

일반논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제24권 제4호, 2019년 7월 (JBE Vol. 24, No. 4, July 2019)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2019.24.4.670>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

AM 라디오 고효율전송의 전력 절감 효과 분석

이 상 운^{a)†}

A Study on Power Saving Effect Through Introduction of AM Radio High Efficient Transmission System

SangWoon Lee^{a)†}

요 약

AM 라디오 방송은 FM라디오 대비해 음질은 떨어지나 서비스 권역이 넓으며, 야간에는 전리층 반사를 이용하여 해외까지도 송신 이 가능한 장점이 있다. 그러나 AM라디오방송은 통상 수십 ~ 수백 kW 급의 대출력 송신을 위해 많은 전력이 요구되어 방송사의 재정적 부담으로 작용된다. 이런 이유에서 최근 국내 방송사들은 AM 라디오방송 송출 전력을 낮출 수 있는 고효율 송출방식의 도입을 요구하고 있다. 따라서 이들 방식이 기존 AM라디오 방송 송출 대비 어느 정도의 전력 절감이 가능하며, 기존의 허가 서비스 권역과 음질을 유지될 수 있는지와 해당 기술을 도입하기 위해서 어떤 정책들이 필요한지 등이 정책적 이슈로 대두되었다. 본고에서는 기존 AM 라디오방송 송출시스템에 고효율 전송방식을 적용할 경우에 대해 송출 전력의 절감을 예측하였다. 연구 결과 기존 AM라디오 송출방식 대신 AMC방식의 고효율전송 방식을 채택할 경우, AM라디오 변조율이 70%인 경우 -3 dB의 컴팬딩을 적용하면 연간 AM라디오 방송 송출에 소요되는 전력요금에 51억8천5백만원에서 35억2천8백만원으로 감소되어 32.0%, -6 dB의 컴팬딩을 적용하면 26억 8백만원으로 감소되어 49.7%가 절감되는 것으로 분석되었다.

Abstract

AM radio broadcasting has the advantage that the sound quality is lower than that of FM radio but the service area is wide and at night it can be transmitted even to overseas due to ionospheric reflection. AM radio broadcasts usually transmit large amounts of several tens to several hundreds of kilowatts (KW), requiring a lot of power, which is a financial burden on broadcasters. Recently, it is required to introduce a way to reduce the power of AM radio broadcasting in Korea. Therefore, it is possible to save a certain amount of power compared to the conventional AM radio broadcasting, and it is possible to maintain the existing license service area and sound quality, and what policies are needed to introduce the technology. In this paper, we predict the reduction of transmission power when a high efficiency transmission system is applied to existing AM radio broadcasting transmission system. As a result of the research, AMC adopting the high efficiency transmission method instead of the conventional AM radio transmission method, and when the modulation ratio of AM radio is 70%, if -3 dB companding is applied, the annual transmission power charge is decreased from 5,185,838,160Won to 3,528,900,086Won with saving of 32.0%, When -6 dB companding is applied, it is expected to be reduced to 2,608,378,934Won, which is 49.7% savings.

Keyword : AM Radio, Transmission, Power, Efficiency

Copyright © 2016 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

I. 서론

AM(Amplitude Modulation) 라디오 방송은 스테레오 오디오 방송을 제공하는 FM(Frequency Modulation) 라디오에 비해 음질이 떨어져 청취율이 상대적으로 낮은 지상파 방송 매체이다. 그러나 FM라디오방송에 비해 서비스 권역이 넓으며, 야간에는 전리층 반사를 이용하여 해외까지도 송신이 가능한 장점이 있어, 평상시에는 해외동포들을 대상으로 하는 방송서비스를 제공하고 있으며, 재난 시에는 국가 재난정보방송 매체로서의 역할을 담당하는 중요 방송 매체이다^[1].

