

AM 라디오방송 송신 고효율화 기술도입 및 기대효과

글. 이상운 남서울대학교 교수



본 고에서는 기존의 방송 커버리지 및 음질을 동일하게 유지하면서 송신에 필요한 전력을 대폭 절감할 수 있는 AM 라디오방송 송신 고효율화를 위한 국제 동향, 기술방식 소개, 국내 기술기준 개정 결과 및 전력 절감효과 등을 소개한다.

주로 모노 오디오로 서비스되는 AM 라디오방송은 스테레오인 FM 라디오보다 음질이 좋지 않아 청취율이 상대적으로 낮은 지상파방송 매체이다. 그러나 AM 라디오방송은 FM 라디오방송에 비해 수신 권역이 넓으며, 야간에는 전리층 반사로 인하여 해외까지도 송신이 가능한 장점이 있다. AM 라디오방송의 대역폭은 10kHz 전후로, 200kHz 이상의 대역폭을 이용하는 FM 라디오방송 대비 1/20 정도의 좁은 대역폭을 사용한다. 또한 AM 라디오방송은 통상 수십~수백kW 급의 대출력으로 송신을 하여 타 지상파방송 매체보다 많은 전력을 필요로 하는데, 이는 방송사의 재정적 부담을 발생시키는 요인으로 작용한다.

이런 문제를 해결하기 위해 미국 및 영국 등 방송 선진국에서는 AM 라디오방송의 고효율화에 대한 필요성이 1930년대부터 제기되었고, 1970~1980년대에 에너지 폭등으로 인해 다시 주목받게 된 이후 활발한 연구를 수행되었다.

AM 방송 송출 고효율화 관련 국외 동향

영국

영국은 BBC를 중심으로 AM 방송 송출 고효율화를 위한 연구와 실험을 선도해오고 있으며, BBC는 1980년대에 심도 있는 연구와 실험을 수행한 결과 상당한 성과를 도출해 낸 바 있다. BBC는 1994년도에 Daventry 사이트의 300kW 송신기를 대상으로 최대 6dB 컴팬딩을 포함한 다양한 실험 변수들을 적용한 연구 결과를 발표하였고, 2018년도에는 진보된 기술들을 적용한 연구 결과를 백서 형식의 보고서로 발표하기도 하였다.

현재 BBC는 Radio 5 Live의 5개 사이트에서 10개의 50kW 송신기들을 사용한 중파 AM 방송을 실시하고 있으며, 이들 송출에 AMC를 3dB 반송파 압축 수준으로 적용하고 있다. BBC는 여기에 만족하지 않고 추가로 전기 요금을 더 절약하고 동시에 'Green' 인증 등급 향상을 위하여 추가의 고효율화를 진행 중이다. 이를 위해 6dB의 압축이 가능한지 여부를

결정하기 위해 송출사업자인 Arqiva와 공동프로젝트를 수행하고 있으며, 이 프로젝트 수행 후에는 연간 86,000파운드의 추가 비용 절감을 목표하고 있다. 아울러 추가로 Radios Scotland, Ulster and Wales 방송용으로 8개의 송신기가 더 있어, 이들 시스템에까지 적용할 경우 연간 약 £155,000(한화 약 227,800,000원)의 비용 절감 효과가 예상된다.

미국

미국 역시 영국과 함께 AM 방송 송출 고효율화를 위한 여러 시도를 하였으며, 현재 많은 단파와 중파 방송에 이를 적용하고 있다.

도입 시도

미국 정부에서 운영하는 국제 방송 기관인 방송위원회(Broadcast Board of Governors)는 여러 개소의 고출력 HF 및 MF 송신소를 운영하고 있는데, 여기에 1980년대와 1990년대에 보급된 다양한 버전의 MDCL(Modulation Dependent Carrier Level)을 적용하기 시작했다. 그리고 2010년까지 해당 시스템들을 분석한 결과, BBC 방식인 AMC가 가장 이점이 많은 것으로 결론지었다. 이 시스템은 19개의 송신기에 적용되었으며, 해당 송신소들의 전력 사용을 크게 감소시켰다. 거의 동일한 시기에, 공영방송사들에 기술 서비스를 제공하는 Alaska Public Broadcasting은 알래스카 전역의 방송국들이 디젤에 의해 생산된 전력을 사용하고 있으며, 원격국인 경우는 더욱 급속히 디젤발전기 사용이 증대되고 있음을 인식하였다. 이런 문제를 해소하기 위하여 알래스카 방송사는 2010년 초에 MDCL 적용을 위한 실험 예산을 확보하여 FCC에 실험방송 신청을 하였고, FCC는 해당 요청에 대해 허가를 하였다. 한편, 이 실험과 그 이후의 Dillingham의 KDLG에서 수행한 실험 역시 매우 성공적이었다.

