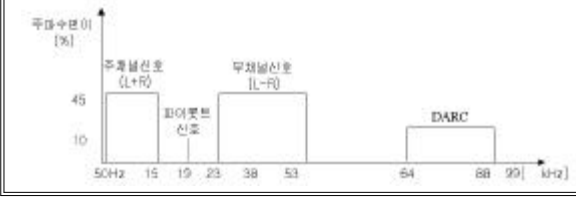
(h) 변조지수=500



(i) 변조지수=1500

그림2 변조지수에 따른 베셀함수 그래프

표2 기저대역신호 비교

기저대역	변조지수 (β)	구 분
모노 방송 	5< β <1500	광대역FM
스테레오 방송 	0.64< β <675	협대역FM +광대역FM
스테레오 + 부가서비스방송 	0.09< β <675	협대역FM +광대역FM

o “일정한 대역폭”을 갖는 FM신호 스펙트럼

상업방송에 대해 FCC는 주파수편이 $\triangle f=75KHz$로 제한하고 있으며 국내 무선설비규칙에도 $\triangle f=75KHz$로 제한하고 있다. 모노방송에서 전송하려는 가장 높은 가청 주파수가 $15KHz$라고 할 때, 이러한 주파수에서 $\beta=\triangle f/fm=5$이다. 다른 모든 변조주파수에 대해서 β는 5보다 크다. $\beta=5$일 때 $\beta+1=6$개의 중요한 측파대쌍들이 존재하므로 $fm=15KHz$에서 요구되는 대역폭은 $B=2\times6\times15=180KHz$이며 이것은 $2\triangle f=150KHz$와 별 차이가 없다. $\beta=20$일 때, 21개의 측파대쌍이 존재하며, $B=2\times21\times15/4=157.5KHz$이다.

제 2 절 스테레오 FM방송

□ 협대역 FM(NBFM) 스펙트럼

- o 변조지수 ≪ 1
- o AM과 유사 즉 측파대가 하나
- o 중첩의 원리 적용 가능

□ 광대역 FM(WBFM)

- o 변조지수 ≫ 1
- o 측파대가 여러 개 존재
- o 모노 방송은 변조지수가 5이하이므로 광대역 FM에 해당

□ 모노 방송

- o 최초의 상업 FM방송
- o 국내 상업FM방송으로 미군 방송인 AFKN이 1964년 10월 1일 서울, 부산 등에, 민간 방송사인 서울FM이 1965년 서울일원에 방송하였으며 1966년 명칭을 동양FM방송으로 바꾸어 1967년 상업방송함
- o 하나의 가청신호 기저대역을 방송실에서 가정의 수신기로 전송
- o 방송주파수대역에서의 주파수채널 간격을 $200KHz$로 함
- o 인접 채널 간섭을 제한하기 위한 최대허용순시주파수편이는 $\pm 75KHz$로 제한

□ 스테레오 방송

- o 개요

두 개의 마이크로폰으로 두 개의 가청 기저대역신호를 전송하여 수신기의 2개 스피커에 가해지게 된다.

국내 FM스테레오방송으로 동양 FM이 1970년 2월 1일, 그리고 KBS-FM은 1979년 4월 1일부터 스테레오 음악방송을 시작하였다.

상업 스테레오방송을 구상하기 시작했던 시기에 모노방송이 보편화되었으므로 스테레오방송은 모노FM수신기의 아무런 개조없이 스테레오 방송을 청취할 수 있는 방송규격이 요구되었으며 스테레오 전송에 의해 점유된 대역폭이 모노방송에서 이미 할당된 대역폭을 초과하지 않도록 요구되었다[5].

o 전송신호

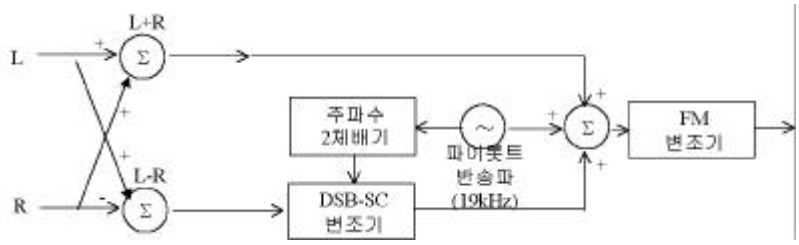
$$M(t)=[L(t)+R(t)]+[L(t)-R(t)]\cos 2\pi f_{sc}t+K\cos 2\pi f_{p}t \qquad (7)$$

식7에서 K는 합성신호의 다른 성분들과 비교하여 파일롯트 신호의 레벨을 결정하는 상수로 전형적인 합성신호 $M(t)$의 전력 스펙트럼밀도는 아래 그림과 같이 나타난다. 합 신호 $L(t)+R(t)$는 0과 $15KHz$ 사이의 주파수범위를 점유하고 있다. DSB-SC신호 $[L(t)-R(t)]\cos 2\pi f_{sc}t$인 평형변조기 출력은 23에서 $53KHz$까지 범위에 상하측파대가 존재하고 $38KHz$에 보조반송파가 없다. 아래 그림과 같이 $19KHz$에 파이롯트 신호가 존재하고 있다. 이러한 합성신호 $M(t)$는 반송파를 주파수 변조시키며, 이 변조된 반송파를 송신 안테나에 전달된다.

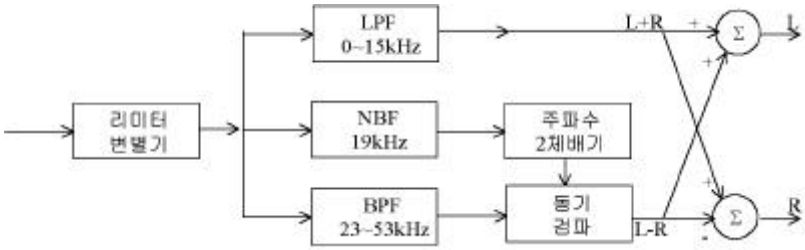
o 수신기의 동작

스테레오 수신기에서 합성신호 $M(t)$는 주파수변조된 반송파로부터 복원된다. $M(t)$를 두 성분으로 분류하는 방법이 그림에서 볼 수 있다. 여기서 합성신호의 개별 성분은 필터에 의해 분리된다. 주파수 체배기에 가해진 파이롯트 신호는 부반송파를 다시 발생시킨다.

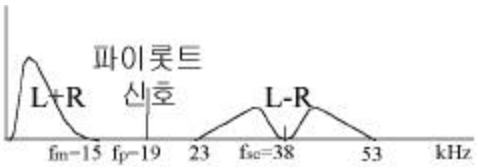
이러한 부반송파로 인하여 반송파가 억제된 양측파대 파형을 동기복조할 수 있다. 동기복조기의 출력은 차 신호 $L(t)-R(t)$에 비례하며, 반면에 기저대역필터의 출력은 $L(t)+R(t)$에 비례한다.



(a) FM스테레오 송신기



(b) FM스테레오 수신기



c) 전형적인 합성 스테레오기저대역신호의 스펙트럼밀도

그림3 FM송수신기 및 기저대역

※ DSB-SC(반송파 억압-양측파대:double-carrier suppressed carrier) - 평형 변조기 등을 이용하여 반송파 소거 혹은 억제하여 측파대신호만을 전송.

파이롯트 신호의 전송으로 수신측에서 필요한 부반송파 자체가 직접 전송되지 않았던 이유를 알 수 있다. 이러한 부반송파는 측파대의 스펙트럼 성분들과 거의 분리되어 있지 않다. 따라서 부반송파를 추출하기 위해서는 매우 폭이 좁고 정확하게 동조된 필터가 필요하다. 한편 파이롯트 신호는 스펙트럼에서 격리된 곳을 점유하고 있는데 양쪽으로 $4KHz$인 범위내에 존재하는 다른 스펙트럼 성분들은 없다.

차 신호 $L(t)-R(t)$와 합 신호 $L(t)+R(t)$를 이용할 수 있다면, 이때 그림에서

보는바와 같이 개개의 신호 $L(t)$, $R(t)$는 각각 더하고 뺌으로써 복원된다. 이 시스템은 단청수신기의 요구사항과 완전히 양립할 수 있다. 그러한 수신기에서 합 신호 $L(t)+R(t)$는 기저대역 필터를 통과하는 반면 파이롯트 신호와 억제된 반송파신호는 통과하지 못한다. 그러므로 이러한 후자에 대한 두 신호들은 단청수신기의 출력에 아무런 기여를 하지 못하며 또한 그것들은 수신기의 동작에 간섭하지 않는다.

o 인터리빙

스테레오전송에 있어서 모노수신기는 단지 $L+R$신호만을 이용한다. 모노수신기 출력이 가능한 크고 방해를 받지 않도록 하기 위해서, FM방송파를 변조시키는 합 신호 $Vs=L+R$을 가능한 크게 함이 필요하다. 만일 변조파형으로 성분이 합 신호 Vs뿐이라면 $\pm 75KHz$인 반송파의 최대 순시주파수편이에 해당하는 점까지 Vs의 피크를 증가시킬 수 있다. 그러나 스테레오 수신기의 요구사항들은 수용하기 위해서, 합성 변조파형은 DSB-SC신호 $Vd=(L-R)\cos 2\pi fsc$도 포함해야 한다. 지금 $Vs+Vd$의 피크가 이전에 Vs에만 허용된 최대보다 더 크지 않은, 즉 피크가 $\pm 75KHz$보다 더 크지 않은 주파수편이에 대응해야 한다. Vd가 Vs에 더해질 때 Vs의 준위는 줄여질 필요가 있으며, 결국 스테레오 전송 때의 모노수신은 모노전송 때의 모노수신보다 비효율적이라는 것을 암시한다. 그러나 실제로 그렇지 않다는 것을 설명하면 최대 허용 주파수편이를 만들도록 조정된 Vs에 대해, Vd는 허용주파수편이를 초과함이 없이 더해질 수 있음을 증명할 것이다. 스테레오 시스템의 이러한 특징은 인터리빙으로 알려져 있다.