AM라디오 방송은 통상 수십 ~ 1,500 kW 급의 대출력으로 송신을 하여 많은 전력을 필요로 하는데, 이는 방송사의 재정적 부담으로 작용하며, FM 라디오 방송 대비 10 배의 유지비용이 소요되는 것으로 보고된 바 있다^[2]. 이런 문제를 해결하기 위해 미국 및 영국 방송 선진국에서는 AM 라디오방송의 고효율화에 대한 필요성이 1930년대부터 제기되었고, 1980년대 에너지 파동 이후 다시 연구가 시작되어 많은 성과들이 도출되었으며 최근까지도 새로운 연구결과들이 보고되고 있다^[3].

아울러 국내에서도 최근 AM 라디오방송의 유지 여부 및 송출 출력 관련한 문제들이 이슈화되고 있으며, 송출 고효율화에 대한 필요성이 제기되고 있다^[4].

본고에서는 기존 AM 라디오방송 송출시스템에 고효율 전송방식을 적용할 경우, 송출 전력 절감 정도를 예측하였으며, 제 1장 서론, 제 2장 국내 AM 라디오 방송 송출을 위한 전력 요금 산정, 제 3장 AM 라디오방송 송출 고효율화에 적용 가능한 기술적 방식 검토, 제 4 장 AM 라디오방송 송출 고효율화에 따른 전력 요금 절감 효과 예측 및 제 5장 결론으로 구성된다.

II. 국내 AM 라디오 방송 송출을 위한 전력 요금 산정

1. AM 라디오방송 주파수 및 송신소 운영 현황

AM 라디오방송 주파수는 526.5 ~ 1606.5kHz의 대역폭 1,080 kHz내에 총 120개 채널을 사용할 수 있으며, 각 채널폭은 10 kHz, 채널 간 중심주파수 이격 폭은 9 kHz이다. AM 라디오 방송용으로 용도가 지정된 대역 1080 kHz 중 총 400 kHz가 허가되어 있다^[1].

AM 라디오 방송 송출을 위한 전력 요금 산정을 위해 국내에서 운영되는 AM라디오 방송 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 5.412 kW에 달한다. 이들 송신소를 출력별로 살펴보면, 1,500 kW 급이 1개, 500 kW급이 4개, 250 kW 급이 3개 등이며, 10 kW급이 26개로 가장 많다. 아울러 KBS는 10 kW 출력의 AM 보조국 3개를 추가로 운영하고 있다^[2].

2. 고효율 송출방식이 적용되지 않은 AM 라디오방송 송출 전력 요금 산정

일반적으로 전력 사용요금은 다음의 기준들에 의해 부과된다. 우선 용도에 따라 가정용과 산업용, 사용량을 기준으로 300 kW 이하는 ‘갑’, 이상은 ‘을’로 구분되며, ‘저압(200V)’, ‘고압 A (3,300 ~ 66,000V)’, ‘고압 B (154,000V 이상)’, ‘고압 C (345,000V 이상)’로 나뉜다. 그리고 전력 사용패턴에 따라서 ‘선택 1, 2, 3’으로 나뉜다. ‘선택 1, 2, 3’은 사용량이 많고 적음에 따라 기본요금을 낮게 설정할지, 혹은 사용량 요금을 낮게 설정할지 등의 기준에 의해 선택이 가능하다^[6]. AM 라디오 방송 송신의 경우 하루 24 시간 송출을 하는 경우가 대부분이므로 기본 요금은 높고 사용요금이 낮은 ‘선택 3’이 유리하다.

한편 AM 라디오방송 송출을 위한 전력요금은 동일한 출력의 송신기라도 방송 장르 별 프로그램의 종류, 동절기/하절기 등 사용 월이 속하는 계절 등에 의해서도 요금이 다르게 부과될 수 있다^[6].

a) 남서울대학교 멀티미디어학과(Dept. of Multimedia Namseoul University)

‡ Corresponding Author : 이상운(Lee SangWoon)

E-mail: Quattro@nsu.ac.kr

Tel: +82-41-580-2194

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8499-2227>

※ Funding for this paper was provided by Namseoul University.

· Manuscript received July 1, 2019; Revised July 22, 2019; Accepted July 22, 2019, 2019.