FCC 실험 승인 및 면제 절차

원래 FCC는 AM 방송의 반송파 진폭의 감소 (또는 증가) 기준을 규정하였으나, 1980년대 이후 해당 규정을 개정하였다. 주된 개정 내용은 MDCL 방식 중 하나의 모드를 사용하기 위해 기존 규정의 면제를 가능토록 개정했다. 개정이 요구된 주요 FCC 규정으로는 47 CFR §73.1560 (a), AM 방송국에 작동을 유지하도록 요구하는 규정으로 ‘허가된 전력의 + 5/-10% 이내의 출력 유지(carrier shift)’ 조항이다.

알래스카 공영 방송국은 MDCL 적용을 위한 성공적인 실험 결과를 획득한 이후, 2011년 3월에 FCC에 이의 상용 적용을 위한 기술기준 완화를 요청하였고, FCC는 MDCL 적용을 원하는 AM 방송사들에 대해 이전 기준의 면제가 바람직하다고 판단했다. 이후 2011년 9월 13일 FCC는 이 정책 도입에 대한 공식 발표를 하였고, 여기에는 MDCL 방법에 대한 간결한 설명이 포함되어 있다.

FCC는 MDCL 기능을 일시적으로 제거했을 때에는 송신기가 일부 오디오 입력 레벨에서 총 허가 출력을 낼 것을 요구한다. 이 요구 사항은 방송국이 에너지 절약을 위해 MDCL 기술을 도입하더라도 허가장에 명시된 서비스 권역에 대한 방송 품질을 유지하기 위한 목적으로 MDCL을 적용하지 않고 단순히 낮은 출력으로 송출하여 서비스 권역 내에서의 방송 품질 저하를 방지하기 위한 조치이다. 아울러 전계 강도 측정을 하는 경우 전 반송파로 작동을 요구하는 내용도 포함되어 있다.

한편, National Radio Systems Committee(NRSC)에 따르면 주요 송신기 제조업체들이 MDCL과 IBOC 방식의 디지털 라디오 하이브리드 모드에서의 AM과의 호환성 연구를 착수하여 디지털 하이브리드라디오 방송에서도 적용이 가능한 것으로 보고되었다. FCC는 IBOC 모드의 디지털 라디오의 하이브리드 방송에도 AM MDCL 기술적용을 허용하나, 하이브리드 신호가 FCC 기술기준 73.44에서 제시하는 스펙트럼 마스크를 준수하고 디지털 신호에 대한 아날로그 신호의 상대적 레벨이 일정하게 유지되어야 함을 요구한다. 이 경우에도 MDCL 적용을 위한 기존 규정 면제

요청 제출에 필요한 지침을 제공한다.

해당 공고 이후 일부 AM 방송사들이 MDCL 적용을 위한 절차를 밟아 MDCL을 도입하고 있으며, 이제까지의 보고들에 의하면 MDCL을 도입한 방송사들은 상당한 전력을 절감하고 있으며, 방송 품질에 대한 만족도도 높은 것으로 파악되고 있다.

AM 방송 송출 고효율화에 적용 가능한 기술

변조의존 반송파 레벨 MDCL(Modulation Dependent Carrier Level) 시스템 개요

현재 미국뿐만 아니라 ITU 지역 2 국가들은 중파 방송 대역에서 아날로그 오디오 정보를 전송하는 방법으로는 양측 대역 진폭 변조(DSB-AM)를 사용하고 있다. 이 방식은 입력신호(변조신호)에 의해 무선 반송파 신호의 진폭은 일정하게 유지되나 측파대역의 진폭과 주파수가 변하는 방식이다.

양측 대역 진폭 변조에서는 100% 포지티브 및 네거티브 변조에서 신호의 총 출력은 반송파 전력보다 50%가 크다. 이 방식은 반송파 진폭이 일정하여 구조가 간단하고 값싼 다이오드 기반의 검출기를 사용할 수 있기 때문에 오랫동안 사용되어 왔다. 그러나 최근에 기술적으로 진보된 수신기들이 출시되면서 반송파가 없어도 잘 작동하게 되어 반송파 자체의 중요성이 낮아지게 되었다.

AM 방송 송출 과정에는 많은 전력 에너지가 반송파에 포함되어 있기에 반송파 전력을 줄이게 되면 AM 방송 송출 효율을 높일 수 있게 된다. 만일 변조신호에 따라 측파대역뿐 아니라 반송파 진폭도 변화시킬 수 있다면 이 원리를 이용하여 기존과 동등한 수준의 서비스를 제공하면서 전송에 드는 전력을 절감할 수 있게 되며, 이런 방식은 '변조 의존 반송파 레벨(MDCL, Modulation Dependent Carrier Level) 시스템'으로 명명된다.

MDCL은 동작에 따라 두 가지 기본 방식으로 분류할 수 있는데, 첫 번째 범주는 단일 시스템으로 구성되며, AMC(Amplitude Modulation Companding)라 불린다. 이 방식에서는 공칭전력 레벨까지 증가한 변조신호에 의해 반송파 레벨과 측파대 레벨이 모두 함께 동적으로 압축(Compression)된다.