$L(t)$와 $R(t)$가 다르다고 하더라도, 대개는 아주 다르지는 않다는 것을 알고 있다. 결국, 두 개의 신호를 발생시키는 마이크로폰은 사람의 두 개의 귀로 표현된다. 그러므로 만일 소리에 있어서 자연그대로의 성질이 이룩될 수 있다면, 아마도 스튜디오에서 마이크로폰의 배치는 이러한 사실을 참고할 것이다. 따라서 두 개의 마이크로폰의 신호출력 준위들을 비교할 수 있다. $L(t)$의 최대변동범위 Lm과 $R(t)$의 최대 변동범위 Rm은 대략 동일할 것이다. 때때로 $L(t)$와 $R(t)$가 대략 동일한 시간에서 최대값을 얻을 수 있다는 사실을

참작해야 한다. 따라서

$$Vsm = Vm+Rm \simeq 2Lm \simeq 2Rm \qquad (9)$$

은 합 신호의 최대값 Vsm을 정한다.

$$M(t)=[L(t)+R(t)]+[L(t)-R(t)]\cos 2\pi fsc\,t+K\cos 2\pi fp\,t \qquad (10)$$

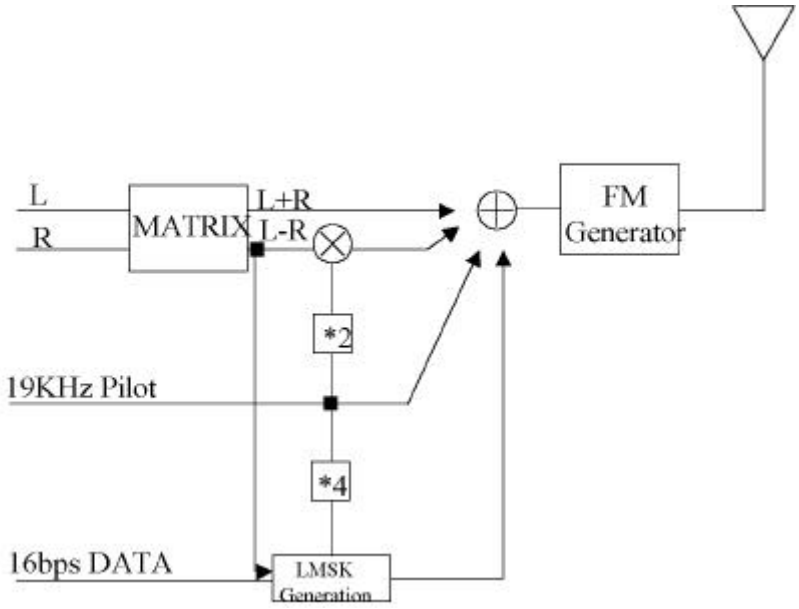
합성신호 $M(t)$에 대해 다시 생각해 보면, $\cos 2\pi fsc$는 +1과 -1 사이에서 빠르게 진동하며, 일시적으로 파이롯트 신호를 무시한다. $M(t)$는 $M(t)=2L(t)$와 $M(t)=2R(t)$ 사이에서 빠르게 진동한다. $M(t)$에 의해 얻어진 최대 값은 Mm은 $2Lm$또는 $2Rm$이다. 위 두 식에서 $Mm=Vsm$이다. 그러므로 차 신호 Vd를 합 신호 Vs에 더하는 일은 피크신호를 증가시키지 않음을 알 수 있다.

o 파이롯트 신호

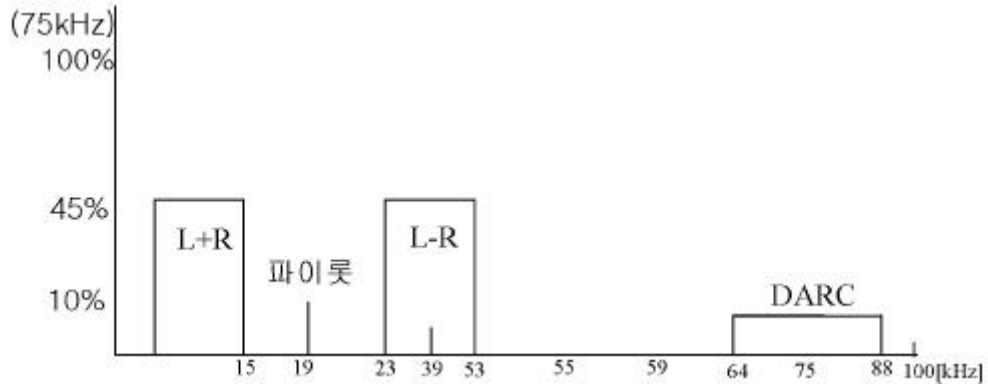
DSB-SC신호와는 다르게 파이롯트 신호는 합성변조신호의 다른 성분들에 더해질 때, 파이롯트 신호는 최대 값을 증가시킨다. 따라서 파이롯트 신호의 첨가는 음성신호변조레벨의 감소를 요한다. 낮은 레벨의 파이롯트 신호는 더 큰 음성신호변조를 허용하며, 높은 레벨의 파이롯트 신호는 수신기에서 파이롯트 신호를 추출하는 부담을 덜어준다. 공학적인 절충안으로서 피크 음성변조진폭기에 반송파가 없을 경우 허용치의 약 90%로 감소되어야하는 레벨의 파이롯트 신호를 요구한다. 이러한 10%의 감소는 $1dB$ 보다 작은 신호레벨의 손실에 대응된다.

□ FM방송 부가서비스 구성도

o **예** : DARC



(a) FM방송 부가서비스(DARC)를 위한 구성도



(b) FM방송 부가서비스(DARC)를 위한 기저대역

그림4 FM방송 부가서비스 송신기 및 기저대역 스펙트럼

제 3 장 FM방송·부가서비스 주파수대역폭

제 1 절 필요·점유주파수대역폭 개요

1. 국내법령 등에 의한 규정

표3 국내법에 의한 점유주파수대역폭 및 필요주파수대역폭 개요

근 거	점유주파수대역폭	필요주파수대역폭
전파법 시행령 (제2조 정의)	"점유주파수대역폭"이라 함은 그 상한의 주파수를 넘어서 복사되고 그 하한의 주파수미만에서 복사되는 평균전력의 합이 발사의 종류에 따라 따로 정하는 경우를 제외하고는 총평균전력의 0.5퍼센트와 각각 같은 주파수대역폭을 말한다.	"필요주파수대역폭"이라 함은 주어진 발사의 종별에 대하여 특정한 조건하에 사용되는 방식에 필요한 속도와 질로 정보의 전송을 확보하기 위하여 충분한 점유주파수대역폭의 최소치를 말한다.
전파법 시행령 (제5조 전파형식의표시 등)	-	필요주파수대역폭 : 필요주파수대역폭은 3개숫자와 1개문자로 표시하여야 하며, 문자는 소수점자리에 두어 필요주파수대폭 단위를 표시한다(0(영)). (K.M 또는 G의 문자는 필요주파수대 표시 첫머리에 둘 수 없다).
무선설비규칙 (제4조 점유주파수대폭값)	전파형식 : F3E·G3E 점유주파수 대폭의 허용치 : 200KHz 전파형식(F_3E) 계산식 : 2M + 2DK(K=1)	-

o 계산식의 변수정의

- Bn : 필요주파수대역폭
- M : 1초간마다 싸이클수로 표시하는 최고 변조주파수
- D : 순간 주파수의 최대치와 최소치와의 차의 2분의1
  이 경우 순간주파수라 함은 위상변화의 비율을 말한다.
- K : 통상1(펄스변조인 경우에는 아라비아숫자 2)

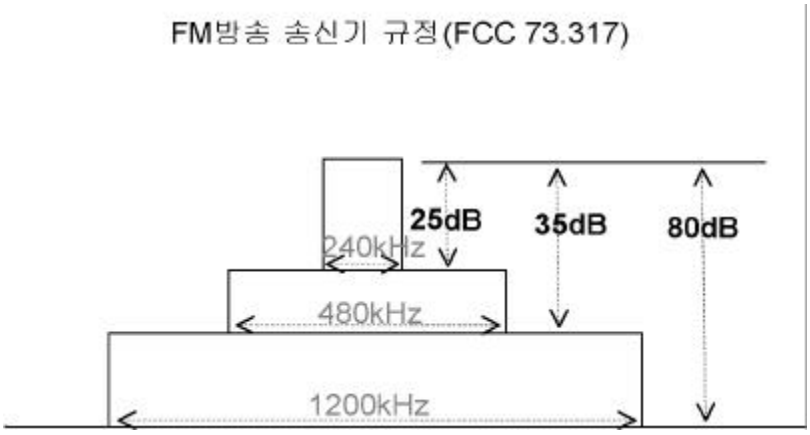
2. 외국법령 등에 의한 규정

표4 국외 관련규정(ITU-R, RR, FCC 등)의 점유주파수대역폭 및 필요주파수대역폭

근 거	점유주파수대역폭	필요주파수대역폭
RR	RR 147 "점유주파수대역폭" : 주파수대의 폭으로서 그 상한의 주파수를 초과하고 또 그 하한의 주파수 미만에서 발사되는 평균전력이 주어진 발사의 전평균 전력의 β/2 퍼센트와 각각 같은 것. 해당 전파형식에 대하여 국제 전파 통신자문위원회가 따로 규정하지 않는 한 β/2의 값은 0.5퍼센트로 한다.	RR 146 "필요주파수대역폭" : 주어진 전파형식에 대하여 정보를 소정의 조건하에서 요구되는 속도 및 품질로 전송하기에 충분한 주파수대역폭.
FCC	-	필요주파수대역폭 : 필요주파수대역폭은 3개숫자와 1개문자로 표시하여야 하며, 문자는 소수점자리에 두어 주파수대폭 단위를 표시한다. 첫 문자는 K,M,G 및 0(zero)으로 표시 첫머리에 둘 수 없다.