따라서 본 연구에서는 다음의 사항을 가정하고 각 송신기들의 전력 요금 산정에 동일하게 적용하였다.

- 전제 1 : 계약전력은 해당 송신기의 출력으로 간주한다.
(예: 1,500 kW 송신기의 경우 1,500 kW 계약전력으로 간주)
- 전제 2 : 사용월은 요금이 가장 비싼 여름철과 가장 싼 봄과 가을의 중간 수준인 겨울철 1월 달 요율 및 하루 중 시간대에 따른 경부하, 중간부하, 중부하 시간대는 중간부하를 적용한다.
- 전제 3 : 전력구분은 1500kW 및 500kW급 송신소는 광업, 제조업 및 기타사업에 전력을 사용하는 계약전력 300kW 이상의 고객에게 적용하는 “산업용(을)”을 적용하고, 3,300 ~ 66,000V 구간 전압인 “고압 A” 및 사용시간이 긴 경우에 유리한 “선택 3”을 적용한다. 250 ~ 10 kW급 송신소는 광업, 제조업 및 기타사업에 전력을 사용하는 계약전력 4kW 이상 300kW 미만의 고객에게 적용하는 “산업용(갑) I”을 적용하고, 3,300 ~ 66,000V 구간 전압인 “고압 A” 및 사용시간이 긴 경우에 유리한 “선택 2”을 적용한다.
- 전제 4 : 월간 전력사용량은 하루 24시간, 월 30일을 기준으로 하여 720시간을 적용한다.
- 전제 5 : 운영 방송사 구분 없이 동일 출력의 송신기 별 요금은 별도 산정하여 합산한다.
- 전제 6 : 1kW 급 송신소 2개는 차지하는 전력요금 비중이 낮아 산정에서 제외한다.

상기의 전제들 하에서 고효율 송출방식을 적용하지 않는 경우에 각 송신소 별 전력요금은 다음과 같이 산정되어 표 1과 같은 결과가 도출되었다. 우선 1500 kW 급 송신소는 1개의 송신소 당 월간 요금은 132,003,000원, 연간으로는 1,584,036,000원의 전력 사용 요금이 산정되었다. 500kW 급 송신소는 1개의 송신소 당 월간 44,001,000원, 연간으로는 528,012,000원이며, 총 4개소가 운영되므로 연간 총 2,112,048,000원으로 산정되었다. 이렇게 각 출력 별 50개 송신소 모두에 연간 5,185,838,160원의 전력 요금이 부과되는 것으로 산정되었다.

III. AM 라디오방송 송출 고효율화에 적용 가능한 기술적 방식

1. 진폭 변조 컨팬딩 방식 AMC(Amplitude Modulation Companding)

AM 라디오 방송의 일반적인 원리는 입력신호(변조신호)에 의해 무선 반송파 신호의 진폭은 일정하게 유지되거나 증과 대역은 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 반송파 레벨이 낮아도 잘 작동하게 되

표 1. AM 송신소 현황 및 전력 요금 산정 결과
Table 1. AM transmission site and Electricity Payment Calculation Result

Station	1,500	500	250	100	50	20	10	Total	Unit
KBS	1	4	2	4	3	2	6	22	
MBC					1	3	16	20	
SBS					1			1	
CBS					1		4	5	
Far East			1	1				2	
Total Station Number	1	4	3	5	6	5	26	50	
Total Power Usage	1,500	2,000	750	500	300	100	260	5,410	kW
Monthly usage per 1 Station	1,080,000	360,000	180,000	72,000	36,000	14,400	7,200	1,749,600	kWh
Monthly Base Payment per 1 Station	14,715,000	4,905,000	1,867,500	747,000	373,500	149,400	74,700		Won
Monthly Usage Payment per 1 Station	117,288,000	39,096,000	14,382,000	5,752,800	2,876,400	1,150,560	575,280		Won
Monthly Payment per 1 Station	132,003,000	44,001,000	16,249,500	6,499,800	3,249,900	1,299,960	649,980		Won
Annual Payment per 1 Station	1,584,036,000	528,012,000	194,994,000	77,997,600	38,998,800	15,599,520	7,799,760		Won
Annual Payment Sub Total	1,584,036,000	2,112,048,000	584,982,000	389,988,000	233,992,800	77,997,600	202,793,760	5,185,838,160	Won