두 번째 범주는 DCS(Dynamic Carrier Systems)인데, 이 방식에서는 변조신호 레벨을 송신호의 진폭이 최대 반송파 레벨과 동일한 수치까지 증가시켜서 반송파 레벨을 변화시키고, 측파대 전력은 일정하게 유지된다. 즉 낮은 변조신호레벨에서 AM 방송의 반송파 레벨을 낮추어 송출 전력을 낮추는 방식이다. 참고로 AMC는 반대로 변조레벨이 높을 때 반송파 레벨을 낮추어 송출전력을 저감한다.

많은 AM 방송시스템들은 DCS 범주에 속하며, DAM(Dependent Amplitude Modulation), DACM(Dynamic Amplitude Carrier Modulation), ACC(Adaptive Carrier Control), DCC(Dynamic Carrier Control)들이 해당한다.

[그림 1]은 AM 방송 송출 과정에서 압축을 통해 진폭변조 및 반송파 레벨을 낮추고 수신기에서 수신된 신호를 다시 확장하는 압축확장기법을 보여준다.

MDCL 시스템 개발 연혁

앞서 언급한 대로 AM 송신 전력을 감소시키기 위한 연구와 실험들은 1930년대부터 시작되었으나, 괄목할만한 성과가 없다가 1980년대 초반에 스위칭 제어 반송파 기술 및 반도체를 사용한 고풍력 증폭 기술의 도입으로 변조 제어되는 반송파 방법들이 재조명되기 시작하였다.

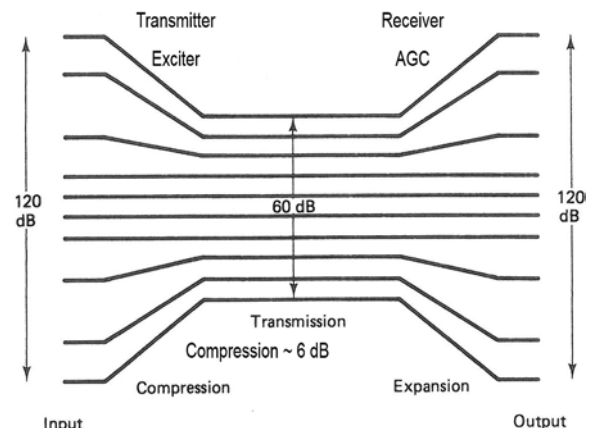


그림 1. AM 방송에 적용된 압축확장기법

1985년에는 유럽 대륙의 여러 중파 방송국에서 변조 제어 반송파 시스템을 도입하기 시작하였고, 이들 시스템은 10년 기간 동안 사용된 결과 AM 방송 송출에 드는 전력 소비를 줄여 운영비를 효과적으로 절감시킨 것으로 평가되었다.

유럽에서는 ‘DAM’ 방식들을 적용하여 여러 송출 실험을 수행했는데, 이는 기본적으로 변조 신호가 없을 때 반송파 레벨을 감소시키고, 변조도가 증가함에 따라 반송파 레벨을 증가시키는 방식이었다. 이 방식의 시스템은 스위칭 변조 방식 송신기뿐 아니라 BBC 등에서 기존에 사용하던 도허티(Doherty) 방식의 선형 증폭 송신기에도 사용이 가능하였다. 이후 20년 동안 단파(HF) 방송사들뿐 아니라 중파(MF) 방송사들도 이 시스템들은 함께 널리 사용되게 되었다. 특히 유럽 및 중동의 고출력 방송국이 사용을 선호하였으며, 전력 절감에 효과적인 것으로 판명되었다. 이리하여 1990년대 후반까지, MDCL 기술은 대부분의 HF 송신 스테이션에서의 표준 방식이 되었다. 최근 10년간 주요 송신기 제조업체들의 일부 고출력 송신기에는 표준으로 채택되었으며, 대부분의 송신기 제조사들은 MDCL을 선택적으로 적용 가능한 송신기를 제조 공급하고 있다.

MDCL 알고리즘

MDCL 알고리즘은 앞서 설명한 바와 같이 두 가지 범주로 분류할 수 있는데, 첫 번째 범주는 AMC 방식이며, 이 방식에서는 공칭전력 레벨까지 증가한 변조신호에 의해 반송파 레벨과 측파대 레벨이 모두 함께 동적으로 축소된다. 두 번째 알고리즘은 DCS 방식으로서 변조신호 레벨을 총신호의 진폭이 최대 반송파 레벨과 동일하게 증가시켜서 반송파 레벨을 변화시키고, 측파대 전력은 일정하게 유지되는 방식으로 많은 AM 방송시스템들은 이 범주에 속하였다.