□ 기 타

o 미국의 송신레벨 규정



림5 송신레벨규정

o 국내 주파수편이 측정 예시

- 측정장비 : Minilock(주파수편이측정기)
- 장비특징 : IF 단(250, 125, 15, 7.5, 3, 0.5KHz) 조정가능
- 측정주파수

. 모노, 스테레오, 부가서비스 주파수에 대한 IF단을 조정하여 최대 주파수 편이 측정

- 측정개요

. IF 대역폭 조건

: 2×(변조신호+주파수편이) < IF 대역폭

. 모노(180KHz), 스테레오(260KHz), 부가방송(300KHz)로 허가됨

표5 IF조정에 따른 최대주파수편이 측정[2]

IF필터(KHz)	IF필터/2(KHz)	측정주파수편이(KHz)
250	125	73.9
125	62.5	69
15	7.5	11
7.5	3.75	측정안됨
3	1.5	0.8
1	0.5	0.3

제 2 절 필요주파수대역폭 산정 방법

1. 카슨공식

□ 기존 필요주파수대역폭 산정 방식

RR, FCC, 국내 전파법 모두 전파형식 전단에 필요주파수대역폭을 표기하도록 하고 있음.

표6 FM방송의 주파수대역폭관련 현황

FM방송구분	허가내용	점유주파수대폭 산정공식 (무선설비규칙)
FM모노방송	180KF3E	2M + 2DK(K=1)
FM스테레오방송	260KF8E 및 F9E	없음
FM부가방송	300KF9W	없음

o 기존 필요주파수대역폭 산정 예시

- 필요주파수대역폭 산정 공식 : Bn = 2M + 2DK
  . Bn : 점유주파수대폭, Fmax : 최고변조주파수
  . D : 최대주파수편이, K : 계수로서 1로 적용

- 모노방송의 필요주파수대역폭
  . Bn = 2M + 2DK
  = (2×15KHz) + (2×75KHz×1) = 180KHz

- 스테레오방송의 필요주파수대역폭
  . Bn = 2M + 2DK
  = (2×53KHz) + (2×75KHz×1) = 256KHz

- 방송·부가서비스의 필요주파수대역폭
  . Bn = 2M + 2DK
  = (2×74.5KHz) + (2×75KHz×1) = 299KHz

위와 같이 필요주파수대역폭은 카슨공식을 적용하여 산정하였다. 카슨공식 적용시 D는 각각의 기저신호에 대한 "최대주파수편이"를 적용하지 않고, 다만 일괄적으로 기저신호에 대한 "최대주파수편이(75KHz)"를 적용하고 있다. 하지만 국내 무선설비규칙이나 ITU-R에서도 정의하고 있듯이 D는 "순간주파수의 최대치와 최소치와의 차의 2분의1"으로 대입하여 필요주파수대역폭을 산정하는 것이 바람직하다.

2. 필요주파수대역폭 산정 방법

□ 제안되는 국내 필요주파수대역폭 산정 예시

표7 카슨 공식 Bn=2fmax+2DK에 의한 필요주파수대역폭 산정

	무선설비 규칙	ITU-R 및 FCC
	Bn=2M+2DK	Bn=2M+2DK
Bn	점유주파수대폭 ※무선설비규칙 정의	필요주파수대역폭 ※ ITU-R SM.1138 등 정의
M	1초간마다 싸이클 수로 표시하는 최고 변조주파수	최고변조주파수
D	순간 주파수의 최대치와 최소치와의 차의 2분의1. 이 경우 순간 주파수라 함은 위상 변화의 비율을 말한다.	순시주파수 최대와 최소값의 1/2, Peak deviation
K	종합숫자	신호의곡에 의존하여 발사에 따라 변하는 수치적인자

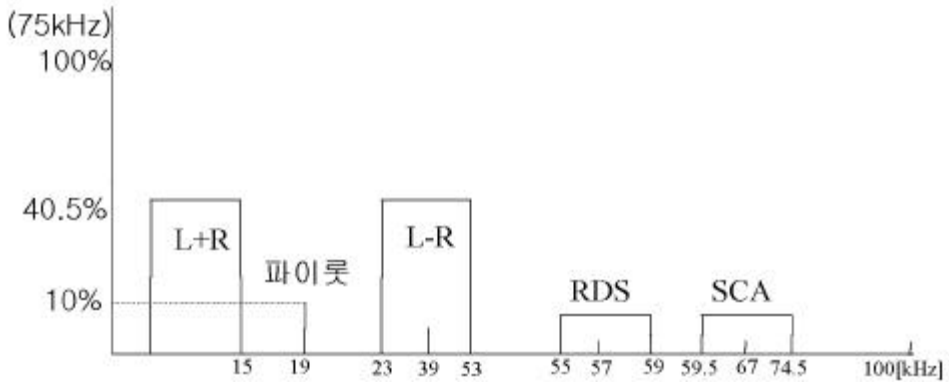


그림6 기술기준 개정('99.10.2)전 "초단파방송의 송신표준방식"

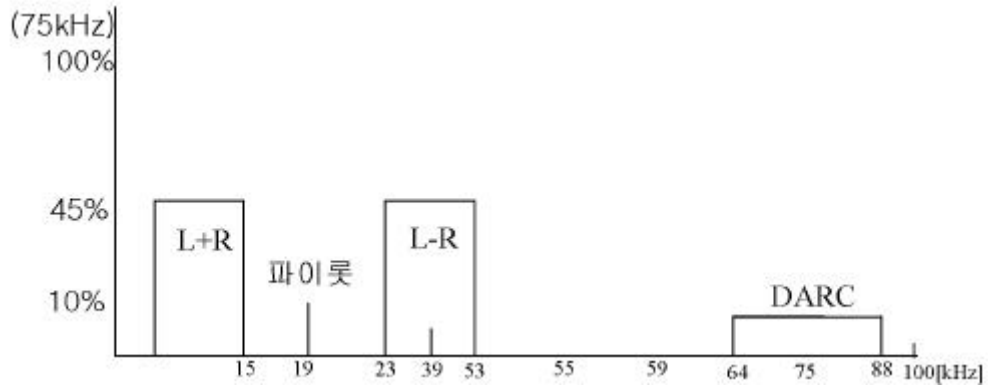


그림7 DARC부가서비스 기저대역

모노 방송

K=1, **최대 주파수편이의** 100% **즉** D=1×75KHz=75KHz

Bn = 2×15KHz + 2×75KHz×1 = 180KHz

스테레오 방송

K=1, **최대 주파수편이의** 45% **즉** D=0.45×75KHz=33.75KHz

Bn = 2×53KHz + 2×33.75KHz×1 = 173.5KHz

부가서비스 (SCA · RDS)**방송**

K=1, **최대 주파수편이의** 40.5% **즉** D=0.405×75KHz=30.375KHz

Bn = 2×53KHz + 2×30.375KHz×1 = 166.75KHz

혹은,

K=1, **최대 주파수편이의** 11% **즉** D=0.11×75KHz=8.25KHz

Bn = 2×75KHz + 2×8.25KHz×1 = 166.5KHz

따라서 이때 필요주파수대역폭은 166.75KHz**가 된다**.

부가서비스 (DARC)**방송**

K=1, **최대 주파수편이의** 45% **즉** D=0.45×75KHz=33.75KHz

Bn = 2×53KHz + 2×33.75KHz×1 = 173.5KHz

혹은.

K=1, **최대 주파수편이의** 10% **즉** D=0.10×75KHz=7.5KHz

Bn = 2×88KHz + 2×7.5KHz×1 = 181KHz

따라서 이때 필요주파수대역폭은 181KHz**가 된다**.

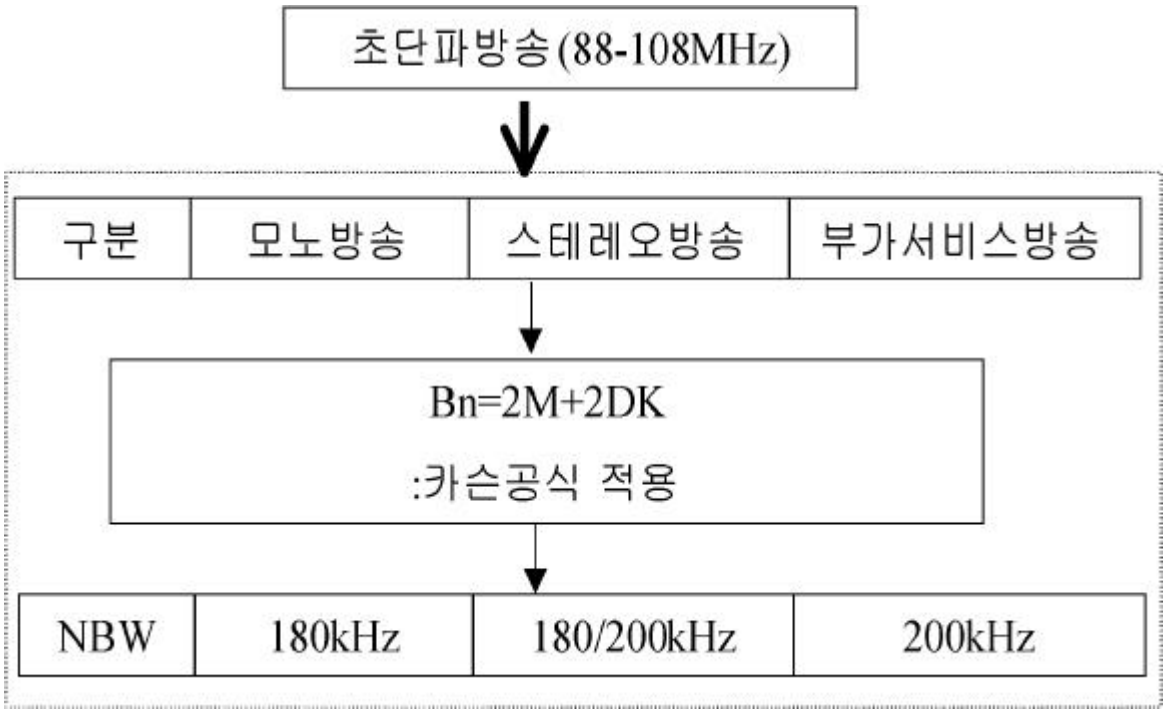


그림8 초단파방송대역에서 필요주파수대역폭 계산방법

위 그림과 같이 카슨공식 대입시 D값은 기술기준이 정하는 기저대역 신호에 따라 선택적으로 적용하면 모노방송은 180KHz, 스트레오방송은 180KHz 혹은 200KHz, 부가서비스방송은 200KHz으로 카슨공식 산정 결과로 도출되었다. 즉 모노, 스테레오, 부가서비스방송을 위한 D는 각 기저대역 변조신호 레벨에 따라 기술기준이 정하는 수치를 적용한다.