어 반송파 자체의 중요성이 높지 않게 되었다. AM방송 송출 과정에는 많은 전력 에너지가 반송파에 포함되어 있기 때문에 반송파 전력을 줄이게 되면 AM방송 송출 효율을 높일 수 있게 된다. 만일 변조신호에 따라 측파대 대역뿐 아니라 반송파 진폭도 변화시킬 수 있다면 이 원리를 이용하면 전송 전력을 절감할 수 있게 되며, 이런 방식을 “변조 종속 반송파 레벨 (MDCL : Modulation Dependent Carrier Level) 시스템”으로 명명된다⁷⁾.

MDCL 시스템은 동작에 따라 두 가지 기본 방식으로 분류 할 수 있는데, 첫 번째 방식은 AMC (Amplitude Modulation Companding)라 불리는 방식이며, 이 방식에서는 변조신호에 의해 반송파와 측파대 레벨 모두가 동적으로 압축(Compression)된다. [그림 1]은 AMC 방식의 변조도 변화에 따른 반송파와 변조신호의 압축레벨 특성을 보여준다. 이 특성이 적용된 경우 -3 dB 컴팬딩인 경우 100% 변조신호일 때 반송파와 측파대가 70%수준으로 낮아지며, 본 특성 그래프는 전압단위이므로 전력은 50%로 감소되는 효과가 있다.

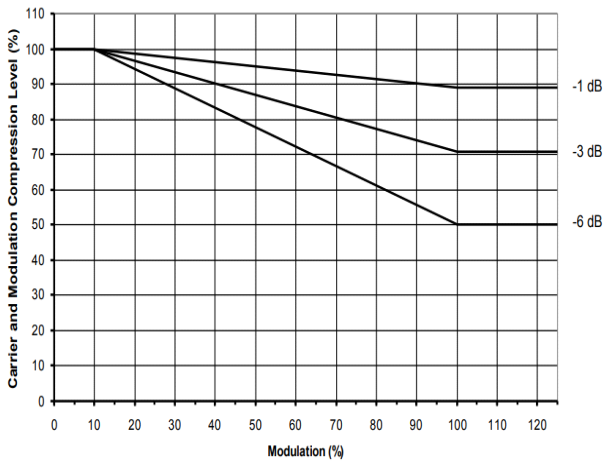


그림 1. 진폭 변조 압축 특성
Fig. 1. Amplitude Modulation Companding (AMC) compression function

2. 동적 반송파 방식 DCS (Dynamic Carrier Systems)

두 번째 방식은 DCS (Dynamic Carrier Systems)인데, 동적으로 반송파 전력을 줄이지만 측파대 전력에는 영향을 주지 않고 낮은 변조 레벨에서 반송파 전력을 줄이고 변조

도가 증가함에 따라 반송파 레벨을 증가시킨다. DCS방식에서 동적으로 반송파 레벨을 낮춤에 있어 클리핑 및 왜곡이 없는 네거티브 변조가 발생할 수 있는 수준의 반송파 레벨까지 낮아져서는 안된다. 이 방식의 시스템은 음량이 큰 시기에 더 많은 에너지를 절약하는 AMC 시스템과는 달리 묵음기에 더 많은 전력을 절감하게 된다.

[그림 2]는 DCS방식의 변조도에 따른 반송파 레벨의 특성을 보여주며, 최대 반송파 압축은 0 ~ 60% 사이의 변조 구간에서 -4dB가 이루어진다. 또한 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. AMC에서와 마찬가지로 반송파 레벨이 전압단위이므로 전력은 40%수준으로 낮아져 60% 절감되는 효과가 있다.