한편, MDCL 알고리즘의 성능은 오디오 소스 자료의 종류와 오디오 처리방법에 절대적으로 영향을 받는다. 어떤 오디오 소스는 라우드니스 레벨을 높이기 위해 처리된 경우도 있으며, 이런 경우 현저하게 높은 양의 피크 변조 레벨이 매우 규칙적으로 발생할 수도 있는데(예를 들면 초당 수회씩), 이러한 조건에서 MDCL 레벨은 포화될 수 있다. 즉 빠른 연결 - 느린 감쇠 변조 검출로 인해 반송파 압축 기능상 100% 변조 점 근처에서 상대적으로 정적인 상태에 도달하게 된다.

AMC 모드의 경우 이 동작은 반송파 전력이 감소한 AM과 매우 유사할 수 있으며, DCS 모드의 경우, 이 동작은 반송파 전력이 최대인 AM과 매우 유사할 수 있다.

AMC (Amplitude Modulation Companding)

AMC 시스템은 순간 오디오 레벨이 증가함에 따라 반송파와 측파대의 레벨을 함께 낮춘다. 신호 압축 정도는 일반적으로 6dB에서 1dB까지 다양하게 변화시킬 수 있으며, 일반적으로 3dB가 많이 적용된다. [그림 2]는 1, 3 및 6dB 각각의 압축 레벨에 대한 압축 특성을 보여준다.

구체적인 압축 특성은 다음과 같이 정의되는데, 0~10% 변조에서 압축이 없고(0dB), 10%에서 100%까지의 변조에서의 압축은 100%까지 선형적으로 증가한다. 100% 변조에서 최대 피크 변조까지의 압축은 최대 레벨로 100% 변조에서와 동일하다. [그림 2]에 표시된 압축 단위는 전압이며, 동일한 전력 레벨을 구하기 위해서는 제곱을 해야 한다. 예를 들어, -3dB AMC 특성은 100% 변조 이상에서 71%(전압 또는 전류)의 신호는 50% 전력 감소에 해당한다.

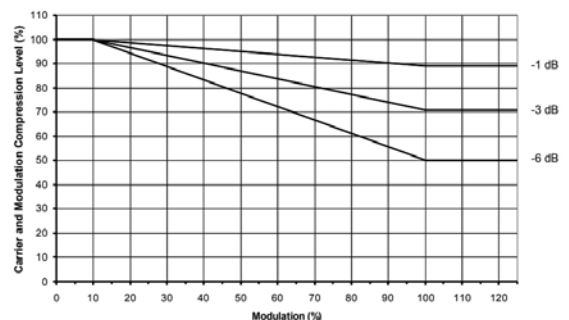


그림 2. 진폭 변조 컴펜딩 (AMC) 압축 기능

동적 반송파 시스템(Dynamic Carrier Systems, DCS)

언급한 바와 같이 Adaptive Carrier Control(ACC), Dynamic Amplitude 변조(DAM) 및 Dynamic Carrier Control(DCC) 방식들은 이 DCS 범주에 속한다. 이 시스템들은 동적으로 반송파 전력을 줄이지만 송신된 측파대 전력에는 영향을 주지 않고 낮은 변조 레벨에서 반송파 전력을 줄이고 변조가 증가할 때 반송파를 최대 전력으로 되돌린다. 일반적으로 반송파 레벨은 절대로 클리핑 및 왜곡 없이 네거티브 변조가 발생할 수 있는 불충분 반송파 레벨까지 낮아져서는 안 된다. 이 방식의 시스템은 음량이 큰 시기에 더 많은 에너지를 절약하는 AMC 시스템과는 달리 묵음기에 더 많은 에너지를 절약한다.

DCS 범주에 속하는 모든 시스템의 공통된 특성은 라우드니스를 인지할 수 있는 수준으로 수신된 신호 강도에 영향을 주는 것이다. 수신기의 AGC는 반송파 레벨을 일정하게 유지하는데, 송신기에서 감소한 반송파가 수신기에서 이득이 증가하는 과정에서 라우드니스의 증가가 수반된다. 이와 다르게 AMC 시스템은 측파대와 반송파가 항상 함께 축소되므로 이와 같은 현상이 없다. DCS의 경우 시간 도메인에서의 동작은 일반적으로 1ms의 빠른 공격 시간과 약 250ms의 느린 감쇠 시간을 갖는다. 비록 제조업체들이 사용하는 여러 시스템 이름들이 있지만, 이들 시스템은 매우 유사하며, 주요 차이는 반송파의 압축 기능에 있다.

동적 반송파 시스템 예 1

이 예에서 최대 반송파 압축은 0dB와 60% 변조 사이에서 -4dB이다. [그림 3]에서 60% 이상에서 95% 변조 시까지는 반송파 전압이 100%로 선형적으로 증가한다. 예를 들어, 70% 변조에서, 반송파는 대략 74%로 압축된다. (이 구간에서 변조도는 반송파 레벨이 감소함에 따라 증가한다). 60% 변조보다 낮으면 반송파 레벨은 63%로 압축은 상대적으로 크다. 이 예제 시스템은 비교적 공격적인 압축 특성이 있으며, 비교적 큰 전력 절감 효과가 있다.