제 3 절 점유주파수대역폭 측정 방법

1. 전력대비

□ 점유주파수대역폭 측정

o 전 전력의 계산

전 샘플 n의 전력총합 Pi은 다음 식으로 계산한다.

$$P_i = \sum_{i=0}^{n} A_i \qquad (11)$$

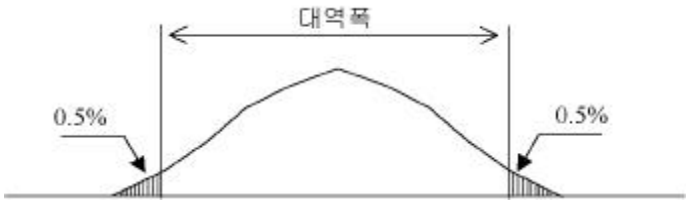


그림9 에너지 분포도

o 하한주파수의 측정

최저주파수 샘플에서 순차적으로 높은 쪽의 전력을 가산하여 이 값이 전 전력의 0.5%가 되는 샘플점을 구한다. 이 점을 주파수로 변환하여 “하한주파수”로 기록한다.

o 상한주파수의 측정

최고주파수 샘플에서 순차적으로 낮은 쪽의 전력을 가산하여 이 값이 전 전력의 0.5%가 되는 샘플점을 구한다. 이 점을 주파수로 변환하여 “상한주파수”로 기록한다.

o 점유주파수대역폭 측정 결과 표시

점유주파수 대역폭은 “상한주파수”-“하한주파수”로 [KHz], [MHz] 등의 단위로 표시한다.

2. 점유주파수대역폭 측정 방법

전력비 측정(예 : 스펙트럼 분석기 등)은 초단파방송 중심주파수에서 최대모드로 주파수 소인폭이 기술기준의 2 3배, 분석 및 비디오필터 통과 대역폭이 3KHz 이하, 샘플점수는 400점 이상 진폭평균, 진폭Scale은 10[dB/Div], 처리시간은 수십회 혹은 수분간 측정, 처리횟수가 5회 이상 측정하여 평균값

채택을 제안한다.

표8 측정 파라메터 예

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

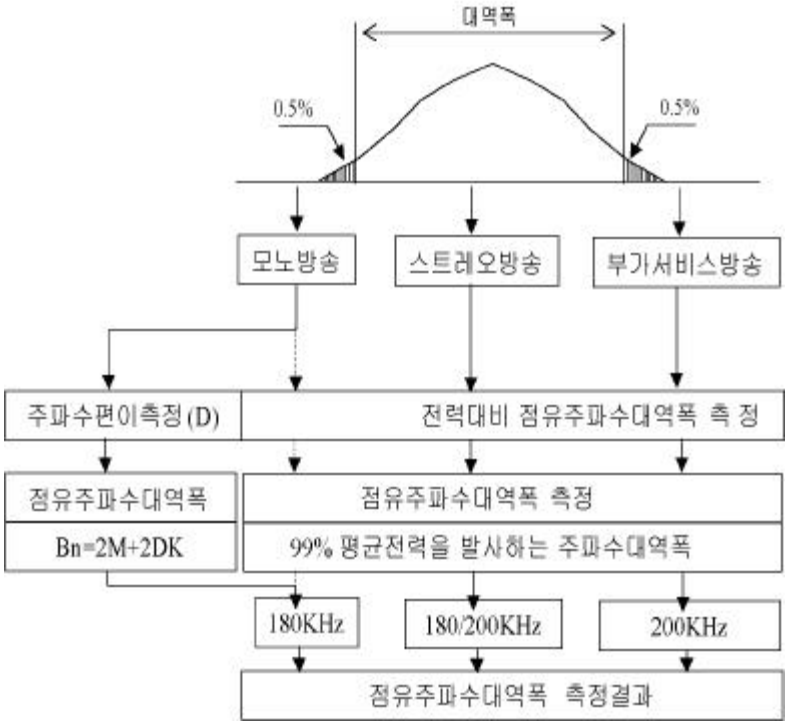


그림10 초단파방송의 점유주파수대역폭 측정 방법

위 그림과 같이 초단파방송 점유주파수대역폭 측정은 방송 서비스에 따라 측정 방법이 다르다. 주파수편이 측정에 의한 점유주파수대역폭 산정은 모노방송에만 적용할 수 있으며 스테레오 및 부가서비스방송에는 적용할 수 없고 다만 시행령에서 규정한 전력대비로 측정한다. 또한 초단파방송 부가서비스는 "초단파방송의 송신표준방식('99.10.2, 개정)"에 의하여 최대주파수편이가 82.5KHz(110%)까지이며 모노방송 및 스테레오방송의 최대주파수편이는 무선설비규칙에 의하여 종전대로 75KHz(100%)를 초과할 수 없다.

제 4 장 점유주파수대역폭 측정

제 1 절 주파수대역폭을 위한 시뮬레이션

점유주파수대역폭 검증 시뮬레이션[4]은 FM방송 부가서비스 일종인 DARC 신호가 스테레오 방송신호와 함께 송출될 때 -26dB 점 및 99% 전력비에 의한 주파수 대역폭이 200KHz를 초과하지 않는 것을 이론적으로 검토된 바 있다.

제 2 절 측정 파라메터

점유주파수대역폭 측정을 위한 주요 파라메터[2][9][18]는 다음과 같이 제시되고 있다.

o ITU-R : ITU-R은 스펙트럼 분석기의 분석필터 통과대역이 0.05Bn을 초과 않도록 권고하고 있다. 예를 들면 필요주파수대역폭이 200KHz일 때 분석필터 통과대역은 10KHz 이하로 측정하여야 한다고 권고하고 있다.

o 일 본 : 일본은 스펙트럼 분석기 측정을 위한 주요 파라메터는 소인폭이 기술기준의 2 3.5Bn, 분석필터 통과대역이 기술기준의 약0.03Bn 이하, Video 대역폭이 분석필터 통과대역과 같은 정도, 샘플점수는 400점 이상 진폭평균, 진폭 Scale은 10[dB/Div], 처리횟수는 5회 이상으로 제시하고 있다. 예를 들면 필요주파수대역폭이 200KHz일 때 분석필터 통과대역은 6KHz 이하로 측정하여야 한다는 제시하고 있다.

o 한국 : 파라메터 선택에 따라 동일한 방송대역의 점유주파수대역폭 측정 결과가 다르게 표시되므로 적절한 측정 파라메터 선택은 중요하다. 따라서 전파연구소는 스펙트럼분석기 분석필터 통과대역을 전기통신기자재의 형식승인 시험기준('96.7)에서 0.001875Bn으로 규정하여 측정하고 있다.

제 3 절 점유주파수대역폭 측정

□ 목적 : 초단파방송대역에서 스펙트럼 분석기에 의한 점유주파수대역폭 측정

□ 측정장비

o 날짜 및 시간 : 1999. 1.22 13:00

o 장소 : 전파연구소 안양청사

o 장비 : 모델 HP8266B 스펙트럼분석기

o 점유주파수대역폭 측정[1]

- 스펙트럼분석기 자체 제공되는 99% 전력비 측정 알고리즘에 의한 점유주파수대역폭 측정
- 중심주파수 93.9, 103.5, 107.7MHz FM방송채널에서 파라메타 변화에 따른 점유주파수대역폭 측정

□ 횟수에 따른 측정

o 파라메터 (RBW, VBW 등) 조정에 따른 측정

o 측정 결과로 점유주파수대역폭은 200KHz 이내로 측정됨

표9 RBW/VBW : 3/10KHz 변수조정

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	10KHz	400KHz	AUTO	10dB	최대	1/5/100/200회	0dBm

	95.9MHz	103.5MHz	107.7MHz	기타
횟수	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	
1회	125	102	119	Span 400/500 조정에 따른 점유주파수대역폭 변화
5회	163	134	139	
100회	184	148	159	
200회	182 (SPAN500:185)	150 (SPAN500:154)	162 (SPAN500:176)	

표10 RBW/VBW : 3/3KHz 변수조정

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	400KHz	AUTO	10dB	최대	1/5/100/200회	0dBm

	95.9MHz	103.5MHz	107.7MHz	기타
횟수	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	제한 파라메터로 측정
1회	90	56	138	
5회	158	118	156	
100회	166	150	159	
200회	176	148	160	

표11 RBW/VBW : 10/3KHz 변수조정

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
10KHz	3KHz	400KHz	AUTO	10dB	최대	1/5/100/200회	0dBm

	95.9MHz	103.5MHz	107.7MHz	기타
횟수	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	
1회	-	-	-	
5회	-	-	-	
100회	-	-	-	
200회	184 (SPAN500:186)	154 (SPAN500:153)	148 (SPAN500:156)	

표12 RBW/VBW : 10/10KHz 변수조정

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
10KHz	10KHz	400KHz	AUTO	10dB	최대	1/5/100/200회	0dBm

	95.9MHz	103.5MHz	107.7MHz	기타
횟수	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	점유주파수대폭 (KHz)	
1회	-	-	-	
5회	-	-	-	
100회	-	-	-	
200회	188 (SPAN500:189)	162 (SPAN500:162)	176 (SPAN500:170)	