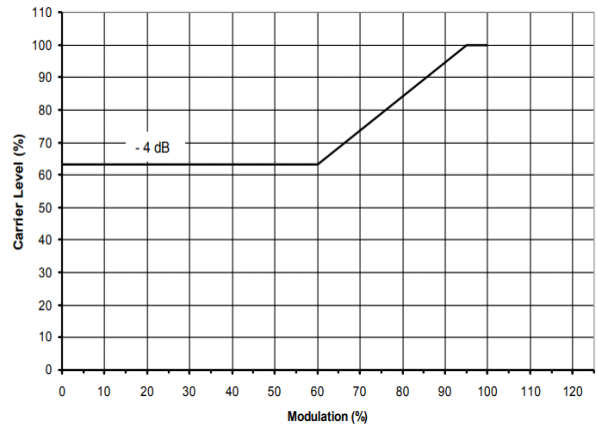


그림 2. DCS 변조 압축 특성 예 : 반송파 압축 특성
Fig. 2. DCS Companding Example - carrier compression function

IV. AM 라디오방송 송출 고효율화에 전력 요금 절감 효과 분석

AM 라디오 방송 송출의 고효율화를 위해서는 앞장에서 소개된 AMC나 DCS방식 모두의 적용이 가능하며, AMC의 경우 -3 dB의 컴팬딩이 많이 적용되고 있으나, 최근 -6 dB까지 확대하여도 음질이나 수신권역에 별 지장이 없는 방식이 제안되기도 하였다⁸⁾.

본 연구에서는 AMC 방식에 변조율 70%인 경우에 대해 컴펜딩은 -3 dB, -6 dB 각각을 적용하였을 경우에 대해서 전력 요금 절감 효과를 예측하였다. 앞 장에 제시된 AMC 특성에서 변조율이 70%일 때, -3dB 컴펜딩의 경우 송출 레벨은 전압 기준 80%, -6 dB 컴펜딩의 경우 전압 기준 66%이다. 이를 전력 레벨로 환산하면 각각 64%와 44%이다.

로, 연간으로는 1,584,036,000원이 1,077,351,840원으로 감소되었으며, 50개 송신소 모두를 대상으로 할 경우에는 연간 5,185,838,160원이 3,528,900,086으로 감소되었다. 따라서 고효율 송출 방식 적용 후 32.0%의 전력요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

1. AMC방식 -3 dB 컴펜딩을 적용하였을 경우

제 2장에서와 동일한 전제들 하에서 AMC방식에 -3 dB 컴펜딩을 적용하고 변조율이 70%인 경우, 각 AM 방송 송신소들에 대하여 표 2와 같이 송신기 출력 별 전력 요금 예측 결과가 도출되었다. 이 결과에서 1500 kW 급 송신소는 1 송신소 당 월간 132,003,000원의 전력 요금이 89,779,320원으로

2. AMC 방식 -6 dB 컴펜딩을 적용하였을 경우

1절에서와 마찬가지로 제 2장에서와 동일한 전제들 하에서 AMC방식에 -6 dB 컴펜딩을 적용하고 변조율이 70%인 경우 표 3과 같은 결과가 도출되었다. 이 결과에서 1500 kW 급 송신소는 1 송신소 당 월간 132,003,000원의 전력 요금이 66,321,720원으로, 연간으로는 1,584,036,000원이 795,860,640원으로 감소되었으며, 50개 송신소 모두를 대

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

Table 2. Electricity Payment Prediction when the AM high-efficiency transmission method is applied (AMC, -3 dB companding, 70% modulation)