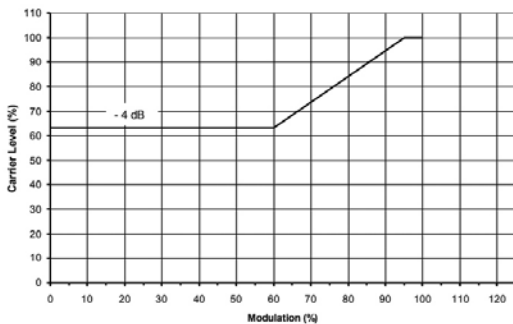


그림 3. DCS example 1. carrier compression function

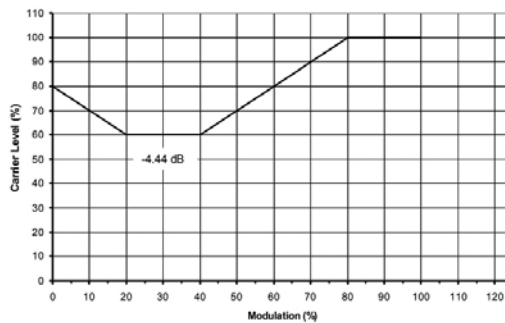


그림 4. DCS example 2. carrier compression function

동적 반송파 예 2

제2 예 시스템의 반송파 압축 특성이 [그림 4]에 도시되어 있다. 이 시스템은 20%와 40% 변조 사이에서 최대 압축률이 4.44dB이다. 20% 변조 미만 구간에서 반송파의 압축은 묵음 기간 정상값의 80%에서 반송파 레벨에 비례하여 함께 감소한다. 변조가 없는 묵음 기간 반송파 레벨이 증가한 이유는 배경 소음이 프로그램 오디오가 묵음일 때 가장 잘 감지되기 때문이다. 잡음의 증가를 줄이기 위해 반송파 레벨은 약간 증가한다. 40%와 80% 변조 사이 구간에서, 반송파 레벨은 100%까지 선형적으로 증가하며, 80% 변조 이상에서 반송파는 100%가 유지된다.

상용 MDCL 시스템

대부분의 현대식 반도체 방식의 AM 송신기들은 기본적으로 MDCL 기능이 내장되어 있거나 업그레이드를 통해 선택적인 MDCL 기능의 추가를 지원한다.

해리스는 DX, 3DX 및 DAX 시리즈 송신기들에 대해 AMC 및 ACC를 모두 지원한다. Nautel의 NX 시리즈 송신기들은 AMC 및 Dynamic Carrier Systems를 포함한 모델을 기본 내장하여 MDCL을 지원하며, 이전 모델들에 대해서도 외부 다이내믹 캐리어 컨트롤 유닛을 제조하여 지원한다.

유럽의 Transradio 및 Ampegon을 포함한 송신기 제조업체들은 AMC, DAM 및 DCC를 포함한 다양한 모드를 지원한다. MDCL 기능을 내장하지 않은 대부분 송신기의 아날로그 오디오 DC 결합 입력에 의해 MDCL 지원이 가능하며, 외장의 MDCL 어댑터를 사용할 수도 있다. (여러 제조업체가 제조하여 공급 중이다)

국내 도입을 위한 기술기준 개정

AM 라디오방송 송출 효율화를 위해 수년 전부터 일부 방송사들이 해당 기능을 지원하는 송신기를 도입해 실험방송 실시와 기술기준에 반영을 요구하였다. 이에 주무 부처인 과기정통부에서는 2019년 관련 연구반을 구성하여 관련 기술기준을 개정하였다. 연구반에는 과기정통부, 국립전파연구원, 중앙전파관리소, 방송사 및 학계 등의 전문가들이 참여하였으며, 필자도 미래미디어방송표준화포럼의 대표자격으로 참여하여 개정방안에 대한 의견을 개진하였다.

해당 사항은 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준 [시행 2019. 10. 11.] [과학기술정보통신부고시 제 2019-83호, 2019. 10. 11., 일부개정] 및 별표로 반영되었으며, 구체적 내용은 다음과 같다.