□ 연속적인 시간에 따른 점유주파수대역폭 측정

표13 측정1

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
10KHz	10KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

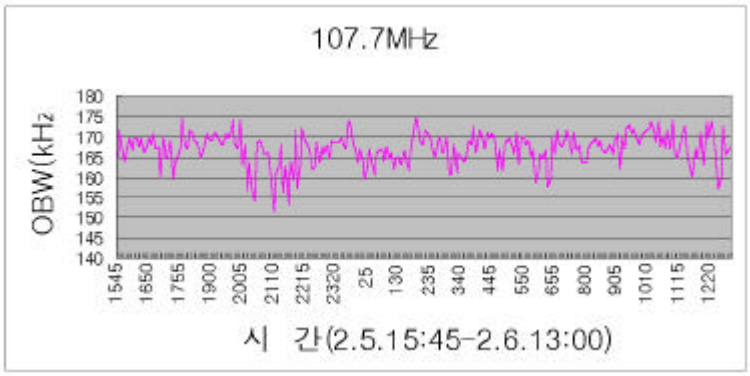


그림11 107.70MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(175KHz 이내에 있음)

표14 측정2

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
10KHz	10KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

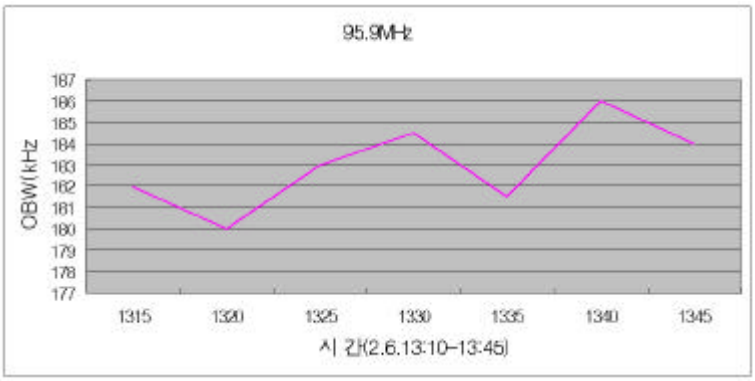


그림12 95.90MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(186KHz이내에 있음)

표15 측정3

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

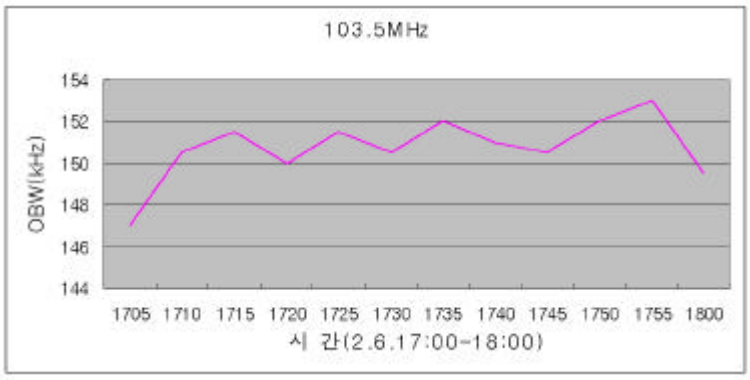


그림13 103.50MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(153KHz이내에 있음)

표16 측정4

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

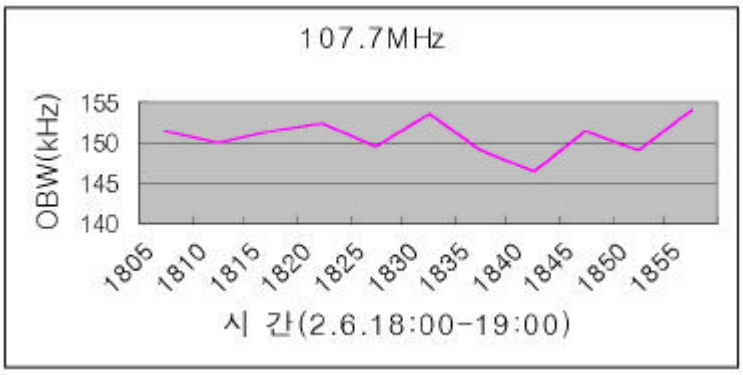


그림14 107.70MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(155KHz 이내에 있음)

표17 측정5

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

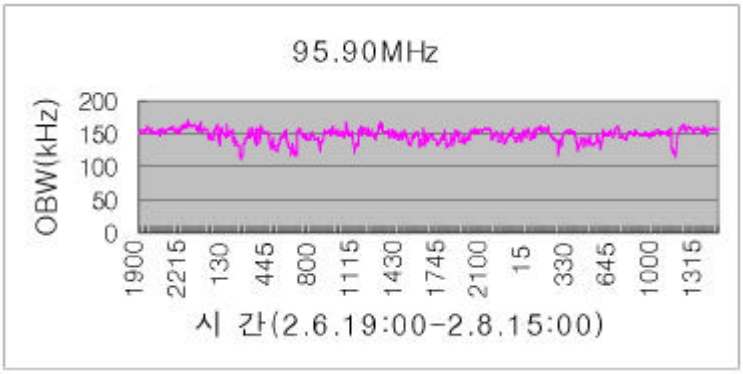


그림15 95.90MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(170KHz 이내에 있음)

표18 측정6

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

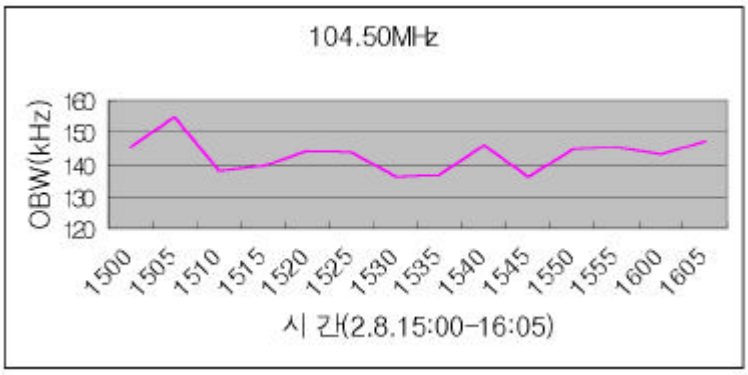


그림16 104.5MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(155KHz 이내에 있음)

표19 측정7

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
10KHz	10KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

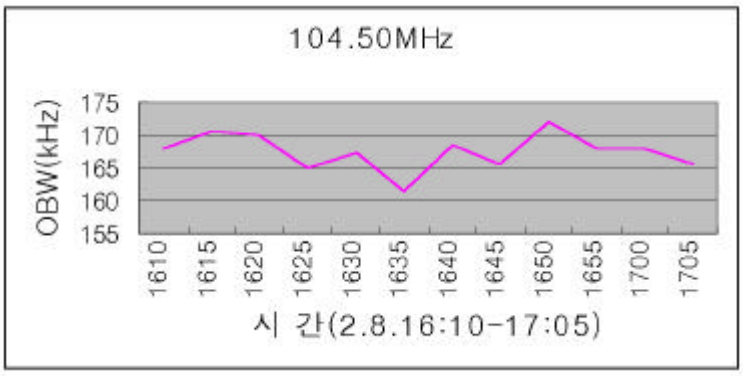


그림17 104.5MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(172KHz 이내에 있음)

표20 측정8

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
3KHz	3KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

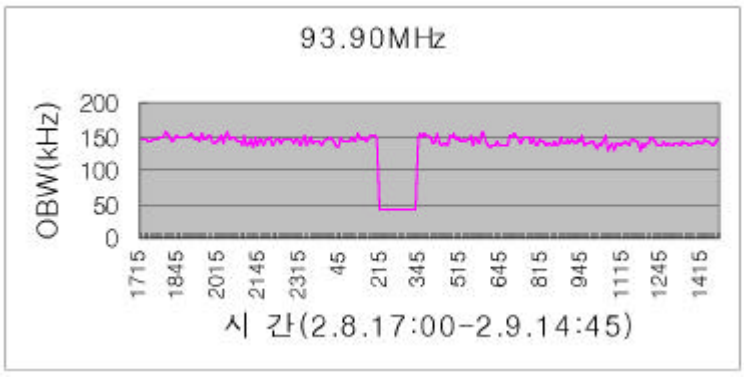


그림18 93.90MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(160KHz 이내에 있음)

표21 측정9

RBW	VBW	SPAN	스위프시간	감 쇠	모드	측정시간	기준레벨
10KHz	10KHz	500KHz	AUTO	10dB	최대	5분	0dBm

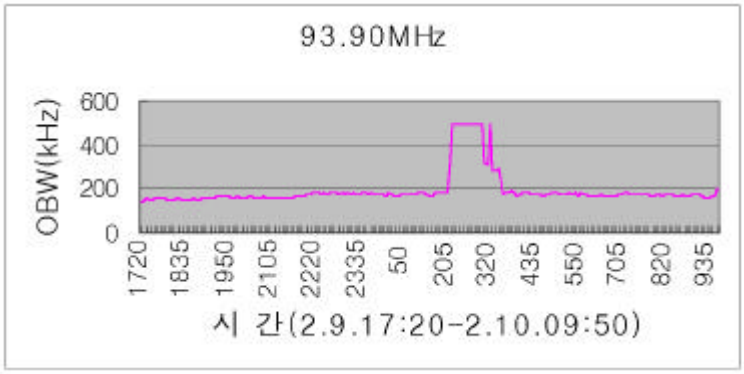


그림19 93.90MHz중심주파수의 점유주파수대역폭(185KHz 이내에 있음)

그림18 및 그림19에서 측정시간대 02:00 03:30은 점유주파수대역폭이 큰 변화로 발생하였는데 이것은 비정규방송 시간으로 방송신호를 송출하지 않는 것을 표시한다. 또한 계측기 파라메터 조정에 따라 점유주파수대역폭 측정 결과 값이 달라짐을 알 수 있었다.