Station	1,500	500	250	100	50	20	10	Total	Unit
KBS	1	4	2	4	3	2	6	22	
MBC					1	3	16	20	
SBS					1			1	
CBS					1		4	5	
Far East			1	1				2	
Total Station Number	1	4	3	5	6	5	26	50	
Total Power Usage	1,500	2,000	750	500	300	100	260	5,410	kW
Monthly usage per 1 Station	691,200	230,400	115,200	46,080	23,040	9,216	4,608	1,119,744	kWh
Monthly Bsse Payment per 1 Station	14,715,000	4,905,000	1,867,500	747,000	373,500	149,400	74,700		Won
Monthly Usage Payment per 1 Station	75,064,320	25,021,440	9,204,480	3,681,792	1,840,896	736,358	368,179		Won
Monthly Payment per 1 Station	89,779,320	29,926,440	11,071,980	4,428,792	2,214,396	885,758	442,879		Won
Annual Payment per 1 Station	1,077,351,840	359,117,280	132,863,760	53,145,504	26,572,752	10,629,101	5,314,550		Won
Annual Payment Sub Total	1,077,351,840	1,436,469,120	398,591,280	265,727,520	159,436,512	53,145,504	138,178,310	3,528,900,086	Won

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

Table 3. Electricity Payment Prediction when the AM high-efficiency transmission method is applied (AMC, -6 dB companding, 70% modulation)

Station	1,500	500	250	100	50	20	10	Total	Unit
KBS	1	4	2	4	3	2	6	22	
MBC					1	3	16	20	
SBS					1			1	
CBS					1		4	5	
Far East			1	1				2	
Total Station Number	1	4	3	5	6	5	26	50	
Total Power Usage	1,500	2,000	750	500	300	100	260	5,410	kW
Monthly usage per 1 Station	475,200	158,400	79,200	31,680	15,840	6,336	3,168	769,824	kWh
Monthly Bsse Payment per 1 Station	14,715,000	4,905,000	1,867,500	747,000	373,500	149,400	74,700		Won
Monthly Usage Payment per 1 Station	51,606,720	17,202,240	6,328,080	2,531,232	1,265,616	506,246	253,123		Won
Monthly Payment per 1 Station	66,321,720	22,107,240	8,195,580	3,278,232	1,639,116	655,646	327,823		Won
Annual Payment per 1 Station	795,860,640	265,286,880	98,346,960	39,338,784	19,669,392	7,867,757	3,933,878		Won
Annual Payment Sub Total	795,860,640	1,061,147,520	295,040,880	196,693,920	118,016,352	39,338,784	102,280,838	2,608,378,934	Won

상으로 할 경우에는 연간 5,185,838,160원이 2,608,378,934원으로 감소되었다. 따라서 고효율 송출 방식 적용 후 49.7%의 전력요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

V. 결 론

본 연구에서는 최근 AM 라디오방송의 유지 여부 및 송출 출력 관련한 문제들이 이슈화되고 있으며, 송출 고효율화에 대한 필요성 제기에 부응하여, AM 라디오 방송에 AMC 방식의 고효율 송출 시스템을 적용할 경우, AM방송 송신을 위한 전력 요금의 절감 효과를 예측하였다. 그 결과 AM 라디오 방송의 변조율이 70%인 경우 -3 dB 컴팬딩을 적용했을 때, 송신을 위한 전력요금은 연간 51억8천5백만원이 35억2천8백만원으로 감소되었고, -6 dB 컴팬딩을 적용했을 때는 26억8백만원으로 감소되어 각각 32.0%, 49.7%의 전력요금 절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

참 고 문 헌 (References)

- [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 Hyun-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] Korea Electric Power Corporation Electricity Rate Standard, 2019
- [7] NRSC, AM Modulation-Dependent Carrier Level (MDCL) Usage Guideline, April 2013
- [8] Ranulph Poole (BBC R&D)/Phil Kesby (Arqiva), AM Companding: Reducing the Power Consumption of LF and MF Transmitters, July 2018

저 자 소 개



이 상 운

- 2005년 : 연세대학교 전기·전자공학과 박사
- 1991년 5월 ~ 2005년 5월 : MBC 기술연구소
- 2005년 6월 ~ 2009년 2월 : 연세대학교 차세대방송연구센터 연구교수
- 2009년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 멀티미디어학과 교수
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-8499-2227>
- 주관심분야 : 방송시스템, 멀티미디어, ITS, 자율주행차