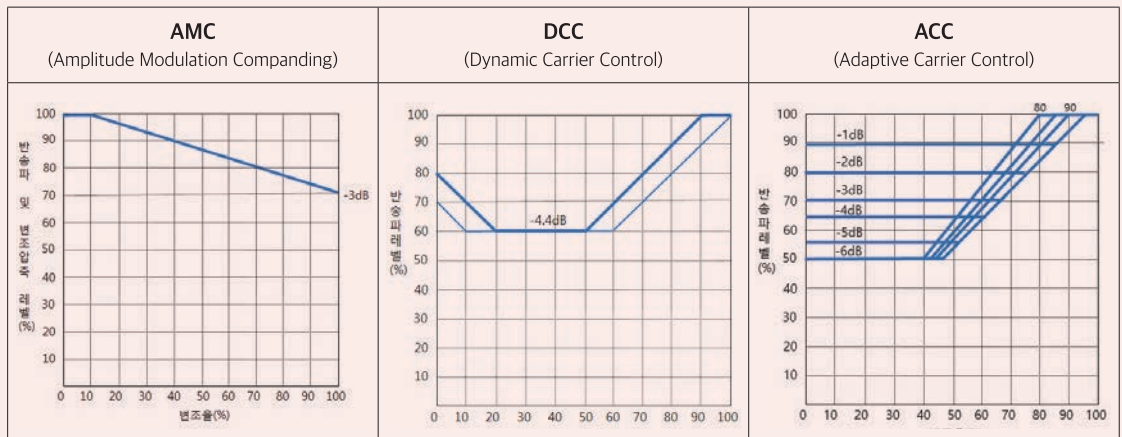
12. (전계강도) 송신안테나로부터 1 파장(1 km를 표준으로) 이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 안테나의 경우 45도마다 8지점, 지향성 안테나의 경우 30도마다 12지점에서 전계강도를 측정하여 값(mV/m)이 허용치 이상일 것. 다만, 출력저감제어기술이 적용된 무선설비는 비활성화 상태에서 측정된 값이 허용치 이상일 것

14. (안테나 공급전력) 안테나공급전력 허용 편차는 상한 5%, 하한 10% 이내일 것. 다만, 출력저감제어기술이 적용된 무선설비는 변조율에 따라 [별표 2의1]과 같이 운용하여야 한다.

[별표 2의1]

출력저감제어기술

(제6조제1항제11호가목 및 제6조제1항제14호 관련)



② 출력저감제어기술을 운용하고자 하는 자는 운용 10일 전에 과학기술정보통신부장관에게 운용 기간, 운용 방식, 최대 출력 저감율을 알려야 하며, 출력저감제어기술 적용 종료 시 제1항의 무선설비 기술기준을 충족하여야 한다.

개정된 내용을 살펴보면 기존의 송신출력의 상한과 하한 제한 즉, +5, -10%를 송신 절감 기술을 적용하고자 하는 방송사는 이의 예외를 인정해서 해당 기술 적용을 허용하였다. 그러나 별표의 AMC, DCC 및 ACC 등 각 방식별로 변조율에 따른 송신출력 특성들만에 부합해야 한다는 단서 조항을 부과되어, 향후 보다 진보된 기술의 유연한 적용에 부합하지 않을 것으로 예상된다. 이와 관련하여 필자는 단서조항의 삭제를 요구하였으나, 국내 전파방송행정 체계가 영국이나 미국보다는 덜 유연하여 금번 개정에는 반영되지 못하였으며, 향후 해당 기술들의 적용이 필요할 시 기술기준의 추가 개정이 요구된다.

전력 절감 효과

필자는 본 기술기준을 도입하는 과정에서 해당 기술들을 적용한 경우 AM 라디오 송출을 위한 전력은 얼마나 절감이 가능할지에 대한 호기심이 작용하였다. AM 라디오 송신효율화에 따른 전력절감효과는 추후 이를 도입한 방송사들을 대상으로 조사 분석을 통해 정확한 파악이 가능할 것이나, 본격적인 도입 전에 송신 운영에 관한 몇 가지 사항들을 특정하여 추정해 보았으며 그 결과는 다음과 같다.

우선 AM 라디오 방송 송출을 위한 전력 요금 산정을 위해 국내에서 운영되는 AM 라디오방송 출력별 송신소 현황을 살펴볼 필요가 있다. 현재 국내에는 KBS, MBC, SBS, CBS 및 극동방송에 의해 총 52개의 AM 송신소가 운영되고 있으며, 해당 송신소들의 총 송신 전력은 합산할 경우 5,412kW에 달한다. 이들 송신소를 출력별로 살펴보면, 1,500kW급이 1개, 500kW급이 4개, 250kW급이 3개 등이며, 10kW급이 26개로 가장 많다. 아울러 KBS는 10kW 출력의 AM 보조국 3개를 추가로 운영하고 있다.

도입 전 AM 라디오 송신을 위한 전력 요금 산정

AM 라디오방송 송출을 위한 전력 요금은 동일한 출력의 송신기라도 장르별 방송 프로그램의 종류, 계약 종별, 동절기/하절기 등 사용 월이 속하는 계절, 사용량 등에 따라 송신소별 전기요금이 다르게 부과될 수 있으며, 다음의 사항을 가정하고 각 송신기의 전력 요금 산정에 동일하게 적용하였다.

- 전제 1 : 계약전력은 해당 송신기의 출력으로 간주한다. (예 : 1,500kW 송신기의 경우 1,500kW 계약전력으로 간주)
- 전제 2 : 사용 월은 요금이 가장 비싼 여름철과 가장 싼 봄, 가을의 중간 수준인 겨울철 1월 요율을 적용한다. (**원/kWh)
- 전제 3 : 전력 구분은 '선택1요금:고압A'를 적용한다. (요금제 및 실험조건 추가 설명 필요)
- 전제 4 : 월간 전력사용량은 하루 24시간, 월 30일을 기준으로 하여 720시간을 적용한다.
- 전제 5 : 운영 방송사 구분 없이 동일 출력의 송신기별 요금은 별도 산정하여 합산한다.