전파연구소는 '99.2.5(금) 2.10.(수) 자체 구축한 자동측정시스템으로 5일 연속으로 점유주파수대역을 각 방송대역별로 측정하였다. 측정결과 FM방송의 점유주파수대역폭은 200KHz을 넘지 않음을 알 수 있으며 시간에 따른 점유주파수대역폭이 크게 변화지 않음을 알 수 있었다. 토요일과 일요일을 연속으로 측정한 그래프인 18는 최대로 측정된 점유주파수대역폭이 170KHz을 초과하지 않음을 알 수 있다. 주말 변조신호가 평일 변조신호보다 변화량이 많고 점유주파수대역폭이 크게 측정될 것으로 예상되는 시간이다.

표22 공동 측정개요

	내 용
측정 개요	o 측정일시 : 1999.1.31 22:00 익일 04:00 o 측정장소 : 문화방송 기술연구소(율촌빌딩 9층) o 측정방법 - On-Air되고 있는 방송 3사의 FM대역폭을 허가청, 관리소, 문화방송 기술연구소의 장비로 측정 - MBC 라디오 정파시간 동안 측정 파라메터를 조정하여 대역폭 측정 - 대역폭 측정 시 계속 변화하는 파형의 최대치를 누적하였음 o 측정장비(Spectrum Analyzer) 주요 파라메터 - RBW(Resolution Bandwidth) : 3.0KHz - Sweep Time : Auto
측정 결과	o 방송3사의 On-Air FM 점유 주파수 대역폭 - 전력밀도 99% 기준 . KBS : 141.7KHz(그림20 참조) . MBC : 188.3KHz(그림21 참조) . SBS : 166.7KHz(그림22 참조) - -26dB 기준 . KBS : 172.5KHz . MBC : 258.8KHz . SBS : 208.8KHz - MBC 라디오 정파 수 시험측정 (1KHz Tone인가) (전력 밀도 99%기준) . DARC 신호 Off : 173.3KHz . DARC 신호 On : 181.7KHz

o 공동 측정 스펙트럼

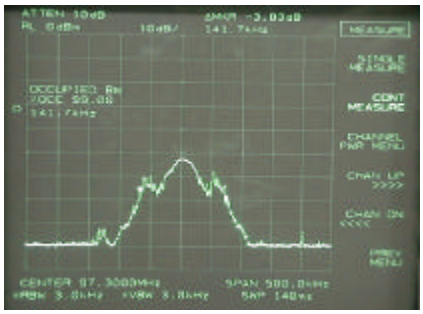


그림20 KBS(97.3MHz) : 스테레오방송 + 부가서비스(SCA)

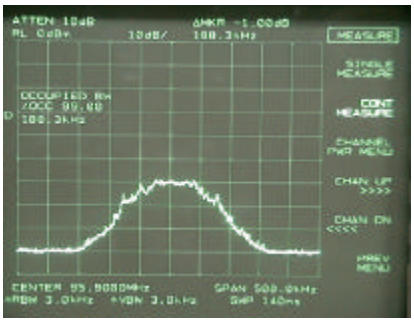


그림21 MBC(95.9MHz) : 스테레오방송 + 부가서비스(DARC)

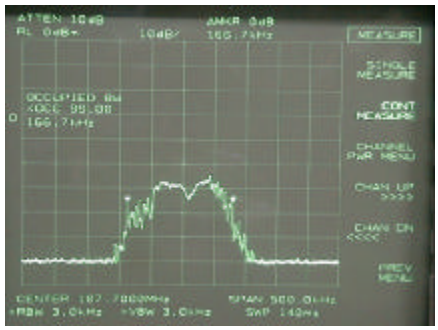


그림22 SBS(107.7MHz) : 스테레오 방송

제 5 장 개정 FM방송 기술기준 해설

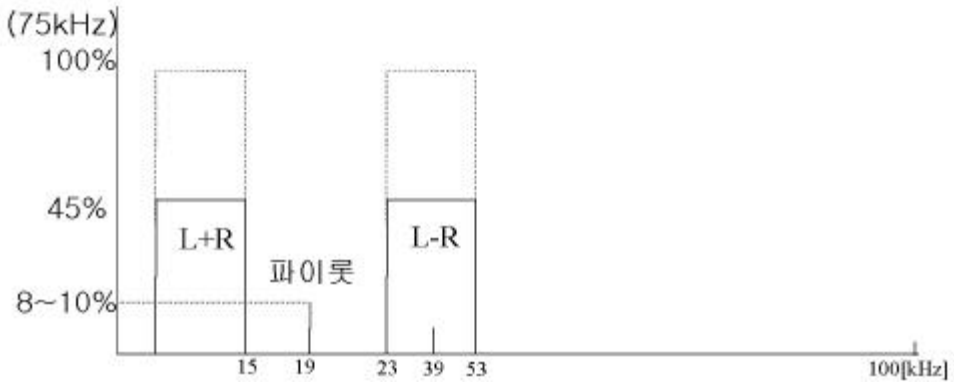
제 1 절 개정 이전 기술기준 개요

표23 "초단파방송의 송신표준방식" - ('99.10.2 개정 전)

초단파방송의 송신표준방식-정보통신부고시 제 1996-5호	비 교
1. 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. 가. 주채널신호 : 좌측신호와 우측신호의 합의 신호 나. 부채널신호 : 좌측신호와 우측신호의 차의 신호로서 부반송파를 진폭변조할 때 생긴 측파대 다. 좌(또는 우)측 신호 : -이하 생략- 라. 파이롯트 신호 : -이하 생략-	1. 용어정의
2. 주반송파의 변조형식과 최대 주파수편이는 무선설비규칙(이하 "규칙"이라 한다) 제44조제1항에 의한다.	2. 근거
3. 음성신호의 최고 주파수는 15,000Hz로 한다.	3. 최고주파수
4. 모노포닉방송을 하는 경우에는 음성신호로서 주반송파를 변조한다.	4. 모노방송
5. 스테레오포닉방송을 하는 경우에는 모노포닉방송의 경우와 양립성을 갖도록 하기 위하여 다음과 같이 하여야 한다. 가. -이하 생략- 나. -이하 생략- 다. -이하 생략- 라. -이하 생략- 마. -이하 생략- 바. -이하 생략- 사. 스테레오포닉방송의 주파수배열은 [별표1]과 같다.	5. 스테레오방송
6. 모노포닉방송 또는 스테레오포닉방송에 추가하여 동시에 보조모노포닉 프로그램을 전송할 때에는 제5항의 규정 이외에 다음 조건에 적합하여야 한다. 가. 다. : -이하 생략-	6. 보조모노포닉 방송

초단파방송의 송신표준방식-정보통신부고시 제 1996-5호	비 교
7. 모노포닉방송 또는 스테레오포닉방송에 추가하여 동시에 무선데이타방송 프로그램을 전송할 때에는 제4항 및 제5항의 규정 이외에 다음 조건에 적합하여야 한다. 가. 라. : -이하 생략- 8. 초단파방송에 추가하여 동시에 보조모노포닉방송과 무선데이타방송을 할 경우에는 제4항 내지 제7항의 규정외에 다음 조건에 적합하여야 한다. 가. 나. : -이하 생략- 다. 보조모노포닉방송과 무선데이타방송을 포함하는 초단파방송의 주파수배열은 [별표5]와 같다.	7. 무선데이타방송 8. 보조모노포닉 및 무선데이타방송

[별표1] FM 스테레오의 변조주파수 및 최대편이



[별표5]SCA와 RDS를 포함한 FM스테레오방송 스펙트럼

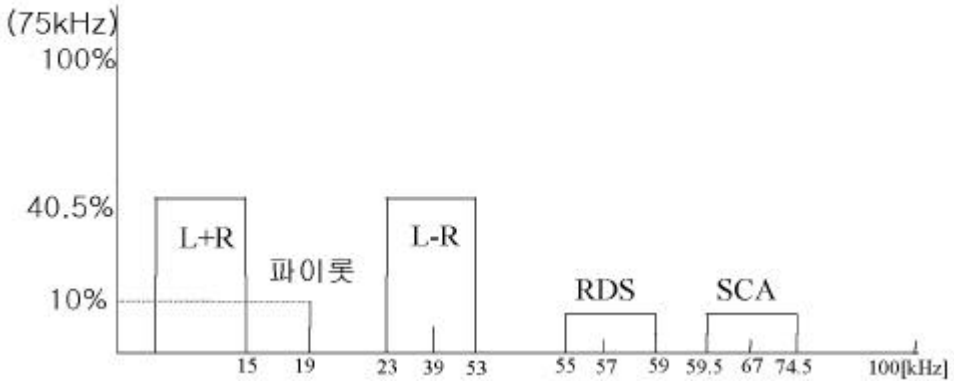


표24 “FM 다중 부반송파 기술기준” - 미국 FCC §Sec. 73.319

§Sec. 73.319 FM multiplex subcarrier technical standards.

(a) The technical specifications in this Section apply to all transmissions of FM multiplex subcarriers except those used for stereophonic sound broadcasts under the provisions of Sec. 73.322.

(b) Modulation. Any form of modulation may be used for subcarrier operation.

(c) Subcarrier baseband. (1) During monophonic program transmissions, multiplex subcarriers and their significant sidebands must be within the range of 20 KHz to 99 KHz.

(2) During stereophonic sound program transmissions (see Sec. 73.322), multiplex subcarriers and their significant sidebands must be within the range of 53 KHz to 99 KHz.

(3) During periods when broadcast programs are not being transmitted, multiplex subcarriers and their significant sidebands must be within the range of 20 KHz to 99 KHz.

(d) Subcarrier injection.

(1) During monophonic program transmissions, modulation of the carrier by the arithmetic sum of all subcarriers may not exceed 30% referenced to 75 KHz modulation deviation. However, the modulation of the carrier by the arithmetic sum of all subcarriers above 75 KHz may not modulate the carrier by more than 10%.