상기의 전제들 하에서 고효율 송출방식을 적용하지 않는 경우에 각 송신소의 전력 요금은 다음과 같이 산정되었다. 우선 1,500kW급 송신소는 1개의 송신소당 월간 69,580,010원, 연간으로는 834,960,120원의 전력 사용 요금이 산정되었다. 500kW급 송신소는 1개의 송신소당 월간 23,193,330원, 연간으로는 278,319,960원이며, 총 4개소가 운영되므로 연간 총 1,113,279,840원이 산정되었다. 이렇게 각 출력별 52개 송신소 모두에 이와 같이 AM 방송 송출을 위해 연간 3,012,532,680원의 전력 요금이 부과되는 것으로 산정되었다.

도입 후 AM 라디오 송신을 위한 전력 절감 효과 분석

AM 라디오방송 송출의 고효율화를 위해서는 앞장에서 소개된 AMC나 DCS 방식 모두의 적용이 가능하며, AMC의 경우 -3dB의 컴팬딩이 많이 적용되고 있으나, 최근 -6dB까지 확대하여도 음질이나 수신권역에 별 지장이 없는 방식이 제안되기도 하였다. 본 연구에서는 AMC 방식에 변조율 70%인 경우에 대해 컴팬딩은 -3dB, -6dB 각각을 적용하였을 경우에 대해서 전력 요금 절감 효과를 예측하였다. 앞 장에 제시된 AMC 특성에서 변조율이 70%일 때, -3dB 컴

Station	1,500	500	250	100	50	20	10	1	Total	Unit
KBS	1	4	2	4	3	2	6	2	24	
MBC					1	3	16		20	
SBS					1				1	
CBS					1		4		5	
Far East			1	1					2	
Total	1	4	3	5	6	5	26	2	52	
Total	1,500	2,000	750	500	300	100	260	2	5,412	kW
Monthly usage per 1 Station	1,080,000	360,000	180,000	72,000	36,000	14,400	7,200	720	1,750,320	kWH
Monthly payment per 1 Station	69,580,010	23,193,330	11,596,670	4,638,660	2,319,330	927,730	463,860	46,380	112,765,970	Won
Annual payment per 1 Station	834,960,120	278,319,960	139,160,040	55,663,920	27,831,960	11,132,760	5,566,320	556,560	1,353,191,640	Won
Annual payment Sub Total	834,960,120	1,113,279,840	417,480,120	278,319,600	166,991,760	55,663,800	144,724,320	1,113,120	3,012,532,680	Won

표 1. AM 송신소 현황 및 전력 요금 산정 결과

팬딩의 경우 송출 레벨은 전압 기준 80%, -6dB 컴팬딩의 경우 전압 기준 66%이다. 이를 전력 레벨로 환산하면 각각 64%와 44%이다.

AMC 방식 -3dB 컴팬딩을 적용하였을 경우

제2장에서와 동일한 전제들 하에서 AMC 방식에 -3dB 컴팬딩을 적용하고 변조율이 70%인 경우, 각 AM 방송 송신소들에 대하여 [표 1]과 같이 송신기 출력별 전력 요금 예측 결과가 도출되었다. 이 결과에서 1,500kW 급 송신소는 1 송신소당 월간 69,580,010원의 전력 요금이 47,242,510원으로, 연간으로는 834,960,120원이 566,910,120원으로 감소하였으며, 52개 송신소 모두를 대상으로 할 경우 연간 3,012,532,680원이 2,043,787,560으로 감소하였다. 따라서 고효율 송출 방식 적용 전후의 송출전력 레벨은 67.8%로 낮아져 32.2%의 전력 요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

Station	1,500	500	250	100	50	20	10	1	Total	Unit
KBS	1	4	2	4	3	2	6	2	24	
MBC					1	3	16		20	
SBS					1				1	
CBS					1		4		5	
Far East			1	1					2	
Total	1	4	3	5	6	5	26	2	52	
Total	1,500	2,000	750	500	300	100	260	2	5,412	kW
Monthly usage per 1 Station	691,200	230,400	115,200	46,080	23,040	9,216	4,608	461	1,120,205	kWH
Monthly payment per 1 Station	47,242,510	15,730,220	7,865,110	3,146,040	1,573,020	629,210	314,600	31,470	76,532,180	Won
Annual payment per 1 Station	566,910,120	188,762,640	94,381,320	37,752,480	18,876,240	7,550,520	3,775,200	377,640	918,386,160	Won
Annual payment Sub Total	566,910,120	755,050,560	283,143,960	188,762,400	113,257,440	37,752,600	98,155,200	755,280	2,043,787,560	Won

표 2. AM 고효율 전송방식을 적용할 경우 전력 요금 예측 결과 (AMC, -3dB 컴팬딩, 70% 변조도)

AMC 방식 -6dB 컴팬딩을 적용하였을 경우

AMC 방식에 -3dB 컴팬딩 경우와 -6dB 컴팬딩을 적용한 것 외에 다른 조건들을 동일하게 적용하였을 때, 52개 송신

소 모두에 대한 송신 전력 요금은 연간 3,012,532,680원이 1,504,628,520원으로 감소하였다. 따라서 고효율 송출 방식 적용 전후는 송출 전력은 50.0%로 낮아졌으며, 50.0%의 전력 요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

Station	1,500	500	250	100	50	20	10	1	Total	Unit
KBS	1	4	2	4	3	2	6	2	24	
MBC					1	3	16		20	
SBS					1				1	
CBS					1		4		5	
Far East			1	1					2	
Total	1	4	3	5	6	5	26	2	52	
Total	1,500	2,000	750	500	300	100	260	2	5,412	kW
Monthly usage per 1 Station	475,200	158,400	79,200	31,680	15,840	6,336	3,168	317	770,141	kWH
Monthly payment per 1 Station	34,752,160	11,584,050	5,792,020	2,316,810	1,158,400	463,360	231,680	23,180	56,321,660	Won
Annual payment per 1 Station	417,025,920	139,008,600	69,504,240	27,801,720	13,900,800	5,560,320	2,780,160	278,160	675,859,920	Won
Annual payment Sub Total	417,025,920	556,034,400	208,512,720	139,008,600	83,404,800	27,801,600	72,284,160	556,320	1,504,628,520	Won

표 3. AM 고효율 전송방식을 적용할 경우 전력 요금 예측 결과 (AMC, -6dB 컴팬딩, 70% 변조도)

예측된 도입 효과

AM 라디오 송출시스템으로 AMC 방식을 도입하고 변조율을 70%로 가정을 전제로 하였다.

- 3dB 컴팬딩을 적용했을 때, 연간 AM 라디오방송 송출을 위한 전력 요금은 3,012,532,680원에서 2,043,787,560으로 감소하여 32.2%의 전력 요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.
- 6dB 컴팬딩을 적용했을 때는 연간 전력 요금이 1,504,628,520원으로 감소하여 50.0%로 낮아졌으며, 50.0%의 전력 요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

맺음말

본 고에서는 AM 라디오 방송 송신 고효율화를 위한 국제 동향, 기술방식 소개, 국내 기술기준 개정 결과 및 전력 절감효과 등을 소개하였다.

필자는 최근 일부 방송사가 'AM 라디오방송 허가 반납을 희망한다'라는 소식을 듣고 안타까움을 금할 수 없었다. 이동통신 분야에서는 5G 통신이 도입되는 등 날로 신기술이 개발되고, 새로운 서비스를 도입하며 그 활용범위를 넓히고 있는데, 지상파방송은 이동통신과는 차별화되는 우수한 기술적 특성을 가지고 있음에도 불구하고 신기술도입은커녕 스스로 폐국을 한다면 지상파방송의 미래는 어떻게 될 것인가?

AM 라디오 송신 효율화 방식은 유럽과 미국 등의 선진국에서는 이미 널리 도입이 되고 있으며, 국내에도 이를 도입할 수 있는 기술기준이 마련되었음을 살펴보았다. 아울러 이 방식을 적용할 경우 30~50% 정도의 송신 전력의 절감 가능성도 살펴보았다. 부디 AM 라디오방송 고효율 방식이 신속히 보급되어 AM 라디오방송 서비스의 경쟁력 제고에 도입이 되기를 기대한다. 

참고문헌

- [1] Lee Jong-gwan, A study on Improving the use of AM radio and standard FM radio broadcasting frequencies, Korea Communications Commission, 2010. 8
- [2] Kim, Ji-soo / Kang Hyun-jung / Kwon Hyuk-joon, A study on Improvement measure of Effectiveness and Public of Terrestrial Radio Broadcast Frequency, Korea Communications Commission, 2018. 12
- [3] SangWoon Lee, A study on needs to introduce AM radio broadcasting high-efficiency transmission system, 2019 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers Conference Proceedings, 2019. 6. 19
- [4] Media Today, "Broadcasting to North Korea arbitrarily lowered "KBS legal response to shipbuilding and TV shipbuilding", 2018.10.11
- [5] SangWoon Lee, AM High Efficiency Modulation Broadcasting Technology and Service Trends, KOBA Conference, 2019.5.24
- [6] NRSC, AM Modulation-Dependent Carrier Level (MDCL) Usage Guideline, April 2013
- [7] Ranulph Poole (BBC R&D)/Phil Kesby (Arqiva), AM Companding: Reducing the Power Consumption of LF and MF Transmitters, July 2018
- [8] 이상운, AM 라디오 고효율전송의 전력 절감 효과 분석, 방송공학회는문지, 2019. 7. 1