(2) During stereophonic program transmissions, modulation of the carrier by the arithmetic sum of all subcarriers may not exceed 20% referenced to 75 KHz modulation deviation. However, the modulation of the carrier by the arithmetic sum of all subcarriers above 75 KHz may not modulate the carrier by more than 10%.

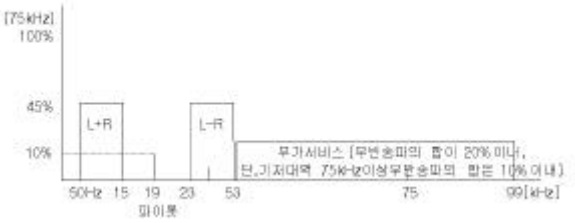
(3) During periods when no broadcast program service is transmitted, modulation of the carrier by the arithmetic sum of all subcarriers may not exceed 30% referenced to 75 KHz modulation deviation. However, the modulation of the carrier by the arithmetic sum of all subcarriers above 75 KHz may not modulate the carrier by more than 10%.

(4) Total modulation of the carrier wave during transmission of multiplex subcarriers used for subsidiary communications services must comply with the provisions Sec. 73.1570(b).

(e) Subcarrier generators may be installed and used with a type accepted FM broadcast transmitter without specific authorization from the FCC provided the generator can be connected to the transmitter without requiring any mechanical or electrical modifications in the transmitter FM exciter circuits.

(f) Stations installing multiplex subcarrier transmitting equipment must ensure the proper suppression of spurious or harmonic radiations. See Secs. 73.317, 73.1590 and 73.1690. If the subcarrier operation causes the station's transmissions not to comply with the technical provisions for FM broadcast stations or causes harmful interference to other communication services, the licensee or permittee must correct the problem promptly or cease operation. The licensee may be required to verify the corrective measures with supporting data. Such data must be retained

표25 “FM 다중 부반송파 기술기준” 요약

	미국의 “FM다중 부반송파 기술기준” 주요내용	비 고
1. 모노포닉 전송	(1) 모노포닉 프로그램을 방송할 때 모든 부방송파들에 의한 반송파의 변조는 75KHz 변조도를 기준으로 부반송파의 산술적 합이 30%를 초과하지 않아야 하며, 기저대역의 75KHz 이상의 반송파 변조는 부반송파의 산술적 합이 10%를 초과하지 않아야 한다.	(1) 
2. 스테레오포닉 전송	(2) 스테레오포닉 프로그램을 방송할 때 모든 부방송파들에 의한 반송파의 변조는 75KHz 변조도를 기준으로 부반송파의 산술적 합이 20%를 초과하지 않아야 하며, 기저대역의 75KHz 이상의 반송파 변조는 부반송파의 산술적 합이 10%를 초과하지 않아야 한다.	(2) 
3. 무변조시	(3) 방송 프로그램이 방송되지 않을 때 모든 부방송파들에 의한 반송파의 변조는 75KHz 변조도를 기준으로 부반송파의 산술적 합이 30%를 초과하지 않아야 하며, 기저대역의 75KHz 이상의 반송파 변조는 부반송파의 산술적 합이 10%를 초과하지 않아야 한다.	(3) 이하 생략
4. 총변조도	(4) 부가통신 서비스에 사용되는 다중부반송파를 방송할 때의 반송파 총변조는 110% (82.5KHz)를 초과하지 않아야 한다.	(4) 이하 생략

제 2 절 개정 이후 기술기준 개요

□ 초단파 방송의 송신표준방식 개정 필요성

이용자는 다양한 정보획득을 요구함에 따라 방송 부가서비스의 중요성이 부각되고 있으며 방송 부가서비스를 활성화하기 위해 관련 기술기준 및 표준안의 정비가 제기되어 왔다.

'96.1월에 개정된 FM방송 부가서비스는 RDS 및 SCA만을 규정하고 있으나 신규 서비스(예 : DARC)는 기존 서비스 SCA와 중복되는 주파수 구간(64 74.5KHz)과 신규 서비스에 대한 기술기준이 없으므로 DARC 등의 신규 서비스는 기술기준 제정 혹은 개정이 요구되었다.

따라서 초단파방송의 송신표준방식은 RDS 및 SCA 이외의 부가서비스를 수용하는 FM방송부가서비스 기술기준안이 요구되었다.

□ 부가서비스를 위한 기저대역

그림23은 개정('99.10.2) 전에 고시된 기술기준으로 부가서비스는 RDS 혹은 SCA만을 가능하게 규정하였으며, 그림24는 스테레오 방송에 신규 부가서비스로서 기저대역을 나타내고 있으며, 그림25는 부가서비스 기저대역 모두를 중복하여 그림으로 표시하여 이해하기 쉽게 하였다.

[별표5]SCA와 RDS를 포함한 FM스테레오방송 스펙트럼

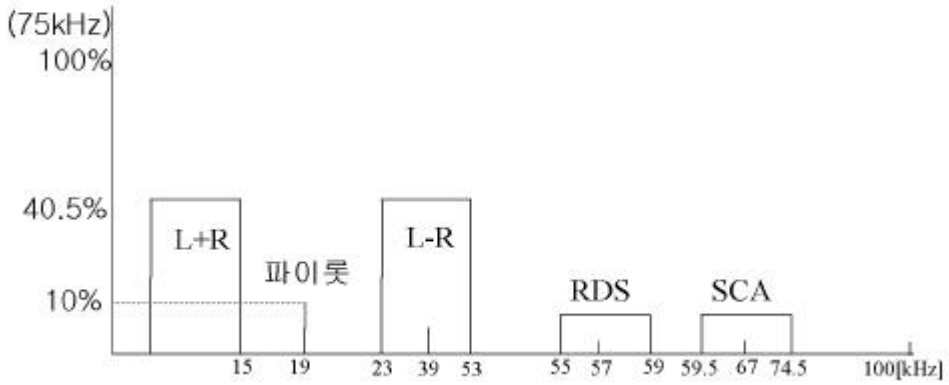


그림23 "초단파방송의 표준송신방식" 의한 기저대역('99.10.2 개정전)

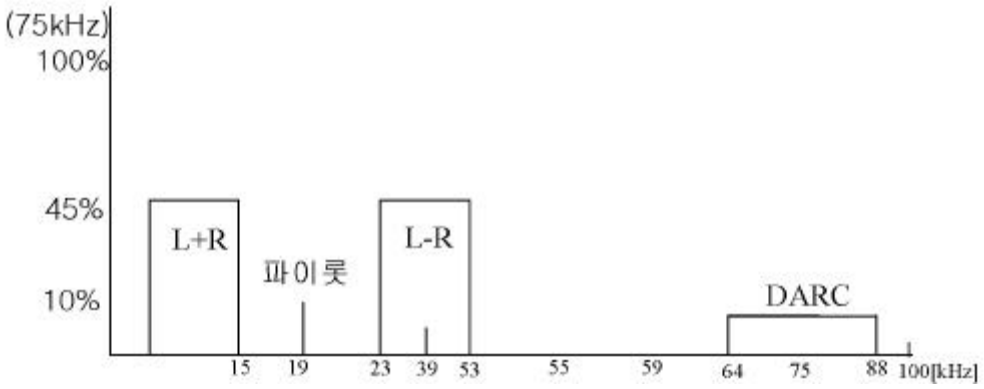


그림24 DARC부가서비스 기저대역

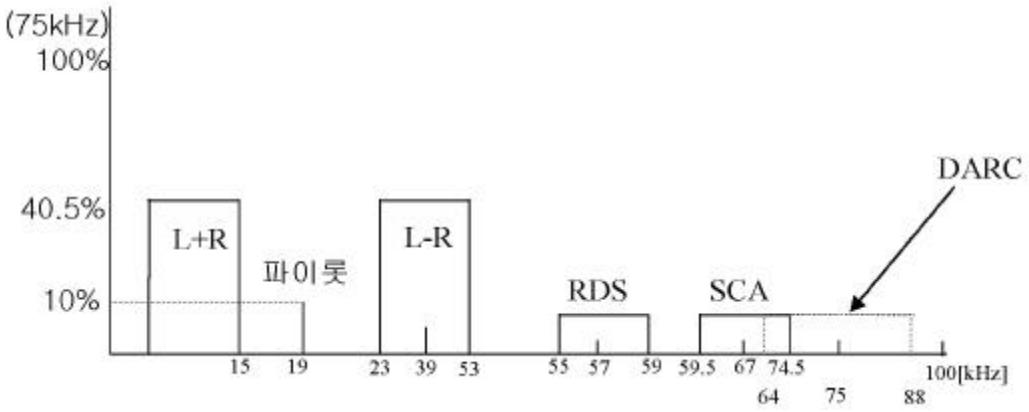


그림25 FM방송 부가서비스를 포함하는 기저대역

□ 초단파 방송의 송신표준방식(‘99. 10. 2 고시개정)

1. 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
   가. 주채널신호 : 좌측신호와 우측신호의 합의신호
   나. 부채널신호 : 좌측신호와 우측신호의 차의 신호로서 부반송파를 진폭변조할 때 생긴 측파대
   다. 좌(또는 우)측 신호 : 청취자의 좌(또는 우)측에 주세력을 갖는 음을 전송하도록 배치한 단일 또는 조합한 마이크로폰의 전기적 출력을 말함
   라. 파이롯트 신호 : 스테레오포닉방송의 수신에 보조적 역할을 하도록 전송하는 신호
2. 주반송파의 변조형식과 최대 주파수편이는 무선설비규칙(이하 ‘규칙’이라 한다) 제44조 제1항에 의한다.
3. 음성신호의 최고 주파수는 15,000㎐로 한다.
4. 모노포닉방송을 하는 경우에는 음성신호로서 주반송파를 변조하며, 주파수배열은 [별표1]과 같다.
5. 스테레오방송을 하는 경우에는 모노포닉방송의 경우와 양립성을 갖도록 하기 위하여 다음과 같이 하여야한다.
   가. 주반송파는 주채널 신호와 부채널 신호 및 파이롯트 신호로써 변조한다.
   나. 스테레오포닉 파이롯트 주파수는 19㎑를 사용한다.
   다. 파이롯트 신호에 의한 주반송파의 주파수편이는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 8% 내지 10%이어야 한다.
   라. 스테레오포닉 부반송파는 파이롯트 신호의 두번째 고조파(즉 38㎑)로 하고 파이롯트 신호에 의한 시간축의 각 교차점에서 시간축을 정(+)의 경사로 횡단하여야 한다.
   마. 스테레오포닉 부반송파의 변조형식은 진폭변조로 하고 이 부반송파는 억압하는 것으로 한다.
   바. 좌측신호 또는 우측신호의 입력단자에 신호를 가하는 경우 주채널 신호에 의한 주반송파의 주파수편이와 부채널 신호에 의한 주반송파의 주파수편이는 동일한 것으로 하며 최대치는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 45%를 넘지 않도록 한다.
   사. 스테레오포닉방송의 주파수 배열은 [별표2]와 같다.

6. 모노포닉 및 스테레오포닉 이외의 FM다중 부반송파를 사용하는 FM방송 부가서비스는 다음 조건에 적합하여야 한다.

가. 적용 범위

FM다중 부반송파를 사용하는 FM방송 부가서비스에 적용한다.

나. 변조 방식

FM방송 부가서비스의 부반송파에는 어떤 형태의 변조방식도 사용할 수 있다.

다. 부반송파 기저대역

(1) 모노포닉 프로그램을 방송할 때, 다중 부반송파와 그들의 우세 측파대는 20KHz에서 99KHz 사이에 있어야 하며, 주파수 배열은 [별표3]과 같다.

(2) 스테레오포닉 프로그램을 방송할 때, 다중 부반송파와 그들의 우세 측파대는 53KHz에서 99KHz 사이에 있어야 하며, 주파수 배열은 [별표4]와 같다.

(3) 방송 프로그램이 방송되지 않을 때, 다중 부반송파와 그들의 우세 측파대는 20KHz에서 99KHz 사이에 있어야 한다.

라. 부반송파 주파수편이

(1) 모노포닉 프로그램을 방송할 때, 모든 부반송파들의 산술적 합에 의한 주반송파의 주파수편이는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 20%를 넘지 않도록 한다.

(2) 스테레오포닉 프로그램을 방송할 때, 모든 부반송파들의 산술적 합에 의한 주반송파의 주파수편이는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 20%를 넘지 않도록 한다.

(3) 방송프로그램이 방송되지 않을 때, 모든 부방송파들의 산술적 합에 의한 주반송파의 주파수편이는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 20%를 넘지 않도록 한다.

(4) 상기 (1), (2), (3)항에서 기저대역 75KHz에서 99KHz 사이의 모든 부반송파들의 산술적 합에 의한 주반송파의 주파수편이는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 10%를 넘지 않도록 한다.

(5) 부가서비스에 사용되는 다중 부반송파 방송시의 모든 반송파의 산술적 합에 의한 주반송파의 주파수편이는 규칙 제44조 제1항에 규정한 최대주파수편이의 110%를 넘지 않도록 한다.

마. 간섭 영향

다중 부반송파에 의한 기생파나 고조파(스퓨리어스나 하모닉스)의 방사는 억제되어야만 하고, 동일채널 및 인접채널의 FM방송을 포함

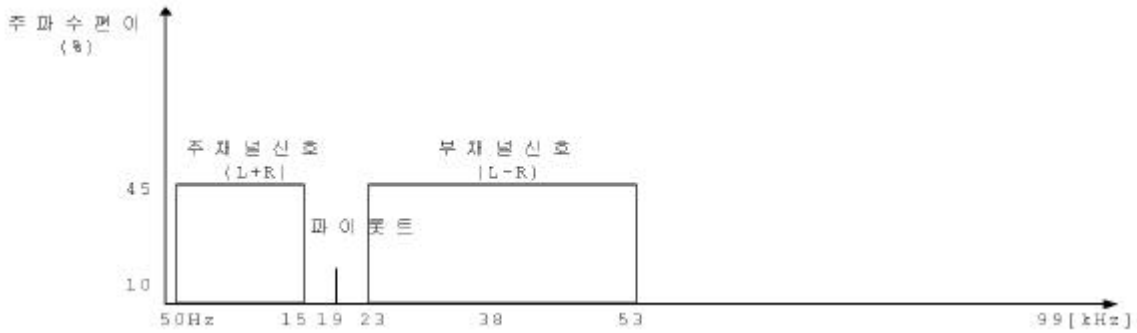
한 다른 FM방송 부가서비스에 유해한 간섭을 일으키지 않아야 한다.

부 칙

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

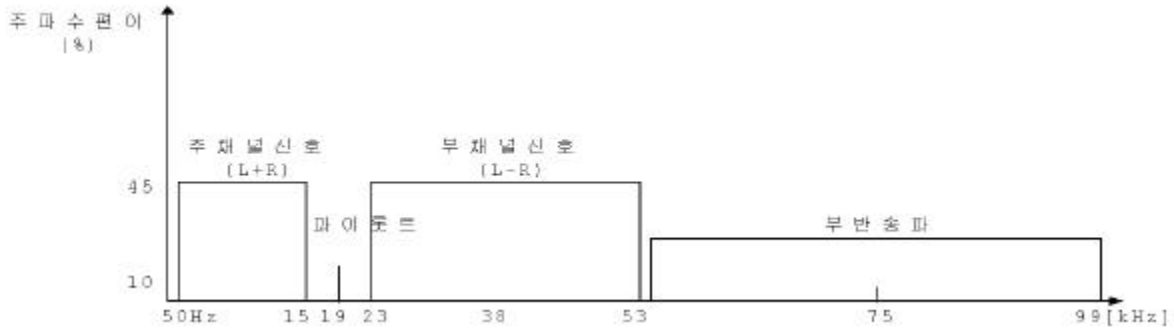
[별표1] FM 모노포닉방송의 주파수배열

[별표2] FM 스테레오방송의 주파수배열



[별표3] 부반송파 신호를 포함한 FM 모노포닉방송의 주파수배열

[별표4] 부반송파 신호를 포함한 FM 스테레오방송의 주파수배열



□ 주요 개정방향

o FM방송 기술기준의 통합으로 이용자편익 증진

- 부가서비스 기술기준은 별도의 기술기준으로 제정하기보다는 기존 FM방송 기술기준인 “초단파방송의송신표준방식”을 개정하여 수용

o 기존의 서비스 및 향후 신규 서비스도 수용할 수 있도록 개정

- 부가서비스별 세부 기술적 조건은 삭제하고, FM 방송 부가서비스를 모두 수용할 수 있는 기술적 조건으로 대체 신설

. 보조모노포닉 프로그램 전송에 대한 조건(제6호) 삭제

. 무선데이터방송 전송에 대한 조건(제7호) 삭제

. 보조 모노포닉방송과 무선 데이터방송의 동시에 전송할 경우의 조건(제8호) 삭제

. FM 다중 부반송파를 사용하는 FM 방송 부가서비스의 조건(제6호) 신설

제 6 장 결 론

지금까지 초단파방송 실시를 위한 기술기준 및 주파수대역폭 산정 및 측정방법에 대하여 살펴보았다. 끝으로 새로이 개정된 기술기준에 대한 고려사항은 다음과 같다.

FM방송대역의 부가서비스는 공중파 방송이라는 것을 감안하여 *공익성*인 방송 부가서비스로 모든 국민이 혜택을 누릴 수 있어야 할 것이다. 가령 FM 방송대역을 이용한 기저대역신호가 통신서비스로 이용되어 방송 본래의 목적인 공익성보다는 수익성 사업에 치중되는 것은 배제되어야 할 것으로 판단된다.

또한 초단파방송대역에서 방송 부가서비스 실시를 위한 기저대역은 반드시 검증된 *표준화*가 마련되어야한다. 검증 및 표준화되지 않은 기술도입은 음성·부가서비스·채널간 혼신 등을 유발할 수 있으므로 부가 방송서비스 실시에 앞서 무분별한 기술도입은 자제되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 허영태, 김경미, 이경호, 이장명, *FM 부가방송서비스의 품질측정*, 해양정보통신학술대회, p.286 290, 1999.5.7.

[2] 한국통신학회, *전파품질측정방법 연구*, 최종보고서, 1997.

[3] 연세대학교 & 문화방송 & 한국전파진흥협회, *정보데이터 부가에 따른 FM 라디오의 RF 대역폭 산정에 관한 연구*, 한국전파진흥협회, 1997.7.

[4] 황금찬, *정보데이터 부가에 따른 FM 주파수대역폭 고찰*, 한국전파진흥협회 FM부가방송망을 이용한 ITS 기술세미나, 한국전파진흥협회, p.193 209, 1998.9.10.

[5] 진용옥 역, 통신시스템의 이론과 원리, 희중당, 1998.

[6] 전파연구소, 전기통신기자재의 형식승인 시험기준, 1996.7.

[7] 강창언 저, 전자통신, 복두출판사, 1994.

[8] 배명진, 심용걸, 유홍균, 홍연찬 공역, 전자통신공학, 홍릉과학출판사, 1993.

[9] RAPA 역, 무선통신기기(일본)의 측정방법 해설서, 한국전파진흥협회, 1998.11.

[10] 중앙전파관리소, 전파감시실무, 1998.9.30.

[11] 전파규칙(RR : Radio Regulations).

[12] FCC CFR Part 73-Radio Broadcast services, 1996.

[13] ITU-R SM.1138, *Determination of Necessary Bandwidths Including Examples for Their Calculation and Associated Examples for the Designation of Emissions*, 1995.

[14] ITU-R SM.328-9, *Spectrum and Bandwidth of Emissions*, 1997.

[15] ITU-R SM.443-2, *Bandwidth Measurement at Monitoring Stations*, 1995.

[16] ITU-R SM.853-1, *Necessary Bandwidth*, 1997.

[17] http://www.fcc.gov

[18] http://www.itu.ch